इकाई चतुर्थ

पर्यावरण जैव प्रौधोगिकी

(Environmental Biotechnology)

4.1 अपशिष्ट जल उपचार

(Waste Water Treatment)

जल एक रंगहीन तथा गंधहीन विलायक है जिसमें अधिकांश रसायन, खनिज तथा जैविक अशुद्धियां घुल सकती हैं। जल की गुणवत्ता पर ऐसे यौगिकों व उनकी सान्द्रता का प्रभाव पड़ता है जो प्राकृतिक स्त्रोतों से या अपशिष्ट निक्षेपों (Deposit) उत्पन्न होते हैं। अगर ऐसे पदार्थ अकार्बनिक प्रकृति के हैं तो वे चट्टानों, मृदा और तलछट इत्यादि के अपक्षयव (Weathering) तथा निक्षालन (Leaching) से उत्पन्न होते हैं।

जल एक्ट, 1974 (Prevention and control of pollution) के अनुसार जल प्रदूषण निम्न कारणों से हो सकता है :–

1. संदूषण (Contamination)
2. जल में ऐसे पदार्थों के मिलने से जो इसके भौतिक, रासायनिक या जैविक लक्षणों को परिवर्तित करते हैं। ऐसे पदार्थों में औद्योगिक बहिःस्राव (Effluents) तथा अन्य गैसीय, द्रव तथा ठोस पदार्थ शामिल हैं जिनके मिलने से जल, स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो जाता है। इससे जलीय जीवों तथा स्थलीय जीवों के जीवन पर दुष्प्रभाव पड़ते हैं।

अपशिष्ट जल क्या है?
(What is Waste Water)

अपशिष्ट जल घरेलू, वाणिज्यिक प्रतिष्ठानों तथा संस्थानों, अस्पताल और औद्योगिक इकाइयों से उत्पन्न बहिःस्राव है। इसमें तूफान से उठा पानी, शहरी बहाव, कृषि, बागवानी तथा जलकृषि से उत्पन्न बहिःस्राव सम्मिलित हैं। बहिःस्राव उसे कहते हैं जो या तो मल जल (Sewage) या प्लांट से द्रवीय अपशिष्ट होता है जिसे पानी में स्रोत से सीधे या उपचारण छोड़ दिया जाता है मल–जल भी अपशिष्ट जल ही होता है। यह प्रसाधनों (Toilets), स्नानघर, कपड़े धोने से, रसोई से इत्यादि स्थानों पर उत्पन्न होता है। बागवानी में पिलाया जाने वाला पानी, स्वीमिंग पूल्स, छत धोवन, सतह जल बहाव तथा तूफान का पानी भी अपशिष्ट जल ही होता है किन्तु पंक या मल–जल में वर्गीकृत नहीं किया जाता है।

साधारण भाषा में अपशिष्ट जल नगरीय क्षेत्रों से उत्पन्न गंदा पानी है जो फिर से प्रयोग नहीं किया जा सकता है। इसमें काला, भूरा व पीला पानी सभी सम्मिलित हैं। स्कूल, रेस्टोरेन्ट्स, वाणिज्यिक संस्थानों, हॉस्पिटल, फॉर्मों इत्यादि स्रोतों से प्राप्त सभी गंदा पानी, अपशिष्ट जल की श्रेणी में आता है। कई बार अपशिष्ट जल में खतरनाक विषैले रसायन सम्मिलित होते हैं जो जीवन के लिए हानिकारक होते हैं।

अपशिष्ट जल समस्या
(Waste Water Problem)

एक अनुमान के अनुसार भारतवर्ष में क्लास I व क्लास II शहरों में जिनकी जनसंख्या 50,000 से अधिक है, उनमें प्रतिदिन लगभग 38,254 मिलियन लीटर अपशिष्ट जल उत्पन्न होता है। (यह कुल शहरी जनसंख्या का 70 प्रतिशत है) पानी दिन–प्रतिदिन कम होता जा रहा है तथा इसका उपभोग बढ़ रहा है ऐसे में अपशिष्ट जल को उपचारण द्वारा फिर से काम लेने की आवश्यकता है। जल उपचारण द्वारा उसमें उपस्थित संदूषित (Contminant) पदार्थों को हटाकर उसे फिर से उपयोग में लेने लायक बनाया जाता है। अपशिष्ट जल उपचारण विधियों या प्रक्रियाओं को निम्न तीन श्रेणियों में रखा जा सकता है :–

(अ) भौतिक

(ब) रासायनिक व

(स) जैविक

भारत में परम्परागत रूप से अपशिष्ट जल उपचारण की प्रक्रियायें (Conventional Waste Water Treatment Processes in Indian)

भारतीय केन्द्रीय प्रदूषण बोर्ड द्वारा अपशिष्ट जल उपचार की परम्परागत प्रक्रियाएं अपनाई जाती हैं। इस प्रक्रिया के चरणों में कई भौतिक व रासायनिक विधियां काम आती हैं, जो निम्न हैं:–

1. **वातन** (Aeration) : वातन में हवा तथा अन्य गैसों का संयोग पानी से कराया जाता है, जिससे वाष्पशील पदार्थों को द्रव से गैसीय अवस्था में लाने तथा लाभकारी गैसों को पानी में घोला जा सके। वाष्पशील पदार्थों में वाष्पशील कार्बनिक यौगिक और सुंगधयुक्त यौगिक जिनसे गंध व टेस्ट (Taste) विकसित होता है, सम्मिलित है। पानी में घुलनशील गैसों में ऑक्सीजन व कार्बन–डाई–ऑक्साइड सम्मिलित हैं।
2. **स्कंदन व उर्णन** (Coagulation and Flocculation) : इन दोनों प्रक्रियाओं में किसी स्कंदनीय रसायन को पानी में घोलकर उसे तेज गति से घुमाया जाता है।
   - (अ) **स्कंदन** (Coagulation) : इसमें एक स्कंदक (उदाहरण– फिटकरी) को अपशिष्ट जल में अच्छी तरह से मिलाते हैं, जिससे कणों का आवेश निष्क्रिय (Neutral) हो जाता है। स्कंदनीय रसायन (1 से 100 ग्राम/लीटर) अकार्बनिक या कार्बनिक प्रकृति का होता है, जिसे पानी में मिलाने से अस्थिरीकरण उत्पन्न होता है।
   - (ब) **उर्णन** (Flocculation) : स्कंदन के पश्चात् पानी को धीरे–धीरे घुमाया जाता है, जिससे अस्थिरीकृत कणों में सम्पर्क बढ़ता है तथा उचित माप, घनत्व व शक्ति के फ्लोक कण बनते हैं। इन फ्लोक कणों को जमाव (Setting) व छानकर हटाया जा सकता है।
3. **अवसादन** (Sedimentation) व **निस्यंदन** (Filtration) : फ्लोकुलेटेड पानी को अवसादन टेंक में लाकर उसे कुछ समय के लिए छोड़ते हैं, जिससे फ्लोक को हटाया जा सके। उसके बाद छानकर अन्य कणों को हटा दिया जाता है। इससे जल की गंदगी और कम होती है।
4. **निस्यंदक** (Filters) **का पुनः साफ करना** : जब पानी को छलनी द्वारा छानते हैं तो गंदगी से छलनी के छेद बंद होने लगते हैं इसके लिए छलनी को पुनः उल्टी दिशा में पानी चलाकर साफ किया जाता है।
5. **रोगाणुनाशन** (Disinfection) : पानी में उपस्थित रोगाणुजनकों को विशेष उपचार द्वारा मार देते हैं। इसमें क्लोरीन का उपयोग करते हैं।

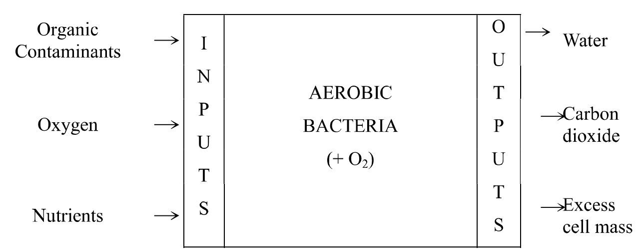
अपशिष्ट जल उपचार में जैव तकनीक का उपयोग

केन्द्रीय प्रदूषण बोर्ड, जल उपचार की जैविक विधियां काम लेता है जो महंगी है। अपशिष्ट जल उपचार की जैवतकनीक प्रक्रियाएं जैविक प्रक्रियाओं से सस्ती है तथा इनसे द्वितीयक प्रदूषक भी उत्पन्न नहीं होते हैं। किसी भी अपशिष्ट जल के उपचार में जैविक उपचार एक महत्वपूर्ण तथा आवश्यक भाग है। इसमें शहरी निकाय या औद्योगिक स्रोतों से प्राप्त अपशिष्ट जल का उपचार संभव होता है। इसके आर्थिक लाभ के कारण इसे तापीय व रासायनिक ऑक्सीकरण की अपेक्षा जल उपचार की दो भिन्न–भिन्न जैविक विधियां निम्न हैं :–

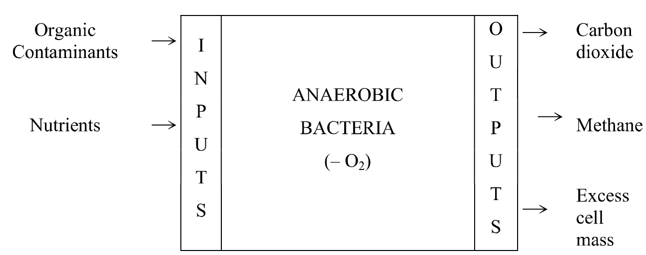
(अ) अवायवीय उपचारण व

(ब) वायवीय उपचारण

(अ) **अवायवीय उपचारण** (Anaerobic Treatment) : यह ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में उन सूक्ष्मजीवों पर सम्पन्न होती है जिन्हें अपनी वृद्धि तथा जनन के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती है। इस प्रक्रियाएं में कार्बनिक स्वांगीकरण द्वारा मीथेन, कार्बनडाईऑक्साइड व जैव भार बनता है। अवायवीय प्रक्रिया से जैव निम्नकारी कार्बनिक पदार्थों से अमोनिया आयन, PO_4^{3-} व S^{-2} आयन बन जाते हैं (चित्र सं. 4.1)।



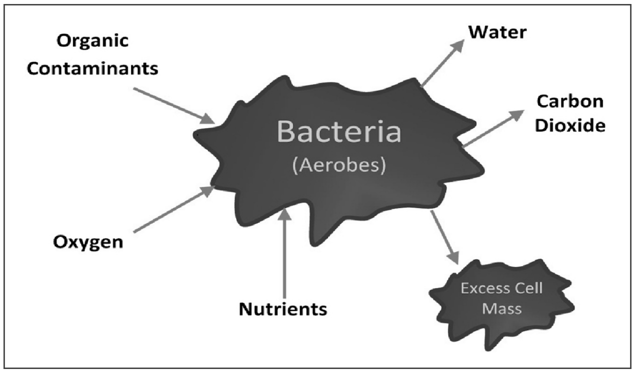
(A) An Aerobic treatment process



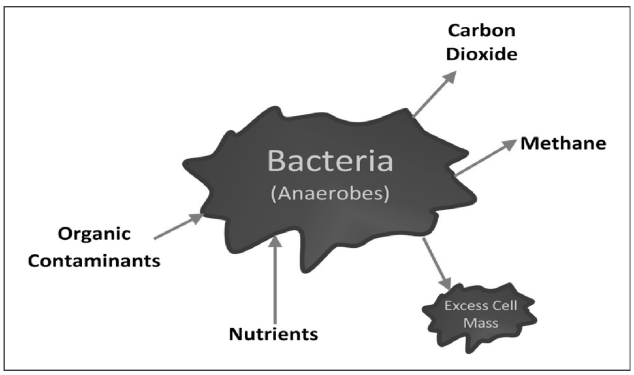
(B) An Anaerobic treatment process

चित्र सं. 4.1 : अपशिष्ट जल उपचारण की जैविक विधियां

(ब) **वायवीय उपचारण** (Aerobic Treatment) : यह उपचारण ऑक्सीजन की उपस्थिति में होता है। इसमें वे सूक्ष्मजीव सक्रिय होते हैं जो ऑक्सीजन की उपस्थिति वृद्धि करते हैं तथा



चित्र सं. 4.2(अ) : वायवीय उपचारण सिद्धान्त



चित्र सं. 4.2(ब) : अवायवीय उपचारण सिद्धान्त

जनन करते हैं। इनकी अपशिष्ट जल पर क्रिया से कार्बनिक अशुद्धियों के स्वांगीकरण से पानी, कार्बन–डाई–ऑक्साइड व जैवभार उत्पन्न होता है। यह प्रक्रिया अधिक महंगी है तथा इसमें अपशिष्ट का एक बड़ा भाग अन्य प्रकार के अपशिष्ट या स्लज (Sludge) में परिवर्तित हो जाता है। इसमें लगभग 50 प्रतिशत नया स्लज बन जाता है, जिसे फिर उपचारण की आवश्यकता होती है।

म्यूनिसिपल अपशिष्ट जल उपचारण में दोनों ही अवायवीय व वायवीय प्रक्रियाएं मिश्रित होती हैं, जिससे फिर से शुद्ध जल प्राप्त किया जा सके (चित्र सं. 4.2(अ), (ब))।

4.2 ठोस कचरा प्रबंधन (Solid Waste Management)

ठोस कचरा या अपशिष्ट मानव और जन्तुओं की क्रियाकलापों से उत्पन्न होता है जिन्हें अनुपयोगी और अवांछित समझकर फेंक दिया जाता है। ठोस कचरा कृषि, वाणिज्यिक गतिविधियों, उद्योगों, संस्थाओं तथा सामान्य घरेलू कार्यों द्वारा निरंतर उत्पादित होता रहता है। ठोस कचरे में वे सभी अद्रवीय (non-liquid) कचरे शामिल हैं जिनमें मल–मूत्र (excreta) सम्मिलित नहीं होते हैं। अगर ठोस कचरे को सही तरीके से सुरक्षित रूप से नहीं फेंका जाये तो इससे महत्वपूर्ण स्वास्थ्य संबंधी रोग हो सकते हैं साथ ही बहुत ही अशोभनीय जीवित पर्यावरण उत्पन्न हो सकता है। अगर ठोस कचरा सही तरीके से नहीं फेंका जाता है तो यह कई कीट–वाहकों (insect vectors), पेस्ट, सर्पों तथा कृंतको (Rodents) के जनन–स्थल का कार्य करता है तथा रोगों को फैलाने (transmission) जैसी गंभीर समस्याओं को जन्म दे सकता है। यह पर्यावरण तथा जल स्त्रोतों को भी प्रदूषित कर सकता है।

ठोस कचरा कार्बनिक तथा अकार्बनिक पदार्थों का होता है, जो पेकेजिंग, घास कतरन, फर्निचर, कपड़े, बोतलें, कागज, रसोई कचरा, पेन्ट के डिब्बे तथा अन्य विभिन्न स्त्रोतों से उत्पन्न होता है तथा प्राथमिक उपभोक्ता के लिए अनुपयोगी तथा मूल्यहीन होता है। इस प्रकार ठोस कचरे में विषमजातीय तथा समजातीय कचरा सम्मिलित है, जो नगरीय समुदाय तथा कृषि, औद्योगिक तथा खनिज कचरे से बनता है।

वर्गीकरण (Classification)

ठोस कचरे को उनके उत्पन्न होने वाले स्त्रोतों या उनके प्रकारों के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है।

(अ) **उत्पन्न होने वाले स्त्रोतों के आधार पर ठोस कचरे का वर्गीकरणः–**

(i) **आवासीय** (Residential) : जो कचरा आवासीय बस्तियों, हाउसिंग सोसायटियों तथा घरों में होने वाले गतिविधियों से उत्पन्न होता है, उसे आवासीय श्रेणी में रखा जाता है। इसमें बची हुई भोजन सामग्री, सब्जियां, प्लास्टिक, कपड़े, राख आदि सम्मिलित हैं।

(ii) **वाणिज्यिक** (Commercial) : विभिन्न प्रकार की वाणिज्यिक क्रियाकलापों जैसे स्टोर्स, रेस्टोरेन्ट्स, फल व सब्जी मंडियों, होटल, मोटल्स तथा ऑटोरिपेयर्स तथा औषधीय दुकानों से उत्पन्न कचरा इस श्रेणी में आता है।

(iii) **संस्थागत** (Institutional) : विभिन्न प्रकार की शैक्षिक संस्थाओं जैसे विश्वविद्यालय, महाविद्यालय, स्कूल तथा अन्य ऑफिसेज से उत्पन्न कागज, प्लास्टिक, ग्लास इत्यादि अनुपयोगी सामान इस प्रकार में आते हैं।

(iv) **नगरपालिकीय** (Municipal) : इस प्रकार के कचरे में नगरपालिका क्षेत्र की विभिन्न गतिविधियों जैसे भवन निर्माण, सड़क निर्माण तथा पुराने भवनों के गिरने से उत्पन्न कचरा, बाग–बगीचों के रख–रखाव से उत्पन्न कचरा तथा बस्तियों और सड़कों तथा नालियों की सफाई से उत्पन्न कचरा सम्मिलित है।

(v) **औद्योगिकीय** (Industrial) : विभिन्न औद्योगिकीय गतिविधियों से उत्पन्न कचरा इस प्रकार में सम्मिलित है। प्रत्येक उद्योग के उत्पादन में कुछ भाग कचरे के रूप से अवश्य बनता है।

(vi) **कृषिजनित** (Agricultural) : कृषि कार्यों द्वारा खराब हुआ खाद्यान्न, सब्जियां, खाद्यान्न में अनाज के अलावा अन्य सभी पादपीय भाग इसमें सम्मिलित हैं।

(vii) **खुले क्षेत्र** (Open areas) : ऐसे क्षेत्र जैसे गलियां, पार्क, खाली प्लॉट्स, खेल के मैदान, राष्ट्रीय राजमार्ग, समुद्री किनारे तथा मनोरंजन स्थलों आदि से उत्पन्न कचरा इस श्रेणी में आता है।

(ब) **प्रकारों (types) के आधार पर कचरे का वर्गीकरणः–**

इस प्रकार के वर्गीकरण में कचरे के भौतिक, रसायनिक तथा जैविक लक्षणों के आधार पर निम्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता हैः–

(i) **भंगार** (Garbage) : इस प्रकार के कचरे में पशुओं और साग सब्जियों द्वारा उनके संग्रहण, व्यापार, भोजन बनाने और परोसने से उत्पन्न बना कचरा सम्मिलित है। इस प्रकार के कचरे में कार्बनिक पदार्थ होते हैं जिनके सड़ने पर भयंकर दुर्गंध उत्पन्न होती है।

(ii) **राख व अवशेष** (Ashes and residues) : घरों, संस्थानों तथा औद्योगिक इकाइयों में लकड़ी, कोयले, चारकोल, कॉक व अन्य जलाने योग्य पदार्थों के जलाने से उत्पन्न शेष बचे पदार्थ इसमें सम्मिलित हैं। राख में महीन चूर्णीय अवशेष होता है जिसमें सिंडर (अंगार), क्लिंकर (अवशिष्ट राख) तथा छोटे धातु व ग्लास के टुकड़े मिले होते हैं। राख और अवशेष अधिकांशतः अकार्बनिक (inorganic) होते हैं अतः भूमि गड्ढों में सुमेद्य (vulnerable) होते हैं।

(iii) **दाह्य और अदाह्य कचरा** (Combustible and Non-combustible wastes) : भोज्य पदार्थों और अन्य पूयनीय (putrefyable) कार्बनिक पदार्थों को छोड़कर, घरों, संस्थानों तथा वाणिज्यिक गतिविधियों से उत्पन्न कचरा सम्मिलित है। दाह्य योग्य कचरे में पेपर, कार्ड बोर्ड, टेक्सटाईल, रबर, बागों से उत्पन्न कचरों सम्मिलित हैं अर्थात् इन्हें जलाया जा सकता है। जबकि अदाह्य कचरे में ग्लास, क्रोकरी, टिन, एल्युमिनियम डिब्बे, फेरस व नॉनफेरस पदार्थ तथा गंदी मिट्टी (dirt) शामिल है।

(iv) **ढेर या विपुल आयतनी कचरा** (Bulky wastes) : ऐसे कचरे में बड़ी आकार के अनुपयोगी सामाज जैसे रेफ्रिजरेटर, वाशिंग मशीन, फर्नीचर, वाहनों के भाग, टायर्स, लकड़ी, क्रेट्स, पेड़ों के बड़े तने आदि सम्मिलित हैं। अधिक बड़े आकार के होने के कारण इनके इकट्ठे करने हेतु विशेष क्रियाविधि की आवश्यकता होती है।

(v) **गली का कचरा** (Street wastes) : इस प्रकार के कचरे में अनुपयोगी कागज, कार्ड बोर्ड, प्लास्टिक, मिट्टी, पत्तियां तथा अन्य शाकीय पदार्थ शामिल है, जिसे गलियों, पार्क तथा अन्य खाली स्थानों से एकत्रित किया जाता है।

(vi) **जैवनिम्नीकरणीय व अजैवनिम्नीकरणीय कचरा** (Biodegradable and Non-biodegradable wastes) : जैवनिम्नीकरणीय कचरा प्रायः कार्बनिक प्रकृति का होता है तथा भोजन, सब्जियों, फलों तथा कागज, कपड़ा, लकड़ी आदि से उत्पन्न होता है। यह घरेलू तथा औद्योगिकीय गतिविधियों से उत्पन्न होता है। इस कचरे को सूक्ष्मजीवों की गतिविधियों से निम्नीकृत किया जा सकता है। अजैवनिम्नीकरणीय कचरे में अकार्बनिक व पुनर्चक्रण योग्य पदार्थ जैसे प्लास्टिक, ग्लास, केन्स तथा धातु पदार्थ सम्मिलित है (सारिणी सं. 4.1)।

सारिणी सं. 4.1 : जैवनिम्नीकरणीय व अजैवनिम्नीकरणी कचरा अपभ्रंशन काल (Degeneration time)

श्रेणी	**कचरे का प्रकार**	**अनुमानित अपभ्रंशन समय**
जैव निम्नीकरणीय	कार्बनिक कचरा जैसे सब्जियां, फलों के छिलके, बचा हुआ भोजन	एक या दो सप्ताह
	कागज	10–30 दिन
	सूत्री वस्त्र	2–5 महीना
	ऊनी वस्त्र	एक वर्ष
	काष्ठ	10–15 वर्ष
अजैवनिम्नीकरणीय	टिन, एल्युमिनियम, केन्स	100–500 वर्ष
	प्लास्टिक सामान	दस लाख वर्ष
	ग्लास बोतलें	समय सीमा नहीं

(vii) **मृत पशु** (Dead animals) : प्राकृतिक रूप से अथवा दुर्घटनावश मरने वाले पशु इस श्रेणी में आते हैं। बूचड़खाने से उत्पन्न कचरा इस श्रेणी में नहीं आता है। मृत पशुओं की भी दो श्रेणियां हैं – (i) बड़े व (ii) छोटे। बड़े पशुओं में गाय, घोड़ा, भेड़, बकरी, सूअर आदि आते हैं तथा छोटों में कुत्ता, बिल्ली, चूहा, खरगोश इत्यादि आते हैं। मृत पशुओं पर कई प्रकार की मक्खियां तथा अन्य रोडेन्ट्स क्रिया करते हैं, जिससे वे धीरे–धीरे सड़ जाते हैं इससे कई प्रकार की बीमारियां उत्पन्न होने का खतरा रहता है।

(viii) **अपसर्जित वाहन** (Abandoned vehicles) : इस श्रेणी में स्वचालित वाहन सम्मिलित है जैसे ट्रक, बस, जीप, कार, बड़े ट्रोले तथा अन्य वाहन जिन्हें खाली जगहों पर छोड़ दिया जाता है।

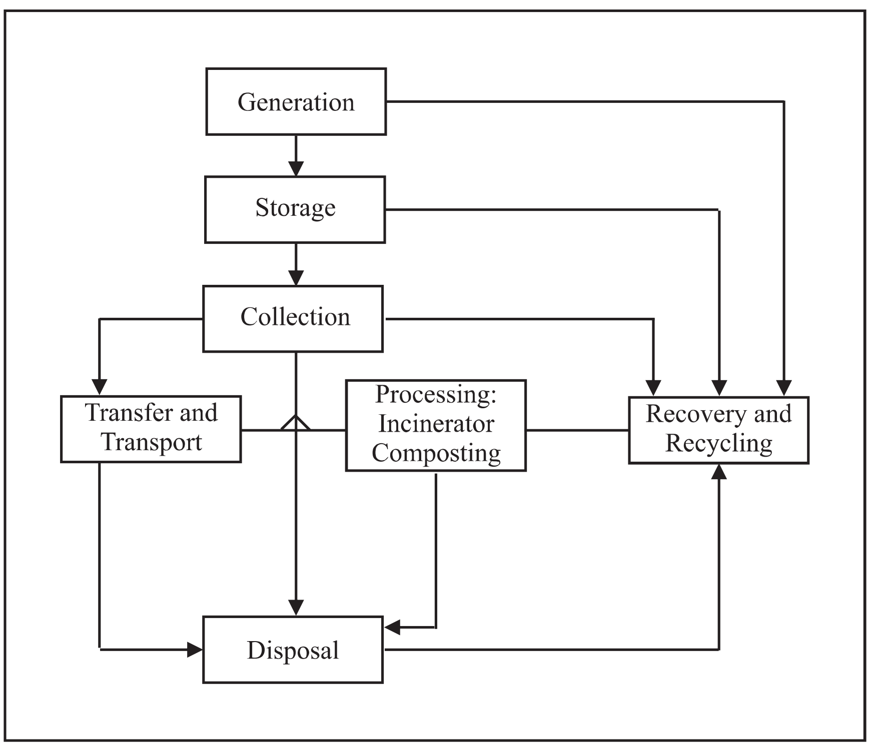
(ix) **निर्माण व ढहाने से उत्पन्न कचरा** : निर्माण कार्यों तथा अन्य बिल्डिंगों के ढहाने से उत्पन्न सामग्री इसमें शामिल है। इसमें पत्थर, ईंट, चूना, सीमेंट, लोहा आदि रखे जाते हैं।

(x) **फार्म कचरा** (Farm wastes) : ऐसे कचरे में कृषि कार्यों जैसे बोना, काटना, थ्रेसिंग तथा दुग्ध उत्पादन से उत्पन्न कचरा तथा कुक्कुट पालन, सूअर पालन आदि फार्म गतिविधियों से उत्पन्न कचरा आता है।

(xi) **खतरनाक कचरा** (Hazardous wastes) : इसमें उद्योगों, संस्थानों तथा उपभोक्ताओं की गतिविधियों से उत्पन्न कचरा है जो या तो तुरंत या कुछ समय बाद मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए खतरा उत्पन्न करते हैं। ऐसा उनके भौतिक, रासायनिक व जैविक या रेडियोसक्रिय लक्षणों के कारण होता है। ऐसे कचरे में विलायकों, पेन्ट्स व पेस्टीसाइड्स के खाली डिब्बे आते हैं। ऐसे कंटेनर्स के भीतर बचे पदार्थ म्युनिसिपल, अपशिष्ट में मिलकर नगरीय अपशिष्ट धारा में मिल जाते हैं और स्वास्थ्य के लिए खतरा उत्पन्न करते हैं। औषधालयों से उत्पन्न रोगकारक व रेडियोसक्रिय कचरा भी मानव स्वास्थ्य के लिए खतरा उत्पन्न करता है।

(xii) **मल–जल कचरा** (Sewage wastes) : मल–जल के उपचार के बाद बचा हुआ ठोस भाग इस श्रेणी में आता है। ये प्रायः कार्बनिक होते हैं तथा उपचारित व अनुपचारित मल–जल (sewage) के उपचारण (treatment) से व्युत्पन्न होते हैं।

ठोस कचरा प्रबंधन में कचरे के उत्पादन नियंत्रण से लेकर इसके संग्रहण, एकत्रीकरण, स्थानान्तरण, परिवहन, प्रसंस्करण और व्यवस्थित फेंकने (Disposal) तक की सभी प्रक्रियाएं आती हैं (चित्र सं. 4.3)। इनकी क्रियान्विति जनस्वास्थ्य, अभियांत्रिकी, संरक्षण, आर्थिक रूप से नियोजित तथा अन्य पर्यावरणीय बिन्दुओं को दृष्टिगोचर रखते हुए की जाती है। इस प्रबंधन का मुख्य ध्येय आर्थिक एवं तकनीकी व्यवहार्यता से तथा सामाजिक स्वीकृति है। इस युक्ति में पर्यावरणीय स्वास्थ्य की सुरक्षा, पर्यावरण की गुणवत्ता में सुधार, आर्थिक उन्नति तथा नियोजन उत्पन्न करने



चित्र सं. 4.3 : ठोस कचरा प्रबन्धन की प्रक्रिया

की प्रक्रियाएं आती हैं। यद्यपि एक अच्छी SWM युक्ति हेतु कई कारकों का ध्यान रखा जाता है किन्तु एक सामान्य युक्ति के पांच प्रमुख चरण होते हैं। ये हैं :–

1. उत्पादन (Generation)
2. भण्डारण (Storage)
3. संग्रहण (Collection)
4. परिवहन (Transportation)
5. निस्तारण (Disposal)

1. **उत्पादन** (Generation) : यह प्रथम चरण है जिसमें किसी क्रियाकलाप के कारण ऐसे उत्पाद बनते हैं जिनका स्वामी के लिए कोई उपयोग नहीं होता है तथा उनकी कोई कीमत भी नहीं होती है।
2. **भण्डारण** (Storage) : जो अनुपयोगी उत्पाद उत्पन्न होते हैं उनके एकत्रीकरण और निस्तारण से पहले उनका भण्डारण करना पड़ता है। उत्पन्न होने वाला स्थान पर ही अगर उनके निस्तारण की प्रक्रिया का क्रियान्वयन अपना लिया जाता है तो भण्डारण की आवश्यकता नहीं होती है। भण्डारण हेतु घरेलू कंटेनर्स, प्लास्टिक बिन्स, सामुदायिक बिन्स, तेल के खाली ड्रम, छिछले गड्ढे तथा तारबंदी युक्त क्षेत्र का उपयोग कर सकते हैं। संग्रहण हेतु कंटेनर्स की साइज, उपयोग करने वालों की संख्या तथा उत्पादन स्थल से दूरी का ध्यान रखा जाता है। ऐसे कंटेनर्स को सुरक्षित रूप से उपयुक्त स्थान पर खाली करने का समय और आवृत्ति का विशेष ध्यान रखना होता है ताकि इससे पर्यावरण का कोई खतरा न हो।
3. **संग्रहण** (Collection) : कचरे को निस्तारित करने वाले स्थान तक ले जाने हेतु किस प्रकार इकट्ठा किया जाए यह अति महत्वपूर्ण है। इसके लिए सुनिश्चित योजना बनाना चाहिए जिसमें कचरे को उचित समय और स्थान से एकत्रित किया जा सके।
4. **परिवहन** (Transportation) : इस चरण में ठोस कचरे को अपने निस्तारण स्थल पर ले जाया जाता है। स्थानीय संसाधनों की उपलब्धता तथा ठोस कचरे की मात्रा के आधार पर अलग–अलग प्रकार के परिवहन साधनों का उपयोग किया जा सकता है। इन परिवहन मनुष्यों द्वारा, पशुओं द्वारा अथवा मोटरयान द्वारा किया जा सकता है।
5. **निस्तारण** (Disposal) : ठोस कचरा प्रबंधन का यह अंतिम चरण है इसमें कचरे का सुरक्षित निस्तारण सुनिश्चित किया जाता है, जिससे पर्यावरण को कम से कम नुकसान हो। निस्तारण की चार विधियां हैं। ये हैं :–

(i) गाड़ना या गड्ढे करना (Burial or land tilling)

(ii) कंपोस्टिंग (Composting)

(iii) जलाना (Burning) या भस्मीकरण

(iv) पुनर्चक्रण (Recycling)

यहां पर पहले दो विधियों का वर्णन दिया जा रहा है :–

ठोस कचरे को भूमिगत या स्थलीय गड्ढों में निस्तारण (Solid Waste Disposal in Land Fills) भारतवर्ष में ठोस कचरे को एकत्रित करके खुले गड्ढों में डालने का रिवाज है। विभिन्न स्रोतों द्वारा प्राप्त ठोस कचरे को छोटे बर्तनों में एकत्रित करके सामुदायिक बिन्स या बड़े बर्तनों में खाली कर देते हैं।

उसी स्थान पर निस्तारण का विकल्प (On Site Disposal)

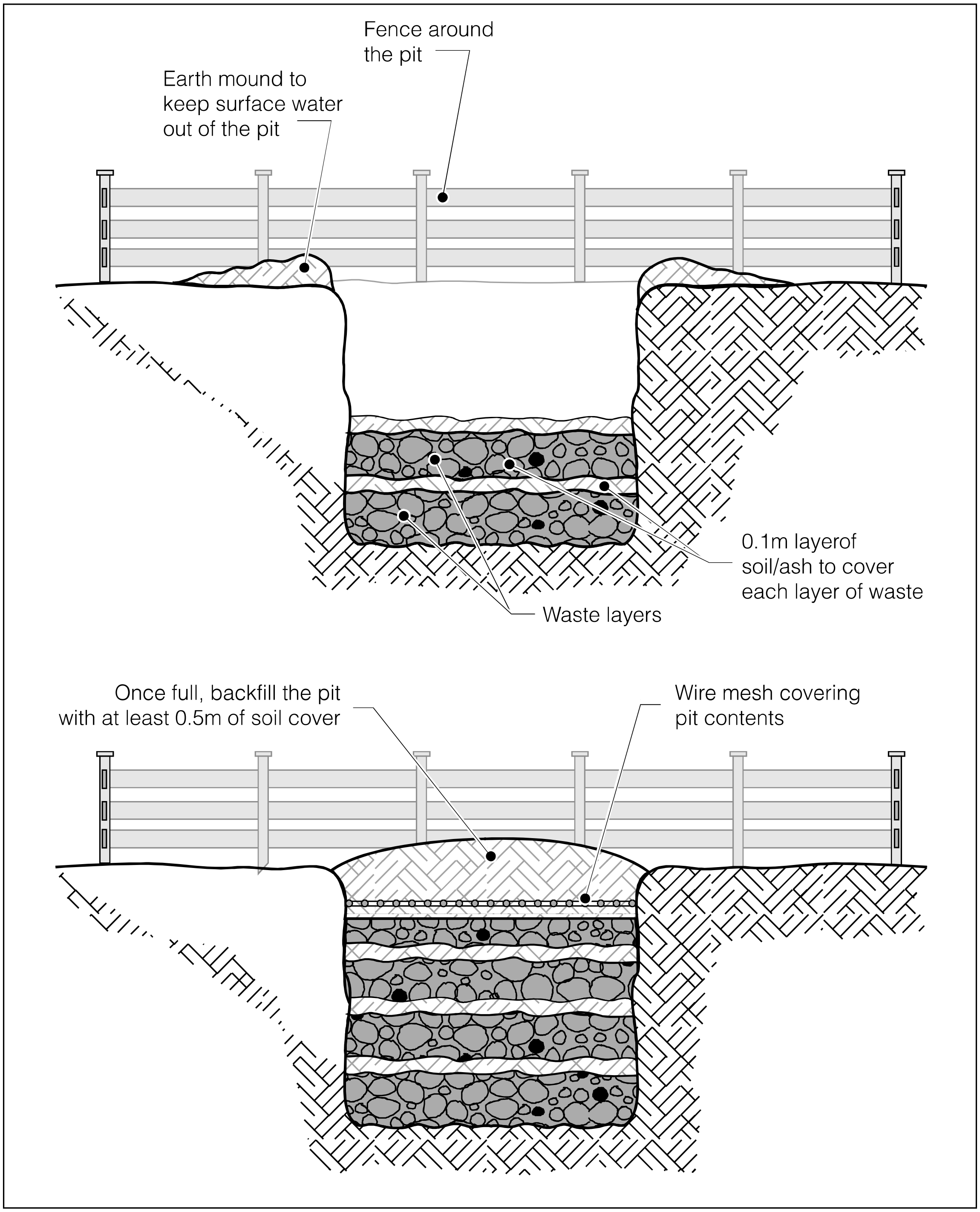
(अ) **सामुदायिक गड्ढे** (Community Pits) : ठोस कचरा निस्तारण का सबसे सामान्य और सरल तरीका उसे सामुदायिक गड्ढों में उसी बस्ती में डाल देना है। गड्ढे की साइज उस बस्ती में रहने वाले निवासियों की संख्या पर निर्भर करती है। प्रत्येक 50 व्यक्तियों हेतु 6 घनमीटर के गड्ढे के चारों ओर तार द्वारा उसे सुरक्षित कर दिया जाता है ताकि भूलवश छोटे बच्चों को गिरने से बचाया जा सके तथा ऐसे गड्ढे बस्ती से 100 मीटर की दूरी पर मिट्टी एक पतली परत डालनी चाहिए। इससे मक्खियों और अन्य पेस्ट्स को प्रजनन स्थल उपलब्ध न हो सके (चित्र सं. 4.4)

(ब) **पारिवारिक गड्ढे** (Family Pits) : जहां पर पर्याप्त स्थान उपलब्ध हो वहां के लिए ऐसे गड्ढे सर्वाधिक उपयुक्त होते हैं। ये एक मीटर गहरे होते हैं और परिवार को अपना ठोस कचरा इनमें डालकर मिट्टी से ढक देना चाहिए। यह विधि वहां अधिक उपयुक्त है जहां परिवारों के भूखण्ड बड़े हैं तथा कचरा कार्बनिक खाद्य के रूप में अधिक होता है।

(स) **सामुदायिक पात्र** (Community Bins) : जिन स्थानों पर हवा और पशुओं द्वारा कचरे को बिखेरने का खतरा नहीं हो वहां पर इन पात्रों में ठोस कचरे को एकत्रित करके निस्तारण स्थल तक ले जाते हैं। आधे कटे तेल के ड्रम्स के पैंदे पर छोटे छेद होने चाहिए ताकि द्रवीय पदार्थों को अलग किया जा सके (चित्र सं. 4.5)।

कचरा उत्पति स्थल से दूर निस्तारण विकल्प (Off Site Disposal Options)

देश में बड़े शहरों में ठोस कचरे को एकत्रित करके सुदूर स्थानों पर निम्न स्थलीय क्षेत्रों (Low lying areas) में उसे डाल दिया जाता है। निस्तारण योग्य स्थानों का चयन क्षेत्र विशेष से दूरी का ध्यान रखकर किया जाता है। जब एक क्षेत्र भर जाता

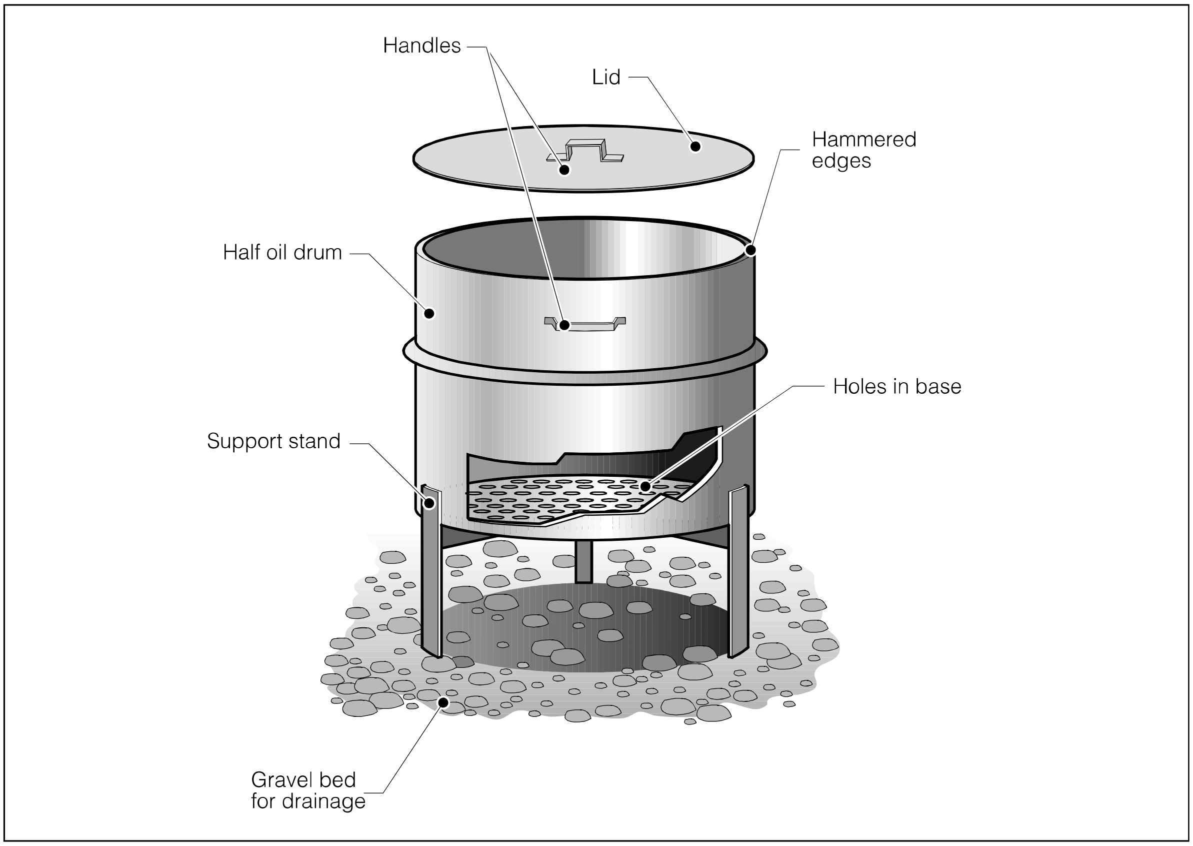


चित्र सं. 4.4 : सामुदायिक गड्ढे का प्रारूप और उसका विस्तारण में उपयोग

है तो दूसरा क्षेत्र चिन्हित करते हैं। यह एक सर्वस्वीकृत तरीका है जो स्वास्थ्य और पर्यावरण दोनों के लिहाज से उपयुक्त है। यही विधि दुनिया के कई अविकसित देशों में अपनाई जाती है। यह एक आर्थिक रूप से भी उपयुक्त है।

जमीनी गड्ढों में कचरा अपघटन प्रक्रिया (Waste Decomposition Process in Land Fills)

जब ठोस कचरे को गड्ढों में डाल दिया जाता है तो उसमें कार्बनिक भाग अधिक होने के कारण उनका अपघटन प्रारंभ हो



चित्र सं. 4.5 : **सामुदायिक कचरा पात्र का प्रारूप**

जाता है। यह प्रक्रिया प्रारंभ में वायवीय होती है और इसमें मुख्य उत्पाद CO_2 व संदूषित जल होता है। जब O_2 उपलब्ध नहीं होती है तो अवायवीय प्रक्रिया प्रारंभ होती है। अवायवीय अभिक्रिया में CO_2 तथा मीथेन बनती है। यह प्रक्रिया कई वर्षों तक चलती है। ठोस कचरे का कार्बनिक भाग धीरे–धीरे समयानुसार विघटित होता जाता है तथा वाष्पीकृत हो जाता है। इस विघटन में भूमिगत गड्ढों में जो गैस एकत्रित होती है उसमें अधिकतर भाग (लगभग 50%) मीथेन गैस का होता है। इस गैस का केलोरिक मान 4500 Kcal/m^3 होता है इसलिए इसे ऊर्जा के स्रोत के रूप में काम लिया जा सकता है। इसे ऊर्जा के रूप में सीधे ही खाने पकाने अथवा बिजली उत्पादन हेतु IC इन्जिन्स व टरबाइन्स द्वारा काम में ले सकते हैं।

कंपोस्टिंग (Composting)

नगरीय ठोस कचरा स्वतः ही धीरे–धीरे अपघटित होने लगता है, जिससे निकलने वाली विषैली गैसों से दुर्गंध फैलने लगती है। नगरीय ठोस कचरे के सुरक्षित निस्तारण के लिए आवश्यक है कि उसकी प्रदूषण क्षमता को कम किया जाए। इसके लिए कई विधियां प्रस्तावित की गई है। कंपोस्टिंग गर्म और नम वातावरण में कार्बनिक पदार्थों की वायवीय और अवायवीय विघटन प्रक्रिया है इसलिए नगरीय ठोस कचरे के कार्बनिक भाग के अपघटन की महत्वपूर्ण तकनीक, कंपोस्टिंग है।

वर्मीकंपोस्टिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें ठोस कचरे के कार्बनिक भाग को पोषणीय धनी मृदा में परिवर्तित किया जाता है, जिसमें केंचुए (Earth worms) का उपयोग किया जाता है। वर्मीकंपोस्टिंग में केंचुए के प्रजनन और गुणन हेतु आवश्यक वातावरण तैयार किया जाता है। केंचुए कार्बनिक कचरे को खाकर अपने मल–मूत्र (Excreta) के रूप में कार्बनिक पोषक से युक्त, स्थिर पदार्थ में बदल देते हैं। इसका गठन (Texture) बहुत ही अच्छा होता है। वर्मीकंपोस्टिंग में कंपोस्ट से भी अधिक पोषणीय पदार्थ होते हैं। यह गंधहीन, गहरे भूरे रंग का जैव उर्वरक होता है।

यह एक प्राकृतिक कार्बनिक उर्वरक है जो केंचुए बनाते हैं। वैज्ञानिक रूप से यह एक अर्ध अपघटित कार्बनिक अपशिष्ट है। भारतवर्ष में वर्मीकंपोस्टिंग एक लोकप्रिय तकनीक है जिससे प्राप्त वर्मी कंपोस्ट आज बाजार में सुगमता से मिलता है।

वर्मीकल्चर (Vermiculture)

वर्मीकल्चर केंचुओं को उपुयक्त वातावरण में वृद्धि करने वाला है। इसका उद्देश्य केंचुओं की संख्या में बढ़ोतरी करना है, जिससे अधिक वर्मीकंपोस्ट बनाया जा सके। बढ़े केंचुओं से या तो अधिक कार्बनिक खाद (कंपोस्ट) बनाना या उन्हें बाजार में बेचने का लक्ष्य होता है।

वर्मीकंपोस्टिंग प्रक्रिया में कार्बनिक पदार्थों (प्रायः कचरा) को ह्युमस (Humus) की तरह के पदार्थ में परिवर्तित कर दिया जाता है। इस प्रक्रिया की गति जितनी तेज हो, यही उद्देश्य होता है। ग्रीक भाषा के "vermin" शब्द का अर्थ "कृमि" या worm होता है।

"वर्मीकंपोस्ट उत्पादन" और "कृमि उत्पादन" की विधियां समान किन्तु भिन्न हैं। अगर हमारा उद्देश्य वर्मीकंपोस्ट उत्पादन है तो हमें पूरे समय कृमियों की संख्या अधिकतम रखना होगा जबकि अगर कृमि उत्पादन की है तो कृमि संख्या का स्तर इस प्रकार निश्चित रखते हैं कि उनकी प्रजनन दर अधिक रह सके।

केंचुए स्थलीय अकशेरूकी जीव है जिनका वर्गीकरण निम्न प्रकार है :–

फाइलम	–	एनीलिडा
क्लास	–	कीटोपोडा
ऑर्डर	–	ओलिगोचिटा

केंचुओं की मृदा निर्माण और उर्वरकता में महत्वपूर्ण भूमिका है, यह एक सर्वमान्य सत्य है केंचुए मृदा के नीचे का निगलकर, मृदा के विभिन्न भागों को मिलाकर सतही संचेतन (Surface casting) तथा सतह के नीचे संचेतन (Casting) उत्पन्न करते हैं तथा कार्बनिक पदार्थों को ह्यूमस (Humus) में बदल देते हैं। केंचुए कार्बनिक पदार्थों के अपघटन तथा मृदीय उपापचय में महत्वपूर्ण भूमिका सम्भरण (Feeding), टूटन, वायवीकरण, बदलाव व फैलाव (Dispersion) द्वारा सम्पन्न करते हैं। अरस्तू ने केंचुओं के लिए कहा है कि ये "पृथ्वी की आंत (Intestine) है तथा मृदा उर्वरकता को पुनः प्राप्त करने के एजेन्ट है।"

दुनिया में केंचुओं की 180 जातियां हैं जिनमें से "*आइसिनिया फेटिडा* (*Eisenia fetida*) वर्मीकंपोस्टिंग तथा वर्मीकल्चर हेतु सबसे उपयुक्त है। इसे सामान्य भाषा में "कंपोस्ट वर्म", मेन्योर वर्म", रेड वर्म और 'रेड रिग्लर' कहते हैं। यह विश्व के सभी भागों में वृद्धि करने की क्षमता रखती है।

वर्मीकंपोस्ट तकनीक की विधि (State of the Art of Vermicompost Technology)

इस विधि में केंचुए के प्रयोग से कंपोस्ट बनाया जाता है। केंचुए जीवभार (Biomass) को खाकर उसे पचित रूप में उत्सर्गी (Excreta) के रूप में बाहर निकालते हैं। "रेडवर्म" या *आइसिनिया फेटिडा* तथा अफ्रीकन केंचुआ या *यूड्रिलिस एन्जिनी* वर्मीकंपोस्ट उत्पादन हेतु काम में ली जाने वाली सामान्य जातियां हैं। इसे निम्न चरणों में समझा जा सकता है :–

(अ) **उपयुक्त स्थान का चयन** (Selection of Site) : कम तापमान, उच्च नमी तथा छायादार किसी भी स्थान पर वर्मीकंपोस्ट बनाया जा सकता है। पशुओं के अनुपयोगी स्थल, कुक्कुटशाला शेड या अनुपयोगी ईमारतें भी इसके लिए उपयुक्त स्थल हो सकते हैं। स्थान पर छत होनी चाहिए ताकि सीधे सूर्य के प्रकाश और वर्षा से बचाव सुनिश्चित हो सके। वर्मीकंपोस्ट उत्पादन हेतु काम में लाया जाने वाला कचरा नमली बोरी से ढका होना चाहिए।

(ब) **वर्मीकंपोस्टिंग इकाई की संरचना (वर्मीबेड)** : इसके लिए 2 से 2.5 फुट ऊँचाई व 3 फुट चौड़ाई वाला एक सीमेंट टब बनाया जाता है। टब की लम्बाई स्थान की साइज के आधार पर तय कर सकते हैं। टब का पैंदा ढलावदार होना चाहिए ताकि अधिक पानी बाहर निकाला जा सके। निकले पानी के लिए पास में एक छोटा टेंक होना चाहिए। वर्मीकंपोस्ट लकड़ी के डिब्बों व प्लास्टिक के बर्तनों में भी बनाया जा सकता है। इन डिब्बों के पैंदे में एक छोटा छेद होना चाहिए। धातु के डिब्बे वर्मीकंपोस्ट बनाने के लिए अनुपयुक्त होते हैं।

(स) **कचरा चयन** (Waste Selection) : पशुओं की गोबर (सुअर, बकरी और कुक्कुट शाला के अलावा), फार्म का कचरा, फसलों का बचा भाग, सब्जियों का कचरा, कृषि कार्यों का कचरा, फल बाजारों का कचरा तथा सभी जैवनिम्नीकरण कचरा इसके लिए काम में ले सकते हैं। पशुओं की गोबर को पहले अपघटित (Decompose) कर लेते हैं। अन्य सभी प्रकार के कचरे को गाय की गोबर के साथ मिलाकर 20 दिन तक रखा जाना चाहिए, उसके बाद वर्मीकंपोस्टिंग हेतु काम लेना चाहिए।

आवश्यक पदार्थ (Materials Required)

1. वर्मीबेड, वर्मीबिन, सीमेंट टेंक
2. ढकी हुई छत
3. काली पॉलीथीन शीट
4. कार्बनिक कचरा
5. पानी
6. बोरियों के टुकड़े
7. प्लास्टिक नेट
8. केंचुएं

वर्मीकंपोस्टिंग की विधि
(Method of Vermicomposting)

इसके निम्न चरण हैं :–

1. जीवभार को एकत्रित करके 7–10 दिन तक सूर्य के प्रकाश में रखना ताकि वह अच्छी तरह से अपघटित हो जाये। अगर पदार्थ कठोर हो तो उन्हें छोटे टुकड़ों में तोड़ लेना चाहिए।
2. जीवभार पर गाय के गोबर की कर्दम या स्लरी को छिड़कना चाहिए ताकि अपघटन जल्दी हो। (गाय के गोबर की स्लरी में ऐसे कई सूक्ष्मजीव होते हैं जो अपघटन करते हैं)।
3. टेंक के पैंदे की सतह पर मृदा या रेत की एक पतली बिछावट (1–2 इंच) करना।
4. टेंक में आंशिक रूप से अपघटित पदार्थ को रेत की स्तर पर डालना।
5. टेंक में इसके ऊपर जैव कचरे (Biowaste) को डालना। इसकी गहराई 0.5 से 1.00 फुट तक हो।
6. 1000–2000 केंचुए प्रति वर्ग मीटर के हिसाब से टेंक में प्रविष्ट करवाना। एक अनुमान के अनुसार एक किलो वजन में लगभग 2200 केंचुएं होते हैं।
7. इसके बाद कार्बनिक कचरे को गीले बोरी के टुकड़ों से ढक देना चाहिए।
8. समय–समय पर पानी का छिड़काव करना ताकि 70-80% नमी रहे।
9. वर्मीकंपोस्ट बेड पर छाया हेतु छत बनानी चाहिए ताकि वर्षा और सूर्य की रोशनी से बचाव हो सके।

वर्म कास्टिंग्स और वर्मीकंपोस्ट

वर्मीकल्चर का मुख्य उद्देश्य ही वर्मीकंपोस्ट उत्पादन है। तकनीकी रूप से केंचुएं कार्बनिक पदार्थों का पाचन कर उसे कास्टिंग्स के रूप में उनके मल के रूप में निकालते हैं। यह बहुत बारीक व पोषक पदार्थों युक्त होता है। वर्मीकंपोस्ट में केंचुओं का कास्टिंग्स के साथ अन्य कार्बनिक पदार्थ भी मिले होते हैं। वास्तव में वर्मीकंपोस्ट एक महत्वपूर्ण जैव उर्वरक है, जिसे फसलों की उत्पादकता बढ़ाने व बागवानी हेतु काम लेते हैं।

वर्म कास्टिंग्स एकत्रित करना

लगभग 2–3 महीने में वर्मीकंपोस्ट बेड में उपस्थित कचरा हल्के या गहरे काले रंगीन पदार्थ में परिवर्तित हो जाता है। अब इस सम्पूर्ण पदार्थ को टेंक की एक भाग में एकत्रित कर लेते हैं तथा रिक्त हुए भाग को नये कचरे से पुनः भर देते हैं। थोड़े समय में ही केंचुएं नये पोषक पदार्थों की ओर गति करके अपनी प्रक्रिया पुनः प्रारम्भ कर देते हैं। इस प्रकार यह प्रक्रिया निरंतर चलती रहती है। टेंक से वर्मीकंपोस्ट से बाहर निकालकर भंडारण कटते जाते हैं।

अगर सभी वर्मीकंपोस्ट को एक साथ संग्रह करना हो तो उसे बाहर निकालकर केंचुओं को अलग करना चाहिए। ऐसे वर्मस के नींबू के आकार के ककून्स (Cocoons) (जिनमें लगभग 20 कृमि होते हैं) अलग कर लेने चाहिए।

वृहत स्तर पर भी इस तकनीक का उपयोग किया जा सकता है।

वर्म कास्टिंग्स का उपयोग

इसे मृदा सुधार व कार्बनिक जैव उर्वरक के रूप में फसलों व बागवानी में काम में ले सकते हैं। गमलों में भी इसका उपयोग किया जाता है।

इसे कुक्कुटशाला में भी खाने के (आहार के रूप में) काम ले सकते हैं।

द्रवीय एफ्लुएन्ट

वर्मीकंपोस्ट बनाने में द्रवीय एफ्लुएन्ट भी निकलता है इसे अलग करके उर्वरक के रूप में काम लिया जा सकता है। अगर वर्मीकंपोस्ट इकाई के पैंदे में छेद है तो यह द्रवीय भाग अपने आप बाहर निकल आता है लेकिन अगर इसका उपयोग करना हो तो इसे छोटे गड्ढों में इकट्ठा किया जा सकता है।

4.3 जैविकउपचारीकरण (Bioremediation)

वैश्विक जनसंख्या में चरघातांकी (exponential) वृद्धि के कारण प्राकृतिक संसाधनों का दिनोंदिन उपयोग बढ़ता जा रहा है। खाद्य पदार्थों व ऊर्जा की बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए कार्बनिक व अकार्बनिक रसायनों का अंधाधुंध प्रयोग बढ़ता जा रहा है। इस कारण से प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से प्रदूषण समस्या विकराल रूप ले रही है तथा प्राकृतिक आवास भी नष्ट हो रहे हैं। यह सर्वविदित है कि मानव गतिविधियों के कारण प्रतिवर्ष कई प्रकार के कार्बनिक व अकार्बनिक यौगिक काफी अधिक मात्रा में पर्यावरण में मिलते जा रहे हैं। इन यौगिकों/पदार्थों का पर्यावरण में छोड़ा जाना जानबूझकर तथा नियमित गतिविधियों का और कभी–कभी अनजाने में दुर्घटनावश हुई क्रियाओं को भी परिणाम जैसे तेल छितराहट (Oil spills) आदि इन रसायनों में से कई बहुत हानिकारक तो होते ही हैं साथ ही अजैवनिम्नीकरण योग्य (Non-biodegradable) भी तथा ये स्थलीय व जलीय वातावरण में काफी लंबे समय तक बने रहते है। मृदा स्थल व भूमिगत जल के संदूषण से इन विषैले रसायनों का एकत्रीकरण आवश्यकता से अत्यधिक मात्रा में होता है।

परंपरागत रूप से इस प्रकार के क्षेत्र का उपचार प्रायः संदूषित मृदा को खोदकर भूमि पर उपस्थित गड्ढों में डालकर किया जाता है। वैकल्पिक रूप से ऐसे क्षेत्रों को कृत्रिम रूप से ढककर संदूषण को और अधिक फैलने से रोका जा सकता है। उपरोक्त वर्णित दोनों विधियों की अपनी अपनी कमी है। संदूषित मृदा को खुदाई कर, परिवहन द्वारा गड्ढों में ले जाकर डालने में कई खतरे हैं। इसी तरह से संदूषित मिट्टी को अस्थायी रूप से ढककर रखना पूर्ण रूप से प्रभावी होगा या नहीं इसे सुनिश्चित करना कठिन है। इस संबंध में बेहतर यह होगा कि या तो प्रदूषकों को यदि संभव हो तो नष्ट कर दिया जाये या उन्हें कम विषैले पदार्थों में रूपान्तरित कर दिया जाये। भस्मीकरण (Incineration), रासायनिक विघटन (decomposition) तथा कुछ अन्य तकनीकों का परीक्षण किया गया लेकिन जनमानस के द्वारा कम स्वीकृति तथा अत्यधिक खर्चीले होने के कारण ये सफल नहीं हो सकी।

जैविक उपचारीकरण एक ऐसा विकल्प है जिसके द्वारा संदूषकों (Contaminants) को प्राकृतिक जैविक क्रियाओं द्वारा या तो नष्ट किया जा सकता है अथवा उन्हें अहानिकारक रूप में परिवर्तित कर दिया जाता है। जैविक उपचारीकरण शब्द (Bio-remediation) दो शब्दों क्रमशः Bio = जीव (जीवित जीव) तथा remediate = समस्या का उपचार या निराकरण से मिलकर बना है। यह एक ऐसी तकनीक है जिसमें जीवित जीवों की क्रिया द्वारा पर्यावरण में उपस्थित प्रदूषकों को हटाया जाता है।

ऐसा भी कहा जा सकता है कि यह एक ऐसी विधि है जिसके द्वारा संदूषित पर्यावरण को संदूषकविहीन किया जाता है। जैविक उपचारीकरण तकनीक का यह लाभ है कि इसकी लागत मूल्य कम है, यह पर्यावरण मैत्रीपूर्ण है तथा जनता द्वारा स्वीकार्य है। इसके साथ ही इस तकनीक को उस स्थान विशेष पर उपयोग में लाया जा सकता है।

जैविक उपचारीकरण में प्राथमिक रूप से सूक्ष्मजीवों की सक्रियता से पर्यावरण को संदूषित करने वाले पदार्थो को अपघटन द्वारा कम विषैले रूप में बदल दिया जाता है। सामान्यतः मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए हानिकारक विषैले पदार्थो को जीवाणुओं, कवक और कभी कभी पादपों द्वारा अपघटन कर अविषैले रूप में परिवर्तित कर दिया जाता है। इस तकनीक को प्रभावी रूप से सफल बनाने के लिए सूक्ष्मजीवों द्वारा एन्जोइमेटिक आक्रमण से विषैले पदार्थों या प्रदूषककारी पदार्थों को अहानिकारक रूप में बदलना होता है। इस तकनीक का उपयोग वहीं संभव है जहां पर सूक्ष्मजीवों की वृद्धि तथा क्रियाशीलता हेतु उचित वातावरण हो। ऐसे में सूक्ष्मजीवों की वृद्धि, अपघटनकारी सक्रियता को दशाओं में परिवर्तन कर अधिक तीव्र किया जा सकता है। इस तकनीक की भी अपनी सीमायें है चूंकि कई ऐसे पदार्थ (जैसे क्लोरीनयुक्त कार्बनिक पदार्थ व उच्च एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन्स) हैं जिन पर सूक्ष्मजीव क्रियाशील नहीं हो पाते हैं और उन्हें अपघटित करना कठिन होता है।

4.4 पर्यावरण में जीनोबायोटिक्स (Xenobiotics in Environment)

जीनोबायोटिक शब्द यूनानी भाषा के Xeno = बाहरी Bio = जीवन तथा इसके साथ आइटिक (itic) विशेषण लगाने से बना है। जीनोबायोटिक यौगिक (पदार्थ) मनुष्य द्वारा बनाये गये संश्लेषित रसायन है जो जैवमण्डल के लिए बाहरी (foreign) हैं। इसके महत्वपूर्ण वर्ग हैं– पोलीसाइक्लिक सुगांधित हाइड्रोकार्बन्स, हेलोजिनेटेड एलिफेटिक तथा एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन्स, नाइट्रो ऐरोमेटिक, कार्बनिक सल्फोनिक अम्ल तथा संश्लेषित पोलिमर्स। उपरोक्त सभी महत्वपर्ण प्रदूषकों के वर्ग हैं जिनकी संरचना जीनोबायोटिक्स के समान है। ऐसे पदार्थों के अधिक उपयोग से मानव स्वास्थ्य प्रभावित होता है तथा इनसे कई भयानक रोग पैदा होते हैं। जीवित जीवों के उपापचय द्वारा पर्यावरण से जीनोबायोटिक यौगिकों को हटाना संभव नहीं है। कई जीनोबायोटिक यौगिक मध्यम से लंबे समय तक पर्यावरण में स्थिर रहते हैं तथा उनकी उपस्थिति से पारिस्थितिकी तंत्र पर महत्वपर्ण प्रभाव डालते हैं।

जीनोबायोटिक पदार्थों के स्त्रोत (Source of Xenobiotics)

जीनोबायोटिक पदार्थों के दो निम्न स्त्रोत हैंः–

1. **प्रत्यक्ष स्त्रोत** (Direct Sources) : इस श्रेणी में अपशिष्ट जल तथा ठोस अवशेष सम्मिलित हैं जो रासायनिक औषधीय, प्लास्टिक, कागज, लुगदी (Pulp), कपड़ा (Textile) तथा कृषि रासायनिक उद्योगों से निकलते हैं। इन अवशेषों में फिनॉल्स, हाइड्रोकार्बन्स, रंजक (कलमे), पेंट बहिःस्राव (Effluent), शाकनाशी (Herbicide), कीटनाशी व कृमिनाशी सम्मिलित हैं।
2. **अप्रत्यक्ष स्त्रोत** (Indirect Source) : जीनोबायोटिक्स के अप्रत्यक्ष स्त्रोतों में नॉन स्टीराइडल प्रति उत्तेजनशील प्रतिरोधी ड्रग्स (Non-Steroidal Anti Inflammatory Drugs; NSAID) से निकलने वाले औषधीय पदार्थ तथा पेस्टिसाइड अवशेष सम्मिलित हैं। औषधीय रूप से सक्रिय पदार्थ जीनोबायोटिक्स के अप्रत्यक्ष स्त्रोत हैं। ऐसे पदार्थ औषधीय निर्मात्री कंपनी द्वारा या अस्पतालों द्वारा उनकी काम आने

के बाद पर्यावरण में स्वतंत्र होते हैं। ऐसे पदार्थों में हार्मोन्स, निश्चेष्टता हेतु काम आने वाले यौगिक तथा प्रति जैविक सम्मिलित हैं। ये एक जीव में एकत्रित होते हैं तथा सामान्य भोजन श्रृंखला से अन्य जीवों में स्थानांतरित होते हैं।

जीवाणु व कवक ऐसे बहिर्कोशिकीय एन्जाइम्स उत्पन्न करते हैं जो जीनोबायोटिक्स की रासायनिक संरचना पर क्रियाशील होते हैं। सूक्ष्मजैविकी उपापचय द्वारा विषैले जीनोबायोटिक्स अविषैले यौगिकों में बदल जाते हैं जो पर्यावरणीय रूप से सुरक्षित होते हैं। जीनोबायोटिक्स के अपघटन में लेकेजेज, डिहाइड्रोजिनेजेज तथा ऑक्सीडोरिडक्टेजेज जैसे एन्जाइम महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जीनोबायोटिक्स के सूक्ष्मजैविकी तंत्र द्वारा अपघटन की क्रिया महंगी हैं। *स्युडोमोनास, फ्लेवोबक्टिरियम, स्फिंगोबियम, आर्थोबेक्टर* तथा *जेन्थोबेक्टर* ऐसे जीवाणु है जो जीनोबायोटिक्स अपघटन के लिए उपयोगी हैं। कभी–कभी जीवाणु और कवकों के एक साथ प्रयोग द्वारा भी जीनोबायोटिक्स के प्रभाव से मुक्ति आसानी से मिल सकती है।

पर्यावरण से विषैले जीनोबायोटिक्स के अपघटन से काम में आने वाले सक्षम सूक्ष्मजीवियों की सूची (सारिणी सं. 4.2) :–

4.5 निम्नीकृतीकरण करने वाले प्लास्मिड्स (Degradative Plasmids)

प्लास्मिड एक छोटी गोलाकृति, स्वप्रतिकृतन योग्य DNA की दोहरी लड़ी वाली संरचना है जो जीवाणु कोशिकाओं तथा अन्य युकेरियोटिक जीवों में उपस्थित होती है। प्लास्मिड्स की उपस्थिति से परपोषी (Host) को कई लाभ होते हैं, जैसे प्रतिजैविकीय प्रतिरोधकता, निम्नीकृतीय कार्य तथा उग्रता (Virulence) आदि। निम्नीकृतीय या अपचयी (Catabolic) प्लास्मिड्स गोलाकृति (Circular), सहायक (Accessory) DNA है जो कई मृदीय जीवाणुओं के साइटोप्लाज्म में उपस्थित होते हैं। इन प्लास्मिड्स के कारण ही परपोषी द्वारा कई प्रकार के पर्यावरण प्रदूषकों को (जैसे प्राकृतिक व संश्लेषित पदार्थ) निम्नीकृत करने व पुनः चक्रण की क्षमता आती है।

वर्तमान शताब्दी मे कृषि व अन्य उद्योगों द्वारा ऐसे कई संश्लेषित रसायनों का निमार्ण किया जा रहा है जिनके प्रतिस्थापक (Counterpart) कोई रसायन प्रकृति में नहीं मिलते हैं। इनमें से

सारिणी सं. 4.2 : जीनोबायोटिक्स अपघटनकारी सूक्ष्मजीव एवं उनके प्रभाव

क्र.सं.	सूक्ष्मजीव	जीवाणु / कवक	जीनोबायोटिक
1.	*बेसिलस* जातियां	जीवाणु	पाइरेथ्रोइडस
2.	*स्युडोमोनास* जातियां	जीवाणु	1. लिंडेन 2. हाईड्रोबर्न्स 3. कच्चा तेल 4. लो डेन्सिटी 5. पोलीइथिलिन
3.	*जेन्थोबेक्टर*	जीवाणु	1. पाइरेथ्रोइड्स 2. लिंडेन
4.	*एक्रोमोबेक्टर*	जीवाणु	1. एन्डोसल्फान 2. इमिडाक्लोप्रिड
5.	*बेसिलस थुरिनजिएन्सिस*	जीवाणु	1. पाइरेथोइड्स 2. सल्फोनिल यूरिया 3. डिप्रोनिल
6.	*एस्पर्जिलस* जातियां	कवक	1. एन्डोसल्फान 2. इमिडाक्लोप्रिड
7.	*स्टेनोट्रोफोमोनास*	कवक	DDT
8.	*ट्राइकोडर्मा रीसेर*	कवक	लिग्निन
9.	*फेनेरोकीट, क्राइसोपोरियम* ओर *पिनोमाइसीज*	कवक	लिग्नोसेल्युलोज

सारिणी सं. 4.3 : निम्नीकृतीकरण करने वाले प्लास्मिड्स

क्र.सं.	जीवाणु	लक्षण प्ररूप (निम्नीकृत पदार्थ)	प्लास्मिड
1.	*स्युडोमोनास प्युटिडा*	कपूर (मॉथ प्रतिकर्षी) प्लास्टिक वानिश तथा विस्फोटक निर्माण हेतु प्रयुक्त	PCAM
2.	*एलकेलिजेन्स युट्रोफस*	2,4–D (ओर्गेनोक्लोरीन शाकनाशी)	pJP4
3.	*बरकोंलडेरिया सिपेसिया*	2,45–T (ओर्गेनोक्लोरीन शाकनाशी)	मेगा–प्लास्मिड्स
4.	रोडोकोकस इरिथ्रोपोलिस	(रोधी के रूप में उपयोग)	प्लास्मिड्स
5.	*स्फिंगोमोनास* जाति	क्लोरिनेटेड तथा बिना क्लोरिनेटेड डाइबेन्जोयुरान्स और डाइबेन्जो–पीन्डायोक्सिन्स	मुख्य गुणसूत्र पर जीन क्लस्टर्स
6.	*स्युडोमोनास* जाति	नाइट्रोटोलुइन (विस्फोटक)	प्लास्मिड
7.	*लेवोबेक्टिरियम* जाति	नाइलोन (कपड़ा उद्योग हेतु कृत्रिम धागा निर्माण)	pOAD2
8.	*स्युडोमोनास* जाति	स्टाइरीन (रबर व प्लास्टिक निर्माण में उपयोग)	प्लास्मिड
9.	*स्फिंगोमोनास पोसियोबिलिस*	हेक्साक्लोरो साइक्लो हेक्सेन (ओर्गेनोक्लोराइड कीटनाशी)	प्लास्मिड
10.	*रोडोकोकस इरिथ्रोपोलिस*	ट्राइक्लोरोइथिलिन (पेंटस, वसा, तेल व रबर कविलायक)	pBD2
11.	*स्युडोमोनास प्युटिडा*	नेफ्थलीन (कीटनाशी व इंडिगो आसमानी रंग निर्माण में उपयोग)	pNAH
12.	*स्युडोमेनास प्युटिडा*	सेलिसीलेट (एस्पिरिन निर्माण हेतु सब्सट्रेट)	pSAL
13.	*स्युडोमोनास कनवेक्सा*	निकोटिन/निकोटिनेट	pNIC
14.	*स्युडोमोनास ओलियोवोरान्स*	ओक्टोन (कच्चे तेल का भाग)	pOCT
15.	*स्युडोमोनास अरविला*	टोलुइन (विलायक, रंग (dyè) व विस्फोटक निर्माण में सब्सट्रेट	pTOL

कई यौगिक या पदार्थ ऐसे हैं। मृदा जल व वायु में मिलने पर निम्नीकरण रोधक है। दुर्भाग्यवश ऐसे जीनोबायोटिक रसायनों के निरंतर व बढ़ते उपयोग से कई प्रकार के पर्यावरण प्रदूषण का खतरा निरंतर बढ़ता जा रहा है। प्रकृति में जटिल यौगिकों का निम्नीकरण प्रायः सूक्ष्मजीवों प्रमुखतया जीवाणुओं द्वारा होता है। इन जटिल पदार्थों का निम्नीकरण प्रक्रिया द्वारा एन्जाइमी चरणों द्वारा सरल पदार्थों में रूपान्तरित किया जाता है। जीवाणुओं द्वारा इन जटिल पदार्थों को सरल तथा अहानिकारक पदार्थों में परिवर्तित कर दिया जाता है। कई मृदा जीवाणुओं द्वारा निम्नीकरण की प्रक्रिया ऐसे एन्जाइम्स द्वारा पूरी होती है जो या तो मुख्य गुणसूत्र पर उपस्थित जीन समूह द्वारा या निम्नीकृतीय प्लास्मिड्स द्वारा संकूटित (Coded) होते हैं।

सन् 1960 में वैज्ञानिकों के एक समूह ने यह खोजा कि *स्युडोमोनास* नामक जीवाणु में निम्नीकरण की अद्भुत क्षमता विद्यमान है। इसके बाद ऐसे और कई जीवाणुओं का भी पता चलता है। इनमें निम्न प्रमुख हैं :– ग्राम नेगेटिव *स्युडोमोनास प्युटिडा; स्युडो. ओलियोवो रान्स; स्युडो. कोनवेक्सा; स्युडो. अरविला,* इत्यादि। *स्डोमोनास* की इन जातियों के अलावा जिनमें निम्नीकरण की क्षमता होती है। वे है :– *रेलस्टोनिया युट्रोफा, एलकेलिजन्स पेराडोक्सस; सिफंगोमोनास, क्लेबेसिला,* स्ट्रेप्टोमाइसिजे, इरिविनिया, *राइजोबियम, जेन्थोमोनास*। ग्रामधनात्मक जीवाणुओं में *रोडोकोकस* के सदस्य भी इस हेतु उपयोगी है।

निम्नीकृतीय प्लास्मिड्स के कई लाभ है। ऐसे प्लास्मिड्स को ऐसे खतरनाक रसायनों के निम्नीकरण में उपयोग होता है, जैसे पोलीक्लोरिनेटेड बाइफिनाइल्स (PCBs), 2, 4–D, एट्रोजिन तथा टी.एन.टी. (ट्राई नाइट्रोटोलुईन = विस्फोटक)

जैव उपचार (Bioremediation) में इन प्लास्मिड्स का महत्वपूर्ण उपयोग है। इन जटिल रसायनों के निम्नीकरण में प्रयुक्त जीवाणु अधिक तेज गति से वृद्धि नहीं करते हैं इसलिए जीवाणु की एक जाति के बजाय कई जीवाणुओं के समूह (Consortium) का प्रयोग किया जाता है। ऐसे प्लास्मिड्स के कुछ उदाहरण सारिणी सं. 4.3 में दिये गये हैं।

पीड़कनाशी निम्नीकरण

(Pesticide Degradation)

पेस्टिसाइड्स कार्बनिक – रसायन (Organs-chemicals) है जिनका प्रयोग ऐसे कीटों (Pests) का नियंत्रण करने में होता है। जो फसलों को हानि पहुंचाते है तथा फसल उत्पादकता को कम करते हैं। खाद्यान्न (Food grains) भंडारण में भी पेस्टिसाइड्स

का उपयोग होता है। वर्तमान में लगभग 2.5 दस लाख टन पेस्टिसाइड्स का प्रतिवर्ष उपयोग होता है तथा 500 से अधिक प्रकार के पेस्टिसाइड्स उपलब्ध है। पेस्टिसाइड्स विषैले होते हैं अतः इनके अवांछित प्रभाव भी हो सकते हैं इसलिए इनके उपयोग पर नियंत्रण होना चाहिये। दक्षिण–एशियाई देशों में भारत में सर्वाधिक पेस्टिसाइड्स का उपयोग होता है जो सामान्य रूप से पूरी दुनिया के खपत का 3 प्रतिशत है। भारत में सामान्य रूप से काम में लिए जाने वाले पेस्टिसाइड्स हैं :– निओ–निकोटिनोइड्स इत्यादि। यद्यपि पेस्टिसाइड्स वो रसायन है जो विशेष प्रकार के पेस्ट्स को ही मारते हैं तथा अन्य जीवों पर कुप्रभाव नहीं डालते हैं किन्तु इनके अवांछित व अंधाधुंध उपयोग से इनकी मात्रा मृदा जल व तलछट (Sediment) में दिनोंदिन बढ़ती जा रही है। इसके कारण चितांजनक पर्यावरणीय प्रदूषण हो रहा है। इनके उपयोग के नियमन के लिए कई रणनीतियां का सुझाव हैं।

पेस्टिसाइड्स उपचारण हेतु रणनीतियां (Strategies for Pesticide Remediation)

पेस्टिसाइड्स संदूषण से किसी प्रदूषित स्थान विशेष को साफ करने हेतु ऐसे रणनीति अपनानी चाहिये जो सुरक्षित, सक्षम और प्रभावी होने के साथ–साथ सस्ती हो। वर्तमान में तकनीकों में भौतिक व रासायनिक दोनों ही विधियों काम में ली जाती है। पेस्टिसाइड्स जनित प्रदूषण उपचरण में भस्मीकरण, प्रकाशीय अपघटन तथा पादप उपचारण ऐसी विधियां काम में ली जाती हैं। विधियों के लागत मूल्य भी अधिक है तथा इनकी कई अन्य हानियां भी हैं।

जैविक उपचारण प्रदूषित स्थलों को साफ करने का एक अनूठा तरीका है। इसकी लागत भी कम है तथा यह पर्यावरणीय मैत्रीपूर्ण होने की वजह से इसका उपयोग सामान्य हो रहा है। ठोस अवपंक (Sludge), मृदा तथा तलछट तथा भौमजल प्रदूषण का उपचार जैविक उपचारण से संभव है।

पेस्टिसाइड्स का जैवनिम्नीकरण (Biodegradation of Pesticides)

सूक्ष्मजीवों के ऐसे नैसर्गिक लक्षण है जिनसे वांछित संदूषक का तेज गति से निम्नीकरण होता है। सूक्ष्मजीवों द्वारा संदूषकों के पूर्ण खनिजीकरण द्वारा निम्नीकरण से H_2O व CO_2 बनती है तथा किसी प्रकार के मध्य उत्पाद स्वतंत्र नहीं होते हैं। सूक्ष्मजीव प्रभावी रूप से अभिक्रिया को तेज गति से संपादित करें इसके लिए उन्हें एन्जाइमयुक्त तरीके से संदूषितों पर सक्रिय होना चाहिये।

सूक्ष्मजीवों की क्रिया से प्रदूषकों को कम विषैले पदार्थों में बदल दिया जाता है। इस प्रक्रिया के प्रभावी रूप से क्रियाशील रहने हेतु कुछ निश्चित दशायें जरूरी हैं जिनसे सूक्ष्मजीवों की वृद्धि व क्रियाशीलता सुनिश्चित हो सके। पेस्टिसाइड्स संदूषित स्थलों से ऐसे कई जीवाणु पहचानकर अलग किये जा सके है जिनसे पेस्टिसाइड्स का निम्नीकरण संभव है। नीचे ऐसे सूक्ष्मजीवों की सूची दी रही है जो ओर्गेनो–क्लोरीन पेस्टिसाइड्स के निम्नीकरण में प्रभावी है (सारिणी सं. 4.4)।

सारिणी सं. 4.4 : ऑर्गेनोक्लारिन पेस्टीसाइड्स निम्नीकरण करने वाले सूक्ष्म जीव

पेस्टीसाइड	सूक्ष्मजीव
DDT	*Alcaligenes eutrophus, Aerobacter aerogenes* *Sphingobacterium* sp. *Penicillium miczynskii, Aspergillus sydowii, Trichoderma* sp., *Penicillium raistrickii* *Aspergillus sydowii & Bionectria* sp. *Aerobacter aerogenes* *Trichoderma viridae, Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp., *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Sphingobacterium* sp.
Dieldrin	*Pseudomonas* sp.
Endosulfan	*Pseudomonas aeruginosa, Burkholderia cepaeia, Arthrobacter* sp. *KW, Aspergillus niger*
PCP	*Arthrobacter* sp., *Flavobacterium* sp.
1,4- Dichlorobenzene	*Pseudomonas* sp. *Sphingomonas paucimobilis* *Pleurotus ostreatus, Streptomyces* sp. *Ganodermaaustrale*
DDE	*Phanerochaete chrysosporium*
DDD	*Trichoderma* sp. *Phlebia* sp.
Heptachlor epoxide	*Phanerochaete chrysosporium* *Phlebia* sp.
Heptachlor	*Bjerkandera* sp. *Trichoderma viridae, Pseudomonas* sp., *Micrococcus sp., Bacillus* sp.
Toxaphene	*Trichoderma viridae, Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp., *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp.
Aldrin	*Pseudomonas* sp. 105 *Pseudomonas* sp.
Endrin	
Dieldrin	

4.6 तेल प्रदूषण (Oil Pollution)

हमारे घरों को प्रकाशित करने, गर्म तथा ठंडा करने व परिवहन के साधनों को चलाने के लिए जिस ऊर्जा की आवश्यकता होती है वह जीवाश्म ईंधन से प्राप्त होती है। जीवाश्म ईंधन पृथ्वी में दबे हुए अपघटित पौधों व जानवरों से बनता है। लाखों सालों से दबे होने के करण रासायनिक परिवर्तनों के ईंधन के रूप में परिवर्तित हो गये थे। इसी ईंधन को सामान्य भाषा में तेल कहते हैं। तेल को जमीन में से निकालकर इसे काम लेने के स्थानों तक ले जाने में कई खतरे हैं और उनमें सबसे महत्वपूर्ण दुर्घटनावश तेल का छितराना (Oil spill) है जिससे हमारे परिस्थितिकी तंत्र को हानि हो सकती है तथा मानव समुदाय के लिए नुकसानदायी होती है। तेल छितराहट रासायनिक प्रदूषण का मुख्य स्त्रोत है। अब तक की ऐसी सबसे बड़ी दुर्घटना 1989 में एलास्का के पास समुद्र में हुई थी। जिसमें एक्सोन (Exxon) वाल्डेज तेल के टेंकर से कई लाख लीटर तेल समुद्री जल में समाहित हो गया था। तेल में कम से कम 300 प्रकार के भिन्न–भिन्न रसायन उपस्थित होते हैं। कुछ रसायन जो पेट्रोरसायन (Petrochemicals) कहलाते हैं उनसे मनुष्य में कैंसर, श्वास संबंधी रोग, चर्म रोग और कई प्रकार की रक्त संबंधी बीमारियां हो सकती हैं। तेल छितराहट से समुद्री पर्यावरण पर भी कई प्रकार के हानिकारक प्रभाव पड़ते हैं, इन्हें पर्यावरणी आपदायें (Disasters) कहते हैं। इनसे समुद्र में उपस्थित पादप व जन्तु जातियों के जीवन पर बड़े खतरनाक हानिकारक प्रभाव पड़ते हैं। यद्यपि तेल छितराहट पानी की सतह पर या इसके निकट होती है किन्तु इसके अन्य संघटक समुद्री पर्यावरण में पैंदे तक और किनारों पर फैल जाते हैं।

तेल छितराहट के संघटक पदार्थ

1. तैरता हुआ कच्चा तेल (Crude Oil)।
2. जलीय फिल्मों में उपस्थित हल्के अघुलनशील संघटक।
3. घुलनशील विषैले संघटक जो समुद्री जल में घुल जाते हैं।
4. पर्यावरण में उपस्थित वाष्पशील पदार्थ।
5. तेल तथा समुद्री जल का तैरता हुआ मिश्रण।
6. तेल की बूंदें (Globules) तथा टुकड़े तथा मिश्रण।
7. समुद्री स्थल (Substrate) और जीवों पर आवरण के रूप में उपस्थित तेल, मिश्रण व टार।
8. तेल, मिश्रण तथा टार (डामर) जो समुद्री व तटीय अवसाद या तलछट में धंसे होते हैं।
9. जल के भीतर तथा तटीय तलछट में तैरती हुए टार (डामर) बॉल्स।

समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र पर तेल प्रदूषण के प्रभाव
(Effects of oil pollution on Marine Ecosystem)

तेल छितराहट के संघटक कई प्रकार से जीवों को प्रभावित करते हैं। जल में घुलित कुछ संघटक पदार्थ विषैले होते हैं तथा शैवालों, प्लेंटक्टोन्स, मछलियों तथा मछलियों के लार्वों के लिए विष की तरह प्रभाव डालते हैं। ये सभी जीव समुद्री खाद्य श्रृंखला की आधारशिला होते हैं। छिछले पानी में इन विषैले पदार्थों से शैवाल, कोरल्स तथा समुद्री घास की प्रत्यक्ष रूप से मृत्यु हो जाती है। इन संघटक पदार्थों का प्रवेश खाद्यश्रृंखला द्वारा या सीधे ही बड़े समुद्री जीवों में होने से उनका जीवन खतरे में पड़ जाता है। समुद्र की सतह पर तेल ही मोटी तह होने से पानी में प्रकाश संश्लेषण को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है। सबसे महत्वपूर्ण प्रभाव समुद्री जीवों के शरीर पर चारों ओर एक आवरण का बनना होता है। जो समुद्री जीव पानी की सतह के निकट श्वास लेते हैं। वे तेल व विषैली वाष्प को अंतःश्वसन द्वारा ग्रहण कर लेते हैं। जीवों के शरीर पर तेल का आवरण बन जाना पक्षियों के लिए ज्यादा नुकसानदायी होता है। पक्षियों के पंख इससे दुष्प्रभावित होते हैं तथा वे ऊष्मा छोड़ते हैं तथा जलाक्रांत (Waterlogged) हो जाते हैं। समुद्री कछुए जो पानी की सतह या उसके निकट भोजन खाते हैं वे डामर को निगल जाते हैं जिनसे उनकी आहारनाल खराब हो जाती है तथा यह विषैले भी होते हैं। किनारों पर व उनके आस–पास तेल स्तर तैरते हुए व जल के भीतर तैरते हुए कण समुद्री जन्तुओं व पौधों के जीवन के लिए खतरनाक होते हैं और उनकी मृत्यु तक हो जाती है। प्रकाश संश्लेषण पर भी इसका दुष्प्रभाव होता है। ये पदार्थ समुद्र तटीय भागों में लंबे समय तक पड़े रह जाते हैं।

तेल छितराहट प्रदूषण की समस्या के समाधान के लिए अपमार्जकों (Detergents) का प्रयोग किया जाता है। अपमार्जकों द्वारा तेल की परत को छोटे–छोटे टुकड़ों में तोड़कर इसके दुष्प्रभावों को कम किया जा सकता है। यह तेल परत के फैलाव व गति पर निर्भर करता है। इसमें तेल वहीं बना रहता है तथा अपमार्जकों के भी दुष्प्रभाव जलीय जीवन पर पड़ सकते हैं।

पर्यावरण मैत्रीपूर्ण जैव उपचारीकरण की खोज जारी है। डॉ. आनन्द मोहन (1980) चक्रवर्ती नाम के भारत में जन्में अमेरिकन वैज्ञानिक ने ''तेल खाने वाले जीवाणु'' (Oil eating bacteria) की खोज की है जिन्हें सुपर–बग (Super-bug) कहा जाता है। डॉ. आनन्द मोहन ने जीन अभियांत्रिकी द्वारा *स्युडोमोनास पुटिडा* नामक जीवाणु में प्लास्मिड्स द्वारा जीन प्रवेश कराये जिससे इसमें तेल परत को तोड़ने में क्षमता आ गई। दुर्भाग्यवश ऐसे जीवाणु का उपयोग नहीं हो पाया क्योंकि आनुवांशिकीय रूपान्तरित जीवाणु के उपयोग पर रोक लगी हुई है।

4.7 पर्यावरण में पृष्ठ सक्रियक

(Surfactants in the Environment)

सर्फेक्टेन्ट्स (पृष्ठ सक्रियक एजेन्ट्स) भिन्न–भिन्न रसायनों का एक समूह है जिनमें ध्रुवीय (चवसजंत) जल में घुलनशील समूह तथा अध्रुवीय (Non-polar) हाइड्रोकार्बन पुंछ (Hydro carbon tail) समूह होता है, हाइड्रोकार्बन टेल जल में अविलेय है। सर्फेक्टेन्ट्स उनके विलेयता तथा निर्मलन (Cleaning) गुणों द्वारा पहचाने जाते हैं। इनका अपमार्जकों और निर्मलन उत्पादों में प्रमुख स्थान है। सर्फेक्टेन्ट्स की बहुत बड़ी मात्रा दैनिक उपयोग हेतु घरों व उद्योगों में काम आती हैं। ये उपयोग के बाद भिन्न–भिन्न अंतिम उत्पादों के रूप में मृदा, पानी और तलछटों में सम्मिलित हो जाते हैं। सर्फेक्टेन्ट्स को सामान्यतः चार प्रमुख समूहों में बांटा जाता है जो है :–

(क) ऋण आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स (Anionic surfactants)

(ख) धन आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स (Cationic surfactants)

(ग) उभयधर्मी सर्फेक्टेन्ट्स (Amphoteric surfactants)

(घ) अनायनिक सर्फेक्टेन्ट्स (Non-ionic surfactants)

(क) **ऋण आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स** (Anionic surfactants) : ये एतिहासिक रूप से सबसे पुरातन व सर्व सामान्य रूप से काम में लिए जाने वाले रसायन हैं। प्रायः अधिकांश अपमार्जकों और सामान्य साबुनों में ऋण आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स होते हैं। इन अणुओं का जलविरोधी (Hydrophobic) भाग प्रायः एक एल्किल श्रृंखला (एलकिल फिनाइल ईथर या एल्किल बेन्जीन) और जलरागी भाग – कार्बोक्सिल, सल्फेट, सल्फोनेट या फॉस्फेट होता है। एनआयनिक सर्फेक्टेन्ट्स घरेलू अपमार्जकों के साथ–साथ सौंदर्य प्रसाधनों और औषधीय उद्योगों में काम आते हैं। इनका उपयोग प्रदूषित मृदा से पेट्रोकेमिकल्स को हटाने में भी होता हैं।

(ख) **धन आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स** (Cationic surfactants) : सबसे सामान्य प्रकार का धन आयनिक सर्फेक्टेन्ट चतुर्थक अमोनियम यौगिक है। इन अणुओं में कम से कम एक जलरोधी हाइड्रोकार्बन श्रृंखला होती है जो धनात्मक आवेशित नाइट्रोजन से जुड़ी रहती है। अन्य एल्किल समूह जैसे मिथाइल और बेन्जाइल समूह प्रतिस्थापकों (Substituents) की तरह कार्य करते हैं। इन्हें मुख्य रूप से अपमार्जक, रेशों को मुलायम करने तथा बालों को ठीक जमा करने में काम लेते हैं। इनको ग्राम धनात्मक तथा ग्राम ऋणात्मक जीवाणुओं के लिए रोगाणुनाशी के रूप में भी काम लेते हैं।

(ग) **उभयधर्मी सर्फेक्टेन्ट्स** (Amphoteric Surfactants) : उभयधर्मी सर्फेक्टेन्ट्स की क्रियाशीलता pH पर निर्भर करती है। इनके अणुओं की यह विशेषता होती है कि ये अपने आवेश (Charge) को परिवर्तित कर सकते हैं जैसे केटायन से एनायन में कम से उच्च pH पर परिवर्तित हो जाते हैं। मध्य के pH पर ये ज्विटेरियोनिक की तरह व्यवहार करते हैं। इसी विशेषता के कारण ये एनायनिक सर्फेक्टेन्ट्स से सुसंगत (Campatible) होते हैं तथा ऐसी सूत्रण (Formulations) में संकर्मी (Synergistic) प्रभाव रखते हैं। इनकी स्थलीय जीवों के उत्तकों के जैविक एकत्रीकरण (Bioaccumulations) में बहुत ही निम्न क्रियाशीलता होती है तथा इन्हें सामान्य मल उपचार से सरलता से हटाया जा सकता है।

(घ) **अन आयनिक सर्फेक्टेन्ट्स** (Non-ionic Surfactants) : अनआयनिक सर्फेक्टेन्ट्स की सतही क्रियाशीलता सर्फेक्टेन्ट्स अणुओं के जलरागी व जलविरोधी संरचना पर निर्भर करती है। जलीय विलयन में आयन्स में विघटित नहीं होते हैं इसलिए इनकी विलायकता इनके ध्रुवीय शीर्ष समूहों पर निर्भर करती है। जलविरोधी भाग ऐसे सर्फेक्टेन्ट्स का एल्किनेटेड फिनोल व्युत्पन्न (Derivatives) वसीय अम्ल या लंबी श्रृंखला वाली एल्कोहल होता है। जलरागी भाग सामान्यतः कई तरह की लंबाई वाली इथिलिन ऑक्साइड श्रृंखला होती है। इनके आवेशित नहीं होने के कारण ये केटायोनिक तथा एनायोनिक सर्फेक्टेन्ट्स के साथ सुसंगत होते हैं। नॉन–आयोनिक सर्फेक्टेन्टस वृहत रूप से इमलसीकारक, नमीकारक एजेन्ट तथा फॉम स्थीरिकरण एजेन्ट के रूप में काम में लिये जाते हैं।

सर्फेक्टेन्ट्स में उच्च किस्म की जैविक क्रियाशीलता होती है तथा ये उच्च स्तरीय विषैले पदार्थ हैं। हमारी चिंता का विषय आज इसलिए है क्योंकि इनकी अत्यधिक मात्रा आज प्रतिदिन काम में ली जा रही है। वाहित मल के उपचार में सर्फेक्टेन्ट्स का बड़ा हिस्सा निम्नीकृत (Degrade) हो जाता है लेकिन कुछ भाग मृदा धरातलीय जल तथा तलछट में चला जाता है। अधिकतर मामलों में बचे हुए सर्फेक्टेन्ट्स वांछित मल तंत्रों या सीधे ही धरातलीय जल में छोड़ दिये जाते हैं तथा ये भिन्न–भिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में मिल जाते हैं। अधिकांश सर्फेक्टेन्टस जैवनिम्नीकरणीय होते हैं तथा इनकी अधिक मात्रा द्वितीयक वेस्ट/खराब (Waste) जल उपचार में कम हो जाती है।

सबसे बड़ा खतरा बिना उपचारित फिजूल/खराब पानी या वह फिजूल पानी है जिसको केवल प्राथमिक रूप से उपचारित किया गया है। वाहित पानी जो प्रदूषित होता है उसको प्रकृति में छोड़ा जाना पारिस्थितिकी तंत्र को खराब करता है।

सर्व सामान्य सर्फेक्टेन्ट्स तथा उनकी श्रेणी सारिणी सं. 4.5 में दी गई है।

सारिणी सं. 4.5 : सर्फेक्टन्टेस के सामान्य नाम व वर्ग

सामान्य नाम	वर्ग
लीनियर एलकिल बेन्जीन सल्फोनिक एसिड सोडियम डोडिसिल सल्फेट सोडियम लॉरिल सल्फेट एलकिल इथोक्सी सल्फेट	अनआयोनिक (Anionic)
क्वाटरनरी अमोनियम कंपाउन्ड बेन्जालकोनियम ब्रोमाइड सीटिल पाइरिडियम क्लोराइड हेक्साडेसिलट्राइमिथाइल अमोनियम ब्रोमाइड	केटीओनिक (Cationic)
एमिन ऑक्साइड	एम्फोटेरिक
एल्किल फिनोल इथोक्सीलेट एल्कोहल इथोक्सीलेट फेटिएसिड इथोक्सीलेट	नॉन आयोनिक (Non-ionic) नॉन आयोनिक

4.8 समन्वित पेस्ट प्रबंधन

(Integrated Pest Management)

समन्वित पेस्ट प्रबंधन की प्रक्रिया सन् 1920 से ही प्रयोग में ली जा रही है। इसे छोटे रूप में आई.पी.एम. (IPM) बोलते हैं। यह एक ऐसी फिलोसोफी या प्रक्रिया है जिसमें पेस्ट्स का प्रबंधन किया जाता है। इसमें पेस्ट नियंत्रण या उन्मूलन सम्मिलित नहीं है। आई.पी.एम. में समन्वित रूप से ऐसी रासायनिक जैविक विधियों का समावेश/मिश्रण किया जाता है जिनसे पेस्ट नियंत्रण संभव हो सकता है।

परिभाषा (Definition)

यह एक संधारणीय (Sustainable) पद्धति है जिसमें पेस्ट नियंत्रण हेतु उन सभी उपचारों को सम्मिलित किया जाता है जैसे संवर्धक (Cultural) जैविक, भौतिक और रासायनिक आदि जिससे पेस्ट का नियंत्रण हो सके तथा उनसे होने वाली आर्थिक, स्वास्थ्य तथा पर्यावरणीय हानियों को कम से कम किया जा सकता है। आई.पी.एम. द्वारा कृषि फसलों की स्वस्थ्य वृद्धि को उद्देश्य बनाकर कृषि पारिस्थितिकी में न्यूनतम बदलाव द्वारा प्राकृतिक रूप से पेस्ट नियंत्रण को प्रोत्साहित किया जाता है।

समन्वित पेस्ट प्रबंधन रणनीति में चार चरणों वाली प्रक्रिया अपनाई जाती है। इसमें सम्मिलित हैं :–

(अ) **रोकथाम** (Prevention) : यह पेस्ट प्रबंधन का प्रथम चरण है इसमें पेस्ट का खतरा उत्पन्न करने वाली परिस्थितियों पर नियंत्रण किया जाता है। इस योजना में पेस्ट की रोकथाम, न्यूनतम करना तथा पेस्ट से बचाव प्राथमिक रूप से अपनाई जाती है।

(ब) **पहचान तथा पेस्ट की मोनिटरिंग** (Monitoring and Identification of Pests) : सभी प्रकार के पेस्ट्स की सही पहचान करके उस पर उचित नियंत्रण के तरीके अपनाना उचित होता है। इससे पेस्ट्सिाइड्स के अनावश्यक प्रयोग से बचाव संभव होता है।

(स) **क्रिया प्रारंभ की स्थिति** (Setting Action Thresholds) : इस चरण में यह निश्चित किया जाता है कि पेस्ट की संख्या इस स्थान तक पहुंच जाती है कि उनसे आर्थिक हानि होने का भय उत्पन्न होता है तो उन पर नियंत्रण प्रक्रिया प्रारंभ की जा सके।

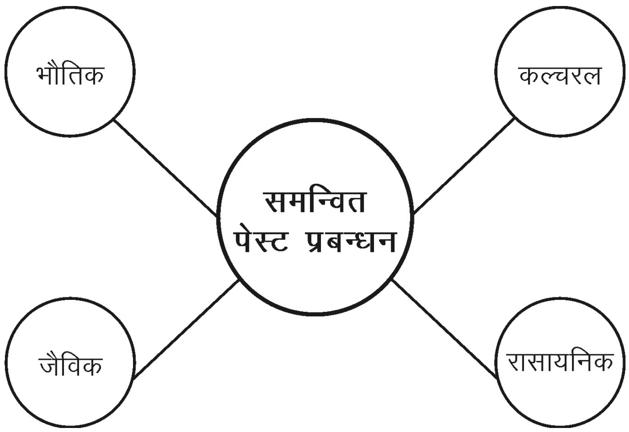
(द) **नियंत्रण** (Control) : जब पेस्ट्स के मोनिटरिंग, पहचान तथा न्यूनतम प्रभावी संख्या यह दर्शाती है कि नियंत्रण आवश्यक है तो उचित नियंत्रण प्रक्रिया प्रारंभ की जा सकती है।

इसमें अरासायनिक तरीके सर्वप्रथम उपयोग में लेने चाहिये। इसमें संक्रमित पौधों को उखाड़कर नष्ट करना सम्मिलित है। अगर यह तरीका प्रभावी नहीं हो तो पेस्टिसाइड्स का प्रयोग किया जा सकता है। बिना विशेष प्रकार के पेस्टिसाइड्स का प्रयोग अंत में ही उचित होगा।

पेस्ट प्रबंधन तकनीक

(Pest Management Techniques)

पेस्ट्स की रोकथाम/नियंत्रण की कई तकनीकें हैं इनमें परपोषी प्रतिरोध, रासायनिक, जैविक, संवर्धक, यांत्रिक व स्वास्थ्य संबंधी तकनीकें सम्मिलित हैं (चित्र सं. 4.6)।



चित्र सं. 4.6 : **समन्वित पेस्ट प्रबंधन की विधियां**

1. **रासायनिक नियंत्रण** (Chemical Control) : पेस्ट्स जीवों को विषैले रासायनिक पदार्थों के प्रयोग से नष्ट या नियंत्रण में लाने की विधियां पचास से भी अधिक वर्षों से प्रयोग होती रही है। इन रसायनों के मानव स्वास्थ्य व पर्यावरण पर होने वाले दुष्प्रभावों से भी सुपरिचित है। संश्लेषित रासायनिक पेस्टिसाइट्स का प्रयोग पेस्ट नियंत्रण हेतु होता है। इनके स्थान पर प्राकृतिक पेस्टिसाइड्स व आर्गेनोफॉस्फेट्स के प्रयोग को प्रोत्साहित करना चाहिये क्योंकि ये पर्यावरण को कम नुकसान पहुँचाते हैं।
2. **जैविक नियंत्रण** (Biological Control) : इस तकनीक में जीवित जीव या उनसे प्राप्त उत्पादों द्वारा पेस्ट नियंत्रण किया जाता है। जैविक नियंत्रण में पेस्ट प्रतिरोधी किस्में बोने व फेरोमोन्स के उपयोग से पेस्ट्स को जाल में फंसाया जाता है। आई.पी.एम. में जैविक नियंत्रण के तरीकों के विकास पर विशेष ध्यान दिया जाता है।
3. **परपोषी–पादप प्रतिरोधकता** (Host Plant Resistance) : इस तकनीकी में ऐसी किस्में को क्रास करवाकर नई किस्में विकसित की जाती है जिनमें आर्थिक रूप से लाभ होता है तथा ये पेस्ट प्रतिरोधी होती है।
4. **कल्चरल उपाय** (Cultural measures) : इस विधि में पेस्ट्स की वृद्धि व संख्या को रोकने वाली दशाओं जैसे जल, शरण व खाद्य पदार्थों पर नियंत्रण करके पेस्ट्स पर प्रभावी नियंत्रण कर सकें।
5. **यांत्रिक नियंत्रण** (Mechanical Control) : इस तकनीक में यंत्रों व औजारों के प्रयोग से पेस्ट नियंत्रण किया जाता है। इसमें कई प्रकार की कृषि विधियों जैसे जोतना (Tillage) अनुपयोगी कृषि उत्पादों या घास को जलाना, हाथ से खरपतवार हटाना सम्मिलित है। पेस्ट संख्या को नियंत्रण के लिए संक्रमित भागों को काटकर हटाना पत्तियां हटाकर नियंत्रण जैसी विधियां आती हैं।
6. **स्वास्थ्य नियंत्रण** (Sanitary Control) : इन विधियों में रोकथाम द्वारा समन्वित पेस्ट प्रबंधन किया जाता है। इसमें उपकरणों की सफाई, प्रमाणित व अरोगी बीज ही बोना तथा सुरक्षित कृषि विधियां सम्मिलित हैं। इनमें पेस्ट्स उस खेत में प्रवेश ही न कर सके ऐसी तकनीक अपनाई जाती है।
7. **प्राकृतिक नियंत्रण** (Natural Control) : इस विधि में प्राकृतिक रूप से मिलने वाले लाभकारी कीटों व रोगों के प्रयोग से पेस्ट्स पर नियंत्रण करने के कदम सम्मिलित है। यहां पर कीटनाशकों का उपयोग तभी संभव होता है जब आर्थिक रूप से लाभदायक हो।

4.9 जी.एम.ओ. तथा उनका पर्यावरण पर प्रभाव (GMO's and Their Impact on Environment)

(GMO = Genetically Modified Organism)

आनुवंशिकीय रूपान्तरित जीव एक ऐसा जीव है (पादप, जन्तु, जीवाणु और विषाणु) जिसका आनुवंशिकीय संगठन किसी कार्य विशेष के लिए रूपान्तरित कर दिया गया है। ऐसे रूपान्तरित रूप में जीव अन्यथा उपस्थित नहीं होता है। उदाहरण के लिए जैसे किसी पौधे में एक अतिरिक्त जीन ऐसा प्रवेश करा दिया जाये जो उसे कीटपेस्ट (Insect pest) के आक्रमण से सुरक्षा प्रदान करता है।

जीन DNA की संरचना है जो एक निश्चित क्रम में व्यवस्थित होते हैं तथा जीव में एक संदेश विशेष के लिए जिम्मेदार होते हैं तथा उसके लक्षणों से पहचान दिलाते हैं। जैवप्रौद्योगिकी द्वारा वर्तमान में जीन को जोड़ा, हटाया तथा रूपान्तरित किया जा सकता है। पृथ्वी पर उपस्थित जीवन में जीन सर्वसाधारण (Common) है इसलिए जीन्स को एक जीव से दूसरे जीव में स्थानांतरित किया जा सकता है। ऐसा असंबंधित जातियों में भी संभव है। इस प्रक्रिया द्वारा ऐसे जीव बनाया जा सकता है जिसमें नये लक्षण हो, और जो लाभदायक होते हैं।

आनुवंशिकीय रूपान्तरित पौधों की खेती दुनिया में कई देशों में की जा रही है तथा इसे मनुष्य एवं जीव जन्तु भोजन के रूप में काम ले रहे हैं। रोग–रोधी (Disease resistant), कीट पेस्ट रोधी, और सूखे और शाकनाशी सहनशील जातियां बनाई जा चुकी हैं। आनुवंशिकी अभियांत्रिकी विधियों द्वारा हम आज कई ऐसी जातियां विकसित करने में सफलता प्राप्त कर चुके हैं जो पोषणीय गुणवत्तायुक्त है।

इन्सुलिन उत्पादन के लिए सर्वप्रथम GMO जीवाणुओं का उपयोग किया गया था। इन्सुलिन मनुष्य में डायबिटीज रोग के उपचार में काम आती है। हाल ही में ऐसे GMO विकसित किये गये हैं जो वृद्धि हॉर्मोन्स उत्पन्न करने के काम आते हैं। आनुवंशिकीय रूप से रूपान्तरित यीस्ट को टीका (Vaccines) उत्पादन के काम लेते हैं (उदाहरण– हिपेटाइटिस B)।

जी.एम. कपास फसल है जो कीट पेस्ट के आक्रमण रोधी (Resistant) है तथा इसका उत्पादन भी प्रति एकड़ अधिक है। वर्तमान में भारत में कपास ही ऐसी फसल है जिसकी कृषि करने की अनुमति है।

GMO's का महत्व (Importance of GMO's)

विश्व में बढ़ती जनसंख्या की खाद्यान्न पूर्ति एक बड़ी चुनौती है। इस बढ़ती मांग को पूरा करने के दो साधारण तरीके हैं– (1) कृषि क्षेत्र में बढ़ोतरी द्वारा अथवा (2) ऐसी किस्मों का विकास जिनकी उत्पादकता अधिक हो। GMO तकनीकी का विकास प्राथमिक रूप से इसलिए किया गया ताकि हमारी फसलों को अजैविक व जैविक दबाव या स्ट्रेस से बचाया जा सकें। इसी तकनीक द्वारा शाकनाशी रोधी सोयाबीन, विषाणु रोधी पपीता, δ–केरोटीन फोर्टिफाइड चावल, कीट रोधी कपास और मक्का जैसी कई किस्में विकसित की गई हैं।

जी.एम.ओ. के लाभ (Advantages of GMO's)

1. जी. एम. फसलों में कम से कम कीटनाशियों का उपयोग होता है इसलिए ये इकोफ्रेन्डली है।
2. कीटनाशी रहित फसलों के उत्पादन से खाद्य उत्पादन द्वारा स्वस्थ जीवन सुनिश्चित किया जा सकता है।
3. जब कीटनाशियों का प्रयोग करते हैं जो सभी तरह की कीटों की मृत्यु संभव होती है किन्तु इनके कम प्रयोग से कई प्रकार के कीटों को विनाश से बचाया जा सकता है।
4. कीटनाशियों के अधिक प्रयोग से अधिक धन की आवश्यकता होती हैं। अतः GM फसलों की खेती से इस अपव्यय से बचाव होता है।
5. GM फसलों की खेती से बिना जुताई (No tillage) खेती संभव है जिससे किसान को भी लाभ मिलता है तथा पर्यावरण को हानि नहीं होती है।

GMO's से हानियां अथवा पर्यावरणीय चिंतायें

1. किसान खरपतवारनाशकों का प्रयोग कर सकता है जिससे मृदा संदूषण की संभावना बढ़ती है।
2. खरपतवारनाशकों के प्रयोग से कई महत्वपूर्ण कीट जैसे मधुमक्खियों की मृत्यु हो सकती हैं।
3. कपास द्वारा BT विषैलेकों के उत्पन्न होने से मनुष्य व पशुओं पर हानिकारक प्रभाव पड़ सकते हैं।
4. खरपतवारनाशकों के लंबे समय तक प्रयोग से प्रतिरोधी सुपर–खरपतवार विकसित हो सकती है।
5. जी.एम. फसलों से सामान्य फसलों या वनीय संबंधित पौधों में जीन्स को आउटक्रॉसिंग (Out Crossing) से हमारे प्राकृतिक जीन–समूह को क्षति पहुंचने का भय है।
6. GMo के संबंधित जीन्स शरीर और जीवाणुओं में जो प्राकृतिक रूप से आहार नाल में रहते हैं स्थानान्तरित करने से सुपर बग्स (Superbugs) विकसित हो सकते हैं।
7. आनुवंशिकीय रूपान्तरित फसलों जैसे सोयाबीन से एलर्जी हो सकती है।
8. आनुवंशिकीय अभियांत्रिकी प्रक्रिया में एक प्रतिजैविक प्रतिरोधी जीन जो मार्कर के रूप में उपयुक्त होता है उसके द्वारा पशुओं और मनुष्य में रोगकारक जीवाणुओं में प्रतिरोधकता उत्पन्न हो सकती है।
9. कभी–कभी जीन्स के दुर्घटनावश प्राकृतिक समुदाय में स्वतंत्र हो जाने पर जैवविविधता को खतरा हो सकता है।
10. आनुवंशिकीय रूपान्तरित पौधों से जिस विषाणु प्रतिरोधकता का लाभ होता है वे उत्परिवर्तन द्वारा नई अधिक खतरनाक विषाणुओं में बदल सकते हैं।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. जल एक ऐसा विलायक है, जिसमें अधिकांश अशुद्धियां घुल सकती है।
2. अपशिष्ट जल नगरीय क्षेत्रों से उत्पन्न गंदा पानी है।
3. अपशिष्ट जल उपचारण प्रक्रियाओं के अनुसार तीन श्रेणियों में रखा जा सकता है।
4. जल उपचार की प्रक्रिया में महत्वपूर्ण चरण हैः–
   (क) वातन (ख) स्कंदन (ग) अवसादन (घ) निस्यंदक व
   (च) रोगाणुनाशन
5. अवायवीय व वायवीय उपचारण जल उपचारण की जैविक विधियां हैं।
6. ठोस कचरा कार्बनिक व अकार्बनिक पदार्थों का होता है।
7. ठोस कचरे को स्त्रोतों व प्रकारों के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।
8. जैवनिम्नीकरण कचरा प्रायः कार्बनिक प्रकृति का होता है।
9. ठोस कचरा प्रबंधन में कचरे के उत्पादन नियंत्रण से लेकर इसके संग्रहण, एकत्रीकरण, स्थानान्तरण, परिवहन, प्रसंस्करण और व्यवस्थित फेंकने तक की सभी प्रक्रियायें आती हैं।

10. कंपोस्टिंग गर्म और नम वातावरण में कार्बनिक पदार्थों की वायवीय व अवायवीय विघटन प्रक्रिया है।
11. वर्मीकल्चर केंचुओं को उपयुक्त वातावरण में वृद्धि करने की प्रक्रिया है।
12. *आइसिनिया फेटिडा* नामक केंचुएं की जाति वर्मीकंपोस्टिंग हेतु सर्वाधिक उपयुक्त है।
13. वर्म कास्टिंग्स को मृदा सुधार व जैव उर्वरक के रूप में काम लेते हैं।
14. जैविकउपचारीकरण ऐसी विधि है, जिसके द्वारा संदूषित पर्यावरण को संदूषकविहीन किया जाता है।
15. जीनोबायोटिक यौगिक मनुष्य द्वारा बनाये गये संश्लेषित रसायन है।
16. निम्नीकृतीकरण करने वाले प्लास्मिड्स, मृदीय जीवाणुओं के साइटोप्लाज्म में उपस्थित होते हैं।
17. पीड़कनाशी कार्बनिक रसायन है।
18. तेल छितराहट रासायनिक प्रदूषण का मुख्य स्त्रोत है।
19. सर्फेक्टेन्ट्स उनके विलेयता तथा निर्यलन गुणों द्वारा पहचाने जाते हैं।
20. आई.पी.एम. समन्वित पेस्ट प्रबंधन का छोटा नाम है।
21. इन्सुलिन उत्पादन के लिए सर्वप्रथम GMO जीवाणुओं का उपयोग किया गया था।

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. उत्पन्न होने वाले स्त्रोतों के आधार पर ठोस कचरे को कितनी प्रकार में वर्गीकृत करते हैं?
   (अ) पांच (ब) चार
   (स) सात (द) तीन
2. केंचुए के लिए कौनसा कथन सही है?
   (अ) केंचुए कशेरूकी जीवन है।
   (ब) केंचुए अकशेरूकी जीव है।
   (स) केंचुए पानी में पाये जाते हैं।
   (द) केंचुए मृदा का अपक्षरण करते हैं।

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. स्कंदन व उर्णन की परिभाषा दीजिये।
2. रोगाणुनाशन में किसका उपयोग होता है?
3. उत्पन्न होने वाले स्त्रोतों के आधार पर ठोस कचरे का वर्गीकरण कितने प्रकारों में किया जाता है।
4. दाह्य व अदाह्य कचरे में क्या फर्क है?
5. निस्तारण की चार विधियों के नाम लिखिये।
6. वर्मीकंपोस्टिंग की परिभाषा दीजिये।
7. केंचुए का वर्गीकरण लिखिये।
8. वर्मीबेड की संरचना दीजिये।
9. जीनोबायोटिक्स क्या है?
10. प्लास्मिड्स किन्हें कहते हैं?
11. सूक्ष्मजीवों द्वारा संदूषकों के पूर्ण खनिजीकरण से क्या बनता है?
12. पृष्ठ सक्रियकों से क्या तात्पर्य है?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. GMOs की क्या हानियां हैं? संक्षेप में लिखिये।
2. पेस्टीसाइड उपचारण की रणनीति के बारे में संक्षेप में लिखें।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. समन्वित पेस्ट प्रबंधन को विस्तार से समझाइये।
2. GMOs का महत्व समझाइये।
3. निम्नकृतीकरण करने वाले प्लास्मिड्स पर एक विस्तृत टिप्पणी लिखिये।
4. वर्मीकंपोस्ट तकनीक की विधि समझाइये।
5. ठोस कचरा प्रबंधन पर लेख लिखिये।

उत्तरमालाः 1 (स) 2 (ब)