



शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर  
दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र

बी.ए./बी.कॉम. भाग-२

पर्यावरण अभ्यास

(Environmental Studies)

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण २०२० नुसार सुधारित अभ्यासक्रम

शैक्षणिक वर्ष २०२५-२६ पासून

© कुलसचिव, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर (महाराष्ट्र)

प्रथमावृत्ती : २००८

सुधारीत आवृत्ती : २०२२

सुधारीत आवृत्ती : २०२६

बी. ए./बी.कॉम. (पर्यावरण अभ्यास) भाग - २ करिता

सर्व हक्क स्वाधीन. शिवाजी विद्यापीठाच्या परवानगीशिवाय कोणत्याही प्रकाराने नक्कल करता येणार नाही.

प्रती : ५००

■

प्रकाशक :

डॉ. व्ही. एन. शिंदे

कुलसचिव,

शिवाजी विद्यापीठ,

कोल्हापूर - ४१६ ००४.

■

मुद्रक :

श्री. बी. पी. पाटील

अधीक्षक,

शिवाजी विद्यापीठ मुद्रणालय,

कोल्हापूर - ४१६ ००४.

■

ISBN- 978-81-8486-058-0

★ दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र आणि शिवाजी विद्यापीठ याबद्दलची माहिती पुढील पत्त्यावर मिळू शकेल.  
शिवाजी विद्यापीठ, विद्यानगर, कोल्हापूर-४१६ ००४ (भारत)

(ii)

## दूरशिक्षण केंद्र, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

### सल्लागार समिती

**प्रा. (डॉ.) सुरेश गोसावी**

प्रभारी कुलगुरू,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) ज्योती जाधव**

प्रभारी प्र-कुलगुरू,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) प्रकाश पवार**

राज्यशास्त्र अधिविभाग,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) एस. विद्याशंकर**

कुलगुरू, केएसओयू,  
मुक्तगंगोत्री, म्हैसूर, कर्नाटक-५७० ००६

**डॉ. राजेंद्र कांकरिया**

जी-२/१२१, इंदिरा पार्क,  
चिंचवडगांव, पुणे-४११ ०३३

**प्रा. (डॉ.) सीमा येवले**

गीत-गोविंद, फ्लॉट नं. २,  
११३९ साईक्स एक्स्टेंशन,  
कोल्हापूर-४१६००१

**डॉ. संजय रत्नपारखी**

डी-१६, शिक्षक वसाहत, विद्यानगरी, मुंबई विद्यापीठ,  
सांताक्रुझ (पु.) मुंबई-४०० ०९८

**प्रा. (डॉ.) कविता ओझा**

संगणकशास्त्र अधिविभाग,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) चेतन आवटी**

तंत्रज्ञान अधिविभाग,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) व्ही. व्ही. मेंदरगी**

प्र. अधिष्ठाता, वाणिज्य व व्यवस्थापन विद्याशाखा,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) एम. एस. देशमुख**

प्र. अधिष्ठाता, मानव्य विद्याशाखा,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) आर. व्ही. गुरव**

प्र. अधिष्ठाता, विज्ञान व तंत्रज्ञान विद्याशाखा,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**प्रा. (डॉ.) ए. बी. साळी**

प्र. अधिष्ठाता, आंतर-विद्याशाखीय अभ्यास विद्याशाखा  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**डॉ. व्ही. एन. शिंदे**

कुलसचिव,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**डॉ. ए. एन. जाधव**

संचालक, परीक्षा व मूल्यमापन मंडळ,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**श्रीमती सुहासिनी सरदार पाटील**

वित्त व लेखा अधिकारी,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

**डॉ. के. बी. पाटील (सदस्य सचिव)**

प्र. संचालक, दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र,  
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

## दूरशिक्षण केंद्र, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

अस्थायी अभ्यासमंडळ : पर्यावरण विज्ञान, अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान

अध्यक्ष - डॉ. आसावरी जाधव

पर्यावरणशास्त्र विभाग, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

- डॉ. विनायक धुळप  
पुण्यश्लोक अहिल्याबाई होळकर, सोलापूर विद्यापीठ
- डॉ. आशिष माने  
पर्यावरणशास्त्र विभाग, फर्ग्युसन महाविद्यालय, पुणे
- श्रीमती. पुष्पलता घाडगे  
प्रदुषण अभ्यास विभाग, यशवंतराव चव्हाण महाविद्यालय,  
कराड

## प्रस्तावना

वाढते औद्योगिकीकरण आणि लोकसंख्या वाढीमुळे पृथ्वीवरील उपलब्ध नैसर्गिक संसाधनांवर अतिरिक्त ताण निर्माण झाला आहे. इंधनांचा आततायी वापर केल्यामुळे जागतिक तापमान वाढ आणि वातावरण बदल यासारख्या टोकाच्या समस्या निर्माण झाल्या आहेत. विविध प्रदुषणे, वन्य जीवांना धोका, जैवविविधतेचा न्हास, अविघटनशील कचऱ्याच्या समस्या, वगैरे बाबी पृथ्वीवरील परिसंस्थेचा समतोल ढासळत आहेत. या परिस्थितीमुळे अखंड मानवजात आणि इतर सजीवांना धोका निर्माण झाला आहे. इतकेच नव्हे तर येणाऱ्या कित्येक पिढ्यांच्या अस्तित्वाचा प्रश्न निर्माण होणार आहे.

या परिस्थितीमध्ये पर्यावरणाची गुणवत्ता सुधारण्याच्या दृष्टीने समाजातील प्रत्येकाने आपली जबाबदारी समजून घेणे गरजेचे आहे. पर्यावरण संरक्षणाच्या दृष्टीने प्रत्येकाने केलेले सकारात्मक प्रयत्न पर्यावरणात खूप मोठा बदल घडवून आणतील. आंतरराष्ट्रीय पातळीवर देखील पर्यावरण संरक्षणासाठी मोठ्या प्रमाणात हालचाली होत आहेत. निसर्गसंवर्धनासाठी स्थानिक पातळीपासून आंतरराष्ट्रीय पातळीपर्यंत प्रयत्न होणे गरजेचे आहे, यासंदर्भात पर्यावरणरक्षणाबाबत समाजात सकारात्मक दृष्टीकोन करण्यासाठी पर्यावरण शिक्षण एक महत्त्वाची भूमिका पार पाडेल. या माध्यमातून होणारी जन-जागृती विद्यार्थ्यांच्या पर्यावरण विषयक जाणिवेला अधिक बळकट करण्यासाठी उपयुक्त ठरेल यासंदर्भात, माननीय सर्वोच्च न्यायालयाने घेतलेल्या पुढाकाराने युजीसीने देशभरात सर्व पदवी स्तरावरील अभ्यासक्रमांकरिता 'पर्यावरण अभ्यास' हा विषय अनिवार्य केला. त्यानुसार २००५-०६ या शैक्षणिक वर्षापासून शिवाजी विद्यापीठाने या अभ्यासक्रमाची पदवी स्तरावर सुरुवात केली.

दूरशिक्षण केंद्राच्या वतीने बहिःस्थ पदवी घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांसाठी शैक्षणिक वर्ष २००७-०८ पासून 'स्वयं अध्ययन साहित्य' उपलब्ध करून दिले आहे. त्याचाच एक भाग म्हणून शैक्षणिक वर्ष २००८-०९ या वर्षात पर्यावरणशास्त्र विभागाने 'पर्यावरण अभ्यास' ही स्वयं अध्ययन पुस्तिका तयार केली. पर्यावरण विषयातील मुलभूत संकल्पना विद्यार्थ्यांपर्यंत पोहचवणे आणि त्यांचा पर्यावरण संवर्धनातील सहभाग वाढविणे या दृष्टीने या स्वयं अध्ययन पुस्तिकेचा उपयोग होईल.

सदर साहित्य तयार करण्याची मुख्य जबाबदारी माजी विभागप्रमुख प्रा. (डॉ.) पी. डी. राऊत यांनी पार पाडली. त्यांच्या निवृत्तीनंतर पर्यावरणशास्त्र अभ्यास समितीने सुचविलेल्या घटकांचे लिखान करून घेण्याची जबाबदारी माझ्याकडे देण्यात आली. ती पार पाडण्याचा मी प्रयत्न केला आहे. त्यासाठी दूरशिक्षण केंद्राचे अत्यंत मोलाचे सहकार्य मिळाले. तसेच, पर्यावरणशास्त्र विभागाचे माजी विभागप्रमुख प्रा. जय सामंत आणि प्रा. पी. डी. राऊत यांचे मार्गदर्शन मिळाले. याआधीच्या 'पर्यावरण अभ्यास' या स्वयं अध्ययन पुस्तिकेसाठी लिखानाचा अनुभव असल्याने आताच्या पुस्तकासाठी मदत मिळाली.

या पुस्तकातील सहकारी लेखक प्रा. जय सामंत, प्रा. पी. डी. राऊत, डॉ. निलिशा देसाई, डॉ. ए. व्ही. माने, श्री. सी. ए. चंदगडे, डॉ. व्ही. व्ही. जाधव, डॉ. सोनल चौंदे, डॉ. पल्लवी भोसले, डॉ. संदिप मांगलेकर, डॉ. विश्वजित पाटील व डॉ. रोहन लाड या सर्वांच्या सहकार्यामुळे ही स्वयं अध्ययन पुस्तिका तयार झाली आहे.

संबंधित विद्यार्थ्यांना ही पुस्तिका उपयुक्त ठरेल, अशी अपेक्षा व्यक्त करते.

**डॉ. आसावरी जाधव**

अध्यक्ष, पर्यावरणशास्त्र

अस्थायी अभ्यास मंडळ,

व प्र. विभागप्रमुख, पर्यावरणशास्त्र विभाग,

शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

अभ्यास घटकांचे लेखक

घटकाचे नाव	लेखकाचे नाव
घटक - १ पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन	
अ) पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप	डॉ. ज. शा. सामंत
ब) परिस्थितीकी	डॉ. प्र. द. राऊत
क) नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या	डॉ. आसावरी जाधव, डॉ. आ. वि. माने, चं. आ. चंदगडे, डॉ. सो. गो. चोंदे डॉ. योजना य. पाटील
ड) जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन	डॉ. ज. शा. सामंत, डॉ. योजना य. पाटील
घटक - २ पर्यावरण प्रदूषण, वातावरणीय बदल व पर्यावरण संरक्षण कायदे	
अ) पर्यावरण प्रदूषण	डॉ. आसावरी जाधव, डॉ. वि. वि. जाधव, डॉ. सो. गो., चोंदे, डॉ. नि. म. घाडगे, डॉ. आ. वि. माने, चं. आ. चंदगडे डॉ. संदिप बा. मांगलेकर
ब) वातावरणीय बदल	डॉ. अ. ज. सामंत, डॉ. नि. प्र. देसाई, डॉ. आसावरी जाधव, डॉ. व्ही. एन. पाटील डॉ. संदिप बा. मांगलेकर
क) पर्यावरण संरक्षण कायदे	भी. को. पवार, डॉ. संदिप बा. मांगलेकर
अंतर्गत मुल्यांकनासाठी पर्यावरणीय उपक्रम	

■ संपादक ■

डॉ. आसावरी जाधव

अध्यक्ष, पर्यावरणशास्त्र अस्थायी अभ्यासमंडळ,  
पर्यावरणशास्त्र विभाग, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर.

## अनुक्रमणिका

घटक क्रमांक	घटकाचे शीर्षक	पान क्रमांक
१.	पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन	
	अ) पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप	१
	ब) परिस्थितीकी	८
	क) नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या	४१
	ड) जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन	७३
२.	पर्यावरण प्रदूषण, वातावरण बदल व पर्यावरणीय संरक्षण कायदे	
	अ) पर्यावरण प्रदूषण	९१
	ब) वातावरणीय बदल	११६
	क) पर्यावरण संरक्षण कायदे	१२८
	अंतर्गत मुल्यांकनासाठी पर्यावरणीय उपक्रम	१४५
■	संदर्भ सूची	
■	वेबसाईटची सूची	
■	सर्वसामान्य पर्यावरण संज्ञांची सूची	
■	पर्यावरण संबंधित साजरे केले जाणारे दिवस	

### ■ विद्यार्थ्यांना सूचना

प्रत्येक घटकाची सुरुवात उद्दिष्टांनी होईल. उद्दिष्टे दिशादर्शक आणि पुढील बाबी स्पष्ट करणारी असतील.

१. घटकामध्ये काय दिलेले आहे.
२. तुमच्याकडून काय अपेक्षित आहे.
३. विशिष्ट घटकावरील कार्य पूर्ण केल्यानंतर तुम्हाला काय माहित होण्याची अपेक्षा आहे.

स्वयं मूल्यमापनासाठी प्रश्न दिलेले असून त्यांची अपेक्षित उत्तरेही देण्यात आलेली आहेत. त्यामुळे घटकाचा अभ्यास योग्य दिशेने होईल. तुमची उत्तरे लिहून झाल्यानंतरच स्वयं अध्ययन साहित्यामध्ये दिलेली उत्तरे पाहा. ही तुमची उत्तरे (किंवा स्वाध्याय) आमच्याकडे मूल्यमापनासाठी पाठवायची नाहीत. तुम्ही योग्य दिशेने अभ्यास करावा, यासाठी ही उत्तरे 'अभ्यास साधन' (Study Tool) म्हणून उपयुक्त ठरतील.

प्रिय विद्यार्थी,

हे स्वयंअध्ययन साहित्य या पेपरसाठी एक पूरक अभ्याससाहित्य म्हणून आहे. असे सूचित करण्यात येते की, विद्यार्थ्यांनी २०२५-२६ पासून तयार केलेला नवीन अभ्यासक्रम पाहून त्याप्रमाणे या पेपरच्या सखोल अभ्यासासाठी संदर्भपुस्तके व इतर साहित्याचा अभ्यास करावा.

घटक - १ पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि  
संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन

अ) पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप

अनुक्रमणिका

- १.१ उद्दिष्टे
- १.२ प्रास्ताविक
- १.३ विषय विवेचन
  - १.३.१ व्याख्या, व्याप्ती आणि महत्त्व
  - १.३.२ पर्यावरण अभ्यासाचे बहुविध स्वरूप
  - १.३.३ पर्यावरणीय निरंतरता (शाश्वत पर्यावरण)
  - १.३.४ शाश्वत विकास उद्दिष्टे
- १.४ शब्दसूची
- १.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न व उत्तरे
- १.६ सारांश
- १.७ दीर्घोत्तरी प्रश्न
- १.८ लघुत्तरी प्रश्न
- १.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१.१ उद्दिष्टे :

- पर्यावरण अभ्यास विषयाचे महत्त्व आणि व्याप्ती जाणून घेणे.
- पर्यावरणाची मूलभूत संरचना आणि कार्ये तसेच त्याचा मानवी समाजाशी असणारा सहसंबंध जाणून घेणे.
- शिक्षणामधील पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप आणि महत्त्व जाणून घेणे.
- पर्यावरण संरक्षण आणि संवर्धन यामधील पर्यावरण अभ्यासाच्या भूमिकेचा अभ्यास करणे.
- शाश्वत विकास संकल्पना व शाश्वत विकासाची ध्येय समजून घेणे.

१.२ प्रास्ताविक :

आज वेगाने होणारा पर्यावरणीय ऱ्हास हा आतापर्यंतच्या मानव इतिहासातील सर्वात मोठा धोका मानला जातो. पर्यावरणाचा ऱ्हास ही जागतिक समस्या असून त्याचा नैसर्गिक संसाधनांचा गुणात्मक आणि संख्यात्मक घट

होण्यामध्ये सरळ संबंध आहे. हे सर्व लोकसंख्या विस्फोट, अशास्वत औद्योगिकीकरण आणि आधुनिक समाजाची बदलती जीवनशैली यामुळे घडून येत आहे. मर्यादित आणि जास्त पुरवठा न होऊ शकणाऱ्या अशा महत्त्वाच्या संसाधनाचा अतिवापर, कमतरता आणि न्हास यासारख्या परिस्थितीच्या निर्मितीसाठी कारणीभूत ठरणार आहे.

समाजातील पर्यावरण जनजागृती आणि माहितीची कमतरता प्रामुख्याने पर्यावरण न्हासास कारणीभूत ठरत आहेत. चुकीच्या गोष्टींना प्राधान्य आणि संसाधनाचे अतिशोषण यांना प्रगत आणि नवीन प्रगतशील देशांमध्ये उत्तेजन दिले जात आहे. त्यामुळे समाजामध्ये सामाजिक, आर्थिक तणाव, तसेच भौगोलिक, राजकीय तंटे यांना सामोरे जावे लागत आहे. मानवाचे सहअस्तित्व आणि प्राणीमात्राचे जीवन हे एकमेव अशा पृथ्वी गृहाच्या स्थितीवर अवलंबून आहे, हे आपण विसरत चाललो आहे. यासाठी मानवाच्या प्रत्येक दिवसाच्या घटनांचा पर्यावरणीय स्थितीवर होणारा स्थानिक आणि जागतिक पातळीवर होणारा बदल हा प्रत्येक व्यक्तीला माहित करून देणे अतिआवश्यक आहे. जसे की संसाधनाची आणिबाणी, न्हास, प्रदुषण, जैवविविधतेचा न्हास आणि लोकसंख्या विस्फोट यासारख्या सध्याच्या अडचणी आणि यांच्यापासून सध्याच्या आणि भविष्यातील पिढीला वाचवण्यासाठी मानव आणि पर्यावरण यांच्यामधील सहसंबंध अगदी थोड्याफार प्रमाणात जाणून घेणे आवश्यक आहे.

पर्यावरणशास्त्र अभ्यास हा बहुविध स्वरूप असणारा विषय आहे, ज्यामध्ये विज्ञान, समाजशास्त्र, मानवशास्त्र यासारखे विविध आणि परस्पर संबंध असणाऱ्या शैक्षणिक विषयांचा समावेश असलेला एक सर्वसमावेशक अभ्यासक्रम आहे. हा फक्त भौतिक पर्यावरणाशी संबंधीत नसून त्याचा मानवी वर्तवणूक आणि दृष्टीकोन याच्याशीसुद्धा संबंध आहे. तांत्रिक प्रगती आणि बदलत्या जीवनपद्धतीमुळे मानव समाज आज अनेक पर्यावरणीय समस्यांना तोंड देत आहे. पर्यावरणाचा न्हास हा फार गुंतागुंतीचा असून दीर्घकाळ चालणारी प्रक्रिया आहे, त्यासाठी असणाऱ्या उपाययोजना अत्यंत तकलादू आहेत. हे आपण सर्वांनी जाणून घेणे महत्त्वाचे आहे.

## १.३ विषय विवेचन

### १.३.१ व्याख्या, व्याप्ती आणि महत्त्व

पर्यावरण न्हासासारख्या प्रखर व सातत्याने वाढणाऱ्या समस्येला आज संपूर्ण जगातील मानवजात तोंड देत आहे. विकसित देशांमध्ये पर्यावरण न्हासाच्या कारणांविषयीच्या व परिणामांविषयीच्या जागरूकतेत सतत वाढ होत आहे. मात्र अशा जागरूकतेचा व परिणामकारक कृतींचा विकसनशील देशात अभाव आहे. प्रामुख्याने लोकसंख्या वाढ रोखण्यासाठीचा लढा, दारिद्र्य आणि निरक्षरता या बाबींचा या देशांच्या विकासातील प्राधान्यांशी संबंध येतो. हे सर्व घटक पर्यावरणाच्या भविष्यातील नुकसानीला परस्परांशी संबंधित व जबाबदार आहेत हे अलिकडील अभ्यासाने दाखवून दिले आहे. म्हणूनच आपल्या भोवती असलेल्या परिसराची माहिती करून घेणे व त्यांचा मानवाशी असलेला संबंध जाणून घेणे प्रत्येक व्यक्तीच्या दृष्टीने महत्त्वाचे आहे. आपले अस्तित्व आपल्या भोवती असलेल्या भौतिक व जीवित पर्यावरणाच्या प्रकृती व सुस्थितीवर अवलंबून आहे. आपली प्रत्येक व्यक्तिगत किंवा संघटित कृती, प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या पर्यावरणावर काही परिणाम करत असते. म्हणूनच निसर्गातील प्रत्येक घटना, त्यांचे कार्य, त्यांची रचना, त्यांचा

नैसर्गिक घटकांशी असलेला संबंध व आपल्या दैनंदिन जीवनातील परस्पर संबंध जाणून घेणे प्रत्येकासाठी महत्त्वाचे आहे.

पर्यावरणात होत असलेल्या बदलाचा कल सूचित करतो की, आज प्रत्येकाने आपल्या भोवती असलेल्या पर्यावरणाच्या संरक्षणासाठी व संवर्धनासाठी वचनबद्ध होऊन गांभीर्याने व सातत्याने कृती केली पाहिजे, नाहीतर भावी पिढीला अपुरी साधनसंपत्ती, प्रदूषण, लोकसंख्या वाढ व त्याबरोबर येणाऱ्या सामाजिक, आर्थिक व राजकीय तणावाला सामोरे जावे लागेल. पर्यावरणतज्ज्ञ, शिक्षणतज्ज्ञ व जाणकारांनी शिफारस केली आहे की, तरूण पिढीने मानव व पर्यावरण यांच्या परस्पर संबंधांची संपूर्ण माहिती घेणे गरजेचे आहे. तरूण वयातच जर विद्यार्थी पर्यावरण विषयाचा अभ्यास करू शकले तर हे सर्व चांगल्या रीतीने शक्य होऊ शकेल. जेव्हा ते स्वतः पर्यावरणपूरक निर्णय घेतील आणि उपलब्ध संसाधनांचा योग्य व शाश्वत उपयोग करून समाजातील सर्वांसाठी त्याचा समन्यायी वापर करतील, तेव्हाच खऱ्या अर्थाने शांततापूर्ण समाजाची संकल्पना अस्तित्वात येईल.

मानवी विकासाच्या बाबतीत पर्यावरण विषयासंबंधी जागरूक समाजात वेगवेगळे मतप्रवाह दिसतात. अगदी भौतिक, सामाजिक व अध्यात्मिक दृष्टिकोनांतून विविध पैलूतून व विचारातून पर्यावरणाकडे पाहिले जाते. आधुनिक औद्योगिक समाजात तंत्रज्ञानाच्या विकासाबरोबर मानव व पर्यावरणाच्या परस्परसंबंधाकडे बघण्याच्या पारंपरिक दृष्टिकोनांमध्ये अचानक बदल झाला आहे. त्याचबरोबर निसर्ग व त्याच्या सहअस्तित्वाबाबत असलेले पारंपरिक सामंजस्य पूर्णपणे दुर्लक्षित झाले आहे किंवा अगदी विसरले गेले आहे. त्यामुळेच पर्यावरण अभ्यासामध्ये विद्यार्थ्यांना या सर्व बाबी थोडक्यात सूचित करणे आवश्यक आहे.

### १.३.२ पर्यावरण अभ्यासाचे बहुविध स्वरूप

जरी मानवाला उत्पत्तीपासून, त्याच्या जीवनात निसर्गाच्या उपयुक्ततेबद्दलची माहिती होती तरी प्रामुख्याने ती जीवनावश्यक वस्तु उदा. अन्न, वस्त्र, औषधी वनस्पती, चारा व काही सौंदर्यप्रसाधनांपुरतीच मर्यादित होती. नंतरच्या काळात पर्यावरणातील बदलाबाबतच्या जागरूकतेत वाढ झाली, परंतु ती निसर्ग आणि ऋतू यांच्यापुरतीच मर्यादित राहिली. त्यानंतर घरगुती व्यवहारात वनस्पती व प्राण्यांचा उपयोग वाढत गेला. गेल्या काही शतकांमध्ये औद्योगिक विकासासाठी नवनवीन संसाधनांचा शोध लागला. मात्र अजूनही सर्वसमावेशक रचना असलेल्या परिस्थितीकी किंवा पर्यावरणशास्त्र याबद्दल जागृती नव्हती. पण विसाव्या शतकाच्या मध्यंतरात प्रदूषणाचे प्रश्न व त्याच्याशी संबंधित असलेल्या जगभरातील घटनांमुळे पर्यावरण हा फार जागरूकतेचा विषय बनला आहे.

आता सर्वांनी हे मान्य केले आहे की, पर्यावरणाचा अभ्यास हा बहुविध घटकांनी बनलेला असून, त्याचा पर्यावरणातील घटना समजून घेण्यामध्ये व त्याचबरोबर निसर्ग संरक्षणासाठी परिणामकारक उपाय शोधण्यामध्ये उपयोग होतो. मानव व पर्यावरण यांचा परस्परसंबंध हा प्रत्येक स्थरावर अनेक पैलू असलेला व फार गुंतागुंतीचा आहे. त्यामुळे पर्यावरणाचा अभ्यास करण्यासाठी वेगवेगळ्या शाखांचा जसे की विज्ञान, समाजशास्त्र, मानवशास्त्र, इत्यादीच्या दृष्टीने मूलभूत संकल्पनेविषयी माहिती असणे आवश्यक आहे. म्हणूनच मानव व त्याच्या पर्यावरणाचा अभ्यास हा एक सर्वसमावेशक अभ्यासक्रम आहे. त्यामध्ये निसर्गातील सर्व

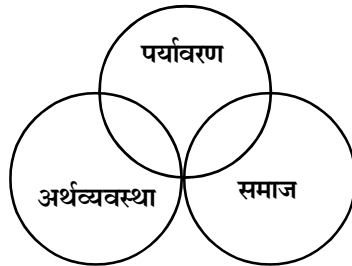
सजीव व निर्जिव घटकांचा एकमेकांशी असलेल्या संबंधाचा समावेश होतो. हे सर्व मुलभूत ज्ञान त्याच्या आजच्या निरोगी जीवनासाठी तसेच भावी पिढीसाठी प्रत्येक मानवाला माहीत असायलाच पाहिजे.

### १.३.३ पर्यावरणीय निरंतरता (शाश्वत पर्यावरण)

पर्यावरणीय निरंतरता ही आजच्या युगाची एक मुलभूत गरज आहे. याचाच अर्थ असा की आपल्या भावी पिढ्यांना त्यांच्या मुलभूत गरजांशी तडजोड करायला लागू नये यादृष्टीने आपल्या गरजा भागवणे. पर्यावरणीय निरंतरता किंवा पर्यावरणीय शाश्वतता म्हणजे मानवी समाजाने नैसर्गिक संसाधनांचा न्हास रोखून चिरकाल टिकेल अशा पर्यावरणीय गुणवत्तेला महत्त्व देणे. ही निरंतरता मानवी समाजाच्या शहाणपणावर आणि पर्यावरणपूरक कृतीबरोबर नियोजित आर्थिक विकासावर अवलंबून असते.

‘शाश्वत विकास’ ही संकल्पना सर्वप्रथम १९८७ साली संयुक्त राष्ट्र संघाने तयार केलेल्या अहवालात पुढे ठेवली गेली. या अहवालाद्वारे असमानता, गरिबी आणि पर्यावरणीय न्हास यांची एकमेकांशी सांगड घालण्यात आली. त्याचबरोबर या अहवालाद्वारे हे स्पष्ट करण्यात आले की जगाला आता निसर्गाचा समतोल आणि आर्थिक समृद्धता यांचा सुसंवाद साधण्याची गरज आहे. या अहवालाने मानवी-समाजाच्या विकासासाठी शाश्वत विकास हीच गुरुकिल्ली असण्यावर भर दिला आहे.

पर्यावरणीय शाश्वतता किंवा निरंतरता या संकल्पनेमध्ये परिस्थितीकी, समाज आणि अर्थव्यवस्था या तिनही परिमाणांचा एकत्रितरित्या पर्यावरण संवर्धनाच्या दृष्टीने अंतर्भाव होतो. निरंतरता ही संकल्पना पर्यावरण, अर्थव्यवस्था आणि समाज या तीन बाबींवर आधारित आहे. पर्यावरणाचे मुळ प्रश्न सोडवण्यासाठी काम करणारी अनेक राष्ट्रीय मानके किंवा योजनांसाठी याच तीन बाबी महत्त्वाचे काम करतात. शाश्वत पर्यावरणाच्या तीन महत्त्वाच्या बाबी खालीलप्रमाणे :



पहिली बाब पृथ्वीच्या पर्यावरण व्यवस्थेला समाविष्ट करते. नैसर्गिक संसाधनांचा समतोल राखणे हे गरजेचे आहे. त्यांचे नूतनीकरण लक्षात घेता अशा संसाधनांचा वापर मर्यादित असला पाहिजे असे स्पष्ट होते. तर अर्थव्यवस्थेचा दृष्टिकोन दर्शवणारी दुसरी बाब “अर्थव्यवस्थेचे” योग्य नियोजन हा पर्यावरण गुणवत्तेचे जतन करित असण्याशी निगडित आहे. निसर्गाच्या लवचिकतेची क्षमता लक्षात न घेता असणारी अर्थव्यवस्थेची वाढ ही नैसर्गिक संसाधनांचा न्हास स्पष्ट करते. जैवविविधतेचा न्हास अनेक पर्यावरणीय समस्यांना आमंत्रण देईल असे स्पष्ट करते.

तिसरी बाब ही “समाज” समाविष्ट करते. सार्वत्रिक मानवी हक्कांना आणि समाजाच्या प्राथमिक गरजांसाठी नैसर्गिक संसाधनांचा योग्य वापर आणि वितरण याद्वारे साध्य करता येतील असे तिसरी बाब सांगते.

समाजाला पर्यावरणाविषयी जागरूक करणे हे गरजेचे आहे. संसाधनांचे महत्त्व आणि निसर्गाला पुनरुज्जीवनासाठी मदत करणे लोकांनी शिकले पाहिजे. त्यामुळे आर्थिक, सामाजिक आणि पर्यावरणीय धोरणे यांचा एकत्रितरित्या विचार करणारा शाश्वत विकास हे समाजाच्या उत्कृष्ट भविष्यासाठी आज आणि उद्याची गरज आहे.

### १.३.४ शाश्वत विकासाची उद्दिष्ट्ये

शाश्वत विकासाचे ध्येयानुसार आपल्या सर्वांचे भविष्य अधिक चांगले व शाश्वत करण्यासाठी आराखडा तयार करणे महत्त्वाचे आहे. आपण दारिद्र्य, असमानता, वातावरणीय बदल, पर्यावरणाचा न्हास, शांतता आणि न्याय यांचा न्हास अशा जागतिक आव्हानांना सामोरे जात आहोत. शाश्वत विकासाचे ध्येय आणि लक्ष्य हे दारिद्र्य, शिक्षण, उपासमार, आरोग्य, लिंगभेद, पाणी आणि सांडपाणी, ऊर्जा, अर्थव्यवस्था, औद्योगिकीकरण होणारी वाढ, उद्योग आणि नवनिर्मिती, असमानता, शहरीकरण, खर्च आणि उत्पादन, वातावरणीय बदल, परिसंस्था, न्याय आणि शांतता यावर केंद्रित केले आहे.

‘जागतिक परिवर्तन २०३० : शाश्वत विकास’ यासाठी सप्टेंबर २०१५ मध्ये शाश्वत विकास ध्येय याचा आंतरराष्ट्रीय स्विकार करण्यात आला. यामध्ये १७ शाश्वत विकासाची ध्येय व त्याबरोबर येणारे १६९ लक्ष्य भारताने ठेवलेली आहेत. सामाजिक, आर्थिक व पर्यावरणीय विकास आणि दारिद्र्य निर्मूलनावर प्रकाश टाकणे हा याचा मुख्य हेतू आहे. आर्थिक विकासावर भर न देता सामाजिक विकास आणि पर्यावरणीय दृष्टीने सुरक्षितता व शाश्वत विकासावर भर देण्यात आलेला आहे. जागतिक समस्या व आव्हानांवर या उद्दिष्टांद्वारे उपाययोजना शोधून काढणे हा महत्त्वाकांक्षी आराखडा असून त्यामध्ये सरकार, औद्योगिक संस्था, सामाजिक संस्था तसेच वैयक्तिक सहभाग आवश्यक आहे. १६९ लक्ष्य साध्य करूनच आपण राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय स्तरावर चिरंतर विकास घडवून आणू शकतो.

### १.४ शब्दसूची :

- धारणक्षमता : एखाद्या संचाची/यंत्रणेची आधार देण्याची नैसर्गिक, अनुवंशिक क्षमता.
- न्हास : संस्थात्मक आणि गुणात्मक दृष्टीने घट
- मानववंश शास्त्रीय : मानव निर्मिती, मानवी परिणाम
- जीवनाला आधार देणारी यंत्रणा : नैसर्गिक यंत्रणा, जीवनातील सहसंबंधासाठी, पाणी, हवा, मृदा इ. अतिआवश्यक आहेत.
- पर्यावरणपुरक : परिस्थितीकियशास्त्र किंवा पर्यावरणपूरक क्रिया
- सर्वसमावेशक : एका छत्राखाली सर्व एकत्रितपणे.
- परस्परसंबंधीत : एक किंवा अधिक विषय एकमेकावर अवलंबून.
- जागृती : जाणीवता

## १.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न व उत्तरे :

- प्रश्न १. जागतिक पर्यावरण दिन कोणत्या दिवशी साजरा केला जातो?
२. पर्यावरण म्हणजे काय?
  ३. पर्यावरण अभ्यासाचे महत्त्व स्पष्ट करा.

- उत्तरे १. जागतिक पर्यावरण दिन ५ जून या दिवशी साजरा केला जातो.
२. पर्यावरण (Environment) ही संज्ञा फ्रेंच भाषेतील Environ या शब्दापासून प्रचलित झाली असून त्याचा अर्थ सभोवताली असणे असा होतो. सजीवांनी अनुभवलेल्या भौतिक, रासायनिक व जैविक परिस्थितीची गोळाबेरीज म्हणजे 'पर्यावरण' होय.
  ३. पर्यावरणीय अडथळे आणि त्यांचे परिणाम कमी करण्यासाठी समाजाकडून केले जाणारे बदल यांच्याशी 'पर्यावरण अभ्यास' हा विषय संबंधित आहे. यामध्ये जैवविविधता, ऊर्जेचे पारंपारिक व अपारंपारिक स्रोत, विविध परिसंस्था, निसर्ग संरक्षण, पर्यावरणविषयक विविध सामाजिक समस्या, प्रदूषण, इ. विषयांचा व त्याच्या उपाययोजनांचा अभ्यास केला जातो. त्यामुळे मानवी विकास आणि अस्तित्वासाठी पर्यावरण अभ्यास अत्यंत महत्त्वाचा आहे.

## १.६ सारांश :

पर्यावरणीय न्हासासारख्या सर्वात मोठ्या आव्हानाला सध्याच्या समाजाला तोंड द्यावे लागत आहे. या समस्येचे प्रमुख कारण मानवनिर्मित आहे, म्हणूनच पर्यावरणीय सुधारणेच्या उपाययोजनेसाठी आणि न्हासांमुळे होणाऱ्या परिणामाविषयी जागृती करून लोकांचे प्रबोधन करण्याची गरज आहे.

आपल्या सर्वांचे अस्तित्व हे चांगली पर्यावरणीय स्थिती आणि जीवनाला आधार देणारी यंत्रणा यावर अवलंबून आहे. यासाठी सर्वांना प्रामुख्याने लोकांना नैसर्गिक घटकांची संरचना, कार्य आणि प्रक्रिया याविषयी तसेच सर्वांची रोजच्या जीवनामधील भूमिका याची जाणीव करून देणे.

पर्यावरण अभ्यास हा गुंतागुंतीचा आणि बहुविध स्वरूप असणारा विषय आहे. हे सर्व वेगवेगळ्या शाखांच्या विद्यार्थ्यांनी जाणून घेणे आवश्यक आहे. पर्यावरणीय न्हास ही समस्या प्रामुख्याने नैसर्गिक संसाधनाचा अतिवापर आणि चुकीच्या समजूती यांच्यावर आधारीत असलेल्या प्रगतीच्या क्रिया यांच्या वाईट परिणामांचा प्रभाव आहे. त्यामुळे अशा परिस्थितीमुळे निर्माण होणाऱ्या स्थितीला तोंड देण्यासाठी एक वेगळाच प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. तो केवळ निव्वळ प्रतिक्रियांच्या स्वरूपातील नसून तो प्रयत्न पूर्वक्रिया

किंवा त्यास्वरूपातील असावा.

सध्याच्या वेगाने बदलणाऱ्या अपर्यावरणपूरक आणि अशाश्वत जीवनशैली जी चुकीच्या प्रगतीच्या प्राधान्यावर आधारित असल्यामुळे पर्यावरण जागृतीची तातडीने गरज आहे. ही प्रक्रिया जागतिक संसाधनांच्या धारणक्षमतेच्या पलिकडची आहे. या सर्व पर्यावरणीय समस्येला मानवच जबाबदार आहे, त्यामुळे तो एकटाच यासाठी उपाय शोधू शकतो.

### १.७ दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. पर्यावरण अभ्यासाची संकल्पना स्पष्ट करा?
२. पर्यावरण अभ्यासाविषयीच्या संकल्पना आणि त्याचा पर्यावरण संरक्षणातील भूमिका यांवर निबंध लिहा?
३. शाश्वत विकासाची संकल्पना स्पष्ट करा व त्याची ध्येये लिहा.

### १.८ लघुत्तरी प्रश्न

टीपा लिहा

१. पर्यावरण अभ्यासाचे बहुविद्याशाखीय स्वरूप
२. पर्यावरण अभ्यासाचे महत्त्व
३. शाश्वत विकास संकल्पना
४. पर्यावरण अभ्यासाची व्याप्ती

### १.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१. अगरवाल के. सी., इनव्हायरनमेंटल बायोलॉजी, निधी पब्लिकेशन्स, बिकानेर.
२. कोरमोन्डी, कनसेप्ट्स ऑफ इकॉलॉजी, प्रिंटेस हॉल ऑफ इंडिया प्रा. लि., नवी दिल्ली.
३. शर्मा पी. डी., एनव्हायरनमेंटल बायोलॉजी, रस्तोगी पब्लिकाशन्स, मीरत.

□□□

घटक - १ पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन

## ब) परिस्थितीकी

- 
- 
- २.१ उद्दिष्टे
- २.२ प्रास्ताविक
- २.३ विषय विवेचन
- २.२.१ परिस्थितीकीची संकल्पना
- २.२.२ परिसंस्थेमधील उर्जेचे वहन
- २.२.३ अन्न साखळी, अन्न जाळी आणि परिस्थितीकीय मनोरे
- २.२.४ परिस्थितीकीय उन्नत बदल / परिस्थितीकीय बदल
- २.२.५ जगातील प्रमुख परिसंस्था,
- २.२.६ परिसंस्थेचा ज्हास आणि त्याचे पर्यावरणावरील परिणाम
- २.४ सारांश
- २.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे
- २.६ उपक्रम
- २.७ दिर्घोत्तरी प्रश्न
- २.८ लघुत्तरी प्रश्न
- २.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

### २.१ उद्दिष्टे :

१. परिस्थितीकीची संकल्पना समजून घेणे.
२. परिसंस्थेची रचना आणि कार्ये समजून घेणे.
३. परिसंस्थेमधील उर्जेचे वहन कसे होते ते समजून घेणे.
४. परिस्थितीकीय उन्नत बदल कसे होतात ते समजून घेणे.
५. अन्न साखळी व अन्न जाळ्यांबद्दल माहिती समजून घेणे.
६. परिस्थितीकीमधील उर्जेच्या पातळ्या व परिस्थितीकीय मनोरे समजून घेणे.

७. जगातील प्रमुख परिसंस्थेबद्दल माहिती घेवून त्यांची रचना व कार्ये समजून घेणे.

८. परिसंस्थेचा न्हास कसा होतो व त्याचे परिणाम समजून घेणे.

## २.२ प्रास्ताविक

सजीव आणि निर्जीव घटकांच्या परस्परसंबंधाच्या अभ्यासास परिस्थितीकी शास्त्र असे म्हणतात. सजीव आणि त्यांच्या भोवतालचे निर्जीव पर्यावरण हे एकमेकांशी परस्परसंबंधी क्रिया करत असते. 'परिस्थितीकी' ही संज्ञा ब्रिटिश परिस्थितीकी तज्ज्ञ ए. जी. टॅन्सले यांनी मांडली. "पर्यावरणातील सजीव आणि निर्जीव यांच्या एकत्रिकरणामुळे उदयास येणारी प्रणाली अथवा व्यवस्था" म्हणजे परिस्थितीकी अशी व्याख्या करण्यात आली. परिस्थितीकी ही संज्ञा दोन शब्दांपासून तयार झाली आहे. 'इको' म्हणजे 'पर्यावरण' व 'सिस्टीम' म्हणजे प्रणाली.

## २.३ विषय विवेचन

### २.२.१ परिस्थितीकीची संकल्पना

परिस्थितीकीची संकल्पना ही विस्तृत असून भौतिक पर्यावरणातील घटकांचा, सजीवांशी असणारा परस्परसंबंध आणि परस्परावलंबन यांची त्यातून कल्पना येते. परस्परसंबंध आणि परस्परावलंबन यांचा एकत्रित असा कार्य गट तयार होतो. हे कार्य घटक परिस्थितीकीचे अविभाज्य घटक आहेत. ते एकत्रितपणे कार्य करून परिस्थितीकीचा समतोल राखतात. सर्व परिस्थितीकीचे (जमिनीवरील, पाण्यातील किंवा समुद्रातील) एक ठळक वैशिष्ट्य म्हणजेच स्वयंपोषी व परपोषी यांच्यामधील परस्पर क्रिया होय. उदाहरणार्थ प्रकाश संश्लेषण ही क्रिया स्वयंपोषीमध्ये होते आणि या क्रियेमध्ये तयार होणारी ऊर्जा जैववस्तुमानात संचलित होते. ही जैववस्तुमानात संचयित केलेली ऊर्जा परपोषी (शाकाहारी) प्राण्याकडून वापरली जाते आणि ती द्वितीय जैववस्तुमानात संश्लेषित होऊन त्यापुढील अन्न साखळी मध्ये वापरली जाते. म्हणूनच स्वयंपोषी आणि परपोषीमधील परस्परसंबंध परिस्थितीकीला विशिष्ट रचना देण्यास कारणीभूत ठरतात.

परिस्थितीकीमधील अजैविक घटक जैविक घटकांचे नियंत्रण आणि व्यवस्थापन करतात आणि थोड्याफार प्रमाणात जैविक घटक अजैविक घटकांमध्ये महत्त्वाचा बदल घडवून आणतात.

सर्व साधारण तत्वानुसार, सजीव आणि निर्जीव हे परिस्थितीकीचे भाग परस्परांमध्ये कापडातील धाग्याप्रमाणे बांधलेले असतात त्यांना एकमेकांपासून वेगळे करणे शक्य नसते. उदाहरणार्थ, कार्बन, हायड्रोजन, नायट्रोजन, ऑक्सिजन, सल्फर आणि फॉस्फेट इत्यादी मूलद्रव्यांनी परिस्थितीकीचा अजैविक घटक बनलेला असतो. त्यापासून सजीवातील कर्बोदके, प्रथिने आणि स्निग्ध पदार्थ तयार झालेले असतात. परिस्थितीकीमधील जैविक आणि अजैविक घटकांतील परस्परसंबंध स्थिर ठेवण्यास त्यामुळे मदत होते. हवा, माती, पाणी या बरोबरच वनस्पती, प्राणी आणि सूक्ष्मजीव हे परिस्थितीकीमध्ये एक स्वयंपूर्ण गट तयार करतात. अशा सजीवांच्या समूहामध्ये ऊर्जेचे वहन होऊन पोषक द्रव्यांचे परिस्थितीकीमध्ये आदानप्रदान होत असते.

सजीवांना जगण्यासाठी पर्यावरणातील बदलणाऱ्या भौतिक आणि रासायनिक परिस्थितीशी जुळवून घ्यावे लागते. पृथ्वीवरील पहिल्या सजीवाची पाण्यामध्ये उत्क्रांती झाल्यापासून त्याने भौतिक व रासायनिक गुणधर्माशी जुळवून घेतल्यामुळे अनुकूल परिस्थितीकी निर्माण झाली असावी.

प्रत्येक सजीव आणि त्याचा समूह हा परिस्थितीकीचा एक भाग म्हणून कार्यरत असतो. सजीव निसर्गामध्ये एकटा न राहता इतर प्राणी आणि वनस्पतींच्या सहवासाने राहात असतो. प्राणी व वनस्पती याचे संघटन रचनात्मक असून त्यांच्या आधिवासात असणारी ऊर्जा आणि खनिजे यांचा वापर करत असतात. आकृती २.१ ही परिस्थितीकीमध्ये असणारे नातेसंबंध दर्शविते. अजैविक घटकापासून मिळणारी पोषकद्रव्ये आणि खनिजे यापासून जैववस्तुमान व रासायनिक ऊर्जा तयार करून ती साठविण्यात येते. ही साठविलेली रासायनिक ऊर्जा अन्नसाखळीद्वारे अनेक सजीवांना जोडलेली असते (अन्नसाखळी आणि अन्नजाळी). अन्नसाखळीद्वारे होणारे ऊर्जेचे वहन निसर्गामध्ये निश्चित अन्नपातळ्या, पोषणसंबंध रचना आणि भौतिक चक्रामध्ये होते. म्हणून परिस्थितीकी पर्यावरणातील अत्युच्च स्तरावरील परस्पर संबंध दर्शवतो.

परिस्थितीकी ही खुली प्रणाली असून तेथे सजीव आणि पर्यावरण यांचे परस्परसंबंध आपल्याला पाहावयास मिळतात. या खुल्या प्रणालीमध्ये ऊर्जा आणि पोषकद्रव्ये यांचा वापर केला जाऊन एकत्रित आणि समतोल रचना असलेली परिस्थितीकी निर्माण होते. अशा परिसंस्था पृथ्वीवरील सजीव समतोल राखण्यासाठी उपयुक्त असतात. पृथ्वीवर वेगवेगळ्या प्रकारच्या परिस्थितीकी आढळतात आणि त्यामध्ये दोन भिन्न परिस्थितीकी ह्या वेगळ्या सीमारेखांनी विभागलेल्या नसतात.

### परिसंस्थेची रचना आणि कार्ये

एका विशिष्ट जागेत कोणत्याही प्रकारच्या वनस्पती आणि प्राणी एकमेकांशी परस्पर कार्यरत असतात आणि त्यातूनच जैविक समूह निर्माण होत असतो. अशा समूहामध्ये वेगवेगळ्या प्रजाती एकमेकांबरोबर परस्पर संबंधित असतात आणि त्या जीवनस्थितीत सुधारणा घडवून आणतात. याच प्रकारच्या परस्पर संबंधात आणि परस्परावलंबन विकासातून परिस्थितीकीची निर्मिती होत असते. परिस्थितीकीचे चार घटक आहेत.

१) **अजैविक घटक :-** संस्थेतील, अधिवासातील किंवा एखाद्या जागेतील मूळ असेंद्रिय घटक उदा. कार्बन डॉय ऑक्साईड, पाणी, नत्र, कॅल्शियम, फॉस्फेट हे सर्व पदार्थ चक्रामध्ये सहभागी होतात, त्यांनाच अजैविक घटक असे म्हणतात. तर परिस्थितीकीमधील सेंद्रिय घटक म्हणजे प्रथिने, अमिनो आम्ले, कर्बोदक आणि स्निग्ध पदार्थ जे परिस्थितीकीमधील सजीव निर्माण करत असतात.

### २) जैविक घटक

१) **उत्पादक :** हिरव्या वनस्पती मुख्यतः स्वयंपोषी जीव स्वतःचे अन्न साध्या असेंद्रिय पदार्थापासून निर्माण करतात त्यांना उत्पादक असे म्हणतात. जैवरासायनिक, सूक्ष्मजीव, प्रकाशसंश्लेषक सूक्ष्मजीव, वेगवेगळ्या प्रकारचे शैवाल, गवत, झाडे, झुडपे या सर्वांचा परिस्थितीकी उत्पादनात महत्त्वाचा सहभाग असतो.

२) **भक्षक :** यांना परपोषी जीव म्हणतात. मुख्यतः जे प्राणी दुसऱ्या जीवांचे किंवा सेंद्रिय पदार्थांचे सेवन करतात. ते शाकाहारी किंवा मांसाहारी असतात. त्यांना भक्षक असेही म्हणतात.

३) **विघटक :** सूक्ष्मजीव आणि कवक यांच्यासारखे परपोषी जीव मृत पेशीद्रव्यांमधील गुंतागुंतीच्या पदार्थांचे विघटन करतात. त्यातील काहींचे शोषण करून उत्पादकीना उपयुक्त अशा साध्या पदार्थांमध्ये रूपांतर करत असतात, त्यांना विघटक किंवा सूक्ष्म भक्षक असेही म्हणतात.

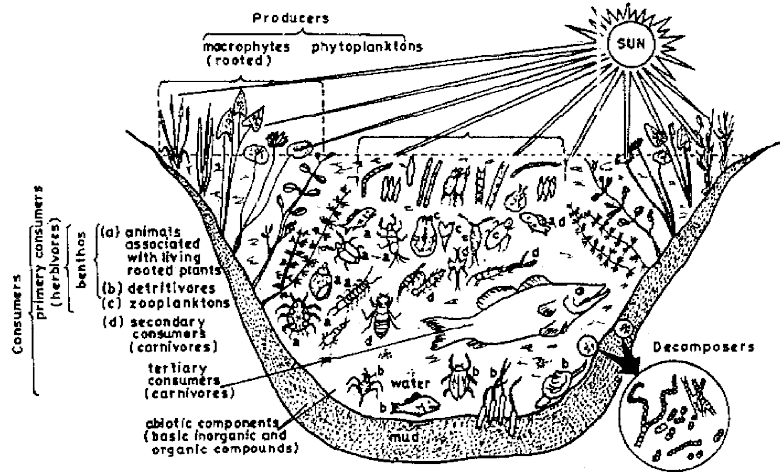
कार्यपद्धतीच्या दृष्टीने परिस्थितीकीमध्ये दोन प्रमुख घटक असतात.

अ) स्वयंपोषी :- स्वयंपोषी सौर ऊर्जा वापरून साध्या असेंद्रिय पदार्थांचे शर्करेत पदार्थांमध्ये रूपांतर करतात. यामध्ये प्रामुख्याने हिरव्या वनस्पती तसेच प्रकाश संश्लेषक सूक्ष्मजीव यांचा समावेश होतो. थोड्याफार प्रमाणात जैवरासायनिक सूक्ष्मजीव यांचाही सेंद्रिय घटक बांधणीमध्ये सहभाग असतो. या स्वयंपोषी विभागांतील सदस्यांना उत्पादक असे म्हणतात.

ब) परपोषी :- यामधील जीवांमध्ये वापर, पूर्वमांडणी आणि गुंतागुंतीच्या पदार्थांची विघटन करण्याची क्षमता असते. यामध्ये सहभागी असलेल्या जीवांना भक्षक म्हणतात. ते उत्पादकांनी तयार केलेल्या पदार्थांचे सेवन करतात.

तलाव एक परिसंस्थीतिकी/परिसंस्था :

परिस्थितीकी ही परिस्थितीकीशास्त्रामध्ये मूलभूत कार्याचे एकक आहे. त्यामध्ये जैविक समुदाय आणि अजैविक पर्यावरण या दोन्हींचाही समावेश होतो. प्रत्येकांचा इतर घटकांवर परिणाम होतो आणि दोन्हीही घटक पृथ्वीवरील जीवनांचा समतोल राखण्यासाठी आवश्यक असतात (आकृती २.१).



आकृती क्र. २.१ तलाव परिसंस्था

तलाव ही एक परिसंस्था आहे असे गृहीत धरा की केवळ पाणथळ वनस्पती आणि प्राणी यांची जागा नसून ते त्या तलावाला अस्तित्व प्रदान करतात. याचे चार भागामध्ये विभाजन केले जाते.

अ) अजैविक पदार्थ : यामध्ये पाणी, कार्बन डायऑक्साईड, प्राणवायु, कॅल्शियम, नायट्रोजन, फॉस्फरस, अमिनो आम्ले आणि ह्युमिक आम्ले यांचा समावेश होतो. यापैकी पोषक द्रव्यांचा काही भाग द्रावणामध्ये आढळतो आणि तो सजीवांना सहजासहजी उपलब्ध होतो. यातील बराच मोठा भाग हा

सूक्ष्म कणी पदार्थांच्या स्वरूपात साठविण्यात येतो.

- ब) **उत्पादक** : तलावातील उत्पादक दोन प्रकारचे असतात. (i) मुळे असणारी किंवा शक्यतो उथळ पाण्यामध्ये वाढणाऱ्या, तरंगणाऱ्या मोठ्या वनस्पती. (ii) लहान तरंगणारे शैवाल - यांना वनस्पती प्लवक म्हणतात. प्रकाश जिथपर्यंत पोहोचतो तिथेपर्यंत हे पसरलेले आढळतात. वनस्पती प्लवकांची संख्या जास्त असल्यास पाण्याला हिरवा रंग येतो. हे परिसंस्थेमध्ये मूलभूत अन्न तयार करण्यास महत्त्वाचे असतात.
- क) **भक्षक** : प्राणी उदा. कीटक, अळी, कवचवर्णीय किंवा मासे प्रत्यक्षपणे पाण्यातील वनस्पती किंवा त्यांचे अवशेष खातात. त्यांना प्राथमिक भक्षक म्हणतात. तर मांसाहारी उदा. मांसाहारी मासा प्राथमिक भक्षक खाऊन उदरनिर्वाह करतो. त्यांना द्वितीय भक्षक म्हणतात.
- ड) **विघटक** : पाण्यातील सूक्ष्मजीव आणि कवक हे संपूर्ण तलावभर पसरलेले दिसतात. जेव्हा तापमान स्थिती अनुकूल असते अशावेळी ते मृत सजीव आणि पदार्थ यांचे विघटन करून उपयोगी पदार्थांचे उत्सर्जन पुनर्वापरासाठी करत असतात.

संपूर्ण तलावाची दोन स्तरांमध्ये विभागणी केली जाऊ शकते. त्यापैकी वरचा 'उत्पादक विभाग' आणि खालचा 'विघटन-पोषण-मूल्य पुनर्उत्पादन विभाग' सेंद्रिय पदार्थांचे तलावाच्या खालच्या भागामध्ये ग्रहण आणि विघटन केले जाते. अशा प्रकारे तलाव ही एक संतुलित परिसंस्था आहे.

### २.२.२ परिसंस्थेमधील ऊर्जेचे वहन

सर्व वनस्पतीच्या जीवन प्रक्रियेसाठी लागणारी ऊर्जा ही सूर्यापासून मिळविण्यात येते. एकूण सूर्य किरणांपैकी सुमारे १/५० दशलक्षांश भाग एवढी किरणे पृथ्वीच्या वातावरणापर्यंत पोहोचतात. सूर्याचे किरण अवकाशातून तरंगांच्या स्वरूपात प्रवास करतात. त्याची तरंगलांबी ०.०३ ते काही कि.मी. पर्यंत असते. ३०० मिमी ते १० मी. या दरम्यान असलेली बहुतांश किरणे अवकाशात लुप्त होतात व १ सें.मी.पेक्षा जास्त असलेले पृथ्वीच्या बाहेरच्या वातावरणात प्रवेश करतात (ज्यांचे अक्षवृत्त साधारणपणे १८ मैल किंवा २८ कि.मी. असते). पृथ्वीच्या पृष्ठभागापर्यंत पोहोचणाऱ्या ऊर्जेमध्ये मोठ्या प्रमाणात दृश्य प्रकाश आणि अदृश्य प्रकाश घटक असतात. मोकळ्या वातावरणात पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचणारी ऊर्जेची किरणे ही १० टक्के अतिनील किरण, ४५ टक्के दृश्य आणि ४५ टक्के अदृश्य अशी असतात. वनस्पती मुख्यत्वे निळ्या आणि लाल रंगाच्या प्रकाशाचे शोषण करतात (४००-५०० मि.मी. आणि ६००-७०० मि.मी.).

परिस्थितीकीय ऊर्जाशास्त्रामध्ये आपण खालील गोष्टी अभ्यासतो १. परिसंस्थेमध्ये पोहोचणाऱ्या सौर ऊर्जेचे परिणाम २. हिरव्या वनस्पतींकडून प्रकाशसंश्लेषणासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण ३. उत्पादकांपासून ते भक्षकांपर्यंत होणाऱ्या ऊर्जा वहनाचे परिणाम आणि मार्ग.

पृथ्वीच्या वातावरणापर्यंत पोहोचणाऱ्यापैकी सुमारे ३४ टक्के सौर ऊर्जा वातावरणात पुन्हा परावर्तित होत असते. १० टक्के ओझोन थर, बाष्प आणि वातावरणातील इतर वायूमध्ये घेतली जाते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचणाऱ्या उर्वरित ५६ टक्के ऊर्जेपैकी १ ते ५ टक्के हिरव्या वनस्पतींकडून प्रकाशसंश्लेषणासाठी वापरली जाते आणि उर्वरित उष्णता म्हणून पाण्यात किंवा जमिनीवरील झाडाझुडपामध्ये शोषली जाते. असे असले तरी

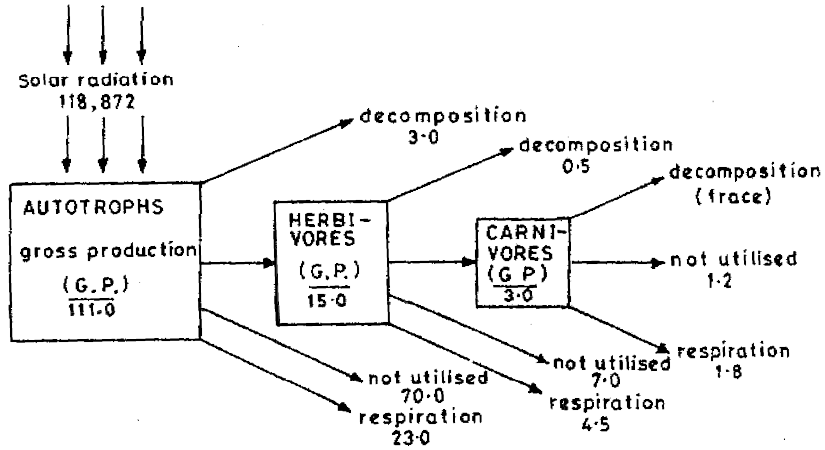
वातावरणात पोहोचणाऱ्या फक्त ०.०२ टक्के सौर प्रकाश प्रकाशसंश्लेषणासाठी वापरला जातो. तरीही यालहानशा भागावर परिसंस्थेतील सर्व सजीव अवलंबून आहेत.

परिसंस्थेतील ऊर्जेची वागणूक यालाच एकाच दिशेने होणारे ऊर्जेचे वहन असेही म्हणतात. परिस्थितीकी समजून घेण्यासाठी ऊर्जाशास्त्राच्या दृष्टीकोनातून विचार करणे महत्वाचे आहे. १. उत्पादकांची सौरऊर्जा शोषणाची आणि रूपांतरणाची असणारी कार्यक्षमता २. रूपांतरित केलेली रासायनिक ऊर्जा भक्षकांकडून वापरण्यात येते. ३. अन्नाच्या स्वरूपात मिळणारी एकूण ऊर्जा आणि त्याची पचविण्याची कार्यक्षमता ४. श्वसन, उष्णता, उत्सर्जन इ. द्वारे होणारे नुकसान ५. एकूण उत्पादन.

**एकेरी मार्गाने होणाऱ्या ऊर्जा प्रवाहाची प्रतिकृती :**

अन्नसाखळीतील तत्त्व आणि ऊर्जा वहन दाखवलेल्या आकृती २.२ वरून चांगल्या पद्धतीने स्पष्ट होते.

आकृती ३.२ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, एकूण येणाऱ्या सौर किरणापैकी ११८,८७२ gcal/cm<sup>2</sup>/yr वापरली जात नाहीत आणि स्वयंपोषीच्या एकूण उत्पादनापैकी (निव्वळ उत्पादन अधिक श्वसन) १११ gcal/cm<sup>2</sup>/yr एवढी एकूण ऊर्जा वापरली जाते ती सौर किरणांच्या ०.११ टक्के असते. यातील २१ टक्के ऊर्जा किंवा २३ gcal/cm<sup>2</sup>/yr इतकी ऊर्जा स्वयंपोषी आपल्या वाढीसाठी, सुधारणेसाठी, पुनरुत्पादनासाठी आणि चयापचय क्रियेसाठीही वापरतात. त्यापुढेही १५ gcal/cm<sup>2</sup>/yr, एवढी ऊर्जा स्वयंपोषीवर जगणारे शाकाहारी प्राणी वापरतात व ती स्वयंपोषीच्या निव्वळ उत्पादनाच्या १७ टक्के इतकी असते. निव्वळ उत्पादनामध्ये

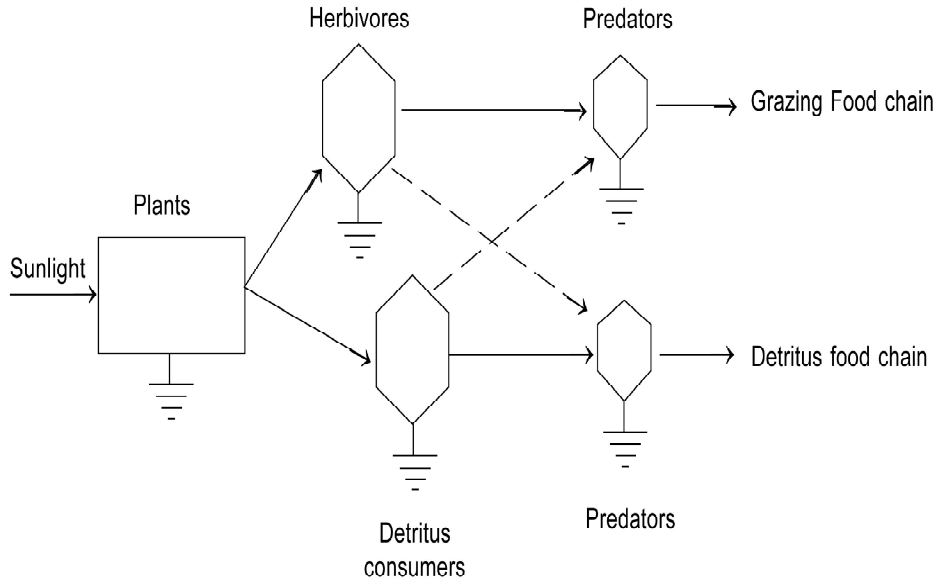


**आकृती क्र. २.२ परिसंस्थेतील उर्जा वहन**

विघटनाचा ३.४ टक्के gcal/cm<sup>2</sup>/yr सहभाग आहे, वनस्पतीच्या घटकात निव्वळ उत्पादनापैकी ७० gcal/cm<sup>2</sup>/yr आणि ७९.५ टक्के राहिलेली ही ऊर्जा कोठेही वापरली जात नाही. परंतु ती संचयित गाळाचा एक भाग बनते. साहाजिकच, त्यानंतर शाकाहारीना उपलब्ध असणारी ऊर्जा ही ग्रहण केलेल्या ऊर्जेपेक्षा अधिक असते.

तरीसुद्धा वरच्या तीन कार्यातील एकत्रित (विघटन शाकाहारी आणि न वापरलेली) ऊर्जा ही निव्वळ उत्पादनासारखीच असते. एकूण ऊर्जेपैकी शाकाहारी स्तरामध्ये सामील असलेली म्हणजेच  $15 \text{ gcal/cm}^2/\text{yr}$   $30$  टक्के किंवा  $4.5 \text{ gcal/cm}^2/\text{yr}$  ऊर्जा चयापचय क्रियेसाठी वापरली जाते. तथापि स्वयंपोषीच्या तुलनेने, शाकाहारींच्या श्वसनाद्वारे जास्त ऊर्जा नाश पावते. पुन्हा तेथे मांसाहारीना जास्त ऊर्जा उपलब्ध होते  $10.5 \text{ gcal/cm}^2/\text{yr}$  किंवा  $70$  टक्के जी पूर्णतः वापरली जात नाही. खरे तर, मांसाहारीकडे निव्वळ उत्पादनापैकी फक्त  $3.0 \text{ gcal/cm}^2/\text{yr}$  किंवा  $28.6$  टक्के एवढीच ऊर्जा पाठविली जाते. संसाधनाचा जास्त कार्यक्षम वापर हा त्याच्यापेक्षा स्वयंपोषी, शाकाहारी बदली स्तरामध्ये आढळतो. शाकाहारी स्तरामध्ये, अंतःग्रहण केलेल्या ऊर्जेपैकी केवळ  $60$  टक्के ऊर्जा चयापचय कार्यासाठी ग्रहण केली जाते आणि राहिलेली न वापरलेल्या संचयित गाळाचा एक भाग बनते आणि फक्त शुद्धक प्रमाणात विघटनासाठी वर्षाला वापरली जाते. श्वसनाद्वारे जास्त नाश पावणारी  $30$  टक्के शाकाहारी आणि  $21$  टक्के स्वयंपोषी ऊर्जा यांच्यातील तुलना या परिस्थितीमध्ये केली जाते.

सोबतच्या ऊर्जा वहनाच्या २.३ आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे दोन गोष्टी स्पष्ट होतात. पहिली ऊर्जा स्थलांतरातील एकमार्गी वहन स्वयंपोषीनी एकदा मिळवलेल्या ऊर्जेचे सौर ऊर्जेत परत रूपांतर करता येत नाही, त्यानंतर शाकाहारीकडे गेलेली ऊर्जा परत स्वयंपोषीमध्ये जाऊ शकत नाही जसे की ती वेगवेगळ्या



आकृती २.३ Y- आकाराचा उर्जा वहनाचा नमुना

ऊर्जाविनिमय स्तरामध्ये स्थलांतरित झाल्यानंतर पुन्हा परत पाठीमागच्या स्तरांना उपलब्ध होत नाही. म्हणूनच प्राथमिक स्रोत जो सूर्य त्यापासून ऊर्जा न मिळाल्यास त्यांचे एकमार्गी वहन असल्या कारणाने प्रणाली ढासळू शकते तसेच प्रत्येक ऊर्जाविनिमय स्तरामध्ये ऊर्जास्तरात सातत्याने कमी झाल्याचे आढळून येते. ही घट चयापचयाच्या क्रियातील उष्णतेच्या स्वरूपातील ऊर्जा असून ती श्वसन आणि न वापरलेली ऊर्जा या स्वरूपात मोजली जाते.

#### Y- आकाराचा ऊर्जा वहनाचा नमुना

आकृती २.३ मध्ये एच. टी. ओडमने १९५६ मध्ये, प्रकाशित केलेला ऊर्जावहनाचा नमुना दाखविण्यात आला होता. यामध्ये सामाईक सीमा आणखीन जादा प्रकाश आणि उष्णतावहन, आयात, निर्यात आणि सेंद्रिय पदार्थांची साठवण यांचाही समावेश केला आहे. विघटकांना एका वेगळ्या खोक्यात ठेवणे म्हणजेच कुरण आणि मृतोपजीवी अन्नसाखळी याचे थोड्याफार प्रमाणात वेगळी केली जाणे. विघटकांचा ऊर्जा स्तरांच्या मिश्र गटात सहभाग होतो.

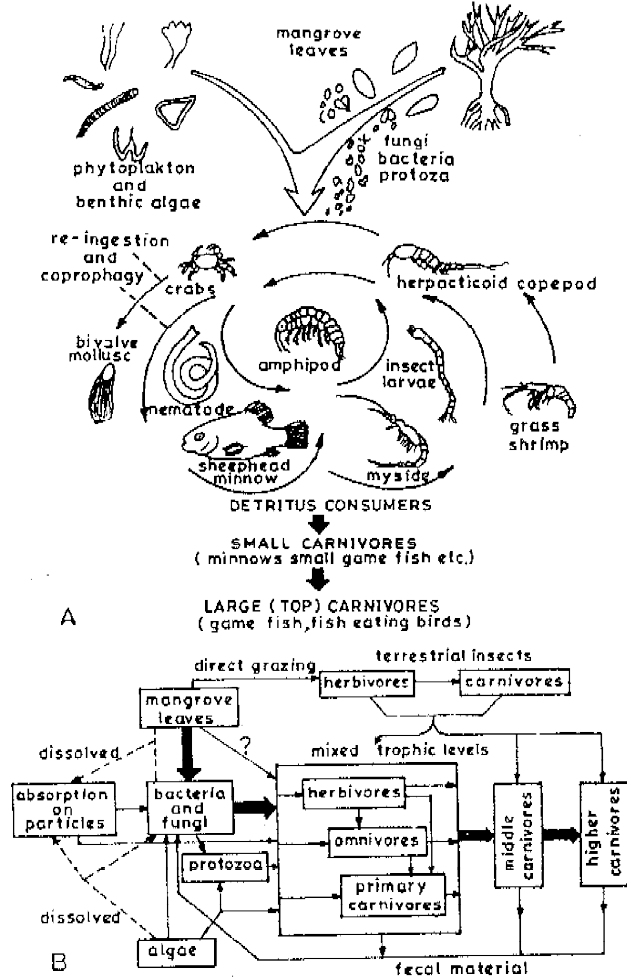
#### २.२.३ अन्नसाखळी, अन्नजाळी आणि परिस्थितिकीय मनोरे

##### अन्नसाखळी

उत्पादकांनी तयार केलेल्या अन्न उर्जेच्या विविधस्तरीय संक्रमणास अन्नसाखळी म्हणतात. सूर्यापासून उत्सर्जित झालेली ऊर्जा, उत्पादक प्रकाशसंश्लेषण क्रियेमध्ये वापरतात व त्यांचे रूपांतर रासायनिक उर्जेच्या स्वरूपात करतात. म्हणूनच कोणत्याही अन्नसाखळीमध्ये हिरव्या वनस्पती पहिल्या ऊर्जाविनिमय स्तरामध्ये आढळतात आणि त्यांनाच प्राथमिक भक्षक किंवा तृणभक्षक असे म्हणतात. याच तृणभक्षक प्राण्यांचे परत मांसाहारी प्राणी भक्षण करतात. ते तृतीय ऊर्जा विनिमय स्तराच्या द्वितीय भक्षक स्तरामध्ये आढळतात. त्यांना द्वितीय भक्षक (मांसाहारी) असे म्हणतात. काही मांसाहारी पुन्हा मांसाहारी प्राण्याकडून भक्षण केले जातात. ते तृतीय भक्षक स्तरांत असल्याने त्यांना तृतीय भक्षक म्हणतात. काही सजीव हे मिश्र भक्षक असतात ते अन्नसाखळीतील त्यांच्या खालच्या स्तरामधील उत्पादक तसेच मांसाहारी यांचे भक्षण करत असतात. असे सजीव अन्नसाखळीमध्ये एकापेक्षा जास्त ऊर्जा विनिमय स्तर व्यापतात.

परिस्थितिकीतील सर्व सजीवांचे वर्गीकरण त्यांच्या कार्याच्या आधारे केले असून ते त्यांच्या प्रजातीचे नाही. प्रजाती या शास्त्रीय वर्गीकरणाच्या दृष्टिकोनातून एकमेकांपासून वेगळ्या असल्या तरी त्या सर्व त्यांच्या अन्नसाखळीतील एकसारख्या कार्यामुळे ऊर्जा विनिमय स्तरामध्ये समान जागा व्यापतात. ट्रायफा, निमफेरा, व्हॉल्व्हॅक्स, नॉसटॉक, प्रकाशसंश्लेषक जिवानू हे जरी शास्त्रीय वर्गीकरणात खूपच वेगळे असले तरी हे सर्व एकाच ऊर्जाविनिमय स्तरामध्ये वर्ग केले जातात. उत्पादक स्तरामध्ये सर्व सजीवांचे कार्य सारखेच असते. ते सौरऊर्जेचे रूपांतर रासायनिक उर्जेत करतात. कोणत्याही अन्नसाखळीमध्ये, ऊर्जेचे वहन प्राथमिक उत्पादकापासून ते प्राथमिक भक्षक, प्राथमिक भक्षकापासून द्वितीय भक्षकापर्यंत आणि द्वितीय भक्षकापासून तृतीय भक्षक आणि या पुढे होत असते. या ग्रहण साखळीस 'अन्न साखळी' म्हणतात. गवताळ परिसंस्थेतील अन्नसाखळीची सुरुवात गवत अणि झुडपे यापासून पुढे नाकतोडे, बेडूक, साप, ससाणा अशा क्रमांची मांडणी त्यांच्या अन्न पद्धतीवर असते. तसेच तलावात अनुक्रमाची सुरुवात वनस्पती प्लवक, प्राणी प्लवक तसेच पुढे लहान मासे, मोठे मासे, पक्षी, मोठे प्राणी अशी असते.

निसर्गामध्ये साधारणतः अन्नसाखळीचे दोन प्रकार दिसून येतात



आकृती २.५ : खारफुटी वनस्पतीच्या पानांवर आधारीत विघटक अन्नसाखळी

### १) चराऊ अन्न साखळी (Grazing food chain)

वनस्पतींनी तयार केलेल्या अन्न ऊर्जेच्या विविधस्तरीय संक्रमणास कुरण अन्नसाखळी म्हणतात. परिस्थितिकीमधील अशा प्रकारची अन्नसाखळी ही सौर किरणावर अवलंबून असते. अशा प्रकारची साखळी ही स्वयंपोषितांनी ग्रहण केलेली ऊर्जा आणि शाकाहारीकडे हस्तगत केलेल्या उर्जांच्या संक्रमणावर अवलंबून असते. निसर्गात जास्तीत जास्त परिस्थितिकीमध्ये अशा प्रकारच्या अन्नसाखळ्या आढळतात. ऊर्जेच्या

बिंदूपासून ही साखळी अतिशय महत्त्वाची असते. वनस्पती प्लवके-प्राणी प्लवके-लहान मासे-मोठे मासे किंवा गवत - ससा - लांडगा अनुक्रम ही कुरण अन्नसाखळीची उदाहरणे होत.

## २) मृतोपजीवी अन्नसाखळी (Detritus food chain)

अशा प्रकारच्या अन्न साखळी सेंद्रिय पदार्थापासून ते सूक्ष्मजीव आणि नंतर विघटक आणि त्याचे भक्षक या अनुक्रमाने ऊर्जेचे संक्रमण करत असते. अशा परिसंस्था सौर ऊर्जेवर फारच कमी प्रमाणात अवलंबून असतात. ही अन्न साखळी दुसऱ्या अन्नसाखळ्यांमध्ये तयार झालेल्या सेंद्रिय पदार्थावर प्रामुख्याने अवलंबून असते. उदा. समशीतोष्ण वनामधील ढिगाऱ्यामध्ये विघटन चालू ठेवण्यासाठी अशा अन्नसाखळीचा उपयोग होतो.

आकृती २.५ (अ) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, सडलेल्या पानांचे तुकडे विघटन क्रिया करणारे बुरशी, जीवाणु, आदिजीव इ. आणि वसाहत करणारे प्रामुख्याने वनस्पती प्लवके आणि तळातील शैवाल खातात आणि ठराविक समुहाचे लहान प्राणी ते पुन्हा खात असतात. त्यामध्ये खेकडे, कोपेपॉड, किटक अळी, गवत, मायसिड्स, निमॅटोड्स, ऑम्फिपोड्स, मृदुकाय प्राणी इत्यादी मृतोपजीवी भक्षकांचा समावेश होतो. मृतोपजीवीमध्ये फक्त ठराविक प्रजातींचाच समावेश होतो व त्यांची संख्या जास्त असते, ते मोठ्या प्रमाणावर मृत कुजलेल्या वनस्पती ग्रहण करतात. या प्राण्यांना लहान मासे खातात नंतर प्रमुख अन्न म्हणून मोठे मासे त्यांना खातात आणि नंतर पक्षी त्यांना खातात. अन्नसाखळीत विशेष सहभाग असलेल्या आर्थिकदृष्ट्या कमी महत्त्वाच्या खाजण वनस्पती सर्वसामान्यपणे तेथील मासेमारीला उपयुक्त ठरतात की जो त्या प्रदेशातील महत्त्वाचा आर्थिक व्यवसाय आहे. या प्रमाणेच सागरी गवत, खाऱ्या दलदली प्रदेशातील गवत अशा प्रकारच्या वनस्पतीचे मृतोपजीव अनेक खाडी प्रदेशातील मासेमारीला उपयुक्त ठरतात. अशाप्रकारे मृतोपजीवी अन्नसाखळीचा शेवट हा कुरण अन्नसाखळी प्रमाणेच होतो, परंतु दोन साखळ्यांची सुरुवात वेगळी आहे. आकृती ३.५ (ब) मधील मृतोपजीवी साखळीमध्ये दाखविल्याप्रमाणे मृतोपजीवी भक्षक हे चरणान्या शाकाहारी प्राण्यांच्या तुलनेने ऊर्जाविनिमय स्तरामधील मिश्र गट असतात. त्यामध्ये शाकाहारी, मिश्रहारी आणि प्राथमिक भक्षक यांचा समावेश होतो.

या गटामध्ये, मृतोपजीवी प्राणी काही ऊर्जा प्रत्यक्षपणे वनस्पती पदार्थापासून नंतर दुसऱ्या प्रामुख्याने सूक्ष्मजीवाणुपासून आणि काही तिसऱ्या स्तरातील मांसाहारी प्राण्यापासून मिळवितात. उदा. आदिजीव किंवा इतर लहान अपृष्ठवंशीय की जे जीवाणूवर जगतात ज्यांनी वनस्पती पदार्थ विघटित केलेले असतात.

काही नैसर्गिक परिस्थितीमध्ये, प्रणाली ही नेहमीच स्वयंपूर्ण असते. मृतोपजीवी प्रकारची अन्नसाखळी (विघटक) ही दुसऱ्या परिस्थितिकीचा उपघटक असते. वर उल्लेखलेल्या निसर्गातील दोन प्रकारच्या अन्नसाखळ्या या एकाच परिसंस्थेशी निगडित असतात.

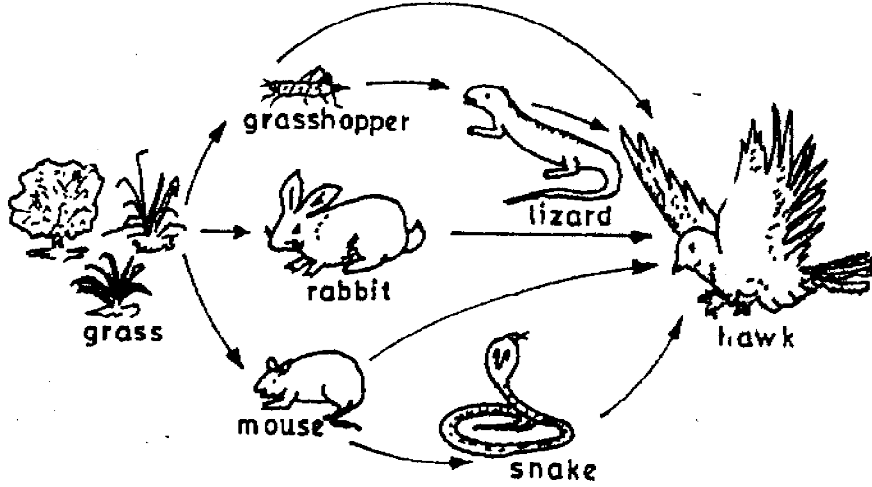
## अन्नजाळी

नैसर्गिक परिस्थितीमध्ये, अन्नसाखळ्या एकत्रित व क्रमशः आढळत नाहीत. परंतु त्या एकमेकांशी संबंधित असतात व परस्परसंबंधी अनुबंध तयार करतात यालाच 'अन्नजाळी' असे म्हणतात. निसर्गात अन्नसाखळ्या एकसंघ मांडणीत क्वचितच आढळतात आणि तरीही वेगवेगळ्या प्रकारचे जीव, वेगवेगळ्या

ऊर्जा विनिमय स्तरामध्ये एकमेकांशी संबंधित राहतात. उदाहरणार्थ, गवताळ प्रदेशातील कुरण अन्नसाखळीत सश्यांच्या अनुपस्थितीत, उंदीरसुद्धा गवत खातात. नंतर उंदीर प्रत्यक्षपणे बहिरी ससाण्याकडून किंवा सापाकडून भक्षण केले जातात. त्यानंतर बहिरी ससाणा सापांना खातो अशातऱ्हेने, निसर्गात बरेच पर्याय आढळतात. ते एकमेकांशी काही परस्परसंबंधी अनुबंध तयार करतात त्यालाच अन्नजाळी म्हणतात. गवताळ परिसंस्थेतील अन्नजाळ्यात पाच प्रकारच्या अन्नसाखळ्या एकत्र गुंफल्या गेलेल्या असतात. त्या अनुक्रमे पुढीलप्रमाणे.

१. गवत → नाकतोड → बहिरी ससाणा
२. गवत → नाकतोड → सरडा → बहिरी ससाणा
३. गवत → ससा → बहिरी ससाणा
४. गवत → उंदीर → बहिरी ससाणा
५. गवत → उंदीर → साप → बहिरी ससाणा

याशिवाय आकृती २.६ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे गवताळ परिसंस्थेत काही द्वितीय स्तरांवरील भक्षक असतात उदा. गिधाड, कोल्हा, मानव आणि म्हणूनच आकृतीमध्ये दाखविल्याप्रमाणे, अन्नजाळे अधिक गुंतागुंतीचे होते.



आकृती २.६ : गवताळ परिसंस्थेतील अन्नजाळी

तथापि या वेगवेगळ्या पाच अन्नसाखळ्या वेगवेगळ्या ठिकाणी परस्परांशी निगडीत असल्यामुळेच अन्नजाळ्यांची निर्मिती होते. अन्नजाळ्यांमध्ये दोन साखळ्या कशारीतीने जोडलेल्या आहेत हे तूटक बाणांवरून सूचित होते. त्यांच्या खाण्याच्या सवयींवरून अन्नजाळ्यांमध्ये अंदाजे शंभर प्रजाती परस्परांशी निगडीत असतात.

निसर्गातील परिसंस्थेचा समतोल राखण्यासाठी अन्नजाळ्या अतिशय महत्त्वाच्या असतात. उदाहरणार्थ सशांची संख्या कमी झाली, तर नैसर्गिकपणे आपोआपच पर्यायी शाकाहारी प्राण्यांच्या संख्येत वाढ होते. त्यामुळे ससा हे अन्न असणाऱ्या मांसभक्षकांची संख्यादेखील कमी होते. त्यामुळेच परिस्थितीकीचा समतोल राखण्यासाठी पर्यायी प्राणी जगत असतात. अशापद्धतीने परिस्थितीकीचे संतुलन हे सर्व प्रणालीतील सजीवांच्या जगण्यासाठी आवश्यक असते. समजा, निसर्गातील प्राथमिक भक्षक नाहीसे झाले तर, उत्पादक त्यांच्यातील गर्दीमुळे व परस्परांतील स्पर्धेमुळे नाश पावतात. अशाप्रकारे प्राथमिक भक्षकांचे जीवन हे द्वितीय भक्षकांशी (मांसभक्षक) निगडीत असते. म्हणूनच कोणत्याही परिसंस्थेमधील प्रत्येक प्रजाती ही काही प्रमाणात निसर्गतःच प्रमाणित राखली जाते त्यामुळेच प्रणाली संतुलित राखण्यासाठी मदत होते.

कोणत्याही अन्नजाळ्यातील गुंतागुंत ही त्या प्रणालीतील जैव विविधतेवर अवलंबून असते. ती मुख्यत्वेकरून दोन मुद्यांवर अवलंबून असते. १) अन्नसाखळीची लांबी - जिवांमधील विविधता ही त्यांच्या अन्नाच्या सवयीवर आधारित असते, त्यावरूनच अन्नसाखळ्यांची लांबी जास्त असते. २) साखळीमध्ये पर्यायी भक्षक वेगवेगळ्या ठिकाणी असतात. अनेक पर्याय असलेल्या ठिकाणी अनेक दुव्यांनी एकमेकांना जोडणारे पर्याय असतात. उदा. खोल महासागर, समुद्र इत्यादी ठिकाणी आपल्याला विविध जीव आढळतात, तेथे अन्नजाळे अधिक गुंतागुंतीचे असते.

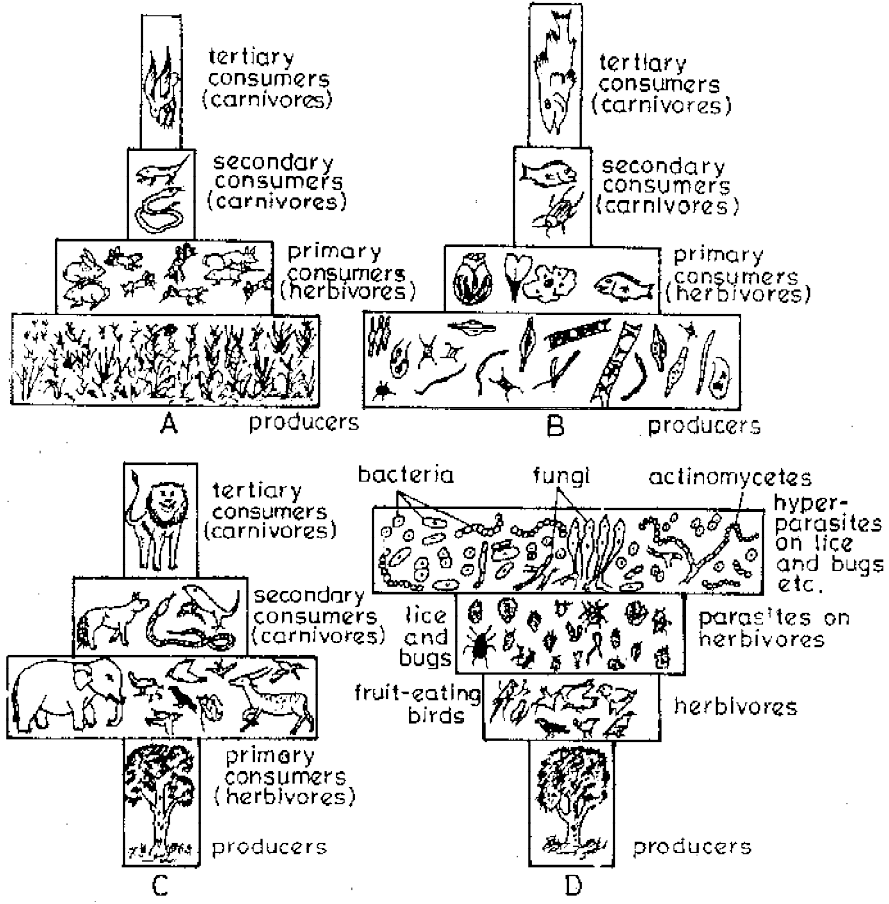
### परिस्थितीकीय मनोरे

ऊर्जाविनिमय संरचना म्हणजेच अन्नसाखळीतील परस्परक्रिया आणि चयापचय परस्परसंबंध तसेच रेषाकृतीत परिसंस्थेतील वेगवेगळे जैविक घटक हे प्रत्येक प्रकारच्या परिसंस्थेचे एक वैशिष्ट्य असते. एका पाठीमागून एक येणाऱ्या ऊर्जा विनिमय स्तरातील ऊर्जाविनिमय संरचना आणि कार्ये म्हणजेच उत्पादक-शाकाहारी-मांसाहारी, ही परिस्थितीकीय मनोऱ्यांच्या आकृतीच्या साहाय्याने दाखविता येतात. त्यामध्ये प्रथम स्तर किंवा उत्पादक स्तर मनोऱ्याचा पाया बनवितात आणि त्या लागोपाठचे स्तर शिरोबिंदू तयार करतात. परिस्थितीकीय मनोरे हे सर्वसाधारणपणे तीन प्रकारचे असतात.

१. संख्येचा मनोरा :- प्रत्येक स्तरात असणाऱ्या स्वतंत्र जिवांची संख्या दर्शवितो. २. जैववस्तुमानाचा मनोरा :- एकूण शुल्क वस्तुमान आणि सजीव घटकांचे योग्य प्रमाण दर्शवतो. ३. ऊर्जेचा मनोरा :- ऊर्जा वहनाचा वेग आणि लागोपाठ येणाऱ्या ऊर्जाविनिमय स्तरातील उत्पादकता दर्शवितो.

ठराविक परिसंस्थेमधील संख्येचा आणि जैववस्तुमानाचा मनोरा अन्नसाखळीच्या प्रकारानुसार सरळ किंवा उलटा असतो परंतु ऊर्जेचा मनोरा हा नेहमीच सरळ असतो.

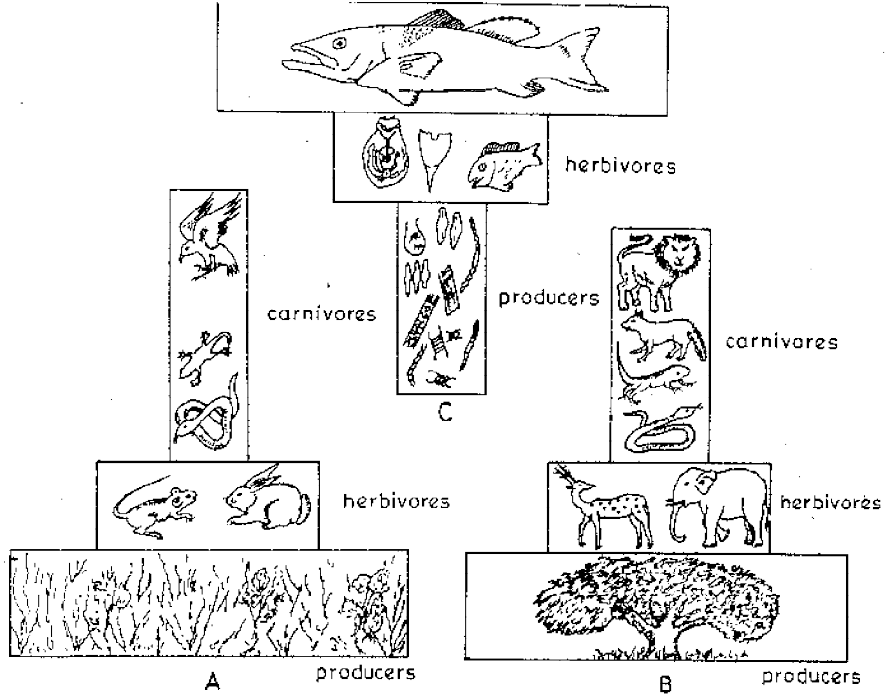
१. **संख्येचा मनोरा** : या मनोऱ्यामध्ये क्रमवारीतील ऊर्जाविनिमय स्तरातील उत्पादक शाकाहारी आणि मांसाहारी यांच्यातील संबंध त्यांच्या संख्येद्वारे दाखविले जातात. निरनिराळ्या प्रकारच्या परिसंस्थेतील संख्येचे मनोरे आकृती २.७ (अ-क) मध्ये दर्शविले आहेत. गवताळ प्रदेशामध्ये (आकृती २.७ अ) गवत जे मुख्यतः



आकृती २.७ : वेगवेगळ्या परिसंस्था/अन्न साखळ्यांमधील संख्येचे मनोरे अ-गवताळ परिसंस्था, ब-तलाव परिसंस्था, क-जंगल परिसंस्था, ड-परजीवी अन्न साखळी. अ ते क मध्ये परजीवी सूक्ष्मजीव व जमीनीतील प्राणी घेतलेले नाहीत.

उत्पादक असतात. त्यांची संख्या नेहमीच जास्त असते. या संख्येत जसे टोकाकडे जावे तशी घट झालेली आढळते, उदा. ससा, उंदीर सारख्या प्राथमिक भक्षकांची संख्या गवताच्या तुलनेत कमी असते. द्वितीय भक्षक, साप आणि सरडे यांची संख्या ससे, उंदीर यांच्या तुलनेत कमी असते. शेवटी सर्वात वरचे (तृतीय) भक्षक बहिरी ससाणा किंवा इतरपक्षी यांची संख्या अगदीच कमी असते. म्हणूनच मनोरा सरळ असतो. याचसारखे तलाव परिसंस्थेमधील (आकृती २.७ ब) मनोरा सरळ असतो, येथे उत्पादक हे मुख्यत्वे शैवाल, जिवाणू इ. यासारख्या वनस्पती प्लवकाची संख्या सर्वात जास्त असते. लहान मासे, रोटिफर्स इ.

सारख्या शाकाहान्याची संख्या उत्पादकांपेक्षा कमी असते आणि द्वितीय भक्षक (मांसाहारी) म्हणजेच लहान

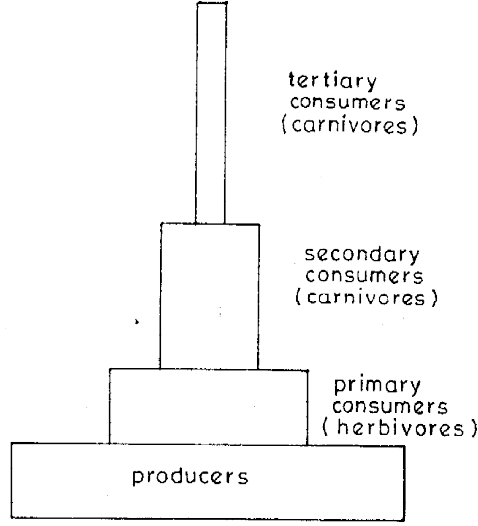


आकृती २.८ : अ-क वेगवेगळ्या परिसंस्थेमधील जैववस्तुमानाचे मनोरे  
अ-गवताळ परिसंस्था, ब-जंगल परिसंस्था, क-तलाव परिसंस्था

माशांना खानारे पाण्यातील कीटक इत्यादींची संख्या शाकाहारीपेक्षा खूपच कमी असते. सर्वात शेवटी वरचे भक्षक (तृतीय), मोठे मासे यांची संख्या सर्वात कमी असते.

जंगल परिसंस्थेमध्ये (आकृती २.७ क) संख्येचा मनोरा हा वेगवेगळ्या आकाराचा असतो. उत्पादक मुख्यतः मोठी झाडे, त्यांची संख्या कमी असते आणि ते मनोऱ्याचा पाया तयार करतात. फळे खानारे पक्षी, हरिण यासारखे शाकाहारी यांची संख्या उत्पादकापेक्षा कमी त्यानंतर लागोपाठ येणाऱ्या मांसाहारीची संख्या कमी होत जाऊन मनोरा पुन्हा सरळ बनत जातो. तथापि परजीवी अन्नसाखळी मध्ये (आकृती २.७ ड) मनोरा हा नेहमीच उलटा असतो. याचे खरे कारण असे की, एक झाड अनेक शाकाहारींना वाढण्यास मदत करते आणि याउलट प्रत्येक शाकाहारी काही परजिवींना पोषक अन्न पुरवितो जे अनेक मोठ्या परोपजिवींना मदत करत असतात. म्हणूनच उत्पादकापासून ते मांसाहारीकडे अशी अवस्था असते. म्हणजेच जिवांची संख्या हळूहळू वाढत गेलेली दिसून येते व मनोऱ्याचा आकार उलटा बनत जातो.

वास्तविक संख्येचा मनोरा हा अन्नसाखळीचे खरे चित्र दर्शवू शकत नाही, कारण, ते जास्त कार्यरत नसतात. ते जिवांचे 'भौमितिक', 'अन्नसाखळी' आणि 'आकाराशी' निगडित परिणाम दर्शवीत नाहीत. ते सामान्यतः समान वातावरणात विविध समुहाबरोबर निरनिराळ्या प्रकारच्या अन्नसाखळीमध्ये वाढत असतात. संपूर्ण समुहाचे समान संख्याविषयक प्रमाण दर्शविणे कधीकधी फार कठीण जाते.



### आकृती २.९ : ऊर्जेचा मनोरा

२. जैववस्तुमानाचा मनोरा : जैववस्तुमानाचे मनोरे हे तुलनात्मकदृष्ट्या जास्त महत्त्वाचे असून, भौमितिक कारणाऐवजी शेतीचे पीक टिकवून ठेवण्याच्या परिणामात्मक परस्परसंबंध दर्शवितात. विविध प्रकारच्या परिसंस्थेतील जैववस्तुमानाचा मनोरा आकृती ३.८ (अ-क) मध्ये दाखविलेले आहेत. गवताळ आणि जंगल प्रदेशात (आकृती ३.८ अ, ब) सामान्यतः उत्पादकांपासून ते उच्च मांसाहारी अशा लागोपाठ येणाऱ्या स्तरामध्ये जिवांचे जैववस्तुमान हळूहळू कमी होत जाते. म्हणून मनोरा हा उलटा असतो. तथापि तलावात (आकृती ३.८ क) जसे लहान जीव हे उत्पादक असून त्यांचे जैववस्तुमान कमी असते आणि त्याचे मूल्य हळुहळू मनोऱ्याच्या टोकाकडे वाढत गेलेले दिसून येते म्हणूनच मनोरा हा उलट्या आकाराचा असतो.

### २.२.४ परिस्थितिकीय बदल/परिस्थितिकीय उन्नत बदल

बदलणाऱ्या पर्यावरणाबरोबर विशिष्ट समुदाय स्वतःच थोड्याफार प्रमाणात समतोल साधत असला तरी निसर्गात नेहमीच असे घडत नाही. समुदाय कधीही स्थिर राहात नाहीत. बदलणाऱ्या काळानुसार आणि जागेनुसार ते सतत बदलत असतात. बदलणाऱ्या प्रजातींमुळे किंवा पर्यावरणातील भौतिक बदलांमुळे समुदायांना कधीही स्थिरता मिळत नाही. काळानुरूप पर्यावरणात सतत बदल होत असतात याची कारणे : १.

हवामानातील आणि भूपृष्ठीय घटकांतील विविधता आणि २. वसाहतींमध्ये राहणाऱ्या प्रजातींची कार्ये ही आहेत. यामुळे वसाहतींमध्ये प्रबळ असलेल्या प्रजातीमध्ये बदल घडून येतो आणि लवकरच त्यांच्या जागी दुसरी नवीन वसाहत स्थान निर्माण करते. ही प्रक्रिया चालू राहते. एका मागोमाग एक वसाहती त्याच जागेत विकसित होत राहतात आणि जोपर्यंत शेवटची वसाहत दीर्घकाळापर्यंत कमी जास्त प्रमाणात स्थैर्य मिळवीत नाही तोपर्यंत ही प्रक्रिया चालू राहते. अशाप्रकारे एखाद्या जागेवर काळानुसार वसाहतींचे तुलनात्मक निश्चित क्रम यालाच परिस्थितीकीय उन्नत क्रम असे म्हणतात. ज्यामध्ये एखाद्या जागेवर वेगवेगळ्या वनस्पतींच्या जाती किंवा प्रजाती यशस्वीरित्या आपली वस्ती करतात.

ओडमने याला 'परिस्थितीकीय बदल' या संज्ञेपेक्षा 'परिस्थितिकी विकास' असे म्हटले आहे. 'परिस्थितीकीय बदल' याची व्याख्या खालील परिमाणांमध्ये करण्यात आली आहे. १. वसाहत विकासाची प्रक्रिया ही क्रमवार घडणारी असून प्रजातींची रचना आणि वसाहतींची कार्ये यांचा यात समावेश होतो. ही दिशादर्शक असल्याने भाकीत करता येऊ शकते. २. वसाहतींनी पर्यावरणात काही भौतिक बदल केल्याने ही क्रिया घडते. परिस्थितीकीय विकास वसाहतींनी नियंत्रित केलेला असला तरी भौतिक पर्यावरणातील बदल, बदलाची गती यामुळे या विकासाला मर्यादा प्राप्त होते. ३. यामुळे जास्तीत जास्त जैववस्तुमान आणि सजीवांतील सहकार्ये उपलब्ध ऊर्जेवर चालू ठेवून स्थिर परिसंस्था निर्माण होते.

### परिस्थितीकीय बदलाची कारणे

परिस्थितीकीय बदल ही क्रमवार होणारी गुंतागुंतीची प्रक्रिया असल्याने तिला एकच कारण असू शकत नाही. याची सर्वसाधारणपणे तीन कारणे आहेत.

१. **सुरूवातीची कारणे** : हवामान किंवा जैविक ही सुरूवातीची कारणे आहेत. प्राथमिक प्रकारामध्ये मोडणारे घटक जसे की, झीज, संचय, वारा, आग, वीजा चमकणे किंवा ज्वालामुखीचा उद्रेक, इ. तसेच सजीवांची निरनिराळी कार्ये या कारणांमुळे ओसाड प्रदेश निर्माण होतात किंवा एखाद्या प्रदेशातील संख्या नष्ट होते.

२. **सततची कार्ये** : स्थलांतरण, एकत्रीकरण, प्रतिक्रिया व स्पर्धा यांचा यात समावेश होतो. जमीनीमध्ये बदल झाल्याने संख्येत लहरींप्रमाणे बदल होत राहतात.

३. **स्थायीकरण** : यामुळे समुदायाला स्थैर्य प्राप्त होते. क्लेमेंटच्या म्हणण्यानुसार एखाद्या प्रदेशाला स्थैर्य देण्यासाठी हवामान हे मुख्य कारण असून इतर घटकांना दुय्यम महत्त्व आहे.

परिस्थितीकीय बदल पुढील चार ओळींवरून स्पष्ट होतो. १. सातत्याने होणारा वनस्पती व प्राण्यांमधील बदल. २. प्रजातींमधील वैविध्यामधील वाढ ३. ऊर्जाप्रवाहामुळे उपलब्ध सेंद्रिय द्रव्ये आणि जैववस्तुमानामधील वाढ. ४. समुहाच्या एकूण उत्पादनात घट.

### परिस्थितीकीय बदलांचे प्रकार

परिस्थितीकीय बदलाचे निरनिराळे प्रकार करण्यात आले आहेत. त्यातील काही पायाभूत प्रकार असे आहेत.

१. **प्राथमिक परिस्थितिकीय बदल** : कोणत्याही पायाभूत पर्यावरणामध्ये (जमीन, गोडे पाणी, खारे पाणी) विकासाला एका प्राथमिक पायापासून सुरुवात होते. जेथे कोणत्याही प्रकारचे जीव अस्तित्वात नव्हते. या ठिकाणी पहिल्यांदा स्थापन झालेल्या सजीवांच्या गटाला प्राथमिक समुदाय किंवा स्थापक म्हणतात.

२. **द्वितीय परिस्थितिकीय बदल** : साधारणपणे द्वितीय परिस्थितिकीय बदल अशा ठिकाणी होतो जेथे आधीपासून सजीवांचे अस्तित्त्व आहे. कोणत्याही बाह्य स्वरूपातील बदलामुळे जसे की, अचानक झालेला हवामानातील बदल, जैविक प्रक्रियेतील अडथळा, आग इ. मुळे आधीपासून असलेली वसाहत नाहीशी होते. अशाप्रकारे, त्या परिसरातील जैविक घटक त्यांच्या पायाभूत आधारापासून विभक्त होतात. ही प्रक्रिया तुलनेने जलद गतीने घडते.

३. **स्वतःघडवून आणलेला परिस्थितिकीय बदल** : बऱ्याचदा परिस्थितिकीय बदल सुरू झाल्यावर वसाहती स्वतःच्या कार्याद्वारे त्यांच्या पर्यावरणात बदल घडवून आणतात. त्यामुळे त्या वसाहतीच्या ठिकाणी नवीन वसाहत निर्माण होते. या बदलाला स्वतः घडवून आणलेला परिस्थितिकीय बदल म्हणतात.

४. **बाह्यघटकांमुळे घडून आलेला परिस्थितिकीय बदल** : बऱ्याचदा अस्तित्वात असलेल्या वसाहतींमधील बदल बाह्य घटकांमुळे घडून येतो. जो त्या वसाहतींमधील जिवांनी घडवलेला नसतो. या बदलाला बाह्यघटकांमुळे घडून आलेला परिस्थितिकीय बदल म्हणतात.

पोषकद्रव्ये आणि ऊर्जेचे प्रमाण यानुसार परिस्थितिकीय बदलाचे खालील प्रकार पडतात.

१. **स्वयंपोषी परिस्थितिकीय बदल** : सुरुवातीच्या आणि सातत्याने वर्चस्व गाजवणाऱ्या स्वयंपोषी हिरव्या वनस्पतींमुळे असा बदल घडतो. याची सुरुवात प्रामुख्याने निर्जीव पर्यावरणात होते आणि ऊर्जाप्रवाह अनिश्चितपणे सुरू राहतो. ऊर्जा प्रवाहामुळे सेंद्रिय पदार्थांमध्ये सतत वाढ होत राहते.

२. **परपोषी परिस्थितिकीय बदल** : सुरुवातीच्या काळात वर्चस्व असणाऱ्या जिवानू, कवके, अँकटीनोमायसीटीस आणि प्राणी यामुळे हा बदल घडतो. याची सुरुवात प्रामुख्याने सेंद्रिय पर्यावरणात होते आणि यात क्रमवार ऊर्जेची घट होत जाते.

### **परिस्थितिकीय बदलाची सर्वसाधारण प्रक्रिया**

प्राथमिक स्वयंपोषी परिस्थितिकीय बदल ही संपूर्ण प्रक्रिया वेगवेगळ्या टप्प्यांमध्ये पूर्ण होते. या क्रिया एकामागोमाग घडतात. यातील निरनिराळे टप्पे असे आहेत.

#### **अ) ओसाड जागेचा विकास (Nudation)**

जेथे कोणत्याही जिवाचे अस्तित्त्व नाही अशा ओसाड जागेच्या विकासाची ही प्रक्रिया आहे भूस्खलन, धूप, जमिनीची घरंगळ किंवा अन्य आकस्मिक संकटामुळे एखाद्या ठिकाणी असा विकास होऊ शकतो. ओसाड जागेच्या विकासाची काही प्रमुख कारणे.

१. **भौगोलिक** :- गुरूत्वाकर्षणामुळे होणारी जमिनीची धूप, पाणी किंवा वारा यांमुळे वसाहती नष्ट होऊ शकतात. याची इतर कारणे भूस्खलन, ज्वालामुखीचा उद्रेक, इ. आहेत.

२. **हवामान** :- हिमनद्या, शुष्क काळ, गारा आणि वादळे, कडक थंडी इत्यादी मुळेही वसाहती नष्ट होऊ शकतात.

३. **जैविक :-** शेती, कारखाने आणि घरे यासाठी जंगले आणि गवताळ प्रदेश नष्ट करण्याला प्रामुख्याने माणूसच जबाबदार आहे. याबरोबरच जिवानू, विषाणूमुळे येणाऱ्या साथीच्या आजारांमुळे संपूर्ण लोकसंख्या नष्ट होऊ शकते.

### ब) शिरकाव (Invasion)

ही एक ओसाड भागावर प्रजातींची झालेली स्थापना आहे. इतर भागांतून या प्रजाती तेथे पोहोचतात. ही संपूर्ण प्रक्रिया तीन टप्प्यांमध्ये घडते.

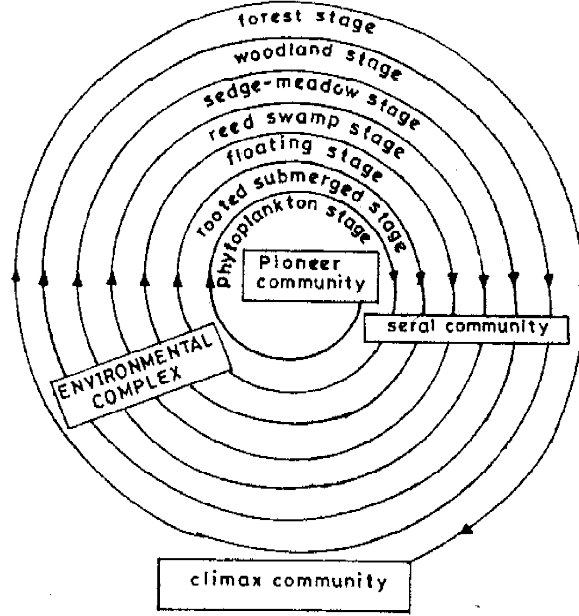
१. **स्थलांतर :** ओसाड जागेवर बिया, बिजाणू, इ. येऊन पोहोचतात. विशेषतः वारा, पाणी, इत्यादी माध्यमांमुळे स्थलांतर घडते.

२. **स्थापना :** नवीन जागेवर पोहोचल्यावर सभोवतालच्या परिस्थितीशी समायोजन करून प्रजाती येथे आपली स्थापना करतात. वनस्पतींमध्ये, बिया रूजतात, रोपे वाढतात आणि मोठ्या झालेल्या वनस्पती पुनरुत्पादन करतात. सुरुवातीच्या कठीण परिस्थितीशी जुळवून घेण्याची क्षमता फार थोड्यामध्ये असते. त्यामुळे बऱ्याचश्या जाती अशा जागेतून नष्ट होतात.

३. **एकत्रीकरण :** स्थापना झाल्यानंतर, पुनरुत्पादनामुळे प्रजातींची संख्या वाढू लागते. त्या एकत्र येऊन राहू लागतात या प्रक्रियेला एकत्रीकरण म्हणतात.

### क) स्पर्धा आणि सहक्रिया (Competition and Coaction)

मर्यादित जागेमध्ये मोठ्या प्रमाणात प्रजाती एकत्र आल्याने, त्यांच्यात जागेसाठी आणि अन्नासाठी स्पर्धा (स्वजातीय आणि विजातीय) निर्माण होते. प्रजातींमधील प्रत्येकजण वेगवेगळ्या प्रकारे दुसऱ्याच्या जीवनावर परिणाम करतो याला सहक्रिया (Coaction) म्हणतात. ज्या प्रजाती इतर प्रजातींबरोबर स्पर्धा करू शकत



आकृती क्र. २.४ परिस्थितीकीय उन्नत बदलाची प्रक्रिया

नाहीत त्या नष्ट होतात. स्पर्धेत टिकाव लागण्यासाठी पुनरुत्पादन क्षमता, विस्तीर्ण परिस्थितीकीय विपुलता इत्यादी प्रजातींना मदत करतात.

### ड) प्रतिक्रिया

ही परिस्थितीकीय विकासाचा महत्त्वाचा टप्पा आहे. सजीवांच्या प्रभावामुळे पर्यावरणामध्ये बदल घडून आणला जातो याला प्रतिक्रिया म्हणतात. याच प्रतिक्रियेचा परिणाम म्हणजे जमीन, पाणी, सूर्यप्रकाश, तापमान, इ. मधील बदल या सर्वांमुळे पर्यावरणात परिवर्तन घडून येते. हे परिवर्तन अस्तित्वात असलेल्या समुहाला प्रतिकूल बनते आणि लवकरच या समुहाची जागा नवीन समूह घेतो. एखाद्या प्रदेशात एकामागोमाग एक बदलण्याच्या समुहाच्या संपूर्ण क्रमाला 'सीरी' (Sere) म्हणतात. यामध्ये सामावणाऱ्या विविध समुहांना सीरी समूह म्हणतात. त्यातील वेगवेगळ्या टप्प्यांना सीरी स्थिती Serel Stages म्हणतात. पायाभूत जीव कमी पोषक अन्नद्रव्याची गरज, सततचे बदल आणि क्लिष्ट माध्यमातून खनिजे मिळविण्यास सक्षम असतात. ते आकाराने लहान असतात आणि पर्यावरणाकडून त्यांची जास्त मागणी नसते.

### इ) स्थैर्य (Climax)

सर्वात शेवटी या प्रक्रियेमध्ये असा टप्पा येतो की, जेव्हा शेवटचा समूह हा दीर्घ कालावधीसाठी कमी जास्त प्रमाणात स्थिर होतो. येथील हवामानाशी समायोजन करून घेतो आणि समतोल साधतो. हा शेवटचा

समूह इतरांकडून बदलला जात नाही. यालाच 'परिसीमित समूह' म्हणतात आणि या टप्प्याला 'परिसीमित स्थिती' असे म्हणतात.

सर्वसाधारण परिस्थितीकीय बदलाची प्रक्रिया आणि विविध वनस्पती समूह यांची विकास प्रक्रिया क्लिष्ट असून आकृती ३.४ पाणी स्थिती (Hydrosere) च्या नमुन्यात दाखविण्यात आली आहे. या सर्वसाधारण परिस्थितीकीय बदलाची रूपरेषा असे दाखवते की, या संपूर्ण प्रक्रियेमध्ये पुष्कळ टप्पे आहेत. प्रत्येक टप्प्यामध्ये सजिव व त्यांच्या पर्यावरणाचे वेगळे गुणधर्म आहेत. या प्रत्येक विकासाच्या टप्प्याला सीरल पायरी किंवा टप्पा म्हणतात. या स्थितीमध्ये सातत्य असून सुरुवातीपासून ते स्थैर्य मिळेपर्यंतच्या क्रमाला सीरी म्हणतात. ओसाड अशा जागेत ज्या प्रजाती सर्वात प्रथम समूह करतात त्यांना 'आद्य समूहकार' म्हणतात.

काही शास्त्रज्ञांच्यानुसार 'अपकर्षित परिस्थितीकीय बदल' हा जैविक परिणामाच्या सातत्यातून प्रक्रियेचा व्हास करतो. उदा. जंगलांच्या झुडप परिसंस्था किंवा कुरणांमध्ये बदल. सजिवांच्या विध्वंसक परिणामांमुळे काही वेळ अस्वस्थ समूह आढळत नाहीत.

बऱ्याचवेळा स्थानिक परिस्थिती उदा. जमीन, सूक्ष्म हवामान इ. बदलल्यामुळे परिस्थितीकीय बदल वेगळ्या दिशेने होतो. त्यामुळे स्थैर्य आलेले समूह गृहीत धरलेल्या स्थैर्य समुहापेक्षा वेगळे असतात. अशा बदलास 'अस्थिर अनुक्रम बदल' असे म्हणतात.

आपल्या देशामध्ये मोसमी पावसाचे हवामान असल्याने तात्पुरत्या परिस्थितीकी उदा. डबके, तळे इत्यादी या परिस्थितीकीच्या प्रत्येक ऋतुमध्ये प्रत्येक वर्षी वेगवेगळे समूह तयार होतात. मनुष्याने केलेले स्थानिक परिस्थितीकीतील बदल हे परिस्थितीकीमध्ये बदल घडवून आणतात.

**३. ऊर्जेचा मनोरा :** परिस्थितीकीय मनोऱ्याच्या तीन प्रकारापैकी, ऊर्जेचा मनोरा हा परिस्थितीचे संपूर्ण सृष्टीचे उत्कृष्ट चित्र दर्शवितात. येथे कोणत्याही स्तरामधील जीवांची संख्या आणि वस्तुमान हे त्याच्या खालील स्तरामध्ये एकूण जमा असलेल्या स्थिर ऊर्जेवर अवलंबून नसते. परंतु काही अंशी तेथील अन्न तयार करण्याच्या प्रमाणावर असते. त्याविरुद्ध संख्येचा आणि जैववस्तुमानाचा मनोरा की जे स्थिर परिस्थितीकीचे चित्र (त्या क्षणाला अस्तित्वात असणारे जीव), ऊर्जेचा मनोरा (आकृती ३.९) हा अन्नसाखळीद्वारे मार्गातील एकत्रित केलेल्या अन्नाच्या प्रमाणाचे चित्र आहे. आकाराने हे नेहमीच वरच्या दिशेने असतात बहुतेक वेळा, उत्पादकापासून ते वेगवेगळ्या मांसाहारींच्या पाठोपाठ येणाऱ्या ऊर्जाविनिमय स्तरामध्ये ऊर्जेचे प्रमाण हळूहळू कमी होत जाते.

प्रजातीच्या संरचनेत संख्या आणि प्रजातीचे प्रकार फक्त नसून प्रजातीच्या विविधतेचा सुद्धा समावेश असतो. म्हणजेच प्रजाती आणि वैयक्तिक संख्या किंवा जैववस्तुमान यांच्यामधील परस्परसंबंध आणि समुहामध्ये असणाऱ्या प्रत्येक प्रजातीची वैयक्तिक मांडणी दर्शविते.

## २.२.५ जगातील प्रमुख परिसंस्था

जीवसंहिती हा जमिनीवरच्या समुदायामधील सर्वात मोठा गट आहे. प्रादेशिक हवामान व प्रादेशिक जैवसृष्टी व आधार हे परस्परांवर क्रिया करून अतिशय मोठे व सोप्यारीतीने ओळखता येतील असे समुदाय निर्माण करतात. त्यांना जीवसंहिती असे म्हणतात. प्रत्येक जीवसंहिती हा एकसारख्या झाडाझुडपांच्या

परिसीमेने वैशिष्ट्यपूर्ण असते. गवताळ प्रदेशाचा जीवसंहीती हा गवत या झाडाझुडपांच्या परिसीमेंचा आहे तरीसुद्धा विशिष्ट गवतांच्या जाती जीवसंहीतीच्या वेगवेगळ्या भागामध्ये पसरलेल्या असतात. तरीसुद्धा जीवसंहीती हे अतिशय मोठे व परिपूर्ण असे समुदाय आहेत. ते एकमेकांपासून वेगळे करण्याची गरज नाही. त्याच्या ऐवजी पुढच्या बऱ्यापैकी मोठ्या अशा अवस्थांतरित क्षेत्रात त्यांचे मिश्रण करतात. त्याला 'इकोटोन' असे म्हणतात. जीवसंहीतीच्या वितरणामध्ये हवामान अतिशय महत्त्वाची भूमिका बजावते. जगातील प्रमुख जीवसंहीतीचे खालील प्रमाणे वर्णन केले आहेत.

#### अ) वन परिसंस्था

जगातील वन परिसंस्थेमध्ये बोरीअल सूचिपर्णी बने, समशितोष्ण पानझडी बने, समशितोष्ण सदाहरित वने, उष्ण कटिबंधातील पर्जन्य वने इ. येतात. आधुनिक युगात हे नैसर्गिक जीवसंहीती माणसाच्या अतिवापराने बदलली किंवा न्हास पावली आहेत.

**सूचिपर्णी वने :** बोरीअल सूचिपर्णी वन प्रदेश हे ओलसर थंड, परस्परविरुद्धखंडिय सूचिपर्णी प्रदेश किंवा उत्तरेकडील मोठे वृक्ष हे  $45^{\circ}$  उत्तर ते  $56^{\circ}$  उत्तर उंचीच्या मध्ये आहेत. या वनात हवामान अतिशय थंड असून, पर्जन्यवृष्टीसुद्धा टुंड्रा प्रदेशापेक्षा जास्त आहे. जी प्रामुख्याने उन्हाळ्यामध्ये होते. बोरीअल वनाच्या जमिनीचे वैशिष्ट्य म्हणजे ही जमिन आम्लिय व सत्व विरहित आहे. ठळक महत्त्वाची झाडे झुडुपे म्हणजे, विच स्पूस व बालसम फर. इतर सूचिपर्णी वृक्ष, टूमरॉक व ब्लॅक स्पूस ओलसर जागेमध्ये आढळतात. जॅक पाईन हे कोरड्या व आगीच्या भक्ष्यस्थानी पडलेल्या भागामध्ये सापडतात. जर पोषण चक्र व सूगीची पुनरावृत्ती केल्यास या प्रदेशातील उत्पादन फारच फायद्याचे आहे. ब्ल्यूबेरीसारखी झुडुपे व ऑर्किड्ससारखे सहकार्याने वाढणारी झाडेही खालच्या भागामध्ये सापडतात.

**समशितोष्ण पानझडी वने :** समशितोष्ण पानझडी वनांचा उदय उत्तर पूर्व अमेरिका, पूर्व युरोप, जपानचा काही भाग, ऑस्ट्रेलिया व दक्षिण अमेरिकेचे टोक येथून होतो. या भागामध्ये पर्जन्यवृष्टी ही खूप (३०-६० इंच) व समप्रमाणात होते. येथील तापमानसुद्धा मध्यम असते. त्यामुळे येथील वार्षिक परिस्थिती ऋतुचक्राप्रमाणे बदलते. जरी पानझडी वनांचे प्रदेश हे सूचिपर्णी वनांच्या प्रदेशापेक्षा मोठे नसले तरी ते अतिशय महत्त्वाच्या अशा जगातील जैवसृष्टीच्या प्रदेशाचे प्रतिनिधित्व करतात कारण, "सुसंस्कृत पांढरपेशी" लोकांची संस्कृती या प्रदेशामध्ये प्रगत झाली आहे. या जीवसंहीतेमध्ये माणसांकडून बरेच बदल केले गेले आहेत तसेच मशागतीमुळे व वनाच्या कडेला असणाऱ्या समुदायामुळे येथील बऱ्याचश्या गोष्टी बदलल्या आहेत. कठिण कवचाची व गर असणारी फळे असलेली झाडे येथे मोठ्या प्रमाणावर आढळतात. येथे हरिणे, अस्वले, खारी, करडे कोल्हे, बॉबकॅट, तुर्की पक्षी व सुतार पक्षी असे प्राणी आढळतात. मोठ्या प्रमाणावर मोठे लांडगे व सिंह हे मांसाहारी प्राणी आढळतात. काही प्रमाणात वरचढ असणाऱ्या वनस्पतींच्या जातीसुद्धा आढळतात उदा. मॅपल बीच, ओक, हीकोरी बासवूड, कॉटनवूड इपीफाईट्स इ. झाडांच्या बुंध्यावर वाढणाऱ्या किंवा काही वेळींवर वाढणाऱ्या मॉसेस, बुरशी व दगडफूलाच्या काही प्रजातींशिवाय येथे फारच थोड्या प्रमाणात इपिफाईट्स आढळतात. येथे जंगलाच्या जमिनीच्या स्तरावर अनेक प्रकारची व अतिशय प्रगत अशी झाडे व झुडुपे आढळतात.

**समशितोष्ण सदाहरित वने :** जगातील बऱ्याच भागामध्ये कोरडे उन्हाळे व थंड ओलसर असे हिवाळे आढळून येतात, तसेच अशा प्रदेशामध्ये रूंद पाने व कठीण काटे असलेले वृक्ष सहजरित्या आढळतात. ही समशितोष्ण सदाहरित वने, उत्तर अमेरिकेत, “चॅपराल”, स्पेनमध्ये ‘इनसिनार’ व ऑस्ट्रेलियाच्या ‘मेली स्कॅब’ अशा नावाने संबोधली जातात. अशा प्रकारच्या परिसंस्थांमध्ये ‘अग्नि’ हा अतिशय महत्त्वाचा घटक आहे. तरीसुद्धा झाडे लगेच परिस्थितीशी मिळवून घेतात व पुन्हा नवचैतन्याने उभी राहतात. येथे हरिण, ब्रशससा, लाकूड खाणारे उंदीर व सरडे हे प्राणी आढळतात. छोटे खूर असलेले प्राणी, शाकाहारी प्राणी मोठ्या प्रमाणात आढळतात.

**उष्णकटिबंधातील पर्जन्य वने :** उष्णकटिबंधातील पर्जन्य वनांनी विषुववृत्ताच्या खालील प्रदेश व्यापलेला आहे. जेथे वर्षाला जास्तीतजास्त ८०-९० इंच पर्जन्यवृष्टी होते. दक्षिणमध्य अमेरिका, पश्चिम-मध्य अफ्रिका, दक्षिण आणि दक्षिण पूर्व आशिया व उत्तर पश्चिम ऑस्ट्रेलियामध्ये प्रामुख्याने अशा प्रकारची वने आढळून येतात. अतिशय मोठी व सलग अशी पर्जन्यवने ही दक्षिण अमेरिकेच्या ‘अॅमेझॉन व ओरिनोको’ खोऱ्यात आढळतात. या प्रदेशामध्ये तपमानाचा फरक जितका रात्री व दिवसा असतो त्याच्याहून कमी हिवाळ्यामध्ये व उन्हाळ्यामध्ये असतो. येथील प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या वार्षिक प्रजननाचा काळ व इतर कार्यक्षमता ही पर्जन्यवृष्टीच्या विविधतेशी मोठ्या प्रमाणात निगडित असते किंवा अनुवंशीय तालबद्धता राखली जाते. भारतामध्ये उष्णकटिबंधातील सदाहरित व अर्धपानझडी वने पश्चिम घाट व उत्तर पूर्व हिमालयात आहेत.

वृक्ष हे सदाहरित, उंच, आखूड मुळे असलेले व क्वचित फुगीर तळ असलेले असतात. तसेच इपिफाइटस हे झाडाच्या बाहेरील बाजूस असतात. झाडांच्या पुष्कळ प्रजाती येथे सापडतात. उष्णकटिबंधातील पर्जन्य वने ही अक्षरशः जंगलासारखी वाढ झालेली असतात. त्यामुळे सूर्यप्रकाशाची तीव्रता कमी असल्यामुळे जमिनीवरील छोटी झाडे झुडुपे ही कमी प्रमाणात वाढलेली दिसतात. येथे समुदायाचे मोठ्या प्रमाणात प्रस्तरीकरण झालेले दिसते. झाडावर राहाणाऱ्या प्राण्याबरोबरच सस्तन प्राणी, चॅमेलिऑन, इगुऑस, जेकॉस, झाडांवर राहाणारे साप, बेडूक व पक्षी हे सुद्धा येथे मोठ्या प्रमाणात असतात. मुंग्या, फुलपाखरे व पतंग हे परिस्थितीकीनुसार महत्त्वाचे आहेत. प्राण्यांचे व इपिफाइटसचे परोपकारी सहजीवन मोठ्या प्रमाणात दिसून येते. पर्जन्य वनामध्ये प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या विश्वास बसणार नाही इतक्या प्रजाती आहेत. निशाचर व झाडावर राहणारे निशाचर प्राणी मोठ्या प्रमाणात आढळतात. सुमारे २००० फूट उंचीवर या पर्जन्य वनांचे रूपांतर ढगाळ वनांमध्ये होते त्यामुळे प्राणी व वनस्पती दिसून येत नाहीत. या वनांचे वैशिष्ट्य म्हणजे ओलाव्यासह टांगलेली मॉसेस, नेचे दगड फूल व ऑर्किडस् इत्यादी.

**जास्त उंचीवरची किंवा अल्पाईन वने :** पर्वतीय भागात राहाणाऱ्या जैविक समुदायाचे वितरण हे भौतिक परिस्थितीमुळे नियंत्रित केले जाते. बहुतेकवेळा मोठ्या समुदायामध्ये अनियमितपणा आढळून येतो. वेगवेगळ्या जीवसंहिता या पर्वतांमध्येच आढळून येतात व या जीवसंहितांचा एकमेकांशी अतिशय जवळचा संबंध आहे. पण दुसऱ्या बाजूला खंडित पर्वतरांगांमुळे सर्व समान समुदाय एकमेकांपासून वेगवेगळे होतात. भौगोलिक विषमतेचा व एकमेकांपासून वेगळे राहण्याचा परिणाम म्हणून अनेक जाती या विशिष्ट जाती म्हणून पर्वतीय समुदायामध्येच आढळतात.

जास्त उंचीवरच्या पर्यावरणाची काही ठळक वैशिष्ट्ये म्हणजे, कमी घनतेची हवा, जास्त ओझोनचे प्रमाण, प्राणवायूचे व कार्बन डायऑक्साईडचे कमी प्रमाण, वाऱ्याची जास्त गती, थंड व बर्फाच्छादित प्रदेश इ. अल्पाईन क्षेत्र हे ३६०० मिटरच्या उंचीवर आढळून येते. या भागाचे वैशिष्ट्य म्हणजे, या भागात पॅलिआर्क्टिक प्रकारचे काही प्राणी सापडतात. अपृष्ठवंशीय प्राणी हे तलावामध्ये, तळ्यामध्ये किंवा झऱ्यामध्ये सापडतात. पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये मासे, उभयचर व सरपटणारे प्राणी हे आहेत व प्रतिनिधीत्व करणारे प्राणी म्हणजे कावळा, स्नो पॅटरिज, चित्ता, तिबेटियन याक, तिबेटियन मेंढी व पर्शियन जंगली बकरी होत.

**ब) गवताळ प्रदेश :** भूमिीय परिसंस्थेमधील बहुतेक भाग हा गवताळ प्रदेशाने व्यापलेला असतो. भूतकाळातील बऱ्याच संस्कृती या गवताळ प्रदेशात विकसीत झाल्या आहेत. मानवाने गवतामधून मुख्य खाद्य वनस्पती निवडल्या आहेत उदा. भात, गहू, मका इ. जेथे पाऊस अतिशय कमी असतो व तो वन्यजीवनाला मदत करतो व अशा ठिकाणी गवताळ प्रदेश आढळून येतात. पण जर पाऊस फारच कमी असेल तर त्याचे रूपांतर वाळवंटात होते. गवताळ कुरणांमध्ये समशितोष्ण व वार्षिक हवामानाच्या वितरणानुसार पाऊस १० ते ३० इंच इतका पडतो. गवताळ प्रदेशातील जमिनीत सेंद्रीय पदार्थ मोठ्या प्रमाणावर असतात. गवताच्या उंचीनुसार काही महत्त्वाच्या बारमाही प्रजातींचे विभाजन खालीलप्रमाणे करण्यात आले आहे.

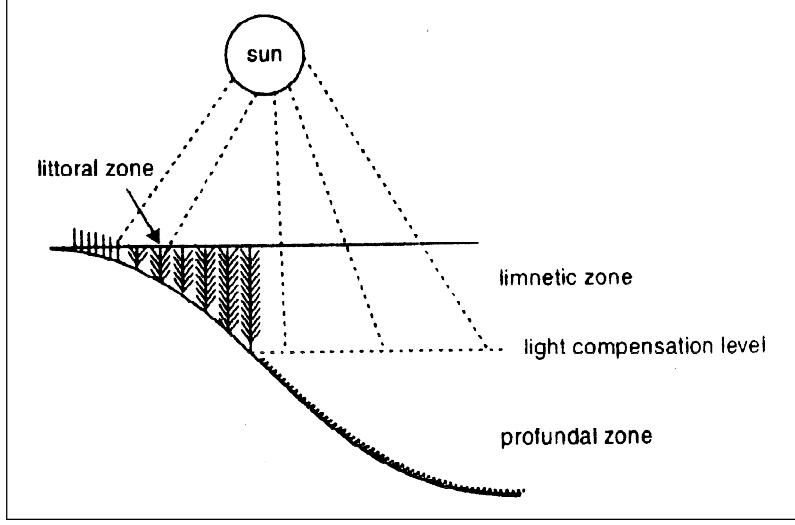
**१. उंच गवत :** यांची उंची सुमारे ५ ते ८ फूट इतकी असते. यातील काही महत्त्वाच्या जाती म्हणजे, भारतीय गवत (सॉरगॅस्ट्रम न्यूटान्स), दलदलीचे गवत (स्पारटिना पेकटिनाटा), स्विच गवत (पॅनिसून विरगॅटम), बिग ब्ल्यूस्टेम (अँड्रोपोगोन जिरेडिल).

**२. मध्यम गवत :** यांची उंची सुमारे २ ते ४ फूट असते. यातील महत्त्वाच्या जाती म्हणजे काटेरी गवत (स्टिपा स्पारटिआ), ड्रॉप सिड (स्पोरोबोल्स हेटेरोलेपिस), पश्चिम गव्हाचे गवत (अँगरोपायरॉन स्मिथिट), ट्यून गवत (कोईलेरिआ क्रिसॅट्टा) व भारतीय तांदूळ गवत (ऑरिझोपसिस) इ.

**३. खुरटे गवत :** यांची उंची जास्तीत जास्त १.५ फुटापर्यंत असते. कुरण गवत (बुकली डॉक्टिलॉइडस), निळे गवत (स्पोटोबोल्स हेटेरोलेपिस) या काही महत्त्वाच्या जाती आहेत.

गवताळ प्रदेश हे पृथ्वीखंडाच्या आतील भागात आढळतात. पश्चिम अमेरिकेचा सपाट प्रदेश, उत्तर अमेरिकेतील 'प्रॉरी', युरेशिया मधील 'स्टेपि', अफ्रिकेमधील 'व्हेट' आणि 'सॅव्हाना' व दक्षिण अमेरिकेतील 'पम्पास' ही गवताळ प्रदेशाची उदाहरणे आहेत.

विविध प्रकारच्या गवताच्या जातींबरोबर, काही शेंगा असलेल्या, संमिश्र अशा वनस्पती येथे आढळतात व त्याला एकत्रितपणे 'फोर्बज' असे म्हणतात. या जैववस्तुमान निर्माण करणाऱ्याचा वनस्पतींचाही अंतर्भाव गवताळ प्रदेशामध्ये केला जातो. गवताळ प्रदेशातील सस्तन प्राणी हे समुदायाने किंवा कळपाने रहातात. बिळ करून रहाणारे प्राणी उदा. उंदीर, खार व गवतातील कुत्रे हे महत्त्वाचे सस्तन प्राणी आहेत. येथील ठळक पक्षी म्हणजे कोंबडी, कुरणातील भारद्वाज, लॉगस्पर्स, टोकदार चोच असणारा भारद्वाज व उंदीर खाणारे ससाणे, चरणारे सस्तनी प्राणी हे या प्रदेशात वरचढ आहेत.



### २.१० जलीय मूलस्थानाचे तीन भाग

**क) वाळवंटी परिसंस्था :** वाळवंट म्हणजे ओसाड मैदान किंवा ओसाड जमीन १० इंचापेक्षा कमी पर्जन्यवृष्टी या प्रदेशामध्ये होते. मध्य सहारा व उत्तर चिली हे पूर्णपणे वाळवंटी प्रदेश आहेत जेथे पाऊस अगदी थोडा पडतो किंवा पडतच नाही. या प्रदेशामध्ये तीन प्रकारची झाडे आढळून येतात. १. पुरेशा प्रमाणात आर्द्रता असताना वाढणारी वार्षिक झाडे ही झाडे दुष्काळ रोखतात. २. पाणी साठवून ठेवणारी झाडे जसे कॅकटस् ही झाडे पाणी साठवून ठेवतात. ३. वाळवंटी झुडूपे. या झाडांमध्ये बऱ्याच काळ जिवंत रहाण्याची क्षमता असते.

तापमानानुसार वाळवंटी प्रदेश हे दोन भागांमध्ये विभागले जातात जसे, उष्ण वाळवंटे ही कर्कवृत्ताजवळ व मकरवृत्ताजवळ आढळतात. तर सहारा वाळवंट, अरेबिया वाळवंट व गोबी चे वाळवंट हे थंड वाळवंटी प्रदेश होत. भारतामधील उष्ण वाळवंटे सिंध - राजस्थानमध्ये तर थंड वाळवंट लडाख व तिबेटमध्ये आहे.

वाळवंटी प्राणी व वनस्पती या कोरड्या परिस्थितीशी जुळवून घेणाऱ्या असतात. सरपटणारे प्राणी व कीटक यांना अछिद्र असे बाहेरील कवच असते. वनस्पतींना अतिशय छोटी पाने असतात व कोरड्या परिस्थितीमध्ये ती पानेसुद्धा गळून जातात. यांची मुळे ही अतिशय चांगल्या प्रकारे वाढलेली तसेच ती जमिनीच्या वरच्या भागामध्ये असतात. साधारणपणे मोठे प्राणी हे अतिशय क्वचितच आढळतात. मोठ्या प्राण्यांपैकी फक्त खेचर, हरिण व लहान काळविटांच्या काही प्रजाती येथे आढळतात. हे सर्व प्राणी जमीनीवर राहणारे, जमीन खणणारे किंवा उड्या मारत चालणाऱ्या प्रकारातील असतात. या प्रदेशात काही कुरतडणारे प्राणीसुद्धा आढळतात उदा. कांगारू उंदीर, पॉकेट उंदीर. हे उंदीर कोरड्या धान्यावर जगतात व त्यांना पाण्याची आवश्यकता लागत नाही. ते दिवसा बिळामध्ये राहतात व शरीरात पाणी साठवतात. मनुष्य वाळवंटी परिसंस्थेस तितक्या प्रमाणात जुळवून घेऊ शकलेला नाही.

वाळवंट परिसंस्थेच्या कार्याबद्दल फारच थोडी माहिती उपलब्ध आहे. वेगवेगळ्या समुदायांचे उत्पादन व त्यावरील मर्यादा उदा. पर्यावरण संप्रेरके इ. याबद्दल माहिती उपलब्ध नाही. मानव वाळवंटी परिसंस्था समजून घेण्यात कमी पडला आहे व जेव्हा जेव्हा असे प्रयत्न झाले तेव्हा तेव्हा त्याला संकटांना तोंड द्यावे लागले

आहे. उदा. वाळवंटामध्ये पाणीपुरवठा करून शेती करण्याचा प्रयत्न अयशस्वी झाला. म्हणूनच भारतात प्रात्यक्षिक अभ्यास करूनच वाळवंटी प्रदेशामध्ये सुधारणा करण्याचा विचार व्हावयास हवा.

थर वाळवंट हे भारतामधील मोठे वाळवंट आहे जेथे झाडांची संख्या एकदम कमी आहे व जमीन वाळवंटीवातावरणास व इतर भौतिक घटकास उघडी आहे. हे वाळवंट विशिष्ट प्रकारची जैविक विविधता दर्शवते जे उत्क्रांतीचा इतिहास आणि त्याचा भौगोलिक ठिकाण दर्शवते.

**ड) पाणथळ परिसंस्था :** आपले जग हे पाण्याने अतिशय समृद्ध असे आहे. आपणास ज्ञात असलेल्या इतर ग्रहांपैकी एकाही ग्रहावर समुद्र नाही. पृथ्वीच्या एकूण भागापैकी सात दशांश भाग हा महासागराने व्यापला आहे. पृथ्वीवरील पाणी हे उष्णतेनुसार वायू, द्रव किंवा घन स्वरूपात असते. पाण्याचे द्रव स्वरूप हे द्रवरूपीय जलावरण निर्माण करते. ते अंदाजे पृथ्वीचा तीन चतुर्थांश पृष्ठभाग व्यापते. गुरुत्वाकर्षणामुळे ते पृथ्वीच्या आतील भागात शोषले जाते व त्यामुळे झरे, तलाव व समुद्र तयार होतात.

पृथ्वीवरच्या पृष्ठभागावरील व वातावरणामधील पाण्याची अदलाबदल ही जलचक्राद्वारे चालवली जाते. उपयुक्त पाण्याचे प्रमाण हे परिसंस्थातील पेशीद्रवाच्या निर्मितीमध्ये अतिशय मोलाचे ठरते व ते बाष्पीभवनामुळे वातावरणात परत जाते. पर्जन्याच्या प्रमाणामुळे व बाष्पीभवनामुळे, परिसंस्थेचे कार्य व रचना हे चांगल्या प्रमाणात चालविले जाते. एका अभ्यासानुसार जागतिक पर्जन्यमान जवळ जवळ  $8.86 \times 10^{20}$  ग्रॅम इतके आहे.

पृथ्वीवरील विविध भागातील व महासागराच्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या साठ्याचे प्रमाण ३.१ या तक्त्यात दर्शविले आहे.

**तक्ता २.१ : पृथ्वीवरील विविध भागातील पाण्याचा साठा (सन १९५७)**

अ.नं.	पृथ्वीचा भाग	साठा (ग्रॅम्स)
१.	प्राथमिक भू-आवरण	$2,40,000 \times 10^{20}$
२.	महासागर	$13,600 \times 10^{20}$
३.	रूपांतरित खडक	$2100 \times 10^{20}$
४.	ध्रुवीय प्रदेश व इतर बर्फाळ प्रदेश	$167 \times 10^{20}$
५.	भूगर्भीय वाहते पाणी	$2.4 \times 10^{20}$
६.	जमिनीतील पाणी	$0.24 \times 10^{20}$
७.	वातावरणातील पाण्याची वाफ	$0.13 \times 10^{20}$
	एकूण	$2,66,069.66 \times 10^{20}$

जलीय मूलस्थान तीन गटात विभागले जाते, आकृती ३.१०

१) **समुद्रकिनाऱ्याचे मूलस्थान क्षेत्र** : हा साधारणतः उथळ पाण्याचा भाग असतो, जेथे सूर्यप्रकाश तळापर्यंत पोहोचू शकतो. हा प्रदेश साधारणतः मुळे असलेल्या वनस्पतीने व्यापलेला असतो.

२) **खुले क्षेत्र** : हा खुल्या पाण्याचा कटिबंध असून, येथे प्रकाश हा खोलपर्यंत प्रभावीपणे पोहोचू शकतो. या भागातील समुदायामध्ये प्लवक, नेक्टॉन व कधीकधी न्यूसटॉन असतात. अशाप्रकारे सर्व स्तरांतील मूलस्थान व खुले क्षेत्रे मिळून तयार होणाऱ्या कटिबंधाला प्रकाशित कटिबंध असे म्हणतात.

३) **खोल क्षेत्र** : खोल व तळाचा पाण्याचा जो भाग आहे जेथे सूर्यप्रकाश पोहोचू शकत नाही अशा भागाला खोल क्षेत्र असे म्हणतात. डबक्यामध्ये खोल क्षेत्र नसते.

गोड्या पाण्यातील सजीवांचे सोयीस्करपणे उत्पादक, भक्षक व विघटक असे वर्गीकरण केले जाते. जे सजीव तळाच्या थरात रहातात त्यांना 'बेन्थॉस' असे म्हणतात. जे सजिव पान किंवा खोडाच्या पृष्ठभागावर असतात त्यांना "पेरिफायटॉन" असे म्हणतात. जे पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर मुक्तपणे पोहत असतात त्यांना "प्लॅक्टॉन" म्हणतात. जे लहान सजीव पोहू शकतात व मुक्त संचार करू शकतात त्यांना 'न्यूसटॉन' असे म्हणतात. जे सजीव पृष्ठभागावर स्वस्थ अवस्थेत असतात किंवा पोहतात त्यांना 'न्यूसटॉन्स' असे म्हणतात.

### गोड्या पाण्यातील पर्यावरण

गोड्या पाण्यामध्ये बऱ्याच सजीवांचा वास असतो. त्यांच्या वास्तव्यानुरूप त्यांचे दोन प्रकारात वर्गीकरण केले जाते.

१) अचल किंवा स्थिर पाणी - उदा. तलाव, डबके, दलदलीचा भाग

२) चल किंवा वाहते पाणी - उदा. झरे, प्रवाह आणि नदी.

**तळी** : ज्या पाण्याच्या साठ्यामध्ये मोठा मूलस्थान कटिबंध असतो व जेथे खुला व खोल कटिबंध नसतात त्यांना 'तळी' म्हणतात. ज्या क्षेत्रामध्ये पुरेसा पाऊस होतो त्या क्षेत्रात ही 'तळी' आढळतात. तळ्यांचे खालील प्रकारे प्रकार पडतात.

१) **पूरक्षेत्र तळी** : जी तळी पूरक्षेत्रात आढळतात त्यांना 'पूरक्षेत्र तळी' असे म्हणतात. सेंद्रीय घटकांच्या एकत्रितकरणामुळे ही तळी पूर्णपणे उत्पादकक्षम असतात.

२) **तात्पुरती तळी** : ही तळी वर्षाच्या जास्तीतजास्त दिवस कोरडी असतात परंतु ती विशिष्ट सजिव समुदायास पाठिंबा देतात. तळ्यात पाणी नसेल तेव्हा सजीवांना कोरड्या सुप्तावस्थेत रहावे लागते तसेच दुसऱ्या तळ्यात स्थलांतरीत व्हावे लागते.

३) **मानवनिर्मित तळी** : ही तळी प्रवाहांच्या पात्रांच्या धरणीकरणामुळे निर्माण होतात व त्यांचे मानवाद्वारे व्यवस्थापन होते.

### तलाव

तलाव म्हणजे गोड्या पाण्याचे साठे, जेथे स्थिर व खोल कटिबंध मोठे असतात. तलाव हे तीन प्रकारचे असतात.

१) **मृत तलाव** : विशेषतः मृत तलाव हे खोल असतात. हायपोलिमिनिऑन थर हा इपिलिमिनिऑन थरापेक्षा मोठा असतो व त्यांची प्राथमिक उत्पादकता कमी असते. हे तलाव भूगर्भशास्त्रानुसार आजतागायत तरूण आहेत. या तलावांमध्ये प्राथमिक उत्पादन जास्त असते व जे तलाव उथळ असतात त्या तलावांचे मृत तलावामध्ये रूपांतर होऊ शकते. या तलावामध्ये वनस्पती विपूल प्रमाणात असतात व प्लवक संख्या ही विरळ असते कारण जड सेंद्रिय साठा, थंड पाण्यातील माशांना जगण्यासाठी पुरेसा असू शकतो.

२) **पोषणातिरेक तळी** : ही तळी उथळ असतात व त्यांच्यामध्ये जास्त सेंद्रिय पदार्थ असतात. प्लवके व इतर पाण्यातील वनस्पती बऱ्याच प्रमाणात असतात. मोठ्या प्रमाणात सेंद्रिय पदार्थ असल्याने उन्हाळ्यात ही तळी कोरडी होतात व त्यातील मासे मरून जातात. तसेच या तळ्यांमध्ये घरगुती, शेती व औद्योगिक कचरा टाकल्याने ती तळी सजीव विरहीत होतात. या कारणामुळे देशातील नैसर्गिक तळी पोषणातिरेकी होत आहेत. उदा. काश्मीरमधील दल व उलर तळे. शहरातील तळीही याचे उत्तम उदाहरण आहे.

३) **कृत्रिम तळी** : ही कृत्रिम तळ्यामध्ये पाण्याची पातळी सतत बदलत असते व जास्त गाळ असतो. ती मनुष्याने बांधलेली असतात पण कधी कधी डोंगराच्या घसरणीनेही ती तयार होतात. उदा. मोठी धरणे, पाणी पुरवठा तलाव इ.

### नदी व झरे

नदी आणि झरे वसाहतींना वाहते पाणी पुरवतात. त्यामध्ये ठराविक आणि नियमित पाण्याचा प्रवाह असतो. हाच तलाव आणि नदीमधील मोठा फरक आहे. जमिनीवरील पाण्यात होणारे बदल हे जास्तीत जास्त झऱ्यांत होतात व त्याची परिणती मोठ्या परिस्थितीकीत आणि परपोषी प्रकारच्या समुदायात होते. त्याचप्रमाणे प्राणवायुचे प्रमाण झऱ्यात समान असते. तेथे तापमानीय अथवा रासायनिक थर बनतात. हे निसर्गातील अस्थिर समुहातील घटक दर्शवितात. वाहत्या पाण्यांच्या संस्था या झरे, कालवे, नद्या तसेच धबधब्यांनी तयार झालेल्या असतात.

भारतात नैसर्गिक तसेच कृत्रिम पाणीप्रवाह बरेच आहेत. देशातील कृत्रिम पाणीप्रवाह (६५,२५२) हे १.८ टक्के नैसर्गिक पाणीप्रवाहापेक्षा जास्त आहेत (२१६७). तसेच पूर्वेकडे वहाणाऱ्या नद्या उदा. गंगा, यमुना, महानदी, ब्रह्मपुत्रा, गोदावरी, कृष्णा, कावेरी आणि पश्चिमेकडे वहाणाऱ्या नद्या उदा. नर्मदा, तापी आणि त्यांच्या उपनद्यांचे जाळे जवळजवळ १७,५०० किमी. आहे.

भारत सरकारच्या मिनिस्ट्री ऑफ इनव्हायर्नमेंट आणि फॉरेस्ट यांच्या मतानुसार कृत्रिम पाणीप्रवाहांची संख्या बऱ्याच प्रमाणात वाढली आहे. पण नैसर्गिक पाणीप्रवाह त्यांची व्याप्ती व जैवविविधता कमी होत आहे. उदा. मासे, पाणकोंबड्या इ. हे पाणीप्रवाह भराव, प्रदुषित पाणी आणि वाढते शहरीकरणामुळे प्रदूषित होत आहेत.

## खाडी व सागरी पर्यावरण

### खाडी

खाडी म्हणजे नदीचे रूंद मुख जेथे भरती ओहोटीच्या क्रिया खऱ्या आणि गोड्यापाण्याचे मिश्रण घडवून आणतात. उपसागरातील उथळ भाग, भरती ओहोटीने होणारी दलदल व सागर किनाऱ्या पलीकडील पाण्याचा साठा या सर्वांचा “खाडीतील पाणी” या शीर्षकाखालील समावेश होतो. सगळ्याच नद्या खाडीमध्ये प्रवेश करत नाहीत. पण काही महासागराला मिळतात.

खाडीतील क्षारांचे प्रमाण ०.५ ते ०.३५ टक्के च्या दरम्यान असते. बऱ्याचदा शेजारील सागरापेक्षा खाडीची उत्पादकता जास्त असते कारण की, विविध क्षारक्षमता असलेल्या पाण्यांचे मिश्रण पोषक द्रव्यांचे जाळे तयार करतात आणि पोषक द्रव्य, अन्न आणि टाकाऊ पदार्थ यांच्या वहनासाठी लाटांच्या प्रवाहांमुळे मदत होते.

खाडीमध्ये तापमानात दररोज तसेच मोसमात जाणवण्याइतपत अस्थिर असते. खाडीतील पाण्याचा वरचा स्तर तळापेक्षा हिवाळ्यात थंड असतो आणि उन्हाळ्यात गरम असतो. खाडीचा प्रकार आणि विस्तार हा किनाऱ्याच्या भौगोलिक स्थिती आणि लाटांच्या विपुलतेवर अवलंबून असतो. जेव्हा उपसागर किंवा नदीच्या मुखाचा भाग हा तात्पुरता वाळूच्या बंधाऱ्यामुळे सागरापासून तोडला जातो तेव्हा बाष्पीभवनामुळे क्षारांचे प्रमाण वाढते आणि ज्या प्रजाती ती क्षारता सहन करू शकतात त्यांची पुष्कळ प्रमाणात वाढ होते. बऱ्याच प्रजातीसाठी खाड्या या लालनपालन करणारा भाग म्हणून कार्य करतो. किनाऱ्यांवरील पाण्याच्या उत्पादकतेत त्यांचा महत्त्वाचा सहभाग असतो.

### सागरीय परिस्थितीकी

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा ७० टक्के भाग हा समुद्राने व्यापलेला आहे. जैवावरणाचा जमीन आणि गोड्या पाण्याने व्यापलेल्या भागापेक्षा बराच मोठा आणि स्थूल भाग हा सागरीय मूलस्थानांनी व्यापलेला आहे. सागरातील एकूण जैववस्तूमान हे जमीन आणि गोड्यापाण्यातील एकत्रितरित्या असलेल्या जैववस्तूमानापेक्षा बरेच जास्त आहे. जमिनीवरील हवामानावर सागराचा मोठा परिणाम असतो. परंतु चंद्र आणि सूर्य यांच्या आकर्षणामुळे निर्माण होणाऱ्या भरती आणि ओहोटी यांचा त्यावर अंमल असतो. लाटांची उंची समुद्रात १ फुटापर्यंत असते तर, ती काही बंदिस्त उपसागरात ५० फुटांपर्यंत असते.

समुद्राचे पाणी हे खारट असते. त्याची क्षारक्षमता सर्वसाधारण ३.५ टक्के असते जी नेहमी ३५ टक्के अशी लिहिली जाते. गोड्या पाण्याची क्षार क्षमता ०.५ टक्के पेक्षा कमी असते.

भारतीय समुद्र २८,४००,००० m. sq. इतक्या जागेत पसरला आहे. भारताचा पूर्व समुद्रकिनारा हा पश्चिम किनाऱ्यापेक्षा माशांच्या विविध जातींनी समृद्ध आहे. मृगनक्षत्राचा पाऊस समुद्राच्या पाण्यामध्ये जैविक फरक करतो. भारतीय समुद्री खंड हा ७००० किमी. रूंद असून जवळजवळ जगातील समुद्राच्या २०% आहे.

भारताचा समुद्रकिनारा पूर्व, पश्चिम किनारा, अंदमान-निकोबार व लक्षद्वीप मिळून जवळजवळ ७००० किमी. आहे. भारतीय समुद्राचे पाणी वनस्पती व प्राणी यांनी समृद्ध आहे उदा. प्लवके, कोरल्स, मासे इ.

## २.२.७ परिसंस्थेचा ज्हास आणि त्याचे पर्यावरणावरील परिणाम

गुणवत्ता कमी झालेली परिसंस्था जसे की जमिन, पाणी, हवा हे वाढत्या लोकसंख्येला आधार देऊ शकत नाहीत. त्याचाच एक परिणाम म्हणजे परिसंस्थेच्या सेवांमध्ये अडथळा आणि संसाधनांची उपलब्धता आणि त्यांची गुणवत्ता कमी होणे उदा. माती, पाणी, हवा यांचे प्रदूषण.

परिसंस्था ह्या एकमेकांशी सुसंगत काम करत असतात म्हणजे त्या परस्परांवर अवलंबून आहेत. म्हणून एका परिसंस्थेमध्ये झालेला मानवाचा हस्तक्षेप इतर परिसंस्थांच्या कामावर परिणाम करतो. याचे उदाहरण म्हणजे जंगल (वन परिसंस्था) कमी झाल्यामुळे जमिन (माती परिसंस्था) कमी होते किंवा जमिनीची धूप होते. तसेच जंगल कापल्यामुळे हवा ही एक परिसंस्थेची सेवा आहे त्याची गुणवत्ता कमी होते.

### परिसंस्थेचा दर्जा खालावण्याचे प्रकार

#### अ) भू (माती) परिसंस्था :

मातीची गुणवत्ता कमी झाल्यामुळे शेतीची उत्पादकता कमी होते. त्याचे कारण म्हणजे त्यातील उत्पादकतेसाठी आवश्यक घटक कमी होणे. त्याची कारणे म्हणजे शेतीची अयोग्य पद्धत. औद्योगिक जल प्रदूषण, जमिनीवर अयोग्य कचरा व्यवस्थापन तसेच वनांची कटाईमुळे वाळवंटीकरण झाल्यामुळे जमिनीवरील परिसंस्था जसे शेती, जंगल, गवताळ प्रदेश कमी होतात. त्याचा परिणाम स्थानिक वातावरण बदल आणि परिसंस्थांमध्ये बदल असे आहेत. भारतामध्ये सन २०१३ पासून ०.५७% इतकी वाळवंटीकरणामध्ये वाढ झाली. जी २९.३% इतके २००३ मध्ये होती.

#### ब) जलपरिसंस्था :

नदी, प्रवाह, विहीरी, तळे यासारख्या परिसंस्थांवर मानव निर्मिती प्रदूषणाचा परिणाम होतो. औद्योगिक सांडपाणी गोड्या पाण्याच्या स्रोतांमध्ये मिसळणे यामुळे पाण्याची गुणवत्ता कमी होते. पाण्याचे अतिपोषण हा जगभरातील नद्या मृत होण्याचे कारण आहे. उदा. जलपर्णी या पाण्यातील तणाची वाढ होऊन नदी आणि तलाव हे जमिनिमध्ये रूपांतरीत होतात. सांडपाणी स्वच्छ पाण्यामध्ये मिसळले जावून जलप्रदूषण होते. पाण्यामार्फत पसरणारे आजार वाढले आहेत.

#### क) हवेची गुणवत्ता :

औद्योगिक प्रदूषण आणि वाहनांमुळे हवेची गुणवत्ता कमी होते. वन परिसंस्था (जंगल) हे शुद्ध हवेचा पुरवठा करून परिसंस्थेची सेवा पुरवतात. पृथ्वीवरील १८% प्राणवायू (ऑक्सिजन) हा अॅमेझॉनच्या वर्षा वनांपासून मिळतो. वनांचे आच्छादन कमी झाल्यामुळे जागतिक पातळीवर हवेची गुणवत्ता कमी होत आहे.

### लोकसंख्या वाढ आणि पर्यावरणावरील परिणाम

मानवी लोकसंख्या धोकादायक गतीने वाढत आहे. इ.स. १८०० मध्ये १०० कोटी इतकी असलेली जगाची लोकसंख्या आज २०० वर्षांमध्ये ७०० कोटी पेक्षा जास्त आहे. ही उर्ध्वगामी वाढ नैसर्गिक साधन संपत्ती आणि नैसर्गिक पर्यावरणावर दबाव आणत आहे.

संशोधकांच्या मते लोकसंख्येचा आकार हा पर्यावरणावरील परिणाम मोजण्यामध्ये महत्त्वाचा परिमाण आहे. वाढणाऱ्या लोकसंख्येला जमिन, अन्न, पाणी आणि इतर जीवनावश्यक वस्तूंची गरज असते. ज्यामुळे संसाधनांवर ताण येत आहे.

भौतिक पर्यावरण म्हणजे अजैविक गोष्टी ज्या मानवाच्या सभोवती आहेत. मानव आणि इतर सजीवांच्या जगण्यासाठी या गोष्टींची आवश्यकता असते. यामध्ये जमिन, हवा, पाणी आणि माती यांचा समावेश होतो. या सर्व घटकांवर वाढत्या लोकसंख्येचा ताण पडतो. माती ही सजीव नैसर्गिक साधन संपत्ती समजली जाते. कारण मातीमध्ये सुक्ष्मजीव असतील तरच ती परिपूर्ण बनते. वाढत्या लोकसंख्येसाठी अन्नधान्याची गरज पाहता शेतीमध्ये रासायनिक खते व किटकनाशकांचा वापर केला जातो. ज्यामुळे विषारी रसायनांचा अन्नसाखळीत प्रवेश होतो. त्याचे विपरित परिणाम मानवी आरोग्यावर होतात. या मातीवर शेतीमध्ये असलेल्या आणि अती उत्पादनाचा (रासायनिक शेती)चा परिणाम होतो. तसेच वाढत्या लोकसंख्येला लागणाऱ्या मालाच्या अतिउत्पादनामुळे हवा, पाणी यांचे प्रदूषण होते.

वाढते नागरीकरण वनांच्या तोडीसाठी कारणीभूत आहे. त्यामुळे हरीत आच्छादन कमी होवून जीवनासाठी आवश्यक हवेच्या स्रोतांवर परिणाम होतो. त्या मानवी वस्त्यांमुळे फक्त हवाच नाही तर जैवविविधता, पाणी ही नैसर्गिक साधन संपत्ती देखील कमी होते.

अलीकडेच दक्षिण आफ्रिकेतील केप टाऊन हे शहर मार्च २०१८ मध्ये जगातील पहिले 'पाण्याशिवाय शहर' घोषित झाले आहे. हे धोकादायक आहे आणि याबाबत पर्यावरण शास्त्रज्ञांकडून अनेकवेळा सांगितले गेले आहे.

### जमिनीची, मातीची गुणवत्ता कमी होणे

रहाण्यासाठी (निवारा) आणि शेतीसाठी जमिनीची आवश्यकता असते. अन्नाच्या उत्पादनासाठी चांगल्या प्रतिक्रिया मातीची (मृदेची) आवश्यकता असते. अतिरिक्त शेती आणि माती मध्ये असणारा सेंद्रीय पदार्थ, अतीसिंचन यामुळे जमिनीची प्रत कमी होत आहे. शहरे आणि रस्ते बांधणी यासाठी शेती योग्य जमीन.

### २.४ सारांश

सजीव आणि निर्जिव घटकांच्या परस्परसंबंधांच्या अभ्यासास परिस्थितीकी शास्त्र असे म्हणतात. सजीव आणि त्यांच्या भोवतालचे निर्जिव पर्यावरण हे एकमेकाशी परस्परसंबंधी क्रिया करत असते. त्यामुळे "पर्यावरणातील सजीव आणि निर्जिव यांच्या एकत्रीकरणामुळे उदयास येणारी प्रणाली अथवा व्यवस्था" म्हणजेच परिस्थितीकी अशी व्याख्या करण्यात आली आहे. परीसंस्थेमध्ये तापमान, सूर्य प्रकाश, पाणी आणि वायू हे निर्जिव तर स्वयंपोशी व परपोशी सजीव अन्न साखळ्या व अन्नजाळी तयार करतात.

स्वयंपोशी वनस्पती सूर्यप्रकाशापासून स्वतःचे अन्न बनवीतात व त्यावर परपोशी प्राणी जगत असतात. अशाप्रकारे परीसंस्थेमध्ये उर्जेचे वहन चालू असते. उर्जेचे वहन एकेरी मार्गाच्या उर्जा वहनाच्या प्रतीकृतीने किंवा Y-आकाराच्या उर्जावहनाच्या प्रतीकृतीने दर्शविता येते.

बदलणाऱ्या पर्यावरणाबरोबर विशिष्ट समुदाय स्वतःच थोड्याफार प्रमाणात समतोल साधत असला तरी निसर्गात नेहमीच असे घडत नाही. कारण समुदाय कधीही स्थिर रहात नाहीत. बदलणाऱ्या काळानुसार आणि

जागेनुसार ते सतत बदलत असतात. बदलणाऱ्या प्रजातींमुळे आणि पर्यावरणातील भौतिक बदलांमुळे समुदायांना कधीही स्थिरता मिळत नाही. ही प्रक्रीया होत असताना एखाद्या जागेवर काळानुसार वसाहतींचे तुलनात्मक निश्चित क्रम मिळतात त्यांनाच परिस्थितीकीय उन्नत क्रम असे म्हणतात. एखाद्या प्रदेशात एका मागोमाग एक बदलण्याच्या समुहाच्या संपूर्ण क्रमाला 'सीरी' (sere) म्हणतात. या प्रक्रियेमध्ये सर्वात शेवटच्या टप्प्यामध्ये समूह इतरांकडून बदलला जात नाही. यालाच 'परिसीमित समूह' म्हणतात.

जीवसंहीता हा जमीनीवरील समुदायामधील सर्वात मोठा गट आहे. प्रादेशिक हवामान, प्रादेशिक जैवसृष्टी व आधार हे परस्परांवर क्रिया करून अतिशय मोठे व सोप्यारीतीने ओळखता येतील असे समुदाय निर्माण करतात त्यांना जीवसंहीता (Biome) असे म्हणतात. प्रत्येक जीवसंहीता ही एकसारख्या झाडाझुडपांच्या परिसीमेने वैशिष्ट्यपूर्ण असते. उदा. गवताळ प्रदेशाच्या जीवसंहीता, जंगल जीवसंहीता, पाण्यातील जीवसंहीता. वाळवंट जीवसंहीता इ. दोन जीवसंहीता एकमेकापासून वेगळे होताना मधील भागात दोन्ही जीवसंहीतेची वैशिष्टे दाखवतात त्याला 'इकोटोन' असे म्हणतात.

### २.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न

१. परिसंस्था म्हणजे काय ?
२. उत्पादक कोणकोणते आहेत ?
३. सूक्ष्म भक्षक कोणकोणते असतात ?
४. स्वयंपोशी म्हणजे काय ?
५. ओसाड जागेचा विकास म्हणजे काय ?
६. सततची कार्ये म्हणजे काय ?
७. परिसीमित समूह म्हणजे काय ?
८. अन्नजाळी म्हणजे काय ?
९. पाणथळ जीवसंहीतेचा सूर्यप्रकाश रहित भाग म्हणजे काय ?
१०. भारतातील सर्वात मोठे वाळवंट कोणते ?

उत्तरे :

१. पर्यावरणातील सजीव आणि निर्जिव यांच्या एकत्रीकरणामुळे उदयास येणारी प्रणाली अथवा व्यवस्था म्हणजेच परिसंस्था होय.
२. उत्पादक हे स्वयंपोशी वनस्पती असतात. त्या सूर्यप्रकाश व असेंद्रीय पदार्थ वापरून प्रकाश संश्लेषणाच्या प्रक्रियेतून स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करतात.
३. परिसंस्थेतील 'विघटक' हे सूक्ष्म भक्षक आहेत.

४. जे सजीव स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करतात त्यांना स्वयंपोशी म्हणतात. हिरव्या वनस्पती सौर उर्जा वापरून साध्या असेंद्रीय पदार्थांचे शर्करेत रूपांतर करतात.
५. जेथे कोणत्याही जिवाचे अस्तित्व नाही अशा जागेचा विकास होणे म्हणजे ओसाड जागेचा विकास होय.
६. परीस्थितीकीय बदलामध्ये स्थलांतरण, एकत्रीकरण, प्रतिक्रिया व स्पर्धा यांना सततची कार्ये म्हणतात.
७. परीस्थितीकीय बदलांमध्ये सर्वात शेवटच्या टप्प्यानंतर समुह स्थिर होतो. त्यास 'परिसीमित समुह' असे म्हणतात.
८. नैसर्गिक परिस्थितीमध्ये, अन्न साखळ्या एकत्रित व क्रमशः आढळत नाहीत परंतु त्या एकमेकांशी संबंधित असतात व परस्परसंबंधी अनुबंध तयार करतात यालाच 'अन्नजाळी' असे म्हणतात.
९. पाणथळ जागेच्या ज्या भागामध्ये सूर्यप्रकाश पोहोचत नाही अशा भागास पाणथळ जीवसंहीतेचा सूर्यप्रकाशरहित भाग म्हणतात.
१०. 'थरचे वाळवंट' हे भारतातील सर्वात मोठे वाळवंट होय.

## २.६ उपक्रम

१. तुमच्या राहण्याच्या भागातील एका परीसंस्थेचा अभ्यास करा.
२. तुमच्या भागातील उत्पादक, भक्षक व विघटक सजीवांची यादी तयार करा.
३. तुमच्या भागातील एका अन्नसाखळीचा अभ्यास करा.
४. तुमच्या जिल्ह्यातील किंवा राज्यातील एका जीवसंहीतेला भेट द्या.

## २.७ दिर्घोत्तरी प्रश्न

१. परीसंस्थेच्या रचना व कार्याची विस्तृत माहिती द्या.
२. परीसंस्थेतील उर्जेच्या वहनाचे एकेरी मार्गाच्या उर्जावहनाच्या प्रतीकृतीने विस्तृत वर्णन करा.
३. परीस्थितीकीय उन्नत क्रमाचे विस्तृत वर्णन करा.
४. जीवसंहीतेची व्याख्या द्या आणि जगातील प्रमुख जीवसंहीतेचे उदाहरणासह वर्णन करा.
५. पाणथळ जीवसंहीतेची विस्तृत माहिती द्या.

## २.८ लघुत्तरी प्रश्न

१. टिपा लिहा.
  - अ) परिसंस्थेतील विघटक
  - ब) अन्न साखळी
  - क) अन्न जाळी
  - ड) परीस्थितीकीय मनोरे
  - इ) उर्जेचा मनोरा
२. परीसंस्थेमधील उत्पादकांच्या सहभागाबद्दल थोडक्यात वर्णन करा.
३. एकेरी मार्गाचा उर्जा वहनाच्या प्रतीकृतीचे थोडक्यात वर्णन करा.
४. परीस्थितीकीय उन्नत क्रमाचे प्रकार थोडक्यात वर्णन करा.
५. गवताळ परिसंस्थेवर थोडक्यात टीप लिहा.

## २.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१. अगरवाल के. सी., २००१, एन्व्हायरमेंटल बायालॉजी, नीधी पब्लीकेशन्स लि., बीकानेर.
२. कोरमोन्डी एडवर्ड जे., २००४, कनसेप्टस् ऑफ इकॉलॉजी, प्रेटीस हॉल ऑफ इंडिया प्रा. लि., न्यू दिल्ली.
३. मीलर टी. जी. ज्यू., एन्व्हायरनमेंटल सायन्स, वर्ड्सवर्थ पब्लीकेशन्स कं., यु.एस.ए.
४. ओडम ई. पी., बॅरैट, जी. डब्ल्यू, २००७, फन्डामेंटल्स ऑफ इकॉलॉजी, थॉमसन बुक्स., यु.एस.ए.
५. राना एस्.व्ही. एस., २००३, इसेन्सीयल्स ऑफ इकॉलॉजी अँड एन्व्हायरनमेंटल सायन्स, प्रीटिस हॉल ऑफ इंडिया, प्रा. लि., न्यू दिल्ली.
६. संत्रा एस. सी., २००६, एन्व्हायरनमेंटल सायन्स, न्यू सेंट्रल बुक एजन्सी प्रा. लि., कलकत्ता.
७. शर्मा पी.डी., १९८५, इकॉलॉजी अँड एन्व्हायरनमेंट, रास्तोगी पब्लीकेशन, मीरत.



घटक - १ पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन

क) नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या

---

अनुक्रमणिका

- ३.१ उद्दिष्टे
- ३.२ प्रास्ताविक
- ३.३ विषय विवेचन
  - ३.३.१ वन संसाधने वापर व अतिशोषण, जंगलतोड, लाकूड उत्पादन, खाणकाम, धरणांचा जंगले व आदिवासींवरील परिणाम
  - ३.३.२ जल संसाधने
  - ३.३.३ भूमी व खनिज संसाधने  
जनिक संसाधने व न्हास, खनिजांचा अतिवापर
  - ३.३.४ उर्जा संसाधने
- ३.४ सारांश
- ३.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न व उत्तरे
- ३.६ उपक्रम
- ३.७ दीर्घोत्तरी प्रश्न
- ३.८ लघुत्तरी प्रश्न
- ३.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

### ३.१ उद्दिष्टे :

- नैसर्गिक साधनसंपत्तीची संकल्पना समजून घेणे.
- विविध नैसर्गिक साधनसंपत्तीची व्याप्ती आणि महत्त्व समजून घेणे.
- नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा वापर आणि त्यावरील मानवनिर्मित समस्यांचा अभ्यास करणे.
- नैसर्गिक संसाधनांचा व्हास टाळण्यासाठी उपाययोजना अभ्यासणे.
- नैसर्गिक संसाधनांच्या संवर्धनासाठी वैयक्तिक भूमिकेचा अभ्यास करणे.
- शाश्वत जीवनपद्धतीसाठी साधनसंपत्तीचा समन्यायी व योग्य वापर अभ्यासणे.

### ३.२ प्रास्ताविक :

पर्यावरणातील ज्या घटकांमुळे मानवी गरजांची पूर्तता होते तसेच ते घटक राहणीमान सुधारण्यास मदत करतात त्यांना साधनसंपत्ती असे म्हणतात. कोणत्याही देशाची प्रगती संसाधनांचा दर्जा आणि प्रमाण यांवर अवलंबून असते. परंतु गेल्या काही वर्षात वाढते औद्योगिकरण, कारखानदारी, नागरीकरण यांमुळे नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा व्हास होतो आहे. सतत वाढत जाणारी लोकसंख्या आणि मर्यादित प्रमाणातील नैसर्गिक संसाधने यांमध्ये असमतोल निर्माण झाला आहे. बदलत्या जीवनशैलीमुळे विविध साधनसंपत्तीचा अतिवापर होत आहे. परिणामतः पर्यावरणाचा व्हास होत आहे. विविध संसाधनांचा व्हास असाच चालू राहिल्यास भविष्यात मानवाला आपल्या मुलभूत गरजा भागवणे कठीण होईल. त्यामुळे पर्यावरणाचा कोणताही समतोल न ढासळता शाश्वत विकासाचा विचार करणे गरजेचे आहे. नैसर्गिक संसाधनांच्या वाढीच्या मर्यादा लक्षात घेवून संसाधनांचा योग्य विनिमय करणे ही काळाची गरज आहे.

#### अ) पुनर्निर्मितीक्षम संसाधने/अक्षय संसाधने

जी साधनसंपत्ती मुबलक प्रमाणात निसर्गात अस्तित्वात आहे किंवा ज्या साधनसंपत्तीचा एकदा वापर करूनदेखील नैसर्गिक चक्राद्वारे किंवा मानवी प्रयत्नाद्वारे पुन्हा निर्माण होते त्यास पुनर्निर्मितीक्षम संसाधन म्हणतात.

उदा. सौरऊर्जा, पवनऊर्जा, पाणी, मातीची सुपीकता, इ.

#### १) नैसर्गिक साधनसंपत्तीचे वर्गीकरण

##### अ) नैसर्गिक संसाधने

##### १) पुनर्निर्मितीक्षम/अक्षय संसाधने

##### २) अपुर्णनिर्मितीक्षम/क्षय संसाधने

या संसाधनावर मानवी हस्तक्षेपाचा परिणाम होत नाही परंतु मानवाच्या चुकीच्या वापरामुळे या संसाधनाचा दर्जा खालावतो. उदा. जलप्रदुषण, हवाप्रदुषण इ.

## ब) अपूर्णनिर्मितीक्षम संसाधने/क्षय संसाधने

या प्रकारची संसाधने अत्यंत मर्यादित प्रमाणात पृथ्वीवर उपलब्ध आहे.

जी संसाधने एकदा वापरल्यानंतर नष्ट होवू शकतात किंवा त्यांचे पुनर्विकरण कठीण असते. अशा संसाधनांना अपूर्णनिर्मितीक्षम संसाधने म्हणतात.

उदा. दगडी कोळसा, नैसर्गिक वायू

## ३.३ विषय विवेचन

### ३.३.१ वन संसाधने

वने ही मानवाने वापरलेले सर्वात जुने नैसर्गिक संसाधन आहे. अगदी प्राचीन काळापासून माणूस स्वतःच्या अस्तित्वासाठी वनांवर अवलंबून आहे. कित्येक वने ही परिस्थितिकीय कार्ये म्हणजेच सतत पाण्याचे आणि हवेचे चक्रीय भ्रमण यामध्ये सहभाग घेतात. भूगर्भातील पाणी धरून ठेवून आणि पूर कमी करून पाण्याची परिसंस्था वने बळकट करतात. वने जमिनीची धूप थांबवून, अन्न, इंधन, चारा, विशेषतः तेथील स्थानिक गरीब लोकांना पुरवतात.

लाखो लोकांचे रोजचे जीवन किरकोळ वन उत्पादनावर अवलंबून असते, ही उत्पादने झाडे न तोडता किंवा लाकडावर क्रिया न करता सहजासहजी उपलब्ध होऊ शकतात. जेथे जंगल उत्पादनाचा कच्चा माल म्हणून वापर केला जातो अशा कारखान्यामध्ये मोठ्या प्रमाणात लोक नोकरी करतात.

औद्योगिक जगतामध्ये वने ही अजूनही महत्त्वाची साधनसंपत्ती मानण्यात येते. पण जंगलात राहणाऱ्या भटक्या जमाती आणि लाखो लोक जे वनांच्या सीमेवर राहतात त्यांच्यासाठी वन हे उदरनिर्वाहाचे प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष एकमेव साधन आहे. कारण, त्यांच्या मूलभूत गरजा वनात आणि वनाबरोबरच्या परिसंस्थेतच त्यांना मिळतात.

### वापर आणि अतिशोषण

आजच्या काळामध्ये जगातील वने नष्ट होण्याची किंवा ती कमी होण्याची महत्त्वाची कारणे म्हणजे वनांचे शेतीमध्ये रूपांतर, लाकडाचा व्यावसायिक अतिवापर, लाकडाचा इंधन म्हणून वापर, कुरणांसाठी वापर, जलसिंचन, जलविद्युत आणि इतर प्रकल्प ही आहेत. स्थानिक वन संसाधनाचा पारंपरिक वापर मुख्य स्थानिक लोकांच्या गरजेनुसार होतो. तसेच तो जैविक प्रणालीच्या वहन क्षमता आणि पुनर्निर्माणाच्या मर्यादित होतो. तरीसुद्धा विकसनशील देशातील वाढणारी लोकसंख्या आणि त्यांच्या गरजा तसेच औद्योगिक गरजांसाठी विकसित देशातील वनांचा अतिवापर फक्त स्थानिकच नाही तर वैश्विक झाला आहे. म्हणून यापुढे गरीब देश तसेच स्थानिक वसाहती यांनी जागतिक व्यापारात इमारती लाकूड, कागद आणि इतर व्यावसायिक वापरासाठी होणारा जंगल संसाधनाचा अनियंत्रित वापर कमी केला पाहिजे.

### जंगलतोड

जंगलतोडीचे मुख्य कारण म्हणजे नैसर्गिक वने नष्ट करणे, जगातील आपल्या काही भागामध्ये वृक्षतोड, मशागतीची जागा बदलणे, शेतीमधील वाढ आणि पर्यावरणविरोधी राब पद्धत तसेच विकास प्रकल्प जसे की, धरण, खाणकाम, रस्ते, बंदर इत्यादी आहेत. वनांचे रूपांतर शेतीमध्ये करणे हे जंगलतोडीचे महत्त्वाचे कारण

आहे. जंगलतोड करून त्याचा वापर शेतीसाठी करण्याकरिता प्रामुख्याने वृक्षतोड किंवा मशागतीच्या बदलत्या पद्धतीचा वापर केला जातो. या दोन्ही गोष्टी वन संपत्तीसाठी अपायकारक आहेत. गेल्या काही दशकात परिस्थितिकीयदृष्ट्या संवेदनशील प्रदेशात होणाऱ्या खनिज खाणकामाचा जंगलतोडीच्या क्रियेत मोठ्या प्रमाणात सहभाग आहे.

विकसनशील देशात मनुष्यबळावर आधारित शेती तंत्रज्ञान वापरून वाढती अन्नधान्याची मागणी पूर्ण केली जाते. मशागतीतील बदल आणि संबंधीत पद्धतीमुळे भारताच्या पर्वतीय भागातील वनाच्छादित प्रदेश मोठ्या प्रमाणात नाहीसे होत आहेत. उदा. पश्चिम घाट आणि हिमालय यासारखे प्रदेश जे जैवविविधतेच्या दृष्टीने समृद्ध आहेत आणि म्हणूनच त्यांना जगातील 'संवेदनशील प्रदेश' असे म्हणतात. जैवविविधतेचा व परिस्थितिकीय न्हास याशिवाय वृक्षतोडीमुळे वृक्षाच्छादित भागाचे रूपांतर वाळवंटात होते, ही प्रक्रिया बहुतेक वेळा पूर्वस्थितीवर न येण्यासारखी असते. यावरून असे दिसून येते की, वनांच्या न्हासामुळे प्रामुख्याने हिमालयाच्या पायथ्याशी आणि पश्चिम घाटात असलेल्या जागांचे नापिक जमिनीत रूपांतर होत आहे. वृक्षतोड आणि अतिचराई यामुळे गुजरातचा मोठा भाग आणि मध्यप्रदेशातील राजस्थान लगतच्या भागाचे वाळवंटात रूपांतर झाले आहे.

### लाकूड उत्पादन

पारंपरिक वन संसाधनाचा वापर प्रथमतः बांधकामासाठी आणि त्यानंतर इंधनासाठी, औद्योगिक आणि घरगुती वापरासाठी करण्यात आला. वनात राहणारे आणि स्थानिक लोक झाडांचा वापर घरबांधणी, शेतीसाठी, शोभेच्या कलावस्तूसाठी करतात. हा वापर किरकोळ होता, परंतु औद्योगिकरणानंतर लाकूड मिळविण्यासाठी विशिष्ट झाडांचा उदा. साग, साल यांचा एकोणिसाव्या शतकात मोठ्या प्रमाणावर जहाज बांधणीसाठी वापर करण्यात आला आणि त्यानंतर रेल्वे रूळासाठी व घरासाठीही वापर करण्यात आला. बाराव्या शतकात नैसर्गिक जंगले कमी होऊन छोट्या तुकड्यात रूपांतरित झाले आणि मोठ्या प्रदेशात एक जातीय झाडांची लागवड व्यावसायिक हेतूने लाकूड मिळविण्यासाठी करण्यात आली. यामुळे अस्तित्वात असलेले प्राणी आणि वनस्पती यांच्यातली विविधता कमी झाली. स्वातंत्र्यानंतरच्या काळात शहरी भागातून घरबांधणीसाठी लाकडाची मागणी मोठ्या प्रमाणात वाढत गेली. वने धोक्यात आल्या कारणाने त्यातील झाडे तोडण्यास निर्बंध घातल्यामुळे दक्षिण पूर्व आशियायी देशांतून आवश्यक असलेले लाकूड आयात केले जाते.

### खाणकाम

खाणकाम हे अतिशय स्थानबद्ध आहे आणि एकावेळेची अतिशोषण कृति असून त्यामुळे पर्यावरणात कायमस्वरूपी बदल घडून येतात. खाणकाम हे खनिजांसाठी असू शकते, हे बहुतेकरून वनांतील जागेमध्ये पट्टे किंवा खुल्या जागेतील खाणकाम असते उदा. बॉक्साईट, मॅंगनिज, लोह इत्यादी. खनिजे पृथ्वीच्या उथळ आणि वरच्या भागात सापडत असल्यामुळे, पहिल्यांदा जंगलातील विस्तीर्ण प्रदेशातील झाडे तोडण्याची गरज असते. पर्वत उतार आणि पठार या भागातील झाडेझुडपे तसेच झरे आणि नाले यांचे रूपांतर नापीक जमिनीत चालू आहे. अशुद्ध धातूच्या वाहतुकीसाठी रस्त्यांच्या जाळ्यांची गरज असून ते वनांमधून जात असतात. कामगारांच्या वसाहती, कार्यशाळा आणि औद्योगिक यंत्रसामग्रीमुळे ध्वनी आणि हवेचे प्रदूषण निर्माण होते. याचा तेथील आणि त्या जागेजवळील वनस्पती आणि प्राण्यांवर हानिकारक परिणाम होत असतो.

मध्यप्रदेश, राजस्थान, हिमाचल प्रदेश, आसाम, अरुणाचल प्रदेश आणि पश्चिम घाट, महाराष्ट्र, कर्नाटक, गोवा इथल्या भारतीय जंगलामधील खाणकाम कृती वनस्पती व प्राणी यांच्यासाठी हानिकारक असल्याचे सिद्ध झाले आहे. यामध्ये जंगल प्रदेश, संरक्षित प्रदेशातील आणि त्याजवळील म्हणजेच वन्यजीव अभयारण्य आणि राष्ट्रीय उद्यानांचाही समावेश होतो. नैसर्गिक जंगलाच्या पुनर्भरणीसाठी आवश्यक असणारे खाणकामावरील नियंत्रण आणि व्यवस्थापन हे खाणकामानंतर वृक्षारोपण करून मिळविता येते. पण त्यांच्याकडे दुर्लक्ष केले जाते आणि जरी हे कदाचित केले तरी ते मूळ नैसर्गिक झाडांची भरपाई करू शकत नाहीत. अशापद्धतीने खाणकामामुळे झालेल्या नैसर्गिक वन परिस्थितिकीचे नुकसान कायमचे आणि भरून न काढता येण्याजोगे असते.

### धरणांचा जंगले व आदिवासींवरील परिणाम

जलसिंचन आणि जलविद्युत प्रकल्पाच्या दृष्टीने मोठे धरण प्रकल्प उभे करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात दाट आणि पूर्वीपासूनच वनांतील पर्यावरणाच्या दृष्टिकोनातून संवेदनशील असणारी नदीच्या वरच्या भागातील पाणलोट क्षेत्रातील जमीनीचा वापर करण्यात आला. भारतातील पश्चिम घाटासारख्या पर्वतीय प्रदेशात ही एक सर्व सामान्य गोष्ट आहे. यावरून असं स्पष्ट दिसते की, धरण प्रकल्प प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षपणे वरच्या पाणलोट क्षेत्राच्या नाशासाठी कारणीभूत आहेत. जे वन पाण्याखाली येते त्याच्यावरच परिणाम झाला आहे, असे नसून धरण बांधणीपासून ते रस्ते बांधणी, कामगार वसाहती आणि त्यांची जळाऊ लाकूड आवश्यकता यासाठी धरण क्षेत्राकडील जंगले प्रकल्पासाठी वापरली जातात. वसाहती, उद्योग आणि संलग्न कृती याकडे आकर्षित होऊन आधीच प्रभावित झालेल्या साधनसंपत्तीवरील ताण वाढतो. अशा प्रकारे पुनर्निर्मितीक्षमता पूर्णपणे नष्ट होते.

जेथे धरणांचे बांधकाम झाले आहे, त्याठिकाणातील ज्यांचे मूलस्थान वनांशी संबंधित असे विशेषतः स्थानिक आदिवासी लोक व या जागेतील साधनसंपत्ती यावर सगळ्यात जास्त परिणाम झाला आहे. त्यामुळे शेजारच्या वन परिसंस्थामध्ये उपलब्ध असलेल्या स्थानिक साधनसंपत्तीवर आधारलेले त्यांचे जीवन आणि पारंपरिक अधिवास यास ते मुकू लागतात. शतकानुशतके सुरू असलेल्या सहअस्तित्वामुळे आदिवासींचे उपजीविकेचे साधन आणि सांस्कृतिक गरजेसाठी वनांवर अवलंबून असणे वेगळे होऊ शकत नाही. धरणाच्या आणि सुधारणेच्या कृतींमुळे जरी विस्थापित झाले असले तरीही वास्तविक पाहता, त्यांचे पुनर्वसन करणे फक्त त्यांना योग्य नुकसान भरपाई देऊन पूर्ण होणार नसून त्यांचे जंगलाशी असणारे सामाजिक आणि सांस्कृतिक नाते कायम ठेवावे लागणार आहे.

### ३.३.२ जलसंसाधने

#### भूपृष्ठावरील पाण्याचा वापर आणि अतिवापर :

पृथ्वीच्या भूपृष्ठावरील पाणी महासागर, नद्या, तलाव, तळे, इ. च्या रूपाने अस्तित्वात आहे. त्याचा विविध कारणांसाठी वापर होतो. उदाहरणार्थ, घरगुती कामकाज, उद्योगधंदे, जलसिंचन, जलवाहतूक, जलविद्युत निर्मिती, हे त्याचे महत्त्वाचे उपयोग आहेत.

पाण्याचे असे अनेक उपयोग असले तरी, मानवनिर्मित विविध क्रियांमुळे पाण्याचा गैरवापर होत आहे. स्थानिक स्तरापासून ते जागतिक स्तरापर्यंत सर्वत्र पाण्याची गुणवत्ता ढासळली आहे. नळावाटे सहज उपलब्ध झालेल्या पाण्याचा अतिवापर आणि गैरवापर होतो आहे. विविध कारखान्यातून सोडलेल्या विषारी सांडपाण्यामुळे अनेक गंभीर समस्या निर्माण होतात. घरगुती कचरा, प्लॅस्टिक, धातुचे अवशेष, लाकडी तुकडे इत्यादीमुळे

जलाशयाचे सौंदर्य कमी होतेच परंतु विविध रोगांचाही त्यामुळे प्रसार होतो. आधुनिक कृषीपद्धतीमुळे जैविक अन्नसंचय आणि जैवसाखळीत अविघटनशील, विषारी द्रव्यांची साठवण होते. तसेच, अतिजलसिंचनामुळे अनेक सुपीक जमिनी दलदलयुक्त, नापीक बनल्या आहेत.

#### भूजलाचा वापर आणि अतिवापर :

भूजलाची व्याप्ती पाहत हे संसाधन विशिष्ट ठिकाणी आढळणारे व मर्यादित स्वरूपात असल्याचे दिसून येते. काही वर्षापूर्वी भूपृष्ठजलापेक्षा भूजल हे जास्त शुद्ध मानले जात होते, परंतु मानवनिर्मित कारणांमुळे ह्या संसाधनाचाही ऱ्हास होत आहे. घरगुती, उद्योगधंदे आणि कृषी उत्पादनासाठी जास्तीत जास्त भूजलाचा वापर केला जात आहे. सततच्या वापरामुळे या संपदेची पूनर्भरण क्षमता मंदावली आहे. तसेच, बऱ्याच ठिकाणी भूजल पातळी शेकडो फुटांनी सर्वसाधारण पातळीपेक्षा खाली गेली आहे. अशावेळी भूजल पातळी पुर्ववत करणे फार खर्चिक होते. वाढत्या जंगलतोडीमुळे तसेच जमिनीवरील वनस्पतींचे आच्छादन कमी झाल्याने भूपृष्ठावरील पाणी झिरपणे कमी झाले आहे. भूजल संपदा तयार होण्यास बरीच वर्षे लागतात परंतु त्याचा ऱ्हास होण्यास फार अल्प कालावधी लागतो. या संसाधनाचे काळजीपूर्वक पुनर्भरण करणे तसेच चिरंतन वापरामुळे त्यावर अत्याधुनिक उपाययोजना करणे गरजेचे आहे.

#### पूर :

पूर ही मोठी नैसर्गिक आपत्ती आहे. पूरपरिस्थितीमध्ये सखल प्रदेशात पाणी शिरल्याने प्रचंड प्रमाणात मनुष्य व वित्तहानी होते.

काही जलचर प्राण्यांच्या उदाहरणार्थ माशांच्या जीवनचक्रामध्ये पूर महत्त्वाची भूमिका पार पाडतात. पुरामुळे मोठ्या प्रमाणावर कसदार गाळ वाहून आणला जातो. मानवनिर्मित कारणांमुळे पुरामुळे होणारी हानी दरवर्षी वाढतच आहे. धरणे ही पूरनियंत्रणासाठी व जलसिंचनासाठी उपयुक्त आहेत. परंतु नद्या आणि धरणांमध्ये गाळ साठल्याने पात्राची खोली कमी होते आणि पात्रातील पाणी बाहेर पसरल्याने अनेक गावे पाण्याखाली जातात. कृषीक्षेत्राची वाढ आणि नदी काठांवरील जास्त लोकसंख्या असलेल्या गावांमध्ये व शहरांमध्ये स्थिती फारच बिकट होते.

पुराची कारणे खालीलप्रमाणे आहेत.

- १) अतिपर्जन्यवृष्टी
- २) बर्फ वितळणे
- ३) सुनामी
- ४) धरणे आणि नद्यांमध्ये गाळ साठणे
- ५) जंगलतोड

पुरामुळे होणारे परिणाम सकारात्मक आणि नकारात्मक अशा दोन्ही प्रकारे विषद करता येतील.

यातील सकारात्मक परिणाम म्हणजे -

- १) पुरामुळे पोषणद्रव्ययुक्त सकस मातीचा थर वाहून आणला जातो ज्यामुळे पिक उत्पादनात वाढ होते.

२) पूरग्रस्त भागातील व आसपासच्या परिसरातील भूजल पातळी वाढते.

तर पुराचे नकारात्मक परिणाम खालीलप्रमाणे -

- १) मोठ्या प्रमाणावर जीवित व वित्त हानी
- २) शेती, शेतजमिनी, दळणवळणाची साधने आणि रस्ते यांचे नुकसान
- ३) संपर्क माध्यमांचा अभाव
- ४) रोगराईचा प्रसार
- ५) पाणी प्रदूषण

● **पूरावरील उपाय :-**

- १) वाहून आलेले पाणी जास्तीत जास्त जमिनीत मुरवणे आणि पाणलोटक्षेत्राचा विकास करणे.
- २) नदीवळणे कमी करून पाण्याचा वेग कमी करणे.
- ३) पूर कालवे काढणे
- ४) मातीचे व दगडी बांध घालून पूराच्यावेळी पाणी पात्राबाहेर येऊ नये याची खबरदारी घेणे.
- ५) नदी, धरणे यांतील गाळ काढणे.
- ६) पूरासंबंधी आगाऊ पूरनियंत्रण व्यवस्थेची आखणी करणे.

**अवर्षण (दुष्काळ)**

दीर्घकाळ पर्जन्यवृष्टी न झाल्याने किंवा प्रमाणापेक्षा कमी झाल्याने पाण्याचे दुर्भिक्ष्य निर्माण होते यालाच अवर्षण किंवा दुष्काळ म्हणतात. पर्यावरणातील वातावरण व हवामान संबंधित घटकांमुळे ही आपत्ती निर्माण होते. मानवनिर्मित अनेक घटकांमुळे अवर्षणामध्ये वाढ झाली आहे. जगभरात जवळजवळ ८० देशांना अवर्षणाच्या समस्येला सतत तोंड द्यावे लागते.

● **अवर्षणाची कारणे :**

अवर्षण ही समस्या हवामानाशी संबंधित असली तरी अतिचराई, जंगलतोड, जमिनीची धुप, इ. मानवनिर्मित कारणांमुळे ही गंभीर आपत्ती निर्माण होते. गेल्या काही वर्षांमध्ये अशा सर्व कारणांमुळे भारतात अनेक ठिकाणी दुष्काळजन्य परिस्थिती निर्माण झाली आहे. त्याचबरोबर कोरडवाहू भागात राबवलेली चुकीची पीक पद्धती आणि पाण्याचा गैरवापर यांमुळे जमिनी ओसाड झाल्या आहेत.

● **अवर्षणाचे परिणाम**

- १) पाण्याचे अतिदुर्भिक्ष्य निर्माण होते आणि जलचक्राचा समतोल ढळतो.
- २) कृषी उद्योगाचा प्रचंड प्रमाणात तोटा होतो. अन्नसाठा कमी झाल्याने भुकबळींची संख्या वाढते.
- ३) जमिनीतील भूजल पातळी खालावते.
- ४) जमिनीची धुप होते.

५) पाण्याच्या कमतरतेमुळे मोठ्या प्रमाणावर लोक विस्थापित होतात. त्यांचे अन्न, पाणी, औषधे, निवारा या सर्वांची व्यवस्था करणे ही मोठी समस्या निर्माण होते. त्याचबरोबर जनावरांना चारा व पाणी पुरवठा करणे ही कठीण बाब निर्माण होते.

• **दुष्काळ निवारणाचे उपाय :**

जगातील जवळजवळ १/३ लोकसंख्येला पाण्याच्या दुर्भिक्ष्याला सामोरे जावे लागते. अशावेळी UNO, UNISEF, WHO व FAO सारख्या काही संस्था जागतिक पातळीवर अन्न, पाणी, वैद्यकीय व आर्थिक मदत करतात. अवर्षण निवारणासाठीचे काही उपाय असे आहेत :

- १) जमिनीवरचे हरित आच्छादन वाढवणे वृक्षसंवर्धनामुळे जमिनीत पाणी मुदवण्याचे प्रमाण वाढवता येईल ज्यामुळे भूजल पातळीत वाढ होईल.
- २) जलसंसाधनांचे योग्य व्यवस्थापन करून 'पाणी अडवा, पाणी जिरवा' यासारख्या मोहीमा राबवणे. छतावरील पावसाच्या पाण्याचा उपयोग भूजल पुनर्भरणासाठी होऊ शकतो.
- ३) शेती व्यवस्थापनामध्ये योग्य पिकाची निवड, जलसिंचनाची योग्य पद्धत, इत्यादी पद्धती महत्त्वाच्या आहेत.

• **पाण्यासाठीचे विवाद :**

पाणी म्हणजे जीवन, सजीवांची सर्वात मुलभूत गरज आहे. म्हणूनच सुरुवातीपासूनच्या काळात पाण्याबाबत संघर्ष आढळतात, प्रामुख्याने जेव्हा साधनसंपत्ती मर्यादित असते आणि ती गरज पूर्ण करू शकत नाही. पारंपरिकदृष्टीने पाणी ही सर्वसाधारण नैसर्गिक साधनसंपत्ती गृहित धरून तिचे सर्वांमध्ये समान वाटप झाले पाहिजे. अलिकडच्या वर्षांमध्ये विकासाचा प्राधान्यक्रम बदलत गेला आणि लोकांचा दृष्टिकोन देखील मर्यादित साधनसंपत्तीचा अतिवापर करण्याकडे बनत गेला. आज उपलब्ध असलेल्या पाण्याचे परिमाणात्मक एवढेच नव्हे, तर गुणात्मक घटक ही संघर्षासाठी कारणीभूत ठरत आहेत. औद्योगिक समाजाचा पाण्याच्या संवर्धनात असणारा कमी सहभाग आणि पाण्याचा विविध कारणांसाठी होणारा वापर या सर्वांपासून वेगळा दृष्टिकोन तयार होऊन पाण्याचा होणारा अयोग्य वापर किंवा अपव्यय हा साधनसंपत्तीच्या न्हासासाठी कारणीभूत ठरत आहे. सर्वसाधारणपणे साधनसंपत्तीचा विभागून वापर करणाऱ्यामुळे घराघरात, समाजात, गावात, राज्यात आणि संपूर्ण देशांमध्ये यापुढे तणाव आणि संघर्ष वाढलेले दिसतील. उपभोग घेणाऱ्यांच्या मुलभूत गरजांच्या पूर्ततेच्या खात्रीसाठी सर्वसामान्य साधनसंपत्तीचे संवर्धन करणे आणि योग्य वापर करणे हा एक उपाय असू शकतो, नाहीतर यामुळे वेगवेगळ्या स्तरावर महत्त्वाच्या साधनसंपत्तीसाठी नजिकच्या भविष्य काळात मोठ्या प्रमाणात वादविवाद होऊ शकतात.

• **धरणे-फायदे आणि समस्या :**

धरणे बांधण्याचा हेतू जलसिंचन, पूर निवारण, शहर पाणी पुरवठा, वीज निर्मिती हा आहे. भारतामध्ये सर्वात जास्त धरणांची संख्या आहे. धरणांना राष्ट्राच्या प्रगतीचे चिन्ह समजले जाते. आर्थिक उन्नती आणि वाढीसाठीची प्रचंड ताकद धरणांमध्ये सामावली आहे. पूर आणि दुष्काळ थांबवण्यासाठी, दूरवरच्या भागात पिण्याच्या पाण्याचा पुरवठा करण्यासाठी आणि मत्सोत्पादन, दळणवळण यासाठी धरणांचा उपयोग होतो.

धरणांचे असे विविध उपयोग असले तरी त्याच्याशी निगडित समस्याही आहेत. आदिवासी लोकांचे विस्थापन, जंगले व जैवविविधतेचा न्हास, अतिजलसिंचनामुळे झालेल्या दलदलयुक्त नापिक जमिनी, किटक व किटकजन्य रोगांचे वाढते प्रमाण, इत्यादी, अशाप्रकारे धरणे जरी समाज उपयोगासाठी बांधण्यात आली असली तरी त्याचे बरेच दुष्परिणाम आहेत. त्यामुळे मोठ्या धरणांऐवजी लहान धरणे बांधणे किंवा जलव्यवस्थापनाचे इतर मार्ग शोधणे ही काळाची गरज आहे.

### जलसंवर्धन, पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन, पावसाच्या पाण्याचे संकलन

सर्व नैसर्गिक संसाधनांमध्ये पाणी ही सर्वात अमूल्य संपत्ती आहे. पण पाणी सर्वत्र उपलब्ध असल्याने आणि लोकांच्या ते अमर्याद असल्याच्या समजूतीने त्याला कमी महत्त्व दिले जाते. जोरदार पावसामुळे काही भागात पूर येतात. त्याचवेळी काही भागात पाण्याचा मोठा तुटवडा निर्माण होतो. अशा प्रकारचा विरोधाभास देशामध्ये एकाच वेळी दिसून येतो. दोन्ही परिस्थितीत स्थानिक लोक आणि संस्थांना गंभीर समस्यांना तोंड द्यावे लागते. असे चित्र दरवर्षी आपल्याला पहावयास मिळते.

जगातील आरोग्य संघटनेच्या अनुमानानुसार विकसनशील देशातील ८०% आजार हे अस्वच्छता, पिण्याच्या शुद्ध पाण्याचा आभाव आणि सांडपाण्याच्या अयोग्य निःस्सारणामुळे (व्यवस्थापनामुळे) होतात. म्हणूनच आज बहुसंख्य विकसनशील देशांचा प्राधान्यक्रम शुद्ध पाणी पुरवठा करणे हा आहे.

जमिनीवरील पाण्याचा योग्य वापर न केल्यामुळे आणि जमिनीमधील पाण्याचे साठे कमी होत असल्याने पाण्याच्या तुटवड्याची समस्या गंभीर बनत चालली आहे. पाण्याचे संवर्धन हे अनेक भागांमध्ये शुद्ध पाणी पुरवठा करण्याचे एक महत्त्वाचे साधन आहे. उपलब्ध पाणी मर्यादित असल्यामुळे सिंचन, उद्योगधंदे, घरगुती वापर, करमणुकीसाठी यांसारख्या क्रियांमध्ये पाण्याचा योग्य आणि कमीत कमी वापर, पुनर्चक्रीकरण, पुनर्वापर केल्यास पाण्याचा प्रश्न सोडविण्यास मदत होईल.

#### १) जलसंवर्धनाची उद्दिष्टे

१. प्रत्येकाला पुरेसे पाणी उपलब्ध करून देणे.
२. ते योग्य वेळी व योग्य ठिकाणी उपलब्ध करून देणे.

#### २) जलसंवर्धनाचे उपाय

- पाण्याची गरज, उपलब्धता लक्षात घेऊन जलसंवर्धनाचे उपाय योजता येतात, ते पुढीलप्रमाणे
- जलाशय व हौद यांच्या स्वरूपात पावसाचे पाणी साठविणे.
  - भूजल पूनर्भरणासाठी छोटे बांध, धरणे, पाझर तलाव बांधणे.
  - शेतीतील पाणी व्यवस्थापनासाठी उपसा सिंचन, ठिबक सिंचन, तुषार सिंचन यांसारख्या नवनव्या पद्धतींचा वापर करणे.
  - तसेच सांडपाण्यावर योग्य प्रक्रियेनंतर त्याचे पुनर्चक्रीकरण करणे, पाण्याचा काटकसरीने वापर करणे, पावसाच्या पाण्याचे संकलन नैसर्गिक पाणथळ भागांचे संरक्षण व संवर्धन करणे, भूजलाचे

पूनर्भरण, पाणलोट व्यवस्थापन, स्थानिक पातळीपासून जागतिक पातळीपर्यंत जागृती करणे, प्रदुषण कमी करणे. कायदेशीर तरतुदी करणे इ. चा जलसंवर्धनामध्ये समावेश होतो.

### ३) पाणलोट क्षेत्र

‘ज्या भूपृष्ठावरून पावसाचे वाहून जाणारे पाणी एकत्र केले जाते त्याला पाणलोट क्षेत्र असे म्हणतात.’ यामध्ये इमारतीचे छत, जमिनीचे विशिष्ट क्षेत्र यांचा समावेश होतो एखाद्या वसाहतीमध्ये पाणलोट क्षेत्र पाईपलाईनद्वारा पाणी गोळा करून वाढवता येते. वाहून जाणाऱ्या पाण्यावर विविध घटक परिणाम करतात -

१. पावसाची तिब्रता, पहिल्या पावसाचा कालावधी, (जमीन भिजविण्यासाठी) व पुढचा पाऊस (जमिनीत पाणी मुरविण्यासाठी).
२. भूपृष्ठ - गुळगुळीत (पाणी जलद वाहून जाते) किंवा खडबडीत (पाणी वाहून जाण्याचे प्रमाण कमी)

### ४) पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन

जेव्हा पर्जन्यवृष्टी, पाणी, गारा, हिमाच्या स्वरूपात जमिनीवर येते तेव्हा त्यातील थोडे पाणी जमिनीत मुरते आणि उरलेले पाणी पृष्ठावरील पाणी जमिनीवरून पर्वतातून, डोंगरातून सपाट भागातून छोट्या झरे, नाट्याच्या रूपात वाहते, ते एकमेकांना मिळतात व एक मोठा प्रवाह तयार होतो असे अनेक प्रवाह शेवटी एकत्र येऊन नदी तयार होते. म्हणजेच पाणलोट क्षेत्र हे एक विविध प्रवाहांमुळे जमिनीवर तयार झालेले पाण्याचे जाळे. पाणलोट्याची व्याख्या - १. एका सामाईक ठिकाणी केलेले पाण्याचे संकलन व संवर्धन, २. नद्या, झरे, तलाव यांमुळे ज्या जमिनीवरून पाणी आणले जाते तिला देखील पाणलोट क्षेत्र म्हणतात.

पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन हे पुढील घटकांवर अवलंबून असते :- खोऱ्याची भूपृष्ठीय रचना, पाणी वाहून नेण्याची रचना, आकार, आकारमान, पाणलोट क्षेत्राचा उतार, वनस्पतींचे आच्छादन, हवामान, मातीचा प्रकार, पोत इ. याबरोबरच जमिनीच्या वापराची आणि त्या भागातील जलशास्त्राची माहिती असणे आवश्यक आहे.

पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन म्हणजे जलशास्त्र, भूस्तरशास्त्र, अभियांत्रिकी, कृषी, मृदाशास्त्र, अर्थशास्त्र या विषय-तज्ज्ञांनी एकत्र येऊन केलेले पृथःकरण होय. मृदा संधारण, उतारावरील खाचरे, वृक्षसंवर्धन, नालाबंदीग, छोटे बांध, खड्डे मुजविणे यांचा पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापनात समावेश होतो.

### ५) पावसाच्या पाण्याचे संकलन

जवळजवळ ४००० वर्षापूर्वीपासून कोरड्या प्रदेशांमध्ये पाणी संकलनाची पद्धत वापरली जाते. जेथे वार्षिक पर्जन्यमान कमी आहे अशा कोरड्या प्रदेशांमध्ये पावसाचे पाणी संकलन करण्याच्या पद्धतींचा विकास झाला. परंतु नळाद्वारे पाणीपुरवठा होऊ लागल्यापासून अशा पारंपारिक जलसंकलनाच्या पद्धतींकडे दुर्लक्ष झाले. पण यातील अनेक पद्धती देशातील काही भागात प्रामुख्याने राजस्थान, गुजरात आणि तमिळनाडूमध्ये पुन्हा वापरात येऊ लागल्या आहेत.

भारतामध्ये बहुतेक ठिकाणी भूपृष्ठीय तसेच भूगर्भातले पाणी वापरले जाते. परंतु हे पाणी वापरताना मर्यादित पाणीसाठा, भौगोलिक मर्यादा, जलप्रदूषण यांसारख्या समस्यांना सामोरे जावे लागते. पाण्याच्या दूर्भिक्षामुळे स्त्रिया व लहान मुलांना लांब अंतरावरून पाणी आणण्यासाठी जावे लागते. यामुळे त्यांच्या आरोग्य व मुलांच्या अभ्यासावर विपरीत परिणाम होतो. म्हणून शुद्ध पाण्यासाठी पावसाच्या पाण्याचे अधिकाधिक संकलन करणे काळाची गरज बनली आहे.

**व्याख्या** - जेथे पावसाचे पाणी पडेल तेथे ते साठविणे, पावसाळ्यामध्ये किंवा इतरवेळी पडलेल्या पावसाचे पाणी साठविणे व त्याचा वर्षभरासाठी वापर करणे यालाच 'पावसाच्या पाण्याचे संकलन' म्हणतात.

घराचे छप्पर, शेती क्षेत्रे, भूपृष्ठ अशा कोणत्याही प्रदूषणमुक्त पृष्ठभागावरून पावसाच्या पाण्याचे संकलन करता येते. यामुळे जमिनीखालील पाणीसाठ्यात वाढ करता येते तसेच जमिनीवर देखील पाणीसाठा करता येतो. पण जमिनीवरील पाणी प्रदूषित होण्याचा धोका असतो, म्हणूनच पावसाच्या पाणी संकलनाच्या दोन पद्धती पुढीलप्रमाणे-

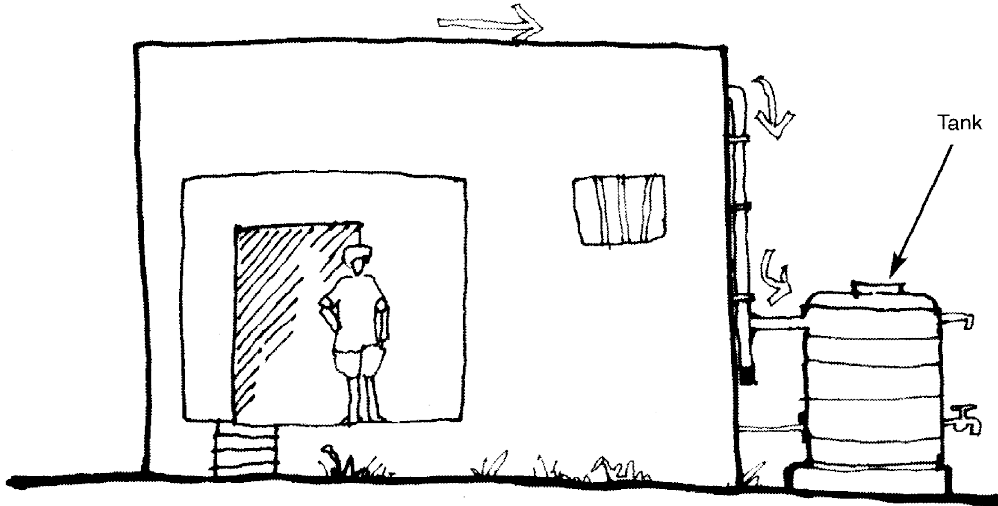
१. छतावर पडणारे पावसाचे पाणी टाकीत संकलित करणे.
२. भूपृष्ठावरील पावसाचे पाणी जमिनीखालील टाकीत संकलीत करणे.

छतावर पडणारे पावसाचे पाणी टाकीत साठविले जाते यालाच छतावरील पाण्याचे संकलन म्हणतात. ते पिण्यासाठी आणि इतर कारणांसाठी वापरता येते.

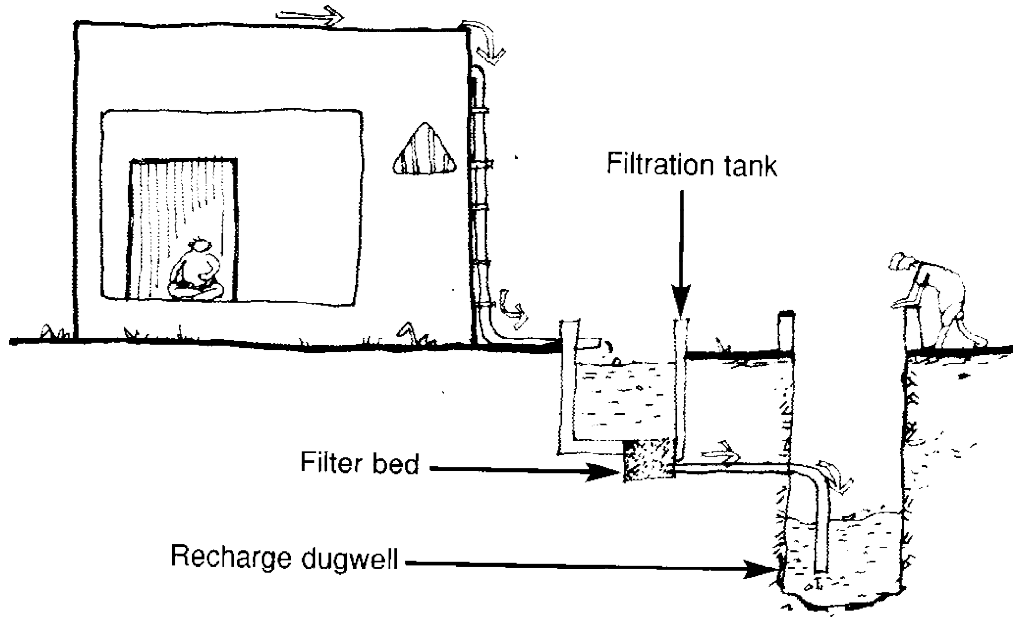
भूपृष्ठावरून वाहणारे पाणी जर जमिनीखालील टाक्यांमध्ये साठविले तर त्याचा घरगुती वापरासाठी, शेतीसाठी किंवा इतर वापरांसाठी उपयोग होतो.

#### ६) छतावरील पाण्याचे सामुहिक संकलन, साठवण व पुनर्भरण

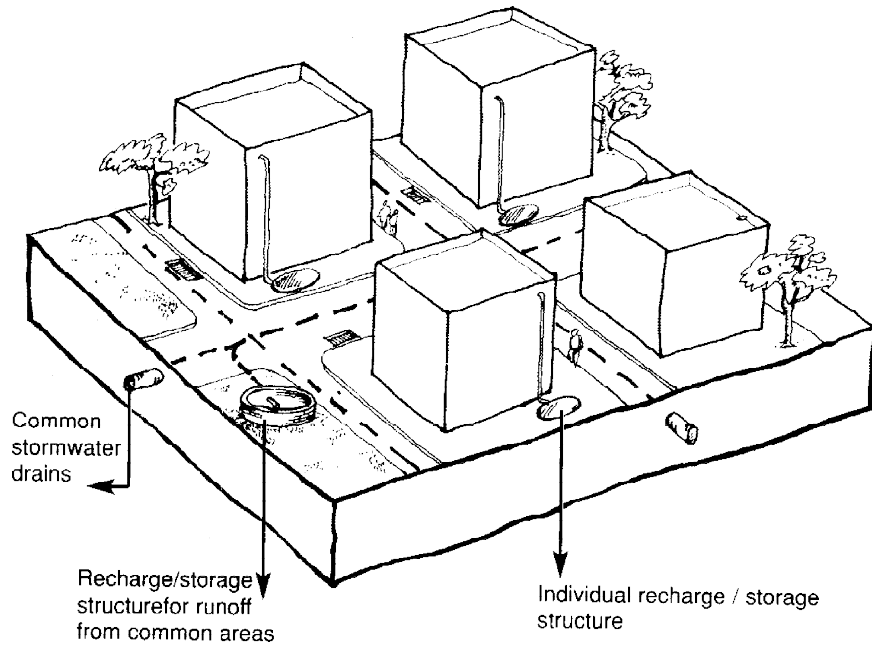
पावसाचे प्रमाण      छताचे क्षेत्रफळ = संकलित पाण्याचे आकारमान



आकृती ६.१ छतावरील पाणी संकलन



आकृती ६.२ भूगर्भातील पुनरभरण



आकृती ६.३ सामुहिक छतावरील पाणी संकलन, साठवणूक आणि पुनरभरण

### ७) साठवणूक व्यवस्था :

या व्यवस्थेमध्ये पाण्याचा कमीत कमी अपव्यव होईल अशा पद्धतीने ते साठविले जाते. कालवे, मोठ्या टाक्या, नैसर्गिक खोलगट भाग/घळी अश्या ठिकाणी नैसर्गिक उताराद्वारे पाणी साठविण्यात येते.

साठविलेले पाणी, कालवे, पाईप लाईन्स, ठिबक सिंचन अशा पद्धतींचा उपयोग करून विविध कारणांसाठी वापरले जाते.

### ८) पाणी व्यवस्थापनाचे फायदे :

- पाणी स्वच्छ पृष्ठभागावर साठविल्यास चांगल्या प्रतीचे, कमी क्षार असलेले पाणी कमी खर्चात मिळते.
- प्रत्यक्ष पावसाचे पाणी साठविल्यामुळे धरणे, जलाशये यांसारख्या साठ्यांवर कमी अवलंबून रहावे लागते.
- नैसर्गिक पाणी साठ्यांवरचा ताण कमी होतो.
- जमिनीची धूप, पूराचा वेग व तीव्रता कमी होते.
- भूजलाचे पुनर्भरण
- स्त्रिया व लहान मुलांचा वेळ वाचतो, आणि आरोग्य-शिक्षण विषय समस्या कमी होतात.
- पाणी घराजवळ अथवा वसाहतींमध्ये साठविल्यामुळे वीजेची बचत, पाणी वाटपाचा खर्च कमी.

### ३.३.३ भूमी व खनिज संसाधने

जमिनीवरील व जमिनीखालील सर्व खडक हे खनिजांपासून बनलेले असतात. खनिज संसाधने ही समृद्ध घटक, संयुक्त घटक, खनिजे किंवा पृथ्वीतील खडक यापासून मिळतात. ही साधन संपत्ती ठराविक जागेत आणि मर्यादित असते म्हणूनच खनिजे मिळविताना जास्त काळजी घेणे व पर्यावरणाला हानी न पोहोचता व्यवस्थापन करण्याची गरज असते.

### वापर आणि शोषण :

वर्षानुवर्षे मानवप्राणी वेगवेगळ्या प्रकारची खनिजे वापरतात. खनिज संसाधने ही वेगवेगळ्या प्रकारची असतात. त्यामध्ये धातू साधनसंपत्ती व अधातू साधनसंपत्ती किंवा औद्योगिक खनिजे असे प्रकार पडतात. यामध्ये दगड, वाळू, खडी, सिमेंट आणि माती यांचा समावेश होतो. अधातू खनिजे ही खतांमध्ये वापरली जातात, ही पिकांना नत्र, स्फुरद व पालाश यांचा पुरवठा करतात व पिकांच्या वाढीसाठी व उत्पन्नासाठी ती महत्त्वाची असतात. ही खनिजे वेगवेगळ्या प्रकारामध्ये विभागली आहेत. त्यामध्ये (अ) बांधणीसाठी : लोखंड, अॅल्युमिनीयम (ब) दुर्मिळ खनिजे : तांबे, लेड, झिंक, निकेल, मर्क्युरी आणि मॅग्नेशियम (क) मौल्यवान खनिजे : प्लॅटिनम, सोने व चांदी यांचा समावेश होतो. काही खनिज साधनसंपत्ती ही जीवनासाठी आवश्यक असते, जसे की मीठ, गरज असलेल्या तंत्रज्ञानाची पातळी सांभाळण्यासाठी इतर खनिज

साधनसंपत्तीची आवश्यकता असते. खनिज साधनसंपत्ती ही अपुननिर्मितीक्षम साधनसंपत्ती असल्याने त्यांचा वापर काळजीपूर्वक केला पाहिजे.

खनिज संसाधनांचे असमान साठे हे अनेक देशांच्या प्रगतीतील एक प्रमुख कारण आहे. त्याचबरोबर भौगोलिक वातावरण, जमिन, झाडी, प्राणी, ऊर्जा साधने ही सुद्धा असमान विभागलेली आहेत.

संसाधनांच्या असमान साठ्यांच्या बरोबरच संसाधनांचा विकासामध्ये सुद्धा असमानता आहे. पाणी, ऊर्जासाधने यासारख्या संसाधनांच्या विकासामध्ये तांत्रिक ज्ञान व लागणाऱ्या सोईसुद्धा गरजेच्या आहेत.

लोकसंख्या वाढल्यामुळे खनिज संसाधनांच्या वापरात वाढ होत आहे. त्यामुळे खनिज संसाधने संपत चाललेली आहेत. खनिज साधनसंपत्ती ही अपुर्णनिर्मितीक्षम साधनसंपत्ती आहे. म्हणून या साधनसंपत्तीच्या योग्य वापरामध्ये संवर्धन पद्धतीचा वापर करण्याची गरज आहे. जर एखाद्या ठराविक खनिजांची उपलब्धता जर ती मर्यादित असेल तर त्याचे अनेक स्रोत किंवा जे उपलब्ध आहेत त्यांचे पुनर्चक्रीकरण किंवा इतर पर्याय किंवा प्रक्रियेत एकाच खनिजांचा अति वापर टाळणे यासारख्या गोष्टी पाहाव्या लागतात.

आधुनिक औद्योगिककरणामध्ये मायका, साइनाईट, ग्राफाईट आणि दुर्मिळ खनिजे उदा. जर्मेनिअम, झिरकोनिअम, सेरेनिअम इत्यादीसारखी खनिजे वापरली जातात आणि यापासून खनिजांचा पहिला गट तयार होतो. औद्योगिक, वाणिज्य, दळणवळण आणि औद्योगिक समाजाच्या दैनंदिनक गरजा, वेगवेगळे धातू, लोखंड (आयर्न), नसलेले आणि नैसर्गिक लोखंड (आयर्न) उत्पादित उदा. लोखंड, मॅंगेनिज, क्रोमिअम, अॅल्युमिनिअम यासारखी खनिजे पूर्ण करता त्या खनिजांचा दुसरा गट तयार होतो. अगदी अलिकडच्या काळात खनिजांचा तिसरा गट हा क्षेत्रीय अणुविषयक खनिजांचा गट म्हणून ओळखला जातो, जो उर्जा तयार करण्यासाठी आणि युद्धातील शस्त्रे तयार करण्यासाठी महत्त्वाचा आहे.

भारतात खनिज साधनसंपत्तीचे असमान स्थानिक वितरण आहे. उत्तर भारतात पुराने वाहून आलेल्या गाळाने भरलेल्या प्रदेशामध्ये मौल्यवान खनिजांच्या खाणी आढळत नाहीत. बिहार व ओरिसामध्ये आयर्न, मॅंगेनीझ, कॉपर, थोरिअम, युरेनिअम, अॅल्युमिनिअम, क्रोमिअम आणि औद्योगिक खनिजे उदा. मायका, सिलीमॅनाईट, फॉस्फेट्स आणि महत्त्वाचा कोळसा यांसारख्या खनिजांचे मोठ्या प्रमाणात साठे आढळतात. मध्यप्रदेश हे खनिज समृद्धीबाबतीत दोन क्रमांकाचे राज्य असून त्यामध्ये आयर्न आणि मॅंगेनिज, कोळसा, लाईमस्टोन आणि बॉक्साईट यांचे अशुद्ध स्वरूपातील मोठे साठे आढळतात. तमिळनाडूमध्ये मॅंगेनिज, मॅंगेशिअम, मायका, लाईमस्टोन आणि लिम्नाईटचे साठे आढळतात. कर्नाटकमध्ये भारतातील संपूर्ण साठ्यांपैकी मोठा सोन्याचा साठा त्याबरोबर आयर्न, चिनीमाती आणि क्रोमिअम यांचे साठेही चांगल्या प्रमाणात आहेत. केरळमध्ये आर्थिकदृष्ट्या महत्त्व असणारी लिमोनाईट, मोनाझाईट, झिरकॉन, रुटाइल आणि गारनेट यांसारखी वाळूतील जड खनिजे मोठ्या प्रमाणात आढळतात. राजस्थानात कॉपर, लेड, झिंक याबरोबरच युरेनिअम, मायका, बेरिलिअम आणि कोसळा यांचे साठे आहेत. कोळसा ही साधनसंपत्ती मुख्यतः पश्चिम बंगालमध्ये आढळते. महाराष्ट्रात पेट्रोलिअमचे साठे किनाऱ्यापासून दूर आहेत आणि बॉक्साईटचे साठे कोल्हापूर, रत्नागिरी, ठाणे येथे आहेत, जे अत्यंत महत्त्वाचे आहेत. आंध्रप्रदेशमध्ये कमी दर्जाच्या कोळशाचे साठे, वेगवेगळ्या औद्योगिक खनिजांचे स्रोत, हिरे आणि मौल्यवान खड्यांचे साठे आहेत.

खनिजसाठे हा खनिज संसाधनांचा भाग आहे. आणि ते विशिष्ट अशा पृथ्वीच्या घटकांचे असून मोठ्या प्रमाणात सर्वसाधारणता वेगळे केले जातात. खनिज साधनसंपत्ती निर्मिती आणि त्यांचे वितरण हे संपूर्ण भूगर्भिय चक्राशी परस्पर संबंधीत आहे. अशुद्ध खनिजे यांचे प्रादेशिक आणि स्थानिक प्रमाण हे भूगर्भिय चक्रातील वेगवेगळ्या प्रक्रियेशी संबंधीत आहे. पृथ्वीचा सगळ्यात बाहेरचा भाग म्हणजेच कवच हा खनिज घटकांच्या एकसारख्या प्रमाणात नसतो. पृथ्वीचा हा पृष्ठभाग ऑक्सिजन, सिलिकॉन, अॅल्युमिनिअम, आयरन, कॅल्शियम, सोडियम, पोटॅशियम आणि टिटॅनियम यांनी बनलेला असून त्यांचे वजन ९९ टक्के भरते, इतर घटक हे कमी प्रमाणात समाविष्ट असतात.

वेगवेगळ्या प्रक्रिया घडून आल्यामुळे अशुद्ध खनिजे वेगवेगळ्या प्रमाणातून एक केंद्रीय करण्यासाठी निसर्गात व ती उत्तम किंवा कमी दर्जाच्या कच्चा खनिजांच्या स्वरूपात साठविली जातात. अशुद्ध खनिजांच्या रचनेसंबंधी नियंत्रण, भूगर्भिय नियंत्रण आणि त्यांचे दिलेल्या कोणत्याही एका प्रकाराने एकत्रिकरण हे स्थानानुरूप केलेले महत्वाचे कसोटीचे घटक आहेत. खनिज साठे तयार होण्यामध्ये 'प्लेट टेक्नॉनीक्सचा' महत्वाचा सहभाग आहे. मृदावरणाचा 'टेक्टॉनिक प्लेट्स' पृथ्वीच्या पृष्ठभागाबरोबर खंडाला ओलांडून खूप हळूहळू हालचाल करत असतात. वरच्या भागामध्ये जिथे 'टेक्टॉनिक प्लेट्स' अलग होत असतात आणि एकत्र येतात अशा दोन्ही ठिकाणी अशुद्ध खनिजांचे प्रमाण जास्त असते. ज्वालामुखीच्या भागात प्लॅटच्या सीमाकेंद्राजवळ मर्क्युरी आणि सल्फरचे साठे आढळतात.

पृथ्वी ज्यावर तरंगत असते असा पृथ्वीचा प्रवाही अंतर्भाग (मॅग्मा) हा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षपणे खनिज साठ्यांचा मुख्य स्रोत आहे. हा भाग थंड होत असताना पहिल्यांदा जड खनिजे पृथ्वी ज्यावर तरंगत आहे अशा पृथ्वीच्या प्रवाही अंतर्भागाच्या तळाशी जाऊन स्पटिक रूप धारण करतात आणि नंतर हलकी खनिजे या अंतर्भागाच्या वरच्या भागावर स्पटिकरूप धारण करतात. भुक्वच ज्या भागावर तरंगत आहे अशा पृथ्वीच्या प्रवाही अंतर्भागात कार्बनच्या छोट्या प्रमाणापासून हिरे तयार केले जाऊ शकतात, की जे हळूहळू थंड होत असताना खोलवर मोठ्या दबावाखाली असतात. अशा पृथ्वीच्या प्रवाही अंतर्भागातील गरम पाणी हे अनेक कच्च्या धातूंच्या साठ्याचे स्रोत असू शकतात.

गाळासंबंधीच्या प्रक्रिया, जैविक प्रक्रिया, हवामानाचा परिणाम होऊन झीज होण्याची प्रक्रिया अशा अनेक वेगवेगळ्या प्रक्रियांमुळे खनिज साठे तयार होऊ शकतात. समुद्र जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा २/३ वा भाग आहे. त्याच्या तळाशी सफ्लाइड साठे, मॅग्नीज साठे, प्रपाळ आणि पेट्रोलियम साठे यांसारख्या खनिज साधनसंपत्ती भरपूर प्रमाणात आढळतात.

### खनिज उत्पादनामुळे आणि वापरामुळे होणारा पर्यावरणावरील परिणाम

खनिज साधनसंपत्ती मिळविताना निर्माण होणारी मुख्य अडचण म्हणजे सभोवतालच्या जागेत हानिकारक मुलद्रव्ये सोडली जातात. अलिकडील काळात संपूर्ण जगातून खनिज साधनसंपत्ती विकासाचा पर्यावरणावर होणाऱ्या परिणामांचा विचार केला जात नव्हता. खाणकाम आणि खनिज साधनसंपत्ती साठ्यातील प्रक्रिया यांचा जमीन, पाणी, हवा आणि जैविक साधनसंपत्ती यावर महत्वाचा पर्यावरणीय परिणाम होतो आणि त्याबरोबरच सामाजिक परिणामसुद्धा होतो. मोठ्या प्रमाणावरील खाणकामामुळे एखाद्या लांबच्या आणि खंडीत न केलेल्या क्षेत्रात कामगारांच्या प्रवेशात मोठ्या प्रमाणात वाढ होत आहे. स्थानिक पाणीपुरवठा,

सांडपाणी, घनकचऱ्याची विल्हेवाट लावण्याची क्रिया आणि घरे उभारणे आवश्यक होते. मोकळा प्रांत, जंगल आणि शेतीपासून ते औद्योगिक आणि शहरी उपयोगापर्यंत जमिनीच्या वापरामध्ये मोठा बदल झाला आहे. पाण्याच्या प्रवाहाजवळील केलेल्या खाणकामामुळे तळाशी जमणाच्या गाळाच्या प्रदुषणाचा परिणाम होत असतो. जेथे मर्यादेपेक्षा जास्त पाणी वाहते तेथील पाण्याच्या गुणधर्मात बदल होतो. जेथे वाहनांची गर्दी, खाणकामाच्या प्रक्रियेतून निर्माण होणारी धुळ, बांधकाम आणि ऊर्जा उत्पादन या सर्वांचा हवेच्या गुणधर्मावर हानिकारक परिणाम होतो. खाणींच्या सानिध्याचा परिणाम जवळच्या गावांवर होत असतो.

जमिनीची धुप व आधुनिक शेतीच्या पद्धती ह्या जमिनीतील मुलद्रव्यांच्या घटत्या प्रमाणाला कारणीभूत आहेत. जास्तीत जास्त मातीतील मूलद्रव्ये ही जमिनीच्या वरच्या थरामध्ये आढळतात. ही मुलद्रव्ये जोराचे वारे व वाहत्या पाण्याबरोबर वाहून जातात. त्यामुळे जमिनीची सुपिकता कमी होते. त्याचबरोबर जमिनीचे झालेले नुकसान हे न भरून येणारे असते. आपल्याला मुलभूत गरजांची पूर्तता करणारी माती ही एक महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे.

खाणकामामुळे होणारा दुष्परिणाम हा (१) खाणकामाची प्रक्रिया (२) स्थानिक भूगर्भातील व भूपृष्ठावरील जलसाठे (३) खडकाचा प्रकार (४) हवामान (५) स्थानिक भौगोलिक स्थिती आणि इतर घटकांवर अवलंबून असतो. प्रत्येक खनिज साठ्याचा विशिष्ट परिणाम पर्यावरणावर होत असतो. वेळच्यावेळी काळजी घेतली तर घाणकामामुळे होणारी हानी परीणामकारकरित्या कमी होते. जल आणि हवा प्रदुषण तसेच ध्वनी प्रदुषण याबरोबरच कॅडमियम, लेड, कोबाल्ट, कॉपर, मॉलिब्डिनम, फ्लोरिन यासारखे कमी प्रमाणात असणारी मुलद्रव्ये सभोवतालच्या परिसरात पाण्याबरोबर विरघळून पसरतात.

#### काही घटनांचा अभ्यास :

- १) कोल्हापूर जिल्ह्यात बॉक्साईडचे साठे डोंगरावरील माती आणि उष्णकटिबंधीय प्रदेशातील लाल मातीत आढळतात. बॉक्साईट आणि लाल माती भुगर्भीय पाण्याचे साठे तयार करतात परंतु जेव्हा त्याचा अयोग्य वापर केला जातो तेव्हा भुगर्भीय पाण्याच्या गुणधर्मात बदल होतो. त्याचबरोबर अशा जागी त्यांच्या वापरासाठी वृक्षतोड करावी लागते, त्यामुळे वनस्पती कमी होतात. म्हणून बॉक्साईटच्या खाणकामानंतर ते काम पूर्वस्थितीत आणणे गरजेचे असते. बॉक्साईट साठ्यांची खुल्या प्रकारच्या खाणकामातून अतिउत्खनन केले जाते, ते खूप खोलवर आढळत नाहीत म्हणून बॉक्साईट खाणकामानंतर बॉक्साईट ठिकाणच्या परीस्थितीकीय समतोल राखण्यासाठी वनीकरण केले पाहिजे.
- २) लोखंडाचे साठे असलेल्या कर्नाटकामधील 'कुद्रेमुण' येथे पर्यावरणाचा न्हास आणि प्रदुषण नियंत्रित करण्यासाठी सर्वात पहिला पद्धतशीर प्रयत्न केला गेला असे मानल्यात येते. ही भारतामधील सर्वात मोठी खुल्याप्रकारची खाण आहे. 'भद्रा' नदीचे खोरे वगळता, सामान्यपणे भौगोलिकदृष्ट्या हा उंच प्रदेश आहे. या भागात वार्षिक पर्जन्यमान हे सुमारे ६००० ते ७००० मी. मी. च्या दरम्यान असते व तो जून ते सप्टेंबर या महिन्यात पडतो.

खाणकामाबरोबर पर्यावरणाचे संरक्षण व प्रदुषण नियंत्रित करण्याच्या प्रमुख उपाययोजना अंमलात आणण्यासाठी खालील मुद्दे दिले आहेत.

- १) अशुद्ध धातु असणाऱ्या भागावर वनीकरण करणे.
- २) खाणीच्या परिसरात समपातळीवरील चर खणने
- ३) धरणाच्या पाणलोट क्षेत्रात वनीकरण करणे.
- ४) रस्त्याच्या कडेला झाडे लावणे.
- ५) शहरांमध्ये बगीचा व उद्यान विकसीत करणे व शहराच्या भोवती हिरवा पट्टा विकसित करणे.

खाणकामामुळे भद्रा नदीत वाहत येणारी माती, ध्वनीप्रदूषण आणि धुलीकणांमुळे होणारे हवाप्रदूषण कमी करण्यासाठी या उपाययोजनांची आवश्यकता आहे. पर्यावरणाचे संरक्षण करण्यासाठी उपाय योजनांचा अवलंब भारतातील कोणत्याही खानकाम उद्योगामध्ये केला जात नाही. खाणकाम उद्योगामुळे पर्यावरणाचे कायमस्वरूपी नुकसान पाहता ज्या उपाय योजना केल्या आहेत त्या समाधानकारक नसल्यामुळे सर्वोच्च न्यायालयाच्या आदेशानुसार खाणकाम थांबविण्यात आले आहे.

### भूमी संसाधने

भूमी ही एक अत्यंत महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे. ज्यावर मानवाच्या सर्व क्रिया (हालचाली) अति प्राचीन काळापासून अवलंबून आहेत. पृथ्वीचा एक पंचमाश भाग भूमीने व्यापलेला आहे. ज्यामध्ये जंगल, गवताळ प्रदेश, पाणथळ जागा, शेतजमीन व ग्रामीण व शहरी वस्तीस्थान यांचा मोठ्या प्रमाणात समावेश आहे.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा स्तर जो सुपीक आणि वनस्पती जीवनासाठी पूरक आहे त्या स्तराला मृदा असे म्हणतात. मृदा ही अत्यंत महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे. विविध प्राकृतिक व रासायनिक गुधर्मांनी परिपक्व असलेला मृदेचा स्तर निर्माण होण्यासाठी अनेक दशक किंवा शतकांचा कालावधी लागतो.

संपूर्ण जगापैकी, भारतामध्ये २.४% भूक्षेत्र आहे जे १६ टक्के लोकसंख्येला आधार देते म्हणजेच दरडोई फक्त ०.४८ हेक्टर एवढे भूक्षेत्र उपलब्ध आहे.

भूमीचा प्रकार	दशलक्ष हेक्टर
१. शेती योग्य	१४२
२. जंगल	६७
३. शेतीसाठी अयोग्य	२०
४. नापीक आणि कुरण	५५
५. पडीक	२५

**भारतातील मुख्य भूमिवापराचे प्रकार :**

**जमिनीचे क्षरण/जमिनीचा न्हास :**

कोणताही जमिनीतील बदल जो जमिनीची परिस्थिती किंवा गुणवत्ता आणि त्यामुळे जमिनीची निर्मितीक्षमता कमी करतो त्या बदलास जमिनीचे क्षरण असे म्हणतात. ही परिस्थिती तेव्हा निर्माण होते जेव्हा जमिनीच्या नैसर्गिक समतोलामध्ये मानवी हालचाली जशा जमिनीचा अतिवापर किंवा चुकीच्या पद्धतीने केलेला वापर इत्यादीमुळे बदल होतो. पर्यावरणाचा न्हास व त्या भागाचे दारिद्र्य यांचा प्रत्यक्ष संबंध आहे. जसजशी भूसंसाधनाची उत्पादनक्षमता कमी होते तसतशी अन्नाच्या हमीसाठी होणारी तडजोड वाढत जाते आणि साधनसंपत्तीची स्पर्धा वाढते. तसेच कार्यक्षमतेतील वादविवादाचे बीज रोवले जाते. अशा जमिनीचे क्षरण झालेल्या भागांमध्ये प्रजातीची विविधता कमी होत आहे तसेच त्या ओसाड बनत आहेत. जमिनीच्या अशाश्वत व्यवस्थापन पद्धतीमुळे जमिनीतील पोषणद्रव्ये कमी होऊन मातीची कायमची हानी हाणे यासारखे परिणाम होत आहेत. भूरक्षणाच्या जागतिक प्रकल्पानुसार जगाच्या ७५° उत्तर ते ७५° दक्षिण मधील १५ टक्के भूभाग क्षरण पावलेला आहे. यातील भारताचा कमीत कमी ३०० दशलक्ष हेक्टर जमिनीचा भाग जंगलतोड, पिकाऊ जमिनीचे अयोग्य व्यवस्थापन आणि अतिचराई यामुळे मोठ्या प्रमाणात क्षरण झालेला आहे. जमिनीचे क्षरण ही आपल्यासमोरील आव्हानात्मक पर्यावरणीय समस्या आहे. मृदा क्षरण हे नुसते मृदेपुरते मर्यादित नसून इतर बऱ्याच गोष्टीत त्याचा समावेश असतो. उदा. नद्यांना येणाऱ्या पूरांची वाढती संख्या, नदीमध्ये गाळ साठणे इ.

वाढत्या लोकसंख्येच्या दबावाखाली जंगलाची सतत तोड होऊन नवीन जमीन लागवडीखाली आली. जंगले तोडल्यामुळे जमिनीची धूप वेगाने होऊ लागली. मोठी धरणे व कालवे यांच्या योजनांमुळे पाण्याचा बेसुमार वापर होऊ लागला व जमिनीची क्षारता वाढली. कृत्रिम खते, कीटकनाशके यांच्या अविवेकी वापरामुळे जमीन प्रदूषित बनली. अविवेकी गुरे-चराईमुळे कुरणांची व जमिनीची हानी झाली. शहरातील घातक कचरा जमिनीत पुरून विल्हेवाट लावण्याच्या पद्धतीमुळे जमिनी प्रदूषित बनल्या. भूपृष्ठाचा अयोग्य वापरासारख्या मनुष्याच्या कृती भूस्खलन घडवून आणतात आणि त्याचा परिणाम काही घटनांमध्ये छोट्या नुकसानीमध्ये तर काही घटनांमध्ये जास्त नुकसान किंवा जिवित हानीही होवू शकते. अशा विविध मानवनिर्मित कारणांमुळे जमिनीच्या क्षरणाला हातभार लागतो.

१९८१ मध्ये जागतिक जमिन लवादासाठी सरकारतर्फे बोलावले गेले आणि त्यामध्ये जमीन धारकांनी जमिनीच्या कमी काळातील उपयुक्ततेपेक्षा लांबपर्यंतच्या फायद्यांसाठी तिचे व्यवस्थापन कसे करावे याविषयी सुचवले. अभियंते, समाजशास्त्रज्ञ, अर्थतज्ज्ञ आणि भूशास्त्रज्ञ इत्यादींनी एकमेकांच्या सहकार्याने आणि सुनियंत्राने एकत्रित, बहुविध प्रयत्न करणे गरजेचे आहे.

**मृदेची धूप :-**

विविध प्राकृतिक घटकांमुळे जसे की वारा, पाऊस इ. मुळे भूपृष्ठावरील मृदेचा सर्वात वरचा थर नष्ट होतो, यालाच जमिनीची धूप म्हणतात. ही जमिनीची धूप रोखण्यासाठी वनस्पती महत्त्वाचे कार्य करतात. मृदा तयार होण्याच्या क्रियेपेक्षा किंवा सीलांतरापेक्षा पाणी आणि वारा यांसारख्या नैसर्गिक घटकांच्या आधारे मृदा

काढून टाकण्याची जी क्रिया होते त्याला मृदेची धूप असे म्हणतात. वृक्षतोडीसारख्या मानवी हालचालींमुळे जमिनीची धूप जास्त होण्यास हातभार लागतो. जमिनीची धूप ही भूपृष्ठावर होणारी नैसर्गिक प्रक्रिया आहे. ही अत्यंत संथ गतीने होणारी पण सातत्याने होणारी प्रक्रिया असून जेव्हा ही पूर्ण होते तेव्हा मृदेचा पृष्ठभागावरील थर लोप पावतो. अविवेकी गुरे चराई व अविवेकी वृक्षतोड ही जमिनीची धूप होण्याची उत्पत्ती केंद्रे आहेत. शेतजमिनीतून माती नष्ट झाली तर शेती उत्पन्नामध्ये घट, भूपृष्ठावरील पाण्याचा दर्जा कमी होणे, जलनिःस्सारण जाळे विस्कटणे, मातीच्या धारणा क्षमतेत घट होणे तसेच सेंद्रिय घटकात कमतरता आणि मातीचा पोत खालावणे इ. परिणाम दिसून येतात. बऱ्याच संस्कृती जमिनीची धूप होऊन गाडल्या गेल्या आहेत.

जमिनीची धूप चार प्रकारे होते. जसे की वाऱ्यामुळे झालेली धूप, स्तरीय धूप, ओहोळी धूप आणि झळई धूप.

#### १) वाऱ्यामुळे होणारी धूप :

जमिनीची वाऱ्यामुळे होणारी धूप ही सर्वसामान्यपणे रूक्ष आणि रखरखीत प्रदेशात आढळून येते. उदा. राजस्थान जेथे सामान्यपणे मृदा ही वाळू असते व वनस्पतींचे प्रमाण कमी असते किंवा पूर्णपणे नसते. या प्रकारच्या जमिनीच्या सर्वात वर असलेली हलकी, कोरडी माती वाऱ्याच्या सहाय्याने उडून दुसरीकडे जाऊन साठते. भारतात सामान्यपणे वाऱ्यामुळे जमिनीची धूप होऊन ५० मिलीअन हेक्टर जागेवर परिणाम झाला आहे.

#### २) स्तरीय धूप :

येथे जमिनीला असलेल्या थोड्याश्या उतारामुळे मातीला आणि भूपृष्ठावरील दगड धोंड्यांना वाहून नेहले जाते. पावसाळ्यामध्ये हे सर्वसामान्यपणे घडून येते आणि यालाच स्तरीय धुणे असे देखील म्हणतात. याचे प्रमाण दमट आणि अतिपर्जन्य भागात अधिक असते.

#### ३) ओहोळी धूप :

वाहत्या पाण्यामुळे जमिनीवरील लहानमोठ्या खड्ड्यांचे विदारण होऊन लहान लहान ओहोळ तयार होतात. जे काही सेंटीमीटर खोल असतात. अशी धूप जगातील निमदमट भागात आढळते.

#### ४) घळई धूप :

जेव्हा अति जोराचा पाऊस तीव्र प्रवाह निर्माण करून त्याद्वारे माती आणि इतर गाळ आपल्याबरोबर वाहून नेहतो तेव्हा घळई धूप होते. याचे उदाहरण म्हणजे उत्तर प्रदेशातील चंबळचे खोरे, यू.एस.ए. मधील टेनेस दरी इत्यादी ही धूप रोखण्यासाठी हिरवळीचे आच्छादन वाढविले पाहिजे.

#### मृदेचे संवर्धन :

मृदेचे संवर्धन (लॅटीन कॉन्झर्वेशन : एकजुटीने, सर्वेट : नियंत्रण करणे) चा संबंध हा निश्चित परिणाम व पद्धती यांच्यामुळे जमिनीची धूप थांबवणे व जमिनीची सुपिकता नियंत्रित करून शाश्वत शेतीची निर्मिती आहे. आंगिकारलेल्या भूव्यवस्थापन पद्धती आणि मानवी कृतींची पद्धत जर बदलली तर मृदेची धूप नियंत्रित होऊ शकते.

मृदा संवर्धनाची कला ही खाली नमूद केलेल्या मूलभूत तत्वांवर आधारित आहे.

- १) पावसाच्या थेंबापासून होणाऱ्या परिणामापासून जमिनीचे संरक्षण करणे.
- २) पाण्याचा प्रवाह मंद गतीने करून अरुंद मार्गाने सोडणे.
- ३) उतारतीच्या मार्गाने वाहणाऱ्या पाण्याचा प्रवाह मंद गतीने करणे.
- ४) मृदेच्या कणांचा आकार वाढवणे.
- ५) जमिनीवर वृक्षांची लागवड करून वाऱ्याचा वेग कमी करणे.
- ६) जमिनीवर वृक्षांचे (वनस्पतींचे) आवरण तयार करणे ज्यामुळे जमिनीवरील मृदेच्या कणांना ते घट्ट पकडून ठेवतील.

वरील तत्त्वे विचारात घेता शास्त्रज्ञांनी अनेक पद्धतींचा अवलंब केला ज्यामुळे जमिनीची धूप होणार नाही. उदा. पडीक जमीन सुधारणे, जमिनीला पोषणतत्त्वे देणे, जमिनीचा पोत वाढवण्यासाठी पिकांमध्ये बदल ठेवणे.

#### वाळवंटीकरण :

वाळवंट हा असा प्रदेश आहे जिथे पावसाचे प्रमाण २० सेंटीमीटर प्रतिवर्षी आहे. या प्रदेशात हिवाळ्यात कमीत कमी तापमान व उन्हाळ्यात खूप जास्त तापमान असते. सुपीक जमिनीचे नापीक जमिनीसारख्या ओसाड भागात रूपांतर होण्याच्या क्रियेला वाळवंटीकरण होणे म्हणतात. मुळातच ही एक मानवनिर्मित प्रक्रिया असून सुपीक जमीन नष्ट होऊन पर्यावरणाचा ऱ्हास होतो.

वाळवंटीकरण होण्याची काही प्रमुख कारणे म्हणजे अयोग्य भूवापर पद्धती, पाणी आणि जमिनीचा शेतीसाठी अयोग्य वापर, अनियंत्रित चराई, जंगलतोड, जलसिंचनाच्या अयोग्य पद्धती, शेतीमध्ये यांत्रिकीकरणाचा जादा वापर, कीटकनाशकांचा आणि खतांचा अतिवापर, एकाच प्रकारच्या पिकाच्या उत्पादनावर भर, अशी अनेक कारणे जमिनीचा ऱ्हास आणि वाळवंटीकरण होण्यास जबाबदार आहेत, लोकसंख्या वाढ आणि गुराढोरांचा कुरणावरील दबाव इत्यादी गोष्टीसुद्धा वाळवंटीकरणाचा वेग वाढवतात.

वाळवंटीकरण कमी करण्यासाठी जल संसाधनाचा योग्य वापर आणि जमिनीच्या क्षारपडतेवर नियंत्रण तसेच ओसाड जमिनीत सुधारणा करणे इत्यादी पर्याय आहेत. एक मोठी 'झाडांची भिंत' बांधून जगातील वाळवंटातील वालुकास्तूपाच्या हालचालीचे रक्षण केले जाऊ शकते. जमिनीचे रक्षणासाठी कुराणांच्या अतिचाराईवर नियंत्रण आणि मोठ्या प्रमाणावर वृक्षारोपण करण्याची महत्त्वाची गरज आहे. गरिबी हटविण्यासाठी आणि शाश्वत विकासाच्या मोहिमेसाठी समाजाने, सरकारने आणि सुशिक्षित समाजाने एकत्र येऊन वाळवंटीकरणाविरोधी लढा दिला पाहिजे.

#### २.३.४ ऊर्जा संसाधने

ऊर्जेची वाढती कमतरता हा एकविसाव्या शतकातील एक महत्त्वाचा मुद्दा बनलेला आहे. कोणत्याही देशाचा सर्वांगीण विकास हा हा मुख्यत्वेकरून ऊर्जेच्या वापरावर अवलंबून असतो. दळणवळण, उद्योगधंदे

तसेच मूलभूत सेवांच्या वितरणीकरणात जागतिक अर्थव्यवस्थेमध्ये ऊर्जा महत्त्वाची भूमिका पार पाडते. ऊर्जेच्या दरडोई वापरामध्ये विकसित आणि विकसनशील देशांमध्ये कमालीचे अंतर आहे. आज एकविसाव्या शतकामध्ये राष्ट्रीय सुरक्षा आणि आर्थिक सुबत्ता यासाठी ऊर्जेची मागणी आणि नियमित पुरवठा यांची योग्य सांगड फार महत्त्वाची ठरत आहे.

### ऊर्जेचे वाढती मागणी :

शेती, उद्योगधंदे, खाणकाम, दळणवळण, प्रकाश आणि उष्णता यासाठी ऊर्जेची सतत गरज असते. आज आपले दैनंदिन जीवन वेगाने बदलत असून उच्च भौतिक गोष्टींना मिळविण्यासाठी मनुष्याची धडपड सुरू आहे. वाढत्या लोकसंख्येच्या ऊर्जेच्या गरजा भागविण्यासाठी सुलभ मार्ग काढणे आज गरजेचे झाले आहे. ऊर्जेच्या मागणीमध्ये प्रचंड प्रमाणात वाढ होत आहे. जगभरातील देशांदेशांमध्ये आर्थिक सबलीकरणासाठी असणाऱ्या स्पर्धेचे रूपांतर ऊर्जेच्या संसाधनांच्या प्रचंड वापरात होत आहे. अमेरिका आणि कॅनडा हे देश जगातील एकूण लोकसंख्येपैकी फक्त ५% इतकी लोकसंख्या सामावून घेतात पण जगभरातील एकूण ऊर्जेच्या वापरात २५% वाटा उचलतात. या देशातील एक व्यक्ती एका वर्षात साधारणपणे ३०० गीगाज्यूलस इतक्या ऊर्जेचा वापर करते. पण भूतान, नेपाल आणि इथिओपिया यासारख्या गरीब देशातील एक व्यक्ती दरवर्षी फक्त १ गीगाज्यूलस इतक्या ऊर्जेचा वापर करते. जागतिक ऊर्जा संघटनांद्वारे दिल्या गेलेल्या माहितीनुसार १९९० ते २०२० या काळात जागतिक ऊर्जेच्या वापरामध्ये ५०% वाढ होण्याची शक्यता आहे. पण होणारी वाढ विकसित आणि विकसनशील देशांतील प्रगतीचे अंतर कमी करण्यास अत्यंत अल्प आहे. आणि दुदैवाने आज जगभरात फक्त २०० वर्षे पुरेल इतका कोळसा, ४० वर्षे पुरेल इतके तेल, आणि पुढची ७० वर्षे पुरेल इतकेच नैसर्गिक वायूचे साठे आहेत. ही साठेमर्यादा सध्याच्या ऊर्जा वापराच्या गणितावर आधारित आहे. आपणास हे माहितीच आहे की कच्चा तेलाच्या कमी जास्त साठ्यांमुळे आज देशांदेशांमध्ये युद्धजन्य परिस्थिती उद्भवली आहे. तरीसुद्धा आज ६० टक्क्यांपेक्षाही अधिक प्रमाणात जीवाश्म इंधनांचा वापर विद्युत ऊर्जा निर्मितीसाठी आणि दळणवळणासाठी वापरला जातो. १९९२ साली झालेल्या रिओ-दी-जानेरिओ येथील जागतिक वसुंधरा परिषदेनंतर कार्बन डायऑक्साइड या वायूचे प्रमाण दरवर्षी जवळजवळ १०० दशलक्ष टन इतके वाढत आहे. यामुळे आज संपूर्ण मानवी समाजासमोर अनेक आव्हाने उभी राहात आहेत.

### पुनर्निर्मितीक्षम आणि अपुर्णनिर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधने

ऊर्जेचा स्रोत हा विविध उपयोगासाठी वापरात येणारी ऊर्जा बरेच काळापर्यंत पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध करून देत असतो. असे ऊर्जेचे स्रोत मुख्यत्वे दोन प्रकारचे असू शकतात.

१) पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जासंसाधने ही निसर्गामध्ये सतत निर्माण केली जातात आणि अशी ऊर्जा संसाधने अक्षय ऊर्जासंसाधने समजली जातात. सौर ऊर्जा, लाकडूड, पवन ऊर्जा, समुद्री लाटांपासून तयार होणारी ऊर्जा, जैव ऊर्जा, भू-औष्णिक ऊर्जा आणि हायड्रोजनपासून तयार होणारी ऊर्जा यांचा यामध्ये समावेश होतो. ही ऊर्जासंसाधने पुन्हा पुन्हा वापरता येऊ शकतात.

२) अपुर्णनिर्मितीक्षम ऊर्जासंसाधने ही लाखो वर्षांच्या घडामोडींद्वारे निसर्गामध्ये तयार झालेली आहेत आणि त्यांचा क्षय झाल्यास निसर्गामध्ये ही ऊर्जासंसाधने त्वरित उपलब्ध होऊ शकत नाहीत. कोळसा, पेट्रोलियम, नैसर्गिक वायू आणि आण्विक ऊर्जा यांचा यामध्ये समावेश होतो.

#### अ) पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधने (पर्यायी ऊर्जा संसाधने)

नैसर्गिकरीत्या पुनर्निर्माण होणाऱ्या सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, पर्जन्य जल ऊर्जा, समुद्री लाटांपासून तयार होणारी ऊर्जा आणि भू-औष्णिक ऊर्जा यांचा यामध्ये समावेश होतो. पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा तंत्रज्ञानामध्ये सौरशक्ती, पवनशक्ती, जलविद्युत, जैवऊर्जा आणि त्यापासून जैवइंधन उत्पादन यांचा समावेश होतो.

सन २००६ मध्ये एकूण १८ टक्के जागतिक ऊर्जा ही पुनर्निर्मितीक्षम संसाधनापासून झाली. त्यातील १३ टक्के ऊर्जा ही पारंपारिक जैवऊर्जा यापासून प्राप्त झाली. तर जलविद्युतद्वारे ३ टक्के इतकी ऊर्जा वापरली गेली. फक्त ०.८ टक्के इतकीच ऊर्जा भू-औष्णिक, पवन, सौर आणि सागरी ऊर्जातंत्रज्ञानाद्वारे संपूर्ण जगभर वापरली गेली. भविष्यात मोठ्या प्रमाणात अशा ऊर्जासाधनांचा वापर केला जाऊ शकतो. या पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधनाचा सध्याचे उपलब्ध तंत्रज्ञान पुरेपूर वापर करण्यास अल्प ठरत आहे. पुरेशा ऊर्जेचा नियमित पुरवठा आणि जागेचा अभाव तसेच नागरी व औद्योगिक ठिकाणांपासून खूप दूरवर होणारी निर्मिती हे या ऊर्जासंसाधनांचे मुख्य आव्हानात्मक मुद्दे आहेत.

सौर विद्युत प्रकल्पांची उभारणी जगभरातील अनेक देशांत केली जात आहे. यामध्ये स्पेन, जर्मनी आणि अमेरिका हे देश आघाडीवर आहेत. एकूण ७५० मेगावॉट इतक्या ऊर्जाशक्तीचा भू-औष्णिक विद्युत प्रकल्प अमेरिकेतील कॅलिफोर्निया येथे उभारण्यात आला आहे. पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधनाच्या पुरेपूर वापरासाठी ब्राझील या देशाने अनेक कार्यक्रम राबविले आहेत. ऊसापासून इथेनॉलच्या उत्पादनाद्वारे या देशाने दळणवळणासाठी १८ टक्के इतकी ऊर्जा वापरात आणली आहे. अमेरिकेतसुद्धा इथेनॉल मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते.

#### पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जासंसाधनातील मुख्य तंत्रज्ञान :

पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा उत्पादनामध्ये सौर ऊर्जेचा वापर मुख्यत्वेकरून केला जातो. प्रत्येक ऊर्जा संसाधनांच्या वापरामध्ये काही ठराविक वैशिष्ट्ये असून त्यावरच त्यांचा वापर आणि योग्य उपयोग कसा करावयाचा हे ठरते.

#### १) पवन ऊर्जा :

पवनचक्कीद्वारे पवनऊर्जा उत्पादित केली जाते. पवनचक्कीमध्ये असणाऱ्या पात्यांना वाऱ्यामुळे गती निर्माण होते व पात्यांच्या चक्राकार फिरण्यामुळे टर्बांद्वारे विद्युत ऊर्जा निर्माण केली जाते. यांचा वापर मुख्यत्वेकरून पाण्याचा उपसा करण्यासाठी, पीठाची गिरण चालविण्यासाठी आणि काही प्रमाणात प्रकाश मिळविण्यासाठी केला जातो. पवनचक्कीची मोठ्या प्रमाणात उभारणी केली जाते तेव्हा त्यास विंड फार्म असे म्हणतात. वाऱ्यापासून ऊर्जा निर्मिती करण्यासाठी कमीत कमी १५ कि.मी. प्रतितास इतका वाऱ्याचा वेग असला पाहिजे. आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून बनविलेले सध्याचे विद्युत टर्बाइन्स हे ६०० किलोवॉटस्पासून ५ मेगॅवॉटस् इतक्या क्षमतेपर्यंत विद्युत ऊर्जेचे उत्पादन करू शकतात. १.५ ते ३ मेगॅवॉटस् इतकी ऊर्जा देणारे टर्बाइन्स

आज पवनऊर्जा निर्मितीसाठी जगभरात मोठ्या प्रमाणावर वापरले तर जातातच शिवाय त्यांची लोकप्रियताही अधिक आहे. पवनचक्कीद्वारे मिळणारी विद्युत ऊर्जा ही वाऱ्याच्या वेगाच्या घातांकावर अवलंबून असते, त्यामुळे जेव्हा वाऱ्याचा वेग वाढतो तेव्हा निर्माण होणारी ऊर्जा ही मोठ्या प्रमाणात मिळते. 'विंड फार्मस्'च्या उभारणीसाठी समुद्रकिनार्यालगतचा भाग, मोकळे गवताळ प्रदेश, उंच डोंगररांगा व पठार तसेच जिथे वाऱ्याचा वेग जास्त व नियमित असतो अशी ठिकाणे निवडली जातात. आज जरी पवन ऊर्जेद्वारे फक्त ०.५ टक्के इतकीच ऊर्जा संपूर्ण जगभरात निर्माण केली जात असली तरी पवन ऊर्जा तंत्रज्ञानाला आज बाजारात प्रचंड मागणी आहे आणि ती उत्तरोत्तर वाढत आहे. पवनऊर्जा ही खूप उपयुक्त तर आहेच शिवाय यापासून कुठल्याही प्रकारचे प्रदूषण होत नाही. वाऱ्याची दिशा व गती हे पृथ्वीच्या भूपृष्ठास सतत बदलत असतात त्यामुळे त्यापासून मिळणारी ऊर्जा ही नियमित असू शकत नाही. बऱ्याच वेळेस पवन चक्कींची उभारणी करताना इतर ऊर्जा साधनांच्या एकत्रिकरणाद्वारे अथवा अन्य ऊर्जा साठवण रचनेद्वारे केली जाते.

## २) जलविद्युत :

पाण्यामध्ये असणारी ऊर्जा संचयित करून वापरली जाऊ शकते. नदीचे वाहते पाणी मोठ्या धरणाची बांधणी करून अडविले जाते व त्याची साठवणूक केली जाते. आणि नंतर मोठ्या उंचीवरून टर्बाइन्स फिरविण्यासाठी वापरले जाते. पाण्याचे वस्तुमान हे हवेपेक्षा आठशे पटीने जास्त असल्याने हळू वाहणारे पाणीसुद्धा जास्त प्रमाणात विद्युत ऊर्जेची निर्मिती करू शकते. कमी क्षमतेचे जलविद्युत प्रकल्प हे शंभर किलोवॉट्स इतकी विद्युतनिर्मिती करू शकतात. यासाठी कमीत कमी दहा मीटर इतक्या उंचीवरून पाण्याचा प्रवाह सोडला जातो. जंगलभाग किंवा अतिदूरचा डोंगराळ भाग यासारख्या ठिकाणी मुख्यत्वे कमी क्षमतेचे जलविद्युत प्रकल्प उभारले जातात.

## ३) सागरी लाटांपासून मिळणारी ऊर्जा :

सागरामध्ये निर्माण होणाऱ्या लाटांपासून ऊर्जा निर्मिती केली जाते. भरती व ओहोटी यांच्या लाटांमधील उंचीचे अंतर हे यासाठी काही मीटर्समध्ये असावे लागते, त्याद्वारे टर्बाइन्स फिरविले जातात. अनेक ठिकाणी व्यावसायिक तत्वावर आज लाटांपासून ऊर्जा निर्मिती केली जात आहे. उंच लाटांच्या उभ्या दिशेतील असणारी शक्तीचे रूपांतर विद्युत ऊर्जेत केले जाते. लाटांच्या शक्तीवर फिरणारे टर्बाइन्स हे मुख्यत्वे लहान आकाराचे असतात. साधारणतः पवनचक्कीमध्ये असणाऱ्या टर्बाइन्स इतकाच त्यांचा आकार असतो. या लाटा उंच रूपात मजबूत बांधणी असलेल्या रचनेत येतात व पुन्हा मागे जाताना टर्बाइन्स फिरवतात आणि विद्युत निर्मिती केली जाते.

## ४) सागरी जलातील उष्मांकाचे रूपांतरण :

तंत्रज्ञानाद्वारे समुद्राच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावरील तापमान आणि समुद्राच्या तळभागातील पाण्याचे तापमान यांच्यातील फरकाचा वापर ऊर्जा निर्मितीसाठी केला जातो. समुद्राच्या खोलीतील पाण्याचे तापमान व पृष्ठभागावरील पाण्याचे तापमान यांच्यातील फरक २० अंश सेल्सिअस किंवा त्यापेक्षा जास्त असेल तर त्याद्वारे मिळणारी ऊर्जा ही अखंडित व मुबलक प्रमाणात मिळू शकते. तापमानातील या फरकाचा वापर करून अमोनियासारख्या कमी उत्कलनांक असणाऱ्या द्रवाची वाफ करून ही वाफ टर्बाइन्स फिरविण्यासाठी वापरली

जाते.

#### ५) सौर ऊर्जा :

सौर ऊर्जा म्हणजेच सूर्यप्रकाशापासून मिळणारी ऊर्जा होय. या सौर ऊर्जेचा वापर विविध प्रकारे केला जाऊ शकतो.

- १) घरगुती वापरासाठी पाणी तापवणे.
- २) अवकाशात असणाऱ्या उपग्रहांना सौर ऊर्जेद्वारे विद्युत ऊर्जा पुरविणे.
- ३) इमारतीचे योग्य बांधकाम करून जास्तीत जास्त सूर्यप्रकाश पोहचविणे.
- ४) फोटोव्होल्टाईक सौर सेल्सचा वापर करून विद्युत ऊर्जा निर्माण करणे.
- ५) सौर विमणीद्वारे हवा थंड व गरम करणे.
- ६) सौर ऊर्जेचे उष्णतेत रूपांतर करून अन्न शिजविणे.
- ७) सौर ऊर्जेचा वापर करून त्याचा उपयोग शीतकरणासाठी करणे.

सौर ऊर्जेवर आधारीत काही महत्त्वाच्या उपकरणांचा उल्लेख खालीलप्रमाणे आहे.

**अ) सौर ऊर्जेचे उष्णतेत रूपांतर करणारे घटक :** यामध्ये दोन प्रकारच्या घटकांचा समावेश होतो. दगड, विटा, वाळू इत्यादी प्रत्यक्षपणे सूर्याची उष्णता शोषून घेतात तर दुसऱ्या घटकामध्ये उष्णतेचे शोषण व वहन करणाऱ्या हवा, पाणी यांचा समावेश होतो.

**ब) सौरसेल्स :** सौर सेल्सना फोटोव्होल्टाईक सेल्स किंवा पीव्ही सेल्स असेही म्हणतात. हे सेल्स सिलिकॉन किंवा गॅलिअमसारख्या उष्णतेचे अर्धवहन करणाऱ्या पदार्थापासून बनविलेले असतात. ४ सेमी २ आकाराच्या पीव्ही सेल्सपासून साधारणपणे ०.४ ते ०.५ इतके व्होल्टेज मिळू शकते तर त्यापासून ६० मिली अॅम्पीअर्स इतकी विद्युत ऊर्जा निर्माण होऊ शकते. कॅलक्युलेटर्स, घड्याळे, रस्त्यांवरील प्रकाश, पाण्याचा उपसा करणारे पंप, कृत्रिम उपग्रह, रेडिओ आणि टेलिव्हिजन यामध्ये मुख्यत्वेकरून सौर सेल्सचा वापर केला जातो.

**क) सौर कुकर :** हे उपकरण सौर किरणांचा प्रत्यक्षपणे वापर करते. सौर किरण या उपकरणात असणाऱ्या आरशामार्फत परावर्तित केले जातात व ते अन्न ठेवलेल्या पेटीकडे पाठविले जाते. ही पेटी आतून पूर्णपणे उष्णतारोधक असते. काळ्या रंगाने रंगविलेली असते की ज्यामुळे जास्तीत जास्त उष्णतेचे शोषण होऊ शकेल. सौर कुकरमध्ये मंद गतीने अन्न शिजत असल्याने ते चवदार व पौष्टिक असते.

**ड) सौर बंब :** यामध्ये सौर किरणे काचेच्या झाकणावर पडून ती उष्णतेच्या रूपात पाणी तापविण्याचे कार्य करतात. यामध्ये असणारी उष्णतारोधक तेटी ही आतील बाजूने काळ्या रंगाने रंगविलेली असते. यामधील काळ्या रंगाची तांब्याची चक्राकार तार पाण्याचे तापमान वाढविण्यात महत्त्वाचे कार्य करते.

**इ) सौर विद्युत प्रकल्प :** अंतर्गोल परावर्तकांच्या साहाय्याने सौर किरणांचे मोठ्या प्रमाणात शोषण

करून त्याचा वापर पाणी उकळून त्याची वाफ तयार करण्यासाठी करतात. या वाफेद्वारे टर्बाइन्स फिरवून त्यापासून विद्युत ऊर्जा निर्माण केली जाते. ५० किलोवॉटस् इतक्या क्षमतेचा विद्युत प्रकल्प गुरगाव, हरियाना येथे कार्यरत आहे.

ई) सौर भट्टी : हजारो अंतर्गोल परावर्तक एकत्र आणले जातात व त्यापासून प्रचंड प्रमाणात एकत्रित केलेली उष्णता मिळू शकते. याद्वारे जास्तीत जास्त ३००० अंश सेल्सिअस इतक्या प्रमाणात उष्णता मिळू शकते.

#### ६) द्रव जैवइंधने :

द्रव जैवइंधनात ईथॅनॉल, जैविक डिझेल किंवा वनस्पतींपासून काढलेले तेल यांचा समावेश होतो. थोड्या किंवा कोणत्याही बदलाशिवाय आजकालच्या आधुनिक वाहनांत जैव डिझेलचा वापर केला जाऊ शकतो. वनस्पतींद्वारे मिळविलेल्या तेलाचा वापरसुद्धा काही स्वरूपात बदललेल्या डिझेल इंजिनमध्ये करता येऊ शकतो. जैविक डिझेलद्वारे कमीत कमी प्रमाणात प्रदुषके हवेत सोडली जातात. जैविक डिझेलच्या वापराने कार्बन मोनॉक्साईड व इतर हायड्रोकार्बन्स यांचे प्रमाण २० ते ४० टक्क्यांपर्यंत कमी केले जाते. आजकाल कित्येक प्रदेशात ऊस, बीट, ज्वारी इत्यादींचे उत्पादन ईथॅनॉलच्या निर्मितीसाठी घेतले जाते. द्रव इंधने ही एका ठिकाणांहून दुसऱ्या ठिकाणी सहजपणे वाहून नेता येतात अथवा कित्येक किलोमीटर्सपर्यंत त्यांची तत्काळ उपलब्धता होऊ शकते. याशिवाय द्रव इंधनाची उष्णता निर्माण करण्याची शक्तीही जास्त असते. त्यामुळेच जास्तीत जास्त दळणवळणाच्या वाहनामध्ये द्रव इंधनांचा वापर दिसून येतो.

#### ईथॅनॉलचा दळणवळणासाठी वापर :-

पुनर्निर्मितीक्षण ऊर्जा उत्पादनांच्या बाबतीत ब्राझील हा देश संपूर्ण जगभरात आघाडीवर आहे. या देशातील १८ टक्के दळणवळण हे ऊसापासून बनविलेल्या ईथॅनॉल या जैव इंधनावर आधारीत आहे. अमेरिकेतील जास्तीत जास्त वाहने ईथॅनॉल मिश्रीत इंधनावर चालविली जातात. ५ ते १० टक्के इतके ईथॅनॉलचे प्रमाण पारंपारिक इंधनात असू शकते. या देशातील नवीन वाहने ही जास्तीत जास्त ईथॅनॉलमिश्रीत इंधनावर चालतील अशा प्रकारे बनविली जातात.

अ) गॅसोहोल : ब्राझील आणि झिम्बाब्वे या देशात बस आणि कार यांच्या दळणवळणासाठी गॅसोहोलचा वापर मोठ्या प्रमाणात केला जातो. ई-८५ या इंधनात ८५ टक्के ईथॅनॉल आणि १५ टक्के गॅसोलिन असते. आज जैविक ब्युटॅनॉल हे ईथॅनॉलला पर्यायी इंधन म्हणून वापरण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत.

ब) मिथॅनॉल : कमी ज्वलनांक असणारे मिथॅनॉल हे एक अत्यंत उपयुक्त इंधन आहे.

#### ७) जैववस्तुमानीय ऊर्जा :

हिरव्या वनस्पती व प्राणी यांच्यापासून सेंद्रीय व विघटनशील अशा घटकांपासून ऊर्जा निर्मिती करता येते. त्यास जैववस्तुमानीय ऊर्जा असेही म्हणतात.

अ) कृषी जैववस्तुमानीय कचरा : पीकांचे राहिलेले टाकाऊ घटक, ऊसाची चिपाडे, नारळाचे टाकाऊ घटक, शेंगाची टरफले, प्राण्यांचे मल व मूत्र, मत्स्यव्यवसाय व कॉंबडीपालन उद्योगातील टाकाऊ घटक, कापसाच्या टाकाऊ फांद्या यांचा शेतीमधून बाहेर पडणाऱ्या टाकाऊ घटकात समावेश होतो. कित्येक ठिकाणी वाळलेल्या ऊसाच्या चिपाडांपासून थेटपणे ज्वलनातून उष्णता मिळविली जाते. ही चिपाडे साधारणतः

१० ते २० मेगाज्यूलस प्रति किलोग्रॅम इतकी उष्णता देतात. गायीच्या शेणात दोन तृतीयांश इतकी खाद्यानातील मूळची ऊर्जा जशीच्या तशी वहन होते. लाकडाचा सुद्धा जैववस्तुमानीय ऊर्जेत समावेश होतो. हजारो वर्षांपासून मनुष्य लाकडापासून ऊर्जा मिळवित आला आहे. आणि सध्याच्या युगातही त्याचे महत्त्व वाढत आहे. लाकूड आणि त्यापासून मिळणाऱ्या दुय्यम उत्पादनांचा वापर करून जैविक इंधने बनविली जातात. ईथॅनॉल, मिथॅनॉल, जैववायू आणि वूडगॅस यांचा मुख्यत्वेकरून यात समावेश होतो.

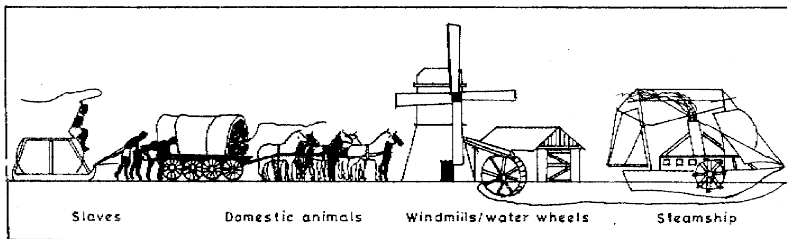
#### ८) जैविक वायू आणि विनॉक्सीश्वसनाद्वारे होणारे विघटन :

जैविक वायूत मिथेन, कार्बन डाय ऑक्साईड, हायड्रोजन आणि हायड्रोजन सल्फाईड यांचे मिश्रण असते. मिथेन हा जैविक वायूतील मुख्य घटक आहे. हा वायू प्रदूषकविरहित, स्वच्छ आणि कमी खर्चात निर्माण करता येतो. आपल्या देशात वापरल्या जाणाऱ्या जैविक वायू प्रकल्पात मुख्यत्वे दोन प्रकार पडतात.

अ) तरंगत्या साठवण टाकीचा प्रकार : यामध्ये सेंद्रीय घटकाचे विघटन घडवून आणण्यासाठी योग्य आकाराचा खड्डा असतो आणि तो विटांपासून मजबूत केलेला असतो. यामध्ये विघटन खड्ड्याचे दोन भागांत विभाजन केलेले असते. एका भागातून शेण व पाणी आत आणले जाते तर दुसऱ्या भागातून मळी बाहेर टाकण्यासाठी जागा असते. विघटन टाकीत शेण व पाणी यांच्या मिश्रणावर स्टीलपासून बनलेली टाकी उलट्या स्वरूपात जैववायू साठविण्यासाठी ठेवलेली असते. काहीवेळेस वायू साठवण टाकीतून जैववायू स्टीलच्या टाकीतून गळतीद्वारे बाहेर पडतो त्यासाठी ही टाकी वरचेवर रंगविणे गरजेचे असते.

ब) कायमस्वरूपी पक्क्या साठवण टाकीचा प्रकार : यामध्ये विघटन टाकीत फक्त एकच भाग असतो व त्यामध्येच एका बाजूने शेण व पाणी यांचे योग्य मिश्रण आतमध्ये घेतले जाते व त्यातून निर्माण झालेली मळी दुसऱ्या नलिकेद्वारे बाहेर घेतली जाते. याचे मुख्य वैशिष्ट्य असे की यातील साठवण टाकी ही कायमस्वरूपाची विटा व सिमेंट यापासून बनविलेली असते.

जैववायू हा कागद कारखाने, साखर कारखाने, शहरी सांडपाणी, प्राण्यांचे टाकाऊ पदार्थ आणि महानगरपालिकांच्या अनेक सेंद्रीय टाकाऊ पदार्थांपासून बनविता येऊ शकतो. सर्व टाकाऊ पदार्थ पाण्याच्या योग्य मिश्रणाने विघटन टाकीत घेतले जातात व मिथेन वायू उत्पादित केला जातो. जैववायूच्या निर्मितीनंतर शेवटी शिल्लक राहिलेल्या मळीचा उत्तम खत उपयोग करता येतो. आज आधुनिक पद्धतीद्वारे यांत्रिक जैविक विघटन घडवून आणूनसुद्धा जैविक वायूची निर्मिती करता येते. याद्वारे पुन्हा वापरता येणारे घरगुती घटक वेगळे केले जातात व विघटनशील जैविक पदार्थांचे विनॉक्सीश्वसनाद्वारे विघटन घडवून आणले जाते. जैववायू हा पुनर्निर्मितीक्षम असून आज अनेक आधुनिक पद्धतीद्वारे या जैववायूची गुणवत्ता नैसर्गिक वायूइतकीच सुधारण्यात आली आहे.



### १) भू-औष्णिक ऊर्जा :

पृथ्वीच्या कित्येक किलोमीटर खोलवरील अंतर्भागातील उष्णतेचा वापर भू-औष्णिक ऊर्जा म्हणून केला जातो. भू-औष्णिक उष्णतेचा वापर मुख्यत्वेकरून तीन प्रकारे कोला जातो. पहिल्या प्रकारात पृथ्वीच्या अंतर्भागातील कोरड्या वाफेचा वापर टर्बाइन्स फिरविण्यासाठी केला जातो. दुसऱ्या प्रकारात पृथ्वीच्या अंतर्भागातील अतिगरम पाणी, ज्याचे तापमान हे २०० अंश सेल्सिअसपेक्षाही जास्त असते, त्याचा वापर टर्बाइन्स फिरविण्यासाठी केला जातो. तर तिसऱ्या प्रकारात गरम पाणी इतर द्रव रासायनिक पदार्थांना उकळण्यासाठी वापरले जाते आणि टर्बाइन्स फिरविले जातात. काही ठिकाणी भू-औष्णिक ऊर्जा ही भूपृष्ठ भागापासून काही किलोमीटर्सवर आढळून येते. आयलँड, न्यूझीलँड, अमेरिका, फिलीपाईन्स आणि इटलीतील भौगोलिकदृष्ट्या अस्थिर असणाऱ्या काही भागात भू-औष्णिक ऊर्जेचे साठे भरपूर प्रमाणात आढळतात. अतिजास्त तापमान असणाऱ्या दगडापासून देखील भू-औष्णिक ऊर्जा निर्माण केली जाते. तीन किलोमीटर्स खोलीपर्यंत असे तापमान असणारे दगड सापडतात. ऑस्ट्रेलियातील कित्येक खासगी कंपन्या व्यावसायिक तत्त्वावर या ऊर्जेचे रूपांतर विद्युत ऊर्जेमध्ये करण्यात आघाडीवर आहेत.

### १०) हायड्रोजन :

अतिउच्च प्रमाणात ऊर्जा असल्याने हायड्रोजन हे एक उत्तम इंधन म्हणून वापरले जाऊ शकते. यामध्ये १५० किलो ज्यूल प्रति ग्रॅम इतकी ऊर्जा असते. हायड्रोजन खालील तीन प्रकारे उत्पादित केला जातो.

- पाण्याचे ३००० केल्विन इतक्या तापमानास औष्णिक विलगीकरण.
- पाण्याची इतर रसायनांशी रासायनिक अभिक्रिया करून
- विद्युत ऊर्जेचा वापर करून पाण्यातील हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन वेगळे करणे.

सध्या द्रवरूप हायड्रोजनचा वापर कृत्रिम उपग्रहामध्ये केला जातो. हायड्रोजन हा तत्काळ ज्वलनशील व स्फोटकरूपी असल्याने त्याच्या योग्य वापराबाबत बऱ्याच अडचणी आहेत.

### पर्यावरणीय महत्त्व :

कित्येक प्रकारच्या पुनर्निर्मित ऊर्जा संसाधनापासून सरळपणे प्रदूषण होत नाही, परंतु त्याच्या उत्पादनासाठी लागणाऱ्या साहित्यामुळे तसेच अनेक औद्योगिक प्रक्रियांमुळे टाकाऊ पदार्थ व प्रदूषके निर्माण होतात. जैववस्तुमान ऊर्जा आणि जैव इंधनांच्या उत्पादनात मोठ्या प्रमाणात जागेची आवश्यकता असते. अन्यथा अशी जागा इतर पिकांच्या उत्पादनासाठी योग्य प्रकारे वापरली जाऊ शकते. तथापि या जैवइंधनांचा एक मुख्य फायदा असा आहे की यांच्यामुळे अपुर्णनिर्मिक्त ऊर्जा संसाधनावरील अवलंबन बरेच कमी होत आहे. आज जलविद्युत प्रकल्प अनेक प्रगत देशांमध्ये कमी प्रमाणात वाढत आहे. आणि या देशांतील जागा इतर कारणांसाठी अगोदरच वापरली गेली आहे. याशिवाय पर्यावरणास नुकसान होऊ नये म्हणून जलविद्युत प्रकल्पही अल्प प्रमाणातच बांधले जात आहेत. पवन चक्कींपासून मिळणाऱ्या ऊर्जेमुळे पर्यावरणास सर्वात कमी नुकसान होते. याद्वारे कमीतकमी जागेत जास्तीत जास्त ऊर्जा आपणास मिळू शकते. त्याच्या बांधणीमुळे हरितग्रह परिणाम आणि हवा प्रदूषण अत्यंत कमी प्रमाणात घडून येते. नियमित होणाऱ्या सुधारणांमुळे आधुनिक टर्बाइन्स कमीत कमी वेळात तसेच कमीत कमी आवाज करतील अशा पद्धतीने बनविण्यात येत

आहेत. याशिवाय त्यांच्यामुळे पक्ष्यांनाही कमीतकमी इजा पोहोचेल अशी त्यांची रचना केली जात आहे. याउलट जीवाश्म इंधनामुळे मात्र पक्ष्यांचे अस्तित्व धोक्यात येत आहे. तेलाची गळती, आम्ल पर्जन्य, तसेच खाणकाम आणि जड धातूमुळे होणारे रोग ही त्यामागची प्रमुख कारणे आहेत.

### पुनर्निर्मितीक्षम विद्युत ऊर्जा (हरित ऊर्जा)

पुनर्निर्मितीक्षम विद्युत ऊर्जा म्हणजेच पुनर्निर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधनापासून बनविलेली ऊर्जा होय. आणि हरित विद्युत ऊर्जा असे त्यास संबोधले जाते.

#### अ) अपूर्णनिर्मितीक्षम ऊर्जा संसाधने :

ही संसाधने नैसर्गिक संसाधने असून त्यांना कृत्रिमरीत्या पुन्हा निर्माण करता येत नाही, वाढवता येत नाहीत किंवा त्यांच्या वापराच्या प्रमाणात त्यांना पुन्हा उत्पादित करता येत नाही. निसर्गातील या संसाधनांचे प्रमाण मर्यादित आहे. जीवाश्म इंधने उदा. कोळसा, पेट्रोलिअम, नैसर्गिक वायू आणि आण्विक शक्ती यांचा यामध्ये समावेश होतो. नैसर्गिकरीत्या त्यांना तयार होण्यासाठी लाखो वर्षे लागतात.

१) **कोळसा** : लाखो वर्षापूर्वी जमिनीखाली गाडल्या गेलेल्या वनस्पती व प्राणी यांच्या पाण्याबरोबरीला अतिउच्च तापमान व दाब अभिक्रिया तसेच ऑक्सीडेशन व जैविक विघटनाद्वारे दगडी कोळसा हे जीवाश्म इंधन तयार झालेले आहे. दगडी कोळशाचा रंग काळा किंवा तपकीरी असतो आणि तो पटकन जळू शकतो. हा कोळसा गाळाच्या संचयनापासून तयार झालेला आहे. कार्बन हा यातील मुख्य घटक आहे. संपूर्ण जगभरात दगडी कोळशापासून सर्वात जास्त प्रमाणात विद्युत ऊर्जा निर्माण केली जाते. आणि त्याचबरोबर कार्बन डाय ऑक्साइडच्या उत्सर्जनासाठी मोठी वाढ होत आहे. भारतामध्ये जगभरातील एकूण साठ्यांपैकी ५ टक्के साठे आढळून येतात. पण भारतातील कोळशाची उष्णता मूल्यांक हे फार कमी तर आहेच शिवाय त्यामध्ये राखेचे प्रमाणही जास्त आहे. भारतामधील झारखंड, ओरिसा, पश्चिम बंगाल, मध्य प्रदेश आणि महाराष्ट्र या राज्यात कोळशाच्या खाणी सापडतात. पिट, लिग्नाईट, बिट्युमिनस आणि अँथ्रासाईट हे कोळशाचे चार प्रमुख प्रकार आहेत. अँथ्रासाईटमध्ये सर्वात जास्त उष्णता मूल्यांक आहे. कोळशांच्या खाणीमुळे आणि ज्वलनातून कार्बन डाय ऑक्साइड आणि मिथेन मोठ्या प्रमाणात बाहेर पडतात. तसेच त्यामुळे भूजल प्रदूषण, धूळ, तसेच युरॅनियम, थोरियम तसेच इतर अनेक जड धातू यामुळे पर्यावरणाचे प्रदूषण घडून येते.

२) **पेट्रोलिअम** : नैसर्गिकरीत्या आढळणारे आणि पटकन जळणारे हे द्रवरूप इंधन आहे. भूपृष्ठाखालील खडकांमध्ये याचे साठे सापडतात. पेट्रोलिअममध्ये अनेक हायड्रोकार्बन्सचे मिश्रण असते तसेच त्यांचा रेणूभारही जास्त असतो. त्याबरोबर इतर सेंद्रीय संयुगेसुद्धा आढळून येतात. कच्च्या तेलांमध्ये अल्केन्स, सायक्लोअमल्केन्स आणि अनेक प्रकारचे गंधयुक्त हायड्रोकार्बन्स असतात. हे तेल साधारणपणे काळे किंवा गडद तपकीरी रंगाचे असते. पेट्रोलिअमच्या कच्चा तेलाच्या साठ्याबरोबर नैसर्गिक वायूसुद्धा आढळून येतो. पेट्रोलिअमचा वापर, प्रक्रिया केलेले इंधन म्हणून वापरले जाणारे विविध प्रकारचे तेल तसेच गॅसोलिन म्हणजेच पेट्रोल तयार करण्यासाठी केला जातो. पेट्रोलिअमच्या वापराने अनेक वायू हवेमध्ये सोडले जातात व त्यामुळे हवा प्रदूषण घडून येते.

लिक्वीफाइड पेट्रोलिअम गॅस (एल.पी.जी.) : ब्यूटेन हा यातील मुख्य घटक असून प्रोपेन व इथेनसुद्धा काही प्रमाणात सापडतात. वहन करण्यास सोपे तसेच उच्च उष्णतामूल्यांक असल्याने १९५० नंतर एल.पी.जी.

चा वापर संपूर्ण जगभरात मोठ्या प्रमाणात केला जात आहे.

३) **नैसर्गिक वायू** : यामध्ये ९५ टक्के मिथेन या वायूचे प्रमाण असते. तर इथेन, प्रोपेन, ब्यूटेन आणि पेन्टेन यांचेही अल्प प्रमाण आढळून येते. नैसर्गिक वायू हा सर्वात स्वच्छ जीवाश्म इंधन आहे. या वायूचे वेगळे नैसर्गिक साठे सापडतात किंवा कोळसा व पेट्रोलिअमच्या साठ्यांबरोबरही हा वायू आढळून येतो.

अ) **दाबयुक्त नैसर्गिक वायू** : हा वायू नैसर्गिक वायूस उच्च दाब देऊन बनविला जातो. आणि सर्वात स्वच्छ व वापरण्यास सुरक्षित आहे. हा वायू कमी क्षमतेच्या चारचाकी वाहने, ट्रक, शाळेच्या बसेस यामध्ये वापरला जात आहे. दिल्लीतील सर्वच वाहने ही या वायूवर चालविली जात आहेत.

ब) **प्रक्रिया करून नैसर्गिक वायू** : कोळसा आणि नैसर्गिक वायू यांच्यापासून हा वायू बनविला जातो. यामध्ये मुख्यत्वेकरून कार्बन मोनॉक्साईड आणि हायड्रोजन यांचे मिश्रण असते.

४) **आण्विक ऊर्जा** : ही ऊर्जा अणूच्या केंद्रकांचे एकत्रिकरण किंवा विलगीकरण करून मिळवली जाते. अणूच्या भाराचे उष्णतेत होणारे रूपांतर हे खालील सूत्रावर अवलंबून असते.

$$E = mc^2$$

इथे E = बाहेर पडणारी उष्णता

m = वस्तुमान

c = प्रकाशाचा निर्वातातील वेग

अ) **केंद्रकीय विलगीकरण** : यामध्ये अणूच्या केंद्रकाचे इतर कमी वस्तुमानाच्या केंद्रकामध्ये रूपांतर केले जाते. अशा वेळी स्वतंत्र न्यूट्रॉन्स व गॅमा किरणे तयार होतात. या विलगीकरणाच्या प्रक्रियेत प्रचंड प्रमाणात उष्णता बाहेर पडते. याद्वारे अणुभट्टीमध्ये वीज निर्माण केली जाते. तसेच अण्वस्त्रेही बनविली जातात. इतर कोणत्याही जीवाश्म इंधनांच्या सारख्याच वस्तुमान असणाऱ्या इंधनापेक्षा आण्विक इंधनामध्ये लाखो पटींनी जास्त ऊर्जा असते. केंद्रकीय विलगीकरणातून बाहेर पडणारे टाकाऊ घटक हे किरणोत्सारीत असतात आणि त्यांचे योग्य व्यवस्थापन करणे गरजेचे असते.

अणुभट्टीमध्ये नियंत्रित प्रमाणात असणाऱ्या साखळी प्रक्रियेद्वारे ऊर्जा निर्मिती केली जाते व निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचा वापर उच्च दाबाच्या वाफ तयार करण्यासाठी केला जातो, त्याद्वारे टर्बाइन्स फिरविली जातात व विद्युत ऊर्जा तयार केली जाते.

ब) कमी मूल्यभार असणाऱ्या तसेच एकच अणुअंक पण वेगवेगळे अणुभार मूलद्रव्यांना अतिउच्च दाब व तापमानाखाली (एक अब्ज अंश सेल्सिअस) एकत्र आणले जाते त्यास केंद्रकीय एकत्रिकरण असे म्हणतात. या प्रक्रियेत अतिप्रचंड प्रमाणात उष्णता बाहेर पडते. ड्यूटेरिअम आणि ट्रिटिअम पासून भविष्यात मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा मिळविण्याच्या संधी आहेत. त्यांच्या एकत्रिकरणातून हेलिअम हे मूलद्रव्य तयार होते. नैसर्गिकरीत्या सर्वच ताऱ्यांमध्ये केंद्रकीय एकत्रिकरणातूनच अतिप्रचंड प्रमाणात उष्णता निर्माण होत असते.

### ३.४ सारांश :

मानवाच्या अस्तित्वासाठी आणि विकासासाठी नैसर्गिक संसाधने महत्त्वाची भूमिका पार पाडतात. मानवाच्या विविध मुलभूत गरजा भागविण्यासाठी विविध संसाधनांचा उपयोग होतो. उदा. जल संसाधन, खनिज संसाधन, अन्न संसाधन, इ. पुनर्विकरणीय संसाधने एकदा वापरानंतर पुन्हा तयार होतात. उदाहरणार्थ, वनसंसाधन, जलसंसाधन, इ. परंतु अपुर्णविकरणीय संसाधने ही मर्यादीत स्वरूपाची असल्याने वर्षानुवर्षे वापरामुळे त्यांचे साठे लोप पावत आहेत. उदा. नैसर्गिक वायू, खनिजे इ. आधुनिक शेती, औद्योगिककरण, बदलती जीवनशैली यामुळे सर्वच नैसर्गिक संसाधनांच्या भविष्यातील उपलब्धतेबद्दल प्रश्न निर्माण झाला आहे. प्रत्येक संसाधनाला प्रदूषण, अयोग्य वापर, अतिवापर, वगैरे समस्या भेडसावत आहेत. शाश्वत भविष्याचा वचार करता सर्व संसाधनांचा योग्य आणि काळजीपूर्वक वापर हाच त्यावरील उपाय आहे.

### ३.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न व उत्तरे

१. संसाधने म्हणजे काय?
२. संसाधने कोणकोणत्या प्रकारची असतात?
३. जंगलसंपत्तीचे महत्त्व विशद करा.
४. जलसंपत्तीच्या न्हासास कारणीभूत घटक कोणते?
५. पूर येण्याची कारणे कोणती?
६. खनिज उत्पादनांचा पर्यावरणीय परिणाम विशद करा.
७. ऊर्जास्रोतांचे वर्गिकरण करा.
८. जमिनीची धूप होण्याची कारणे सांगून परिणामांची चर्चा करा.
९. नैसर्गिक संसाधनांच्या संवर्धनात व्यक्तिगत सहभाग कसा नोंदविता येईल?

#### ♦ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१. पर्यावरणातील ज्या घटकांमुळे मानवी गरजांची पूर्तता होते तसेच ते घटक राहणीमान सुधारण्यास मदत करतात त्यांना संसाधने म्हणतात.
२. संसाधने दोन प्रकारची असतात - १) पुनर्विकरणीय उदा. जलसंपदा, वनसंपदा, इ. आणि २) अपुर्णविकरणीय उदा. खनिजे, नैसर्गिक वायू इ.
३. जंगले ही तापमाननियंत्रणासाठी, हवा आणि ध्वनी प्रदूषण नियंत्रणासाठी, पूर नियंत्रणासाठी, जमिनीतील पाणधारण क्षमता वाढवण्यासाठी, जलचक्र नियंत्रणासाठी, जमिनीची धूप थांबविण्यासाठी, जैवविविधतेच्या रक्षणासाठी आणि पर्यावरणीय समतोलसाठी महत्त्वाची आहेत.
४. वाढत्या लोकसंख्येमुळे विस्तारित झालेली शेती, शहरीकरण, धरणनिर्मिती, प्रदूषण, खनिज उत्पादन, इ. कारणांमुळे जंगलसंपत्तीचा न्हास होतो आहे.

५. सरासरीपेक्षा जास्त पर्जन्य झाल्यास, उष्णतेमुळे बर्फ वितळल्याने, सामुद्रिक वादळामुळे सुनामी लाटांमुळे, धरणांमध्ये किंवा नदीच्या पात्रात गाळ संचयनामुळे किंवा ढगफुटीमुळे अतिवृष्टी झाल्यास पूर येतात.
६. खनिज उत्खनन प्रक्रियेत जमिनीची धूप होते, पाणी प्रदुषित होते, रासायनिक घटकांच्या अन्नसाखळीतील प्रवेशामुळे अनेक परिणाम दिसून येतात, उत्खननादरम्यान निर्माण होणाऱ्या धुळीमुळे हवा प्रदुषित होते. जंगलतोडीमुळे जैविक विविधतेस हानी पोहोचते.
७. ऊर्जा स्रोतांचे वर्गीकरण अपुर्णनिर्मितीक्षम उदा. सौर ऊर्जा, वाहता वारा इ. आणि पुनर्निर्मितीक्षम उदा. नैसर्गिक तेले, वायू इ. असे करता येईल.
८. अतिपर्जन्य, बाष्पीभवन, उताराची तीव्रता, जंगलतोड, अमर्याद चराई, भटकी किंवा स्थलांतरित शेती, इ. जमिनीची धूप होण्याची कारणे आहेत.
९. दैनंदिन जीवनामध्ये नैसर्गिक संसाधनांचा वापर काटेकोरपणे आणि काळजीपूर्वक केल्यास नैसर्गिक संसाधनांचे संवर्धन होईल. व्यक्तिगत पातळीवर प्रत्येक संसाधनांचा विचारपूर्वक वापर केल्यास प्रदूषण, संसाधनांचा न्हास, अयोग्य किंवा अपरिमित वापर इ. समस्यांचे निर्मूलन होईल.

### ३.६ उपक्रम :

१. दैनंदिन जीवनात आवश्यक असणाऱ्या नैसर्गिक संसाधनांची यादी करा.
२. तुम्ही राहात असलेल्या परिसरातील नैसर्गिक संसाधनांच्या समस्यांचा अभ्यास करा.
३. नैसर्गिक संसाधनांचे संवर्धन करण्यासाठी तुमच्या घरी कोणते प्रयत्न करता येतील याची यादी करा.

### ३.७ दिर्घोत्तरी प्रश्न

१. नैसर्गिक संसाधनांचे वर्गीकरण व त्यांची माहिती विशद करा.
२. जलसंसाधनाचे महत्त्व सांगून जलसंकटांची कारणे स्पष्ट करा.
३. ऊर्जा संसाधने, खनिज संसाधनांचे पर्यावरणातील घातक परिणाम स्पष्ट करा.
४. भूमी संसाधनांच्या समस्या सांगून त्यांच्या संवर्धनासाठी करता येणाऱ्या उपाययोजनांची माहिती लिहा.
५. शाश्वत विकासासाठी नैसर्गिक संसाधनांचे संवर्धन महत्त्वाचे आहे हे पटवून द्या.

### ३.८ लघुत्तरी प्रश्न

१. टिपा लिहा

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| अ) अवर्षण                    | ब) खनिज उत्खननाचे परिणाम |
| क) वाळवंटीकरण                | ड) पर्यायी ऊर्जासाधने    |
| इ) खते व कीटकनाशकांचे परिणाम |                          |

### ३.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके :

१. बीरीक बी. सी., रिसोर्स मॅनेजमेंट अँड काउंट्रॉल ऑफ डेव्हलपमेंट, रावत पब्लिकेशन्स, २०००.
२. संत्रा एस्. सी., एन्व्हायरनमेंटल सायन्स, न्यू सेंट्रल बुक एजन्सी प्रा. लि., कलकत्ता, २००१.
३. सिन्हा पी.सी., रीन्यूवेबल एनर्जी प्रोग्राम्स इन इंडिया, सम रीसेंट डेव्हलपमेंट्स, नॅचरल रिसोर्स फोरम, १८ (३), १९९४.
४. मिलर टी.व्ही. ज्यु, एन्व्हायरनमेंटल सायन्स, वर्डस्वर्थ पब्लिकेशन कंपनी.

□ □ □

घटक - १ पर्यावरण अभ्यासाचे स्वरूप, परिस्थितीकी, नैसर्गिक संसाधने आणि संलग्न समस्या व जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन

## ड) जैवविविधता आणि तिचे संवर्धन

- 
- 
- ४.१ उद्दिष्टे
- ४.२ प्रास्ताविक
- ४.३ विषय विवेचन
- ४.३.१ जैवविविधतांचे प्रकार - जनुकिय, प्रजातीत व परिसंस्था
- ४.३.२ भारतातील जैवभौगोलिक वर्गीकरण
- ४.३.३ जैवविविधतेचे मूल्य
- ४.३.४ भारत एक समृद्ध जैवविविधता असलेले राष्ट्र, पश्चिम घाटातील जैवविविधता
- ४.३.५ जैवविविधतेचे संवेदनशील प्रदेश
- ४.३.६ जैवविविधतेचे संवर्धन
- ४.४ शब्दसूची
- ४.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न व उत्तरे
- ४.६ दीर्घोत्तरी प्रश्न
- ४.७ सारांश
- ४.८ उपक्रम
- ४.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

### ४.१ उद्दिष्टे :

- जैवविविधता म्हणजे काय आणि तिचे वेगवेगळे प्रकार यांचा अभ्यास करणे.
- स्थानिक पातळीवरील जैवविविधतेची वेगवेगळी मूल्ये जाणून घेणे.
- जैवविविधतेच्या न्हासास कारणीभूत असणाऱ्या धोक्याचा अभ्यास करणे.
- जैवविविधता संवेदनशील प्रदेश म्हणून पश्चिम घाटाचे महत्त्व अभ्यासणे.
- भारतातील जैवविविधतेच्या स्थितीचा अभ्यास करणे.
- जैवविविधता संवर्धनाचे महत्त्व आणि वापरण्यात येणाऱ्या पद्धतीचा अभ्यास करणे.

## ४.२ प्रास्ताविक

मानवाला जेव्हा निसर्गाविषयीची पहिली जाणीव झाली तेव्हा पर्वतांपासून समुद्रापर्यंत आणि पठारापासून गवताळ प्रदेशापर्यंत पसरलेल्या व बहुविध प्राणी, वनस्पतींनी समृद्ध असलेल्या निसर्गाची व्याप्ती तो जाणून घेऊ शकला नाही. मात्र विसाव्या शतकाच्या प्रारंभी त्याचा हा दृष्टिकोन बदलला. मानवाने यंत्राच्या साहाय्याने निसर्गावर आज स्वतःचे प्रभुत्व प्रस्थापित केले आहे, तसेच लोकसंख्येतही प्रचंड प्रमाणात वाढ झाली आहे. निसर्ग शतकानुशतके मानवी वसाहतीसमोर माघार घेताना दिसतो. गेल्या पन्नास वर्षात निसर्गाच्या न्हासाचा वेग पूर्वीपेक्षा अधिक पटीने वाढला आहे.

शेती व इतर विकासामुळे जेव्हा निसर्गाचा न्हास होतो, तेव्हा केवळ संख्यात्मक बदल न होता गुणात्मक बदल घडून येतात असे शास्त्रज्ञ मानतात. त्यामुळे उर्वरित नैसर्गिक प्रदेशातील प्राणी व वनस्पती यांच्या प्रजाती व अत्यंत जटिल अशा परिसंस्थांची संख्या घटते. शास्त्रज्ञांच्या आता असे लक्षात आले आहे की, अनेक वन्य प्रजातींचा वेगाने न्हास होत आहे. त्यापैकी अनेक प्रजाती अजूनही अज्ञात आहेत किंवा त्यांची पुरेशी माहिती उपलब्ध झालेली नाही ही बाब पृथ्वीच्या भवितव्याच्या दृष्टीने अतिशय वाईट आहे.

कृषी संस्कृतीच्या उगमापासूनच मानवी अस्तित्व माणसाळलेल्या वन्यप्राणी व वनस्पती यांच्या दैनंदिन वापरावर अवलंबून आहे. तरीही वनस्पतींच्या अनेक वन्य प्रजाती त्यांचे अन्न किंवा औषधांविषयीचे मूल्य समजण्याआधीच निरंतरपणे नष्ट होत आहेत. प्रजातींच्या निकोप वाढीसाठी वन्य किंवा अंशतः वन्य प्रजातींचे अस्तित्व भविष्यात आवश्यक आहे.

नैसर्गिक परिसंस्था जशा नदीकाठ, खाड्या, प्रवाळ, द्विपे, पर्वतीय जंगले व त्यात राहणारे वन्य जीव हे मानवनिर्मित प्रदुषणामुळे, शोषणामुळे किंवा अतिविकासामुळे आत्यंतिक तणाव अनुभवत आहेत. या सर्व परिसंस्था आश्चर्यकारकरित्या त्यांच्या जटीलपर्णातून पाण्यातील प्रदुषके कमी करतात, श्वास घेण्यासाठी आपल्याला ताजी हवा पुरवतात, तसेच आपले अन्न उत्पादित करतात. यामुळेच मानवी अस्तित्व शक्य झाले आहे. परिणामतः पृथ्वीवरील अतिप्रचंड जैव प्रजातींमुळेच मानवजात अद्याप टिकून राहिली आहे

## ४.३.१ जैव विविधतेचे प्रकार

### व्याख्या

पृथ्वी हा असा ग्रह आहे की, जो सजीव सृष्टीला आधार देतो. 'जैविक विविधता' किंवा 'जैवविविधता' म्हणजेच साध्या सूक्ष्मजीवी एकपेशींपासून उत्क्रांती होत गेलेल्या गुंतागुंतीच्या बहुपेशीय सजीवांचे पृथ्वीवर आढळणारे विस्तीर्ण जग होय. यामध्ये सर्व प्रकारच्या सजीवांचा म्हणजेच लक्षावधी वनस्पती, प्राणी व सूक्ष्मजीव यांचा समावेश होतो. जैवविविधतेचे प्रामुख्याने तीन स्तरामध्ये वर्गीकरण केले जाते.

### १) जनुकीय विविधता

सजीवात असणारी विविधता ही मुलभूत आनुवंशिक जनुकांच्या द्वारे व्यक्त होते व ती पुढच्या पिढींना गुणसूत्रांमार्फत पोचवली जाते. जनुकीय विविधतेतून बदल घडून येतात. जनुकीय विविधतेच्या परिणामामुळे सजीवांच्या शरीररचनेत बदल घडतो. या विविधतेमुळे भाताच्या तसेच इतर पिकांच्या विविध प्रजाती अस्तित्वात आल्या. यात अनेक प्रकारचे दृश्य बदल उदा. रंग, चव, गंध या बरोबर रोगप्रतिकारक शक्ती, वर्तणुकीच्या पद्धती असे बदल आढळून येतात. ही जनुकीय विविधता पाळीव प्राणी व पिकांची निपज याकरिता महत्त्वाची ठरते.

## २) प्रजातीय विविधता

प्रजाती म्हणजे पृथ्वीतलावरील लक्षावधी प्राणी व वनस्पतींचे वर्गीकरण करण्यासाठी वापरले जाणारे आणि आनुवंशिकतेने एकमेकांपासून विलग झालेले सजीव घटक होय. प्रत्येक प्रजाती स्वतःच्या विशिष्ट गुणधर्मांने इतर प्रजातीपासून भिन्न असते, जसे की गाय आणि शेळी. एकाच प्रकारच्या प्रजातीमधील प्राणी प्रजोत्पादनाची क्षमता असणारे अपत्य निर्माण करू शकतात. प्रजातीय विविधतेचे मोजमाप विशिष्ट क्षेत्रातील प्रजातींच्या संख्येवर अवलंबून असते. एखाद्या भागातील प्रजातीय विविधता ही तेथील जैविक विविधता मापण्याचा सर्वसामान्य निकष असतो. या जैव विविधतेच्या आधारे, 'समृद्ध जैवविविधता' (Mega Diversity) असणाऱ्या जगातील मोजक्या राष्ट्रांमध्ये भारताचा समावेश केला आहे.

## ३) परिसंस्था विविधता

परिसंस्था प्रणालीमध्ये त्या जागेतील जैविक (वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्मजीव) व अजैविक घटकांच्या (हवा, पाणी, मृदा, खनिजे इ.) सहसंबंधाचा व देवाणघेवाणीचा समावेश होतो. जेथे सजीव किंवा निर्जीव समूह नैसर्गिकरित्या आढळतात त्या जागेला किंवा भागाला अधिवास असे म्हणतात. थोडक्यात परिसंस्था विविधता म्हणजेच विविध अधिवासांचा समूह होय.

## ४.३.२ भारतातील जैवभौगोलिक वर्गीकरण

भारत हा जगातील भू-भौतिक, भौगोलिक व कृषी वातावरणीयदृष्ट्या विविधता असणारा देश आहे. हिमालयाच्या उंच रांगापासून ते अंदमान-निकोबार सारखी बेटे, उत्तरेकडील अरुणाचल प्रदेशातील सदाहरित वनांपासून ते राजस्थानचे वाळवंट, पूर्व व पश्चिमेच्या लांबच लांब किनारपट्टीवरील वेगवेगळ्या खाड्यांचा प्रदेश व सुंदरबनसारखे त्रिभुज प्रदेश, दलदलीच्या प्रदेशांतर्गत येणारे असंख्य तलाव, नद्या, मानवनिर्मित जलसाठे यासारख्या विविध परिसंस्था भारतात विखुरल्या आहेत. इथे आढळणाऱ्या वनस्पती, प्राणी संपदा यांचे वसतिस्थान व निर्माण होणारी परिसंस्थांची विविधता यासारखी देणगी भारताला लाभली आहे. येथील समृद्ध जैवभौगोलिक परिस्थिती जैविकतेतून आपल्याला दिसून येते.

भारताची जैव भौगोलिकता प्रामुख्याने सात प्रमुख भागांमध्ये विभागली आहे. थंड हिमालयीन पर्वतीय भाग, मध्य व दक्षिण भागातील ओसाड व नीम ओसाड भाग, गंगेचे मैदान, पूर्व व दक्षिण भागातील लांब किनारपट्टी, दख्खनचे पठार, अंदमान, निकोबार व लक्षद्वीप बेटे. येथील भौगोलिक परिस्थिती, हवामान यामधूनच या भागातील वनस्पती व प्राणीसंपत्ती उत्क्रांतीतून उदयास येते. अनेक स्थानिक प्रजाती फक्त त्या भागातच आढळतात. म्हणूनच अशा प्रकारच्या जैवभौगोलिक विविधतेचा अधिवास असलेला भारत वनस्पती व प्राण्यांची एक उच्च प्रतीची जैवविविधता दर्शवितो.

## ४.३.३ जैवविविधतेचे मूल्य

जैवविविधता ही नैसर्गिक निवड व उत्क्रांती या अविरत चालणाऱ्या प्रक्रियापासूनच निर्माण होत असते. या प्रक्रियेमध्ये काहींचा नाश तर, बदलत्या पर्यावरणाला अनुरूप सजीवांची निर्मिती होऊन नैसर्गिक समतोल राखला जातो. या प्रक्रियेसाठी लक्षावधी वर्षे लागतात. मानवाच्या जाणते-अजाणतेपणी होत असलेल्या

पर्यावरणावरील नकारात्मक प्रभावामुळे जैविक विविधतेचा ऱ्हास मोठ्या प्रमाणावर होत आहे. जैवविविधतेचे महत्त्व सर्वानाच पटल्याशिवाय तिच्या संवर्धनाच्या प्रयत्नाकडे गंभीरपणे पाहिले जाणार नाही.

जेव्हा जैवविविधतेचा उल्लेख होतो तेव्हा त्याचा उपभोग किंवा सौंदर्य एवढाच वापर लक्षात घेतला जातो. मात्र जैवविविधतेची अनेक महत्त्वाची मूल्ये आहेत. ही मूल्ये स्थानिक, भौतिक परिस्थिती, जैवविविधतेची उपलब्धता व गरजा यावर अवलंबून आहेत. जैवविविधतेची मूल्ये खालील प्रमाणे आहेत.

### उपभोग मूल्य

प्रत्येक वनस्पती अथवा प्राण्यांच्या प्रजाती तसेच निरोगी परिसंस्था यांचे मानवासाठी विशिष्ट मूल्य असते. मानवाच्या दैनंदिन गरजा भागविण्यासाठी, भविष्यातील मानवी अस्तित्वासाठी मूलस्थाने व परिसंस्था महत्त्वाची संसाधने आहेत. अन्न, औषधे, कापड, चारा या गरजांसाठी पूर्णतः वनस्पती व प्राण्यांवरच मानव अवलंबून आहे. मानवी जीवनाचा गुणात्मक दर्जा सिद्ध होण्यासाठी त्या गरजा आवश्यक आहेत.

### उत्पादकीय मूल्य

मानवी संस्कृतीसाठी घरगुती व औद्योगिक वापरासाठी उपयुक्त असणारा कच्चा माल जैवविविधता पुरविते. भारतासारख्या विकसनशील देशामध्ये जवळपास ८० टक्के लोकसंख्या ही प्राथमिक आरोग्य उपचारांसाठी पारंपरिक औषध पद्धतींवर अवलंबून आहे. ही औषधे वनस्पतीजन्य संसाधनांपासून बनवलेली असतात. आपल्या देशामध्ये २०,००० पेक्षा अधिक प्रकारच्या वनस्पती यासाठी वापरल्या जातात. विकसित राष्ट्रांमध्येही २५ टक्के औषधांपैकी २१ प्रमुख अत्यावश्यक औषधे वनस्पतीपासून बनविली जातात.

पीक प्रजातींचा ऱ्हास हा स्थानिक व जागतिक अन्न सुरक्षिततेवर गंभीर परिणाम घडवून आणणारा आहे. नवीन प्रकारच्या संकरित रोगप्रतिकारक व अधिक उत्पादक प्रजाती निर्माण करण्यासाठी कृषितज्ज्ञांना विविध प्रजातींच्या वैपुल्याची गरज असते, विशेषतः त्यासाठी वन्य प्रजातींची आवश्यकताही असते. म्हणून भविष्यातील अन्न सुरक्षितता जंगली वनस्पतींच्या संवर्धनावर अवलंबून आहे.

### सामाजिक मूल्य

सामाजिक मूल्य हे जैवविविधतेचे सर्वात महत्त्वाचे मूल्य असून, विकसनशील देशात लोकसंख्येचा बराच मोठा भाग अस्तित्वासाठी व दैनंदिन गरजा भागविण्यासाठी स्थानिक जैवविविधतेवर अवलंबून असतो. अन्न, चारा, कापड, औषधे यासाठीचे प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष अवलंबित्व अनेकदा निर्णायक ठरते, जेव्हा परिसंस्था व त्यातील विविधता यांचा काही कारणाने ऱ्हास होतो आणि त्या ऱ्हासाबरोबरच भवितव्य हरविलेल्या आदिवासींचे व ग्रामीण लोकांचे लोंढे शहराकडे येऊ लागतात. परिणामी शहरावरचा ताण अधिकच वाढतो. पारंपरिक समाज, स्थानिक व आदिवासी लोकांचे अस्तित्व निसर्गाशी एकरूप झालेले असते आणि त्यांची सांस्कृतिक समृद्धी तेथील जैवविविधतेशी असलेले सहअस्तित्व दर्शविते.

## नैतिक मूल्य

पारंपरिक, पौराणिक, सांस्कृतिक व धार्मिक रूढींमधून जैवविविधतेच्या नैतिक मूल्यांना फार महत्त्व दिले आहे. प्रत्येक प्रजाती ही निसर्गाची किंवा दैवी अद्वितीय निर्मिती असून तिला अस्तित्वात राहण्याचा अधिकार आहे आणि तिच्याबद्दल सर्वांनीच आदर बाळगला पाहिजे. ही विचारधारा प्रत्येक धर्मात पहावयास मिळते. आधुनिक समाजात हा दृष्टिकोन महत्त्वाचा मानला असून आता वाढीस लागला आहे. म्हणूनच हा विचार १९८२ साली संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या 'वर्ल्ड चार्टर फॉर नेचर' मध्ये स्वीकारला गेला.

## सौंदर्य मूल्य

सर्वसाधारणपणे जैवविविधतेला सौंदर्याच्या दृष्टिकोनातून बघितले जाते. अगदी सुरुवातीच्या काळात निसर्गसौंदर्याने मानवाचे लक्ष वेधून घेतले होते व त्याच्या जीवनात नैसर्गिक सौंदर्याला खास जागा होती. प्रत्येक प्रजाती व परिसंस्थेने पृथ्वीवरील सौंदर्यात भर घातली आहे. एखादी प्रजाती नष्ट झाली किंवा एखाद्या परिसंस्थेचे कधीही भरून न येणारे नुकसान झाले तर तिची पुनर्निर्मिती करणे अशक्य आहे. निसर्गाच्या सौंदर्यमूल्याला अधिकाधिक महत्त्व दिले जात असून त्यांचा संबंध भौतिक सुख व जीवनाचा गुणात्मक दर्जा यांच्याशी जोडला जातो. पर्यटन हा जगातील मोठा वेगाने वाढणारा उद्योग आहे. त्यात निसर्ग पर्यटन महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे. त्यातूनच अनेकांना विविध प्रकारच्या नोकऱ्या, व्यवसायांच्या संधी उपलब्ध होत आहेत.

## पर्यायी मूल्य

आपल्या सभोवताली असणाऱ्या प्राणी व वनस्पतींची जैवविविधता आपल्याला पूर्ण समजली नसली तरी उपलब्ध माहितीतून आपल्या विविध घरगुती किंवा औद्योगिक गरजा भागविण्यासाठी अनेक पर्याय उपलब्ध होऊ शकतात. असे असले तरीही, जलदगतीने बदलणाऱ्या पर्यावरणीय पार्श्वभूमीवर असे दिसते की, अनेक अत्यावश्यक अशा वनस्पती व प्राणी यांच्या प्रजाती मानवी अस्तित्वासाठी आधारभूत संस्था म्हणून काम करतात. नजीकच्या काळात संख्यात्मक व गुणात्मक घट झाल्यामुळे पृथ्वीवरील मानवाच्या जीवनाचा दर्जा आणखी खालावेल. शास्त्रज्ञांना भीती वाटते की, बऱ्याचशा जैवविविधतेचे मानवी जीवनासाठी असलेले महत्त्व समजण्यापूर्वीच न्हास होत आहे. एक दिवस असा येईल त्यावेळी आपल्याला कळून चुकेल की, अन्न, औषध व कच्चा माल यासाठीचे उपलब्ध असणारे बहुसंख्य नैसर्गिक पर्याय आपण आधीच नष्ट केले आहेत. पुढच्या पिढ्यांवर याचे अतिशय गंभीर परिणाम होतील. त्यांच्या अस्तित्वासाठी व विकासासाठी भविष्यात नवीन गरजा निर्माण होतील, त्यांची पूर्तता करण्यासाठी जैवविविधतेतील न्हासामुळे फारच कमी पर्याय उपलब्ध असतील.

या तक्त्यावरून असे दिसून येते की, वर्गीकरणातील अनेक खालच्या स्तरावरील दुर्मिळ प्राणी भारतामध्ये बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात आढळतात. म्हणून त्यांच्या संरक्षण व संवर्धनासाठी तातडीने लक्ष देण्याची प्रामुख्याने गरज आहे.

## ४.३.४ भारत एक समृद्ध जैवविविधता असलेले राष्ट्र

भारताकडे वनस्पती व प्राणी संपदांचा समृद्ध असा आनुवंशिक वारसा आहे. एकंदरीत जगातील ६ % प्रजाती भारतात आढळतात. वनस्पती वैपुल्याच्या दृष्टीने जगात दहाव्या क्रमांकावर भारत आहे, तर स्थानिक दुर्मिळ असलेल्या प्रजातींसाठी वरिष्ठ पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये अकराव्या क्रमांकावर आहे. जैवविविध केंद्रामध्ये व

कृषिवैविधांच्या उगमस्थानामध्ये भारत सहाय्या क्रमांकावर आहे. भारतामध्ये आतापर्यंत एकूण १,५०,००० हून अधिक प्रजाती ज्ञात झाल्या आहेत. जगातील एकूण १८ जैवविविधता संवेदनशील प्रदेशांपैकी 'पश्चिम घाट' व 'उत्तरपूर्व हिमालय' हे दोन प्रदेश भारतात आहेत.

### पश्चिम घाटातील जैवविविधता

पश्चिम घाट डोंगर रांगांचा उत्तर भाग सह्याद्री म्हणून प्रसिद्ध आहे. महाराष्ट्रातील धुळे जिल्ह्यातील तापी नदीपासून अंदाजे १६०० किलोमीटर पश्चिम सागर किनाऱ्यांना समांतर अशा कन्याकुमारीपर्यंत पसरलेल्या आहेत. हा संपूर्ण प्रदेश जवळजवळ १,६०,००० चौ.कि.मी. असा पसरलेला असून ४५ दशलक्ष लोकसंख्या यात सामावलेली आहे. हा प्रदेश असंख्य पूर्व आणि पश्चिमेस वाहणाऱ्या लहान मोठ्या कृष्णा, भीमा, तुंगभद्रा, कावेरी, शरावती, काली नद्यांचे उगम स्थान आहे. ह्या नद्या २० दशलक्ष घन मीटर म्हणजे अंदाजे देशातील २०% वापरण्याजोगे पाणी वाहून नेतात. पश्चिम घाट त्याच्या अत्यंत मोक्याच्या जागेमुळे मान्सून वारे संपूर्ण भारतीय द्वीपकल्पावर प्रभावित करतात. घाटमाथ्यावर प्रतिवर्षी २००० ते ७००० मिलीमीटर पाऊस पडतो. त्यातील ८०% पाऊस हा केवळ मान्सून काळात पडतो.

घाटमाथ्याच्या पश्चिम आणि पूर्व डोंगरात होणाऱ्या पावसामुळे उत्तम प्रतीची जंगले निर्माण झाली आहेत. त्यात सदाहरित, निमसदाहरित, आर्द्र आणि शुष्क पानझडीची तसेच समशितोष्ण पर्वतीय जंगले यांचा समावेश होतो. या जंगलामध्ये विविध औषधी वनस्पती, अमरी (ऑरकीड), गवत, वृक्ष आणि विविध प्रकारच्या वनस्पती मिळून जवळजवळ ४,५०० जातीच्या सपुष्प वनस्पती आढळतात. पश्चिम घाट हे अनेक दुर्मिळ आणि महत्त्वाच्या प्राण्यांचे वसतीस्थान आहे. ज्यामध्ये वाघ, हत्ती, बिबळ्या, अस्वल, गवा, सिंहपुच्छ माकड, निलगिरी वानर, निलगिरी खार आणि निलगिरी पर्वतीय बोकड यांचा समावेश होतो. या परिसरात ४०० हून अधिक पक्षी जातींची नोंद झाली असून त्यामध्ये वायनाड लाफिंग थ्रश, मलबार ग्रेधनेश इत्यादी पक्ष्यांच्या जातीचा समावेश आहे.

या भागातील वनस्पती जीवन हे त्यांची घनता आणि विविधता या दोन्ही बाबतीत अत्यंत समृद्ध आहे. आज १५०० पेक्षा जास्त सपुष्प वनस्पतीच्या जाती आणि शेकडो जातीचे नेचे, मांस यांची गणती संपूर्ण पश्चिम घाटात करण्यात आली असून ती वनस्पतीची उच्च प्रतीची विविधता दर्शवितात. भारतातील द्वीपकल्पीय प्रदेशात नोंद झालेल्या वनस्पतीपैकी ६१८ जाती फक्त या भागातच सापडतात. सह्याद्रीतील

#### तक्ता क्र. ४.१ : सह्याद्रीमधील जैवविविधता

	फुलपाखरे	मासे	उभयचर प्राणी	सरपटणारे प्राणी	पक्षी	सस्तन प्राणी	वनस्पती संपदा
क्रम	--	६	२	४	१३	८	--
कुळ	--	१४	६	१५	४७	२४	७६
जाती	५५	३८	१३	४६	१८६	५४	२८५
प्रजाती	७९	७३	२१	७९	३३३	८४	६१८

वनस्पतीची सद्यपरिस्थिती तक्ता नंबर ४.१ मध्ये दर्शविलेली आहे. ६०० पेक्षाही जास्त औषधी वनस्पतीची नोंद सह्याद्री परिसरात झालेली आहे. सह्याद्रीतील वन्य प्राण्यांच्या जैवविविधतेची सद्यःस्थिती तक्ता नंबर ४.२ मध्ये दिलेली आहे.

### पश्चिम घाटातील महत्त्वाला मान्यता

वाईल्ड लाईफ इन्टरनॅशनल, केंब्रिज, यु. के. यांनी पश्चिम घाटाचे वर्णन जगातील एक महत्त्वपूर्ण 'फक्त ठराविक प्रदेशात सापडणाऱ्या पक्षांचे क्षेत्र' असे केले आहे. प्रसिद्ध नॅशनल जिओग्राफिक सोसायटी, अमेरिका यांनी त्यांच्या १९९९ च्या 'विविधपूर्ण जीवन' या प्रकाशनात या प्रदेशाचे वर्णन खालील शब्दात केले आहे. 'भारतातील पश्चिम घाट, डोंगराळ प्रदेश हा अनेक स्थानिक प्रजातींनी समृद्ध असून त्यातील कित्येकांचा उगम हा अतिप्राचीन गोंडवन या काळातील आहे. १६ पक्षी प्रजाती आणि किमान १५०० वनस्पती प्रजाती येथेच सापडतात.'

### तक्ता क्र. ४.२ : सह्याद्रीमधील जैवविविधतेची परिस्थिती

	लवकर नाश होतील अशा	अति धोक्यात असणाऱ्या	अस्तित्व धोक्यात असणाऱ्या	दुर्मिळ	ठराविक प्रदेशातच आढळणाऱ्या	संकटा-जवळ असणाऱ्या	संकटात असणाऱ्या
फुलपाखरे	--	--	--	--	१६	--	--
मासे	--	--	--	८	१२	--	३
उभयचरप्राणी	--	--	--	--	६	--	--
सरपटणारे प्राणी	१	--	५	१	१६	१	२
पक्षी	--	--	१८	२	१६	--	--
सस्तन प्राणी	७	२	३	१०	२	१९	१
वनस्पती संपदा	८८	२४	५८	७७	६१	--	--

१९९२ साली रिओ द जिनिरिओ, ब्राझील येथे संयुक्त राष्ट्र संघ पुरस्कृत "जागतिक वसुंधरा" परिषदेमध्ये पश्चिम घाटाची गणना जगातील अठरा 'अतिसंवेदनशील प्रदेश किंवा हॉटस्पॉट' अशा पर्यावरणीय क्षेत्रामध्ये करण्यात आली आहे. यासाठी या विभागातील अतिउच्च दर्जाच्या वन्यवनस्पती आणि प्राणी यांची घनता विचारात घेण्यात आली. फक्त तीन इतर प्रदेशामध्ये या तुलनेची नैसर्गिक परिस्थितीकीची समृद्धता आढळते. उदाहरणार्थ मलेशियाचे द्विपकल्प, दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका. पश्चिम घाटात आढळणारी जैविक विविधता आणि शुद्ध नैसर्गिक अवस्था ही यामध्ये मोठ्या संख्येने निर्माण करण्यात आलेल्या वन्य संरक्षित क्षेत्रामुळे - वन्य अभयारण्ये, राष्ट्रीय उद्याने, व्याघ्रप्रकल्प यामुळे सिद्ध होते. जे पश्चिम घाटातील तमिळनाडू, केरळ, कर्नाटक, गोवा आणि महाराष्ट्र या भागामध्ये पसरलेले आहेत. निव्वळ महाराष्ट्रातील सह्याद्री भागात राधानगरी अभयारण्य, चांदोली राष्ट्रीय उद्यान, कोयना अभयारण्य तसेच इतर वन्य संरक्षित क्षेत्र सह्याद्री विभागात पसरलेले आहेत. असे असले तरी मोठ्या प्रमाणातील महत्त्वाचे जंगल क्षेत्र, वन्यजीव अधिवास, खास करून जो प्रदेश या संरक्षित प्रदेशांना जोडतो त्याचा अंतर्भाव संरक्षित प्रदेशांच्या जाळ्यात नाही. या

विभागातील वन्यजीवन रक्षण करण्यामध्ये यांची गंभीर उणीव जाणवते. या विभागातील वन्यजीव आणि मानव यांच्यातील वाढता संघर्ष हे दर्शवितो की, वन्यप्राणी व्यवस्थापनामध्ये सुधारणा करण्याची नितांत गरज आहे.

पश्चिम घाटातील प्रश्न योजना आयोगाने खालीलप्रमाणे मांडले आहेत ते असे “पश्चिम घाटातील परिस्थितीकी आणि पर्यावरणाचे प्रश्न हे मूलतः लोकसंख्या वाढीचा जमीन आणि शेतीवरील वाढता दबाव, धरणप्रकल्पाखाली येणारी जंगले आणि जमीन, जंगले व जंगलातील जमिनीवर अतिक्रमणे, जंगलाचे उच्चाटन करून चहा, कॉफी आणि तत्सम लागवडी, खाणकाम, भूस्खलन, जमिनीची धूप, ‘कुमरी’ शेती पद्धती आणि वन्यजीवांच्या संख्येत घट या सर्वांशी निगडित आहेत.” ‘झुऑलॉजिकल सर्व्हे ऑफ इंडिया’ यांनी पश्चिम घाटाच्या सर्वेक्षणाद्वारे सिद्ध केले आहे की, जंगल ऱ्हासाचा सध्याचा वेग दरवर्षी ६० ते ११० चौ. किलोमीटर इतका आहे. या संस्थेने असा धोक्याचा इशारा दिला आहे की, तातडीने जंगल संवर्धनाचे कार्यक्रम हाताळले नाहीत तर पश्चिम घाटातील परिसंस्था येत्या पाच वर्षांत नामशेष होईल.

या विभागातील वन्यजीवांना प्रमुख धोके म्हणजे अधिवासांचा नाश, परस्थ जीवांपासून स्पर्धा आणि चोरटी शिकार किंवा तोड हे आहे. या विभागातील वन्य परिसंस्थांचे उच्च प्रतीचे जाळे विविध परिसंस्थांपासून बनले आहे. नदी किनाऱ्यांवरील वृक्षसंपदा, डोंगरावरील जंगल, गवताळ कुरणे, जंगलाचे आच्छादन हे सर्व विविध विकास प्रक्रियांच्या वाढत्या धोक्यामुळे आणि संबंधित मानवी हस्तक्षेपामुळे धोक्यात आले आहे. जमीन वापरातील बदल, परंपरागत पद्धतीतील कुमरी, राब पद्धती या परिसंस्था ऱ्हासासाठी तितकेच जबाबदार आहेत. या संकुचित आणि नाश होणाऱ्या अधिवासांचा प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्ष परिणाम संवेदनाक्षम वन्यजीवांच्या जीवनावर तसेच स्वभावावर होत असतो. तो त्यांच्या जनन क्षमतेतील घट, समुहातील अस्थिरता, स्थलांतर इत्यादी घटनांमधून व्यक्त होतो.

म्हणूनच जैविक विविधतेने समृद्ध असलेल्या या विभागाला त्याचप्रमाणे अत्यंत धोक्यात आलेल्या भूप्रदेशाला तातडीने संरक्षण देणे आवश्यक आहे. ‘सह्याद्री इकॉलॉजी फोरम’ या २५ पेक्षा जास्त पर्यावरणवादी संघटनांनी बनलेल्या संस्थेने (ज्यात महाराष्ट्र, कर्नाटक आणि गोवा) ‘सह्याद्री पर्यावरणीय संवेदनशील क्षेत्र’ हा प्रकल्प २००२ साली केंद्र सरकारकडे सुचवला आहे. या प्रकल्पात खासकरून सह्याद्रीमध्ये उरलेल्या तुटपुंज्या वनांचे रक्षण, संवर्धन आणि वाढ करण्याचा अंतर्भाव आहे.

#### ४.३.५ जैवविविधतेचे संवेदनशील प्रदेश

जैवविविधतेमध्ये ‘समृद्ध विविधता’ व ‘जैवविविधतेचे संवेदनशील प्रदेश’ या दोन प्रमुख संकल्पनांचा समावेश होतो. समृद्ध विविधता संकल्पनेत प्रजाती वैपुल्य, संकटात आलेल्या प्रजाती व ठराविक प्रदेशातच असणाऱ्या प्रजाती या संकल्पनांचा समावेश होतो. जैवविविधता संवेदनशील संकल्पनेत अधिवासांचे ऱ्हास होण्यामागील धोक्यांबरोबरच ठराविक प्रदेशातच आढळणाऱ्या प्रजातींवर जास्त भर दिला जातो. समृद्ध जैवविविधतेसारखी अपूर्व बाब मोजक्याच अशा उष्ण कटिबंधातील १७ समृद्ध जैवविविधता राष्ट्रांमध्ये ७० टक्के भागामध्ये पसरली आहे.

सुरुवातीस जैवविविधतेचे संवेदनशील प्रदेश १८ होते त्यांची संख्या वाढून ती २५ वर पोहोचली आहे. ही वाढलेली संख्या जैवविविधतेला नष्ट करणारी मुख्य संकटे व जैवविविधतेचे संवर्धन करण्याची गरज यावर प्रकाश टाकते. इ.स. १९८० च्या दशकात स्थानिक दुर्मिळ होत चाललेल्या प्रजाती व संकटे यावरून एकूण

१८ स्थानिक जैवविविधतेचे संवेदनशील प्रदेश ओळखले गेले. जगभरातील एकूण १८ जैवविविधतेने संवेदनशील प्रदेशांपैकी १४ प्रदेश हे उष्ण कटिबंधीय दमट जंगलामध्ये आहेत तर ४ प्रदेश हे मध्यसमुद्रीय प्रदेश यामध्ये आढळतात. भारतामध्ये या प्रदेशांपैकी दोन प्रदेश आहेत. पश्चिम घाट किंवा सह्याद्रीच्या रांगा आणि उत्तर पूर्व हिमालय. या प्रदेशांवरून भारतामध्ये जैवविविधतेचे असलेले महत्त्व दिसून येते. प्रथमतः हा संवेदनशील प्रदेश ओळखण्यासाठी मोठ्या वनस्पतींचे स्थान दिले जायचे परंतु कालांतराने मोठ्या वनस्पतींबरोबर पक्षी, सस्तन प्राणी, सरपटणारे व उभयचर प्राणी सुद्धा गणले जाऊ लागले म्हणूनच या प्रदेशांची संख्या वाढून ती पंचवीसवर पोहोचली आहे.

### जैवविविधतेपुढील संकटे

मानवासमोर असलेल्या संकटांपैकी जैवविविधतेच्या न्हासाचे संकट सर्वात मोठे आहे. पृथ्वीचे ५० दशलक्ष वर्षांचे आयुष्य व उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेतून आजचे जीवन निर्माण झाले आहे. आज ही जैविकता पृथ्वीच्या जीवनानंतर प्रथमच एवढी धोक्यात आली आहे. काहीजणांच्या मते डायनोसोर नामशेष झाल्यानंतर हे प्रजातींचे लुप्त होणे हा दुसरा समुळ नाश असेल.

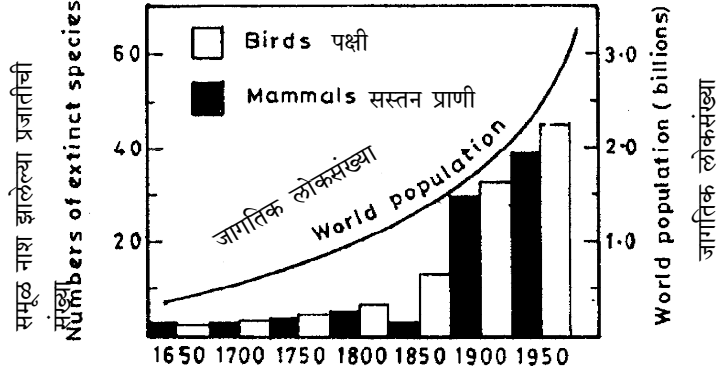
### अधिवासांचा नाश

जैवविविधतेच्या संकटास मूलस्थानांचा नाश, प्रदुषण, वन्यजीवांची हत्या आणि मानव वन्यजीवन यांच्यामध्ये असलेले संघर्ष ही प्रमुख कारणे भारतातही आढळतात. जगातील एकूण लोकसंख्येपैकी १८ टक्के लोकसंख्या असलेल्या भारतामध्ये १९४७ साली ३७० दशलक्ष लोकसंख्या होती ती १९९४ मध्ये ८८० दशलक्ष इतकी झाली. जगातील गुरांपैकी १५ टक्क्यांपेक्षा जास्त गुरे भारतामध्ये आहेत. जगातील एकूण भूप्रदेशाच्या फक्त २ टक्के भौगोलिक क्षेत्र, १ टक्के जंगलक्षेत्र व ०.५ टक्के गुरेचराईचे कुरण उपलब्ध आहे. आज लोकसंख्या सातत्याने वाढत आहे. २००४ मध्ये भारताची लोकसंख्या १.४ अब्ज होती. तरीही जमीन तेवढीच आहे.

१९८८ च्या राष्ट्रीय जंगल धोरणाप्रमाणे ३३ टक्के जंगल आच्छादन होणे आवश्यक होते परंतु हे फक्त १९.५ टक्केच आहे. १९९७ च्या सरासरीनुसार दरडोई जंगल आच्छादन जगामध्ये ०.८ हेक्टर होते तर भारतामध्ये ०.०८ होते ते कमी होऊन सन २००० मध्ये ०.०७ हेक्टर झाले. याचे कारण लोकसंख्या वाढ होय. भारत सरकार व पर्यावरण मंत्रालयाने जून २००५ मध्ये हे अधिकृतित्या जाहीर केले. गेल्या दोन वर्षात वन संरक्षणाबाबतची जनजागृती आणि संवर्धनाचे प्रयत्न वाढूनसुद्धा वन आच्छादनात फार मोठ्या प्रमाणात घट झाली आहे.

भारतातील उपयुक्त गुरांची संख्या १९५१ मध्ये २९२ दशलक्ष होती. पण १९९७ मध्ये ४७० दशलक्ष झाली असून ती संख्या गवताळ प्रदेश व जंगलावर दबाव आणत आहे. गुरांच्या अतिचराईमुळे देशातील ५२.८ टक्के वनांची नैसर्गिक वाढ थांबली आहे किंवा खुंटली आहे.

मानवाच्या वाढत्या दबावामुळे जगातील १००० प्राण्यांच्या जाती व उपजाती संकटामध्ये येऊन दरवर्षी एक जात नामशेष होत आहे तर २०,००० जातीच्या सपुष्प वनस्पती धोक्यात आल्या आहेत.



आकृती ४.१ : मानवी लोकसंख्या आणि नामशेष होणारे पक्षी व सस्तन प्राणी

### वन्यजीवांची चोरटी शिकार

जंगलामध्ये राहणाऱ्या लोकांसाठी पूर्वीपासूनच वन्यजीव हे प्रथिनांचा एक प्रमुख स्रोत आहे. पूर्वी वन्यजीवांची शिकार ही उपजीविकेपुरती मर्यादित होती. अगदी नजिकच्या काळापर्यंत आदिवासी लोकांच्यामध्ये त्यांच्या सामाजिक किंवा धार्मिक कार्यक्रमांवेळी शिकार केली जात असे. जंगले व वन्यजीवांच्या होणाऱ्या कमतरतेमुळे स्थानिक तसेच बाहेरील लोकांचा वन्यजीवांवरील दबाव वाढत आहे. वन्यजीवांच्या विविध अवयवांना म्हणजेच कातडी, शिंगे, हाडे व शरीराचे विविध भाग इत्यादींना असलेल्या आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठेतील व्यापारी किंमतीमुळे वन्यजीवांची बेकायदेशीर व चोरटी शिकार अलीकडे वाढली आहे. वीरप्पनसारख्या चोराकडून हस्तीदंतासाठी होणारी हत्तींची शिकार किंवा सरिस्का व इतर अभयारण्यांमधील अलिकडेच उजेडात आलेली वाघांची चोरटी शिकार हे सद्यस्थितीत वन्यसंरक्षित प्रदेश म्हणजेच राष्ट्रीय उद्याने, अभयारण्ये, व्याघ्र प्रकल्प यामध्ये असलेल्या प्राण्यांनासुद्धा धोका दर्शवितात. जरी या बाबी आंतरराष्ट्रीय वन्यजीव व्यापाराशी संबंधित असल्या तरी स्थानिक भागातील औषधी वनस्पतींवरील अतिक्रमण व बेकायदेशीर व्यापार याकडे दुर्लक्ष करून चालणार नाही. जर या बाबींकडे कडकपणे लक्ष दिले गेले नाही तर जंगलातील व वन्यप्रदेशातील जैवविविधता नष्ट होण्यास वेळ लागणार नाही.

### मानव वन्यजीव संघर्ष

जेव्हापासून आदिमानव अस्तित्वात आला तेव्हापासून मानव व वन्यजीवांचे सहअस्तित्व आहे. जोपर्यंत ही भूमिका भक्ष्य व भक्षक या स्वरूपात होती, तसेच जेव्हा शेतीप्रधान संस्कृतीचा उगम झाला नव्हता तेव्हा मानवाने शिकार्याची भूमिका सोडून पाळीव प्राण्यांच्या मदतीने शेती सुरू केली. शेतीच्या वाढीनंतर जंगले, जंगली जमिनीचे मोठे प्रदेश शेतीमध्ये रूपांतरित केले गेले. त्यामुळे वन्यजीवांचे वसतिस्थान हे तुकड्या-तुकड्यात विखुरले गेले. औद्योगिकीकरणाने व प्रदुषणाने वन्यजीवांचे अधिवासच नष्ट झाले व त्यांच्या संख्येत मोठ्याप्रमाणावर घट झाली आहे.

आज मानव व वन्यजीव यांच्या संघर्षाने नवे रूप धारण केले आहे. या संकुचित झालेल्या व न्हास पावलेल्या जंगलांच्या पट्ट्यांमधून अन्नासाठी वन्यजीव बाहेर पडून पिकांचा नाश करतात. तसेच पाळीव

प्राण्यांची शिकार करतात. मानवाने शेतीसाठी जंगल आधिवासात व वन्यजीवांच्या स्थलांतराच्या मार्गात केलेल्या अतिक्रमणामुळे स्वतःच्या अस्तित्वासाठी या जंगली प्राण्यांना त्यांच्या मर्यादित जंगलातून बाहेर पडण्यास भाग पाडले. जे शेतकरी जंगल व संरक्षित प्रदेशाच्या परिघावर राहतात ते मात्र वन्यजीवांच्या शेतजमिनीवरील आक्रमणांची व पाळीव प्राण्यांच्या शिकारीची साहाजिकच तक्रार करतात. पण जे आदिवासी वन्यजीवांबरोबर सहअस्तित्वात राहतात ते ही तक्रार करत नाहीत. शेतकरी वर्गाला मात्र त्यांचे पूर्वज वन्यजीवांचे प्रमाण जास्त असताना देखील निसर्गाबरोबर एकरूप होऊन जीवन जगत होते याचा पूर्णपणे विसर पडला आहे. आज मानव व वन्यजीव यांच्यातील संघर्ष रोखण्यासाठी वन्यजीवांना त्यांच्या नैसर्गिक आधिवासात संरक्षण व अन्न मिळाले पाहिजे. त्यासाठी जंगल जमिनीवरचे अतिक्रमण थांबले पाहिजे.

### भारतातील धोक्यातील व स्थानिक प्रदेशातच आढळणाऱ्या प्रजाती

निसर्गात अनेक प्रजाती त्यांच्या विशिष्ट रचना, गरजा किंवा स्वभाव यामुळे संख्येने मुळातच कमी, असामान्य किंवा दुर्मिळ असतात हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे. काही प्रजातींची संख्या सामान्यतः मुबलक किंवा सर्वसाधारण असते. या प्रजातींचा आढळ हा जागतिक, प्रादेशिक किंवा स्थानिक असतो. ज्या प्रजाती एका विशिष्ट क्षेत्रात नैसर्गिकरित्या सापडतात व जगात इतरत्र कोठेही आढळत नाहीत, त्यांना खास स्थानिक असे म्हणतात. या प्रजातींच्या संवर्धनाचे जैवविविधतेमध्ये अन्यसाधारण महत्त्व असते कारण, स्थानिक मानवी जीवनाच्या परिणामामुळे या प्रजाती कायमच्या नामशेष होऊ शकतात.

जगातील अनेक प्रजाती या फक्त भारतातच आढळतात. हे खाली दिलेल्या तक्त्यामध्ये स्पष्ट होते. उदा. मोठ्या सस्तन प्राण्यांमध्ये आशियाई सिंह, भारतीय एकशिंगी गेंडा इ. प्राणी जगात इतरत्र कोठेही आढळत नाहीत. 'संकटात असणाऱ्या' व 'नाश होण्याच्या मार्गावर' असणाऱ्या प्रजाती, या संज्ञा या वन्य प्राण्यांना त्यांच्या नैसर्गिक अधिवासात असणाऱ्या धोक्यांची तीव्रता दर्शवितात. एखादा वन्य जीव संकटात लोटण्यास व जागेवर वाढलेला ताण, स्पर्धा, भक्षक, वसतिस्थानाचा नाश, रोगराई इत्यादी अनेक घटक कारणीभूत ठरतात. काही वेळा ही संकटे एकटेपणाने किंवा एकत्रीतपणे जीवांचा नाश होण्याच्या मार्गावर त्यांना नेण्यासाठी किंवा स्थानिकदृष्ट्या पूर्णपणे नष्ट होण्यासही कारणीभूत ठरतात.

### भारतातील दुर्मिळ व संकटातील वनस्पतींच्या प्रजाती

दुर्मिळ, संवेदनशील, धोक्यातील, बहुतेक नामशेष होणाऱ्या व पूर्णतः नामशेष झालेल्या वनस्पती व

प्रकार	अंदाजे संख्या	टक्केवारी
दुर्मिळ	२३७	४०
संवेदनशील	११७	२०
धोक्यात असलेल्या	१७०	२९
बहुतेक नामशेष	३८	७
पूर्णतः नामशेष	२१	४

भारतातील दुर्मिळ व संकटातील प्राण्यांच्या प्रजाती (पृष्ठवंशीय)

प्रकार	अंदाजे संख्या	टक्केवारी
दुर्मिळ	३२	२०
संवेदनशील	५८	३७
धोक्यात असलेल्या	६२	३९
बहुतेक नामशेष	०३	२
पूर्णतः नामशेष	०३	२

पृष्ठवंशीय असलेले भारतातील दुर्मिळ, धोक्यातील प्रजातींचे सध्याचे अस्तित्व वरील सारणीमध्ये दर्शविले आहे.

४.३.६ जैवविविधतेचे संवर्धन

जैवविविधतेला प्राधान्य देण्याचा दृष्टिकोन समोर ठेवून त्याच्या संवर्धनाचा सध्या विचार चालू आहे. जैवविविधतेचे संवर्धन झालेच पाहिजे, याबद्दल कोणाचेच दुमत नाही. काहीना हे संवर्धन तत्त्वासाठी, काहीना अस्तित्त्वासाठी तर काहीना आर्थिक फायद्यासाठी व्हावे असे वाटते.

तात्कालिक किंवा दूरगामी कारणे जैवविविधता नाश करण्यास कारणीभूत ठरतात. तात्कालिक कारणांमध्ये परिसंस्थांचे अतिशोषण, न्हास व समूळ नाश होणे या सारख्या बाबींचा समावेश होतो. जैवविविधतेची दूरगामी कारणे दृश्य नसली तरी तेवढीच महत्त्वाची ठरतात. ती पुढीलप्रमाणे आहेत.

- अधिकारामध्ये असमानता
- माहिती व संसाधनांचा अभाव
- जागतिक बाजार शक्तीचे परिणाम व अपयश
- नैसर्गिक संसाधनाचे चुकीचे मूल्यमापन
- पर्यावरण संवर्धन व आर्थिक विकास यामधील विभागणी
- पारंपरिक स्थानिक नैसर्गिक संसाधनाच्या व्यवस्थापनामधील न्हास
- जागतिक पातळीवर संसाधनाची अशाश्वत मागणी
- शाश्वत विकासाबाबत नैतिक बांधिलकीची कमतरता
- समाज व राष्ट्रांमध्ये विषमता

जैवविविधता संवर्धनापासून प्रत्येकाचा फायदा होतो हे लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे. परंतु ते प्रत्यक्षपणे त्यांच्या अस्तित्त्वासाठी जैवविविधतेवर अवलंबून असतात. त्यामुळे जैवविविधतेच्या न्हासाची त्यांना अधिक किंमत चुकवावी लागते. म्हणूनच जैवविविधतेच्या संवर्धनाच्या संदर्भात प्रत्येक व्यक्तीने स्वतःला इतिहासाच्या संदर्भात व स्वतःच्या अनुभवावर खालील प्रश्न विचारले पाहिजेत.

जैवविविधता संवर्धनाची आवश्यकता आहे का ?

फायदा तोटा यांची विभागणी हा खरा मोठा प्रश्न आहे का ?

अति-शोषणामुळे निर्माण झालेल्या परिस्थितीची किंमत कोण मोजणार ?

अतिशोषणाची किंमत कोणाला मोजावी लागते ?

जैविक विविधतेच्या संवर्धनातून कोणाचा फायदा होतो ?

जैविक विविधतेच्या संवर्धनासाठी संधीची किंमत कोणाला मोजावी लागते ?

जैविक विविधता प्राधान्याने दोन पद्धतीने संवर्धित करता येते, म्हणजेच मूळस्थानी आणि परस्थानी संवर्धन. या दोन्ही पद्धतीमध्ये सद्यस्थितीत काही गुणदोष संभवतात.

### मूळस्थानी संवर्धन

वनस्पती व प्राणी यांचे संवर्धन त्याच्या मूळस्थानी केले जाते. तेव्हा त्याला मूळस्थानी संवर्धन असे म्हणतात. ज्यामध्ये विशेषकरून वन्यप्राणी व वनस्पती, त्यांच्या नैसर्गिक वसतिस्थानाचा समावेश केला जातो. ही संवर्धनाची संकल्पना स्थानिक जमातीमध्ये कित्येक शतके प्रत्यक्ष कृतीत आणली जात होती. भारताच्या इतिहासात मूळस्थानी संवर्धन 'अभयारण्य' व 'देवराई' याद्वारे केले गेले. आज राष्ट्रामध्ये ५२० पेक्षा जास्त राष्ट्रीय उद्याने, अभयारण्ये, व्याघ्रप्रकल्प क्षेत्रे आहेत. राष्ट्रीय उद्यानांमध्ये उच्च प्रतीची सुरक्षा व्यवस्था असून तेथे मानवाचा हस्तक्षेप करण्यास मनाई आहे. अभयारण्यामध्ये मात्र चराई, वसतिस्थाने, खाजगी मालकी, जळाऊ लाकुड गोळा करणे, जंगलातील काही दुय्यम उत्पादने गोळा करणे इत्यादी बाबींसाठी स्थानिक लोकांना परवानगी दिली जाते. येथील सुरक्षा व्यवस्था कमी प्रतीची असते.

सुरक्षित जैवावरण ही आणखी एक संवर्धनामधील संकल्पना आहे. १९७३ मध्ये युनेस्कोने दिलेल्या सल्ल्यानुसार वन्यजीवांच्या संरक्षणाकरिता मोठे क्षेत्र आरक्षित क्षेत्र म्हणून जाहीर करावे आणि तेथे स्थानिक लोकांना पारंपरिक क्रिया करण्यासाठी परवानगी देण्याची शिफारस केली आहे. पर्यावरण न्हासासाठी कारणीभूत ठरणारे कारखाने, व्यापार व विकास प्रकल्पांना या क्षेत्रामध्ये बंदी घालावी असे म्हटले आहे. तरीसुद्धा संकल्पनेमध्ये आता विरोधाभास जाणवत असून, काही जमीन वापराच्या पारंपरिक पद्धती जैवविविधतेच्या संवर्धनास अपायकारक ठरत आहेत हे सिद्ध झाले आहे.

व्याघ्र प्रकल्प ह्या मूळस्थानी संवर्धनामधील संकल्पनेत वाघांशी संलग्नित असणाऱ्या वनस्पती व प्राण्यांच्या अन्नसाखळीच्या संवर्धनाचा विचार केला असून भारतात असे २३ व्याघ्र प्रकल्प आरक्षित केले गेले. तसेच काही प्राणी व वनस्पतींच्या प्रजातींना पूर्णपणे संरक्षण दिले गेले आहे. व्याघ्र प्रकल्पाच्या क्षेत्रामध्ये आता होत असलेल्या मोठ्या प्रमाणातील चोरट्या शिकारी पाहता त्याच्या वन्यजीव संवर्धनाच्या यशस्वितेबाबत आता गंभीर प्रश्न उपस्थित झाले आहेत.

### परस्थानी संवर्धन

वनस्पती आणि प्राण्यांचे परस्थानी संवर्धन हा मूळस्थानी संवर्धनाला शेवटाचा पर्याय म्हणून वापरला जातो. म्हणजेच त्याचे नैसर्गिक अधिवास किंवा स्थानांपासून वेगळ्या ठिकाणी गुणसूत्रांची जोपासना करणे.

मात्र हा नैसर्गिक जैवविविधतेच्या संवर्धनाला योग्य पर्याय असू शकत नाही. वेगवेगळ्या पिकांच्या वन्य जाती, पाळीव प्राणी, औषधी वनस्पती व आर्थिकदृष्ट्या महत्त्वाच्या प्रजातीचे आनुवंशिक गुणसूत्र गोळा करून त्यांची जोपासना ठराविक संस्था व प्रयोग शाळांमध्ये केली जाते. परस्थानी संवर्धन संकल्पनेनुसार नष्ट होण्याच्या मार्गावर असणाऱ्या प्रजातीच्या आनुवंशिकतेचे संरक्षण करणे किंवा नष्ट होण्याच्या मार्गावर असणारा अधिवास तेथे जवळ असणाऱ्या योग्य अशा नैसर्गिक अधिवासामध्ये त्याची स्थापना करणे हा उद्देश आहे. योग्य असा अधिवास नसेल त्या ठिकाणी परस्थानी संवर्धन करणे गरजेचे ठरते. मात्र हे संवर्धन यशस्वी होण्यास काही मर्यादा आहेत. उदा. आशियाई चित्ता व आशियाई सिंह यांची पूनर्स्थापना करण्यासाठी योग्य असा नैसर्गिक अधिवासच शिल्लक राहिलेला नाही.

### जैवविविधतेच्या संवर्धनाच्या दृष्टीने काही महत्त्वाच्या बाबी

जैवविविधता संवर्धन करण्यासाठी अनेक महत्त्वाच्या बाबी आहेत. त्यातील काही बाबी खालीलप्रमाणे :-

- जैवविविधतेबद्दल लोकांचा दृष्टिकोन व कृती बदलणे.
- जैवविविधतेच्या संवर्धनासाठी राज्यस्तरीय तसेच जागतिक पातळीवर एकजूट निर्माण करणे कारण जैवविविधतेला कोणत्याही मानवनिर्मित सीमा नाहीत.
- स्थानिक लोकांना जैवविविधतेचा संतुलित वापर व संवर्धन करण्यासाठी अधिकार देणे.
- जैवविविधतेचे संवर्धन व आर्थिक विकास यांचा राष्ट्रीय प्रादेशिक व स्थानिक पातळीवर एकत्रिकरण करणे.
- मानवाचा जैवविविधतेवरील परिणाम शक्य तितका कमी किंवा संतुलित करणे.

आनुवंशिकता, प्रजाती व परिसंस्था हे पृथ्वीवर ३०० दशलक्ष वर्षांपासून चाललेल्या उत्क्रांतीचे परिणाम आहेत आणि मानवजातीच्या अस्तित्वाचा तो पाया आहे. जैवविविधता ही अमुल्य असल्याने तिचे भविष्यातील मूल्य सांगता येत नाही. विविधता ही मूलतः मनोरंजक व अत्यंत आकर्षित करणारी आहे. तसेच परिसंस्थांबद्दलची आपली माहिती अपुरी असल्याने त्यातील एखादा घटक नाहीसा झाल्याने पृथ्वीवर होणारा परिणाम आपण सांगू शकत नाही. आनुवंशिक विविधता खूप महत्त्वाची आहे. तिच्यामुळे वेगवेगळ्या प्रजाती निर्माण होऊन सभोवतालच्या बदलाशी समायोजन करू शकतात. त्याबरोबरच लागवड केलेल्या व जतन केलेल्या प्रजातीमधील आनुवंशिक विविधता सामाजिक, आर्थिक विकासाच्या दृष्टीने महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे. आनुवंशिक विविधतेशिवाय वनस्पतींमध्ये प्रजनन होऊन नवीन प्रजाती निर्माण करता येत नाही. आनुवंशिक विविधता नसती तर जागतिक पातळीवरील अन्नाची निर्मिती सध्या आहे त्यापेक्षा खूप कमी झाली असती. तसेच प्रजातींची भविष्यातील पर्यावरणीय बदलाशी समायोजन करण्याची क्षमताही खूप कमी झाली असती.

जैवसंपदा ज्यात जनुकीय संपदा, एखाद्या प्रजातीची एकूण संख्या, जीव किंवा जैविक घटक, परिसंस्थेतील कोणताही घटक यांचा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या मानवासाठी उपयोग होतो. हे सर्व पुनर्निर्मितीक्षम आहेत. योग्य व्यवस्थापन केल्यास त्यातून निश्चितच मानवाच्या गरजा भागू शकतात. त्यामुळे ही संपदा व तिला आधार देणाऱ्या वेगवेगळ्या संस्था ह्या शाश्वत विकासाचा पाया आहे.

उपलब्ध पुराव्यानुसार, मानवाच्या कृतीमुळे जैवसंपदा उद्ध्वस्त होत असून पृथ्वीवरील जैवविविधता कमी

होत आहे. सध्याच्या प्रजातींचे न्हास होण्याचे प्रमाण किंवा त्यांच्या सद्यस्थितीचा अंदाज बांधणे आव्हानात्मक आहे. त्यावर लक्ष ठेवणारी यंत्रणा नसल्याने तसेच पायाभूत माहितीचा अभाव असल्याने विशेषतः प्रजातींनी समृद्ध असलेल्या विषुववृत्तीय पट्ट्यात स्थिती गंभीर आहे. परिसंस्थेच्या कार्यासाठी कोणती जनुके किंवा प्रजाती महत्त्वाच्या आहेत याची फार कमी माहिती उपलब्ध असल्याने, त्या भागातील जैवविविधता नष्ट झाल्याने लोकांवर त्यांचा कितपत परिणाम झाला आहे याचा अंदाज बांधणे कठीण आहे.

जंगली प्रजातींचे व त्यांच्या वसतिस्थानांचे नुकसान हे लोकांचे जास्त लक्ष वेधून घेत असले तरी बऱ्याच लागवड केलेल्या प्रजातींतील जनुकीय विविधतासुद्धा नष्ट होऊ लागली आहे. त्यामुळे पर्यावरणातील बदलाशी समायोजन करण्याची शेतीतील क्षमताही कमी होऊ लागली आहे. तांदूळ, गहू, मका व बरीच फळे यांच्यात असलेले जनुकीय वैविध्य ही काही दशकांपूर्वी असलेल्या त्यांच्या जनुक विविधतेचा एक छोटासा अंश आहे, मात्र या प्रजातींचा अधिवास पुर्वीच्या तुलनेत खूप अधिक आहे. जर अशी स्थिती कायम राहिली तर कृषिक्षेत्राचा जनुकीय पाया कमी होईल व कमी वैविध्य असलेली फळे व भाजीपाला बाजारात पोहोचेल. उपलब्ध असणारी फळे, भाज्या ह्या स्थानिक वातावरणात टिकाव धरू शकणार नाहीत, शिवाय उत्पादकता कायम राखण्यासाठी किटकनाशकांवर व खतांवर जास्त खर्च करावा लागेल.

जैवविविधतेचा न्हास होण्यास वरील सर्व आर्थिक कारणे आहेत. विशेषतः जैवविविधतेला व परिसंस्थेतील कार्यांना दिले जाणारे कमी मूल्य उदा. जलसंवर्धन, जैवपोषक चक्र, प्रदूषण नियंत्रण, मृदा निर्मिती, प्रकाशसंश्लेषण व उत्क्रांती यावर मानवाची समृद्धी अवलंबून आहे. त्यामुळे मानव समाजातील सर्व क्षेत्रांना जैवविविधतेचे संवर्धन करणे तसेच जैविक संसाधनाचा शाश्वत पद्धतीने वापर करण्यात उत्सुकता आहे. त्यासाठी अगदी संशोधनापासून ते पर्यटनापर्यंत सर्व क्षेत्रांतील सहकार्य आवश्यक आहे.

लोकांनी पर्यावरणाचा अतीवापर केल्यामुळे तसेच भविष्यातील लोकसंख्या वाढ व आर्थिक उलाढाली यामुळे जैवविविधतेचा न्हास होण्याचा दर स्थिरावण्याऐवजी वाढतच आहे. स्टॅनफोर्ड विद्यापीठातील संशोधनानुसार मानवाच्या कृतीमुळे पृथ्वीवरील एकूण भूस्तरीय प्रकाशसंश्लेषणातील उत्पादनापैकी ४० टक्के उत्पादन सध्या प्रत्यक्षरित्या ग्रहण केले जाते, रूपांतरित केले जाते किंवा वाया जाते.

बऱ्याच वर्षांपासून चाललेल्या जैवशास्त्र संवर्धन या विषयातील संशोधनावरून असे दिसून येते की, एखाद्या ठिकाणाचे अधिवास नष्ट केल्याने फक्त तेथील प्रजातींची संख्या कमी होत नाही तर अधिवासाचे क्षेत्र कमी झाल्याने आनुवंशिक विविधता व त्या प्रजातींच्या संख्येतही घट होते. जर अधिवासाचा आकार ९० टक्क्यांनी कमी झाला तर भविष्यात त्या ठिकाणी तग धरू शकणाऱ्या प्रजातींमध्ये ५० टक्क्यांपेक्षा जास्त घट होईल. मानव इतर प्रजातींवर वर्चस्व मिळवू लागल्यापासून, विकासासाठी मानवाने केलेल्या मुख्य अधिवासातील बदल व त्यामुळे न्हास होणाऱ्या जैवविविधतेच्या हानीची किंमत त्याला मोजावी लागली आहे. मात्र अधिवासाची उत्पादकता जेव्हा पूर्णतः खालावते तेव्हा प्रजातींचा नाश होतो व त्याचे जागतिक पातळीवर गंभीर परिणाम होतात, ते मानव जातीला हानिकारक आहेत.

### निसर्गाची अत्यावश्यक भागीदारी

- 'आवश्यक' कारण प्रत्येक प्रजातीची आपली जागा व भूमिका असून तिचे कार्य सर्वासाठीच आवश्यक आहे.

- 'भागिदारी' कारण निसर्गाचे जैविक घटक, प्रजाती या एकत्रितपणेच जगू, वाढू शकतात व बहू आयामी समतोल राखू शकतात.
- 'निसर्ग हा बहू आयामी' आहे कारण तो सतत बदलतो, जुळवून घेतो आणि तो विकसितही होत असतो.
- 'समतोल' निसर्गामधील उत्क्रांती व विविधता याना सामावून घेऊन तत्त्वतः तो बदलत नाही.

#### ४.४ शब्दसूची

- **जैवविविधता** : पृथ्वीवरील सजीवांची विविधता जी सूक्ष्मात सूक्ष्म जीवांपासून ते प्रगत गुंतागुंतीच्या वनस्पती आणि प्राण्यांनी बनलेली आहे.
- **संवेदनशील प्रदेश** : ज्या प्रदेशामध्ये स्थानिक दुर्मिळ जीवजाती धोक्यात आल्या आहेत.
- **प्रदेशनिष्ठ** : ज्या प्रजाती निव्वळ त्याच प्रदेशात आढळतात व इतर कोठेही नाही.
- **संरक्षित क्षेत्र** : उदा. अभयारण्य, राष्ट्रीय उद्याने इत्यादी.

#### ४.५ स्वयं अध्यायनासाठी प्रश्न व उत्तरे

- प्रश्न** १. जैवविविधता संवर्धन हे आजच्या व भविष्याच्या मानवी जीवनांसाठी अत्यावश्यक आहे.
२. भारतात जैवविविधतेची सुबकता आहे/होती.
३. जैवविविधता ही सातत्याने चालणाऱ्या उत्क्रांती आणि नैसर्गिक निवड यांची निर्मिती आहे का ?
४. जैवविविधतेची नीतीमूल्य हे उपभोग्य मुल्यांएवढे महत्त्वाचे आहे ?
५. पश्चिम घाट हे जगातील एक संवेदनशील प्रदेश आहे का ?
६. जैवविविधतेच्या संवर्धनासाठी कोणत्या पद्धतीला प्राधान्य दिले जाते. मूलस्थानी संवर्धन/परस्थानी संवर्धन.
७. भारतात इतर अनेक देशापेक्षा जास्त प्रदेशनिष्ठ प्रजाती आहेत का ?
८. परिसंस्थांचा नाश हे जैवविविधतेच्या अधोगतीचे प्रमुख कारण आहे ?

- उत्तरे** १) होय २) आहे ३) होय ४) होय ५) होय ६) मूलस्थानी संवर्धन  
७) होय ८) होय

#### ४.६ दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. जैवविविधतेची मूल्ये यावर निबंध लिहा.
२. भारत एक महासमृद्ध देश यावर वर्णन करा.

३. पश्चिम घाटांचे महत्त्व यावर टिपणी करा.
४. जैवविविधतेच्या संरक्षणात असणारे धोके यावर वर्णन करा.
५. जैवविविधता संरक्षण यावर निबंध लिहा.
६. जैवविविधतेचा शास्वत वापर यावर टिप लिहा.
७. देशातील प्राणी व वनस्पती संपन्नता यांच्या सद्यस्थितीवर टिपणी करा ?

#### ४.७ सारांश :

जैविक विविधतेचे संवर्धन हा आजच्या पर्यावरण व्हासाच्या प्रश्नामधील एक प्रमुख घटक झाला आहे. ह्याचा दूरगामी प्रतिकूल परिणाम पृथ्वीवरील जीवनांवर झाला आहे. शास्त्रज्ञांच्या म्हणण्यानुसार प्रजातीच्या विनाशामुळे होणारा नाश हा कायम स्वरूपाचा आणि कधीही भरून न येणारा आहे. हे तीन प्रकारच्या जैवविविधतेमध्ये प्रकट झाले आहे.

- १) जनुकीय विविधता
- २) प्रजातीय विविधता
- ३) परिसंस्था विविधता

भारत समृद्ध जैवविविधतेसाठी प्रसिद्ध आहे, जी इथल्या विविधता पूर्ण हवामान, भू-रचना आणि भौगोलिक परिस्थितीवर आधारित आहे. ह्या परिस्थितीमुळे भूतलावरील विविध परिसंस्था ज्या पर्वतापासून किनाऱ्यापर्यंत आणि वाळवंटापासून विषुवृत्तीय जंगलापर्यंत पसरलेल्या आहेत. तसेच पाणथळ परिसंस्थासुद्धा गुणात्मक व संख्यात्मक दृष्टीने खूप संपन्न आहेत. जैवविविधतेची अनेक मूल्ये असून त्यांचे विविध उपयोग आहेत. ही मूल्ये जसे की उपभोग्य मूल्य, उत्पादक मूल्य, सामाजिक मूल्य, नैतिक मूल्य, सौंदर्यमूल्य, पर्यायी मूल्य इ. ठराविक वेळी, यातील काही मूल्याची भूमिका स्थानिक उपलब्धता आणि गरजा यांच्यावर अवलंबून असते.

जागतिक आणि राष्ट्रीय पातळीवरील तुलना करता असे दिसून येते की वनस्पती सपुष्प आणि अपुष्प प्रजातींनी समृद्ध असून त्याचे जागतिक पातळीवर प्रमाण ६.८०% आणि ४.७५% इतके आहे. तसेच वन्यप्राणी समुहात निचतम पातळीतील प्राणी हे त्यांच्या जागतिक तुलनेमध्ये खूप जास्त संख्येने उपलब्ध आहेत. आणि म्हणूनच त्यांचे उच्च प्राधान्याने संवर्धनासाठी तातडीने लक्ष वेधणे आवश्यक आहे. भारत हा महासमृद्ध जैवविविधता देश असून त्यात जगातील ६% प्रजाती आढळतात. भारत हा जैवविविध केंद्रामध्ये व कृषी-विधांच्या उगमस्थानामध्ये जगात सहाव्या क्रमांकावर आहे. तसेच वनस्पतीसंपन्न देशांमध्ये १० व्या क्रमांकावर तर प्रदेशनिष्ठ वरिष्ठ पृष्ठवंशीय प्रजातीमध्ये ११ व्या क्रमांकावर आहे. जगातील एकूण २५ मान्यताप्राप्त संवेदनशील प्रदेशांपैकी २ क्षेत्र पश्चिम घाट व उत्तर-पूर्व हिमालय ही भारतातील असून ती प्रदेशनिष्ठ प्रजातींमध्ये समृद्ध आहे. पश्चिम घाट हे स्थानिक पातळीवर सह्याद्री म्हणून प्रसिद्ध असून ही १६०० कि.मी. ची पर्वतमालिका भारताच्या पश्चिमेच्या किनारपट्टीस समांतर आहे. अतिपर्जन्यामुळे हा प्रदेश जलमय असून नद्यांच्या उगमाजवळील पाणलोट क्षेत्राचा भाग आहे. पश्चिम घाटास जैवविविधता संवर्धनाची प्रचंड क्षमता आहे. खास करून प्रदेशनिष्ठ आणि धोक्यात असलेल्या प्रजाती अनेक संरक्षित क्षेत्रात सापडतात. अनेक आंतरराष्ट्रीय व भारत सरकारच्या संबंधीत विभागांनी हे महत्त्व ओळखून या प्रदेशाला खास दर्जा दिला आहे. राष्ट्रीय देशपातळीवरील आणि आंतरराष्ट्रीय पर्यावरणातील सेवाभावी संस्थांनी सह्याद्री पर्यावरणीय संवेदनशील

क्षेत्र (SESA) या सर्वांनी मिळून हा भाग संरक्षित करण्यासाठी जोरदार आव्हान केले आहे. सर्व उपलब्ध पातळीवर तातडीने कृती करण्याचे जोरदार आवाहन केले आहे. या संवेदनशील प्रदेशातील जैवविविधता वाढत्या मानवी हस्तक्षेपामुळे जसे की जमिनिच्या वापरातील बदल आणि औद्योगिकीकरण यामुळे होत असून ती मोठ्या प्रमाणावर धोक्यात येत आहे.

विविध संवर्धनाच्या पर्यायांचा जसे की परस्थानी संवर्धन आणि मुळस्थानी संवर्धन विचार करता जैवविविधता संवर्धनाच्या अतिमहत्त्वाच्या 'घटक आणि शक्य असलेले उपाय' यांची या प्रकरणात चर्चा करण्यात आली आहे. जैवविविधतेच्या आजच्या आणि भविष्यातील चिरंतन वापराचा विचार करता असे दिसून येते की त्यात क्षमता असून नाविन्यपूर्ण संकल्पणाचा यशस्वी आणि स्वयंपूर्ण संवर्धन हेच लोकसहभागानेच यशस्वी करता येऊ शकेल.

#### ४.८ उपक्रम

१. आपल्या विभागातील जैवविविधता अभ्यासा.
२. एखाद्या तळ्याची जैवविविधता अभ्यासा.
३. पश्चिम घाटातील एखाद्या भागास भेट द्या.

#### ४.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके :

१. भरुचा इरच, दी बायोडायव्हर्सिटी ऑफ इंडिया, मापीन पब्लिशिंग प्रा. लिमिटेड, अहमदाबाद-३८००१३.
२. हेवूड अँड वॉटसन, ग्लोबल बायोडायव्हर्सिटी असेसमेंट, केंब्रीज युनि. प्रेस, १९९५.

□ □ □

घटक : २

पर्यावरण प्रदूषण, वातावरण बदल व पर्यावरणीय संरक्षण कायदे  
अ) पर्यावरण प्रदूषण

---

- २.१ उद्दिष्टे  
२.२ प्रास्ताविक  
२.३ विषय विवेचन  
    २.३.१ ओळख व व्याख्या  
    २.३.२ हवा प्रदूषण  
    २.३.३ जल प्रदूषण  
    २.३.४ मृदा प्रदूषण  
    २.३.५ ध्वनि प्रदूषण  
    २.३.६ घनकचरा व्यवस्थापन  
२.४ सारांश  
२.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे  
२.६ दिर्घोत्तरी प्रश्न  
२.७ लघुत्तरी प्रश्न  
२.८ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

२.१ उद्दिष्टे :

- पर्यावरण प्रदूषणाची संकल्पना समजून घेणे
- विविध प्रकारच्या प्रदूषणांची व्याप्ती, कारणे व परिणाम अभ्यासणे.
- प्रदूषण नियंत्रणासाठीच्या उपाययोजना अभ्यासणे.
- विविध नैसर्गिक आपत्तींचा अभ्यास करणे.
- आपत्ती व्यवस्थापनाची संकल्पना अभ्यासणे.

## २.२ प्रास्ताविक :

पर्यावरणाचा होणारा ऱ्हास हा आज जागतिक स्तरांवरील बहुचर्चित असा एक महत्त्वाचा विषय आहे. पर्यावरण आणि विकास यावर १९९२ साली रिओ दि जानेरो येथे झालेल्या वसुंधरा परिषदेमध्ये असे मान्य केले होते की, नाश झालेल्या पर्यावरणामध्ये कधीही शाश्वत विकास आणि येणाऱ्या पिढीचे निरोगी भविष्य साध्य होऊ शकत नाही. पर्यावरणाच्या ऱ्हासाला 'प्रदूषण' हे एक महत्त्वाचे कारण आहे आणि सामान्यतः प्रसारमाध्यमे आणि लोकांच्या विविध प्रकारच्या चर्चांमध्ये ही संज्ञा वापरली जाते. पर्यावरणाशी संबंधित असलेला कोणताही वादविवाद मुख्यतः औद्योगिक विकासाशी निगडित असलेल्या प्रदूषणाचा उल्लेख केल्याशिवाय पूर्ण होऊ शकत नाही.

## २.३ विषय विवेचन :

### २.३.१ ओळख व व्याख्या :

पाठीमागील काही दशकापासून संपूर्ण जग, प्रदूषण व त्याचे घातक परिणाम याच्या विरुद्ध ओरडत आहे. प्रदूषण हा जगाच्या दृष्टीने एक महत्त्वाचा विषय बनला आहे. जगातिल जवळजवळ सर्व देश प्रदूषण नियंत्रणासाठी कृती कार्यक्रमांची आखणी करत आहेत. प्रत्येक देश हा शाश्वत विकास व नैसर्गिक साधन संपत्तीच्या संवर्धनासाठी आपल्या देशाचे पर्यावरणीय धोरण तयार करण्यात गुंतलेले आहेत.

प्रदूषण सृष्टीपुढचा एक मोठा प्रश्न आहे. प्रदूषण हे नैसर्गिक साधन संपत्तीच्या नाशासाठी सुद्धा कारणीभूत आहे. पर्यावरणीय विघटन किंवा पर्यावरणीय संवर्धन या गोष्टी प्रदूषणाच्या चर्चेशिवाय अपूर्ण आहेत.

आजमितीस प्रदूषण ही एक जागतिक समस्या झाली आहे. १९९२ साली रिव्हा येथे भरलेल्या जागतिक पर्यावरणीय परिषदेत असा निष्कर्ष निघाला की, सततच्या होणाऱ्या पर्यावरणाच्या ऱ्हासामुळे शाश्वत विकास शक्य नाही; येणाऱ्या भावी पिढीचे आयुष्य हे प्रदूषणमुक्त वातावरणाच्या दृष्टीने चिंताजनक आहे.

### व्याख्या :

सध्या जो-तो प्रदूषणाविषयी चर्चा करताना दिसतो, परंतु दुर्दैवाने प्रदूषणाचे नेमके स्वरूप फार कमी जणांना माहित आहे. प्रदूषणाची कारणे व परिणाम याबाबत प्रत्येकाची वेगवेगळी मते आहेत.

साधारणपणे निसर्गाच्या किंवा जीवसृष्टीच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मांमध्ये होणारा अनावश्यक बदल अशी प्रदूषणाची व्याख्या करता येईल. ह्या अनावश्यक बदलाचा निसर्गाच्या कार्यप्रणालीवर दुष्परिणाम होवू शकतो. स्वाभाविकपणे हा दुष्परिणाम निसर्गातील सर्व सजिवांवर होतो. निसर्गातील पाणी, हवा आणि जमीन यांच्या भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्मांवर परिणाम करणारा अनावश्यक बदल, ज्याचा दुष्परिणाम निसर्गातील सजिव व निर्जीव गोष्टींवरही होतो अशीही प्रदूषणाची व्याख्या करता येईल.

प्रदूषण म्हणजे हवा, पाणी आणि जमीन यांचे बाह्य घटकांमुळे होणारे दुषितीकरण ज्याच्यामुळे जिवसृष्टीला धोका उद्भवतो. सर्वसाधारणपणे, कुठल्याही नैसर्गिक साधन संपत्तीमध्ये किंवा वातावरणामध्ये

होणारा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष स्वरूपाचा बदल ज्याचा निसर्गाच्या मुळ कार्यप्रणालीवर परिणाम होतो. म्हणजे प्रदुषण हे बदल मनुष्य व इतर सजिवांना सुद्धा घातक असतात.

प्रदुषणाचे स्वरूप लक्षात घेता त्यास कारणीभूत असणाऱ्या घटकांचे म्हणजेच प्रदुषकांचे स्वरूप जाणून घेणे तितकेच महत्त्वाचे आहे. सर्व प्रकारच्या प्रदुषणांसाठी मुख्य व मोठ्या प्रमाणावर कारणीभूत असणारे घटक म्हणजेच प्रदुषके होय. प्रदुषके ही स्थायू, द्रव, वायू यापैकी कुठल्याही स्वरूपात असतात. या प्रदुषकांमुळे सृष्टीच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मांमध्ये बदल होतो. प्रदुषके ही प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रित्या निसर्गातील हवा, पाणी जमीन इत्यादी घटकांवर परिणाम करतात. प्रदुषके निसर्गाचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म बदलवतात, प्रदुषकांमुळे हवा, पाणी, जमीन इत्यादीमध्ये होणाऱ्या वाईट बदलाला सुद्धा प्रदुषण असे म्हणता येईल

प्रदुषकांची यादी खुप मोठी असून दिवसेंदिवस ती वाढतच चालली आहे. विविध रसायने, रासायनिक धूर, धुलीचे कण, धातू यांचा प्रदुषकांच्या यादीत समावेश होतो.

मुख्यतः प्रदुषण हे दोन गटांमध्ये विभागले जाते. ते म्हणजे नैसर्गिक प्रदुषण व मानव निर्मित प्रदुषण, हे वर्गीकरण प्रदुषकांच्या स्रोतावर आधारित आहे. प्रदुषकांची निर्मिती नैसर्गिकरित्या म्हणजेच वादळे, भूकंप निर्मित धूल इत्यादींमुळे होत असेल तर होणारे प्रदुषण नैसर्गिक प्रदुषणात मोडते. तसेच जर प्रदुषकांचा उगम मानवी कृतीमुळे होत असेल तर होणारे प्रदुषण म्हणजे मानवनिर्मित प्रदुषण होय. रासायनिक वायू किंवा कारखान्यातून बाहेर पडणारी रसायने हि त्याची उदाहरणे आहेत. सर्वसाधारणपणे मानवी कृतीमुळे आरोग्यास हाणीकारक असणाऱ्या घटकांचा निसर्गात प्रवेश होणे म्हणजे मानवनिर्मित प्रदुषण.

प्रदुषकाचे स्वरूप आणि त्याचा निसर्गावरील परिणाम यानुसार प्रदुषण हे तीन वर्गात विभागले जाते, ते म्हणजे वायू प्रदुषण, जल प्रदुषण, भू-प्रदुषण याचबरोबर प्रदुषकाच्या विशिष्ट गुणधर्मावर आधारित प्रदुषणाचे इतरही प्रकार आहेत. त्यांपैकी काही प्रदुषणांची स्वतंत्र प्रकारात गणना होते. उदा. ध्वनी प्रदुषण, तेल प्रदुषण, औष्णिक प्रदुषण इत्यादी या प्रकरणात मुख्य स्वरूपांची चर्चा केली आहे.

### २.३.२ हवा प्रदूषण

मागील घटकात प्रदूषण म्हणजे काय हे आपण जाणून घेतले. आपणास माहितच आहे की, जिवसृष्टीस पोषक असणारा पृथ्वी हा एकमेव गृह आहे. जीवसृष्टीस पुरक असणाऱ्या हवा, पाणी, जमिन, सूर्यप्रकाश इत्यादी परस्पर संलग्न घटकांचा पृथ्वीच्या जिवावरणात समावेश होतो, वरील सर्व घटक फक्त पृथ्वीवरच उपलब्ध आहेत. वातावरण, जलावरण व मृदावरण यांचा समावेश होतो. हे घटक एकमेकांवर अवलंबून आहेत.

वातावरण जैवआवरणात हे जिवावरणात महत्त्वाची भूमिका पार पाडते. मानव व इतर प्राणीमात्रात आवश्यक असणारा प्राणवायू म्हणजेच ऑक्सीजन तसेच वनस्पतींसाठी आवश्यक असणारा कार्बनडाय ऑक्साईड वातावरणातून उपलब्ध होतो स्थायिक झाल्यानंतर माणूस प्रगतीच्या दृष्टीने विचार करू लागला व अधिकाधिक प्रगती साधण्याच्या प्रयत्नातूनच औद्योगिक क्रांती झाली आणि यातूनच वायू प्रदुषणाचा उगम झाला.

वेगवेगळ्या स्रोतांपासून निर्माण होणाऱ्या प्रदुषकांमुळे हवेच्या नैसर्गिक रचनेत अनिष्ट व नको असलेले बदल घडून येतात व या क्रियेला वायू प्रदुषण असे संबोधतात. हवेच्या रचनेत घडून आलेले हे अनिष्ट व नको असलेले बदल सजिव तसेच निर्जिव वस्तूंवरसुद्धा घातक परिणाम घडवून आणतात.

### वायू प्रदुषकांचे वर्गीकरण :

भूतलावर राहण्यासाठी हवा ही सर्व सजिवांची गरज आहे. परंतु दिवसेंदिवस हवेच्या नैसर्गिक रचनेत व गुणधर्मात प्रदुषकांमुळे बदल घडत आहेत. हवेच्या प्रदुषणासाठी वेगवेगळ्या प्रकारची प्रदुषके कारणीभूत आहेत. हवेच्या प्रदुषणासाठी कारणीभूत असणाऱ्या प्रदुषकांचे वर्गीकरण त्यांचे निर्मितीस्रोत, त्यांचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म यांच्यावर केले आहे. सर्वसाधारणपणे हवा प्रदुषणास कारणीभूत असणाऱ्या प्रदुषकांचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे केले जाते.

- १) निर्मिती स्रोतांवर आधारित वर्गीकरण.
- २) प्रदुषके वातावरणात मिसळण्याच्या पद्धतीवर आधारित वर्गीकरण
- ३) प्रदुषकांच्या नैसर्गिक अवस्थेवर आधारित वर्गीकरण
- ४) प्रदुषकांच्या रासायनिक गुणधर्मांवर किंवा रचनेवर आधारित वर्गीकरण

### १) निर्मिती स्रोतांवर आधारित वर्गीकरण

प्रदुषकांची निर्मिती कोणत्या स्रोतांपासून होते यावर हे वर्गीकरण आधारित आहे. प्रदुषके निर्मितीचे स्रोत हे दोन गटात विभागले आहेत.

- १) प्रदुषके निर्मितीचे नैसर्गिक स्रोत
  - २) प्रदुषके निर्मितीचे मानवनिर्मित स्रोत
- १) प्रदुषके निर्मितीचे नैसर्गिक स्रोत

वायू प्रदुषणासाठी कारणीभूत असलेल्या व ज्यांचा उगम स्रोत हा नैसर्गिक आहे अशा प्रदुषकांचा यात समावेश होतो. ज्वालामुखी, भूकंप, जंगल वणवा, परागिकरण, नैसर्गिक कुजणे इ. यापासून निर्माण होणाऱ्या धूळ, रासायनिक व घातक वाफा यांचा यात समावेश होतो.

### २) प्रदुषके निर्मितीचे मानवनिर्मित स्रोत

सुख सोयीं युक्त जीवन जगण्यासाठी मानव, विज्ञान व तंत्रज्ञान याचा आधार घेत आहे. परंतु दुर्दैवाने मानव वापरत असलेल्या तंत्रज्ञानातून काही प्रदुषके निर्माण होत असून ती वातावरणात मिसळली जातात व त्यामुळे वायू प्रदुषण घडून येते.

३) औद्योगिकरण, शहरीकरण, जंगलांचा व्हास, वाहनांच्या संख्येत दिवसेंदिवस होणारी वाढ, शेतीसाठी वापरले जाणारे नवीन तंत्रज्ञान, अणू चाचण्या इत्यादींमुळे मानवनिर्मित प्रदुषकांची निर्मिती होते.

## २) प्रदुषके वातावरणात मिसळण्याच्या पद्धतीवर आधारित वर्गीकरण

प्रदुषके कोणत्या पद्धतीने वातावरणात मिसळतात यावर आधारित असलेले वर्गीकरण हे दोन गटात विभागले गेले आहे.

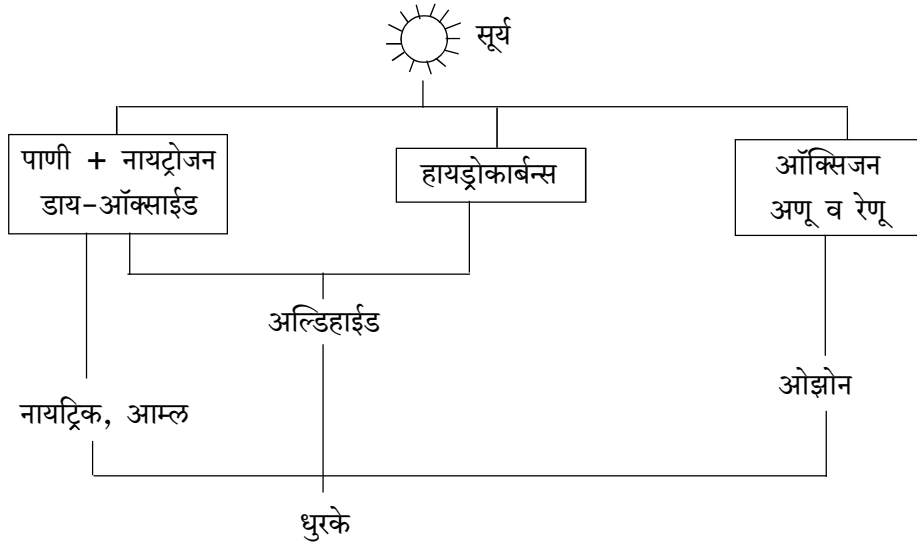
१) मुख्य प्रदुषके २) द्वितीय प्रदुषके

१) **मुख्य प्रदुषके** : ज्या प्रदुषकांच्या भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्मात बदल न होता. ती ज्या स्वरूपात आहेत, त्याच स्वरूपात, वातावरणात मिसळतात अशा प्रदुषकांना मुख्य प्रदुषके असे म्हणतात. मुख्य प्रदुषके ही नैसर्गिक व मानवनिर्मितही असू शकतात. मुख्य प्रदुषकांच्या स्वरूपात वातावरणात मिसळल्यानंतरसुद्धा बदल होत नाही, ते आपल्या नैसर्गिक स्वरूपातच वातावरणात मिसळतात. पराग कण, हवेमार्फत पसरणारे विषाणू, ज्वालामुखी किंवा भूकंपामुळे निर्माण होणारे धुळीचे कण ही निसर्गनिर्मित मुख्य प्रदुषकांची काही उदाहरणे होत. औद्योगिक कारखान्यातून निर्माण होणारे धुळीचे कण, धूर,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  इत्यादी प्रकारे वायू, ही मानवनिर्मित मुख्य प्रदुषके आहेत. वर उल्लेखलेली सर्व मुख्य प्रदुषके सरळ, सहज, दुसऱ्या कोणत्याही प्रदुषकांची मदत न घेता वातावरणात मिसळतात, मुख्य प्रदुषके ही वैयक्तिकरित्या कोणाची ही मदत न घेता वातावरण प्रदुषित करू शकतात.

२) **दुय्यम प्रदुषक** : दुय्यम प्रदुषके प्राथमिक प्रदुषकांच्या वातावरणातील अन्य घटक उदा. बाह्य उष्णता, आर्द्रता इत्यादी यांच्याशी होणाऱ्या रासायनिक अभिक्रियेतून निर्माण होणारी प्रदुषके म्हणजे दुय्यम प्रदुषके होय. ओझोन, PAN नायट्रोजनची ऑक्साईड, धुरके, आम्ल वर्षा ही दुय्यम प्रदुषकांची उदाहरणे होत. प्राथमिक प्रदुषकांपेक्षा द्वितीयक प्रदुषके ही जास्त विषारी आणि घातक असतात.

खालील आकृतीमध्ये सूर्यप्रकाश व रसायनांच्या अभिक्रियेतून तयार होणारी धुरके दर्शविली आहेत.

३) **प्रदुषकांच्या नैसर्गिक अवस्थेवर आधारित वर्गीकरण** : हे वर्गीकरण मुख्यतः प्रदुषकांच्या भौतिक अवस्थेवर आधारित आहे. या वर्गात प्रदुषके वायुरूप व धुलिकणयुक्त रूपात विभागली आहेत. वायुरूप प्रदुषकांमध्ये कार्बन ऑक्साईड, कार्बन डायऑक्साईड, सल्फर ऑक्साईडस्, नायट्रोजन ऑक्साईडस्, तर



धुलीकणयुक्त प्रदुषकांमध्ये धुळीचे कण, ड्रॉपलेट केंद्रे, परागकण इ. चा समावेश होतो.

४) रासायनिक रचनेवर आधारित वर्गीकरण : यामध्ये प्रदुषकांचे रासायनिक रचनेनुसार सेंद्रिय व असेंद्रिय अशा २ गटात विभागणी होते. कार्बन मोनो ऑक्साईड, कार्बन डाय ऑक्साईड, नायट्रोजन डाय ऑक्साईड, हायड्रोजन इ. असेंद्रिय प्रदुषकांची तसेच हायड्रोकार्बन्स, अल्डिहाइडस इ. सेंद्रिय प्रदुषकांची उदाहरणे आहेत.

**वायू प्रदुषणाचे स्रोत :** वायू प्रदुषण ही स्थानिक किंवा प्रादेशिक स्वरूपापुरतीच मर्यादित नसून ती एक जागतिक समस्या बनली आहे. वायू प्रदुषणाचे धोके व दूरगामी परिणामांमुळे प्रत्येक देशाच्या ध्येय धोरणांमध्ये वायू प्रदुषण नियंत्रणाचा मुख्यतः समावेश होतो. जागतिक तापमानवाढ, आम्लवर्षा, स्थितांबरीय ओझोन क्षय ही वायु प्रदुषणामुळे निर्माण होणाऱ्या आपत्ती आहेत. या समस्येचे गांभीर्य लक्षात घेता, तिचे निर्मिती स्थानापासून नियंत्रण करण्यास अनेक देश प्राधान्य देतात. पूर्वी उल्लेखल्याप्रमाणे वायू प्रदुषकांचे त्याचप्रमाणे त्यांच्या स्रोतांचे विविध प्रकार आहेत.

वायू प्रदुषणाचे बहुतेक स्रोत हे मानवनिर्मित असून त्याचे काही नैसर्गिक स्रोतही आहेत. ज्वालामुखी उद्रेक हा वायु प्रदुषणाचा नैसर्गिक स्रोत असून त्यामुळे असंख्य धुलिकण, व बाह्य वातावरणात मिसळतात. धुळीची वादळे, सेंद्रिय घटकांचे विघटन यांतून कार्बन डायऑक्साईड, अमोनिया, हायड्रोजन सल्फाईड उत्सर्जित होतात. परागकण, कवके, वणवा ही काही इतर उदाहरणे होत.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे मानव निर्मित प्रदुषके ही वायू प्रदुषणास नैसर्गिक प्रदुषकांपेक्षा जास्त कारणीभूत आहेत. वायूरूप प्रदुषकांचे उत्सर्जन आणि धुलीकणांचे उत्सर्जन अशा दोन प्रकारातून मानव निर्मित प्रदुषके वायू प्रदुषण घडवून आणतात. वायू रूप प्रदुषके व धुलीकण हे मुख्यतः कोळसा, पेट्रोल, केरोसिन या घरगुती तसेच औद्योगिक कारणांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या इंधनांच्या ज्वलनातून निर्माण होतात. स्वयंचलित वाहने देखिल वायुप्रदुषणाचे मुख्य स्रोत आहेत. या स्वयंचलीत वाहनांच्या इंधनाच्या अपूर्ण ज्वलनातून नायट्रोजन ऑक्साईड, सल्फर डाय ऑक्साईड, कार्बन मोनोऑक्साईड, हायड्रोकार्बन इत्यादींचे उत्सर्जन होते.

औद्योगिक प्रक्रिया, आधुनिक शेती प्रक्रिया, खाण काम, वीज निर्मिती, बांधकाम इत्यादी वायू प्रदुषणास हातभार लावतात. औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये साखर कारखाने, कागदनिर्मिती, खत निर्मिती, सुत गिरण्या तसेच लघुऔद्योगिक व विस्तारित उद्योगप्रणालीमधील प्रक्रियांचा समावेश होतो. औद्योगिक दळणवळणातूनसुद्धा मोठ्या प्रमाणात वायू प्रदुषण होते. यामध्ये विविध प्रकारची वाहतूक उदा. हवाई वाहतूक, सागरी वाहतूक, रेल्वे व इतर अनेक स्वयंचलित वाहने इत्यादी समाविष्ट होतात.

वायू प्रदुषणासाठी कारणीभूत असणाऱ्या घरगुती प्रक्रियांमध्ये कोळसा, घरगुती वापराचा गॅस, केरोसिन इत्यादी इंधनांचा स्वयंपाक व ऊर्जा निर्मितीसाठी होणारा वापर यांचा समावेश होतो. रसायने, खते, किटकनाशके यांच्या शेतीसाठी होणाऱ्या फवारणीतूनही वायू प्रदुषण होते. खाणकामातून प्रचंड प्रमाणात धूळ निर्मिती होते. औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पांमध्ये ऊर्जा निर्मितीदरम्यान इंधनाच्या अर्ध ज्वलनातून  $SO_2$   $CO_2$  व धुळ निर्माण होतात. अण्वस्त्रे व अणुचाचण्या या किर्णोत्सारी पदार्थांच्या निर्मितीसाठी तसेच घातक किर्णोत्सर्गासाठी ज्ञात आहेत. क्वचित प्रसंगी युद्धातून वायू प्रदुषण होते.

## हवा प्रदुषणाचे परिणाम :

दिवसेंदिवस हवा प्रदुषण ही एक जागतिक स्तरावर वाढत आहे. हवा प्रदुषणाचे परिणाम हे कोणत्याही राज्य किंवा देश यांच्या सिमेटुरते मर्यादित राहिले नसून ते जागतिक बनत आहेत. सर्वसाधारणपणे हवा प्रदुषणाचे वाईट परिणाम, जागतिक परिणाम, मानवी परिसंस्थेवर होणारे परिणाम, वनस्पतीवर होणारे परिणाम व अजैविक व भौगोलिक स्थितीवर होणारे परिणाम या चार विभागात विभागले जातात. हवामानात व ऋतूचक्रात होणारे जागतिक पातळीवरचे बदल, आम्ल वर्षा, ओझोन क्षय या जागतिक परिणामांविरुद्ध जागतिक तापमान वाढ, रासायनिक प्रक्रियेमुळे निर्माण होणारे धुरके ही सुद्धा जागतिक दुष्परिणामाची काही उदाहरणे होत.

बऱ्याच वेळा वेगवेगळ्या वायूंची ऑक्साईडस् हवा प्रदुषण घडवून आणण्यास मदत करतात. प्रामुख्याने नायट्रोजन व कार्बन या वायूंची ऑक्साईडस् हवा प्रदुषणाचे मुख्य कारण आहेत. हायड्रोकार्बन व धुळीचे कणसुद्धा वरील ऑक्साईड बरोबर प्रदुषणास हातभार लावतात. अगोदर उल्लेखलेल्या ऑक्साईडमध्ये  $NO_2$  हे नायट्रोजनचे ऑक्साईड जास्त विषारी आहे. डोळ्याची जळजळ, फुफ्फुसाचा कर्करोग, श्वसनाचे विकार या गोष्टींसाठी प्रामुख्याने  $NO_2$  जबाबदार आहे. नायट्रोजनचे आणखी एक ऑक्साईड  $NO$  हे रक्तातील हिमोग्लोबिन बरोबर अभिक्रिया घडवून आणते व त्याची ऑक्सीजन वाहून नेण्याची क्षमता कमी करते.  $CO$  (कार्बन मोनोक्साईड) व  $CO_2$  (कार्बन डाय ऑक्साईड) ही कार्बनची दोन ऑक्साईडस् आहेत.  $CO_2$  पेक्षा  $CO$  हे मानवी शरीरात जास्त घातक आहे. डोकेदुखी, नैराश्य, चक्कर, श्वसनास त्रास यासारखे विकार  $CO$  व  $CO_2$  मुळे होतात. वातावरणात  $CO$  चे प्रमाण जास्त झाले तर त्याची रक्तातील हिमोग्लोबिनबरोबर अभिक्रिया होते. व ऑक्सी हिमोग्लोबिन तयार होण्याऐवजी कार्बोऑक्सील हिमोग्लोबिन तयार होते. ज्याच्यामुळे रक्ताची ऑक्सीजन वाहून नेण्याची क्षमता कमी होते.

अतिप्रदुषित परिसरात असलेल्या  $CO_2$  मुळे श्वसन संस्थेचे विकार, अस्थमा, फुफ्फुसांचा कर्करोग, त्वचेचे विकार इ. रोग उद्भवतात, नाक गळणे, डोळ्याची जळजळ यासारखे विकारही  $SO_2$  मुळे होतात.

हायड्रोकार्बन हे सुद्धा वाईट परिणाम घडवून आणतात. अॅरोमॅटिक हायड्रोकार्बन हे सायकलिक व असायकलिक हायड्रोकार्बनपेक्षा जास्त घातक आहेत. हायड्रोकार्बनमुळे डोळ्यांची जळजळ, नाक व घश्याची खवखवसुद्धा उद्भवते. वायू व धुलीकण यापेक्षा हायड्रोकार्बन हे जास्त विषारी असून ते मानवास कर्करोगास बळी पडतात. अॅसबेस्टीसच्या सुक्ष्म तंतूमुळे अॅसबॅसटॉसीस हा घातक रोग होवू शकतो. स्वयंचलित वाहनांच्या धुरांमधून बाहेर पडणारे शिसे हेसुद्धा मानवावर वाईट परिणाम घडवून आणतात.

## २.३.३ जल प्रदूषण

पृथ्वीवरील मानवाच्या अस्तित्वासाठी पाणी हा सर्वात महत्त्वाचा घटक आहे. पाण्यामुळेच पृथ्वीला 'निळा ग्रह' म्हणतात. पृथ्वीचा जवळजवळ तीन चतुर्थांश पृष्ठभाग पाण्याने व्यापलेला आहे. सर्व सजिवांच्या अस्तित्वासाठीच नव्हे तर पाणी या संसाधनावर अनेक आर्थिक बाबीही अवलंबून असतात. शेती उत्पादनासाठी, औद्योगिक उत्पादनासाठी आणि मानवाच्या विविध गरजा पूर्ण करण्यासाठी पाण्याची गरज

भासते. सध्याच्या परिस्थितीत पाणी या अत्यंत मौल्यवान संसाधनाला पाणी प्रदूषण आणि पाण्याची कमतरता ह्या दोन महत्त्वाच्या समस्या भेडसावत आहेत. वाढते औद्योगिकरण, वसाहतीकरण आणि लोकसंख्यावाढ यामुळे जलसंपदेचा ऱ्हास होत आहे.

● **व्याख्या :**

पाण्याच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मातील बदलामुळे जलसृष्टीवर आणि मानवासहित इतर सजीवांवर विपरीत परिणाम होतात याला 'जल प्रदूषण' म्हणतात.

● **जल प्रदूषणाचे स्रोत आणि प्रकार :-**

बदलत्या मानवी जीवनशैलीमुळे विविध स्रोतांच्या माध्यमातून पाणी प्रदूषित होते. वाढत्या प्रदुषकांमुळे पाण्याच्या नैसर्गिक गुणधर्मात बदल घडतो. घरगुती सांडपाणी, औद्योगिक वसाहतीतून बाहेर पडणारे दूषित पाणी, औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पातून बाहेर पडणारे गरम पाणी, तेल गळती, अपघातांमुळे होणारी तेल गळती, जहाजांमध्ये वापरले जाणारे बॅलास्ट वॉटर, इत्यादी जल प्रदूषणाचे प्रमुख स्रोत म्हणता येतील.

खालील बाबींचा विचार करता जलप्रदूषणाचे विविध प्रकार खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

१) प्रदूषणाचा उगम

२) प्रदूषणाचा स्रोत

३) प्रदूषणाचे स्वरूप

४) मुळस्थान व साठवण्याचे ठिकाण

जलप्रदूषणाच्या उगमानुसार केंद्रीय स्रोत आणि संमिश्र स्रोत असे प्रकार करता येतात. केंद्रीय स्रोतांमुळे होणारे प्रदूषण हे एका विशिष्ट स्रोतामुळे होत असल्याने ते सहज ओळखता येऊ शकते. उदा. सांडपाणी बाहेर सोडणारा नळा, त्यामुळे अशा प्रदूषणावर योग्य प्रकारे उपाय यंत्रणा करता येऊ शकते. याउलट संमिश्र प्रदूषणामध्ये एकापेक्षा जास्त आणि विखुरलेल्या स्रोतातून प्रदूषण होत असल्याने त्यावर उपाय यंत्रणा करणे कठीण असते. उदा. शेतातून वाहून येणारे सांडपाणी, तसेच औद्योगिक वसाहतीतून पाझरणारे दूषित पाणी इ. संमिश्र प्रदूषणामध्ये विविध प्रकारची प्रदूषके एकत्र आल्याने केंद्रीय प्रदूषणाचा एकूण विचार करता याची तीव्रता जास्त आहे.

पाण्याच्या बदलत्या स्वरूपानुसार किंवा गुणधर्मानुसारही पाणी प्रदूषण अभ्यासता येते. जसे की पाण्याच्या नैसर्गिक गुणधर्मात बदल झाल्याने होणारे भौतिक प्रदूषण, रासायनिक प्रदूषण, जैविक प्रदूषण, इत्यादी. त्याचप्रमाणे पाण्याचे मूळस्थान आणि साठवण्याचे ठिकाण यानुसार जलप्रदूषणाचे भूपृष्ठजल आणि भूजल प्रदूषण यात वर्गिकरण करता येते. भूपृष्ठावरील जलप्रदूषणात नदी, तळे, तलाव, खाडी किंवा सागरी प्रदूषणाचा समावेश होतो. भूजल प्रदूषणामध्ये विहिरी, बोअर, हाफसे यांतील पाण्याचा समावेश होतो.

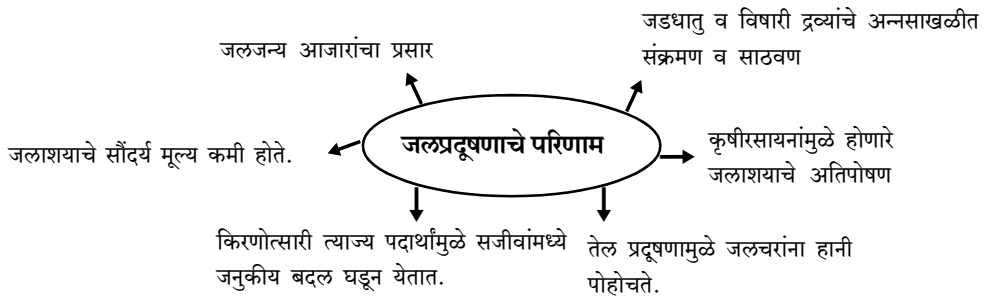
जैविकप्राणवायू मागणी प्रदूषणाची तीव्रता मोजण्यासाठी व विविध उपयोगातील पाण्याच्या सुरक्षिततेसाठी सतत पाण्याची तपासणी करणे महत्त्वाचे ठरते. पाण्याचा दर्जा तपासण्यासाठी पाण्याचा सामू, गढुळता, रासायनिक प्राणवायू मागणी, जैविक प्राणवायूचे प्रमाण, नायट्रेट, सल्फेट, क्लोराईड, इत्यादी गुणधर्मांचा उपयोग केला जातो. जैविक गुणधर्मांच्या तपासणीमध्ये पाण्यातील रोगकारक सुक्ष्मजीवांची तपासणी करणे (उदा. MPN व SPC) तसेच प्रदूषणाची तीव्रता दाखवणाऱ्या विविध सुक्ष्मशैवालांचा अभ्यास करणे इत्यादीचा समावेश होतो.

## जलप्रदूषणाचे परिणाम

- १) घरगुती सांडपाण्यामध्ये अनेक रोगकारक जीवाणू आणि विषाणु असतात. अशुद्ध पाण्यामुळे कॉलरा, टायफॉईड, पोलिओ, हगवण, इत्यादी जलजन्य आजार होतात.
- २) पारा, निकेल, जस्त, वगैरे जडधातुचे अंश, विविध किटकनाशकांचे अंश, तसेच अनेक घातक रसायने जीवसृष्टीस धोका पोहोचवतात. मर्क्युरी आणि कॅडमिअममुळे अनुक्रमे 'मिनामॅटा' व 'ईटाइ-ईटाइ' सारखे रोग होवू शकतात. रासायनिक किटकनाशकांच्या अन्नसाखळीतील प्रवेशामुळे अविघटनशील व घातक पदार्थांचे अन्नसाखळीत व अन्नजाळ्यामध्ये संचयन होते.
- ३) शेतीसाठी वापरण्यात आलेली फॉस्फेट व नायट्रेटयुक्त कृषीरसायने जवळपासच्या जलसाठ्यात मिसळल्याने जलपर्णीसारख्या तणाची प्रमाणापेक्षा जास्त वाढ होते. यालाच जलसाठ्याचे 'अतिपोषण' (Eutrophication) असे म्हणतात. या प्रक्रियेत पाण्यात विरघळलेल्या प्राणवायुचे प्रमाण कमी होते. गुदमरल्यामुळे जलचरांना दगा पोहोचतो. काहीवेळा पाण्यातील नायट्रेटचे प्रमाण वाढल्यास 'मिथॅनोग्लो बिनामिया' सारख्या रोगांना सामोरे जावे लागते.
- ४) तेल प्रदूषण आणि कार्बनयुक्त पदार्थांच्या तवंगामुळे वरच्या थरातील प्राणवायु खालच्या थरात मिसळण्यास अडथळा निर्माण होतो. त्यामुळे प्राणवायुचे प्रमाण तर कमी होतेच, शिवाय जलचर प्राण्यांच्या शरीरावर तेलाचा थर साठल्याने शरीराचे तापमान वातावरणातील तापमानापेक्षा कमी होते. असे शरीर वेगवेगळ्या रोगांना बळी पडते.
- ५) किरणोत्सारी त्याज्य पदार्थांमुळे पेशींमध्ये जनुकीय बदल घडून येतो. तसेच जलचरांमधील पुनरुत्पादन प्रक्रिया थंडावते. काहीवेळा जलचर मृत्युमुखी पडतात.
- ६) प्रदूषित झालेल्या जलसाठ्याचे सौंदर्य आणि मनोरंजनात्मक उपयोग कमी होतो.

## जलप्रदूषण समस्येवरील उपाय :

संमिश्र प्रदूषण स्रोतांचा विचार करता केंद्रीय प्रदूषण स्रोतांवर आळा घालणे सोपे आहे. जलप्रदूषण कमी करण्यासाठीच्या उपाययोजना खालीलप्रमाणे -



## जलप्रदूषणाचे परिणाम

- १) पाण्याचा अनावश्यक वापर व अतिवापर थांबवल्यास परिणामतः तयार होणाऱ्या सांडपाण्याचे प्रमाणही कमी होईल. प्रत्येक घरात व्यक्तिशः पाण्याचा काटकसरीने वापर केल्यास सांडपाणी प्रक्रीया केंद्रावरील ताणही कमी होईल.
- २) सांडपाण्यावर प्रक्रीया करण्यासाठी विविध प्रकारच्या प्राथमिक प्रक्रीया, विविध सुक्ष्मजीव व सुक्ष्मशैवालाबरोबर प्रक्रीया किंवा रासायनिक प्रक्रियांचा वापर केला जातो.
- ३) विविध कृषीरसायनांचे पाण्यात मिसळणे थांबवल्यास जलाशयाच्या 'अतिपोषण' क्रियेला (Eutrophication) आळा घालता येईल.
- ४) वनस्पतींच्या आच्छादनामुळे जमिनीची होणारी धुपही थांबेल तसेच जलाशयात होणारे गाळ संचयनही थांबवता येईल.
- ५) रोगकारक जीवाणू आणि विषाणुमुळे होणारे रोग टाळण्यासाठी क्लोरिनेशन किंवा ओझोनेशन उपयोगी ठरते.
- ६) सागरामध्ये किंवा जलाशयामध्ये कारखान्यातील किंवा घरगुती केरकचरा टाकण्यावर बंदी आणणे गरजेचे आहे.
- ७) कडक कायदांबरोबर जनजागृती व जनशिक्षण हा महत्त्वाचा भाग जलप्रदूषण नियंत्रणासाठी महत्त्वाचा आहे.

## सागरी प्रदूषण

पृथ्वीचा एक तृतीयांश पृष्ठभाग हा महासागराने व्यापलेला आहे. पृथ्वीवरील रासायनिक व जैविक घटकांच्या समतोलसाठी महासागर महत्त्वाची भूमिका पार पाडतात. आपले अन्नसंसाधन, व्यापार उद्योग आणि दळणवळणासाठी महासागर उपयोगी पडतात. सध्याच्या परिस्थितीत मानवनिर्मित कारणांमुळे सांगरी प्रदूषणाच्या रूपाने महासागर या संसाधनाचा न्हास होत आहे.

व्याख्या : सागरी पाण्यामध्ये मानवी क्रियेद्वारे किंवा नैसर्गिक प्रक्रियेद्वारे रासायनिक, भौतिक आणि जैविक गुणधर्मात होणाऱ्या बदलास सागरी प्रदूषण म्हणतात.

### सागरी प्रदूषणाची कारणे :

१. **उद्योगधंदे** : समुद्र किनाऱ्यावर असलेल्या विविध उद्योगधंद्यांमुळे प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या अनेक विषारी रसायने असलेले टाकाऊ पाणी समुद्रात सोडले जाते. त्याचबरोबर अशा पाण्यात असलेले विषारी रंग, जडधातु, तेल, गरम पाणी इत्यादींमुळे सागरी परिसंस्थेवर तसेच मानवी जीवनावर परिणाम होतो.
२. **घरगुती कचरा** : जगातील सर्वात जास्त लोकसंख्या समुद्रकिनाऱ्यावर लहान गावे किंवा शहरांच्या रूपाने वसलेली आहे. परंतु यातील सांडपाणी प्रक्रीया प्रकल्प असलेल्यांची संख्या अत्यल्प आहे. त्यामुळे तयार होणारा सर्व कचरा किंवा टाकाऊ पाणी कोणत्याही प्रक्रीयेशिवाय समुद्रात सोडून दिले जाते.

३. **शेतीमधून वाहत येणारे सांडपाणी :** शेतीमध्ये वापरली जाणारी विविध प्रकारची कृषी रसायने, खते, किटकनाशके पाण्याबरोबर किंवा नदीच्या प्रवाहाबरोबर समुद्रात वाहात येतात. अशाप्रकारे जैवविघटनास कठीण असलेली, वर्षानुवर्षे टिकणारी अनेक किटकनाशके अन्नसाखळीत समावेश करतात. त्याचेच पुढे पेशीमध्ये घातक पदार्थांचे होणाऱ्या जैवसंचयनामध्ये रूपांतर होते.
४. **औष्णिक ऊर्जा केंद्रामुळे होणारे प्रदूषण :** वीज निर्मिती करणाऱ्या प्रकल्पांना यंत्र सामुग्री थंड करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर पाण्याची गरज असते. यातून निर्माण झालेले गरम पाणी समुद्रात सोडण्यात येते. त्याचप्रमाणे औष्णिक ऊर्जा केंद्रामध्ये कोळशापासून निर्माण झालेली राख समुद्रात टाकण्यात येते. त्यामुळे सागरी प्राणी व वनस्पतींची आश्रयस्थाने नष्ट होतात, त्यांची पुनरुत्पादन प्रक्रिया मंदावते.
५. **तेल गळती :** समुद्रातील तेलगळतीस कारणीभूत असणारे घटक म्हणजे तेलवाहू जहाजांचे अपघात, तेलवाहू वाहने धुणे, तेल शुद्धीकरण केंद्रातून वाहत येणारे पाणी, मोठमोठ्या पाईपलाईनमधून होणारी तेल गळती, इत्यादी आहेत.
६. **बलास्ट पाणी :** समुद्रात जहाजांचा समतोल राखण्यासाठी त्यामध्ये समुद्राचे पाणी भरले जाते. यासाठी एका किनाऱ्यावरील पाणी जहाजात भरले जाते आणि दुसऱ्या किनाऱ्यावर पोहोचल्यावर हे पाणी पुन्हा तेथे सोडून दिले जाते. अशाप्रकारे विविध जैविक घटकांचे परस्थानी संक्रमण होते. बाहेरून आलेल्या अशा प्रजातींमुळे मुळस्थानी असलेल्या जैवविविधतेचा न्हास होतो.
७. **अविघटनशील कचरा :** मासेमारीसाठी वापरण्यात येणाऱ्या प्लॅस्टिकच्या जाळ्या, प्लॅस्टिकच्या बाटल्या, प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, काचेचे तुकडे, इत्यादी वस्तूंच्या रासायनिक घटकांमुळे समुद्रात अशा वस्तूंचे विघटन लवकर होत नाही.

#### सागरी प्रदूषणाचे परिणाम :

१. शहरातील मैलायुक्त सांडपाणी यामुळे पाण्यातील प्राणवायू कमी होतो. कमी झालेल्या प्राणवायुमुळे समुद्रातील जैवविविधतेस धोका निर्माण होतो. त्याचप्रमाणे मैलायुक्त सांडपाण्यामुळे विविध रोगांचा प्रसार होतो.
२. सांडपाण्यामध्ये असलेली विविध अपमार्जके आणि रासायनिक खतांचा अंश यामुळे हरितशैवालाचे प्रमाण वाढते. त्यामुळे पाण्यामध्ये प्राणवायुविरहीत वातावरण तयार होते.
३. रासायनिक किटकनाशके जसे की डीडीटी, बीएच्सी, पाऱ्यासारखे जड धातु, वगैरे अन्नसाखळीत प्रवेश करतात ज्यांचे पुढे जैवसंचयन होते.
४. तेलामुळे होणारे प्रदूषण ही सागरी परिसंस्थेतील गंभीर समस्या आहे. तेलाचा पाण्यावर तवंग निर्माण होतो. त्यामुळे बाहेरील सूर्यप्रकाश पाण्याच्या तळाशी पोहोचू शकत नाहीत, प्राणवायु कमी होतो आणि जलचर गुदमरून दगावतात. समुद्री पक्ष्यांच्या पंखांवर तेलाचा थर तयार होतो त्यामुळे पंखांचे वजन वाढल्याने पक्षी उडू शकत नाहीत. तसेच, शरीराचे तापमान कमी झाल्याने ते दगावण्याची शक्यता असते. तेलाच्या थरामुळे किनारपट्टीचे निसर्गसौंदर्य कमी होते.

५. बलास्ट पाण्यामुळे परस्थानी असलेली सजीव मुळस्थानच्या परिसंस्थेत प्रवेश करतात त्यामुळे परिसंस्थेचे स्वरूप बदलते. एक नविन परिसंस्था त्या ठिकाणी निर्माण होते.
६. अविघटनशील प्लॅस्टिक जाळ्या, दोऱ्या, पिशव्या, थर्मोकोल, इत्यादी घटकांमुळे जलचरांच्या हालचालींमध्ये अडथळा निर्माण होतो.

#### सागरी प्रदूषणनिवारणाचे उपाय :

१. शहरी मैलायुक्त सांडपाणी व कारखान्यातील सांडपाण्यावर प्रक्रीया करणे व त्यानंतरच ते समुद्रात सोडणे गरजेचे आहे.
२. अविघटनशील पदार्थ समुद्रात टाकण्यावर बंदी करावी.
३. तेलाची वाहतूक करताना योग्य ती काळजी घेणे गरजेचे आहे.
४. औष्णिक ऊर्जा केंद्रातून बाहेर सोडल्या जाणाऱ्या गरम पाण्याचा पुनर्वापर व पुनर्प्रक्रीया करणे आवश्यक आहे.
५. जहाजामध्ये बलास्ट पाणी वापरण्यावर बंदी करावी.
६. वाहने धुणे किंवा पाईपलाईनमधून होणाऱ्या तेलगळतीवर उपाययोजना करावी.
७. समुद्र किनाऱ्यासाठी असणारे कायदे (CRZ) किंवा कायद्याच्या इतर तरतुदीनुसार समुद्रकिनाऱ्याचे संरक्षण करणे महत्त्वाचे आहे.

#### २.३.४ मृदा प्रदूषण

मृदा ही भू परिस्थितीकीमधील साधनसंपत्तीपैकी एक सर्वात महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे. पोषकद्रव्ये, पाणी पुरवठा आणि आधारासाठी सर्व वनस्पती जमिनीवर अवलंबून असतात. पृथ्वीच्या भू आवरणाचा वरचा झिजलेला थर म्हणजेच मृदा व हा थर खडाच्या विदारणामुळे तयार झालेला असतो.

मृदा मानवाला आणि प्राण्यांना अन्न उपलब्ध करून देण्याच्या प्रक्रियेमध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावते. वाढती लोकसंख्या, औद्योगिकीकरण आणि बदलती जीवन शैली यांचा वाईट परिणाम मृदावरती होत आहे आणि तेच प्रामुख्याने मृदा प्रदूषणास कारणीभूत ठरत आहे. मृदेच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मांमधील कोणताही अनपेक्षित बदल की ज्यामुळे जैविक आणि अजैविक घटकांना हानी पोहचते यालाच मृदा प्रदूषण असे म्हणतात.

#### मृदा प्रदूषणाचे स्रोत

काही प्रक्रीया किंवा स्रोत जे मृदा प्रदूषणास कारणीभूत आहेत ते खालीलप्रमाणे -

#### १) औद्योगिक कचरा

औद्योगिक टाकाऊ पदार्थांची विल्हेवाट ही प्रामुख्याने मृदा प्रदूषणास कारणीभूत ठरते. वेगवेगळ्या जसे की कागद, रासायनिक, कापड, धातू प्रक्रीया करणारे कारखाने इ. मधील सांडपाणी आणि घनकचरा हा जमिनीवर सोडला जातो. हा कचरा सेंद्रिय, असेंद्रिय घटकापासून बनलेला असतो की ज्यामध्ये अविघटनशील

घटकही असतात. कारखान्यामधील कचरा हा जड धातू, जसे की शिसे, क्रोमिअम, पारा, कॅडमिअम, झिंक आणि दुसरे घातक पदार्थ असतात त्यामुळे मृदा प्रदुषित होते.

## २) शहरी कचरा :

भारतामध्ये प्रामुख्याने कचऱ्याची विल्हेवाट तसेच शहरे आणि त्यांच्या भोवती झालेली अनियोजित औद्योगिक विकास ही मृदा प्रदुषणास मोठ्या प्रमाणावर कारणीभूत ठरत आहे. शहरी कचऱ्यामध्ये घरगुती आणि व्यावसायिक कचऱ्याचा समावेश होतो. कचरा टाकण्याची जागा आणि सांडपाण्याची विल्हेवाट करणाऱ्या टाक्या यातून बाहेर पडणारे द्रव (लिचेट) हे जास्त धोकादायक आणि घातक असते त्यामुळे मृदा प्रदुषित होते.

## ३) आधुनिक शेती पद्धती :

आधुनिक शेती पद्धती जसे की रासायनिक खते, कीटकनाशके, तणनाशके आणि मातीचा पोत सुधारणारे घटक हे मृदा प्रदुषणास कारणीभूत ठरत आहेत. सध्याच्या पद्धती म्हणजे पाण्याचा अतिवापर, अति लागवड, एकाच पद्धतीची लागवड हा एक जमिनीचा दर्जा खालावणारा प्रश्न बनला आहे. यामुळे सुपीक जमिनीचे नापीक जमिनीमध्ये रूपांतर होत आहे, तसेच काही जटिल प्रदुषणाचे प्रश्न खतांचा, कीटकनाशकांचा आणि तणनाशकांचा अति वापर केल्यामुळे उद्भवत आहेत.

## ४) खाणकाम :

भूपृष्ठावरील आणि त्याखालील मातीचा थर खाणकामामध्ये काढला जातो. खाणकामाच्या वेळी भूपृष्ठावरील सुपीक मातीचे म्हणजेच सर्वात वरच्या थराचे मोठ्या प्रमाणावर नुकसान होते आणि झाडाझुडपांची तोड केल्यामुळे पर्यावरणाचा न्हास होत असल्याचे आढळते.

## ५) किरणोत्सारी प्रदुषके :

आण्विक साधने, आण्विक कचरा, अणू स्फोटानंतर तयार होणारे किरणोत्सारी धूलिकण जमिनीत प्रवेश करतात आणि ते मृदा प्रदुषणास कारणीभूत ठरतात. अशी किरणोत्सारी मुलद्रव्ये जास्त काळापर्यंत जमिनीमध्ये राहतात आणि किरणोत्सर्जन करत राहतात.

## मृदा प्रदुषणाचे परिणाम :

औद्योगिक कचऱ्यामध्ये विविध घातक रसायनांचा समावेश असतो आणि ती सजीवांना घातक असतात. जर आम्लधर्मी किंवा आल्कधर्मी औद्योगिक कचरा तसाच जमिनीवर टाकला तर जमिनीच्या दर्जेवर परिणाम होतो. या प्रकारच्या कचऱ्यामुळे जमिनीचा पोत आणि शेतातील पीके यांच्यावर देखील परिणाम होतो.

कधीकधी औद्योगिक कचऱ्यातील जड धातू हे भूगर्भातील पाण्यात पाडरतात किंवा वाहून येतात आणि त्यामुळे जल प्रदुषण होते. खते आणि कीटकनाशके यांच्या शेतातील अतिवापरामुळे जमिनीचा पोत खालावतो आणि पिकांच्या जोमदार वाढीसाठी आवश्यक असणाऱ्या सूक्ष्म पोषकद्रव्यांच्या प्रमाणात घट होते. वनस्पतीद्वारे रसायनिक खतातील मूलद्रव्ये शोषली जातात आणि ती तशीच वनस्पतीच्या भागामध्ये राहतात. कीटकनाशकांचा अन्न साखळीतील प्रवेशामुळे जैव, विस्तृतीकरण घडून येते. जैव-विस्तृतीकरण अशी प्रक्रिया

आहे की ज्यामध्ये रासायनिक घटक किंवा जड धातू अन्नसाखळीमध्ये प्रवेश करतात आणि त्यांचे वरच्या सलग्न ऊर्जाविनिमय स्तरात प्रमाण अधिक वाढत जाते.

कृत्रिम खतातील नायट्रेट आणि फॉस्फेट ही शेतातून वाहून येतात आणि जवळच्याच पाणी साठ्यामध्ये सोडली जातात त्यामुळे पोषणतिरेक प्रक्रियेसाठी कारणीभूत ठरतात. पिण्याच्या पाण्यात असलेल्या जास्त प्रमाणातील नायट्रेटमुळे मनुष्य प्राण्यामध्ये मिथॉहिमोग्लोबिनिया हा आजार होतो. नत्राचे प्रमाण जास्त असलेल्या जमिनीत वाढलेल्या पालेभाज्याच्या सेवनामुळेसुद्धा प्रामुख्याने लहान मुलांमध्ये हा आजार होण्याची शक्यता असते. घनकचऱ्याची अयोग्य पद्धतीने केलेली हाताळणी ही आरोग्यास हानिकारक ठरते. किरणोत्सारी प्रदूषकेसुद्धा मृदावाटे मानवी जीवनामध्ये प्रवेश करतात. अशी प्रदुषके हजारो वर्षे जमीनीमध्ये कार्यक्षम राहतात. म्हणूनच त्यांच्यापासून पुढील काही पिढ्यांच्या आरोग्यास गंभीर आणि संभवनीय धोका पोहोचवण्यासाठी भीती असते. तर दुसरीकडे खाणकामामुळे चराऊ आणि सुपीक जमीनीच्या समृद्ध जैविक विविधतेचे नुकसान होते.

### मृदा प्रदुषणांवर नियंत्रण :

- १) कारखान्यातील सांडपाण्याची विल्हेवाट लावायच्या आधी त्यावर प्रक्रिया करणे गरजेचे आहे.
- २) कारखाने, घरगुती आणि व्यावसायिक स्रोताद्वारे तयार होणाऱ्या घनकचऱ्याचे पर्यावरणामध्ये विल्हेवाट लावण्याच्या आधी त्याचे योग्य वर्गीकरण करावे आणि योग्य अशा पद्धतीचा वापर करून प्रक्रिया करावी. नवीन तंत्रज्ञान जसे की जैव-उपचार यासारख्याचा वापर करून घातक कचऱ्यावर योग्य प्रक्रिया करावी.
- ३) कृत्रिम खते, कीटकनाशके आणि अशास्त्रीय सिंचन पद्धतींचा वापर या गोष्टी टाळाव्यात. याशिवाय शाश्वत पद्धतीने शेतीचा विकास साधण्यासाठी जैविकखते, जैविक कीटकनाशके यांचा वापर करावा. यासारख्या खताच्या वापराचा मृदेवर कोणताही वाईट परिणाम होत नाही ते जमिनीची सुपिकता सुधारण्यासाठी मदत करतात.
- ४) झाडे आणि गवत लावून त्याचे एकप्रकारचे आच्छादन जमिनीवर तयार केले तर पाऊस आणि वारा यांपासून आपण तिचे संरक्षण करू शकतो.
- ५) खाणकाम संपलेल्या जागेवर जमिनीची धूप टाळण्यासाठी लगेचच वनीकरण करून सुधारणा करता येते.
- ६) किरणोत्सारी प्रदुषके अत्यंत काळजीपूर्वक हाताळली पाहिजेत.
- ७) पर्यावरणातील इतर विविध घटकांबरोबर मृदा संसाधनाचे संरक्षण करण्यासाठी पर्यावरण (संरक्षण) कायदा १९८६ च्या अंतर्गत काही मार्गदर्शक नियम बनविलेले आहेत.

### २.३.५ ध्वनि प्रदुषण

आधुनिक जीवनपद्धतीमुळे एका नवीन प्रदुषणाची निर्मिती मोठ्या प्रमाणावर होत आहे ते म्हणजेच ध्वनी प्रदुषण, ज्याकडे बहुतांशीपणे दुर्लक्ष होत आहे. गोंगाट या शब्दाची उत्पत्ती लॅटीन शब्द 'नॉशिया' यापासून झाली आहे. नॉशिया म्हणजेच पोटात मळमळीची भावना होऊन उलटी करणे होय. ध्वनीची व्याख्या ही

वेगवेगळ्या पद्धतीने केली जाते.

- १) गोंगाट म्हणजे महत्वाचा किंवा किंमत नसलेला आवाज.
- २) गोंगाट म्हणजे नको असलेला, असुखकारक किंवा तापदायक आवाज ज्यामुळे त्रासदायक होतो.
- ३) गोंगाट म्हणजे चुकीच्या जागी, चुकीच्या ठिकाणी निर्माण झालेला नको असणारा आवाज.

एखादा विशिष्ट आवाज उदा. संगीत जे एखाद्याला गोड ध्वनी वाटेल तर एखाद्याला ते आवडणार नाही. हे संगीत हुळवार असताना गोड तर मोठ्याने असताना कर्णकर्कश वाटते. एखादा ध्वनी काही ठिकाणी स्वीकारला जाऊ शकतो म्हणजेच गोंगाट नाही असे वाटते पण तोच आवाज इतर ठिकाणी आक्षेपार्ह म्हणजे गोंगाट वाटतो. उदा जो ध्वनी बाजाराच्या ठिकाणी सर्वसामान्य वाटतो तोच दवाखान्यांच्या ठिकाणी गोंगाट वाटतो.

म्हणूनच प्रश्न उभा राहतो की, ध्वनी म्हणजे तरी काय? यांत्रिक ऊर्जेपासून तयार होणाऱ्या लहरींना ध्वनी असे म्हणतात.

#### व्याख्या :

ज्यामुळे बोलताना मध्ये अडथळा निर्माण होता आणि ऐकण्यास अश्रवणीय की ज्यामुळे श्रवण क्षमतेस धोका निर्माण होऊ शकतो. असा त्रासदायक आवाज म्हणजे ध्वनीप्रदुषण होय.

पर्यावरणातील नको असलेला आवाज ज्यामुळे सजिवांवर आणि निर्जिवांवर विपरित परिणाम होतो यालाच ध्वनीप्रदुषण असे म्हणतात.

#### ध्वनीचे मोजमापन :

ध्वनी मोजण्यासाठी वेगवेगळी यंत्रे वापरली जातात. उदा. ध्वनीमापक यंत्र (SLM) ऑकटेव हॅण्ड अनालासर, मॅग्नेटिक टेप रेकॉर्डर, ध्वनी अनालासर इत्यादी. ध्वनी मापक यंत्र हे सर्वसाधारणपणे सगळीकडे वापरणारे यंत्र असून त्यामध्ये आवाजाचे स्तर मोजले जातात. या यंत्रामध्ये मायक्रोफोन, ध्वनीवर्धक यंत्र. वजनाच्या जाळ्या आणि डेसीबल या एककात दर्शविणारे मीटर असते. आवाजाची ऊजा ही संबंधीत ऊर्जेच्या मापात किंवा शक्तीच्या लॉगॅरिथमिक डेसिबल यामध्ये मोजतात. कानाच्या ऐकणाच्या क्षमतेनुसार. ध्वनीत जर १० पटीने वाढ झाल्यास डेसिबल (dB) मध्ये १० एककने वाढ होते तसेच ध्वनीत १०० पटीने वाढ झाल्यास डेसिबल (dB) मध्ये २० एकक वाढ होते.

कोणताही ध्वनी लहरीची असुखकारक पत ही काही घटकांवर अवलंबून असते. उदा. ध्वनी लहरीची वारंवारता, ध्वनी लहरीची क्षमता. ध्वनी लहरीचा कालावधी, ध्वनी लहरीमधील अडथळे इत्यादी.

#### ध्वनी प्रदुषणाचे स्रोत :

ध्वनी प्रदुषणाचे नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित असे प्रमुख स्रोत आहेत. नैसर्गिक स्रोतांमध्ये ढगांचा गडगडाट, वादळ, जोरांचा पाऊस, वीज इत्यादींचा समावेश होतो.

मानवनिर्मित स्रोत हे दोन विभागामध्ये विभागले जातात म्हणजेच अनौद्योगिक आणि औद्योगिक-

**अ) अनौद्योगिक स्रोत :**

या स्रोतामध्ये घरामध्ये निर्माण होणारा ध्वनी, विमान, मोटर गाड्या, रेल्वे रहदारी, गर्दीच्या बाजारातील गोंगाट, इत्यादीचा समावेश होतो.

घरगुती आवाजाच्या स्रोतामध्ये प्रामुख्याने दुरचित्रवाणी, आकाशवाणी, स्वयंपाकघरातील उपकरणे म्हणजेच मिक्सर, ग्राईंडर इत्यादी, कपडे धुण्याचे मशिन, प्रेशर कुकरच्या शिटीचा आवाज, दूरध्वनीचा आवाज, वातानुकूलित यंत्र इत्यादीचा आवाज. आपल्या उत्सव, सांस्कृतिक कार्यक्रम, सार्वजनिक आनंदोत्सव यामध्ये निर्माण होणारा आवाज ही ध्वनीप्रदुषणास कारणीभूत आहे.

**ब) औद्योगिक स्रोत :**

वेगवेगळी यंत्रे, जी साहित्य किंवा जिन्नस बारीक करण्यासाठी, एकत्रित करण्यासाठी बिळ (भोक) पाडण्यासाठी, कापण्यासाठी, फोडण्यासाठी, वस्तू तयार करण्यासाठी (जोडप्रक्रिया) कामामध्ये कारखान्यात वापरली जातात. त्याच्यामुळे ध्वनी निर्माण होत असतो. काही कारखान्यामध्ये निर्माण होणाऱ्या ध्वनीच्या तीव्रता ही तक्ता क्रमांक ५.३.६.१ मध्ये दर्शविली आहे.

**२.३.५.१ औद्योगिक स्रोत (काही कारखान्यातील ध्वनीची तीव्रता)**

अ.नं.	कारखाने (उद्योग)	ध्वनीचे मापन (डेसिबल)
१.	लाकड वखार	९०-११२
२.	काच कारखाना	७०-१०८
३.	जड वाहनाचा उद्योग	१००-१६०
४.	स्वयंचलित (यंत्रचाचणी) उद्योग	८०-९०
५.	साखर कारखाना	८०-१०३
६.	ऊर्जा प्रकल्प	८०-१००
७.	प्लॉस्टिक कारखाना	९०-९५
८.	चर्मोद्योग	७५-८०
९.	जड अभियांत्रिकी विभाग	८५-९५
१०.	जोडकाम विभाग	८०-९५

तरीपण केंद्र प्रदुषण नियंत्रण मंडळ (CPCB) ने शिफारस केलेली काही ठिकाणी अनुज्ञेय असलेली ध्वनीची पातळी खालील तक्ता क्र. ५.३.६.२ मध्ये दिली आहे.

तक्ता क्र. २.३.५.२ : सभोवतालच्या वेगवेगळ्या परिसरातील ठरविलेली ध्वनीची पातळी

अ.नं. परिसर	दिवस (सं. ६ ते १० सकाळी)	रात्र (सकाळी १० ते ६ सं)
१. औद्योगिक परिसर	७५	७०
२. व्यावसायिक परिसर	६५	५५
३. नागरी वसाहतीचा परिसर	५५	४५
४. शांत परिसर	५०	४०

♣ शांत परिसर म्हणजे दवाखाना, शैक्षणिक संस्था, न्यायालये इ.च्या परिसरा सभोवतालची १०० मी. पर्यंतची जागा.

काही ध्वनीचे स्रोत आणि त्यांची तीव्रता ही तक्ता क्रमांक २.३.६.३ मध्ये दर्शविली आहे.

तक्ता क्र. २.३.६.३ : ध्वनीचे स्रोत आणि त्याची तीव्रता

अ.नं. ध्वनीचे स्रोत	तीव्रता (डेसिबलमध्ये) (dB)
१. ऐकण्याची सामान्य क्षमता	०
२. सामान्य श्वसोच्छ्वास	१०
३. कुजबूज	३०
४. बैठकीच्या खोलीतील सर्वसामान्य आवाज	४०
५. शांत जागा उदा. दवाखाने, ग्रंथालये, शाळा इ.	४०-५०
६. सामान्य संवाद	५०-६०
७. कार्यालयातील आवाज	५५
८. स्वयंचलित वाहनाचा आवाज	७०
९. जेट विमान, ३०० मी. उंचीवरील	१००-११०
१०. जेट विमान उड्डाण घेताना	१५०
११. क्षेपणास्त्र	१८०-१९३

♦ ध्वनी प्रदुषणाचे परिणाम

ध्वनीमुळे अधिक दबाव निर्माण होतो त्यामुळे ध्वनीप्रदुषणाचे परिणाम हे सजवि व निर्जिव या दोन्ही घटकांवर होतात. ध्वनीमुळे भिंतीवर भेगा, खिडक्या, दारे, काचांना तडे, तसेच अचानक आणि एकदम निर्माण झालेल्या आवाजामुळे पृष्ठभागावरील साहित्याचे नुकसान यासारखे परिणाम निर्जिव घटकांवर दिसून येतात.

मानवावर होणारे ध्वनी प्रदुषणाचे परिणाम दोन भागांमध्ये विभागले जातात जसे की श्रवणविषयक आणि

अश्रवणविषयक परिणाम. श्रवणविषयक परिणामांमध्ये थकवा आणि बहिरेपणा म्हणजेच श्रवणक्षमतेमध्ये दोष निर्माण होतात.

अश्रवणविषयक परिणामांमध्ये खालील परिणाम दिसून येतात.

- १) रक्त वाहिन्यांचे आणि स्नायूंचे आकुंचन यामुळे त्वचेला वेदना निर्माण होऊन उच्च रक्तदाब निर्माण होण्याची शक्यता असते.
- २) स्नायू आकुंचन पावल्यामुळे श्वेतातंतू तुटणे, तसेच मानसिक ताण किंवा भ्रत्र होणे यासारखे त्रास होतात.
- ३) व्यक्तीची शारीरिक क्षमता आणि वागणूक यांच्यावरसुद्धा परिणाम होतो. यामुळे हृदय, मेंदू, मुत्रपिंड, यकृत यांना नुकसान तसेच भावनिक अस्वस्थता यावर विपरित परिणाम होतात.
- ४) सतत ध्वनीच्या सानिध्यात राहिल्यामुळे शरीरक्रियामध्ये काही दोष निर्माण होतात. उदा. अति मानसिक तणाव, घाम येणे, वाढणे, क्रियांमध्ये हानिकारक बदल, झोप न येणे, इत्यादी वाढणाऱ्या अर्भकाला शारीरिक धोकाही निर्माण होऊ शकतो.

ध्वनी प्रदुषणांचा दुष्परिणाम वन्य जीवांवरही म्हणजेच त्यांच्या वागणुकीवर आणि शरीरावर वितरित परिणाम दिसून येतात. त्याचबरोबर त्यांच्या खाण्याच्या आणि पुनर्उत्पादनाच्या क्षमता आणि सवयी यांच्यामध्ये बदल व विपरित परिणामही दिसून येतात.

#### तक्तका क्रमांक २.३.६.४ ध्वनी तीव्रतेचे मानवी शरीरावर होणारे परिणाम

अ.नं.	ध्वनीची तीव्रता (डेसिबलमध्ये)	शारीरिक धोके
१.	८०	अस्वस्थ वाटणे
२.	९०	श्रवण क्षमतेला धोका (८ तास)
३.	९५	जास्त अस्वस्थ वाटणे
४.	११०	त्वचेला उत्तजीत होते.
५.	१२०	वेदनांना प्रारंभ
६.	१३०-१३५	भोवळ येणे, मळमळणे
७.	१४०	कानामध्ये वेदना
८.	१५०	हृदयठोक्यामध्ये महत्त्वाचा बदल
९.	१६०	आणखी काही छोटे कायमस्वरूपी रोग किंवा धोके
१०.	१८०	कानाला कायमस्वरूपी नुकसान
११.	१९०	फुफ्फुसांना कायमस्वरूपी नुकसान

#### • प्रतिबंध आणि नियंत्रण

ध्वनी प्रदुषणांचे नियंत्रण वेगवेगळ्या मार्गांनून साध्य करता येते. जसे की, ध्वनीचे प्रमाण स्रोताजवळ,

ध्वनीग्राहकाजवळ, प्रेषणमार्ग, कमी करून, जाणीव निर्माण करून देऊन आणि कडक कायदे अवलंबून.

**१) ध्वनीचे प्रमाण स्रोताजवळ कमी करणे :-**

यामध्ये आवाज कमी करण्याची साधने वापरून, कार्यपद्धतीमध्ये बदल आणि गोंगाट निर्माण करणारी यंत्रे बदलून आवाज कमी करता येतो.

**२) ध्वनीचे प्रमाण ध्वनीग्राहकाजवळ कमी करणे :-**

आवाज कमी करण्यासाठी वैयक्तिक साधनाचा वापर जसे की कानात प्लग वापरणे, आवाज कमी व्हावा यासाठी शिरस्त्राण कानात कापसाचे बोळे वापरणे, कामगारांच्या कामाच्या वेळांमध्ये बदल व विशिष्ट वेळा ठरून देऊन ध्वनी प्रदुषण कमी करू शकतो.

**३) ध्वनीचे नियंत्रण प्रेषणमार्गामध्ये कमी करणे**

ध्वनीची तीव्रता ही ध्वनी स्रोत आणि कामगार यांच्या मधील अंतर वाढवून कमी करता येते. ध्वनीमध्ये अडथळ्याचा वापर म्हणजेच आवाज रोधक जागा निर्माण करणे, भिंती बांधणे, यंत्राचा आवाज करणारा भाग झाकणे इत्यादी.

**४) जाणीव निर्माण करणे :-**

वर्तमानपत्र, दूरदर्शन, रेडिओ, कार्यशाळा आणि व्याख्याते यांच्या माध्यमातून लोकांमध्ये ध्वनी प्रदुषण आणि त्यांचे परिणाम या विषयी जनजागृती निर्माण करणे.

**२.३.६ घनकचरा व्यवस्थापन**

मनुष्यप्राणी पृथ्वीवरील संसाधने मुक्त हस्ताने (उदाहरणे), बेफिकीरीने वापरत असल्यामुळे पूर्ण जीवनाला आधार देणारी संस्था आता धोक्यात आली आहे. ऊर्जा निर्मितीच्या प्रक्रियामध्ये घन, द्रव आणि वायुरूपात कचऱ्याची निर्मिती होत असते. घर, व्यावसायिक संस्था आणि कारखाने यामधील होत असलेल्या प्रक्रियामध्ये जो कचरा तयार होतो तो म्हणजे घनकचरा होय.

कोणत्याही नको असलेल्या आणि टाकाऊ पदार्थांचा कचरा म्हणतात. हा कचरा विविध सेंद्रिय व असेंद्रिय घटकांचा बनलेला असतो. घनकचरा हा फक्त पदार्थ तयार करण्याच्या अंतिम टप्प्यातील प्रक्रियेमध्ये होत नसून मधील प्रक्रियेमध्ये कच्चा मालाचा व्यवस्थित वापर न केल्यामुळेसुद्धा होतो.

घनकचऱ्याची अयोग्य हाताळणी ही जल, हवा आणि जमीन यांच्या प्रदुषणाचा स्रोत बनू शकते. आताच्या युगामध्ये शहरीकरण, औद्योगिकीकरण आणि लोकसंख्यावाढ यामुळे तयार होणाऱ्या मोठ्या प्रमाणातील कचरा हा पर्यावरणासाठी गंभीर धोका होत आहे. भारतामध्ये ०.४ किला/दिवस इतका प्रत्येक व्यक्तीमागे कचरा तयार होतो.

विघटनीकरणाच्या गुणधर्मांमुळे साधारणतः घन कचरा हा दोन प्रकारांमध्ये विभागला गेला आहे. एक म्हणजे विघटनशील/कुजणारा कचरा आणि अविघटनशील/न कुजणारा कचरा. कचरा निर्माण होण्याच्या स्रोतावरून कचरा वेगवेगळ्या प्रकारात विभागला गेला आहे. जसे की, महानगरपालिकेचा कचरा, औद्योगिक (कारखान्यातील कचरा), खाणकाम, शेती व पूक व्यवसायातील कचरा, बांधकाम कामातील कचरा, किरणोत्सर्गी कचरा आणि वैद्यकीय कचरा इत्यादी.

- **शहरी आणि औद्योगिक कचऱ्याचे स्रोत**

शहरी कचऱ्यामध्ये घरगुती आणि व्यावसायिक अशा दोन्ही कचऱ्यांचा समावेश होतो.

१. **घरगुती कचरा** : यामध्ये विविध टाकाऊ पदार्थ जसे की प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, रिकामे, धातुरूपी किंवा अॅल्युमिनियमचे डबे, टाकाऊ धातू, काचेच्या बॉटल, टाकाऊ कागद, कपडे, टाकाऊ अन्नपदार्थ इत्यादींचा समावेश होतो.

२. **दुकानातील कचरा** : यामध्ये मुख्यत्वेकरून कागद, डबे, बरण्या, प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, चहापती इ. च्या सामान बांधण्यासाठी वापरण्यात आलेल्या साहित्यांचा यात समावेश होतो.

३. **वैद्यकिय कचरा** : यात शरीराचे टाकाऊ भाग, रोगचिकित्सा केंद्रामधील कचरा यासारख्या संसर्गजन्य रोग पसरवणाऱ्या कचऱ्याचा समावेश होतो.

४. **बांधकामातील कचरा** : विखुरलेले, फुटलेले, निरर्थक, लाकडाचे, सिमेंटचे इ. चा यामध्ये समावेश होतो.

५. **फळउत्पादन आणि कत्तलखान्यातील कचरा** : यामध्ये फळाचे भाग, नको असलेले प्राण्यांचे कत्तलखान्यातील भाग यांचा समावेश होतो.

जो शहरी कचरा सुक्ष्मजीवांमार्फत कुजला जातो त्याला कुजणारा कचरा असे म्हणतात. उदाहरणार्थ फळभाजांचा कचरा, (विघटनशील) चहापती, सुकी झाडांची पाने इत्यादी, जो कचरा सुक्ष्मजीवांमार्फत कुजला जात नाही त्याला न कुजणारा कचरा असे म्हणतात (अविघटनशील), उदाहरणार्थ प्लॅस्टिक पिशव्या, टाकाऊ काचेच्या बॉटल, कोळसा, दगड इत्यादी.

- **औद्योगिक कचरा :**

मोठ्या प्रमाणातील टाकाऊ पदार्थ म्हणजेच सेंद्रिय कचरा, सामान्य बांधकामातील साहित्य, कारखान्यातील निरर्थक साहित्य इत्यादींचा यामध्ये समावेश होतो.

हा वेगवेगळ्या कारखान्यामध्ये तयार होणारा कचरा भिन्न-भिन्न असतो. यात सेंद्रिय, असेंद्रिय तसेच घातक कचऱ्याचाही समावेश होतो. काही कारखान्यामध्ये काही कचरा पुनर्चक्रीकरण आणि पुनर्वापरासाठी वापरला जातो. औद्योगिक कचऱ्याचे प्रमुख स्रोत हे शेतीवर आधारित कारखाने, रासायनिक कारखाने, धातू आणि खनिजांवर प्रक्रिया करणारे कारखाने इत्यादींचा समावेश होतो.

- **घनकचऱ्याचे व्यवस्थापन व्यवस्थित न केल्यामुळे उद्भवणाऱ्या समस्या**

१. कचऱ्याचे व्यवस्थापन व्यवस्थित न झाल्यामुळे परिसरामध्ये दुर्गंधी निर्माण होते. तसेच त्या भागातील सृष्टी सौंदर्याचा न्हास होतो.

२. शहरी तसेच कारखान्यातील घन कचऱ्याची अयोग्य हाताळणी ही जमीन पाणी आणि हवा प्रदुषणाचा स्रोत होऊ शकते.

३. उघड्यावर टाकलेल्या घनकचऱ्यामुळे अनेक रोगांचा प्रादुर्भाव होतो तसेच अस्वच्छ पर्यावरणीय स्थितीही निर्माण होते.
४. घनकचरा ज्या ठिकाणी टाकला जातो तेथून निघणाऱ्या पाण्याच्या लिचेटमध्ये रोग पसरवणारे सूक्ष्मजीव, विषारी रासायनिक पदार्थ, असतात त्यामुळे ही मृदा प्रदुषण व पाणी प्रदुषण होऊ शकते. तसेच असे घातक पदार्थ माती आणि पाणी यामध्ये साठून राहिल्यामुळे ते अन्न साखळीमध्ये प्रवेश करून ते मानवाच्या शरीरातही येऊ शकतात.
५. घनकचरा जाळल्यामुळेही हवा प्रदुषण होऊ शकते.

● **घनकचऱ्याचे व्यवस्थापन :**

शहरी कचऱ्यामधील, सामुदायिक भागातील निर्माण होणारा घनकचरा हा दोन पद्धतीने गोळा केला जातो. जसे की प्रत्येकाच्या घरातून तयार होणारा घनकचरा सामुदायिक कचराकुंडीमध्ये गोळा करण्यात येतो आणि दुसऱ्या पद्धतीने म्हणजे जसे की अनेक शहरांमध्ये महानगरपालिकेच्या लोकांकडून घराघरातून हा घनकचरागोळा केला जातो. अशा प्रकारच्या पद्धतीपैकी सामुदायिक कचराकुंडीची पद्धत ही आपल्या देशात मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते. ह्या कचराकुंड्या चौकीमध्ये किंवा रस्त्यांच्या कडेला ठेवल्या जातात.

घनकचरा व्यवस्थापनाच्या पद्धती या प्रामुख्याने पाच भागात विभागल्या गेल्या आहेत.

- १) स्रोताजवळ कचरा वेगळा करणे
- २) गोळा करणे व साठवणे
- ३) कचरा वाहून नेणे
- ४) पुनर्वापर आणि पुनर्निर्मिती
- ५) प्रक्रिया व विल्हेवाट

१) **तीन 'आर' चा वापर**

विल्हेवाट व सुरक्षित साठवणूक करण्याचा कचरा व्यवस्थापनांच्या आधी तीन घटकांना विशेष महत्त्व आहे. ते म्हणजे पुनर्वापर, वापरात घट आणि पुनर्चक्रीकरण

१. कच्चा मालाच्या वापरात घट केली की आपोआपच कचरा निर्मितीही कमी होऊ शकते.
२. जे साहित्य टाकून दिले आहे ते परत वापरा उदा. बॉटल किंवा रिकामे कॅन परत भरा आणि वापरा. त्यामुळे कमी कचरा तयार होण्यास मदत होईल.
३. पुनर्चक्रीकरण म्हणजे टाकाऊ साहित्यावर प्रक्रिया करून नवीन उपयोगी वस्तूमध्ये रूपांतर करणे. उदाहरणार्थ जूनी बॉटल किंवा एखादा धातू हा वितळून परत त्यापासून नवीन बॉटल किंवा कॅन तयार करा. काही कचरा हा दुसऱ्या कारखान्यामध्ये कच्चा माल म्हणून वापरणे उदा. मळी ही साखर कारखान्यातील कचरा आहे पण तीच मद्य तयार करण्याच्या कारखान्यामध्ये कच्चा माल म्हणून वापरली जाते.
४. जीवनशैलीमध्ये जर या तीन 'आर' चा वापर केला तर खरोखरच पैसा, ऊर्जा, कच्चा माल, जागा यांचे साठवणूक होईल आणि प्रदुषणही कमी होईल.

## २) कंपोस्टिंग :

भारतामध्ये ग्रामीण आणि शहरी भागामध्ये ही पद्धत कुजणाऱ्या कचऱ्याच्या विल्हेवाटीसाठी यशस्वीपणे वापरली जाते. या पद्धतीमध्ये, कुजणारा कचरा हा कुजण्यासाठी ऑक्सीजन (प्राणवायू) कमी अशा माध्यमामध्ये ठेवला जातो. यापासून चांगल्या प्रतीचे खत मिळते त्यामुळे जमिनीची उत्पादकता वाढण्यास मदत होते.

## ३) गांडूळ खत निर्मिती :

ही पद्धत कंपोस्टिंग सारखीच आहे फक्त यामध्ये गांडूळाचा वापर केला जातो. घरातील व कारखाने यातील मैला साखा (Sewage sludge) घरगुती कचरा, तसेच शेतीतील कचरा यांची विल्हेवाट करण्यासाठी ही पद्धती वापरली जाते.

## ४) जमीन पुनर्भरण :

घनकचरा हा एकत्रितपणे विरळ अशा थरामध्ये पसरवला जातो. त्यावरती माती किंवा प्लॅस्टिक झाकले जाते. सध्याच्या आधुनिक जमीन पुनर्भरण पद्धतीमध्ये तळाचा भाग हा झाकला जातो त्यामुळे भूजल प्रदूषण होत नाही.

## ५) भस्मीकरण :

भस्मीकरण म्हणजे नको असलेला कचरा जास्त तापमानाला भस्म (जाळणे) होय. या जाळण्याच्या प्रक्रियेमध्ये विविध वायू पर्यावरणात सोडले जातात. हा या तंत्रज्ञानाचा मोठा तोटा आहे. ही पद्धती मोठ्या प्रमाणावर घातक कचऱ्याच्या व्यवस्थापनासाठी वापरली जाते.

## घनकचरा व्यवस्थापन नियंत्रण नियम

केंद्रीय पर्यावरण, वन आणि हवामान बदल मंत्रालयाने (एमओईएफ आणि सीसी) अलीकडेच नवीन घनकचरा व्यवस्थापन नियम (एसडब्ल्यूएम) २०१६ ला अधिसूचित केले आहे. हा नियम पालिका घनकचरा (व्यवस्थापन व हाताळणी) नियम, २००० च्या जागी बदलला आहे. गेल्या १६ वर्षांपासून यापूर्वी मंत्रालयाने आणलेल्या कचरा व्यवस्थापनाच्या नियमांमधील हे सहावे श्रेणीत आहेत, कारण ह्यामध्ये प्लास्टिक, ई-कचरा, बायोमेडिकल, धोकादायक आणि बांधकाम आणि तोडफोड कचरा व्यवस्थापनाचे नियम अधिसूचित केले आहेत.

केंद्रीय पर्यावरण, वन व हवामान राज्यमंत्री यांच्या मते, देशात दरवर्षी ६२ दशलक्ष टन कचरा तयार होतो, त्यातील ५.६ दशलक्ष टन प्लास्टिक कचरा, ०.१७ दशलक्ष टन बायोमेडिकल कचरा, धोकादायक कचरा निर्मिती ७.९० दशलक्ष प्रतिवर्षी टन आणि १ लाख टन ई-कचरा असून त्यापैकी केवळ ७५.८०% नगरपालिकेकडून हा कचरा संकलित केला जातो आणि त्यातील केवळ २२-२८% घनकचऱ्यावर प्रक्रिया केली जाते.

कचरा व्यवस्थापनाच्या नवीन नियमांमध्ये नगरपालिका क्षेत्रासह शहरी समूह, जनगणनेची शहरे, अधिसूचित औद्योगिक टाउनशिप्स, भारतीय रेल्वे, विमानतळ, तीर्थक्षेत्र, विशेष आर्थिक क्षेत्र, धार्मिक व ऐतिहासिक महत्त्व व राज्य आणि त्यांच्या हद्दीत असलेली केंद्र सरकारची संस्था ह्यांचा समावेश केला आहे.

## नवीन एम्‌एम्‌डब्ल्यू नियम, २०१६ चे सर्वात महत्त्वाची वैशिष्ट्ये

- वर वर्णन केल्याप्रमाणे घनकचरा व्यवस्थापन नियम आता पालिका क्षेत्राच्या पलीकडे लागू केला गेला आहे.
- कचऱ्याचे स्रोत वेगळे करणे कचऱ्याची पुनर्प्राप्ती, पुनर्वापर करून कचऱ्याची विल्हेवाट चांगल्या कामासाठी करणे बंधनकारक आहे.
- कचरा तयार करणाऱ्याने त्याचा कचरा हा तीन विभागामध्ये जसे कि ओला कचरा, सुका कचरा आणि घातक कचरा असे विभाजन करून तो कचरा अधिकृत रॅग-पिकर्स किंवा कचरा गोळा करणारे आणि स्थानिक संस्था यांना सोपवणे बंधनकारक आहे.
- कोणत्याही व्यक्तीने त्यांच्याद्वारे तयार केलेला घनकचरा हा रस्त्यावर टाकू नये, जाळू नये किंवा दफन करू नये, त्याने तयार केलेला कचरा त्याच्या जागेच्या बाहेर किंवा नाल्यात किंवा पाण्याच्या ठिकाणी किंवा सार्वजनिक ठिकाणी टाकू नये.
- कचरा तयार करणाऱ्याने कचरा गोळा करणाऱ्यांना 'युजर फी' द्यावी लागेल आणि कचरा टाकणे आणि वेगळी न करणे यासाठी 'स्पॉट दंड' भरावा लागेल.
- बाळाच्या डायपर सारखे सॅनिटरी कचरा, सॅनिटरी पॅड्स हे निर्मात्यांनी किंवा उत्पादनांच्या ब्रँड मालकांनी पुरविलेल्या पाऊचमध्ये सुरक्षितपणे गुंडाळले पाहिजेत किंवा कोरडे/नॉन-बायोडिग्रेडेड (अविघटनशील) कचरा असलेल्या डब्यात योग्य रॅपिंग करून ठेवला पाहिजे.
- स्वच्छ भारत अभियानामध्ये भागीदारीची संकल्पना मांडली गेली आहे. उद्योग, मॉल्स किंवा हॉटेल्स यासारख्या मोठ्या संस्थांनी कचरा वेगळा करून वर्गीकरण केले पाहिजे आणि स्थानिक स्वराज्य संस्थांच्या भागीदारीने त्याचे व्यवस्थापन केले गेले पाहिजे.

## २.४ सारांश :

पर्यावरणाच्या कोणत्याही भागामध्ये नको असलेला अनपेक्षित बदल जो संपूर्ण परिसंस्थेमध्ये बदल घडवून आणतो, त्याला 'प्रदूषण' म्हणतात. आधुनिक जीवनशैली, वाढते औद्योगिकरण, शहरीकरण, नैसर्गिक संसाधनांचा अपरिमित वापर, इ. कारणांमुळे पर्यावरणाचा समतोल ढासळतो आहे. हवा प्रदूषण, जल प्रदूषण, ध्वनि प्रदूषण, औष्णिक प्रदूषण, इ. प्रदूषणामुळे पुढच्या मानवी पिढ्यांना आपल्या अस्तित्वासाठी संघर्ष करावा लागणार आहे. प्रदूषकांच्या वाढत्या प्रमाणामुळे परिसंस्थांच्या रचनेत आणि कार्यपद्धतीमध्ये विपरित बदल घडून येत आहेत. कीटकनाशके आणि रासायनिक खतांचा अयोग्य वापर केल्याने मृदा प्रदूषण तसेच जैविक अन्नसाखळीतील संचयन अशा समस्या निर्माण झाल्या आहेत. कारखान्यातून तसेच शहरीकरणामुळे तयार होणाऱ्या सांडपाण्यामुळे जलप्रदूषणासारखी गंभीर समस्या निर्माण झाली आहे. तसेच वाहनांची वाढणारी संख्या आणि कारखान्यांतून बाहेर पडणाऱ्या विषारी धुरामुळे हवा प्रदूषणाचा प्रश्न निर्माण झाला आहे. जागतिक तापमान वाढ, आम्ल पर्जन्य इ. जागतिक स्तरावरील समस्या निर्माण झाल्या आहेत. वाढत्या शहरीकरणामुळे घनकचरा व्यवस्थापन करणे कठीण झाले आहे. विद्युत निर्मितीसाठी उभारण्यात आलेल्या औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पातील टाकाऊ गरम पाणी जवळच्या जलसाठ्यात सोडल्याने जलपरिसंस्थेवर विपरित

परिणाम झाला आहे. शाश्वत भविष्याचा विचार करता प्रदूषण समस्येची जनजागृती होणे, त्यानुसार त्यावर स्थानिक, प्रादेशिक आणि जागतिक पातळीवर उपाययोजना करणे ही अखंड मानवजातीची गरज आहे.

## २.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न

१. प्रदूषण म्हणजे काय? त्याची उदाहरणे द्या.
२. हवा प्रदूषणाची कारणे सांगा.
३. जलप्रदूषणाचे परिणाम सांगा.
४. मृदा प्रदूषण म्हणजे काय ?
५. ध्वनि प्रदूषणाची कारणे कोणती ?
६. घनकचरा व्यवस्थापन
७. जलप्रदूषणाचे प्रकार सांगा.

### ♦ स्वयं अध्ययन उत्तरे

१. नैसर्गिक हवा, पाणी आणि जमीन यांच्या भौतिक, रासायनिक किंवा जैविक गुणधर्मात घडलेला कोणताही अनपेक्षित बदल ज्यांचा जीवनांवर किंवा सजीवांच्या आरोग्यावर परिणाम होतो किंवा नैसर्गिक वस्तू किंवा संपत्तीला हानी पोहचते त्याला 'प्रदूषण' म्हणतात.  
उदा. जलप्रदूषण, हवा प्रदूषण, ध्वनि प्रदूषण इ.
२. जंगलातील वणवे, ज्वालामुखीचा उद्रेक, वादळी वारे, जैविक पदार्थांचे विघटन ही हवा प्रदूषणाची नैसर्गिक कारणे आहेत. तर वाहन प्रदूषण, धुम्रपान, किरणोत्सारी अणुस्फोट, कारखान्यातून बाहेर पडणारा धूर, इत्यादी मानवनिर्मित कारणे आहेत.
३. कारखान्यातील किंवा शहरांतील सांडपाणी जलसाठ्यात मिसळल्याने पाण्यातील प्राणवायू कमी होतो, आम्लधर्मीय पाण्यामुळे कित्येक धातू पावसाच्या पाण्यातून येवून जलसाठ्यात येवून सजीवांमध्ये साठून राहतात, त्याचबरोबर अतिरिक्त जलपर्णीची वाढ, तेल किंवा कार्बनयुक्त पदार्थांचा तवंग यामुळे जलसृष्टीवर परिणाम होतो. विविध आजारांचा प्रसार होतो.
४. कारखाने किंवा शहरांतून येणारे सांडपाणी, घनकचरा, प्लॅस्टिकच्या बाटल्या, नेट, औष्णिक प्रकल्पातून सोडले जाणारे गरम पाणी, तेलवाहू जहाजांचे अपघात, इ. कारणांमुळे सागरी प्रदूषण होते.
५. उद्योगधंद्यांमधील यंत्रसामुग्री, टी.व्ही., रेडिओ, घरातील इतर यंत्रे, लग्न समारंभ, बांधकामकार्य, उपग्रहाचे प्रक्षेपण, विमानतळ, इ. कारणांमुळे ध्वनिप्रदूषण होते.
६. किरणोत्सारांमुळे सजीव पेशी मृत होऊन कर्करोग होवू शकतो, गुणसुत्रातील बदल, अन्नजाळ्यात किरणोत्सारी पदार्थांचा प्रवेश, इत्यादी परिणाम दिसून येतात.
७. वातावरणातील हवेच्या व दाबाच्या असमतोल वहनांमुळे उत्तर गोलार्धात घड्याळ्याच्या विरुद्ध दिशेने

तर दक्षिण गोलार्धात घड्याळाच्या दिशेने चक्रीवादळे निर्माण होतात.

## २.६ दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. नैसर्गिक आपत्ती म्हणजे काय? विविध नैसर्गिक आपत्तींचे व्यवस्थापन कसे करावे.
२. जलप्रदूषण, मृदा प्रदूषण आणि ध्वनि प्रदूषणाचे परिणाम विशद करा.
३. विविध प्रकारच्या प्रदूषणाच्या महत्त्वाच्या घटना विस्तृत रूपाने लिहा.
४. घनकचरा समस्या आणि व्यवस्थापन विशद करा.
५. औष्णिक प्रदूषणाची कारणे व उपाय स्पष्ट करा.
६. प्रदूषण नियंत्रणातील वैयक्तिक सहभागाचे महत्त्व स्पष्ट करा.

## २.७ लघुत्तरी प्रश्न

अ) टिपा लिहा

१. मृदाप्रदूषणाची कारणे
२. भूकंप व्यवस्थापन
३. चक्रीवादळे
४. जलप्रदूषणाचे प्रकार

## २.८ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१. मिलर टी. जी. ज्यू., एनव्हायरनमेंटल सायन्स, वर्डस्वर्थ पब्लिशिंग कं.
२. वॅगनर के. डी., एनव्हायरनमेंटल मॅनेजमेंट, डब्ल्यू. बी. सॉन्डर कं., फीलाडेल्फिया यु.एस.ए., १९९८.
३. तेवार्था जी. टी., ऍन इन्ट्रॉडक्शन टू क्लायमेट, मॅकग्राहील कं., न्यू यॉर्क, १९६८.
४. डाऊन टू अर्थ, सेंटर फॉर सायन्स अँड एनव्हायरनमेंट.
५. सन्ना, एस.सी., एनव्हायरनमेंटल सायन्स, न्यू सेंट्रल बुक एजन्सी प्रा. लि., कलकत्ता, २००१.

□□□

## घटक : २

### पर्यावरण प्रदूषण, वातावरणीय बदल व पर्यावरण संरक्षण कायदे

#### ब) वातावरणीय बदल

#### घटक संरचना :

- ३.१ उद्दिष्ट्ये
- ३.२ प्रास्ताविक
- ३.३ विषय विवेचन
  - ३.३.१ हवामानातील बदल
  - ३.३.२ हरित वायूंचे उत्सर्जन आणि हरित गृह परिणाम
  - ३.३.३ हवामान बदलाचे परिणाम
  - ३.३.४ हवामान बदलावरील उपाय
  - ३.३.५ हवामान बदल रोखण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय व राष्ट्रीय स्तरावरील प्रयत्न
  - ३.३.६ भारताचे निव्वळ शून्य उत्सर्जन उद्दिष्ट्ये
- ३.४ सारंश
- ३.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न व उत्तरे
- ३.६ उपक्रम
- ३.७ दीर्घोत्तरी प्रश्न
- ३.८ लघुत्तरी प्रश्न
- ३.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

#### ३.१ उद्दिष्ट्ये:

- ♦ हरित वायूंच्या उत्सर्जनामुळे होणारी हवामान बदल ही प्रक्रिया अभ्यासणे
- ♦ हवामान बदलाचे परिणाम अभ्यासणे
- ♦ कर्ब वायूंचे उत्सर्जन टाळण्यासाठी ऊर्जा कार्यक्षमतेचे उपाय तपासणे

#### ३.२ प्रास्ताविक :

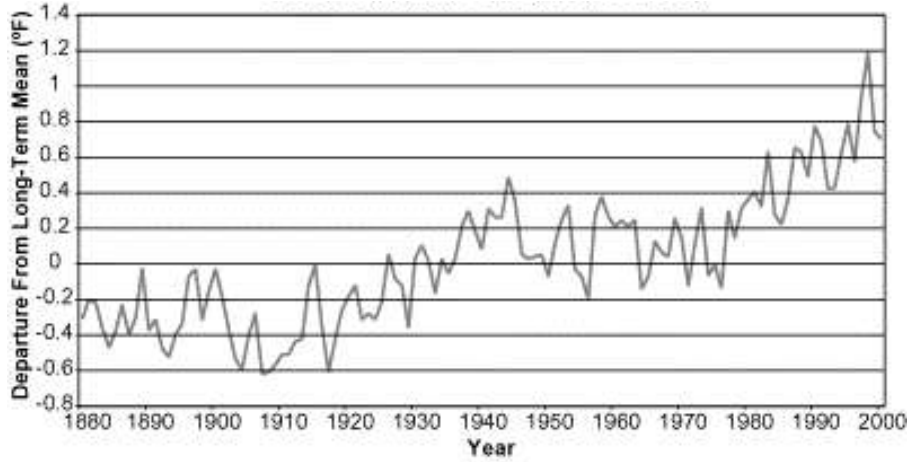
हवामान बदल म्हणजे जागतिक तापमानात होणारी दीर्घकालीन वाढ होय, जी मुख्यत्वे कोळसा, तेल व वायू यांसारख्या जीवाश्म इंधनांच्या ज्वलनातून उत्सर्जित होणाऱ्या हरितगृह वायूंचे (CO<sub>2</sub>, मिथेन) घडते. यामुळे होणारा 'हरितगृह परिणाम' पृथ्वीची उष्णता वाढवतो, ज्यामुळे समुद्राची पातळी वाढणे, तीव्र हवामान आणि नैसर्गिक परिसंस्थेला धोका निर्माण होतो. नूतनीकरण योग्य ऊर्जा वापरणे आणि वृक्षारोपण करणे हे प्रमुख उपाय आहेत.

### ३.३ विषय विवेचन

#### ३.३.१ हवामानातील बदल

लाखो वर्षांपूर्वीचे पृथ्वीवरचे हवामान आणि आताचे हवामान हे खूप वेगळे आहे. पृथ्वीवरील हवामानात सातत्याने बदल होत आहेत. हजारो, लाखो वर्षांपूर्वी हवामानात जे बदल घडून आले. ते वातावरणातील कार्बन डाय ऑक्साईडच्या प्रमाणात झालेला बदल व त्यासारख्या इतर नैसर्गिक कारणांमुळे घडून आले.

सद्य स्थितीतील आणि भविष्यकाळातील हवामानातील बदलांसाठी विविध मानवी कृतीदेखील कारणीभूत ठरू शकतील. माणसाच्या निरनिराळ्या कृतींमधून प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या नैसर्गिक प्रवाहांमध्ये जे बदल घडून येत आहेत ते ऋतूमानात महत्त्वपूर्ण बदल घडवून आणत आहेत. मानवामुळे जे बदल घडवून आणले जातात. ते हरित गृह परिणामांचाच एक भाग आहेत. हरित गृह परिणाम म्हणजेच पृथ्वीच्या भूपृष्ठासमोरील वातावरणाची पृथ्वीवरून उत्सर्जित केलेली किरणे धारण करण्याच्या क्षमतेत झालेली वाढ. पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड यांसारखे घटक पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून उत्सर्जित केल्या जाणाऱ्या दीर्घ लांबीच्या लहरी म्हणजेच भूस्तरीय अति तांबडे किरण साठवून ठेवतात.



स्रोत यु. एस्. नॅशनल क्लायमॅटिक डाटा सेंटर, २००१.

#### आकृती ६.४ वैश्विक तापमानातील बदल (१९८०-२०००)

या नैसर्गिक हरित गृह परिणामामुळे पृथ्वीचे तापमान  $३३^{\circ}$  से. पर्यंत वाढते. परंतु लहान वाटणाऱ्या माणसाने नैसर्गिक हरित गृह वायूंमध्ये केलेले बदल व वाढ हे पुढच्या शतकांमध्ये तापमान  $१$  ते  $५^{\circ}$  से. ने वाढवू शकतात. यामुळे पृथ्वीच्या पर्यावरणात महत्त्वपूर्ण असे बदल घडवू शकतात.

विसाव्या शतकातील सर्वात उष्ण तापमान असणारी  $१०$  वर्षे ही गेल्या शतकातल्या शेवटच्या  $१५$  वर्षांत नोंदविली गेली आहेत. यापैकी  $१९९८$  हे सर्वात गरम वर्ष मानले जाते.

फ्रान्स, स्पेन व पोर्तुगालमध्ये कोरड्या हवामानामुळे प्रचंड वणवे पेटले. ज्यामुळे, मालमत्ता, वन्यजीवांचे नुकसान झाले. उत्तर गोलार्धातील बर्फाचे अच्छादन व हिमनग यांच्या प्रमाणात घट झाली आहे. गेल्या शतकात जागतिक स्तरावर समुद्राची पातळीदेखील वाढली आहे. संपूर्ण जगामध्ये अतिवृष्टीच्या वारंवरतेमध्ये वाढ झाली आहे.

### ३.३.२ हरित वायूंचे उत्सर्जन आणि हरितगृह परिणाम

जीवाश्म इंधनाचे ज्वलन व जंगलतोड यांसारख्या अनेक मानवी कृतींमुळे हवेत सोडले जाणारे कार्बन डाय ऑक्साईड व इतर हरितगृह वायूंच्या प्रमाणात वाढ होत आहे. ज्यामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढते. असे हवामान तज्ज्ञांचे मत आहे. सर्वसाधारणपणे हरितगृह परिणाम म्हणून ओळखली जाणारी यंत्रणा पृथ्वीवरील जीवसृष्टीच्या वास्तव्यासाठी आवश्यक आहे. वातावरणातील हे वायू हरितगृहाच्या काचेसारखे काम करतात. सूर्यकिरणे आत येऊ देतात व उष्णता बाहेर जाण्यापासून रोखतात. पण, नैसर्गिक तसेच मानवी कृतींमधून तयार होणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईड, मिथेन, नायट्रस ऑक्साईड यांसारख्या प्राथमिक हरितगृह वायूंच्या वाढीमुळे वातावरणाची रासायनिक रचना बदलत आहे. या वायूंच्या उष्णता पकडून ठेवण्याच्या गुणधर्माबाबत वाद नाही, तरीदेखील पृथ्वीवरील ऋतूमानाचा त्या वायूंशी असलेल्या प्रतिसादाबाबत स्पष्टता नाही.

### बदलते वातावरण

सूर्याची पृथ्वीवर येणारा ऊर्जा, तिची तीव्रता हे पृथ्वीवरील हवामान व ऋतूमान यांसाठी कारणीभूत ठरतात. पृथ्वीवर पोहोचणारी सौर उर्जा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे तापमान वाढवते. तर पृथ्वीवर यातील काही प्रमाणात उर्जा वापरली जाऊन उर्वरित उष्णतेच्या स्वरूपात अवकाशात उत्सर्जित केली जाते. वातावरणातील हरितगृह वायू (पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड, इ.) यापैकी काही उर्जा धरून ठेवतात.

जर पृथ्वीवर नैसर्गिक हरितगृह परिणाम नसते, तर पृथ्वीवरील तापमान हे आज आहे त्यापेक्षा कितीतरी पटींनी कमी असते व आपल्याला ज्ञात असलेली जीवसृष्टी पृथ्वीवर अस्तित्वात आली नसती. या नैसर्गिक हरितगृह परिणामामुळे पृथ्वीचे तापमान  $30-35^{\circ}$  से. च्या आसपास आहे पण, हरितगृह वायूंच्या प्रमाणात वाढ झाल्यामुळे मात्र समस्या निर्माण होतात.

औद्योगिक क्रांतीपासून वातावरणातील कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण जवळ-जवळ ३० टक्क्यांनी, मिथेनचे प्रमाण दुपटीने व नायट्रस ऑक्साईडचे प्रमाण १५ टक्क्यांनी वाढले आहे. शास्त्रज्ञांच्या मते जीवाश्म इंधनाचे ज्वलन व इतर मानवी कृतींमुळे कार्बन डायऑक्साईड व इतर हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढत आहे. वनस्पतींचे श्वसन व सेंद्रिय पदार्थांच्या विघटनातून बाहेर पडणारा कार्बन डायऑक्साईडचे प्रमाण हे मानवी कृतीतून बाहेर पडणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईडपेक्षा १० पटीने जास्त असले तरीही औद्योगिक क्रांतीपर्यंत पृथ्वीवरील वनस्पती, सागर यांच्याकडून शोषला जाऊन समतोल राखला जात असे. गेल्या काही शतकात मानवी क्रांतीमुळे उत्सर्जित केल्या जाणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईडचे प्रमाण अधिक आहे. मोटार-ट्रक चालविण्याकरीता, घर-कार्यालये गरम राखण्यासाठी, ऊर्जा निर्मितीसाठी जीवाश्म इंधनाचे ज्वलन केले जाते. यामधून ९८% कार्बन डाय ऑक्साईड, २४% मिथेन, १८% नायट्रस ऑक्साईड हवेत सोडले जातात. वाढती शेती, जंगलतोड, भराव टाकणे, औद्योगिकीकरण आणि खाणकाम यांसारख्या क्रियांदेखील हे वायू हवेत

सोडतात. हवेतील कार्बन डाय ऑक्साईड शोषून घेणारी जंगले, नैसर्गिक वने यांची घट झाल्यामुळे नैसर्गिक समतोल राखण्याची क्षमता कमी झाली आहे.

♦ **हरितगृह वायू**

हरितगृह वायू हे नैसर्गिकरित्या वातावरणात आढळतात, तर काही मानवी कृतींचा परिणाम असतात. नैसर्गिकरित्या आढळणारे हरितगृह वायू म्हणजे पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड मिथेन, नायट्रस ऑक्साईड, ओझोन. काही मानवी कृती नैसर्गिकरित्या आढळणाऱ्या या वायूच्या स्तरात वाढ करतात.

- ♦ **कार्बन डायऑक्साईड** - हा घनकचरा, जिवाश्म इंधन (तेल, नैसर्गिक वायू व कोळसा), लाकूड व लाकडी उत्पादने यांच्या ज्वलनातून हवेत टाकला जातो.
- ♦ **मिथेन** - हा कोळसा, नैसर्गिक वायू व तेल यांच्या उत्पादन व वाहतूक यांद्वारे बाहेर टाकला जातो. सेंद्रिय कचऱ्याचे विघटन, भराव टाकणे, शेळ्या मेंढ्या, गुरे यांसारखी चर्वण करणारी जनावरे हे देखील मिथेन हवेत सोडण्यासाठी कारणीभूत ठरतात.
- ♦ **नायट्रस ऑक्साईड** - हा शेती, औद्योगिक कृती तसेच, घनकचरा व जिवाश्म इंधनाचे ज्वलन यामधून बाहेर सोडला जातो.

नैसर्गिकरित्या न आढळणारे पण अधिक प्रभावी असे काही हरितगृह वायू म्हणजे हायड्रोफ्ल्युरोकार्बनस, परफ्ल्युरोकार्बनस व सल्फर हेक्झाफ्ल्युराईड जे निरनिराळ्या औद्योगिक प्रक्रियांपासून तयार होतात. हरितगृह वायूंमध्ये अधिक उष्णता धरून ठेवण्याची क्षमता आहे. ही क्षमता वायूगणिक वेगवेगळी असते. मिथेनचा एक रेणू कार्बन डायऑक्साईडच्या एका रेणूच्या एकवीस पटीने अधिक उष्णता पकडून ठेवतो, तर नायट्रस ऑक्साईडचा एक रेणू २७० पटीने अधिक उष्णता पकडून ठेवतो. बऱ्याचवेळा हरितगृह वायूच्या उत्सर्जनाचा अंदाज हा Millions of Metric Tons of Carbon Equivates (MMTCE) या एककात दर्शविला जातो.

हरितगृह वायूंचे वाढते प्रमाण हे ऋतूमान बदलाचा वेग वाढवितात. तज्ज्ञांच्या मते सरासरी वैश्विक तापमान हे पुढील ५० वर्षांत ०.६<sup>०</sup> ते २.५<sup>०</sup> से. ने. आणि पुढील शतकात १.४<sup>०</sup> ते ५.८<sup>०</sup> से.ने. वाढण्याची शक्यता आहे. ज्यामुळे अनेक प्रादेशिक बदल घडू शकतात. हवामानातील वाढत्या तापमानाबरोबर बाष्पिभवन वाढेल ज्यामुळे सरासरी वैश्विक वृष्टी म्हणजेच पाऊस, हिमवृष्टी मध्ये वाढ होईल. या उलट बऱ्याच ठिकाणी मातीतील ओलसरपणा कमी होईल, वादळी पावसांच्या वारंवारतेमध्ये वाढ होईल. जवळपास सर्व किनाऱ्यावर सागराची पातळी दोन फुटाने वाढण्याची शक्यता आहे. जागतिक ऋतुमान बदलाच्या ठोकताळ्यापेक्षा ठराविक ठिकाणच्या ऋतूमान बदलाचे ठोकताळे बेभरवशाचे आहेत आणि प्रादेशिक ऋतुमानात बदल होतील का हे अस्पष्ट आहे.

वैश्विक तापमानातील बदल नवीन संसर्गजन्य रोगांना कारणीभूत ठरतील. याबरोबरच पीक उत्पादनावर परिणाम होण्याची शक्यता आहे, भूगर्भातील पाण्याचा समतोल बिघडेल जे मानवी जीवन व परिस्थितीची यांच्या गुणवत्तेवर अप्रत्यक्षपणे परिणाम घडवून आणेल.

### ३.३.३ हवामान बदलाचे परिणाम

#### हवामान बदलामुळे शेतीवर परिणाम

हवामान बदलामुळे शेतीवर अनेक प्रकारे परिणाम होतो. एकूणच तापमान वाढल्यामुळे पिकांच्या वाढीवर आणि उत्पादनावर परिणाम होतो. तसेच पिकांची गुणवत्ता घटते, तर काही ठिकाणी अति उष्णतेमुळे पिके जळून जातात. किडी आणि रोगांचा प्रादुर्भाव वाढल्यामुळे पिकांचे मोठे नुकसान होते. पावसाच्या वेळेच्या अनियमिततेमुळे पिकांच्या पेरणी पासूनचे वेळापत्रक बदलते. अतिवृष्टीमुळे येणाऱ्या पुरामुळे पिके पाण्याखाली जातात तर दुष्कालजन्य परिस्थितीमुळे पिके सुकून जातात. अवकाळी आलेल्या पावसामुळे पिकांची नासाडी होते आणि शेतकऱ्यांना आर्थिक नुकसान सोसावे लागते. तापमान वाढल्यामुळे जमिनीतील नैसर्गिक ओलावा कमी होतो. समुद्राच्या पाण्याच्या पातळीत वाढ होत असल्याने किनारपट्टीवरील जमिनदेखील खारट होते. मातीची गुणवत्ता कमी झाल्यामुळे पिकांच्या उत्पादनावर विपरीत परिणाम होतो. भविष्यात यामुळे अन्न सुरक्षेचे मोठे संकट निर्माण होऊ शकते.

#### हवामान बदलामुळे सजीवांवर परिणाम

हवामान बदलामुळे वनस्पती, प्राणी, पक्षी, कीटक, मानव इत्यादी अनेक सजीवांवर विपरीत परिणाम होतो. तापमान वाढ आणि पाण्याची उपलब्धता कमी झाल्यामुळे वनस्पतींच्या वाढीवर परिणाम होतो. काही वनस्पती प्रजाती कमी तापमान सहन करू शकत नाहीत, ज्यामुळे त्या नष्ट होण्याची शक्यता असते. अनेक प्राणी त्यांच्या नैसर्गिक अधिवासातून स्थलांतरित होण्यास किंवा नामशेष होण्यास भाग पडतात. उदाहरणार्थ, ध्रुवीय अस्वलांचे अस्तित्व बर्फ वितळल्यामुळे धोक्यात आले आहेत. समुद्राच्या पाण्यातील तापमान वाढ आणि आम्लता वाढल्यामुळे प्रवाळ आणि इतर सागरी जीवांच्या जीवन प्रक्रियेवर नकारात्मक परिणाम होतो. बदलत्या हवामानामुळे डायऑक्साइड आणि इतर रोगवाहक कीटकांची संख्या वाढू शकते, ज्यामुळे मलेरिया, डेंग्यू आणि इतर रोगांसाठी धोका वाढतो.

अतिवृष्टी, पूर, दुष्काळ, आणि वादळे यांसारख्या नैसर्गिक आपत्त्यांची वारंवारता आणि तीव्रता वाढल्यास कित्येक घरांचे नुकसान होते, मनुष्यहानी होते, आरोग्याच्या समस्या वाढतात, आर्थिक विवंचना वाढते, लोकांच्या मानसिक आरोग्यावर परिणाम होऊ शकतो. सतत उष्णतेच्या लाटामुळे उष्माघात, आणि इतर उष्णता-संबंधित आजार वाढू शकतात. नैसर्गिक आपत्त्यांमुळे लोकांना स्थलांतर करण्यास भाग पाडले जाते, ज्यामुळे सामाजिक आणि राजकीय अस्थिरता निर्माण होऊ शकते.

#### हवामान बदलामुळे जंगलांवर परिणाम

बदलते पर्जन्यमान, तापमानवाढ, पूर, दुष्काळ, वादळे, इत्यादी आपत्तींमुळे जंगल परीस्थित बदल होताना दिसत आहेत. वाढलेले तापमान आणि दीर्घ काळ अवर्षाग्रस्त परिस्थिती यामुळे अनेक ठिकाणी वन वनव्यांचे प्रमाण वाढते आणि कित्येक प्राणी, वनस्पती, पक्षी यामध्ये जळून भस्मसात होतात. जंगले वातावरणातील कार्बन डायऑक्साइड शोषून घेतात, ज्यामुळे तापमान वाढ कमी होते. हवामान बदलामुळे

जंगलांचे नुकसान झाल्यास, हे कार्बन वायू वातावरणात परत जाऊ शकतो, ज्यामुळे हवामान बदल अधिक वेगाने होऊ शकतो. जंगले मातीची धूप थांबवतात, पाण्याची गुणवत्ता सुधारतात आणि पुराची तीव्रता कमी करतात. हवामान बदलामुळे या कार्यामध्ये अडथळा येऊ शकतो.

### हवामान बदलामुळे महासागरावर परिणाम

हवामान बदलाचा परिणाम पृथ्वीवरील प्रत्येक बाबींवर होत असताना महासागरदेखील याला अपवाद नाहीत. तापमान वाढीमुळे महासागरात सतत उष्ण प्रवाह तयार होतात. अगदी खोलपर्यंत असणाऱ्या समुद्री जैव विविधतेवर याचा परिणाम होतो. याच उष्ण प्रवाहामुळे एल नीनो आणि ला निना प्रभावित होतात आणि त्याचे जागतिक स्वरूपात परिणाम होतात.

पृथ्वीवरील कर्ब वायूचे शोषण करून हवामान नियंत्रित करण्यासाठीची महत्त्वाची भूमिका महासागर पार पडत असतात. महासागरे हरित वायूंच्या शोषणासाठी सर्वात मोठा कार्बन सिंक आहेत. अशा कार्बानला ब्लू कार्बन असे म्हटले जाते. जेव्हा कार्बन डाय ऑक्साइड (CO<sub>2</sub>) समुद्राच्या पाण्यात विरघळतो तेव्हा त्याची पाण्याच्या रेणूशी प्रक्रिया करून कार्बोनिंक आम्ल तयार होते, ज्यामुळे पाण्याचा कि कमी होते आणि पाण्याची आम्लता वाढते. यालाच समुद्री आम्लीकरण (Ocean Acidification) असे म्हणतात. यामुळे सागरी सजीवांना विशेषतः कॅल्शियम कार्बोनेट कवच किंवा सांगाडे असलेल्या प्राण्यांना, जसे की प्रवाळ, शंख आणि काही प्रकारचे प्लँक्टन यांना मोठा धोका निर्माण होतो. समुद्राचे पाणी अधिक आम्लयुक्त होत असताना, या प्राण्यांचे कॅल्शियम कार्बोनेट कवच विरघळते आणि हे समुद्री सजीव मृत होतात. सर्वात जास्त परिणाम प्रवाळावर होतो. मृत झालेल्या प्रवाळ बेटांमध्ये कोणतीच परिसंस्था आश्रय घेऊ शकत नाही. यालाच कोरल ब्लिचिंग असे म्हणतात.

सागरी जैवविविधतेच्या नुकसानामुळे शिखर शिकारी आणि कीस्टोन प्रजातींसारख्या प्रमुख प्रजातींमध्ये घट होते, ज्यामुळे अन्न जाळे विस्कळीत होऊ शकते, परिसंस्थेची गतिशीलता बदलू शकते आणि पर्यावरणीय बदलांसाठी सागरी परिसंस्थांची लवचिकता कमी होऊ शकते. जैवविविधतेच्या नुकसानामुळे अन्न उपलब्धतेत घट झाल्यामुळे शार्क आणि व्हेल विशेषतः प्रभावित होतात, ज्यामुळे त्यांचे पुनरुत्पादन करणे देखील कठीण होऊ शकते, ज्यामुळे या प्रजातींचे एकूण अस्तित्व धोक्यात येऊ शकते.

### समुद्राच्या पातळीत वाढ:

तापमान वाढीचा महासागरावरील आणखी एक महत्त्वाचा परिणाम म्हणजे समुद्राच्या पातळीत वाढ. पृथ्वीवरील तापमान वाढीमुळे दृवीय प्रदेशातील बर्फ, हिमनद्या अतिशय वेगाने वितळत आहेत. शिवाय, तापमानात वाढ झाल्याने समुद्राचे पाणी विस्तारते. याचा परिणाम समुद्राच्या पातळीत वाढ होण्यामध्ये होतो. जगभरातील समुद्रकिनार्यावरील अनेक देश यामुळे धोक्यात आले आहेत. अनेक बेट सधृष्य देश पाण्यामध्ये कायमचे बुडले जाण्याची भीती निर्माण झाली आहे. तापमानवाढीमुळे मच्छीमारी आणि पर्यटन असे मुख्य व्यवसाय असलेल्या अनेक देशांना झळ पोहोचणार आहे. त्यामुळे सध्या कर्ब वायूंचे उत्सर्जन कमी करून आपल्या महासागरांच्या आरोग्याला प्राधान्य दिले नाही, तर आपण हवामान बदलाविरुद्धच्या लढाईत आपल्या सर्वात मोठ्या संपत्तीपैकी एक गमावू

## कार्बन फूट प्रिंट

बदलत्या हवामानाला रोखण्यासाठी हरित वायूंचे उत्सर्जन सर्व स्तरावर कमी करून कार्बन फूट प्रिंट कमी करणे आवश्यक आहे. कार्बन फूटप्रिंट म्हणजे तुमच्या दैनंदिन जीवनशैलीमुळे वातावरणात उत्सर्जित होणाऱ्या हरित वायूंचे प्रमाण. हे प्रमाण साधारणपणे कार्बन डायऑक्साइड (उज२) च्या प्रमाणात मोजले जाते आणि त्याचे वजन टनांमध्ये व्यक्त केले जाते. थोडक्यात, तुमच्या प्रत्येक इंधन किंवा वीज आवश्यक कृतीमुळे जसे की, प्रवास करणे, एसीचा वापर, वातानुकुलीत अन्नाचा वापर, इत्यादींमुळे वातावरणात कार्बन वायूंचे उत्सर्जन होते.

आपण सर्वांनी आपल्या दैनंदिन जीवनशैलीत बदल करून आणि पर्यावरणास अनुकूल पर्याय निवडून कार्बन फूटप्रिंट कमी करण्यासाठी प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. त्यामुळे विजेचा योग्य वापर करणे, अपारंपरिक उर्जा साधनांचा वापर करणे, सार्वजनिक वाहनाचा वापर करणे, नैसर्गिक संसाधनांचा काळजीपूर्वक वापर करणे आवश्यक आहे

### ३.३.४ हवामान बदलावरील उपाय

कार्बन वायूंचे उत्सर्जन रोखण्यासाठी प्रत्येक स्तरावर खालील उपाय करणे आवश्यक आहे. अगदी व्यक्तिगत स्तरापासून ते राष्ट्रीय स्तरापर्यंत समाज, औद्योगिक वसाहती, संस्था यांनी एकत्र येऊन यासाठी प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. त्यातील काही उपाय पुढील प्रमाणे:

- ♦ **पारंपारिक जीवाश्म इंधनाचा वापर कमी करून अक्षय उर्जा साधनांचा वापर करणे :**  
पेट्रोल, डीझेल, कोळसा या पारंपारिक उर्जा साधनांच्या वापरातून कार्बन डाय ऑक्साईड आणि इतर हरित वायुंचे उत्सर्जन होते. त्याऐवजी सौर उर्जा, पावन उर्जा, जलविद्युत उर्जा यांचा वापर करणे आवश्यक आहे.
- ♦ **ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा करणे :**  
ऊर्जा-कार्यक्षम उपकरणे आणि तंत्रज्ञान वापरून उर्जेचा वापर कमी करणे आवश्यक आहे. उदा. ऊर्जा-कार्यक्षम प्रकाशयोजना, इन्सुलेशन आणि ऊर्जा-कार्यक्षम इमारती.
- ♦ **हवामान बदलामुळे शेतीवर होणारे परिणाम कमी करणे :**  
जल व्यवस्थापनात सुधारणा करणे, जमिनीची धूप थांबवणे, आणि अधिक -अनुकूल पिके घेणे आवश्यक आहे. शेतकऱ्यांमध्ये जनजागृती करणे आणि त्यांना हवामान बदलास तोंड देण्यासाठी सक्षम करणे आवश्यक आहे. शाश्वत शेती पद्धतींचा अवलंब करणे, जसे की सेंद्रिय शेती, जलसंधारण आणि मातीचे आरोग्य सुधारणे.
- ♦ **पुनर्वापर आणि पुनर्वापर :**  
कचरा कमी करण्यासाठी आणि नैसर्गिक संसाधनांचे जतन करण्यासाठी पुनर्वापर आणि पुनर्वापर करणे आवश्यक आहे. याबाबत सामाजिक प्रबोधन होणे आवश्यक आहे.

- ♦ **मोठ्या प्रमाणात वृक्ष लागवड आणि त्यांचे संगोपन करणे :**  
वातावरण बदलला रोखतील आणि जैव विविधतेला पूरक असतील अशी झाडे लावणे आणि अस्तित्वात असलेली जंगले वाचवणे हे महत्वाचे आहे. कारण झाडे वातावरणातील कार्बन डायऑक्साईड शोषून घेतात.
- ♦ **प्रदूषण कमी करणे:**  
औद्योगिक आणि वाहतूक क्षेत्रातील प्रदूषण कमी करण्यासाठी उपाययोजना करणे आवश्यक आहे. विशेषतः आपण उत्सर्जन करत असलेल्या हरित वायूंचे मोजमाप करून उत्सर्जन कमी करण्यासाठी अद्ययावत तंत्रज्ञानाचा वापर करणे. दळणवळणातून बाहेर पडणारा कार्बन कमी करण्यासाठी सार्वजनिक वाहतुकीचे सबलीकरण करणे, इंधनासाठी अपारंपरिक उर्जा साधने वापरणे अशा बाबी आवश्यक ठरतात.
- ♦ **शाश्वत कृषी पद्धती:**  
कमी-उत्सर्जन आणि अधिक नैसर्गिक शेती पद्धतींचा अवलंब करणे, ज्यामुळे मातीतील कार्बन साठा वाढेल.
- ♦ **अनुकूलन:**  
हवामान बदलांमुळे होणाऱ्या नैसर्गिक आपत्तींचा सामना करण्यासाठी उपाययोजना करणे, जसे की पूर-प्रतिबंधक उपाय, दुष्काळ-प्रतिरोधक पिके आणि आपत्कालीन तयारी करणे .
- ♦ **सहकार्य:**  
हवामान बदलाच्या समस्येवर मात करण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय स्तरावर आणि स्थानिक पातळीवर सहकार्य वाढवणे. राष्ट्रीय स्तरावर या दृष्टीने धोरण ठरवणे आणि त्यासाठी कृतीकार्यक्रम आखणे. हवामान बदलाचे परिणाम आणि त्यावरील उपायांविषयी जनजागृती करणे.

### ३.३.५ हवामान बदल रोखण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय व राष्ट्रीय स्तरावरील प्रयत्न

हवामान बदल रोखण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील प्रयत्न:

#### आयपीसीसी (IPCC) :

इंटर गव्हर्नमेंटल पॅनल ऑन क्लाइमेट चेंज (IPCC) ही एक आंतरसरकारी वैज्ञानिक संस्था आहे जी हवामान बदलावर (climate change) काम करते सन १९८८ मध्ये जागतिक हवामान संघटना (World Meteorological Organization) आणि संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम (United Nations Environment Programme) यांच्याद्वारे याची स्थापना करण्यात आली.

हवामान बदलावर वैज्ञानिक दृष्ट्या माहिती गोळा करणे आणि त्याचे विश्लेषण करणे, तसेच या बदलांमुळे होणारे धोके आणि त्यावर उपाययोजना यासाठी सरकारांना मदत आणि मार्गदर्शन पुरवणे या उद्देशाने आयपीसीसी काम करते. यांच्याच कामामुळे हवामान बदलाच्या गंभीरतेची जाणीव जगाला झाली आहे.

## हवामान बदल रोखण्यासाठी राष्ट्रीय स्तरावरील प्रयत्न

२०१८ च्या जागतिक हवामान जोखीम निर्देशांकानुसार, भारत हा हवामान बदलामुळे प्रभावित होणारा १२ वा सर्वात असुरक्षित देश आहे. भारताने जून २००८ मध्ये हवामान बदलावरील राष्ट्रीय कृती आराखडा (NAPCC) सुरू केला. जेव्हा ही घोषणा करण्यात आली, तेव्हा हवामान बदलाचा सामना करण्यासाठी एकत्रित धोरण असलेल्या जगातील १० देशांपैकी भारत एक होता.

हवामान बदलाचा राष्ट्रीय कृती आराखडा (NAPCC) हा भारत सरकारचा एक महत्वाकांक्षी कार्यक्रम आहे, जो हवामान बदलाच्या परिणामांचा सामना करण्यासाठी आणि शाश्वत विकासाला प्रोत्साहन देण्यासाठी तयार करण्यात आला आहे.

त्यात हवामान बदलावर मात करण्यासाठी आणि पर्यावरणाची काळजी घेण्यासाठी आठ प्रमुख 'राष्ट्रीय मोहिमा'चा समावेश आहे. या आराखड्यातील प्रमुख घटक आणि 'राष्ट्रीय मोहिमा' खालीलप्रमाणे आहेत:

### १. राष्ट्रीय जल अभियान (एनडब्ल्यूएम):

हवामान बदलामुळे सध्या जल संसाधनाचे अनेक प्रश्न निर्माण होत आहेत. त्यामध्ये हिमालयातील हिमनद्यांमध्ये घट, अनेक भागात पावसाअभावी निर्माण झालेली दुष्काळी परिस्थिती, पावसाच्या तीव्रतेत वाढ झाल्यामुळे पुरांमध्ये वाढ, भूजलाच्या गुणवत्तेवर आणि प्रमाणावर परिणाम आणि समुद्राच्या पातळीत वाढ झाल्यामुळे किनारी जलसाठ्यांमध्ये क्षारांचे प्रमाण वाढले आहे. त्यामुळे भविष्यात उद्भवणाऱ्या जल संकटाशी सामना करण्यासाठी या अभियानाचा उपयोग होतो.

### २. हिमालयीन परिसंस्थेचे शाश्वतीकरण करण्यासाठी राष्ट्रीय अभियान (NMSHE)

हिमालयीन परिसंस्थेच्या आरोग्य स्थितीचे सतत मूल्यांकन करण्यासाठी कालबद्ध पद्धतीने शाश्वत राष्ट्रीय क्षमता विकसित करणे आणि शाश्वत विकासासाठी निवडलेल्या कृतींच्या अंमलबजावणीत हिमालयीन प्रदेशातील राज्यांना मदत करणे हा या आव्हियानाचा उद्देश आहे.

### ३. राष्ट्रीय सौर अभियान (NSM):

पारंपारिक जीवाश्म इंधनावर आधारित वीज निर्मितीमुळे मोठ्या प्रमाणात कर्ब वायूंचे उत्सर्जन होते. त्यामुळे सौर उर्जेच्या वापराला प्रोत्साहन देण्याच्या दुष्टीने राष्ट्रीय सौर अभियानांतर्गत शेतीसाठी किसान उर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान हि योजना कार्यरत आहे तर घरगुती स्तरावर पीएम सुर्याघर योजनेनांतर्गत सरकार अनुदान थेट लाभार्थ्यांच्या बँक खात्यात जमा करते. शिवाय सवलतीच्या दरात बँक कर्जही देते.

### ४. राष्ट्रीय ऊर्जा कार्यक्षमतेसाठी मिशन (NMEEE):

या अभियानाचे उद्दिष्ट सर्व स्तरावर ऊर्जा कार्यक्षमता वाढवणे आणि ऊर्जा वाचवणे आहे. हे अभियान ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा करण्यासाठी विविध धोरणे आणि योजना राबवते. विविध क्षेत्रांमध्ये ऊर्जा-कार्यक्षम तंत्रज्ञान आणि पद्धतींचा वापर करून ऊर्जा वापर कमी करणे, उद्योगांमध्ये ऊर्जा-बचत लक्ष्ये निश्चित करून, ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा करणे, ऊर्जा-कार्यक्षम उत्पादनांच्या खरेदीसाठी सार्वजनिक संस्थांसाठी नियम आणि मार्गदर्शक तत्त्वे पुरविणे यासाठी हे अभियान काम करते.

#### ५. राष्ट्रीय शाश्वत अधिवास अभियान (NMSH) :

हे अभियान भारत सरकारच्या राष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन कार्य योजना (NAPCC) अंतर्गत एक महत्वाकांक्षी अभियान आहे. याचा मुख्य उद्देश म्हणजे शहरांमध्ये शाश्वत विकासाला प्रोत्साहन देणे, जेणेकरून हवामान बदलाच्या परिणामांचा सामना करता येईल आणि शहरांची लवचिकता वाढेल. याची उद्दिष्ट्ये शहरांमध्ये कार्बन उत्सर्जन रोखण्याला प्रोत्साहन देणे, लहान आणि मध्यम शहरांमध्ये चांगले शहरी नियोजन आणि सार्वजनिक वाहतुकीची सोय करणे, घन आणि द्रव कचरा व्यवस्थापनात सुधारणा करणे, कचऱ्यापासून वीज निर्मितीसाठी तंत्रज्ञानाचा विकास करणे, इमारतींमध्ये ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा करणे, सार्वजनिक वाहतुकीला प्रोत्साहन देणे हि आहेत.

#### ६. राष्ट्रीय शाश्वत शेती अभियान (NMSA):

भारतातील शेतीला अधिक शाश्वत आणि पर्यावरणपूरक बनवण्याच्या दृष्टीने हे अभियान काम करते. पाण्याची बचत करण्यासाठी कार्यक्षम सिंचन पद्धतींचा अवलंब करणे, जमिनीची सुपीकता टिकवून ठेवण्यासाठी आणि खतांचा योग्य वापर करण्यासाठी शेतकऱ्यांना मार्गदर्शन करणे, कोरडवाहू क्षेत्रात पाण्याची उपलब्धता वाढवणे, मातीची सुपीकता सुधारणे आणि शेतकऱ्यांचे उत्पन्न वाढवणे, एकाच प्रकारच्या पिकांच्या लागवडीऐवजी विविध पिकांचे उत्पादन घेणे, विविध पिके, पशुपालन, आणि इतर कृषी-आधारित उपक्रमांचा एकात्मिक पद्धतीने विकास करणे असे कामाचे स्वरूप राहते.

#### ७. ग्रीन इंडिया मिशन (GIM):

याचे मुख्य उद्दिष्ट देशातील जंगले आणि जैवविविधता (biodiversity) यांचे संरक्षण, पुनर्संचयन आणि संवर्धन करणे आहे, तसेच हवामान बदलांना तोंड देणे आहे. जंगलाखालील क्षेत्र वाढवणे आणि जंगलांची गुणवत्ता सुधारणे, जैवविविधता आणि परिसंस्थेचे संरक्षण करणे, कार्बन साठा (carbon sequestration) वाढवणे, हवामान बदलांना अनुकूल होण्यास मदत करणे, वन-आधारित समुदायांचे जीवनमान सुधारणे.

#### ८. हवामानासाठी धोरणात्मक ज्ञानावरील राष्ट्रीय अभियान:

हे अभियान हवामान बदलावर आधारित धोरणे आणि कृतींना आधार देण्यासाठी वैज्ञानिक आणि सामाजिक-आर्थिक ज्ञान विकसित करण्यावर लक्ष केंद्रित करते. या अभियानाद्वारे, हवामान बदलावर संशोधन आणि ज्ञानाची देवाणघेवाण वाढवण्यासाठी विविध संस्था आणि व्यक्तींना एकत्र आणले जाते. हे अभियान हवामान बदलामुळे होणारे धोके आणि त्यावर मात करण्यासाठी उपाययोजनांवर जनजागृती निर्माण करण्याचे काम करते.

#### ३.३.६ भारताचे निव्वळ शून्य उत्सर्जन उद्दिष्ट्ये :

भारत सरकारने २०७० पर्यंत निव्वळ शून्य उत्सर्जन उद्दिष्ट्ये ठेवले आहे. याचा अर्थ असा कि वातावरणात जितके हरित वायू सोडले जातात, तितकेच वातावरणातून बाहेर काढले जातील याची नैसर्गिकरित्या किंवा कृत्रिम पद्धतीने व्यवस्था करणे. म्हणजे वातावरणात सोडल्या जाणाऱ्या हरितगृह वायूंच्या बरोबरीने ते शोषले जातील. प्रधानमंत्री मोदींनी १ नोव्हेंबर २०२१ रोजी ग्लासगो येथे आयोजित युनायटेड नेशन्स फ्रेमवर्क कन्व्हेंशन ऑन क्लायमेट चेंज COP26 मध्ये घोषित केले. हे लक्ष्य साध्य करण्यासाठी ऊर्जा

क्षेत्राचे पूर्णपणे डीकार्बनायझेशन (decarbonization) आणि कोळशाचा वापर थांबवणे आवश्यक आहे, ज्यासाठी दीर्घकालीन धोरणे आखली जात आहेत.

यांसाठी महत्वाकांक्षी लक्ष्यांचा समावेश असा आहे:

१. २०३० पर्यंत अक्षय ऊर्जा क्षमता ५०० Gigawatts (GW) पर्यंत आणणे.
२. २००५ च्या पातळीवरून २०३० पर्यंत त्याच्या अर्थव्यवस्थेची कार्बन तीव्रता ४५ टक्क्यांपर्यंत खाली आणणे.
३. २०३० पर्यंत ५० टक्के उर्जेची गरज अक्षय ऊर्जेद्वारे पूर्ण करणे.
४. २०३० पर्यंत त्याच्या प्रक्षेपित उत्सर्जनांपैकी १ अब्ज टन कार्बन उत्सर्जन कमी करणे.
५. २०७० पर्यंत निव्वळ-शून्य उत्सर्जन साध्य करणे.

### ३.४ सारांश:

हवामान बदल (Climate Change) म्हणजे पृथ्वीच्या वातावरणातील सरासरी तापमान, पर्जन्यमान आणि वाऱ्याच्या स्वरूपात दीर्घकाळासाठी झालेले बदल . हे प्रामुख्याने मानवी क्रियाकलापांमुळे, विशेषतः जीवाश्म इंधनाच्या कोळसा, तेल, वायूच्या ज्वलनामुळे उत्सर्जित झालेल्या हरित वायुंमुळे विशेषतः ( CO ) वाढीमुळे होते.

सूर्याची किरणे वातावरणातून पृथ्वीवर येतात, ज्यामुळे पृथ्वी तापते. पृथ्वी थंड होण्याच्या प्रक्रियेमध्ये बाहेर पडलेली उष्णता वातावरणातील हरितगृह वायू ही उष्णता शोषून घेतात आणि ती अवकाशात जाण्यापासून रोखतात, ज्यामुळे पृथ्वीचे तापमान ऊबदार राहते. यामुळे पृथ्वीच्या सरासरी तापमानात सातत्याने वाढ होत आहे. ध्रुवीय प्रदेशातील बर्फ वितळून समुद्राची पातळी वाढत आहे, ज्यामुळे किनारपट्टीच्या प्रदेशाला धोका निर्माण झाला आहे. ऋतूचक्र बदलणे, अवेळी पाऊस, दुष्काळ आणि वादळांचे प्रमाण वाढले आहे. सजीवांचे अधिवास नष्ट होत आहेत आणि काही प्रजाती नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत.

### ३.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न व उत्तरे

प्रश्न : १. हरित वायू कोणते ?

२. जागतिक तापमान वाढ म्हणजे काय ?

३. कार्बन फूट प्रिंट म्हणजे काय ?

उत्तरे :

१. हरितगृह वायू (Greenhouse Gases - GHGs) हे वातावरणातील उष्णता शोषून घेऊन पृथ्वीचे तापमान वाढवणारे वायू आहेत. मुख्य हरितगृह वायू म्हणजे कार्बनडायऑक्साइड (565B2), मिथेन (565;4), नायट्रस ऑक्साईड (5A25B), पाण्याची वाफ (5;25B), आणि फ्लोरिनेटेड वायू (CFC) हे आहेत

२. जागतिक तापमान वाढ (Global Warming) म्हणजे औद्योगिक क्रांतीपासून मानवी हस्तक्षेपामुळे (प्रामुख्याने जीवाश्म इंधन जाळल्याने) वातावरणात हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढून पृथ्वीच्या सरासरी

तापमानात होणारी दीर्घकालीन आणि सततची वाढ होय . यामुळे हिमनद्या वितळणे, समुद्राची पातळी वाढणे आणि हवामानात अनपेक्षित बदल होण्यासारख्या गंभीर समस्या निर्माण झाल्या आहेत

३. कार्बन फूट प्रिंट (Carbon Footprint) म्हणजे एखादी व्यक्ती, संस्था, उत्पादन किंवा कार्यक्रमांमुळे वातावरणात उत्सर्जित होणाऱ्या ग्रीनहाऊस वायूंची (प्रामुख्याने कार्बन डायऑक्साइड) ची एकूण मात्रा होय. हे प्रामुख्याने जीवाश्म इंधनाचा वापर, वीज निर्मिती, वाहतूक आणि दैनंदिन उपभोग यातून तयार होते जे हवामान बदलासाठी कारणीभूत असते.

#### ३.६ उपक्रम:

१. विद्यार्थ्यांनी ओनलाइन UN carbon footprint calculator चा वापर करून स्वतः वापरलेले इंधन, वीज इत्यादींमुळे होणारी वैयक्तिक कार्बन फूट प्रिंट काढावी.

#### ३.७ दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. हवामान बदलाचे परिणाम कोणते ते सविस्तर लिहा
२. भारताचे निव्वळ शून्य उत्सर्जन उद्दिष्ट्य कोणते ते लिहा
३. हवामान बदल रोखण्यासाठी राष्ट्रीय आणि आंतर राष्ट्रीय पातळीवरील प्रयत्न विषद करा.

#### ३.८ लघुत्तरी प्रश्न

१. आयपीसीसी या संस्थेबाबत लिहा.
२. वैयक्तिक रित्या कार्बन उत्सर्जन कसे कमी करता येईल.

#### ३.९ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१. जागतिक तापमान वाढ - गो. बा. सरदेसाई
२. द एंड ऑफ नेचर - बिल मॅककिबेन
३. क्लायमेट चेंज अंड ससस्टेनेबल डेवेलपमेंट - आसावरी जाधव, पी.डी.राऊत आणि सुकांता मोंडल



## घटक : २

# पर्यावरण प्रदूषण, हवामान बदल व पर्यावरणीय कायदे क) पर्यावरणीय संरक्षण कायदे

### घटक संरचना

#### ४.१ उद्दिष्टे

#### ४.२ प्रास्ताविक

#### ४.३ विषय विवेचन

४.३.१ पर्यावरण संरक्षण कायदा, १९८६

४.३.२ हवा (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायदा, १९८१

४.३.३ जल (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायदा, १९७४

#### ४.४ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे

#### ४.५ उपक्रम

#### ४.६ दीर्घोत्तरी प्रश्न

#### ४.७ लघुत्तरी प्रश्न

#### ४.८ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

#### ४.१ उद्दिष्टे :

- पर्यावरणाचे संरक्षण करण्यासाठी आणि पर्यावरणीय प्रदूषणास प्रतिबंध, नियंत्रण करण्यासाठी असलेल्या उपाययोजना जाणून घेणे.
- पर्यावरणीय प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण व प्रदूषण कमी करण्याबाबतच्या कायदेशीर तरतूदी जाणून घेणे.

#### ४.२ प्रास्ताविक :

पर्यावरण आणि विकास हे परस्परसंबंधित व परस्परांवर अवलंबून असलेले विषय आहेत. विकासाच्या नावाखाली आजवर विविध नैसर्गिक संसाधनांचा ऱ्हास होत आला आहे. त्यातच लोकसंख्यावाढ, प्रदूषण, जैवविविधतेमध्ये घट यासारखे गंभीर प्रश्न निर्माण झाले आहेत. पर्यावरण रक्षणाचे गांभीर्य आणि वाढती मागणी लक्षात घेवून जागतिक समितीने अनेक स्तरांवर पर्यावरण समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी प्रयत्न सुरू केले. यासाठी १९७२ मध्ये स्टोकहॉम परिषद, १९९२ ची अर्थ समिट आणि २००२ मधील जोहान्सबर्ग परिषद यांच्या रूपाने पर्यावरण रक्षणासाठी जागतिक पातळीवर प्रयत्न केले गेले. त्यानुसार प्रत्येक राष्ट्र

गरजेनुसार राजनीती व कार्यपद्धतीची रचना करत आहे.

भारतातील पर्यावरणाची गुणवत्ता किंवा दर्जा सुधारण्यासाठी व पर्यावरणाचे संवर्धन करण्यासाठी केंद्र सरकार व राज्य सरकारने अनेक कायदे केले आहेत. भारतीय राज्यघटनेनुसार भारतातील घटक राज्यांना पर्यावरणसंबंधी महत्त्वाच्या विषयावर कायदा करण्याचा अधिकार दिला आहे. त्यानुसार राज्यशासनाच्या धोरणविषयक कायद्यात मुलभूत कर्तव्य कलम ४८ ए, (48A) समाविष्ट करण्यात आले आहे. या कलमानुसार प्रत्येक राज्याने आपल्या राज्यातील पर्यावरणाचे संरक्षण आणि संवर्धन केले पाहिजे. त्याचप्रमाणे कलम ५१ ए (जी) नुसार भारतीय नागरिकांच्या मूलभूत कर्तव्यात पर्यावरण संवर्धनविषयक घटकांचा समावेश करण्यात आला आहे. भारतीय राज्यघटनेच्या ४२ व्या घटनादुरुस्तीनुसार पर्यावरण संदर्भातील तरतुदींचा अंतर्भाव करण्यात आला. यानुसार भारत सरकारने काही महत्त्वपूर्ण कायदांचा समावेश केला ते पुढीलप्रमाणे -

१. पर्यावरण (संरक्षण) कायदा, १९८६
२. हवा (प्रतिबंध व प्रदूषण) नियंत्रण कायदा
३. जल (प्रतिबंध व प्रदूषण) नियंत्रण कायदा

### ४.३ विषय विवेचन :

#### ४.३.१ पर्यावरण संरक्षण कायदा, १९८६

पर्यावरण संरक्षण कायदा हा पर्यावरणाच्या संरक्षणासाठी आणि दर्जा सुधारण्यासाठी संमत करण्यात आला. मानव, इतर सजीव प्राणीमात्र, वनस्पती आणि मालमत्तेला असलेल्या धोक्यांपासून प्रतिबंध करणे हा हेतू पर्यावरण संरक्षण व त्याचा दर्जा सुधारण्यामागे होता.

१९७२ मधील स्टॉकहोम परिषदेतील जाहीरनाम्याप्रमाणे १९८६ साली भारतीय संसदेत पर्यावरण संरक्षण अधिनियम मांडण्यात आला. यापूर्वी संमत झालेल्या पाणी प्रदूषण (प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा १९७४ आणि हवा (प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा १९८१ यांमधील त्रुटी दूर करण्याच्या उद्देशाने हा कायदा संमत करण्यात आला. २३ मे १९८६ रोजी या अधिनियमाला शासनाची अनुमती मिळाली. भारताच्या राजपत्रात हा कायदा २६ मे १९८६ रोजी प्रकाशित झाला. १९ नोव्हेंबर १९८६ पासून हा कायदा लागू करण्यात आला.

२६ डिसेंबर, १९८९ च्या पर्यावरण (संरक्षण) कायदा १९८६ च्या जी.एस.आर. १०६३ (इ) या सुधारणेनुसार हवेचे मानदंड देण्याबरोबर ध्वनीच्या मानदंडाचाही समावेश केलेला आहे.

पर्यावरण (संरक्षण) कायदा हा २६ विभागांनी बनलेला असून, तो चार प्रकरणात विभागण्यात आला आहे.

- प्रारंभिक माहिती विभाग १ व २ मध्ये समाविष्ट आहे.
- विभाग ३ ते ६ केंद्र सरकारच्या सर्वसाधारण अधिकारांसंबंधी आहे.
- विभाग ७ ते १७ प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण व कमी करणे संबंधी आहे.

- विभाग १८ ते २६ संकीर्ण तरतूदीसंबंधी आहे.

### पर्यावरण संरक्षण कायद्यातील विविध व्याख्या किंवा संज्ञा

#### प्रारंभिक माहिती :

पर्यावरण (संरक्षण) कायदा, १९८६ पूर्ण भारतासाठी लागू आहे. विभाग १ हा शीर्षक, व्याप्ती आणि आरंभासंबंधी आहे. विभाग २ मध्ये विविध संज्ञा दिलेल्या आहेत. काही संज्ञा पुढीलप्रमाणे-

- ♦ **पर्यावरण** (विभाग २ अ) : यात पाणी, हवा, जमीन, मानव, सजीव प्राणी, वनस्पती, सूक्ष्मजीव आणि मालमत्ता यांच्यामधील परस्परसंबंधाचा समावेश होतो.
- ♦ **पर्यावरणीय प्रदूषके** (विभाग २ ब) : कोणत्याही घनरूप, द्रवरूप किंवा वायुरूप पदार्थ, ज्याच्या तीव्रतेमुळे पर्यावरणाला हानी पोहचते त्याला पर्यावरणीय प्रदूषक असे म्हणतात.
- ♦ **पर्यावरण प्रदूषके** (विभाग २ क) : म्हणजेच पर्यावरणामध्ये असलेला पर्यावरणीय प्रदूषक.
- ♦ **हाताळणी** (विभाग २ ड) : एखाद्या पदार्थाच्या संदर्भात उत्पादन, केलेली प्रक्रिया, वापरणी, गड्डा प्रक्रिया, साठवणे, वाहतूक, वापर, एकत्रित करणे, नाश, हस्तांतरण, विक्रीसाठी प्रस्ताव, वाहतूक किंवा यासारखे इतर.
- ♦ **वहिवाटदार (भोगवटादार)** :- कारखाना किंवा त्यांच्या परिसरासंबंधी असलेला वहिवाटदार म्हणजेच कोणत्याही वस्तूचा ताबा, यासंबंधी असलेली कारखान्यातील घडामोडीवर नियंत्रण असलेली व्यक्ती.

#### केंद्र सरकारचे सर्वसाधारण अधिकार याबाबतच्या तरतूदी :

विभाग ३ ते ६ मधील तरतूदीप्रमाणे केंद्र सरकारला पर्यावरणाचे संरक्षण करण्यासाठी व दर्जा सुधारण्यासाठी आणि पर्यावरणीय प्रदूषणास प्रतिबंध, नियंत्रण करण्यासाठी योग्य ती उपाययोजना करण्याचा अधिकार आहे.

- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषणास प्रतिबंध, नियंत्रण व अटकाव करण्यासाठी राष्ट्रव्यापी कार्यक्रमाची योजना करून त्याची अंमलबजावणी करणे.
- ♦ पर्यावरणाच्या दर्जाचे मानदंड ठरवणे
- ♦ उत्सर्जन किंवा कोणत्याही निरनिराळ्या मार्गांनी होणाऱ्या पर्यावरणीय प्रदूषकांचे प्रमाण ठरविणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषण करणाऱ्या अपघातांचा प्रतिबंध आणि त्यावर उपाय शोधण्यासाठी कार्यप्रणाली संरक्षक तरतूदी ठरविणे.
- ♦ धोकादायक वस्तूंच्या हाताळणीकरिता कार्यप्रणाली व संरक्षक तरतूदी ठरविणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषण करणाऱ्या उत्पादन कार्यपद्धती, माल आणि पदार्थ यांची तपासणी करणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषणाच्या प्रश्नांशी निगडित तपास व संशोधन करणे आणि प्रायोजित करणे.
- ♦ कोणतीही मालमत्ता, प्रकल्प, उपकरण, यंत्र, उत्पादन आणि अन्य कार्यपद्धती, माल किंवा पदार्थ यांची तपासणी करणे.

- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषणाच्या प्रश्नांशी निगडीत तपास व संशोधन करणे आणि प्रायोजित करणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रयोगशाळांची स्थापना करणे व त्यांना मान्यता देणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषणासंबंधी माहिती गोळा करणे आणि तिचा प्रसार करणे.
- ♦ पर्यावरणीय प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण व अटकाव करण्यासंबंधी सूचना पुस्तिका, नियम किंवा मार्गदर्शक तत्त्वे तयार करणे.

या कायद्याच्या विभाग ४ मध्ये अधिकाऱ्यांची नियुक्ती, त्यांची कार्ये आणि अधिकार यांचा समावेश केला आहे. केंद्र सरकारकडून स्वतःच्या अखत्यारीत अधिकाऱ्यांची नेमणूक करण्यात येते. या कायद्याच्या विभाग ५ मध्ये अन्य व्यक्तींना किंवा अधिकाऱ्यांना अधिकार दिलेले आहेत. त्यानुसार कोणत्याही उद्योग, कृती बंद करणे, प्रतिबंध करणे किंवा देखरेखीखाली ठेवणे, वीज, पाणी किंवा अन्य कोणत्याही सेवेचा पुरवठा थांबविणे किंवा नियमित करणे अशा बाबी करता येवू शकतात.

या कायद्याच्या विभाग ६ मध्ये केंद्र सरकार पर्यावरण प्रदूषण नियंत्रणासाठी हवा, पाणी किंवा मातीच्या दर्जाच्या प्रमाणाबाबत, पर्यावरण प्रदूषकांच्या योग्य मर्यादांबाबत, वेगवेगळ्या ठिकाणच्या घातक पदार्थांच्या हाताळणीवर अटकाव व निर्बंध घालणे, उद्योगधंद्यांच्या स्थानासंबंधी व इतर वेगवेगळ्या ठिकाणी होणाऱ्या प्रक्रियांवर अटकाव व निर्बंध घालणे, अपघाताच्या प्रतिबंधासाठी नियम करणे आणि ते राजपत्राद्वारे प्रकाशित करून लागू करतात.

#### पर्यावरणीय प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण व प्रदूषण कमी करण्याबाबतच्या तरतूदी

ह्या कायद्याच्या विभाग ७ ते १७ मध्ये पर्यावरणीय प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण आणि कमी करण्याबाबतच्या तरतूदी आहेत. या प्रकरण ३ मधील मुख्य कायदेशीर तरतूदी खालीलप्रमाणे -

१. विभाग ७ नुसार, उद्योग चालविणाऱ्या व्यक्तींना प्रमाणाबाहेर पर्यावरणीय प्रदूषके उत्सर्जित करण्यास परवानगी न देणे.
२. विभाग ८ नुसार, घातक वस्तू हाताळणाऱ्या व्यक्तींना लागणाऱ्या संरक्षक कार्यपद्धतींची पूर्तता करावी लागते.
३. विभाग ९ नुसार, एखादा कारखाना दिलेल्या प्रमाणापेक्षा जास्त पर्यावरणीय प्रदूषण करत असेल तर तेथील जबाबदार व्यक्तीने त्याचे नियंत्रण करून त्याची माहिती अधिकाऱ्यांना द्यावी लागते.
४. विभाग १० नुसार, केंद्र सरकारने अधिकृत केलेल्या कोणत्याही व्यक्तीस केंद्रसरकारने त्यास सोपविलेल्या कार्यपूर्तीसाठी कोणत्याही जागी प्रवेश करण्याचा, उपकरणे, प्रकल्प आणि दस्तोवेज तपासण्याचा अधिकार आहे.
५. विभाग ११ नुसार, केंद्र सरकार किंवा अधिकृत अधिकाऱ्यास कोणत्याही कारखान्यातील, आवारातील हवेचा, मातीचा व इतर पदार्थांचा नमुना घेण्यासंबंधीचा अधिकार ठरवून दिलेल्या कार्यपद्धतीनुसार आहे.
६. विभाग १२ नुसार केंद्र सरकारने स्थापन केलेल्या पर्यावरणीय प्रयोगशाळेत असे नमुने पृथक्करणसाठी

पाठविण्यात येतात.

७. विभाग १३ नुसार केंद्र सरकारकडून नेमलेल्या विहित पात्रता असणाऱ्या सरकारी परीक्षकांकडून पृथक्करण करून घेण्यात येते.
८. विभाग १४ नुसार सरकारी परीक्षकांकडून मिळालेला अहवाल हा लेखी पुरावा म्हणून कारवाईत वापरता येतो.

### शिक्षेच्या तरतूदी :

विभाग १५ ते १७ नुसार अनेक कडक शिक्षेच्या तरतूदी आहेत. विभाग १५ (१) नुसार, या अधिनियमांतील तरतूदी, नियम व आदेशांचे उल्लंघन करेल अशा व्यक्तीस पाच वर्ष मुदतीचा तुरुंगवास किंवा रु. एक लाखापर्यंत दंड किंवा दोन्ही शिक्षेस तो पात्र राहिल. गुन्हा पुढे चालू राहिल्यास तो चालू राहिल्यापासूनच्या प्रत्येक दिवशी रु. ५०००/- पर्यंत अधिक दंड होईल. विभाग १५ (२) नुसार, शिक्षेच्या तारखेनंतरही एका वर्षानंतरच्या काळातही उल्लंघन पुढे चालू राहिले तर गुन्हेगारास ७ वर्षांपर्यंतचा तुरुंगवास होऊ शकतो.

या कायद्यातील विभाग १६ नुसार एखाद्या कंपनीने गुन्हा केल्यास कंपनीची गुन्हा घडला त्यावेळेची प्रत्येक जबाबदार व्यक्ती आणि कंपनी दोघेही दोषी ठरवून त्यांना कायदेशीर कारवाईस सामोरे जावे लागते आणि त्याप्रमाणे शिक्षेस पात्र राहतील. विभाग १६ (१) नुसार, जर एखाद्या व्यक्तीने सिद्ध केले की गुन्हा तिच्या माहितीशिवाय घडला किंवा घटना टाळण्यासाठी तिने काळजीपूर्वक प्रयत्न केले, तर ती व्यक्ती शिक्षेस पात्र धरली जात नाही.

विभाग १७ (१) नुसार, जर गुन्हा सरकारी खात्याकडून घडला असल्यास संबंधित खात्याच्या प्रमुखास दोषी ठरविले जाते व त्याविरुद्धच्या कायदेशीर कारवाईस सामोरे जावे लागते व त्याप्रमाणे शिक्षेस पात्र धरले जाते. पण जर संबंधित खातेप्रमुखाने गुन्हा टाळण्यासाठी आपल्या पूर्व अधिकारांचा वापर केला व गुन्हा त्याच्या माहितीशिवाय घडला तर, ती व्यक्ती शिक्षेस पात्र धरली जात नाही. विभाग १७ (२) नुसार, जर गुन्हा संबंधित खातेप्रमुखाव्यतिरिक्त एखाद्या अधिकाऱ्याच्या दुर्लक्षितपणामुळे, सहभागीपणे किंवा संमतीने घडला असेल तर तो अधिकारी गुन्हास जबाबदार धरला जाईल व त्यास कारवाईस व शिक्षेस पात्र धरले जाईल.

### संकीर्ण तरतूदी

या कायद्याच्या प्रकरण ४ मध्ये विभाग १८ ते २६ मध्ये संकीर्ण तरतूदींचा समावेश आहे. विभाग १८ नुसार, कोणताही सरकारी अधिकारी किंवा व्यक्ती या अधिनियमांची किंवा त्यातील नियमांची अंमलबजावणी करत असताना चांगल्या हेतूने काही कृती केली तर त्याच्याविरुद्ध कोणताही दावा, फौजदारी खटला किंवा कायदेशीर कारवाई केली जात नाही.

विभाग १९ नुसार, केंद्र सरकार किंवा सरकारच्या कार्यक्षम अधिकाऱ्यांनी केलेली तक्रार किंवा एखाद्या व्यक्तीने प्रदूषण करणाऱ्यांविरुद्ध ६० दिवसांच्या नोटीसीने सूचना देऊन केलेल्या तक्रारीशिवाय गुन्हाची दखल

घेण्याचा अधिकार न्यायालयास नाही.

विभाग २० नुसार, केंद्र सरकारला कोणतीही माहिती, अहवाल आणि परतावा मिळविण्याचा अधिकार राहिल.

विभाग २१ नुसार या अधिनियमांची अंमलबजावणी करणारे सदस्य, अधिकारी आणि कर्मचारी (इंडियन पीनल कोड) भारतीय दंड संहिता १८६० नुसार सरकारी कर्मचारी समजण्यात येतात.

विभाग २२ नुसार, या अधिनियमाखाली घडलेल्या कोणत्याही घटनेबाबत कोणत्याही दिवाणी न्यायालयात दावा दाखल करता येत नाही. विभाग २३ नुसार, केंद्र सरकार आपले अधिकार कार्यक्षम अधिकाऱ्यांकडे सुपूर्द करेल. विभाग २५ नुसार केंद्र सरकार या अधिनियमांची उद्दिष्ट्ये साध्य करण्यासाठी नियम करील. विभाग २६ नुसार, हे नियम अंमलात आणण्यापूर्वी दोन्ही संसदेत सादर करण्यात येतील.

### ४.३.२ हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, १९८१

हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायद्याचे मुख्य उद्दिष्ट वाढत्या हवेच्या प्रदूषणास प्रतिबंध करणे व हवेच्या प्रदूषणाचे नियंत्रण करून त्यासाठी योग्य उपाययोजना करणे हा आहे.

या कायद्यात हवा प्रदूषण करणाऱ्या मोठ्या कारखान्यांचा समावेश करण्यात आला आहे. हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा १९८१, या कायद्याखाली येणारे उद्योग - सिमेंट आणि सिमेंट उत्पादन उद्योग, अॅसबेस्टॉस उद्योग, रसायन व अॅलाइड उद्योग, सिरॅमिक आणि सिरॅमिक उत्पादन उद्योग, कोळसा व लिंगनाईट आधारित रासायनिक उद्योग, लोह व लोहशुद्धीकरण उद्योग, खाणकाम उद्योग, अधातू शुद्धीकरण उद्योग, उर्जाशक्ती (कोळसा, खनिजतेल आणि त्यांचे उत्पादक पदार्थ) निर्मिती प्रकल्प, बॉयलर यंत्रसंच, कागद आणि लगदा, कापड उद्योग, खनिज तेल शुद्धीकरण खनिज तेलापासून तयार झालेल्या रसायनांच्या पुनर्भरणाचे संयंत्र आणि भस्मीकरण यंत्र इ.

१९८७ साली हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा १९८१ यात सुधारणा केली गेली. या कायद्याची रचना खालीलप्रमाणे -

या कायद्यात एकूण सात प्रकरणे येतात. त्यात ५४ विभाग आहेत.

- विभाग १ व २ मध्ये प्रारंभिक माहितीचा समावेश आहे.
- विभाग ३ ते १५ मध्ये केंद्र व राज्य सरकारांशी निगडित विषयांचा समावेश आहे.
- विभाग १६ ते १८ हा मंडळांचे अधिकार व कार्ये यांच्याशी संबंधित आहे.
- विभाग १९ ते ३१ हवा प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण करण्यासंदर्भात आहे.
- विभाग ३२ ते ३६ मध्ये निधी, जमाखर्च व हिशोब यांचा समावेश झालेला आहे.
- विभाग ३७ ते ४६ मध्ये शिक्षा व कार्यपद्धती विषयांचा समावेश आहे.
- विभाग ४७ ते ५४ मध्ये संकीर्ण तरतूदींचा समावेश आहे.

## हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायद्यातील विविध व्याख्या/संज्ञा

प्रारंभिक - हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा १९८१ हा संपूर्ण भारतभर लागू होतो.

विभाग १ हा विस्तार व सुरुवात यांच्याशी संबंधित आहे. विभाग २ मध्ये वेगवेगळ्या व्याख्या दिलेल्या आहेत. हवा प्रदूषके, हवा प्रदूषण, वाहन, मंडळ, धुराडी, उत्सर्जन, इंधन इ. संज्ञा देण्यात आल्या आहेत. या कायद्यातील महत्त्वाच्या संज्ञांचा अर्थ खालीलप्रमाणे -

- (विभाग २ अ) : हवा प्रदूषके म्हणजे वातावरणामध्ये कोणताही घन, द्रव किंवा वायूरूप (ध्वनीही समाविष्ट आहे) पदार्थ अशा प्रमाणात असले की ज्यामुळे मानवाला, सजीवांना, वनस्पतींना किंवा पर्यावरणाला किंवा संपत्तीला अपाय पोहचतो अशा पदार्थांना 'हवा प्रदूषके' म्हणतात.
- (विभाग २ ब) कोणतीही हवा प्रदूषके हवेत आढळत असतील तर त्याला हवा प्रदूषण असे म्हणतात.
- (विभाग २ ड) मान्यताप्राप्त इंधन म्हणजे राज्य मंडळाने मान्य केलेले इंधन होय.
- (विभाग २ फ) मंडळ म्हणजे केंद्र किंवा राज्य मंडळ.

## हवा प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रणाशी निगडित असणाऱ्या बाबी -

प्रकरण २, विभाग ३ ते १५ मध्ये केंद्र व राज्य मंडळाच्या प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रणाशी संबंधित बाबी आहेत. पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा १९७४ मधील विभाग ३ नुसार पाणी प्रदूषण प्रतिबंधासाठी केंद्रीय मंडळाची स्थापना केली जाते. ह्या कायद्यातील विभाग ३ नुसार त्याच केंद्रीय मंडळाला हवा प्रदूषण, प्रतिबंध व नियंत्रणासाठी कामे करण्यास कार्यक्षम समजले जाते.

त्याचप्रमाणे विभाग ४ नुसार हवा प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण करण्यासाठी केले जाणारे कार्य वरील जलकायद्याप्रमाणे राज्य मंडळाची स्थापना करून त्यांना अधिकार दिले आहेत. केंद्र शासित प्रदेशासाठी वेगवेगळ्या राज्य मंडळाची स्थापना केली जात नाही. केंद्रशासित प्रदेशात केंद्रीय मंडळाला या कायद्याखालील राज्य मंडळाचे अधिकार बजावण्याचे तसेच कार्य करण्याचे अधिकार दिले आहेत. (विभाग ६). विभाग ५ नुसार या कायद्यांतर्गत राज्य मंडळाची स्थापना ही जल कायदा (विभाग ३) नुसारच करण्यात येते.

विभाग (७-१५) नुसार मंडळाचा सदस्य म्हणून नेमण्यास अपात्र ठरविणे, जागा भरून काढणे, मंडळाच्या बैठका घेणे, मंडळाकडून समित्याची नेमणूक करणे, मंडळाची तात्पुरती व्यक्तींची संघटना तयार करणे, राज्य मंडळातील सेवक व प्रतिनिधी मंडळाचे अधिकार इ. गोष्टींचा समावेश होतो. महाराष्ट्र राज्य प्रदूषण मंडळाची स्थापना ह्याच कायद्याखाली करण्यात आली असून राज्यातील प्रदूषण नियंत्रणाची जबाबदारी त्यांच्यावर देण्यात आली आहे.

## प्रदूषण मंडळाचे अधिकार व कार्य (विभाग १६ ते १८)

या कायद्यातील प्रकरण ३ मध्ये विभाग १६ ते १७ हे मंडळाचे अधिकार व कार्य यांच्याशी संबंधित आहेत. विभाग १८ नुसार केंद्रीय मंडळाला केंद्र सरकारने दिलेल्या दिशेप्रमाणे व राज्य मंडळाला केंद्रीय मंडळाच्या व राज्य सरकारने दिलेल्या दिशेप्रमाणेच वागावे लागते. विभाग १६ ते १७ मध्ये नमूद केलेली

विशिष्ट कार्ये केंद्रीय व राज्य मंडळाने केलीच पाहिजेत, ती खालीलप्रमाणे -

१. सल्ला आणि शास्त्रीय कार्ये - सल्ला देणे, राष्ट्रव्यापी कार्यक्रमाची योजना व अंमलबजावणी करणे, तांत्रिक सदस्य व मार्गदर्शन पुरविणे, अन्वेषण व संशोधन अंमलात आणणे, व्यक्तीसाठी प्रशिक्षण योजना सुरू करणे, सर्वसामान्य लोकांना माहिती पुरविणाऱ्या साधनांमार्फत कार्यक्रम योजने.
२. राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची कार्ये - तांत्रिक व संख्यात्मक माहिती गोळा करणे, त्याची रचना करणे व प्रसिद्ध करणे, सूचना पुस्तिका, सांकेतिक शब्दकोष किंवा मार्गदर्शक तत्त्वे तयार करणे.
३. तांत्रिक व अंमलबजावणी कार्ये - हवेच्या गुणवत्तेसाठी मानदंड तयार करणे आणि पूर्वोक्त हेतूसाठी प्रयोगशाळांची स्थापना करणे किंवा मान्यता देणे.

### हवा प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण - १९८१

या कायद्याखाली प्रकरण ४ मध्ये विभाग १९ ते ३१ हे हवा प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण यांच्याशी संबंधित आहेत. या कायद्याच्या हेतूसाठी राज्यातील कोणतेही ठिकाण हवा प्रदूषण नियंत्रण ठिकाण म्हणून घोषित करण्याचे अधिकार देऊन हवा प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रणासाठी विभाग १९ मध्ये राज्यसरकारला अधिकार दिले आहेत. वाहनापासून उत्पन्न होणाऱ्या हवा प्रदूषकांचा परिणामांच्या खात्रीसाठी वाहनांपासून होणाऱ्या प्रदूषणाच्या नियंत्रणाशी संबंधित असणाऱ्या अधिकाऱ्याला निधी, जमाखर्च व हिशोबतपासणी तसेच कायद्यातील सूचना देण्याचे अधिकार विभाग २० नुसार राज्य सरकारला दिले आहेत.

विभाग २१ नुसार हवा प्रदूषण नियंत्रित असणाऱ्या ठिकाणी विशिष्ट औद्योगिक यंत्रसामुग्री वापरण्याला बंधने ठेवली आहेत. विभाग २२ नुसार राज्यमंडळाने सुचविलेल्या परिणामापेक्षा हवा प्रदूषके कोणत्याही प्रकारे जास्त प्रमाणात सोडण्यास मनाई केलेली आहे. विभाग २२ अ नुसार हवा प्रदूषण, नियंत्रित ठिकाणी हवा प्रदूषित करणाऱ्या कोणत्याही व्यक्तीला ताब्यात घेण्यासाठी मंडळ न्यायालयात अर्ज करू शकते. विभाग २३ नुसार, जर प्रदूषण नियंत्रित ठिकाणी जास्त प्रमाणात प्रदूषके सोडली तर त्या व्यक्तीला राज्य मंडळाला आणि इतर संस्थांना त्यांच्या कामाचा भाग म्हणून माहिती पुरवावी लागते.

विभाग २४ नुसार, राज्य मंडळातील कोणत्याही अधिकाऱ्याला त्याला नेमून दिलेल्या कार्याचा भाग म्हणून कोणत्याही कारखान्यात कधीही प्रवेश करण्याचा अधिकार आहे. विभाग २५ नुसार, हवा किंवा तत्सम बाहेर पडणारे पदार्थ यांच्याबद्दल माहिती गोळाचा अधिकार आहे. तसेच विभाग २६ नुसार त्याचे नमूने गोळा करणे अशाप्रकारचे नमुने विभाग २८ नुसार पुढील तपासणीसाठी राज्य हवा प्रयोगशाळेत पाठविले जातात. विभाग २९ नुसार अशा तपासकाच्या अहवालावर सरकारमान्य परीक्षकाची सही असते. विभाग ३० नुसार असे अहवाल कायदेशीर पुरावा म्हणून वापरतात.

राज्य मंडळाच्या आदेशाप्रमाणे पिडीत व्यक्तीस वरच्या कोर्टात दाद मागण्याची तरतूद या कायद्यात केलेली आहे. विभाग ३१ नुसार, न्यायाधीशांच्या अधिकारानुसार अशी विनंती आदेशानंतर ३० दिवसांच्या आत करता येते. विभाग ३१-अ नुसार, तात्काळ दखल म्हणून या कायद्यानुसार केंद्र सरकारला उद्योग बंद करणे, उद्योगातील निरनिराळी कामे किंवा प्रक्रिया यांना नियम लावणे, वीज, पाणी यांसारख्या सुविधा बंद

करण्याचा अधिकार आहे.

प्रकरण ५ मधील विभाग ३२ ते ३६ केंद्र सरकारकडून मिळालेला निधी, जमाखर्च व हिशोब तपासणी यांच्याशी संबंधित आहे. विभाग ३३ राज्य मंडळाचा निधी, ३३-अ नुसार कर्जाने उसने घेण्याचा राज्य मंडळाचा अधिकार, विभाग ३४ वार्षिक बजेट, विभाग ३५ वार्षिक अहवाल, विभाग ३६ जमाखर्च व हिशोब तपासणी या बाबींचा समावेश होतो.

### शिक्षा आणि कार्यपद्धती :

या कायद्यातील प्रकरण ६ मधील विभाग ३७ ते ४६ हे शिक्षा व कार्यपद्धती यांच्या तरतूदीशी संबंधित आहे. विभाग ३७ नुसार एखाद्या व्यक्तीने विभाग २१ किंवा विभाग २२ नुसार कायद्यातील तरतूदी मान्य न केल्यास किंवा आदेशानुसार किंवा विभाग ३१ अ खाली प्रसिद्ध केलेल्या सूचनेचे पालन न केल्यास दीड वर्षांपर्यंतची शिक्षा होऊ शकते व ती शिक्षा वाढून ६ वर्षे अणि दंडही केला जाऊ शकतो. विभाग ३७ (१) नुसार, जर गुन्हा तसाच घडत राहिला तर अशा घटनांमध्ये, त्याच काळात दोषी ठरविलेल्या पहिल्या चुकीच्या दिवसापासून दररोज ५०००/- रु. असा दंड केला जातो. विभाग ३७ (२) नुसार जर, एका वर्षाच्या मुदतीनंतरही गुन्हा सुरू राहिल्यास, तसा गुन्हा करण्यास शिक्षा केली जाते.

विभाग ३८ नुसार, कोणत्याही व्यक्तीस मंडळाच्या मालकीच्या संपत्तीस नुकसान केल्यास किंवा कोणत्याही नोटीस नष्ट केल्यास किंवा मंडळाच्या आदेशामध्ये कोणत्याही व्यक्तीने तात्पुरता अडथळा आणल्यास अशा व्यक्तीस तीन महिन्यांपर्यंत शिक्षा होऊ शकते व त्यात वाढ होऊन रु. १०,०००/- पर्यंत दंडाची आकारणी किंवा दोन्ही शिक्षा होऊ शकतात.

विभाग ३९ नुसार, अशा परिस्थितीत कायद्याचे उल्लंघन केल्यास शिक्षा म्हणून पहिल्या चुकीनंतर दोषी ठरवल्यापासून दररोज रु. ५०००/- दंड म्हणून आकारण्यात येतो.

विभाग ४० नुसार, जर एखाद्या कंपनीने या कायद्याखालील नियमांचे उल्लंघन केल्यास त्यावेळी कंपनीचा अधिकार सांभाळणाऱ्या प्रत्येक व्यक्तीस आणि कंपनीस त्या गुन्ह्यासाठी दोषी समजले जाते. आणि त्या कंपनीविरुद्ध कायदेशीर कारवाई केली जाते आणि त्यानुसार शिक्षा केली जाते.

विभाग ४१ प्रमाणे, जर अशा प्रकारचा गुन्हा सरकारी विभागाकडून केला गेला तर त्या विभागाच्या विभागप्रमुखास शिक्षा करणे कायद्याने बंधनकारक आहे. विभाग ४२ प्रमाणे, जर एखादी कृती सद्देहतेने केली किंवा कायद्याखाली प्रामाणिकपणे नियोजित असेल त्या अधिकाऱ्यांवर कायदेशीर कारवाई किंवा खटला चालवता येत नाही किंवा फिर्याद देऊ शकत नाही. विभाग ४३ नुसार, त्या कायद्याखाली कोणत्याही गुन्ह्याची अधिकृतपणे दखल घेण्याचा अधिकार न्यायालयाकडे असतो. फक्त राज्यमंडळाच्या तरतूदीप्रमाणे विभागात लिहिल्याप्रमाणे तक्रार केली पाहिजे विभाग ४४ नुसार, या कायद्याखाली मंडळाच्या सदस्यांना, अधिकाऱ्यांना आणि कामगारांना १८६० च्या भारतीय दंडसंहिता मधील विभाग २१ नुसार जनतेचा सेवक म्हणून समजले जाते.

विभाग ४५ नुसार, केंद्रीय मंडळाचे काम म्हणजे केंद्र सरकारला अहवाल सादर करणे व अनुक्रमे राज्य

सरकार व केंद्र सरकारला अहवाल, हिशोब, जमाखर्च व इतर माहिती वेळोवेळी सादर करणे. विभाग ४६ नुसार या कायद्याखाली अधिकाऱ्याला दिलेल्या अपीलसंबंधी अधिकार कोणताही वादविवाद एखाद्या घटकाला निश्चित करण्यासाठी दिवाणी न्यायालयात कोणतीही फिर्याद किंवा खटला सुरू केला जाऊ शकत नाही.

### संकीर्ण तरतूदी -

प्रकरण ७ मधील विभाग ४७ ते ५४ संमिश्र तरतूदीनी बनलेले आहे. विभाग ४७ नुसार, राज्य मंडळाच्या जागी राज्य सरकारच्या हस्तक्षेपाच्या अधिकारासंबंधी तरतूद आहे. विभाग ४८ नुसार, विशिष्ट तरतूदीप्रमाणे राज्य मंडळाची किंवा केंद्रीय मंडळाची जागा घेणे. विभाग ४९ प्रमाणे राज्य मंडळ रद्द करणे, विभाग ५१ प्रमाणे रजिस्टरचे जतन करणे, विभाग ५३, ५४ नुसार सरकारचे नियम तयार करण्याबाबतचे अधिकार दिलेले आहेत. हे अधिकार हवा प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणासाठी अत्यंत फायदेशीर आहेत.

### ४.३.३ जल (प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा, १९७४

भारताच्या संदर्भात जलप्रदूषणाची समस्या ही अतिशय महत्त्वाची बाब आहे. भूतकाळामध्ये वेगवेगळ्या राज्यांत जल प्रदूषण निवारणासाठी निरनिराळे कायदे संमत करण्यात आले होते. १८५३ चा किनारा उपद्रवकारक (मुंबई आणि कुलाबा) कायदा, १८६७ चा सेरेस कायदा, १९८७ चा भारतीय मच्छिमार, कायदा, १९५३ चा ओरिसा नदी प्रदूषण कायदा आणि १९६७ चा महाराष्ट्र (प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा, हे त्या पैकीच काही कायदे आहेत. जल प्रदूषणाची समस्या सोडविण्यासाठी भारतीय संसदेने १९७४ साली महत्त्वाचा कायदा संमत केला होता. १३ मार्च १९७४ पासून हा कायदा अंमलात आला. जल (प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा १९७४ असे कायद्याचे संक्षिप्त नाव आहे.

### कायद्याची उद्दिष्टे

हा कायदा खालील उद्दिष्टे साध्य करण्यासाठी संमत करण्यात आला.

१. जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण करणे आणि पाण्याची आरोग्यदायकता परत मिळवून देणे किंवा राखणे.
२. जल प्रदूषणाचे नियंत्रण व प्रतिबंध करण्यासाठी केंद्र व राज्य मंडळाची स्थापन करणे.
३. जल प्रदूषणासंदर्भात त्या मंडळांना अधिकार प्रदान करणे आणि कार्ये नेमून देणे आणि कायद्यातील तरतूदींच्या उल्लंघनासाठी दंडाची तरतूद करणे.
४. जल प्रदूषणाच्या तीव्रतेचे मूल्यमापन करणे तसेच मापदंड निश्चित करण्यासाठी व त्या मापदंडाचे उल्लंघन करणाऱ्यांना शिक्षा करण्यासाठी केंद्र व राज्य जल तपासणी प्रयोगशाळा स्थापन करणे.

### कायद्याचा वापर

घटनेच्या कलम २५२ (१) या अंतर्गत ज्या राज्यांनी हा कायदा स्वीकृत केला आहे त्या सर्व राज्यांसाठी हा कायदा लागू आहे. अनेक राज्यांनी घटनेचे कलम २५२ (१) अंतर्गत ठराव केला व संसदेला जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण कायदा करण्याची विनंती केली. कारण पाणी हा विषय राज्यसूचीमध्ये

समाविष्ट होता त्यास अनुसरून भारतीय संसदेने जल कायदा हा जल (प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा १९७४ असा तयार केला.

या कायद्यात ६४ अनुच्छेद आहेत. ते ८ प्रकरणात किंवा परिच्छेदात विभागले आहेत. पहिल्या परिच्छेदामध्ये या कायद्याच्या सुरुवातीची तसेच वापरासंबंधीची प्राथमिक माहिती आहे. या कायद्याच्या प्रकरण २ मध्ये काही महत्त्वाच्या संज्ञा व त्याच्या व्याख्या दिलेल्या आहेत. जसे की भोगधारक, प्रदूषण, केंद्रिय मंडळ, राज्य मंडळ, मैल्याचे सांडपाणी अशा काही संज्ञा की ज्या वारंवार या विषयासाठी वापरल्या जात आहेत.

### केंद्रिय मंडळाची रचना

कायद्याच्या प्रकरण २ मधील ३ ते १२ अनुच्छेद ही केंद्रिय व राज्य मंडळांच्या रचना तसेच सदस्यांना सेवाशर्ती, कालावधी, अपात्रता, बैठका घेण्यासंदर्भातील कार्यपद्धती व इतर समित्यांच्या रचना याबाबत संबंधित आहेत. केंद्रिय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना अनुच्छेद ३ मध्ये नमूद केलेली आहे. अनुच्छेद ३ च्या पोट अनुच्छेद २ नुसार केंद्रिय मंडळात खालील सदस्यांचा समावेश केलेला असेल.

- अ) पूर्णवेळ अध्यक्ष - विशेष ज्ञान असलेली व्यक्ती किंवा पर्यावरण संरक्षणासंबंधी प्रकरणांचा प्रत्यक्ष अनुभव असलेली व्यक्ती, ही पूर्णवेळ अध्यक्ष म्हणून नेमण्यात येईल.
- ब) असे अधिकारी ज्यांची संख्या ५ पेक्षा जास्त नसेल, त्यांची केंद्र सरकारकडून, सरकारचे प्रतिनिधी म्हणून नेमणूक करण्यात येईल.
- क) केंद्र सरकार, राज्य मंडळातील इतक्या सदस्यांची नेमणूक करेल ज्यांची संख्या ५ पेक्षा जास्त असणार नाही.
- ड) शेती, मत्स्यव्यवसाय, व्यापार व उद्योग यामधील ३ किंवा ३ पेक्षा कमी प्रतिनिधी त्या व्यवसायांचे हितसंबंध सांभाळण्यासाठी केंद्र सरकारकडून नियुक्त करण्यात येतील.
- इ) दोन व्यक्ती ज्या केंद्र सरकारच्या मालकी, नियंत्रण व व्यवस्थापनातील कंपनी किंवा कारपोरेशनचे प्रतिनिधित्व करतील, त्यांची नियुक्ती शासनाने करावी.
- ई) पूर्ण वेळ सदस्य सचिव ज्यास प्रदूषण नियंत्रणाच्या शास्त्रीय, अभियांत्रिकी किंवा व्यवस्थापन विभागासाठी नेमून दिलेली पात्रता, ज्ञान व अनुभव आहे त्याची नियुक्ती केंद्र सरकारने करावी.

### राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना

राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना अनुच्छेद ४ मध्ये दिलेली आहे. केंद्रशासित प्रदेशासाठी केंद्रिय मंडळ, राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळा प्रमाणे आपले अधिकार वापरेल आणि कर्तव्य बजावेल अनुच्छेद ४ मधील पोट अनुच्छेद १ नुसार प्रत्येक राज्याच्या राज्यमंडळात खालील सदस्यांचा समावेश असेल.

- अ) पूर्णवेळ अध्यक्ष ही विशेष ज्ञान असलेली व्यक्ती किंवा पर्यावरण संरक्षणासंबंधी प्रकरणांचा प्रत्यक्ष अनुभव असलेली व्यक्ती किंवा वरील संबंधित बाबी हाताळणाऱ्या प्रशासकीय संस्थेचा अनुभव

- व ज्ञान असणारी व्यक्ती नियुक्त केलेली असावी.
- ब) ज्यांची संख्या ५ पेक्षा जास्त नसेल असे अधिकारी राज्य सरकारकडून, सरकारचे प्रतिनिधी म्हणून निवड केलेली असते.
- क) ज्यांची संख्या ५ पेक्षा जास्त नसेल, असे सभासद योग्य वाटतील त्याप्रमाणे राज्यातील स्थानिक संस्थेत काम करणाऱ्या सभासदांमधून राज्य सरकारने नियुक्त करावेत.
- ड) शेती, मच्छिमारी किंवा उद्योग किंवा व्यापार यामधील ३ पर्यंत प्रतिनिधी त्या व्यवसायांचे हितसंबंध सांभाळण्यासाठी राज्य सरकारकडून नियुक्त करण्यात येतील.
- इ) दोन व्यक्ती ज्या राज्य सरकारच्या मालकी, नियंत्रण व व्यवस्थापनातील कंपनी किंवा कार्पोरेशनचे प्रतिनिधित्व करतील त्यांची नियुक्ती शासनाने करावी.
- ई) पूर्णवेळ सदस्य सचिव. ज्यास प्रदूषण नियंत्रणाच्या शास्त्रीय, अभियांत्रिकी किंवा व्यवस्थापन विभागासाठी नेमून दिलेली पात्रता, ज्ञान व अनुभव आहे त्याची नियुक्ती राज्यसरकारने करावी.

### संयुक्त मंडळाची रचना

कायद्याच्या अनुच्छेद १३ मध्ये संयुक्त मंडळाची रचना नमूद करण्यात आलेली आहे. अनुच्छेद १३ नुसार दोन किंवा अधिक राज्ये किंवा केंद्रशासित प्रदेश किंवा केंद्रशासित प्रदेशांसाठी ठराविक मुदतीसाठी करार करून संयुक्त मंडळाची रचना करता येईल.

अनुच्छेद १४ मध्ये केंद्रिय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना दिलेली आहे. प्रत्येक सहभागी राज्य सरकार त्यांची अधिकारी आणि केंद्र सरकार व त्यांचे अधिकारी यासर्वांची केंद्रशासित प्रदेशांच्यावतीने नेमणूक करण्यात येईल. अनुच्छेद १४ मधील तरतुदीनुसार संयुक्त मंडळात खालील सदस्यांचा समावेश असेल.

- अ) पूर्णवेळ अध्यक्ष ही पर्यावरणाचे विशेष ज्ञान असलेली व्यक्ती किंवा पर्यावरण संरक्षणासंबंधी प्रत्यक्ष अनुभव असलेली व्यक्ती केंद्र सरकारने नियुक्त करावी.
- ब) प्रत्येक सहभागी राज्यांचे दोन अधिकारी, त्या सरकारचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी राज्यसरकारने नियुक्त करावेत.
- क) प्रत्येक सहभागी राज्यात कार्य करणाऱ्या स्थानिक स्वराज्य संस्थांच्या सभासदातून एका व्यक्तीची नेमणूक ही सहभागी शासनातर्फे करण्यात येते.
- ड) प्रत्येक सहभागी राज्यातून शेती, मच्छिमारी, उद्योग किंवा व्यापार यातील हितसंबंध जपण्याकरिता एका अशासकीय प्रतिनिधीची नेमणूक करण्यात येते.
- इ) राज्य सरकारांच्या मालकीच्या, नियंत्रणातील आणि व्यवस्थापनेतील कंपनी किंवा कार्पोरेशनचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी दोन व्यक्ती नियुक्त करण्यात याव्यात.
- ई) प्रदूषण नियंत्रणाच्या शास्त्रीय, अभियांत्रिकी किंवा व्यवस्थापन विभागासाठी नेमून दिलेली पात्रता, ज्ञान व अनुभव आहे अशा अधिकारांची पूर्ण वेळ सदस्य सचिव पदासाठी केंद्रसरकारने नियुक्ती

करावी.

### केंद्रिय मंडळाचे अधिकार व कार्ये

या कायद्याच्या प्रकरण ४ मध्ये केंद्रिय मंडळाची कार्ये अंतर्भूत केलेली आहेत. केंद्रिय मंडळाचे मुख्य कार्य म्हणजे प्रवाह आणि विहिरींची स्वच्छता वाढविणे, हे असेल या कायद्याच्या अनुच्छेद १६ (१) नुसार केंद्रिय मंडळ खालील कार्ये करेल.

- अ) केंद्रसरकारला पाणी प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणाबाबतीत कोणत्याही प्रकरणी सल्ला देणे.
- ब) राज्यमंडळातील कामकाजात सुसूत्रता आणणे आणि राज्यराज्यांतील तंटे सोडविणे.
- क) राज्य मंडळांना तांत्रिक साहाय्य आणि मार्गदर्शन करणे, आणि पाणी प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा थांबविण्यासाठी तपास व संशोधन करणे व ते प्रायोजित करणे.
- ड) जल प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण व कमी करण्यासाठी काम करणाऱ्या व्यक्तीसाठी प्रशिक्षण प्रसिद्ध देण्याचे संयोजन करणे.
- इ) प्रसारमाध्यमांतर्फे बहुव्यापी कार्यक्रम, पाणी प्रदूषण प्रतिबंध नियंत्रण व कमी करण्यासाठी आयोजित करणे.
- ई) अनुच्छेद १८ पोट अनुच्छेद २ नुसार दिलेल्या आदेशात नमूद केल्याप्रमाणे कोणत्याही राज्यमंडळाची अशी कामे करणे.
- उ) पाणी प्रदूषणासंबंधी तांत्रिक व सांख्यिकी माहिती गोळा करून सूचीबद्ध करून प्रसिद्ध करणे.
- ऊ) प्रवाह किंवा विहिरीतील पाण्यासाठी दर्जा, मानदंड निश्चित करणे.
- ए) पाणी प्रदूषण, प्रतिबंध, नियंत्रण व थांबविण्यासाठी राष्ट्रीय पातळीवर कार्यक्रमांची योजना करून त्यांची अंमलबजावणी करणे.
- ऐ) मंडळाच्या उद्दिष्टांसाठी प्रयोगशाळा स्थापन करणे किंवा अस्तित्वात असलेल्या प्रयोगशाळांना मान्यता देणे.

### राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची कार्ये

राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची कार्ये या कायद्याच्या प्रकरण ४ मध्ये अंतर्भूत केलेली आहेत अनुच्छेद १७(१) नुसार, राज्य मंडळाची कामे खालीलप्रमाणे असतात.

- अ) राज्यातील प्रवाह व विहिरीतील पाणी प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा कमी करण्यासाठी बहुव्यापी कार्यक्रमांची योजना करणे.
- ब) जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण करण्यासाठी कोणत्याही प्रकरणी राज्यसरकारला सल्ला देणे.
- क) जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण किंवा पाणी प्रदूषण रोखण्यासाठी माहिती गोळा करून तिचा प्रसार

करणे.

- ड) जल प्रदूषण प्रतिबंध नियंत्रण व कमी करण्याच्या संबंधित प्रश्नांचा तपास व संशोधनामध्ये सहभागी होणे. त्यांचे आयोजन तसेच त्यासाठी उत्तेजित करणे.
- इ) जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण किंवा कमी करण्याच्या कार्यक्रमात सहभागी झालेल्या किंवा सहभागी होणाऱ्या व्यक्तींचेच प्रशिक्षण आयोजित करण्यासाठी केंद्रिय मंडळाबरोबर एकत्रित काम करणे आणि संबंधित शैक्षणिक प्रसार कार्यक्रम आयोजित करणे.
- ई) मैला सांडपाणी व उद्योगाचे सांडपाणी प्रक्रिया सयंत्र व कार्यशाळा तपासणे, जल प्रक्रिया केंद्र किंवा जल शुद्धीकरण केंद्राचे संबंधित आराखडे, प्रमाण आणि सांडपाणी किंवा व्यापारी सांडपाणी नष्ट करण्याची योजना किंवा या अधिनियमांतर्गत घ्याव्या लागणाऱ्या संमती संदर्भात कार्यवाही करणे.
- उ) सांडपाणी आणि व्यापारी सांडपाण्याचा दर्जा आणि सांडपाण्याच्या उत्सर्जनातून मिळणाऱ्या पाण्याचा दर्जा आणि राज्याचे पाण्याबाबत वर्गीकरणाचे प्रमाण ठरविणे, दुरुस्त करणे किंवा रद्द करणे.
- ऊ) स्थानिक परिस्थितीनुसार स्वस्त आणि खात्रीशीर मैला सांडपाणी आणि उद्योग सांडपाणी प्रक्रियेच्या पद्धती विकसित करणे.
- ए) मैला सांडपाणी आणि उद्योग सांडपाणी यांचा वापर शेतीसाठी करणाऱ्या पद्धतींचा विकास करणे.
- ऐ) मैला सांडपाणी आणि उद्योग सांडपाणी जमिनीवर आणि प्रवाहात सोडण्यासाठी प्रदूषणाची तीव्रता कमी करण्याच्या परिणामकारक पद्धती विकसित करणे.
- ख) मैला सांडपाणी आणि उद्योग सांडपाणी एखाद्या प्रवाहात सोडताना प्रदूषणाची तीव्रता कमी करण्याच्या दृष्टीने स्थानिक परिस्थितीनुसार दर्जा मानदंड ठरविणे.
- ग) खालील बाबतीत कोणताही आदेश काढणे, त्यात बदल करणे किंवा तो रद्द करणे.
१. टाकाऊ पदार्थांचे उत्सर्जन प्रवाहात किंवा विहिरीत सोडण्यास प्रतिबंध नियंत्रण करणे.
  २. संबंधित व्यक्तीने सांडपाणी किंवा उद्योग सांडपाणी उत्सर्जन करण्यासाठी नवीन रचना, बांधकाम करण्यासाठी किंवा अस्तित्वातील रचना दुरुस्ती, बदल किंवा वाढ करण्यासाठी किंवा पाणी प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा पाणी प्रदूषण नाहीसे करण्याच्या आयोजनासाठी कोणताही आदेश देणे, बदलणे किंवा रद्द करणे.
- घ) उद्योग सांडपाणी किंवा मैला सांडपाणी किंवा दोन्ही उत्सर्जन करणाऱ्या व्यक्तींनी पालन करावयाचे दर्जा मानदंड ठरवून देणे, आणि मैला सांडपाणी आणि उद्योग सांडपाण्याच्या बाबतीत प्रमाण मानदंड ठरविणे, दुरुस्त करणे किंवा रद्द करणे.
- च) प्रवाह किंवा विहीर प्रदूषण होण्याची शक्यता असणाऱ्या कोणत्याही उद्योगास सुरु करण्यासाठी योग्य ती जागा सुचविण्यासाठी राज्य सरकारला सल्ला देणे.
- न) केंद्रिय मंडळाने आणि राज्य सरकारने नेमून दिलेली इतर कामे पार पाडणे.

## जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण

जल प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणविषयीचे अधिकार हे या कायद्याच्या प्रकरण ५ मध्ये नमूद केलेले आहेत. राज्य सरकार हा कायदा ठराविक (भागावर) क्षेत्रावर लागू करण्यास निर्बंध करू शकते (अनुच्छेद १९). मंडळाच्या कार्यासाठी लागणारी माहिती मिळविण्याचा अधिकार, अनुच्छेद २० मध्ये नमूद केलेला आहे. मंडळाने नियुक्त केलेल्या व्यक्तीस प्रमाणित पद्धतीनुसार सांडपाण्याचा नमुना घेण्याचा अधिकार असेल (अनुच्छेद २१). हे नमूने मान्यताप्राप्त प्रयोगशाळेत परीक्षण करण्यासाठी पाठविले जातात आणि सरकारमान्य परीक्षकाकडून त्याचे परीक्षण केले जाते (अनुच्छेद २२) आणि अहवाल हा तीन प्रतीत तयार केला जातो. मंडळाच्या कार्याची अंमलबजावणी करण्यासाठी मंडळाने अधिकृत केलेली कोणतीही व्यक्ती, कोणत्याही ठिकाणी प्रवेश करू शकते व कोणत्याही कार्यपद्धतीची तपासणी करू शकते (अनुच्छेद २३).

अनुच्छेद २४ नुसार कोणत्याही प्रदूषित वस्तू टाकण्यासाठी प्रवाह किंवा विहिरींचा वापर करण्यास प्रतिबंध केलेला आहे. आणि अनुच्छेद २५ नुसार सांडपाणी बाहेर सोडण्याचा नवीन मार्गावर निर्बंध आहेत. कोणत्याही कारखान्याच्या कृतीस, कार्यप्रणालीस, प्रक्रियेस संमती देणे किंवा नाकारण्यासंबंधीचे अधिकार अनुच्छेद २७, २८ आणि २९ मध्ये देण्यात आले आहेत. अनुच्छेद ३१ नुसार कोणत्याही उद्योगाच्या ठिकाणी झालेल्या अपघाताची माहिती राज्य मंडळाला कळविण्यात येते. मंडळाला आणिबाणीच्या वेळी तात्काळ उपाययोजना किंवा पाणी प्रदूषणावर निर्बंध आणण्यासाठी न्यायालयात अर्ज करता येतो (अनुच्छेद ३२). या कायद्याच्या अनुच्छेद ३३ अ मध्ये दिल्याप्रमाणे केंद्र सरकार कोणत्याही उद्योगाच्या, कार्यपद्धतीस बंदी, प्रतिबंध किंवा नियंत्रण करू शकते किंवा वीज पाणी किंवा इतर कोणत्याही सेवेचे खंडन करू शकते.

## दंड आणि कार्यपद्धती

या कायद्याच्या सातव्या प्रकरणात वेगवेगळ्या दंडात्मक कारवाई व कायदेशीर कार्यपद्धती यांची दखल घेतली आहे. एखादी व्यक्ती दोषी धरली गेली आणि जर त्यानी हवी असलेली माहिती दिली नाही (अनुच्छेद २० (२) आणि (३) नुसार) तर त्याला, कारावासाची शिक्षा जी तीन महिन्यांपर्यंत वाढवली जाऊ शकते किंवा रूपये १०,०००/- पर्यंत दंड किंवा दोन्ही शिक्षा होऊ शकतात. जो कोणी अनुच्छेद ३२ (१) (क) अन्वये दिलेल्या निर्देशांची किंवा अनुच्छेद ३३- अ अन्वये दिलेल्या निर्देशांची विहित कालावधीत पूर्तता करण्यास कसूर करील तो अशा चुकीबद्दल दीड वर्षांपर्यंतच्या शिक्षेस पात्र राहिल, ती सहा वर्षांपर्यंतसुद्धा वाढून तो दंडासही पात्र राहिल. कोणी मंडळाच्या संपत्तीचे, मालमतेचे किंवा इतर बाबीचे नुकसान केल्यास किंवा मंडळाच्या व्यक्तीस मंडळाची कारवाई करण्यास रोखल्यास त्याला तीन महिन्यांचा कारावास किंवा १०,०००/- रूपयांपर्यंत दंड किंवा दोन्ही दंड होऊ शकतात.

जर एखाद्या व्यक्तीने, प्रदूषित पाण्याची एखाद्या प्रवाहात किंवा विहिरीत विल्हेवाट लावल्यास त्या व्यक्तीस सहा वर्षांपर्यंत कारावास आणि दंड होतो. मंडळाच्या मान्यतेशिवाय नव्या बाह्य मार्गाद्वारे सांडपाणी सोडल्यास, अशा कसुरीबद्दल दीड वर्ष तसेच ती वाढून सहा वर्षांपर्यंतच्या कालावधीच्या शिक्षेस व दंडास पात्र राहिल. जर मंडळाने तक्रार केल्यास किंवा साठ दिवसांच्या नोटीसीने कोणत्याही व्यक्तीने अर्ज दाखल केल्यावर न्यायालय त्या गुन्ह्याची दखल घेते. IMFC कोर्ट आणि उच्च अधिकाऱ्यांना फक्त याविषयी दखल घेण्याचा अधिकार आहे.

## संकीर्ण तरतुदी

प्रकरण ८ मधील तरतुदी या जल तपासणी प्रयोगशाळांच्या स्थापना, परीक्षकांच्या नियुक्ती, राज्य आणि केंद्र सरकारच्या नियम करण्याचे अधिकार याच्याशी निगडीत आहेत. या तरतुदी कायद्याच्या अंमलबजावणीसाठी तेवढ्याच महत्त्वाच्या आहेत.

### ४.४ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे

#### प्रश्न

१. पर्यावरण संरक्षण कायद्याचे मुख्य उद्दिष्ट काय आहे?
२. जल प्रदूषण (प्रतिबंध व नियंत्रण) कायद्याची दोन महत्त्वाची उद्दिष्टे सांगा.
३. कायद्याचे उल्लंघन केल्यास कोणत्या शिक्षेची तरतूद आहे?
४. प्रदूषण नियंत्रण मंडळाचे तांत्रिक अधिकार काय आहेत?
५. पर्यावरण संरक्षण कायद्याची मुख्य उद्दिष्टे काय आहेत?

#### उत्तरे :

१. पर्यावरणाचे संरक्षण करणे, त्याचा दर्जा सुधारणे आणि मानव, इतर सजीव, वनस्पती व मालमत्तेचा असलेल्या धोक्यापासून प्रतिबंध करणे हे या कायद्याचे मुख्य उद्दिष्ट आहे.
२. जल प्रदूषणास प्रतिबंध व नियंत्रण करणे पाण्याची आरोग्यदायकता राखणे. जल प्रदूषणावर लक्ष ठेवण्यासाठी केंद्र आणि राज्य मंडळाची स्थापना करणे.
३. कायद्याची नियमांचे उल्लंघन केल्यास ५ दिवसांपर्यंतचा तुरुंगवास किंवा १ लाख रुपयांपर्यंत दंड किंवा दोन्ही शिक्षा होऊ शकतात. गुन्हा चालू राहिल्यास दररोज ५००० रुपयांपर्यंत अतिरिक्त दंड आकारला जाऊ शकतो.
४. मंडळाला हवेच्या किंवा पाण्याच्या गुणवत्तेसाठी मानदंड (सतानदारद) ठरवणे. प्रदूषणाबाबत संशोधन करणे आणि प्रदूषकांचे नमुने गोळा करून प्रयोगशाळेत तपासण्याचे अधिकार आहेत.

### ४.५ उपक्रम

१. पर्यावरणीय कायद्यांच्या वापराच्या विविध घटनांचा अभ्यास करा.
२. पर्यावरण कायद्यांविषयी जनजागृतीचे सर्वेक्षण करा.

### ४.६ दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. जल (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायद्यातील प्रमुख तरतुदी स्पष्ट करा.
२. हवा प्रदूषण कायदा विस्तारित स्वरूपात स्पष्ट करा.
३. पर्यावरण संरक्षण कायद्याचे महत्त्व विशद करा.

#### ॡ.७ लघुत्तरी प्रश्न

टीपा लिहा

१. हवप्रदूषण कायद्यातील शिक्षा
२. जल (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायद्यातील प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची कर्तव्ये

#### ॡ.ॢ अधिक वाचनासाठी पुस्तके

१. एस. के. मोहंती, इनव्हायरनमेंटल लॉ.
२. ए. के. तिवारी, एनव्हायरनमेंटल लॉ इन इंडिया.

□□□

### अंतर्गत मूल्यांकनासाठी पर्यावरणीय उपक्रम

**मूल्यांकन योजना:** या विषयाची परीक्षा ५० गुणांची असेल, ज्यामध्ये ४० गुण लेखी परीक्षेसाठी आणि १० गुण अंतर्गत मूल्यांकनासाठी असतील

#### अंतर्गत मूल्यांकन:

पर्यावरण अभ्यास हा विषय फक्त लेखी परीक्षेसाठी नसून विद्यार्थ्यांनी आपल्या आसपास चाललेले पर्यावरणातील बदलांचे निरीक्षण करून त्याचे गांभीर्य लक्षात घेऊन त्यावर आपल्या परिने काही उपाय करणे आवश्यक आहे . त्यामुळे या विषयाच्या अंतर्गत मूल्यांकनासाठी विद्यार्थ्यांना खालील कोणताही एक पर्यावरणीय उपक्रमाचा पर्याय उपलब्ध आहेत. तसेच सदर अहवाल फोटोसहित हस्तलिखित असावा. तो संदर्भित शिक्षकांना वेळेत देणे आवश्यक आहे.

#### पर्यावरणीय उपक्रम खालीलप्रमाणे आहेत:

- ♦ पर्यावरणीय क्षेत्राला जसे कि नदी/जंगल/ बोटनिकल गार्डनला भेट देणे
- ♦ प्रदूषित स्थळाला भेट देणे, घन कचरा प्रक्रिया प्रकल्प, सेंद्रिय खत निर्मिती प्रकल्प, सांडपाणी प्रक्रिया प्रकल्प, सेंद्रिय खत उत्पादन स्थलाना भेट देणे सहभागी होणे
- ♦ सामान्य वनस्पती, कीटक, पक्षी आणि त्यांच्या ओळखीच्या मूलभूत तत्वांचा अभ्यास.
- ♦ पर्यावरण संरक्षण संबंधित शैक्षणिक उपक्रमांमध्ये किंवा स्वच्छता मोहीमेत विद्यार्थ्यांनी सहभाग घेणे
- ♦ पर्यावरण संरक्षण संबंधित कोणतीही एक राष्ट्रीय आणि एक आंतरराष्ट्रीय केस स्टडी अभ्यासणे
- ♦ पर्यावरण आणि शाश्वत विकासाशी कार्यशाळा, परिषद संबंधित गट चर्चेत सहभागी होणे व त्याचा अहवाल लिहिणे .
- ♦ आपण राहत असलेल्या परिसरातील जैवविविधतेचे लिस्टिंग करणे

