

पर्यावरण विज्ञान

सुब्रत रॉय



KHANNA BOOK PUBLISHING CO. (P) LTD.

PUBLISHER OF ENGINEERING AND COMPUTER BOOKS

4C/4344, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi-110002

Phone: 011-23244447-48

Mobile: +91-99109 09320

E-mail: contact@khannabooks.com

Website: www.khannabooks.com

Dear Readers,

To prevent the piracy, this book is secured with HIGH SECURITY HOLOGRAM on the front title cover. In case you don't find the hologram on the front cover title, please write us to at contact@khannabooks.com or whatsapp us at +91-99109 09320 and avail special gift voucher for yourself.

Specimen of Hologram on front Cover title:



Moreover, there is a SPECIAL DISCOUNT COUPON for you with EVERY HOLOGRAM.

How to avail this SPECIAL DISCOUNT:

Step 1: Scratch the hologram

Step 2: Under the scratch area, your "coupon code" is available

Step 3: Logon to www.khannabooks.com

Step 4: Use your "coupon code" in the shopping cart and get your copy at a special discount

Step 5: Enjoy your reading!

ISBN: 978-93-5538-053-1

Book Code: DIP174MA

Environmental Science *by*

Subrat Roy

[Marathi Edition]

First Edition: 2021

Published by:

Khanna Book Publishing Co. (P) Ltd.

Visit us at: www.khannabooks.com

Write us at: contact@khannabooks.com

CIN: U22110DL1998PTC095547

To view complete list of books,
Please scan the QR Code:



Printed in India.

Copyright © Reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior permission of the publisher.

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade, be lent, re-sold, hired out or otherwise disposed of without the publisher's consent, in any form of binding or cover other than that in which it is published.

Disclaimer: The website links provided by the author in this book are placed for informational, educational & reference purpose only. The Publisher do not endorse these website links or the views of the speaker/ content of the said weblinks. In case of any dispute, all legal matters to be settled under Delhi Jurisdiction only.



प्रो. अनिल डी. सहस्रबुद्धे
अध्यक्ष
Prof. Anil D. Sahasrabudhe
Chairman



सत्यमेव जयते

अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद्

(भारत सरकार का एक सांविधिक निकाय)

(शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार)

नेल्सन मंडेला मार्ग, वसंत कुंज, नई दिल्ली-110070

दूरभाष : 011-26131498

ई-मेल : chairman@aicte-india.org

ALL INDIA COUNCIL FOR TECHNICAL EDUCATION

(A STATUTORY BODY OF THE GOVT. OF INDIA)

(Ministry of Education, Govt. of India)

Nelson Mandela Marg, Vasant Kunj, New Delhi-110070

Phone : 011-26131498

E-mail : chairman@aicte-india.org

प्रास्ताविक

शतकानुशतके भारतीय समाजाच्या प्रगती आणि विस्तारामध्ये अभियांत्रिकीने अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. भारतीय उपखंडात उगम पावलेल्या अभियांत्रिकी संकल्पनांचा जगावर प्रभाव पडला आहे.

ऑल इंडिया कौन्सिल फॉर टेक्निकल एज्युकेशन (एआयसीटीई) 1987 मध्ये स्थापनेपासून तंत्रशास्त्राच्या विद्यार्थ्यांना शक्य त्या सर्व प्रकारे मदत करण्यात नेहमीच आघाडीवर असते. एआयसीटीईचे ध्येय तांत्रिक शिक्षणाला प्रोत्साहन देणे आणि त्याद्वारे उद्योगाला अधिक उंचीवर नेणे आणि शेवटी आपल्या प्रिय मातृभूमी भारताला आधुनिक विकसित राष्ट्र बनण्याचे आहे. येथे हे नमूद करणे योग्य ठरेल की अभियंते आधुनिक समाजाचा कणा आहेत – चांगले अभियंते, म्हणजे चांगले उद्योग आणि चांगले उद्योग म्हणजे चांगला देश.

NEP 2020 मध्ये प्रादेशिक भाषांमध्ये सर्वांना शिक्षणाची कल्पना मांडण्यात आली आहे, ज्यामुळे प्रत्येक विद्यार्थी पुरेसा सक्षम होईल आणि राष्ट्रीय विकासासाठी योगदान देण्याच्या स्थितीत येईल याची खाली होईल.

एआयसीटीई गेल्या काही वर्षांपासून अविरतपणे काम करत असलेल्या क्षेत्रांपैकी एक म्हणजे सर्व अभियांत्रिकी विद्यार्थ्यांना विविध प्रादेशिक भाषांमध्ये तयार केलेल्या आंतरराष्ट्रीय दर्जाची पुस्तके माफक किमतीमध्ये उपलब्ध करून देणे. ही पुस्तके सोप्या भाषेत, वास्तविक जीवनातील उदाहरणे, समृद्ध सामग्री आणि बदलत्या जगाच्या उद्योगाच्या गरजा लक्षात घेऊनच तयार केलेली आहेत. ही पुस्तके अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञानासाठी एआयसीटीई मॉडेल अभ्यासक्रम – 2018 नुसार आहेत.

संपूर्ण भारतातील प्रख्यात, उत्तम ज्ञान आणि अनुभव संपन्न प्राध्यापकांनी शैक्षणिक क्षेत्राच्या सोईसाठी ही पुस्तके लिहिली आहेत. एआयसीटीईला विश्वास आहे की ही पुस्तके त्यांच्या समृद्ध सामग्रीसह तांत्रिक विद्यार्थ्यांना अधिक सहजतेने आणि गुणवत्तेसह विषयांवर प्रभुत्व मिळविण्यात मदत करतील.

या अभियांत्रिकी विषयांना अधिक सुबक बनविण्याच्या प्रयत्नांसाठी एआयसीटीई मूळ लेखक, समन्वयक आणि अनुवादकांच्या मेहनतीचे कौतुक करते.

(Anil D. Sahasrabudhe)

ऋणनिर्देश

डिप्लोमाच्या विद्यार्थ्यांसाठी तांत्रिक पुस्तक प्रकाशित करण्यासाठी ए.आय.सी.टी.ई. ने सूक्ष्म नियोजन आणि अंमलबजावणी केल्याबद्दल लेखक त्यांचे आभारी आहे.

पुस्तकाचे समीक्षक डॉ. एस.पी. मिश्रा यांनी पुस्तकाला विद्यार्थ्यांसाठी अनुकूल बनवण्यात आणि कलात्मक पद्धतीने अधिक चांगले आकार देण्यासाठी दिलेल्या अमूल्य योगदानाची आम्ही मनापासून प्रशंसा करतो.

हे पुस्तक ए.आय.सी.टी.ई. मॉडेल अभ्यासक्रमाशी आणि राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण (NEP) -2020 च्या मार्गदर्शक तत्वांनुसार संरेखित आहे हे देखील आम्ही मोठ्या अभिमानाने सांगतो. प्रादेशिक भाषांमधील शिक्षणाला चालना देण्यासाठी, या पुस्तकाचे वर्गीकृत भारतीय प्रादेशिक भाषांमध्ये भाषांतर केले गेले आहे.

या पुस्तकातील घटकांचा मराठी भाषेत प्राध्यापक डॉ. नरेंद्र कान्हे ह्यांनी अनुवाद केल्यामुळे आणि प्रा. अलिप्ता ए. पवार ह्यांनी समीक्षण केल्यामुळे त्यांचेही आम्ही आभार मानतो.

श्री. बुद्धा चंद्रशेखर, सीसीओ एनइएटी, ए.आय.सी.टी.ई. ज्यांचे एआय (AI) आधारित अनुवादक साधन भाषांतराच्या उद्देशाने वापरले गेले, त्यांच्या बद्दल विनम्र आभार प्रकट करतो.

शेवटी, आम्ही खन्ना बुक पब्लिशिंग कंपनी प्रायव्हेट लिमिटेड, नवी दिल्ली, ज्याची संपूर्ण चमू प्रकाशनाच्या सर्व पैलूंवर सहकार्य करण्यास सदैव तत्पर होती त्या प्रकाशन गृहाचे मनापासून आभार व्यक्त करू इच्छितो, ज्यामुळे हा एक अविस्मरणीय अनुभव होता.

सुब्रत रॉय

प्रस्तावना

“पर्यावरण विज्ञान” हे पुस्तक पर्यावरण अभियांत्रिकी आणि विज्ञान क्षेत्रातील आमच्या अनुभवाचा परिपाक आहे. हे पुस्तक लिहिण्यामागचा हेतू अभियांत्रिकी पदविका विद्यार्थ्यांमध्ये पर्यावरणशास्त्राची मूलभूत संकल्पना विकसित करणे तसेच त्यांना विषयात अंतर्दृष्टी मिळवण्यासाठी सक्षम करणे आहे. विस्तृत विचारपूर्वक आणि आवश्यक पूरक माहिती प्रदान करण्याचा हेतू लक्षात घेऊन, आम्ही AICTE ने शिफारस केलेले विषय अत्यंत योग्य आणि व्यवस्थित पद्धतीने पुस्तकात समाविष्ट केले आहेत. विषयातील मूलभूत संकल्पना सोप्या शक्य मार्गाने समजावून सांगण्याचा प्रयत्न ह्यात करण्यात आला आहे.

विषयाचे घटक तयार करण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान, मी विविध मानक पाठ्यपुस्तकांचा विचार केला आहे आणि त्यानुसार, व्यक्तिनिष्ठ आणि बहुपर्यायी प्रश्न इत्यादी विविध विभागांकरता विकसित केले आहेत. विविध विभाग तयार करताना सर्व विषयांच्या मूलभूत संकल्पनांवरही भर देण्यात आला आहे. विद्यार्थ्यांना विषय चांगल्या प्रकारे समजून घेण्यात मदत करण्यासाठी संबंधित विषयांना तार्किक छायाचित्रांसह समर्थित केले गेले आहे. पुस्तकात एकूण चार घटक आहेत. पहिले घटक परिसंस्थेशी संबंधित आहे, दुसरे घटक वायू आणि ध्वनी प्रदूषणाबद्दल आहे, तिसरे घटक हे ऊर्जेच्या नूतनीकरणक्षम स्त्रोतांविषयी चर्चा करते आणि चौथे घटक घनकचरा व्यवस्थापन, आयएसओ 14000 आणि पर्यावरण व्यवस्थापन यावर केंद्रित आहे. हे लक्षात घेणे महत्वाचे आहे की सर्व घटकांमध्ये आम्ही संबंधित वेबसाइट आणि संदर्भ पुस्तकांची यादी समाविष्ट केली आहे.

वर्तमान पुस्तक “पर्यावरण विज्ञान” समाविष्ट विषयांवर सखोल आधार प्रदान करण्यासाठी आहे. पर्यावरण शास्त्राचा हा भाग विद्यार्थ्यांना 21 व्या शतकात लादलेल्या पर्यावरणीय आव्हानांना सामोरे जाण्यासाठी आणि संबंधित प्रश्न सोडवण्यासाठी पुस्तकात समाविष्ट केलेल्या विविध विषयांची संकल्पना लागू करण्यास तयार करेल. विविध विषय विधायक पद्धतीने सादर केले गेले आहेत जे विद्यार्थ्यांना प्रदूषण मुक्त परिसंस्था राखण्यासाठी समाजाला मार्गदर्शन करण्यास नक्कीच मदत करतील.

मला मनापासून आशा आहे की हे पुस्तक विद्यार्थ्यांना पर्यावरण शास्त्राच्या मूलभूत संकल्पना शिकण्यास आणि चर्चा करण्यास प्रेरणा देईल आणि या विषयाचा भक्कम पाया तयार करण्यात नक्कीच योगदान देईल. सर्व फायदेशीर टिप्पण्या आणि सूचनांचे स्वागत आहे जे पुस्तकाच्या भविष्यातील आवृत्ती सुधारण्यासाठी योगदान देतील. हे पुस्तक शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांच्या हातात देताना मला खूप आनंद होतो आहे. पुस्तकात समाविष्ट असलेल्या विविध पैलूवर काम करणे खरोखरच एक विशेष आनंद होता.

सुब्रत रॉय

फलित आधारित शिक्षण

फलित आधारित शिक्षणाच्या अंमलबजावणीसाठी पहिली आवश्यकता म्हणजे निकालावर आधारित अभ्यासक्रम विकसित करणे आणि शिक्षण पद्धतीमध्ये निकालावर/ फलितावर आधारित मूल्यांकन समाविष्ट करणे. निकालांवर आधारित मूल्यांकनाद्वारे, मूल्यमापन करणार्यांना नमूद केलेले मानक, विशिष्ट आणि मोजण्यायोग्य परिणाम विद्यार्थ्यांनी साध्य केले आहेत की नाही याचे मूल्यांकन करण्यास उपयोगी ठरतील. निकालावर आधारित शिक्षणाचा योग्य समावेश केल्याने कोणत्याही स्तरावर तडजोड न करता सर्व विद्यार्थ्यांसाठी किमान मानक साध्य करण्यासाठी एक निश्चित वचनबद्धता असेल. निकालावर आधारित शिक्षणाच्या सहाय्याने चालणाऱ्या कार्यक्रमाच्या शेवटी, एक विद्यार्थी खालील निकालांवर (एनबीए मार्गदर्शक तत्वांनुसार) पोहचण्यास सक्षम होईल :

1. **मूलभूत आणि विशिष्ट अभ्यासक्रमाचे ज्ञान:** मूलभूत गणित, विज्ञान आणि अभियांत्रिकी मूलभूत गोष्टींचे ज्ञान प्रदान करून अभियांत्रिकी क्षेत्रातील समस्या सोडवण्यासाठी उपयोग करून घेणे.
2. **समस्येचे विश्लेषण:** कोडिफाईड स्टँडर्ड पद्धती वापरून चांगल्या प्रकारे परिभाषित अभियांत्रिकी समस्या ओळखून त्याचे विश्लेषण करणे.
3. **सोल्यूशन्सची रचना/ विकास:** उत्तम प्रकारे परिभाषित तांत्रिक समस्यांसाठी डिझाइन समाधान आणि निर्दिष्ट गरजा पूर्ण करण्यासाठी घटक प्रणाली किंवा प्रक्रियांच्या डिझाईनमध्ये मदत होणे.
4. **अभियांत्रिकी साधने, प्रयोग आणि चाचणी:** प्रमाणित चाचण्या आणि मोजमाप करण्यासाठी आधुनिक अभियांत्रिकी साधने आणि योग्य तंत्रांचा वापर.
5. **समाज, शाश्वतता आणि पर्यावरणासाठी अभियांत्रिकी पद्धती:** समाज, स्थिरता, पर्यावरण आणि नैतिक पद्धती संदर्भात योग्य तंत्रज्ञान लागू करणे.
6. **प्रकल्प व्यवस्थापन:** अभियांत्रिकी व्यवस्थापन तत्त्वे वैयक्तिकरित्या वापरून, एक चमू सदस्य किंवा एक नेता म्हणून प्रकल्प व्यवस्थापित करणे आणि प्रभावीपणे अभियांत्रिकी क्रियाकलापांबद्दल संवाद साधणे .
7. **आयुष्यभर शिकणे:** वैयक्तिक गरजांचे विश्लेषण करण्याची आणि तांत्रिक बदलांच्या संदर्भात अद्ययावत करण्यात गुंतण्याची क्षमता विकसित होणे.

अभ्यासक्रमाचे परिणाम

अभ्यासक्रम पूर्ण झाल्यानंतर विद्यार्थी सक्षम होतील:

- घप-1. पर्यावरणाशी संबंधित वास्तविक जीवनातील समस्यांचे विश्लेषण करा.
- घप-2. विविध प्रकारचे प्रदूषण स्त्रोत आणि त्याचे परिणाम स्पष्ट करा.
- घप-3. पर्यावरण प्रदूषण रोखण्यासाठी विविध प्रकारच्या प्रदूषण नियंत्रण यंत्रणा लागू करा.
- घप-4. अक्षय ऊर्जेचे विविध स्त्रोत आणि वापरण्याची प्रक्रिया स्पष्ट करा.
- घप-5. घनकचरा व्यवस्थापन, ISO 14000 आणि पर्यावरण व्यवस्थापन स्पष्ट करा.

घटक परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)						
	अप-1	अप-2	अप-3	अप-4	अप-5	अप-6	अप-7
घप-1	3	3	-	-	3	-	2
घप-2	3	-	-	1	3	-	2
घप-3	3	1	-	2	3	1	2
घप-4	3	-	-	2	3	1	2
घप-5	3	-	-	-	3	-	2

घप:घटक परिणाम, अप:अभ्यासक्रम परिणाम

संक्षिप्तरूपे आणि चिन्हे

संक्षेपांची यादी

सामान्य			
संक्षेप	पूर्ण फॉर्म	संक्षिप्त	पूर्ण फॉर्म
Ag	Argentum / चांदी	CFC	क्लोरोफ्लोरोकार्बन
As	Arsenic/आर्सेनिक	CO	कोर्स फलित
ATP	एडेनोसिन ट्राइफॉस्फेट	DNA	डाय-ऑक्सि हायबोनुकलीक ऍसिड
Au	Aurum / गोल्ड	HC	हायड्रोकार्बन्स
C	कार्बन	Hg	Hydragyrum / मर्क्युरी
CO	कार्बन मोनॉक्साइड	Mo	मॉलिब्डेनम
CO ₂	कार्बन डायऑक्साईड	MSW	महापालिका घन कचरा
CH ₄	मिथेन	Ni	निकेल
Co	कोबाल्ट	PB	Plumbum / लीड
Cr	क्रोमियम	UV	अल्ट्राव्हायलेट
Cu	Cuprum / कॉपर	VoCs	अस्थिर सेंद्रीय कार्बन
युनिट वापरले जाते			
सेमी	सेंटीमीटर	मिमी	मिलिमीटर
μm	मायक्रोमीटर	dB	डेसिबल
μN / m ²	मायक्रो न्यूटन / चौरस मीटर	Hz	हर्ट्झ
GW	गिगावॅट	KW	किलोवॅट
MW	मेगावॅट	TW	टेरावॅट

छायाचित्र आणि आकृत्यांची यादी

घटक 1: परिसंस्था

छायाचित्रांची यादी:

- छायाचित्र 1.1: परिसंस्था
- छायाचित्र 1.2: परिसंस्था
- छायाचित्र 1.3: जलचर परिसंस्था
- छायाचित्र 1.4: लेंटिक आणि लोटिक परिसंस्था
- छायाचित्र 1.5 जमिनीवरील परिसंस्था
- छायाचित्र 1.6: जैविक घटक
- छायाचित्र 1.7: अजैविक घटक
- छायाचित्र 1.8: अन्न साखळी
- छायाचित्र 1.9: अन्न जाळी
- छायाचित्र 1.10 : कार्बन चक्र
- छायाचित्र 1.11: नायट्रोजन चक्र
- छायाचित्र 1.12: सल्फर चक्र
- छायाचित्र 1.13: फॉस्फोरस चक्र

घटक 2: हवा आणि ध्वनी प्रदूषण

छायाचित्रांची यादी:

- छायाचित्र 2.1: प्रदूषकांचे प्रकार
- छायाचित्र 2.2 प्रदूषके
- छायाचित्र 2.3: हवा प्रदूषणाचे स्रोत
- छायाचित्र 2.4: हवा प्रदूषणाचे नैसर्गिक स्रोत
- छायाचित्र 2.5 : हवा प्रदूषणाचे मानवी स्रोत
- छायाचित्र 2.6: ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत

आकृत्यांची यादी:

- आकृती 2.1: विशिष्ट शेकर बॅग फिल्टर
- आकृती 2.2: विशिष्ट रिव्हर्स एअर बॅग फिल्टर
- आकृती 2.3: विशिष्ट पल्स जेट बॅग फिल्टर
- आकृती 2.4: विशिष्ट चक्रीवादळ विभाजक

- आकृती 2.5 : पॅक्ड बेड काउंटर फ्लो स्क्रबर चे रेखाचित्र
आकृती 2.6: उत्प्रेरक कन्व्हर्टर चे स्थान
आकृती 2.7: उत्प्रेरक कन्व्हर्टरची ची एक योजनाबद्ध आकृती

घटक 3: ऊर्जेचे नूतनीकरणयोग्य स्रोत

छायाचित्रांची यादी:

- छायाचित्र 3.1: ऊर्जेचा वापर
छायाचित्र 3.2: फ्लॅट प्लेट कलेक्टर आणि त्याचे कार्य तत्त्व
छायाचित्र 3.3: सौर तळे
छायाचित्र 3.4: सौर ड्रायर
छायाचित्र 3.5: सौर उर्ध्वपातन यंत्र
छायाचित्र 3.6: बायोमास स्रोत
छायाचित्र 3.7: बायोगॅस वापर
छायाचित्र 3.8: पवन ऊर्जा (पवनचक्की)
छायाचित्र 3.9: भारतातील पवन ऊर्जा
छायाचित्र 3.10: हायड्रोजन ऊर्जा
छायाचित्र 3.11: भू -औष्णिक ऊर्जा

आकृत्यांची यादी:

- आकृती 3.1: सौर पाणी तापक

घटक 4: घनकचरा व्यवस्थापन, ISO 14000 आणि पर्यावरण व्यवस्थापन

छायाचित्रांची यादी:

- छायाचित्र 4.1: घनकचरा निर्मिती
छायाचित्र 4.2: जैवविघटनीय आणि अजैवविघटनीय घन कचरा
छायाचित्र 4.3: ई-कचरा
छायाचित्र 4.4: जैववैद्यकीय कचरा
छायाचित्र 4.5: संसर्गजन्य कचरा
छायाचित्र 4.6: अधातू किंवा धातू नसलेला कचरा
छायाचित्र 4.7: संकलन आणि विल्हेवाट
छायाचित्र 4.8: घातक कचरा
छायाचित्र 4.9: कार्बन क्रेडिट आणि कार्बन पदचिन्ह संकल्पना

शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

आउटकम बेस्ड एज्युकेशन (OBE) लागू करण्यासाठी विद्यार्थ्यांचे ज्ञान स्तर आणि कौशल्य संच वाढवले पाहिजे. OBE च्या योग्य अंमलबजावणीसाठी शिक्षकांनी मोठी जबाबदारी स्वीकारली पाहिजे. OBE प्रणालीतील शिक्षकांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे असू शकतात:

- वाजवी मर्यादेत, त्यांनी त्यांचा वेळ सर्व विद्यार्थ्यांच्या फायद्यासाठी वापरला पाहिजे
- त्यांनी विद्यार्थ्यांच्या क्षमतेचे मूल्यांकन केवळ परिभाषित निकषावर आणि कोणत्याही पक्षपात आणि भेदभावाशिवाय केले पाहिजे.
- त्यांनी हे सुनिश्चित करण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे की सर्व विद्यार्थ्यांना त्यांचे शिक्षण पूर्ण झाल्यानंतर पुरेसे दर्जेदार ज्ञान तसेच त्यांच्या मुख्य शिस्तीशी जुळणारी क्षमता प्राप्त होईल.
- त्यांनी विद्यार्थ्यांना त्यांची अंतिम कामगिरी क्षमता विकसित करण्यासाठी नेहमी प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- त्यांनी नवीन दृष्टीकोन एकत्रित करण्यासाठी गट कार्य आणि सांघिक कार्य सुलभ केले पाहिजे आणि प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- त्यांनी मूल्यांकनाच्या प्रत्येक भागात ब्लूम वर्गीकरण पाळावे.

ब्लूम वर्गीकरण

स्तर	शिक्षकांनी तपासावे	विद्यार्थी सक्षम असावा	मूल्यांकनाची संभाव्य पद्धत
निर्माण करणे	विद्यार्थी तयार करण्याची क्षमता	डिझाइन करा किंवा तयार करा	सूक्ष्म प्रकल्प
मूल्यमापन	विद्यार्थ्यांचे औचित्य सिद्ध करण्याची क्षमता	वाद घालणे किंवा बचाव करणे	असाइनमेंट
विश्लेषण करणे	विद्यार्थ्यांमध्ये फरक करण्याची क्षमता	फरक किंवा भेद करा	प्रकल्प/प्रयोगशाळा पद्धती
अर्ज करणे	विद्यार्थ्यांची माहिती वापरण्याची क्षमता	चालवा किंवा प्रात्यक्षिक करा	तात्त्विक सादरीकरण/ प्रात्यक्षिक
समजून घेणे	विद्यार्थ्यांची कल्पना स्पष्ट करण्याची क्षमता	स्पष्ट करा किंवा वर्गीकृत करा	सादरीकरण / परिसंवाद
आठवणे	विद्यार्थ्यांची आठवण करण्याची क्षमता (किंवा लक्षात ठेवणे)	व्याख्या करा किंवा आठवा	प्रश्नमंजुषा

विद्यार्थ्यांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

OBE लागू करण्यासाठी विद्यार्थ्यांनी समान जबाबदारी घ्यावी. OBE प्रणालीतील विद्यार्थ्यांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे आहेत:

- प्रत्येक कोर्समध्ये युनिट सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक UO ची चांगली माहिती असावी.
- अभ्यासक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक CO ची चांगली माहिती असावी
- अभ्यासक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक PO ची चांगली माहिती असावी
- विद्यार्थ्यांनी योग्य चिंतन आणि कृतीसह गंभीर आणि वाजवी विचार केला पाहिजे.
- विद्यार्थ्यांचे शिक्षण व्यावहारिक आणि वास्तविक जीवनातील परिणामांशी जोडलेले आणि समाकलित केले पाहिजे.
- विद्यार्थी OBE च्या प्रत्येक स्तरावर त्यांची क्षमता जाणून घ्या.

अनुक्रमणिका

प्रास्ताविक	iii
ऋणनिर्देश	v
प्रस्तावना	vii
फलित आधारित शिक्षण	ix
अभ्यासक्रमाचे परिणाम	xi
संक्षिप्तरूपे आणि चिन्हे	xiii
छायाचित्र आणि आकृत्यांची यादी	xv
शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे	xvii
घटक 1: परिसंस्था	1-20
घटक वैशिष्ट्ये	1
मूलभूत तत्व	1
पूर्व-आवश्यकता	1
घटक परिणाम	1
1.1 परिचय	2
1.2 जलचर आणि जमिनीवरील परिसंस्था	3
1.2.1 नैसर्गिक परिसंस्था	3
1.2.2 कृत्रिम परिसंस्था	6
1.3 परिसंस्था, जैविक व अजैविक घटकांची रचना	6
1.3.1 जैविक घटक	7
1.3.2 अजैविक घटक	8
1.4 अन्न साखळी आणि अन्न जाळी	8
1.4.1 अन्न साखळी	9
1.4.2 अन्न जाळी	10
1.5 कार्बन, नत्र, गंधक, फॉस्फोरस चक्र	10
1.5.1 कार्बन चक्र	10
1.5.2 नत्र चक्र	11
1.5.3 गंधक चक्र	13
1.5.4 फॉस्फोरस चक्र	14
1.6 जागतिक तापमानवाढ -कारणे, परिणाम, प्रक्रिया, हरितगृह परिणाम, ओझोन विघटन	15

1.6.1	जागतिक तापमानवाढ	15
1.6.2	ओझोन क्षीणकरण	16
1.7	घटक सारांश	16
1.8	रुचीपूर्ण तथ्ये	17
1.9	अभिनव उपक्रम	18
1.10	अभ्यास	18
1.11	अभ्यासाकरिता काही संदर्भ	20
घटक 2: वायू आणि ध्वनी प्रदूषण		21-40
	घटक वैशिष्ट्ये	21
	तर्क	21
	पूर्व-आवश्यकता	21
	घटक परिणाम	21
2.1	प्रस्तावना	22
2.2	प्रदूषण आणि प्रदूषक	23
	2.2.1 वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक स्रोत	25
2.3	वायू प्रदूषके	27
	2.3.1 कण प्रदूषक: प्रभाव आणि नियंत्रण	27
2.4	वायू प्रदूषण नियंत्रण: शोषक, कॅटलिटिक कन्व्हर्टर, रेफ्रिजरंट्स आणि आयसी, बॉयलरमुळे होणारे वायू प्रदूषणाचे परिणाम	31
	2.4.1 शोषक	31
	2.4.2 उत्प्रेरक कन्व्हर्टर	32
	2.4.3 रेफ्रिजरंट्स, आयसी, बॉयलरमुळे वायू प्रदूषणाचे परिणाम	33
2.5	ध्वनी प्रदूषण: प्रदूषणाचे स्रोत, प्रदूषणाची पातळी मोजणे, ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम, ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000	33
	2.5.1 ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत	33
	2.5.2 ध्वनी प्रदूषणाच्या पातळीचे मापन	34
	2.5.3 ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम	35
	2.5.4 ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000	35
2.6	घटक सारांश	36
2.7	अभिनव उपक्रम	37
2.8	रुचीपूर्ण तथ्ये	37
2.9	अभ्यास	38
2.10	अभ्यासाकरिता काही संदर्भ	40

घटक 3 ऊर्जेचे नूतनीकरण स्त्रोत	41-64
घटक वैशिष्ट्ये	41
मूलभूत तत्व	41
पूर्व-आवश्यकता	41
घटक परिणाम	41
3.1 परिचय	42
3.2 सौर ऊर्जा	43
3.2.1 फ्लॅट प्लेट संग्राहक (द्रव आणि हवा)	43
3.2.2 फ्लॅट प्लेट संग्राहकाचा सिद्धांत	44
3.2.3 लेप आणि प्रगत संग्राहकाचे महत्त्व	44
3.2.4 सौर तळे, सौर पाणी तापक, सौर ड्रायर आणि सौर उर्ध्वपातन यंत्र	45
3.3 बायोमास	48
3.3.1 इंधन म्हणून बायोमासची उष्णतेसंबंधीची वैशिष्ट्ये	49
3.3.2 एनारोबिक पचन	50
3.3.3 बायोगॅस उत्पादन यंत्रणा	50
3.3.4 बायोगॅसचा वापर आणि साठवण	51
3.4 पवन ऊर्जा	53
3.4.1 सद्य स्थिती आणि पवन ऊर्जेची भविष्यातील शक्यता	53
3.4.2 भारतात पवन ऊर्जा	54
3.4.3 पर्यावरणीय फायदे आणि पवन ऊर्जेची समस्या	55
3.5 नवीन ऊर्जा स्त्रोत	56
3.5.1 विविध प्रकारचे नवीन उर्जा स्त्रोत	56
3.5.2 हायड्रोजन ऊर्जेचे अनुप्रयोग	56
3.5.3 महासागर ऊर्जा संसाधने अनुप्रयोग	57
3.5.4 भू-औष्णिक ऊर्जेची संकल्पना, मूळ आणि उर्जा संयंत्र	57
3.6 घटक सारांश	59
3.7 नाविन्यपूर्ण उपक्रम	60
3.8 रुचीपूर्ण तथ्ये	60
3.9 अभ्यास	61
3.10 अभ्यासाकरिता काही संदर्भ	63

घटक 4: घनकचरा व्यवस्थापन, आयएसओ 14000 आणि पर्यावरण व्यवस्थापन	65-85
घटक वैशिष्ट्ये	65
तर्क	65
पूर्व-आवश्यकता	65
घटक परिणाम	65
4.1 प्रस्तावना	66
4.2 महापालिका घन कचऱ्यांचे स्त्रोत आणि वैशिष्ट्ये	67
4.2.1 घनकचरा निर्मिती	67
4.2.2 ई-कचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये	69
4.2.3 जैव वैद्यकीय कचऱ्याचे स्त्रोत आणि वैशिष्ट्ये	70
4.3 उद्योगांमधील धातू कचरा आणि गैर धातू कचरा (वंगण, प्लास्टिक, रबर)	71
4.3.1 उद्योगांमधील गैर धातू कचरा (वंगण, प्लास्टिक, रबर)	71
4.4 संकलन आणि विल्हेवाट	73
4.4.1 महानगरपालिका घनकचरा संकलन	73
4.4.2 महानगरपालिका घनकचरा विल्हेवाट	74
4.4.3 3R तत्त्वे	74
4.4.4 ऊर्जा पुनर्प्राप्ती	74
4.4.5 सॅनिटरी लॅंडफिल	75
4.4.6 घातक टाकाऊ कचरा	75
4.5 वायू गुणवत्ता कायदा 2004, वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा 1981 आणि पाणी (प्रतिबंध आणि प्रदूषण नियंत्रण) कायदा 1974	76
4.5.1 वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा 1981	76
4.5.2 पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, 1974	77
4.6 केंद्रीय आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका	77
4.6.1 केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची संघटनात्मक रचना	78
4.6.2 राष्ट्रीय स्तरावर केंद्रीय मंडळाची कार्ये	78
4.6.3 राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका	78
4.6.4 केंद्रशासित प्रदेशांसाठी राज्य मंडळ म्हणून केंद्रीय मंडळाची कार्ये	79
4.7 कार्बन क्रेडिट, कार्बन पदचिन्ह संकल्पना	79
4.7.1 कार्बन क्रेडिट	80
4.8 फॅब्रिकेशन उद्योगात पर्यावरण व्यवस्थापन	81
4.9 ISO 14000: उद्योगांमध्ये अंमलबजावणी, फायदे	81
4.10 घटक सारांश	81
4.11 रुचीपूर्ण तथ्ये	83

4.12	अभिनव उपक्रम	83
4.13	अभ्यास	84
4.14	अभ्यासाकरिता काही संदर्भ	85
	पर्यावरणाशी संबंधित महत्वाचे दिवस	86
	कोर्स परिणाम आणि अभ्यासक्रम फलित तक्ता	86
	महत्वाच्या संज्ञांची सूची	87

1

परिसंस्था

घटक वैशिष्ट्ये

हे घटक खालील मुख्य बाबींशी संबंधित आहे:

- जलचर (लेंटिक आणि लोटिक) आणि स्थलीय परिसंस्था
- परिसंस्था, जैविक आणि अजैविक घटकांची रचना
- अन्न साखळी आणि अन्न जाळी
- कार्बन, नायट्रोजन, सल्फर, फॉस्फरस सायकल
- जागातीक तापमानवाद -कारणे, परिणाम, प्रक्रिया, हरितगृह परिणाम, ओझोन कमी होणे

या पुस्तकाच्या वापरकर्त्यांमध्ये जिज्ञासा आणि सर्जनशीलता निर्माण करण्यासाठी संबंधित विषयांशी निगडित सर्व छायाचित्रे समर्थित आहेत. बहुपर्यायी आणि व्यक्तिपरक प्रकारचे प्रश्न दिले गेले आहेत जेणेकरून विद्यार्थी अभ्यास करून त्यांना सोडवू शकेल. संदर्भ पुस्तके, ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट, व्हिडिओ संकेतस्थळे इत्यादी शिकण्याची संसाधने देखील संकल्पनेच्या अधिक स्पष्टीकरणासाठी आणि शंका निवारणासाठी घटकामध्ये दिल्या आहेत. कृपया ह्याची नोंद घ्यावी की स्वारस्याच्या विविध विषयांवर अधिक माहिती मिळवण्यासाठी, काही क्यूआर कोड वेगवेगळ्या विभागांमध्ये प्रदान केले गेले आहेत जे संबंधित सहाय्यक ज्ञानासाठी स्कॅन केले जाऊ शकतात.

मूलभूत तत्व

प्रत्येक प्राणी त्यांच्या अस्तित्वासाठी निसर्गावर अवलंबून असतो. म्हणूनच, आपले वातावरण स्वच्छ आणि चांगल्या स्थितीत ठेवणे आवश्यकच नाही तर आपल्या सर्वांचीच ती नैतिक जबाबदारी देखील आहे. हे घटक (unit) पर्यावरणाशी संबंधित अनेक महत्त्वाच्या बाबींशी संबंधित आहे जसे की परिसंस्था, कार्बन, नत्र, गंधक आणि फॉस्फरस चक्र (cycle), जागतिक तापमानवाद - प्रकरणे आणि त्याचा परिणाम. हे सर्व मानवांसह सजीव प्राण्यांशी थेट संबंधित आहेत. इतर सर्व सजीवांप्रमाणेच, मनुष्यही जगण्यासाठी नैसर्गिक परिसंस्था सेवेवर अवलंबून आहे. आपल्याला खायला मिळणारे अन्न, पिण्याचे पाणी आणि आपल्या दैनंदिन उत्पादनांमध्ये कच्च्या मालाचे रूपांतर करण्यासाठी आपल्याला याची आवश्यकता आहे. म्हणूनच आपल्या सजीव वातावरणाला चांगल्या स्थितीत ठेवण्यासाठी आपण नैसर्गिक परिसंस्था जतन करणे महत्वाचे आहे.

त्याचप्रमाणे जागतिक तापमानवाद ही देखील चिंतेची बाब आहे कारण यामुळे मानव, वनस्पती आणि प्राणी यांच्या जीवनावर अनेक प्रकारे परिणाम होतो. ही एक गंभीर सार्वजनिक आरोग्य आणि पर्यावरणीय परिस्थिती आहे. म्हणूनच, या घटकाचा अभ्यास केल्याने पदविका विद्यार्थ्यांना वर नमूद केलेल्या सर्व महत्त्वाच्या पैलूंचा अंतर्दृष्टी घेण्यास आणि तिचे महत्त्व समजण्यास मदत होईल.

पूर्व-आवश्यकता

माध्यमिक शाळा रसायनशास्त्र

घटक परिणाम

विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील: (घ -घटक आणि प - परिणाम)

- घ1- प1 : परिसंस्था आणि त्याचे घटक समजावून सांगा.
- घ1- प2 : अन्न साखळी (Food Chain) आणि अन्न जाळी (Food Web) ह्यांची तुलना करा.

2 | पर्यावरण विज्ञान

- घ1- प3 : जलचर आणि स्थलीय परिसंस्था मधील फरक स्पष्ट करा.
- घ1- प4 कार्बन, नत्र (nitrogen), गंधक (sulphur) आणि फॉस्फरस चक्राचे वर्णन करा.
- घ1- प5 : जागतिक तापमानवाढीचे कारणे आणि त्याचा परिणाम सांगा.
- घ1- प6 : हरितगृह परिणाम (Green house effect) आणि ओझोन कमी होणे ह्या दरम्यान फरक सांगा.

घटक परिणामाचे अभ्यासक्रम परिणामा सोबत वर्गीकरण :

घटक -1 परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)				
	अप -1	अप - 2	अप - 3	अप -4	अप -5
घ-1 प 1	3	-	-	-	-
घ -1 प 2	3	-	-	-	-
घ -1 प 3	3	-	-	-	-
घ -1 प 4	3	-	-	-	-
घ -1 प 5	3	-	-	-	-
घ -1 प 6	3	-	-	-	-

अप - अभ्यासक्रम परिणाम, घ - घटक, प - परिणाम

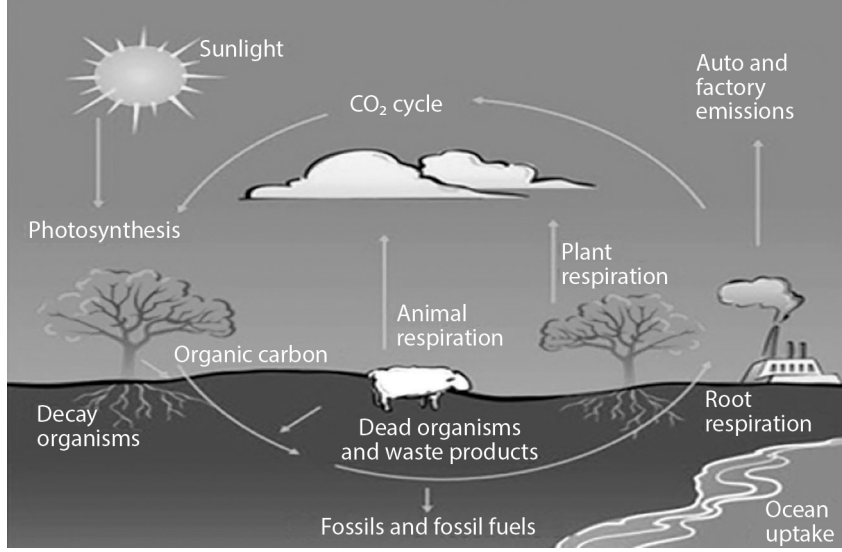
घटक अवलोकन

- १.१ परिचय
- १.२ जलचर (Lentic and Lotic) आणि स्थलीय परिसंस्था
- १.३ परिसंस्था, जैविक (Biotic) आणि अजैविक (Abiotic) घटकांची रचना
- १.४ अन्न साखळी (Food Chain) आणि अन्न जाळी (Food Web)
- १.५ कार्बन, नत्र, गंधक, फॉस्फरस चक्र
- १.६ जागतिक तापमानवाढ -कारणे, प्रभाव, प्रक्रिया, हरितगृह परिणाम, ओझोनची कमी
- १.७ घटक सारांश
- १.८ रुचीपूर्ण तथ्ये
- १.९ अभिनव उपक्रम
- १.१० अभ्यास
- १.११ सुचविलेले शिक्षण संसाधने

1.1 परिचय

“परिसंस्था (Ecosystem)” या शब्दाची सुरुवात ए. जी. टेन्स्ले यांनी 1935 मध्ये प्रथम केली होती. ते इंग्रजी वनस्पतिशास्त्रज्ञ आणि परिसंस्थेतील अग्रणी होते. प्रो. ए. जी. टेन्स्ले यांचे शिक्षण युनिव्हर्सिटी महाविद्यालय, आणि ट्रिनिटी महाविद्यालय, केंब्रिज येथे झाले आणि त्यांनी 1937 मध्ये निवृत्त होईपर्यंत वनस्पतिशास्त्रातील प्राध्यापक म्हणून ऑक्सफोर्ड या विद्यापीठात अध्यापन कार्य केले.

परिस्थितिकी (Ecology) हा अवयवयुक्त व सूक्ष्म जीवांचा अभ्यास आहे, तसेच त्यांचा एकमेकांशी आणि सभोवतालच्या वातावरणाशी परस्पर संबंधांचा अभ्यास आहे. पर्यावरण म्हणजे जीव आणि त्याच्या आसपासच्या वस्तू आणि परिस्थितीचा संबंध असतो जो जीव आणि त्यांची लोकसंख्या आणि विकासावर प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष प्रभाव पाडत असतो. जीव आणि पर्यावरण हे परिस्थितीकी दोन अविभाज्य घटक आहेत.



छायाचित्र 1.1: परिसंस्था

सर्व सजीवांपैकी, मनुष्य हा एकमेव जीव आहे ज्याने निसर्गामध्ये अन्न, निवारा, कपड्यांसारख्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी असंतुलन निर्माण केले आणि अलिकडच्या काळात विकसित केलेले विविध विकास प्रकल्प आणि लोकसंख्या वाढीमुळे निरोगी आणि संतुलित निसर्गाचे नुकसान झाले आहे. या अनियंत्रित उपक्रमांमुळे अनियंत्रित कचरा साचणे, ओझोन थर कमी होणे, हरितगृह परिणाम इत्यादी विविध पर्यावरणीय समस्या उद्भवल्या आहेत.



छायाचित्र 1.2: परिसंस्था

1.2 जलचर (Lentic and Lotic) आणि जमिनीवरील परिसंस्था

परिसंस्था आकारात वाळवंटातील मृगजळाप्रमाणे (oasis) खूप लहान असू शकते, किंवा हजारो किलोमीटर पसरलेल्या समुद्रासारखी मोठी पण असू शकते. परिसंस्थेचे दोन प्रकार आहेत :

- नैसर्गिक परिसंस्था
- कृत्रिम परिसंस्था

1.2.1 नैसर्गिक परिसंस्था

ह्या परिसंस्था निसर्गात कोणत्याही मानवी समर्थन किंवा हस्तक्षेपाशिवाय अस्तित्वात असतात. हे निसर्गात आढळणारे नैसर्गिकरित्या उत्पादित जैविक वातावरण आहे. नैसर्गिक परिसंस्थेची काही उदाहरणे आहेत: महासागर, तलाव, तळे, वाळवंट, वन इत्यादी. नैसर्गिक परिसंस्था दोन प्रकारात असू शकते:

4 | पर्यावरण विज्ञान

- जलचर परिसंस्था
- जमिनीवरील किंवा स्थलीय परिसंस्था

1.2.1.1 जलचर परिसंस्था

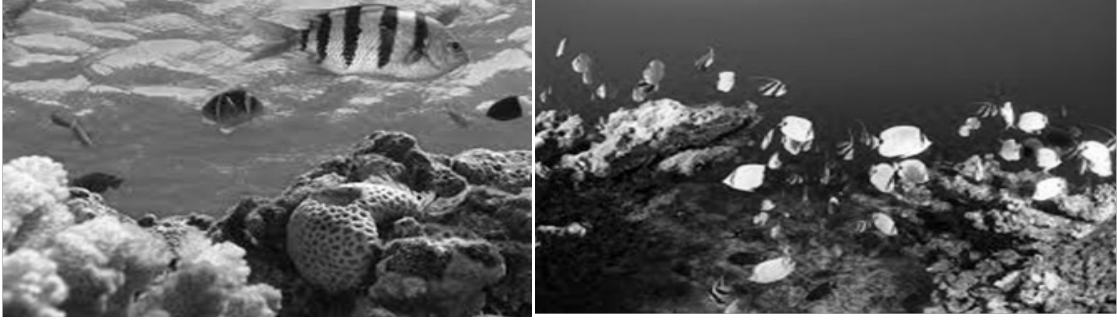
पाणी बऱ्याच जीवांना आधार देते. पाण्यात टिकून राहणारे जीव जलीय जीव म्हणतात. हे अवयवयुक्त जीव, अन्न, निवारा, पुनरुत्पादन आणि इतर सर्व जीवन निगडित कार्यांसाठी पाण्यावर अवलंबून असतात. एका जलचर परिसंस्थेत अनेक गट एकमेकांशी सुसंगत असतात आणि आणि ते त्यांच्या जल पर्यावरण आणि पोषणाकरता एकमेकांवर अवलंबून असतात.

जलीय पर्यावरणातील उदाहरणांमध्ये समुद्र, तलाव आणि नद्यांचा समावेश आहे. हे पुढे दोन प्रकारात विभागले जाऊ शकते:

- गोड्या पाण्याची (Freshwater) परिसंस्था
- सागरी (Marine) परिसंस्था

गोड्या पाण्याची परिसंस्था

गोड्या पाण्याच्या परिसंस्थेमध्ये तलाव, तळे, नद्या व नाले, ओली जमीन, जलमय जमीन, दलदल, आणि तात्पुरते तलाव यांचा समावेश आहे. ते पृथ्वीवरील फक्त 0.8 टक्के एवढा छोटा भाग व्यापतात. ही परिसंस्था जगातील मत्स्य प्रजातीच्या 41% प्रजातींसाठी निवासस्थान प्रदान करते. गोड्या पाण्याच्या परिसंस्था दोन विभागांत विभागल्या जातात, संथ पाण्यातील (lentic) आणि वाहत्या पाण्यातील (lotic) परिसंस्था. वाहत्या पाण्यातील परिसंस्था नदी, ओढे इत्यादी.



छायाचित्र 1.3: जलचर परिसंस्था

वाहणाऱ्या पाण्याचे प्रतिनिधित्व करतात तर तलाव, तळे, जलमय जमीन, दलदल, आणि तात्पुरते तलाव यासारख्या पाण्याचे अस्तित्व असणाऱ्या जलाशयांना संथ पाण्यातील परिसंस्था म्हणून ओळखले जाते.



छायाचित्र 1.4: संथ पाण्यातील परिसंस्था (डावीकडे) आणि वाहत्या पाण्यातील परिसंस्था (उजवीकडे)

संथ पाण्यातील परिसंस्था (lentic ecosystem)

लेंटिक परिसंस्था सर्व स्थायी जलाशयांना संदर्भित करते. तलाव आणि तळे ही संथ पाण्यातील परिसंस्थेची मुख्य उदाहरणे आहेत. lentic हा शब्द (लॅटिन शब्दाच्या lentus कडून ज्याचा अर्थ संथ किंवा स्थिर) मुख्यतः एका जागी स्तब्ध किंवा तुलनेने स्थिर पाणी असा आहे. या परिसंस्थेमध्ये शेवाळ, खेकडे, कोळंबी, बेडूक आणि सॅलमॅंडर्स सारखे उभयचर प्राणी, मुळे आणि तरंगत्या पानांची रोपटे आणि मगर सारखे सरपटणारे प्राणी आणि पाण्यातील सर्प समाविष्ट होतात.

वाहत्या पाण्यातील परिसंस्था (lotic ecosystem)

ह्या परिसंस्थे मध्ये मुख्यतः वेगाने एकाच दिशेने वाहणाऱ्या नद्या आणि ओढे समाविष्ट असतात. lotic हा शब्द (लॅटिन शब्द lotus ज्याचा अर्थ धुणे) प्रामुख्याने वाहणाऱ्या पाण्याला संदर्भित आहे. या परिसंस्थे मध्ये मुख्यतः भूंगे (Beetles), नाजूक कीटक (mayflies), दगड कीटक (stoneflies) आणि माशांच्या अनेक जाती, जसे ट्राउट (trout), ईल्स (eels) मिन्नू (Minnow) अशा असंख्य प्रजाती आहेत. या जलप्रजातींव्यतिरिक्त, या परिसंस्थेत लोकर असलेला जलचर (Beaver), नदी किंवा समुद्रातील मोठा मासा (river dolphin) आणि पाणमांजर (otters) सारख्या विविध सस्तन प्राण्यांचा समावेश आहे.

सागरी परिसंस्था

वनस्पती, प्राणी आणि सागरी वातावरणाचा परस्पर संवाद म्हणून सागरी परिसंस्था परिभाषित केली जाऊ शकते. “सागरी परिसंस्था “ या शब्दामध्ये पृथ्वीवरील खारट पाण्याचा समावेश आहे आणि त्यास निव्वळ खारट पाण्याची परिसंस्था म्हणून ओळखले जाते. यात समुद्र आणि महासागरांचा समावेश आहे. गोड्या पाण्याच्या परिसंस्थांच्या तुलनेत सागरी परिसंस्थामध्ये मीठाचे प्रमाण जास्त आणि जैवविविधता जास्त आहे. हे पृथ्वीवरील सर्वात मोठे पृष्ठभाग व्यापते. पृथ्वीचा दोन तृतीयांश भाग पाण्याने व्यापलेला आहे आणि ते महासागर, समुद्र, मध्यवर्ती विभाग, चट्टे, समुद्री किनारे, गरम पाण्याचे झरे (hydrothermal vents), आणि दगडाच्या कपारीतील डोह (rock pools) आहेत. सागरी परिसंस्थेमध्ये क्षारांचे प्रमाण अधिक प्रमाणात असल्यामुळे गोड्या पाण्यातील जीवांना त्यात जगणे कठीण होते. त्याचप्रमाणे, समुद्री प्राणी गोड्या पाण्यात जगू शकत नाहीत, त्यांचे शरीर खारट पाण्यात राहण्यासाठी अनुकूल झाले असते; जर ते कमी खारट पाण्यात ठेवले तर त्यांचे शरीर फुगू शकते.

सागरी परिसंस्था मुख्यतः खालील दोन प्रकारात विभागली जाऊ शकते:

- महासागर परिसंस्था (ocean ecosystem)
- समुद्री तट परिसंस्था (Coastal ecosystem)

महासागर परिसंस्था

आपल्या पृथ्वी ग्रहाला प्रशांत (pacific), हिंदी (Indian), आर्क्टिक, अंटार्क्टिक आणि अटलांटिक महासागर असे पाच प्रमुख महासागर प्राप्त झाले आहेत. या पाचही महासागरांपैकी प्रशांत आणि अटलांटिक हे अनुक्रमे सर्वात मोठे आणि सर्वात खोल समुद्र आहेत. हे महासागर अनेक जलचर प्रजातींचे घर आहेत. या परिसंस्थेच्या मोजक्या प्राण्यांमध्ये कवच असलेले जलचर (shellfish), मोरी (Shark), नळी जंत (Tube worms), खेकडे (crabs), लहान आणि मोठे समुद्री मासे, कासव, कठीण कवचाचा जलचर प्राणी (crustaceans), निळा देवमासा (blue whale), सरपटणारे प्राणी, सागरी सस्तन प्राणी, समुद्री पक्षी, पाण्यात तरंगणारा सूक्ष्म जीवाणू (plankton), प्रवाळ (coral) आणि इतर समुद्री वनस्पतींचा समावेश आहे.

समुद्री तट परिसंस्था

समुद्री तट परिसंस्थे मध्ये खुल्या जमीनिवर आणि पाणी ह्या दोन्हीवर राहणाऱ्या जीवांची सामाविष्टता होते. समुद्री तट परिसंस्था किंवा किनारपट्टीच्या परिसंस्थेमध्ये भिन्न प्रकारची रचना आणि विविधता असते. या परिसंस्थेच्या तळाशी जलीय वनस्पती आणि एकपेशीय वनस्पतींच्या (algae) प्रजातींचा विस्तृत वावर आढळतो. विशिष्ट खंडातील प्राणिजात (fauna) समुद्री तट परिसंस्थे मध्ये देखील आढळतात आणि त्यात प्रामुख्याने खेकडे, मासे, कीटक, लॉबस्टर, गोगलगाई, कोळंबी (shrimps) वगैरे असतात.

1.2.1.2 जमिनीवरील किंवा स्थलीय परिसंस्था

स्थलीय परिसंस्था केवळ भू-आधारित परिसंस्था आहेत. यामध्ये पृथ्वीवरील पृष्ठभागावरील जमिनीवरील जीव आणि त्यांचे पर्यावरण यांचा एक समुदाय आहे. स्थलीय परिसंस्था पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सुमारे 28% भागात व्यापलेल्या आहे. स्थलीय परिसंस्था जलीय परिसंस्थेपेक्षा भिन्न आहे ज्यात पाण्याची कमतरता असते. विविध भौगोलिक स्थलीय परिसंस्था या अनेक प्रकारच्या आहेत ज्या वेगवेगळ्या जिऑलॉजिकल क्षेत्रामध्ये (geological zones) पसरल्या आहेत, त्या खालीलप्रमाणे :

- वन परिसंस्था (Forest ecosystem)
- गवताळ परिसंस्था (Grassland ecosystem)

- टुंड्रा परिसंस्था (Tundra ecosystem)
- वाळवंट परिसंस्था (Desert ecosystem)

वन परिसंस्था

वन परिसंस्थेत विविध प्रकारचे सूक्ष्मजीव, वनस्पती आणि प्राणी असतात आणि हे सर्व घटक एकमेकांशी समन्वयाने राहतात. जंगले पृथ्वीचे तापमान राखण्यात मदत करतात आणि कार्बन विहिर (carbon sink) मध्ये मोठी भूमिका निभावतात. परिसंस्थेचा समतोल राखण्यासाठी हे अत्यंत महत्वाचे आहे.

गवताळ परिसंस्था

गवताळ परिसंस्थावर गवत आणि औषधी वनस्पती यांचे वर्चस्व आहे. हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सुमारे 19% व्यापलेले आहे आणि सामान्यतः खंडातील अंतर्गत भागात आढळते. समशीतोष्ण गवत आणि सवान्ना (savanna) गवताळ जमीन ही गवताळ परिसंस्थेची काही उदाहरणे आहेत.

टुंड्रा परिसंस्था

टुंड्रा परिसंस्था उजाड जमीन आणि खडकांमुळे ओळखली जाते. टुंड्रा परिसंस्था वृक्ष नसलेल्या आहेत आणि त्या शेवाळे (mosses), लाइचेन्स, औषधी वनस्पती आणि लहान झुडूपांसारख्या आणि कमी वनस्पतींच्या उदास आवरणांसाठी देखील ओळखल्या जातात. या परिसंस्था थंड हवामानात किंवा जिथे पाऊस कमी पडतो तिथे आढळतात. ह्या वर्षभरात बऱ्याच वेळ बर्फाच्छादित असतात. आर्क्टिक किंवा पर्वत शिखरामधील परिसंस्था ही टुंड्रा प्रकारच्या परिसंस्थेचे उदाहरण आहे.

वाळवंट परिसंस्था

वाळवंट जगभरात आढळतात. ही परिसंस्था पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या 14 टक्के भाग व्यापते. या परिसंस्थेमध्ये, सामान्यतः ढगविरहित आकाशासह सूर्य दिवसा वाळवंट लवकर गरम करतो, ज्यामुळे पृथ्वीवरील हवेचे उच्च तापमान होते. याउलट, रात्री वातावरणात उष्णतेचे उत्सर्जन झाल्यामुळे तापमान वेगाने खाली जात असल्याने खूप थंड असतात. हे फारच कमी पाऊस पडणारे प्रदेश आहेत आणि त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात अंतर असलेल्या झुडूपांच्या विरळ बारमाही वनस्पती तयार होतात.



छायाचित्र 1.5: स्थलीय परिसंस्था

1.2.2 कृत्रिम परिसंस्था

मानवनिर्मित व देखभाल केलेल्या पर्यावरणास कृत्रिम परिसंस्था म्हणतात. या परिसंस्था व्यावसायिक किंवा इतर फायद्यांसाठी तयार केल्या जातात. ह्या एकतर जलचर किंवा स्थलीय प्रकारच्या असू शकतात. उद्याने, धरणे, बाग इत्यादी तसेच प्राणीसंग्रहालय, मत्स्यालय आणि वनस्पती उद्यान ही कृत्रिम परिसंस्थेची उदाहरणे आहेत जी जैवविविधता संवर्धनाच्या उद्देशाने राखली जातात. झाडे आणि प्राणी त्यांच्या नैसर्गिक अधिवास (habitat) आणि आवश्यकतांप्रमाणेच संरक्षित भागात ठेवले जातात.

1.3 परिसंस्था, जैविक व अजैविक घटकांची रचना

एखाद्या परिसंस्थेतील संरचनेत विशिष्ट अधिवासातील पोषक घटकांचे प्रमाण आणि वितरण यासह वातावरणातील जीव आणि भौतिक वैशिष्ट्यांचे वर्णन केले जाते. तसेच तेथील क्षेत्रामध्ये असलेल्या प्रचलित हवामानाच्या संदर्भात माहिती देखील प्रदान करते. कोणत्याही परिसंस्थेचे विविध घटक दोन मुख्य प्रकारांमध्ये विभागले जाऊ शकतात:

- जैविक घटक
- अजैविक घटक

1.3.1 जैविक घटक (biotic components)

“बायोटिक” हा शब्द दोन शब्दांचा संयोग आहे, “(bio)” म्हणजे जीवन आणि “आयसी (ic)” म्हणजे सारखे. म्हणूनच या शब्दाचा अर्थ “जीवना सारखा” आहे आणि पर्यावरणातील अस्तित्वातील सर्व सजीव घटकांशी संबंधित आहे. किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगायचे तर, परिसंस्थेतील अस्तित्वात असलेले हे जैविक घटक. ह्या जैविक घटकांच्या अन्न तयार करण्याच्या किंवा मिळविण्याच्या प्रक्रियेनुसार त्यांचे तीन प्रकारात वर्गीकरण करता येते.

- उत्पादक (autotrophs)
- उपभोक्ते (heterotrophs)
- विघटन करणारे (decomposers or saprotrophs)

1.3.1.1 उत्पादक

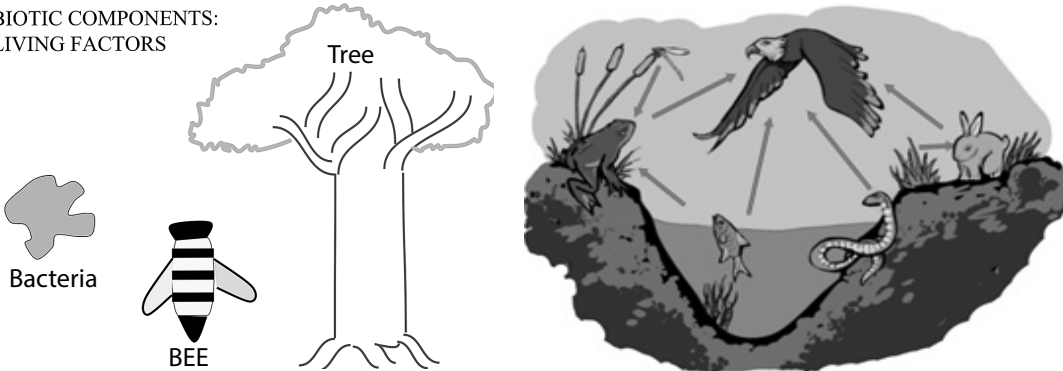
ह्यात प्रामुख्याने हिरव्या वनस्पती, निळ्या हिरवा शैवाल, काही जिवाणू (bacteria) आणि मुक्त तरंगणारे उत्पादक सूक्ष्म जिवाणू (phytoplakton) ह्यांचा समावेश असतो. या सर्व जीवांमध्ये प्रकाशसंश्लेषक रंगद्रव्ये (photosynthetic pigments) असतात (उदा. : chlorophyll). या सूर्यप्रकाश आणि chlorophyll च्या उपस्थितीत प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे त्यांची स्वतःची उर्जा (अन्न) निर्माण करू शकतात. हिरव्या वनस्पती, निळ्या हिरव्या शैवाल इत्यादी सूर्यप्रकाशाच्या साहाय्याने स्वतःचे खाद्य तयार करतात म्हणून त्यांना प्रकाश उत्पादक किंवा फक्त उत्पादक (auto = self, स्वतः, trophos = feeder, तयार करून खाणारे) म्हणून ओळखले जाते.

1.3.1.2 उपभोक्ते

हे प्रामुख्याने प्राणी आहेत. ते स्वतःसाठी अन्न तयार आणि संश्लेषित (synthesize) करण्यास अक्षम आहेत. म्हणूनच, ते त्यांच्या आहारासाठी उत्पादकांवर अवलंबून असतात आणि त्यांच्याद्वारे साठवलेले साहित्य आणि उर्जेचा उपयोग करतात. त्यांना उपभोक्ते (heterotrophs; hetero = on others, trophos = feeder) म्हणून ओळखले जाते. उपभोक्ते चार प्रकारचे आहेत:

- **प्राथमिक किंवा प्रथम क्रमांकाचे किंवा शाकाहारी:** हे प्राणी जे वनस्पती किंवा उत्पादकांना आहारात समाविष्ट करतात. गुरेढोरे, हरीण, बकरी, ससा, उंदीर, फडफड (grasshoppers) इ. जमीन परिसंस्थेतील सामान्य शाकाहारी प्राणी आणि गोगलगाय, डास, बेडके (tadpoles) इ. जलीय परिसंस्थेतील सामान्य शाकाहारी प्राणी ह्यात समाविष्ट आहेत.
- **दुय्यम किंवा द्वितीय क्रमांकाचे उपभोक्ते किंवा प्राथमिक मांसाहारी:** असे प्राणी जे शाकाहारी वनस्पती खाल्लेल्या प्राण्यांना खातात त्यांना प्राथमिक मांसाहारी किंवा दुय्यम उपभोक्ते म्हणतात. उदाहरणे: मांजरी, कोल्हे, साप इ. जमिनीवरील परिसंस्थेतील आणि पाण्यातील छोटे किडे (bugs), पाण्यातील भूंगे, बेडूक, लहान मासे इत्यादि. जलीय परिसंस्थेतील प्राण्यांचा दुय्यम ग्राहक म्हणून उल्लेख होतो.
- **तृतीयक किंवा तृतीय क्रमांकाचे उपभोक्ते:** हे मोठे मांसाहारी आहेत जे प्रथम मांसाहारी किंवा दुय्यम उपभोक्त्यांवर जीविका करतात. सामान्य उदाहरणांमध्ये जलीय परिसंस्थेतील मोठे मासे, पाण्यावरील पक्षी इत्यादी आणि भूतल परिसंस्थेतील लांडगे, साप इत्यादींचा ह्यात समावेश आहे.
- **चतुर्थांश ग्राहक किंवा चतुर्थ क्रमांक उपभोक्ते किंवा सर्वभक्षी (Omnivorous):** हे प्राणी सर्वात मोठे मांसाहारी आहेत जे तृतीयक उपभोक्त्याचे सेवन करतात आणि इतर कोणीही ह्यांचे सेवन करत नाहीत. सिंह, वाघ, गरुड इ. भूतल परिसंस्थेमधील प्राण्यांचा आणि मोरी (shark), मगर इत्यादी जलीय परिसंस्थेतील प्राण्यांचा ह्यात समावेश आहे.

BIOTIC COMPONENTS:
LIVING FACTORS



छायाचित्र 1.6: सजीव घटक

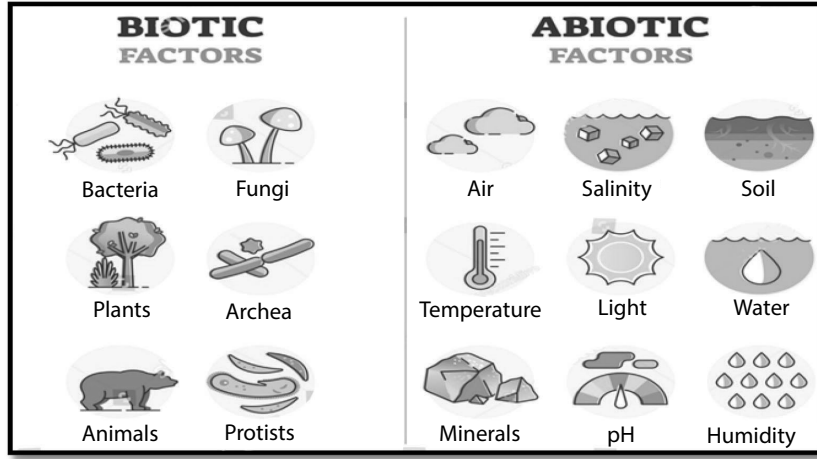
1.3.1.3 विघटन करणारे किंवा रिड्यूसर (saprotrophs)

जीवाणू आणि बुरशी या श्रेणीतील आहेत. ते त्यांच्या अन्नासाठी उत्पादक (वनस्पती) आणि उपभोक्ते (प्राणी) यांच्या मृत सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करतात आणि पर्यावरणास त्यांच्या चयापचयाच्या उप-उत्पादन म्हणून तयार केलेल्या साध्या अजैविक आणि सेंद्रिय पदार्थांना पुन्हा तयार करतात. उत्पादकांकडून या साध्या पदार्थांचा पुन्हा उपयोग केला जातो, परिणामी परिसंस्थेमधील जैविक आणि अजैविकांमध्ये त्यांचे चक्रीय विनिमय होते. विघटन करणारे saprotrophs (sapro = सडलेले, ट्रॉफस = खाणारे) म्हणून ओळखले जातात.

1.3.2 अजैविक (abiotic) घटक

परिसंस्थेतील अस्तित्वात असलेले जीवन विरहित घटक किंवा भौतिक वातावरण ह्यांना अजैविक घटक असे संबोधले जाते. त्यांच्या रचना, वितरण, वर्तन आणि परस्पर संबंधांचा प्रबल प्रभाव जीवांवर आहे. अजैविक घटकांमध्ये खालील घटक समाविष्ट असतात :

- निरिद्रिय पदार्थ (Inorganic substances)
- सेंद्रिय संयुगे
- हवामान घटक



छायाचित्र 1.7: जैविक व अजैविक घटक

1.3.2.1 निरिद्रिय पदार्थ

कार्बन, नत्र (nitrogen), प्राणवायू (oxygen), कॅल्शियम, फॉस्फरस इ. आणि त्यांचे संयुगे (पाणी, कार्बन डाय ऑक्साईड) इ.) मुख्य अजैविक घटक असतात. हे एकतर पाण्यात, मातीत किंवा हवेमध्ये विरघळलेल्या संयुगांच्या स्वरूपात असतात.

1.3.2.2 सेंद्रिय पदार्थ

यात कर्बोदके (carbohydrates), प्रथिने (proteins), स्निग्ध पदार्थ (lipids) इत्यादींचा समावेश आहे. हे जैविक आणि मृत सेंद्रिय पदार्थांमध्ये असतात. मृत सेंद्रिय पदार्थ अकार्बनिक पदार्थांमध्ये विघटन करणाऱ्या जीवांच्या (उदा. बॅक्टेरिया, बुरशी) क्रियेतून मोडले जातात जेणे करून त्यांचा पुनर्वापर (recycling) केल्या जाऊ शकतो.

1.3.2.3 हवामान घटक

यामध्ये प्रकाश, तापमान, आर्द्रता, वारा, पाऊस यांचा समावेश आहे. उदाहरणार्थ पाणी; तसेच माती, थर, स्थलचिन्हे, खनिजे इ. सारखे मूलभूत घटक.

1.4 अन्न साखळी आणि अन्न जाळी (Food Chain and Food Web)

परिसंस्थेमध्ये अस्तित्त्व टिकवून ठेवण्यासाठी आणि ऊर्जा मिळवण्यासाठी एखाद्याने खाणे आवश्यक आहे. अन्न साखळी आणि अन्न जाळी हे दर्शविते कि कोण कोणास खातो आणि एका परिसंस्थेमध्ये ऊर्जेचे हस्तांतरण एका जीवाकडून दुसऱ्या जीवापर्यंत कसे होते. अन्न साखळी आणि अन्न जाळी विविध जीवांदरम्यान खाद्य संबंधांच्या योजनाबद्ध प्रतिनिधित्वाचा आराखडा दर्शविते.

1.4.1 अन्न साखळी

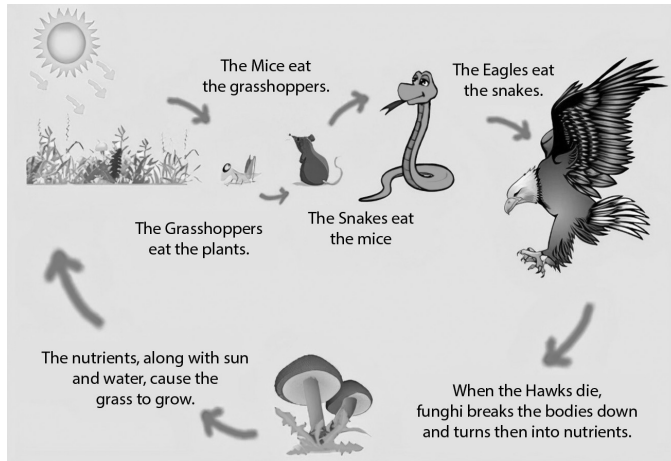
आपण खाल्लेले अन्न आपल्याला दिवसाच्या रोजच्या क्रिया करण्यासाठी ऊर्जा प्रदान करते. हे इतर सर्व जैविकांसाठी लागू आहे. परिसंस्थेमध्ये, सर्व जैविक प्राणी त्यांच्या अन्न उत्पादनाच्या आणि त्यांच्या खाण्याच्या प्रक्रिये बहुल एक पद्धतशीर साखळीत एकमेकांशी जोडलेले असतात. परिसंस्थेच्या विविध घटकांमधील परस्पर संवादांमध्ये एका घटकापासून दुसऱ्या घटकापर्यंत ऊर्जा प्रवाह समाविष्ट असतो. अन्न साखळी वेगवेगळ्या प्राण्यांच्या लोकसंख्येचे प्रमाणन नियमन आणि देखभाल करतात, ज्यायोगे पृथ्वीवरील परिस्थितिकेचे संतुलन राखले जाते. आपण गवताळ प्रदेश परिसंस्थेचे उदाहरण घेऊया, ज्यात सर्व हिरव्या वनस्पती (उदा. औषधी वनस्पती, झुडुपे, झाडे इ.) उत्पादक किंवा autotrophs आहेत आणि ते प्राथमिक उपभोक्त्यांद्वारे, जसे की शाकाहारींद्वारे (उदा. जनावरे, हरिण, बकरी, ससा, उंदीर, फडशाळे इ.) खाल्ल्या जातात. . शाकाहारी प्राण्यांना नंतर दुय्यम उपभोक्ते म्हणजेच प्राथमिक मांसाहारी (उदा. मांजरी, कोल्हा, साप इ.) खातात. प्राथमिक मांसाहारींना तृतीयक उपभोक्ते म्हणजेच मोठे मांसाहारी (उदा. लांडगे, मोठे मासे इत्यादी) खातात. शेवटी, तृतीयक उपभोक्त्यांना चतुर्थांश ग्राहक म्हणजेच सर्वभक्षी खातात. म्हणूनच, हे पाहिले जाऊ शकते की उत्पादकांच्या सुरुवातीस शाकाहारी, मांसाहारी आणि पुढच्या स्तरावरील मांसाहारी सर्व जीव एक निश्चित अनुक्रमिक साखळीमध्ये एकमेकांशी जोडलेले आहेत आणि उत्पादकांकडून ऊर्जा ही साखळीच्या शेवटच्या दुव्यापर्यंत हस्तांतरित केली जाते. म्हणून, उत्पादकांपासून तर शेवटच्या टप्प्यापर्यंत जीवांची एकमेकांना ऊर्जा हस्तांतराने क्रमिक जोडण्याची प्रक्रिया असे अन्न साखळीला परिभाषित केल्या जाऊ शकते.

1.4.1.1 अन्न साखळीची लांबी

अन्न शृंखलामधील वेगळ्या अनुक्रमिक पायऱ्या म्हणजे जिथे उर्जा क्रमाने हस्तांतरित होतात त्यांना वेगवेगळ्या अन्न साखळी पातळी (trophic level) म्हणून संबोधले जाते. उदाहरणार्थ, हिरव्या वनस्पती (उत्पादक) प्रथम अन्न साखळी पातळी तयार करतात - उत्पादक पातळी; वनस्पती खाणारे (शाकाहारी), ज्याला प्रथम उपभोक्ता देखील म्हटले जाते, ते दुसऱ्या अन्न साखळी पातळीचे आहेत- प्राथमिक उपभोक्ते पातळी; आणि मांस खाणारे (मांसाहारी), ज्याला दुय्यम उपभोक्ते देखील म्हटले जाते, ते प्रतिनिधित्व करतात तृतीय अन्न साखळी पातळीचे - दुय्यम उपभोक्ते पातळी; आणि म्हणूनच परिसंस्थेमध्ये भिन्न खाद्य साखळींमध्ये दोन, तीन, चार किंवा जास्तीत जास्त पाच अन्न साखळी पातळी असू शकतात. अन्न साखळी (i) शाकाहारी (प्राथमिक उपभोक्ता)पातळीवर, (ii) प्राथमिक मांसाहारी (दुय्यम उपभोक्ता)पातळी, (iii) माध्यमिक मांसाहारी (तृतीयक उपभोक्ता)पातळी किंवा (iv) तृतीयक मांसाहारी (चतुर्थ उपभोक्ता) स्तरावर समाप्त होऊ शकते.

1.4.1.2 अन्न साखळीची वैशिष्ट्ये

1. अन्न साखळी मध्ये एखाद्या परिसंस्थे मधील जीवां दरम्यान (जैविक घटकांमध्ये) अन्न उर्जा हस्तांतरण होते. अन्न साखळीत, वारंवार खाण्याची प्रक्रिया उद्भवते म्हणजे प्रत्येक गट दुसऱ्या गटातील जीवांना खातो आणि इतर गटातील जीवांकडून खाल्ल्या जातो.
2. अन्न साखळीमध्ये ऊर्जेचा प्रवाह सूर्यापासून उत्पादकांपर्यंत आणि त्यानंतर वेगवेगळ्या प्रकारच्या उपभोक्त्याच्या मालिकेपर्यंत एक दिशा निर्देशात्मक (unidirectional) असतो.
3. सहसा, अन्न साखळीमध्ये 3 ते 4 पातळी असतात. काही प्रकारांमध्ये जास्तीत जास्त 5 पातळी असू शकतात.
4. विविध अन्न साखळीत सर्वभक्षी जीव वेगवेगळ्या साखळी पातळी व्यापू शकतात.



छायाचित्र 1.8: अन्न साखळी

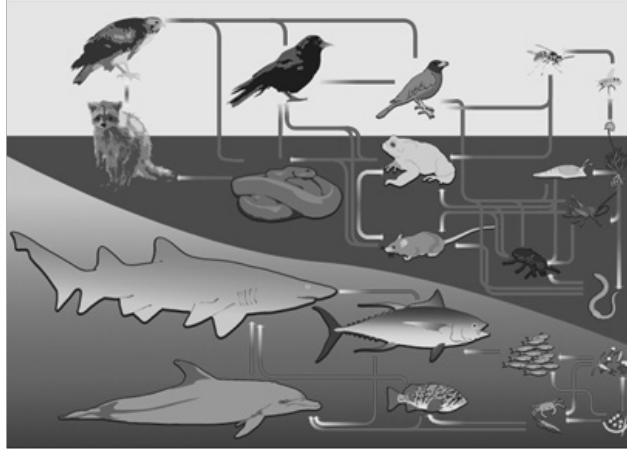
1.4.2 अन्न जाळी (food web)

हे एक जाळे आहे जे विविध अन्न साखळी पातळीवर एकमेकांशी जोडलेले आहे जेणेकरून सजीव समुदायाच्या विविध जीवांमध्ये अनेक खाद्य संधान (food junction) तयार होऊ शकतात. निसर्गात, अन्न साखळी विलगीकरण पद्धतीने कार्य करत नाही कारण नैसर्गिक वातावरणात प्रत्येक जीवाला दोन किंवा अधिक प्रकारचे जीव खातात ज्यांना इतर अनेक जीव खातात. अशा प्रकारे, सरळ रेषेतील साखळी ऐवजी जीवांमधल्या नात्यांना परस्परांशी जोडणाऱ्या नमुन्याला अन्न जाळी म्हणतात. उदाहरणार्थ, वनस्पती ह्या सुरवंट, उंदीर, बकरी इत्यादीं द्वारा खाल्ल्या जाऊ शकतात. फडफड्याला बेडूक खाऊ शकतो, उंदिराला मांजर खाते, हरिणाला वाघ खातो. एक अन्न जाळी, अशा प्रकारे, अन्न उपलब्धतेचे पर्यायी मार्ग प्रदान करते. जर कुठल्या परिसंस्थेमध्ये एका उत्पादकाची विशिष्ट प्रजाती एखाद्या रोगाने किंवा इतर कोणत्याही कारणास्तव नष्ट झाली असेल तर त्या भागातील शाकाहारी वनस्पती उत्पादकांच्या इतर प्रजाती खाऊ शकतात. त्याचप्रमाणे, जर काही शाकाहारी प्रजाती परिसंस्थेमधून नष्ट झाल्या तर दुय्यम ग्राहक इतर उपलब्ध शाकाहारींच्या प्रजाती खाऊ शकतात

अन्न जाळी मध्ये पर्यायांची उपलब्धता परिसंस्थेला अधिक स्थिर करते. म्हणूनच, निसर्गामध्ये उपलब्ध वैकल्पिक अन्न उर्जा एकमेकांना जोडण्याच्या पद्धतीत बनवण्याच्या प्रकाराला अन्न जाळी म्हणायचा निष्कर्ष इथे काढल्या जाऊ शकतो. अन्न जाळी मध्ये कोणतीही उपलब्ध प्रजाती एकापेक्षा जास्त अन्न साखळी पातळीवर एकाच वेळी कार्य करू शकते.

1.4.2.1. अन्न जाळीची वैशिष्ट्ये

1. प्रत्येक अन्न जाळी अन्न साखळींना जोडून तयार होते आणि कधीच अन्न साखळीसारखी सरळ नसते.
2. अन्न जाळी अन्न उपलब्धतेचे वैकल्पिक दुवे प्रदान करते.
3. अन्न जाळी मध्ये अधिक पर्यायांची उपलब्धता, परिसंस्थेला अधिक स्थिर बनवते.
4. अन्न जाळी परिसंस्थेच्या विकासास मदत करतात.



छायाचित्र 1.9: अन्न जाळी

1.5 कार्बन, नत्र (nitrogen), गंधक (sulphur), फॉस्फोरस चक्र

सूर्यप्रकाशाच्या रूपात ऊर्जा आपल्या परिसंस्थेमध्ये प्रवेश करते, त्यातून प्रवाहित होते आणि उष्णतेच्या स्वरूपात वातावरणात सोडली जाते. तथापि, कार्बन, नायट्रोजन, गंधक, फॉस्फोरस, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन असे सहा सामान्य घटक आहेत, ज्यांचा विविध प्रकारच्या रासायनिक रूपात पुनर्वापर होतो. हे सर्व परिसंस्थेमध्ये सजीवांच्या अस्तित्वासाठी खूप महत्वाचे घटक आहेत. पुनर्वापर होण्याच्या प्रक्रियेतून ते वातावरणात, जमिनीवर, पाण्यात किंवा जमिनी खाली आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तसेच सजीवांच्या शरीरात दीर्घ किंवा अल्प कालावधीसाठी साठवले जातात.

1.5.1 कार्बन चक्र

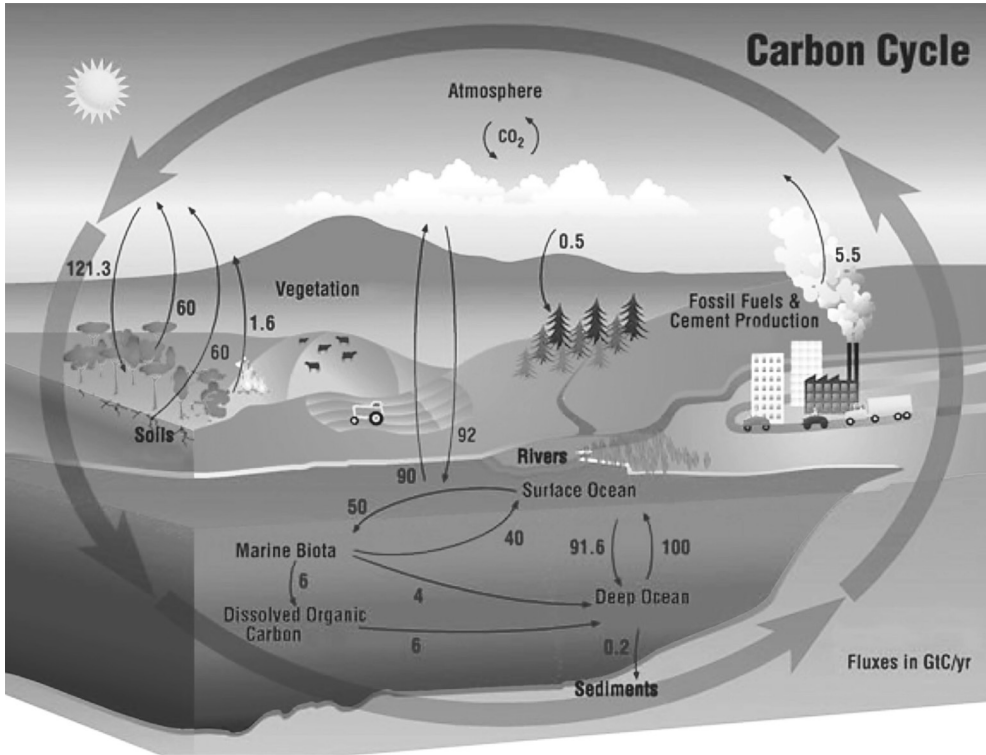
कार्बन हा पृथ्वीवरील सर्व जीवित रूपांसाठी आवश्यक घटक आहे. जीवित रूप कार्बन शोषतात आणि अन्न तयार करतात आणि मग श्वासोच्छवासाच्या द्वारे पुन्हा कार्बन सोडतात. कार्बनचे सेवन आणि उत्पादन हा सर्व वनस्पती आणि प्राण्यांच्या जीवनाचा एक भाग आहे. जीवाश्म इंधनांच्या रूपात, आधुनिक मानवांसाठी कार्बन आर्थिकदृष्ट्या देखील महत्त्वपूर्ण आहे.

कार्बन प्रकाश संश्लेषण, जीवाश्म इंधन जळत ठेवणे आणि फुफ्फुसातून श्वास सोडणे यासारख्या वेगवेगळ्या प्रक्रियांद्वारे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी सतत फिरत राहतो. या प्रक्रियेद्वारे कार्बनची होणारी हालचाल कार्बन चक्र (cycle) म्हणून ओळखली जाते.

कार्बन चक्र प्रक्रियेमध्ये सामील असलेल्या पायऱ्या खालीलप्रमाणे आहेत:

- वातावरणात उपस्थित कार्बन पाने आणि खोड तयार करण्यासाठी वनस्पती वापरतात.
- नंतर ही झाडे प्राण्यांद्वारे पचवली जातात आणि त्यांच्या शरीरात कार्बन जमा होतो.
- हे प्राणी आणि वनस्पती अखेरीस मरतात आणि विघटनानंतर कार्बन परत वातावरणात सोडला जातो आणि कार्बन डाय ऑक्साईड सारख्या वायूच्या स्वरूपात साठवल्या जातो.
- काही कार्बन जे परत वातावरणात सोडले जात नाही ते शेवटी जीवाश्म इंधन बनतात.
- नंतर या जीवाश्म इंधनांचा उपयोग मानवनिर्मित कार्यासाठी केला जातो, परिणामी कार्बन डाय ऑक्साईडच्या रूपात वातावरणात कार्बन उत्सर्जन जास्त होते.

कार्बन चक्र पृथ्वीवरील जीवनासाठी महत्त्वपूर्ण आहे. निसर्ग कार्बनची पातळी संतुलित ठेवण्याचा प्रयत्न करतो, म्हणजे कार्बनची निसर्गातील मात्रा ही नैसर्गिकरित्या शोषल्या जाणाऱ्या कार्बन एवढी असते. हे कार्बन शिल्लक राखल्यास ते ग्रहावरील जीवनासाठी सुसह्य होते. वैज्ञानिकांचा असा विश्वास आहे की मानवांनी जीवाश्म इंधन जाळून हे संतुलन बिघडवले आहे, ज्यामुळे वातावरणात नेहमीपेक्षा जास्त कार्बनची भर पडली आणि त्यामुळे हवामानातील बदल आणि जागतिक तापमानवाढ निर्माण झाली आहे.



छायाचित्र 1.10: कार्बन चक्र

1.5.2 नत्र चक्र (nitrogen cycle)

नत्र किंवा N (वैज्ञानिक संक्षेप) एक रंगहीन, गंधहीन घटक आहे. नत्र वायू आपल्या सभोवताल अस्तित्वात आहे. हा आपल्या पायाखालच्या मातीमध्ये, आपल्या पिण्याच्या पाण्यात आणि आम्ही श्वास घेतो त्या हवेत ही आहे. आपल्यासह सर्व जैविकांसाठी नत्र महत्त्वपूर्ण आहे. हा वनस्पतींच्या वाढीमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. हा डीएनए, आरएनए आणि प्रथिने, ह्या जीवनाच्या मुख्य घटकांचा भाग आहे. सर्व जैविकांच्या जीवनासाठी आणि वाढीसाठी नत्राची आवश्यकता असते.

नलाची रूपे :

(अ) सेंद्रिय रूप : अमोनियम (NH_4), नायट्राईट (NO_2), नायट्रेट (NO_3), नायट्रस ऑक्साईड (N_2O) आणि नायट्रिक ऑक्साईड (NO).

(बी) अजैविक रूप: नल वायू (N_2)

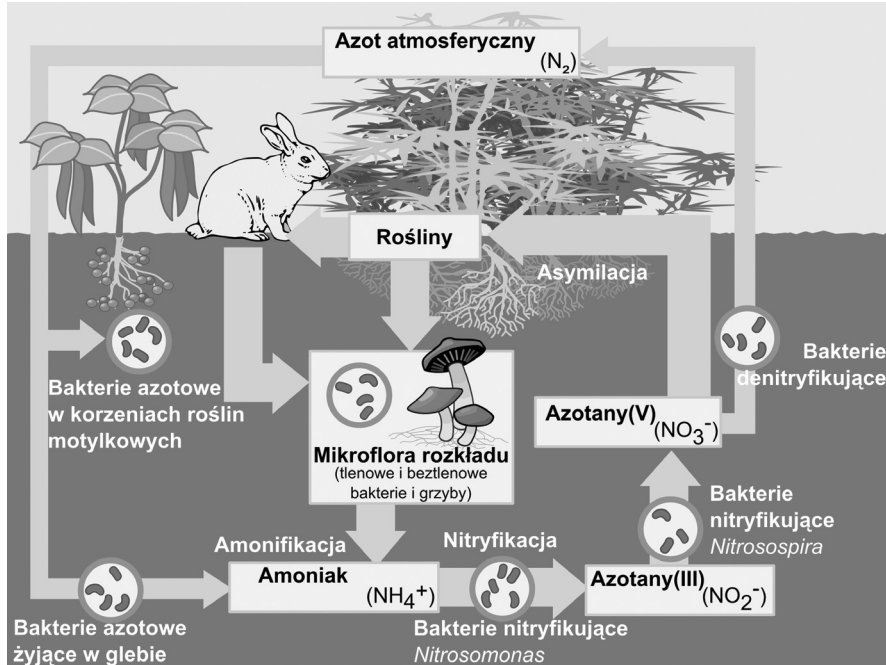
नल चक्रात जैविक आणि अजैविकांमधून नलाची हालचाल समाविष्ट असते. हे वातावरण, माती, पाणी, झाडे, प्राणी आणि जीवाणूमधून फिरते. चक्राच्या वेगवेगळ्या भागांमधून जाण्यासाठी, नलाला त्याचे रूप बदलणे आवश्यक आहे. वातावरणात, नल वायू (N_2) म्हणून अस्तित्वात आहे, परंतु मातीत ते नायट्रोजन ऑक्साईड (NO) आणि नायट्रोजन डायऑक्साईड (NO_2) म्हणून अस्तित्वात आहे. हे अमोनिया (NH_3) आणि अमोनियम नायट्रेट (NH_4NO_3) सारख्या इतर स्वरूपात खत म्हणून वापरले जाते.

नल चक्रात पाच टप्पे आहेत ज्यामध्ये समाविष्ट आहेत :

- नल निर्धारण (Fixation)
- नल आत्मसात करणे (assimilation)
- अमोनिफिकेशन (ammonification)
- नायट्रिफिकेशन (nitrification)
- डिनयट्रिफिकेशन (denitrification)

पहिला टप्पा: नल निर्धारण

नल हे पृथ्वीच्या वातावरणामध्ये सर्वात मुबलक घटक आहे आणि अंदाजे 78% वातावरणाचा भाग नल आहे. परंतु वनस्पती आणि इतर सजीव वायू स्वरूपातला नल वापरण्यास सक्षम नाहीत. वनस्पती आणि इतर सजीवांसाठी नल वापरण्यायोग्य स्वरूपात उपलब्ध होण्यासाठी, त्यास वेगवेगळ्या रासायनिक स्वरूपात रूपांतरित केले जाणे आवश्यक आहे. जैविक दृष्ट्या उपलब्ध नल (सेंद्रिय पदार्थ) मध्ये नलाचे रूपांतर करण्याच्या प्रक्रियेस नल निर्धारण असे म्हणतात. जेव्हा वीज चमकते तेव्हा नलाची ऑक्सिजन शी प्रक्रिया झाल्याने छोट्या प्रमाणात नलाचे निर्धारण होऊ शकते ज्यामुळे नायट्रोजन ऑक्साईड (NO) आणि नायट्रोजन डाय ऑक्साईड (NO_2) तयार होतात. नलाचे हे प्रकार नंतर पाऊस किंवा बर्फातून मातीत शिरतात. खत निर्मिती करणाऱ्या औद्योगिक प्रक्रियेद्वारेही नल निर्धारित करता येते. हा निर्धारणाचा प्रकार उच्च उष्णता आणि दबावाखाली उद्धवतो, ज्या दरम्यान वायुमंडलीय नल आणि हायड्रोजन अमोनिया (NH_3) तयार करतात, ज्यावर पुढील प्रक्रिया केली जाऊन, अमोनियम नायट्रेट (NH_4NO_3) तयार होते, जो नलाचा एक प्रकार आहे आणि जो मातीत मिसळतो आणि नंतर वनस्पती वापरतात. बहुतेक नल निर्धारण नैसर्गिकरित्या, मातीत, जीवाणूंद्वारे (bacteria) होते.



छायाचित्र 1.11: नल चक्र

दुसरा टप्पा : अमोनिकेशन

वनस्पती आणि प्राणी यांच्या मृत सेंद्रिय अवशेषांमधून आणि विष्ठेमधून तयार झालेली सेंद्रिय संयुगे वापरून सूक्ष्म जीवांद्वारे अमोनिया सोडण्याच्या प्रक्रियेला अमोनिकेशन म्हणतात. अॅक्टिनोमाइसेट्स (actinomycetes) आणि बेसिली (bacilli) हे सूक्ष्मजीव प्रामुख्याने ह्या प्रक्रियेस जबाबदार असतात.

तिसरा टप्पा : नायट्रीफिकेशन

ह्या प्रक्रियेत अमोनिया हा नायट्राइट्स (NO_2) आणि नायट्रेट्स (NO_3) नावाच्या संयुगात रुपांतरित होतो. ह्या नायट्रेट्सचा वापर वनस्पती करतात आणि त्यांना खाणारे प्राणी देखील करतात. जरी वनस्पती आणि प्राणी थेट नायट्राईट वापरू शकत नसले तरीही, इतर जीवाणू नायट्राईट चे रूपांतर नायट्रेट्समध्ये करू शकतात, ज्या रूपात वनस्पती आणि प्राण्यांना वापरण्यास ते योग्य आहे. नायट्रीफिकेशन प्रक्रियेस प्राणवायूची उपस्थिती आवश्यक आहे, म्हणून नायट्रीफिकेशन केवळ प्राणवायू समृद्ध वातावरणातच होऊ शकते जसे वाहत्या पाण्यात आणि माती आणि गाळाच्या पृष्ठभागावरील थरात शक्य आहे. नायट्रीफिकेशनची प्रक्रिया वनस्पतींसाठी महत्त्वपूर्ण आहे, कारण यामुळे उपलब्ध नत्राचा अतिरिक्त साठा तयार होतो जो वनस्पती त्यांच्या मुळांच्या प्रणालीद्वारे शोषू शकतात.

चवथा टप्पा: नत्राचे एकत्रीकरण

या प्रक्रियेमध्ये नायट्राईट, नायट्रेट्स आणि अमोनिया या स्वरूपात अकार्बनिक नत्र हिरव्या वनस्पती त्यांच्या मुळांद्वारे शोषतात आणि नंतर ते नत्र युक्त सेंद्रिय संयुगात रुपांतरीत होते. नायट्रेट्स प्रथम अमोनियामध्ये रूपांतरित होतात जे सेंद्रिय आम्लासोबत (organic acid) एकत्रित होऊन अमीनो आम्ल (amino acid) तयार करतात. त्यानंतर प्रथिने, क्लोरोफिल, न्यूक्लिक आम्ल इत्यादींच्या संश्लेषणात अमीनो आम्लांचा वापर केला जातो.

पाचवा टप्पा: डिनायट्रीफिकेशन

नत्र चक्राच्या पाचव्या टप्प्यात नत्र वायू हवेत परत येतो कारण नायट्रेट्स बॅक्टेरियाद्वारे वायुमंडलीय नत्र (N_2) मध्ये रूपांतरित होतो . ह्या प्रक्रियेला आपण डिनायट्रीफिकेशन म्हणतो. यामुळे संपूर्ण मातीतून नायट्रोजनचे प्रमाण नाहीसे होते, कारण नत्र वायू परत वातावरणात जातो आणि नत्राचे चक्र पुन्हा सुरू होते.

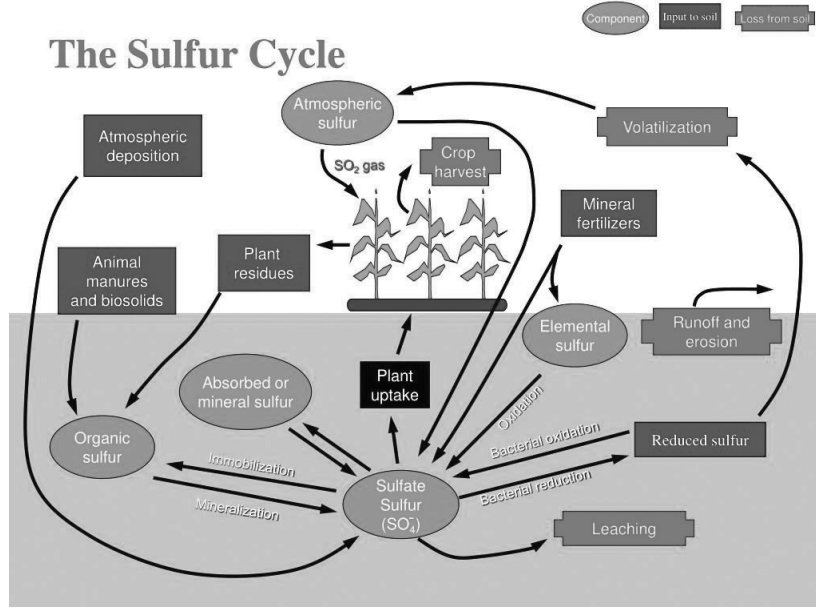
1.5.3 गंधक चक्र (sulphur cycle)

गंधक दुग्धशाळा उत्पादने, अंडी, मासे, मांस आणि समुद्री खाद्य यासारख्या उच्च प्रमाणात समृद्ध प्रथिनेयुक्त पदार्थांशी निगडित आहे. केस, नखे आणि त्वचेमध्ये आढळणाऱ्या पेशी कठोर आणि मजबूत बनविण्यासाठी गंधक मदत करतो. वनस्पतींमध्ये गंधक महत्त्वपूर्ण द्रव्य (enzymes) तयार करण्यास आणि वनस्पती प्रथिने तयार करण्यास मदत करतो. खते, कीटकनाशके आणि खत हे गंधकाचे मुख्य स्रोत आहेत.

गंधक चक्र महासागर, जमीन आणि वातावरणातून गंधकाच्या हालचालींचे प्रवाहाला दर्शविते.

गंधक चक्र खालील प्रमाणे वर्णित केल्या जाते :

- वातावरणात गंधक सल्फर डायऑक्साइड (SO_2) च्या स्वरूपात आढळतो आणि तीन मार्गाने तो वातावरणात प्रवेश करतो:
 - (i) सेंद्रिय रेणूचे विघटन,
 - (ii) ज्वालामुखी आणि भूऔष्णिक वाटे (volcanic and geothermal vents) आणि
 - (iii) जीवाश्मांच्या इंधनाचे ज्वलन होण्यापासून
- गंधक जमिनीवर पर्जन्यवृष्टी, वातावरणापासून थेट पडणे, खडकांचा क्षय (rock weathering) आणि भू-औष्णिक वाट या चार प्रमुख मार्गांद्वारे जमा होतो .
- गंधक जमिनीवरून वाहून, समुद्रात प्रवेश करतो, वातावरणातून पडतो आणि भूगर्भातील पाण्याच्या भू-औष्णिक वाटेद्वारे ही समुद्रात प्रवेश करतो.
- वातावरणात गंधक हवेच्या संपर्कात येतो आणि सल्फेटमध्ये (SO_4) रूपांतरित होतो.
- हे सल्फेट वनस्पती आणि सूक्ष्मजंतूंद्वारे सेवन केल्या जातात आणि ते सेंद्रिय स्वरूपात रूपांतरित होतात.
- नंतर गंधकाचे रूपांतरित सेंद्रिय रूप जनावरे खातात आणि अशा प्रकारे गंधक अन्न साखळीत प्रवेश करतात.
- जेव्हा प्राणी मरतात, तेव्हा काही गंधक त्यांच्या विघटनामुळे वातावरणात प्रवेश करतात तर काही सूक्ष्मजंतूंच्या पेशींमध्ये (cell) प्रवेश करतात.



छायाचित्र 1.12: गंधक चक्र

1.5.4 फॉस्फरस चक्र

फॉस्फरस प्राणी आणि वनस्पतींसारख्या सर्व सजीवांसाठी आवश्यक पोषक तत्व आहे. पेशींच्या विकासामध्ये हे महत्त्वपूर्ण भूमिका निभावते आणि ATP, DNA आणि स्निग्ध पदार्थ (Lipids - fats and oil) सारख्या उर्जा साठवणाऱ्या रेणूंचा तो मुख्य घटक आहे. मातीमध्ये फॉस्फरस आवश्यक प्रमाणात नसेल तर पिकाचे निकृष्ट उत्पादन होऊ शकते.

फॉस्फरस आणि फॉस्फरस असलेले संयुगे केवळ जमिनीवरच अस्तित्वात असल्याने फॉस्फरस चक्रात वातावरणाची कोणतीही महत्त्वपूर्ण भूमिका नाही.

फॉस्फरस चक्र ही एक अत्यंत संथ प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये खाली नमूद केल्याप्रमाणे तीन महत्त्वाच्या चरणांचा समावेश आहे:

- क्षय (weathering)
- वनस्पती आणि प्राण्यांद्वारे शोषण (absorption)
- विघटन प्रक्रिये द्वारे वातावरणात परत येणे (decomposition)

क्षय

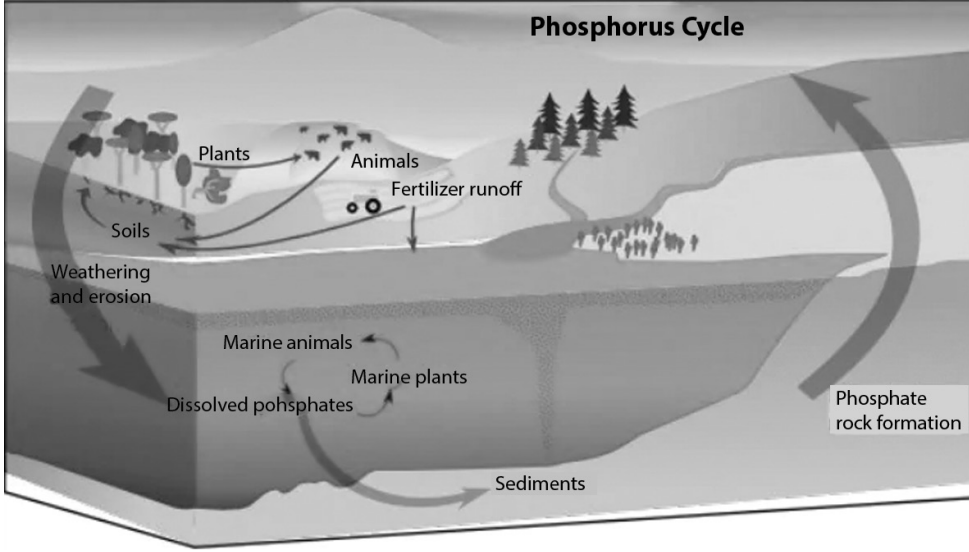
फॉस्फरसचा मुख्य स्त्रोत खडकांमध्ये आढळत असल्याने फॉस्फरस चक्रातील पहिली पायरी हवामानाद्वारे खडकांमधून फॉस्फरसला आणि फॉस्फरस क्षार क्षय प्रक्रियेतून वेगळे केले जातात. हे क्षार जमिनीत धुऊन निघतात आणि मातीत मिसळतात.

वनस्पती आणि प्राण्यांद्वारे शोषण

वनस्पती, बुरशी आणि सूक्ष्मजीव फॉस्फेट क्षार शोषून घेण्यास सक्षम असतात, त्यानंतर ते पाण्यात विरघळतात आणि त्यांचे प्रमाण वाढते. फॉस्फरस देखील पाण्यातील संस्थेमध्ये धुतले जाऊ शकतात आणि वनस्पती थेट पाण्यामधून फॉस्फरस शोषून घेऊ शकतात आणि त्यांचे प्रमाण वाढते. वनस्पतींव्यतिरिक्त, प्राणी सुध्दा पिण्याचे पाणी आणि खाण्याच्या वनस्पतींमधून देखील फॉस्फरस प्राप्त करतात. तथापि, जमिनीत फॉस्फरसचे प्रमाण फारच कमी आहे आणि म्हणूनच शेतकरी शेतीच्या जमिनीवर फवारण्यासाठी फॉस्फेट खताचा वापर करतात.

विघटन प्रक्रिये द्वारे वातावरणात परत येणे

जेव्हा झाडे आणि प्राणी मरतात तेव्हा ते सूक्ष्मजीवांद्वारे विघटित होतात. या प्रक्रियेत सेंद्रिय फॉस्फरसचे रूप अकार्बनिक स्वरूपात रूपांतरित होते आणि माती किंवा पाण्याद्वारे पर्यावरणाकडे परत येते. त्यानंतर वनस्पती आणि प्राणी हे फॉस्फरस वापरू शकतात आणि चक्राच्या चरण 2 ची पुनरावृत्ती होते. माती आणि पाणी देखील गाळ व खडक तयार करतात, जे पुन्हा क्षय प्रक्रियेद्वारे फॉस्फरस सोडतात, म्हणून, फॉस्फरस चक्राची पुनरावृत्ती होते.



छायाचित्र 1.13: फॉस्फरस चक्र

1.6 जागतिक तापमानवाढ-कारणे, परिणाम, प्रक्रिया, हरितगृह परिणाम, ओझोन विघटन

आपली पृथ्वी वातावरणाने वेढलेली आहे ज्यात ढग, धूळ कण, वायू (कार्बन डाय ऑक्साईड, मिथेन, नायट्रस ऑक्साईड इत्यादी) आणि पाण्याची वाफ यांचा समावेश आहे. हे वातावरणातील उपस्थित घटक, पृथ्वीवर पडणाऱ्या मोठ्या प्रमाणातील सौर किरणांना वेगळे करून पसरवतात किंवा ते विखुरतात. सौर किरणांपैकी 48 % पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचतात आणि त्यातील केवळ 1% वनस्पतींनी द्वारे शोषली जातात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पडणारी सौर किरणे वातावरणात अवरक्त किरणे (infrared radiation) म्हणून परततात. अवरक्त किरणांचा काही भाग वातावरणातून जातो. उर्वरित अवरक्त किरणे बहुतेक वातावरणामधील वायूंनी शोषली जातात आणि सर्व दिशांमध्ये पुन्हा उत्सर्जित होतात. हे पुन्हा उत्सर्जित केलेले अवरक्त किरणोत्सर्ग पृथ्वीवरील पृष्ठभाग उबदार ठेवतात व सरासरी वार्षिक तपमान 150 अंश सेल्सियस ठेवतात. जर हे पुन्हा उत्सर्जित झालेले अवरक्त किरणे नसते तर पृथ्वीवरील सरासरी तापमान - 200 अंश सेल्सियस असते, जे वातावरण नसणाऱ्या चंद्रा प्रहावरील आहे. .

पृथ्वी वरील आणि वातावरणाच्या troposphere थरावर तापमान असण्याचे कारण पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड (CO_2), मिथेन (CH_4), क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स (CFC) आणि नायट्रस ऑक्साईड (N_2O) यांचे अस्तित्व आहे. ह्या तापमान वाढीला हरितगृह परिणाम (greenhouse effect) म्हणतात आणि ह्या वायूंना हरितगृह वायू म्हणून संबोधले जाते.

1.6.1 जागतिक तापमानवाढ

जागतिक तापमानवाढ ही संज्ञा पृथ्वीच्या हवामान प्रणालीच्या सरासरी तापमानात वाढ आणि त्याच्याशी संबंधित परिणामांसाठी वापरली जाते. जागतिक तापमानवाढ ही हरितगृह वायूंच्या अधिक प्रमाणाने आणि मानवाने केलेल्या इतर उत्सर्जनामुळे होते. वातावरणात हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढणे किंवा कमी होणे ह्या प्रक्रियेमुळे एकतर सूर्यापासून मिळणारी उष्णता सोडली किंवा धरून ठेवली जाते.

1880 ते 1980 या काळात जागतिक वार्षिक तापमानात 1 अंश सेल्सियसपेक्षा किंचित जास्त वाढ झाली आहे. गेल्या 40 वर्षांत जागतिक तापमानात प्रति दशकात 0.18 अंश सेल्सियसने वाढ झाल्याची नोंद आहे.

आता हवामान वैज्ञानिकांनी असा निष्कर्ष काढला आहे की अत्यंत विनाशकारी परिणाम टाळण्यासाठी आपण 2040 पर्यंत जागतिक तापमानात वाढ ही 1.5 डिग्री सेल्सियस पर्यंत मर्यादित केली पाहिजे. अति दुष्काळ, वन्य अग्नि, पूर, उष्णकटिबंधीय वादळ आणि इतर नैसर्गिक आपत्ती याला आपण एकत्रितपणे हवामान बदल (climate change) म्हणून संबोधतो.

मनुष्य दरवर्षी घरे, उद्योग आणि वाहनांमध्ये जीवाश्म इंधन जाळून शेतीविषयक तंत्रज्ञानाशी संबंधित बायोमास ज्वलन इ. प्रक्रियांद्वारे कार्बन डाय ऑक्साईडची वातावरणात भर घालत आहे, भात शेतीमुळे, जनावरांचे खुराडे, जैववायू (biogas) द्वारे वातावरणात मिथेनची भर पडते आहे. त्याचप्रमाणे रेफ्रिजरेटर आणि वातानुकूलित यंत्रांद्वारे (air conditioners) क्लोरोफ्लोरोकार्बन वातावरणात उत्सर्जित होतो. नायट्रस ऑक्साईड हे सेंद्रीय पदार्थ आणि खतांपासून जीवाणू तयार करतात तसेच इंधनावर चालणाऱ्या गाड्यांमधून निघणारे वायू (automobile exhausts) आणि उद्योगांमधून ही तो बाहेर पडतो. अशा प्रकारे हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढत आहे, आणि परिणामी जागतिक तापमानात वाढ होते आहे.

1.6.2 ओझोन क्षीणकरण (ozone depletion)

ओझोन हा ऑक्सिजनच्या तीन अणुपासून बनलेला एक त्रि-अणू रेणू आहे (O_3). वातावरणाच्या खालच्या भागात ओझोनची फारच कमी प्रमाणात मात्रा असते, ज्याला स्ट्रॉपोस्फियर म्हणतात. तथापि, वातावरणाच्या वरच्या भागात ओझोनची चांगली मात्रा असते, ज्यास स्ट्रॅटोस्फियर (stratosphere) म्हणतात जे विषुववृत्तापासून सुमारे 18-50 किमी अंतरावर आहे. त्याचे जास्तीत जास्त प्रमाण विषुववृत्तापासून 23-25 किमी वर आहे. स्ट्रॅटोस्फीयरमधील ओझोनच्या या समृद्ध पातळीला ओझोन पातळी (ozone layer) किंवा ओझोनोस्फियर म्हणतात. ओझोन थर पृथ्वीवरील जीवांची संरक्षण ढाल म्हणून कार्य करते आणि त्याला ओझोन कवच असे म्हणतात कारण हा थर उच्च अतिनील किरणांना (ultraviolet rays) थांबवितो आणि कमी उर्जा असलेल्या अतिनील किरणांना पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचू देतो.

ओझोन थर पातळ होण्यास सामान्यतः ओझोनचे कमी होणे किंवा क्षीणकरण होणे असे म्हणतात. वायु प्रदूषक आणि क्लोरोफ्लोरो कार्बन (CFC) मुख्यतः स्ट्रॅटोस्फीयरमध्ये ओझोन थर कमी होण्यास जबाबदार असतात. या व्यतिरिक्त, मिथेन (CH_4) आणि नायट्रोजनचे ऑक्साईड (NO_x) देखील ओझोन थर पातळ करण्यात योगदान देतात. क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स हे कृत्रिम, हानिकारक रसायने आहेत, अग्निशामक यंत्रांमध्ये, थंड करणारे पदार्थ (coolants) आणि वातानुकूलित यंत्रांमध्ये; सूक्ष्म तुषार फवारण्यांमध्ये (aerosols) आणि जलविद्युत (propellents) फवाऱ्यांमध्ये हे वापरतात. एकदा हवेत सोडल्यास हे हानिकारक रसायने अतिनील किरणांच्या उपस्थितीत 'ऑक्स्टिव्ह क्लोरीन' (Cl and ClO radicals) तयार करतात. हे नंतर साखळीच्या प्रतिक्रियांद्वारे ओझोन चे प्राणवायूमध्ये रूपांतरित करून ओझोनला नष्ट करतात. यामुळे, वरच्या वातावरणामधील ओझोन थर (from stratospheric region) विरळ होते. तुम्हाला हे जाणून आश्चर्य वाटेल की एकच 'ऑक्स्टिव्ह क्लोरीन' ओझोनच्या एक लाख रेणूंना ऑक्सिजनमध्ये रूपांतरित करतो. वातावरणीय ओझोनची मात्रा डॉबसन स्पेक्ट्रोमीटरने मोजली जाते आणि डॉबसन युनिट्स (डीयू) मध्ये व्यक्त केली जाते.

1.6.2.1 ओझोन कमी करणारे पदार्थ (Ozone depleting substances, ODS)

हे असे पदार्थ आहेत जे स्ट्रॅटोस्फीयरमधील ओझोन लेयरशी रासायनिक प्रक्रिया आणि ओझोनेला नष्ट करतात. क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स, मिथेन, नायट्रस ऑक्साईड, कार्बन टेट्राक्लोराईड आणि क्लोरीन हे मुख्य ओझोन कमी करणारे पदार्थ आहेत. यापैकी क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स हे त्यातील मुख्य आहे.

1.6.2.2 ओझोन क्षीणतेचा प्रभाव

ओझोन थर विरळ झाल्याने पृथ्वीवर अतिनील किरणांना शिरण्याची आणि प्रहार करण्याची परवानगी मिळते. यामुळे त्वचेचा कर्करोग, नागीण, डोळ्यांमधील अंधुकपणा, डोळ्यांमधील मोतीबिंदू, रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होणे, आईच्या गर्भाशयात भ्रूण वाढणे, जागतिक तापमानवाढ इ. सारखे मनुष्य, प्राणी आणि वनस्पतींवर हानिकारक परिणाम होतात.

1.7 घटक सारांश

- निसर्गामध्ये संतुलन राखण्यासाठी सर्व सजीव प्राणी एकमेकांशी आणि निर्जीव भौतिक सभोवतालच्या आंतरक्रियाशी संवाद साधतात. या सर्व परस्परसंवादी जीवांसह आणि निर्जीव भौतिक परिसरासह परिसंस्था बनते.
- कोणत्याही परिसंस्थेचे विविध घटक दोन मुख्य प्रकारात विभागले जाऊ शकतात: (i) जैविक घटक (biotic) (ii) अजैविक घटक (abiotic)
- जैविक घटकात (i) उत्पादक (ii) उपभोक्ते आणि (iii) विघटन करणारे घटक असतात. अजैविक घटकात (i) अजैविक पदार्थ (ii) सेंद्रीय संयुगे आणि (iii) हवामानाचे घटक समाविष्ट असतात.
- सर्व हिरव्या वनस्पती, निळ्या हिरव्या शैवाल, काही जीवाणू (bacteria) आणि तरंगणारे, सवयंपोषीत (autotrophic) सूक्ष्म जीवाणू ज्यांना फायटोप्लॅक्टन म्हणतात, ते उत्पादकांच्या श्रेणीमध्ये येतात. उपभोक्ते हे प्रामुख्याने प्राणी आहेत. विघटन करणाऱ्यांमध्ये सूक्ष्म जीवाणू (bacteria) आणि किडलेली बुरशी (fungi of decay) यांचा समावेश आहे.
- एखाद्या परिसंस्थेमध्ये, सर्व सजीव पदार्थ त्यांच्या अन्न / खाद्यपानाच्या सवयी तयार करण्याच्या आणि खाण्याच्या पद्धतीनुसार सुसंगत साखळीत जोडलेले असतात.
- अन्न साखळी नेहमी सरळ असते आणि सूर्यापासून ते उत्पादकांपर्यंत आणि त्यापासून उपभोक्त्यांपर्यंत उर्जेचा प्रवाह एकाच दिशेस असतो.
- अन्न जाळी हे अन्न साखळीचे एक जाळे आहे जे विविध अन्न पातळी वर एकमेकांशी जोडलेले आहे जेणेकरून सजीवांमध्ये अनेक खाद्य पातळीच्या जोडण्या तयार होऊ शकतात.
- कार्बन हा पृथ्वीवरील सर्व जीवनासाठी आवश्यक घटक आहे.
- प्रकाशसंश्लेषण, जीवाश्म इंधन जाळणे आणि फुफ्फुसातून श्वास सोडणे यासारख्या वेगवेगळ्या प्रक्रियांद्वारे कार्बन एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी सतत फिरत राहतो. या प्रक्रियांद्वारे कार्बनची होणारी हालचाल कार्बन चक्र म्हणून ओळखली जाते.
- नत्र किंवा N (वैज्ञानिक संक्षेप) एक रंगहीन, गंधहीन घटक आहे. नत्र (nitrogen) आपल्या सभोवताल अस्तित्वात आहे.

11. नल आपल्या पायाखालच्या मातीमध्ये, आपल्या पिण्याच्या पाण्यात आणि हवेतून श्वास घेण्याच्या प्रक्रियेत आहे. नल आपल्यासह सर्व सजीवांसाठी महत्त्वपूर्ण आहे.
12. नल चक्रात सजीव निर्जीव दोन्ही कडून नलाची हालचाल होत असते.
13. नल चक्रात पाच टप्पे समाविष्ट आहेत : नल निर्धारण, नल एकरूपता, अमोनिफिकेशन, नाइट्रिफिकेशन आणि डिनायट्रीफिकेशन.
14. दुग्धजन्य पदार्थ, अंडी, मासे, मांस आणि समुद्री खाद्य यासारखे समृद्ध प्रथिनेयुक्त पदार्थ गंधकाशी संबंधित आहेत.
15. गंधक चक्र महासागर, जमीन आणि वातावरणातून गंधकाच्या हालचालींचे वर्णन करते.
16. फॉस्फरस प्राणी आणि वनस्पती सारख्या सर्व सजीवांसाठी एक आवश्यक पोषक घटक आहे.
17. फॉस्फरस चक्र ही अत्यंत धीमी प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये तीन महत्वाच्या पायऱ्या समाविष्ट आहेत, क्षय (weathering), वनस्पती आणि प्राण्यांचे शोषण, विघटन करून वातावरणात परत जाणे.
18. पृथ्वीवरील पृष्ठभाग उबदार ठेवण्यासाठी सर्वात जास्त जबाबदार वातावरणामधील वायू कार्बन डाय ऑक्साईड, मिथेन क्लोरोफ्लोरोकार्बन आणि नायट्रस ऑक्साईड आहेत. या वायूंना हरितगृह वायू म्हणतात.
19. जागतिक तापमानवाढ ही एक संज्ञा आहे जी पृथ्वीच्या हवामान प्रणालीच्या सरासरी तापमानात वाढ आणि त्यांच्या संबंधित परिणामांकरिता वापरली जाते.
20. गेल्या 40 वर्षांपासून जागतिक तापमानात प्रति दशकात 0.18 अंश सेल्सिअसने वाढ झाल्याचे नमूद आहे.
21. स्ट्रॅटोस्फीअरमधील ओझोनच्या समृद्ध विभागाला ओझोन थर किंवा ओझोनोस्फियर म्हणतात. ओझोन थर पृथ्वीवरील जीवनासाठी ढाल म्हणून कार्य करते.
22. ओझोन थर विरळ होण्यास सामान्यतः ओझोन कमी होणे किंवा क्षीणकरण म्हणतात.
23. वायु प्रदूषक आणि क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स (CFC) मुख्यतः स्ट्रॅटोस्फीयरमध्ये ओझोन विरळ करण्यास जबाबदार असतात.
24. ओझोन थर विरळ झाल्याने पृथ्वीवर अतिनील किरणांना शिरण्याची आणि धडकण्याची अनुमती मिळते. यामुळे मनुष्य, प्राणी आणि वनस्पतींवर हानिकारक परिणाम होतो.

1.8. रुचीपूर्ण तथ्ये

1. विषुववृत्ताजवळ उष्णकटिबंधीय पावसाळी जंगल (rainforests) आढळतात ज्यात हवामान नेहमीच उबदार व ओल्या स्थितीत राहते. अशा हवामानातील परिस्थिती ही भरपूर वनस्पती आणि झाडे तयार करण्यासाठी महत्वाची ठरते. जगातील अर्धी वनस्पती आणि प्राणी उष्णकटिबंधीय पावसाळी जंगलांमध्ये राहतात. बऱ्याच प्रकारचे वनस्पती, प्राणी, बुरशी आणि सूक्ष्म जीव असलेली ही एक अतिशय व्यस्त परिसंस्था आहे.
2. बहुतेक वाळवंटात, पाऊस फारच कमी पडतो. बहुतेक वेळा जमीन कोरड्या स्थितीत राहते. येथे, सजीवांना सर्जनशील पाणी शोधण्याचे आणि वाचविण्याचे मार्ग आहेत. निवडुंग (cactus) हे पाणी साठवण्याकरता खूप चांगले आहेत ते अनेक महिने पावसाशिवाय जगू शकतात. कांगारू उंदीर जे नेवाडा वाळवंटात राहतात, ते क्वचितच पाणी पितात. त्यांना खाल्लेल्या अन्नातून पाणी प्राप्त होते.
3. जगभरात गोड्या पाण्याच्या परिसंस्था आहेत. त्यांच्यामध्ये काही आश्चर्यकारक जीव राहतात. तेथे बरेच प्रकारचे बेडूक, मासे, कीटक आणि अमीबा (amoeba) सारखे सूक्ष्म जीव आहेत. आशिया आणि दक्षिण अमेरिकेत रिव्हर डॉल्फिन सारखे, उत्तर अमेरिकेतील पाणमांजर (otters), उत्तर अमेरिका आणि युरोपमधील लोकर असलेले जलचर (beavers) आणि ऑस्ट्रेलियामध्ये प्लॅटिपस यासारख्या दुर्मिळ प्रजाती आहेत.
4. जवळजवळ सर्व टुंड्रा उत्तर गोलार्धातील आर्क्टिकमध्ये आहेत. टुंड्रा ही एक विस्तीर्ण आणि वृक्ष नसलेली जमीन आहे. हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सुमारे 20% भाग व्यापते. येथील मैदान बऱ्याचदा कायमचे गोठलेले असते म्हणून येथे झाडे वाढू शकत नाहीत. आर्क्टिक टुंड्रामध्ये, ध्रुवीय अस्वल, कोल्हे आणि रेनडिअर आहेत.
5. समुद्राच्या तळाशी, लहान पाण्याखाली भू-औष्णिक भागामुळे, गरम पाणी, वायू आणि अमोनिया, मिथेनसारखी रसायने आहेत. त्यांना भूऔष्णिक वाटा म्हणतात. हे एक गडद अंधारमय राहण्यासाठीचे ठिकाण आहे, परंतु काही प्राणी जसे की 6 फूट (1.8 मीटर) लांबीचे नळी जंतुसारखे जीव, क्लॅम्स आणि कोळंबी माशां सारखे जीव इथे वास्तव्य करतात. नळीजंतूंमध्ये सूक्ष्म जीवाणू असतात जे मिथेन आणि अमोनिया च्या माध्यमातून वाटांद्वारे (through vents) अन्न तयार करतात.



1.9 अभिनव उपक्रम

1. परिसंवाद: सादरीकरणासाठी 8 ते 10 विद्यार्थ्यांमध्ये विषय विभागला जाऊ शकतो.
2. परिसंवाद: विद्यार्थ्यांनी त्यांच्या आवडीच्या विषयावरील पेपर सादरीकरण करावे.
3. गट चर्चा: 10 विद्यार्थ्यांच्या गटात एक गट नेता, एक नियंत्रक आणि एक नोंद ठेवणारा असावा. गट नेत्यांनी सर्व विद्यार्थ्यांचा सहभाग सुनिश्चित करावा, अनावश्यक चर्चा न व्हावी याची खात्री करण्यासाठी नियंत्रक आणि स्वतः च्या निरीक्षणासह अभिलेख नोंदविण्यासाठी एक नोंदक असावा.
4. प्रकल्पाचे काम: प्रकल्पाचा योग्य विषय 3 ते 4 विद्यार्थ्यांच्या गटास दिल्या जावा. प्रकल्प हा प्रयोगात्मक किंवा अन्वेषणाच्या (investigation) प्रकारचा असू शकतो.

1.10 अभ्यास

अ- विषयात्मक प्रश्न:

1. परिसंस्था ह्या संज्ञेची ओळख कोणी व कधी प्रथम करून दिली ?
2. प्रवाह चित्रासह (flow chart) परिसंस्थेची रचना स्पष्ट करा.
3. उत्पादक, उपभोक्ते आणि विघटन करणारे (विघटनकार) म्हणजे काय हे परिभाषित करा.
4. (अ) परिसंस्थेमध्ये असलेल्या विघटनकारांची दोन उदाहरणे द्या.
(ब) परिसंस्थेमध्ये विघटन करणाऱ्यांची उपस्थिती कशी महत्त्वपूर्ण आहे?
5. सर्वभक्ष्यांना (omnivorous) उदाहरणासह परिभाषित करा.
6. पुढील कारणे द्या:
(अ) अन्न साखळीत 4 किंवा जास्तीत जास्त 5 साखळ्या असतात.
(ब) स्ट्रॅटोस्फियरमध्ये ओझोन कवचामध्ये सहसा ओझोनची स्थिरता असते.
7. ओझोन थर व त्याचे महत्त्व समजावून सांगा. त्याचा कसा परिणाम होत आहे?
8. माणसाच्या विविध उपक्रमांमुळे वातावरणात कार्बन डाय ऑक्साईडची कशी वाढ होत आहे?
9. कार्बन चक्र आणि त्याचे महत्त्व समजावून सांगा.
10. नल चक्रातील घटकाचे वर्णन करा.

ब- वस्तुरूप प्रश्न:

1. पुढील पैकी कोणते वातावरण पर्यावरणाची व्याप्ती नाही?
(अ) जलावरण (hydrosphere)
(ब) मृदावरण (lithosphere)
(क) जीवावरण (biosphere)
(ड) उपग्रहावरण (satellite sphere)
2. आम्ल पावसाचे मुख्य कारण काय?
(अ) जागतिक तापमानवाढ
(ब) जागतिक तापमान घट
(क) क्लोरोफ्लोरोकार्बन वायू
(ड) मानवी पुनर्वसन
3. खाद्य साखळीत खालीलपैकी कोणते घटक समाविष्ट आहेत?
(अ) मांसाहारी
(ब) उत्पादक
(क) शाकाहारी
(ड) वरील सर्व

4. कोणता गॅस ओझोन थर विरळ करण्यास जबाबदार आहे?
 (अ) कार्बन डाय ऑक्साईड
 (ब) प्राणवायू
 (क) गंधक
 (ड) नत्र
5. हवा ही विविध वायूंचे मिश्रण आहे. वायूपैकी एक वायू 21% भागव्याप्त आहे आणि मनुष्याच्या अस्तित्वासाठी आवश्यक आहे. हा वायू
 (अ) नत्र (Nitrogen)
 (ब) ओझोन (Ozone)
 (क) प्राणवायु (Oxygen)
 (ड) अर्गॉन (Argon)
6. हा घटक कार्बन चक्रात योगदान देतो :
 (अ) जीवाश्म इंधन ज्वलन
 (ब) श्वसन
 (क) प्रकाश संश्लेषण
 (ड) नाइट्रिफिकेशन
7. कार्बन चक्रातील कार्बन चे वनस्पतीं साठी स्रोत यापैकी
 (अ) जीवाश्म इंधन
 (ब) कार्बोनेट खडक
 (क) वायुमंडलीय कार्बन डाय ऑक्साईड
 (ड) वायुमंडलीय गंधक (sulphur)
8. नाइट्रिफिकेशन खालीलपैकी कोणत्या चक्रातील एक भाग आहे?
 (अ) प्राणवायू
 (बी) नत्र
 (क) फॉस्फोरस
 (ड) गंधक
9. ओझोन थर विरळ होण्याचे मुख्य कारण कोणते आहे?
 (अ) शहरीकरण
 (ब) औद्योगिकीकरण
 (क) CFC चा अत्यधिक वापर
 (ड) जागतिक तापमानवाढ
10. फॉस्फरस चक्रात, फॉस्फेट खडकांच्या क्षयामुळे प्रथम ह्यापैकी कोणाला उपलब्ध होतो?
 (अ) उपभोक्ते
 (ब) उत्पादक
 (क) विघटनकार
 (ड) यापैकी काहीही नाही

उत्तरे :

1 (ड), 2 (क), 3 (ड), 4 (अ), 5 (क), 6 (अ), 7 (क), 8 (ब), 9 (क), 10 (अ)

1.11 अभ्यासाकरिता काही संदर्भ

(अ) संदर्भ पुस्तके:

- सुरेश के. धामेजा, पर्यावरण अभ्यास (Environmental Studies), एस के कटारिया आणि सन्स, 2012.
- सुरिंदर देसवाल, ऊर्जा, पर्यावरण परिस्थितिकी आणि समाज (Energy, Environment Ecology and society) धनपत राय अँड सन्स, 2014
- पी. के. पांडे, पर्यावरण आणि परिस्थितिकी (Environment and ecology) सन इंडिया पब्लिकेशन, 2009
- पी.एस. रामकृष्णन, ऊर्जा आणि चौर विकास, (Energy and sustainable development) नॅशनल बुक ट्रस्ट, 2014
- एम. के. गोयल, हमारा पर्यावरण (हिंदी मजकूर पुस्तक), अग्रवाल पब्लिकेशन, आग्रा, 2013.
- सीएनआर राव, अंडरस्टैंडिंग केमिस्ट्री, युनिव्हर्सिटी प्रेस (इंडिया) प्रा. लि., 2011.

(ब) मुक्त स्रोत सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट:

- www.nptel.ac.in
- <https://swayam.gov.in>
- www.cpcp.gov.in
- www.indiaenvironmentportal.org.in

(क) व्हिडिओ संसाधने:



2

वायू आणि ध्वनी प्रदूषण

घटक वैशिष्ट्ये

हे घटक खालील मुख्य बाबींशी संबंधित आहे:

- प्रदूषण आणि प्रदूषणाची व्याख्या, वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित स्रोत
- वायु प्रदूषक: प्रकार, कण प्रदूषक: प्रभाव आणि नियंत्रण
- वायू प्रदूषण नियंत्रण: शोषक, उत्प्रेरक कनवर्टर, रेफ्रिजरंट्समुळे वायु प्रदूषणाचे परिणाम, I.C., बॉयलर
- ध्वनी प्रदूषण: प्रदूषणाचे स्रोत, प्रदूषणाची पातळी मोजणे, ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम, ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000

या पुस्तकाच्या वापरकर्त्यांमध्ये जिज्ञासा आणि सर्जनशीलता निर्माण करण्यासाठी संबंधित विषयांशी निगडित सर्व छायाचित्रे समर्थित आहेत. बहुपर्यायी आणि व्यक्तिपरक प्रकारचे प्रश्न दिले गेले आहेत जेणेकरून विद्यार्थी अभ्यास करून त्यांना सोडवू शकेल. संदर्भ पुस्तके, ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट, व्हिडिओ संकेतस्थळे इत्यादी शिकण्याची संसाधने देखील संकल्पनेच्या अधिक स्पष्टीकरणासाठी आणि शंका निवारणासाठी घटकामध्ये दिल्या आहेत. कृपया ह्याची नोंद घ्यावी की स्वारस्याच्या विविध विषयांवर अधिक माहिती मिळवण्यासाठी, काही क्यूआर कोड प्रदान केले गेले आहेत जे संबंधित सहाय्यक ज्ञानासाठी स्कॅन केले जाऊ शकतात.

तर्क

वायू प्रदूषण आणि अति आवाजामुळे आपल्या आरोग्याला आणि आपल्या पर्यावरणालाही हानी पोहोचते. वायू प्रदूषणामुळे प्रामुख्याने हृदय व श्वसन संबंधी रोग होऊ शकतात. अनेक विकसित आणि विकसनशील देशांमध्ये अकाली मृत्यूचे हे प्रमुख पर्यावरणीय मानसिक कारण आहे. वायू प्रदूषणाचा पाणी आणि मातीच्या गुणवत्तेवर नकारात्मक परिणाम होतो. सुपोषण (eutrophication - जास्त नायट्रोजन प्रदूषण) आणि आम्ल पावसाद्वारे परिसंस्थेचे नुकसान होते. म्हणून वायू प्रदूषणामुळे शेती, जंगले, इमारती इत्यादी ही बाधित होतात. वायू प्रदूषणाचे अनेक स्रोत आहेत जसे की उद्योग, वाहतूक, ऊर्जा उत्पादन, शेती इत्यादी. पर्यावरणीय आवाजाची पातळी शहरी भागात वाढण्याकरिता मुख्यत्वे वाहतुकीचे प्रमाण वाढणे, औद्योगिक आणि मनोरंजनात्मक क्रिया वाढणे हे प्रकार कारणीभूत आहेत. यामुळे तणावाची पातळी वाढू शकते, झोपेचा त्रास होऊ शकतो आणि आरोग्यावर आणि जीवनमानावर विपरित परिणाम होऊ शकतो. आवाजाचा वन्यजीवांवरही परिणाम होतो.

या घटकाचा उद्देश वायू आणि ध्वनी प्रदूषणाच्या मूलभूत संकल्पना जाणून घेणे आणि त्याचा आपल्या आरोग्यावर आणि पर्यावरणावर काय परिणाम होतो त्याची विस्तृत माहिती घेणे आहे. अभ्यासक्रमात वायू प्रदूषकांचे प्रकार, त्याचे परिणाम आणि नियंत्रण, ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत, त्याचे मोजमाप आणि परिणाम यांचा समावेश आहे. हे घटक पूर्ण झाल्यानंतर विद्यार्थी वायू आणि ध्वनी प्रदूषणाच्या मूलभूत संकल्पना विकसित करतील. विद्यार्थ्यांना प्रदूषण नियंत्रण यंत्रणा देखील माहित होईल ज्यामुळे त्यांना वायू आणि ध्वनी प्रदूषण कमी करून आपले आरोग्य आणि पर्यावरणाचे संरक्षण करण्याच्या योग्य सूचनांचे पालन करण्याची संधी मिळेल.

पूर्व-आवश्यकता

माध्यमिक विद्यालय रसायनशास्त्र

घटक परिणाम

विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील :

घ 1 - प 1 : पर्यावरण प्रदूषण आणि त्याचे स्रोत स्पष्ट करा.

घ 1 - प 2 : विविध प्रकारचे वायु प्रदूषक, त्याचा प्रभाव आणि नियंत्रण यंत्रणा स्पष्ट करा.

घ 1 - प 3 : विविध प्रकारच्या वायू प्रदूषण नियंत्रण यंत्रणेचे वर्णन करा.

घ 1 - प 4 : ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत आणि त्याचा प्रभाव ओळखा.

घ 1 - प 5 : ध्वनी प्रदूषण नियम, 2000 स्पष्ट करा.

घटक परिणामाचे अभ्यासक्रम परिणामा सोबत वर्गीकरण :

घटक -2 परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)				
	अप -1	अप - 2	अप - 3	अप -4	अप -5
घ -1 प 1	-	3	-	-	-
घ -1 प 2	-	3	2	-	-
घ -1 प 3	-	-	3	-	-
घ -1 प 4	-	3	-	-	-
घ -1 प 5	-	1	3	-	-

अप - अभ्यासक्रम परिणाम, घ - घटक, प - परिणाम

घटक अवलोकन

- २.१ प्रस्तावना
- २.२ प्रदूषण आणि प्रदूषणाची व्याख्या, वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित स्रोत (रेफ्रिजरंट्स , आयसी बॉयलर).
- २.३. वायू प्रदूषक: प्रकार, कण प्रदूषक: प्रभाव आणि नियंत्रण (बॅग फिल्टर, चक्रीवादळ विभाजक, इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स)
- २.४ वायू प्रदूषण नियंत्रण: शोषक, उत्प्रेरक कन्व्हर्टर, रेफ्रिजरंट्स, आयसी, बॉयलर द्वारे
- २.५ वायू प्रदूषणाचे परिणाम: प्रदूषणाचे स्रोत , प्रदूषण पातळीचे मोजमाप, ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम, ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000.
- २.६ घटक सारांश
- २.७ नाविन्यपूर्ण उपक्रम
- २.८ रोचक तथ्य
- २.९ अभ्यास
- २.१० सुचवलेले शिक्षण संसाधने

2.1 प्रस्तावना

“आमच्याकडे अजूनही खूप जास्त वायू आणि जल प्रदूषण आहे आणि ते कमी करण्यासाठी आपल्याला अजूनही काम करण्याची गरज आहे. परंतु आपल्याला प्रदूषणाची समस्या ऐतिहासिक तसेच वैज्ञानिक दृष्टीकोनात ठेवण्याची गरज आहे. ”

-रोनाल्ड रेगन, युनायटेड स्टेट्स ऑफ अमेरिकेचे माजी अध्यक्ष

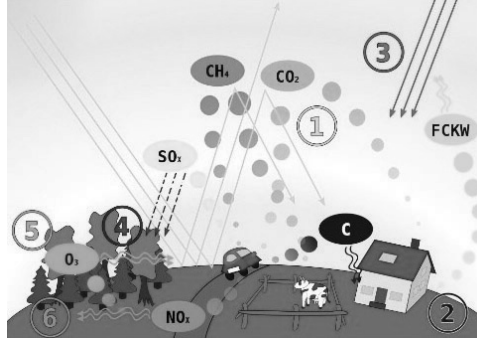
हवेमध्ये 78% नायट्रोजन, 21% ऑक्सिजन आणि 0. 9% अरगॉन वायूचे प्रमाण आहे. उर्वरित घटकांमध्ये कार्बन डाय ऑक्साईड, पाण्याची वाफ, हायड्रोजन आणि इतर आंशिक घटक समाविष्ट आहेत. वातावरण हे घटक आणि कणांचे नाजूक संतुलन आहे. हवेच्या रचनेत बदल झाल्यावर वायू प्रदूषण होते. वायू प्रदूषणाचे मुख्य स्रोत वाहतूक, कारखान्यामधून होणारे उत्सर्जन, बायोमास वापर आणि शेती उत्पादन इत्यादी आहेत. हवेत तरंगणारे कण पदार्थांचे (SPM -Suspended Particulate Matter) अधिक प्रमाण, इंधन जळण स्रोतांमधून वातावरणात उत्सर्जित कार्बन डाय ऑक्साईड, नायट्रोजन ऑक्साईड ह्यांच्यामुळे वायू प्रदूषण होते. वायू प्रदूषण मानवी आरोग्याच्या स्थितीसाठी एक लक्षणीय जोखीम घटक आहे, ज्यामुळे ऍलर्जी, श्वसन आणि हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग तसेच फुफ्फुसांचे नुकसान होते. जागतिक तापमानवाढ आणि हवामान बदलामध्येही ह्याचे मोठे योगदान आहे.

2.2 प्रदूषण आणि प्रदूषक : व्याख्या, नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित वायू प्रदूषणाचे स्रोत (रेफ्रिजरंट्स, आयसी बॉयलर) :

प्रदूषण हे इंग्रजी भाषेतील pollution शब्दाचे मराठी भाषांतर आहे. pollution हा शब्द लॅटिन शब्द “polluere” या शब्दापासून आला आहे ज्याचा अर्थ “दूषित होणे” असा होतो. त्यामुळे सामान्य माणसाच्या भाषेत, प्रदूषण म्हणजे पर्यावरण दूषित करणारी गोष्ट आहे. हवा, पाणी आणि मातीमध्ये हानिकारक पदार्थांची उपस्थिती म्हणून प्रदूषणाला परिभाषित केले जाऊ शकते जे सजीवांवर आणि पर्यावरणावर प्रतिकूल परिणाम करू शकतात. प्रदूषणामुळे, हवा, पाणी आणि मातीच्या भौतिक, रासायनिक किंवा जैविक वैशिष्ट्यांमध्ये अनिष्ट बदल होतात जे कोणत्याही सजीवांसाठी हानिकारक असू शकतात.

प्रदूषणाचे प्रकार: प्रामुख्याने प्रदूषणाचे पाच प्रकार आहेत:

- वायू प्रदूषण
- जल प्रदूषण
- जमीन प्रदूषण
- ध्वनी प्रदूषण
- किरणोत्सर्गी प्रदूषण



छायाचित्र 2.1: प्रदूषणाचे प्रकार

वायू प्रदूषण

वायू प्रदूषण म्हणजे एक किंवा अधिक दूषित पदार्थ जसे की धूळ, धुके (fog, mist) वायू, गंध, धूर किंवा वाफ जे विशेषतः मानवी आरोग्यासाठी आणि संपूर्ण ग्रहासाठी हानिकारक आहेत, अश्या अनिष्ट पदार्थांच्या उपस्थितीला दूषित वायू असे परिभाषित केल्या जाते. अनेक प्रकरणांमध्ये वायू प्रदूषण वनस्पतींमध्ये प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियेस प्रतिबंध करते ज्याचा आपण श्वास घेत असलेल्या हवेच्या शुद्धीवर गंभीर परिणाम होतो. जागतिक तापमानवाढ आणि हवामान बदल घडण्यामागे याचे मोठे योगदान आहे. वायू प्रदूषण खरोखर मानवी आरोग्याच्या स्थितीसाठी एक जबाबदार जोखीम घटक आहे, ज्यामुळे एलर्जी, श्वसनाचे, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग होतात.

जल प्रदूषण

जलप्रदूषण म्हणजे जल प्रवाहाचे जसे ओढे, नदी, तलाव, महासागर किंवा इतर कोणत्याही पाण्याचे दूषित होणे, ज्यामुळे पाण्याची गुणवत्ता खालावते आणि ते पर्यावरण व मानवासाठी घातक ठरते. जल प्रदूषणाची मुख्य कारणे म्हणजे घरांमधून आणि कारखान्यांमधून निघणारे सांडपाणी, शहरीकरण आणि जंगलतोड, शेती, उद्योग, समुद्रात फेकल्या जाणारे कचऱ्याचे ढीग आणि किरणोत्सर्गी कचरा हे आहेत. जल प्रदूषण जैवविविधता आणि परिसंस्थेला हानी पोहोचवते. त्याचा मानवी आरोग्यावर खूप नकारात्मक परिणाम होतो. अतिसार, कॉलरा, टायफॉईड, पेचिश आणि त्वचेचा संसर्ग यासारखे अनेक रोग दूषित पाणी पिण्यामुळे अथवा दूषित पाण्याशी संपर्क आल्यामुळे होतात.

जमीन प्रदूषण

जमिनीचे प्रदूषण म्हणजे जमिनीच्या स्थितीमध्ये कोणत्याही भौतिक किंवा रासायनिक बदलांचा संबंध, ज्यामुळे मानवी आरोग्यावर, वनस्पतींवर आणि प्राण्यांवर विपरित परिणाम होऊ शकतो. बहुतेक माती प्रदूषक कृषी रसायने, खते आणि कीटकनाशके आहेत. टाकाऊ कचऱ्याची साठवणूक ज्यात महापालिकेद्वारा जमा केलेला कचरा, उपचार न केलेले सांडपाणी, औद्योगिक सांडपाणी इत्यादींचा समावेश असतो आणि त्यांच्या साठ्यामधून हानिकारक पदार्थ जमिनीत झिरपतात तेव्हा माती प्रदूषित होते.

ध्वनी प्रदूषण

ध्वनी प्रदूषण हे कोणताही अवांछित किंवा त्रासदायक आवाज म्हणून परिभाषित केले जाऊ शकते जे मानव आणि इतर जीवांच्या आरोग्यावर आणि स्वास्थ्यावर परिणाम करते. ध्वनी हा डेसिबल (decibel - dB) मध्ये मोजला जातो. 85 डेसिबल किंवा त्याहून अधिक आवाजापर्यंत पोहोचणारा ध्वनी मानवी कानासाठी हानिकारक मानला जातो. ध्वनी प्रदूषणाचा परिणाम दररोज लाखो लोकांवर होत असतो. मानवामध्ये सर्वात सामान्य आरोग्य समस्या म्हणजे श्रवणशक्ती कमी होणे. मोठ्या आवाजाच्या उद्भासनामुळे (exposure) उच्च रक्तदाब, हृदयरोग, झोपेचा त्रास आणि मानसिक तणाव देखील होऊ शकतो. ध्वनी प्रदूषणाचे मुख्य स्रोत वाहतूक आवाज, हवाई वाहतूक आवाज, बांधकाम आवाज, खाद्यपेय आयोजन, रात्रीचे उत्सवी जीवन तसेच प्राण्यांचे आवाज ह्यांचाही समावेश होतो.

किरणोत्सर्गी प्रदूषण (radioactive pollution)

किरणोत्सर्गी प्रदूषण म्हणजे प्रामुख्याने मानवी उपक्रमांच्या माध्यमातून वातावरणात होणाऱ्या नैसर्गिक किरणोत्सर्गाच्या पातळीत होणारी वाढ असे परिभाषित केले जाते. किरणोत्सर्गाच्या प्रदूषणाच्या स्त्रोतांमध्ये वातावरणात किरणोत्सर्गाची निर्मिती करणाऱ्या कोणत्याही प्रक्रियेचा समावेश होतो. किरणोत्सर्गाच्या प्रदूषणाच्या कारणांमध्ये संशोधन आणि वैद्यकीय प्रक्रिया आणि त्यातून उद्भवणारा कचरा, अणुऊर्जा प्रकल्प, दूरदर्शन संच, संगणक, रेडिओ लहरी, सेल फोन इत्यादींचा समावेश आहे. तथापि, आरोग्यासाठी सामान्य ते गंभीर धोक्यांना कारणीभूत ठरू शकणारे साधारण घटक आहेत: अणू स्फोट आणि आण्विक स्फोटक शस्त्रे, संरक्षण शस्त्र उत्पादन, आण्विक कचरा हाताळणी आणि विल्हेवाट, खाणींमधील (mines) आणि आण्विक दुर्घटना.

प्रदूषक

प्रदूषक हे हानिकारक पदार्थ आहेत जे हवा, पाणी आणि मातीच्या भौतिक, रासायनिक किंवा जैविक वैशिष्ट्यांमध्ये अवांछित आणि हानिकारक बदल घडवून आणतात. उद्योग कारखान्यांमधून आणि वाहनांमधून निघणारा धूर, घरगुती आणि व्यावसायिक प्रकल्पांमधून निघणारे सांडपाणी, अणु संयंत्रांमधून निघणारे किरणोत्सर्गी पदार्थ आणि टाकाऊ घरगुती साहित्य (टिन, बाटल्या, तुटलेली क्रॉकरी इ.) प्रदूषक म्हणून गणली जातात.

प्रदूषकांचे प्रकार

प्रदूषकांचे खालील प्रकारात वर्गीकरण केले जाऊ शकते:



छायाचित्र 2.2: प्रदूषक

जल प्रदूषक: उद्योग, कृषी क्षेत्र आणि अगदी शहरी भागातून पावसासोबत वाहत येणारे पाणी जल प्रदूषणात मोठ्या प्रमाणात योगदान देतात. याव्यतिरिक्त, अनुपचारित सांडपाणी (raw or untreated sewage) हे पाण्याचे प्रमुख प्रदूषक आहे.

मृदा प्रदूषक: माती किंवा मृदा प्रदूषणाचे मुख्य स्त्रोत म्हणजे नगरपालिकेद्वारे आणि कारखान्यांमधून निघणारे सांडपाणी आणि कचरा, कीटकनाशके आणि तणनाशकांचा अति प्रमाणात वापर इत्यादी.

वायू प्रदूषक: वायू प्रदूषणाचे प्रमुख स्त्रोत हे जीवाश्म इंधन जाळणे, कारखाना आणि ऑटोमोबाईलमुळे होणारे वायू उत्सर्जन होत. वायू प्रदूषकांमुळे होणाऱ्या आम्ल पावसाचा जंगलांवर आणि तेथील रहिवाशांवर विपरीत परिणाम होतो.

ध्वनी प्रदूषक: मुख्य ध्वनी प्रदूषकांमध्ये ऑटोमोबाईलच्या भोंग्यांचा आवाज, लाऊडस्पीकर, फटाके, विद्युत उपकरणे, वाहतुकीचा आवाज इत्यादी आहेत.

किरणोत्सर्गी प्रदूषक: किरणोत्सर्गी प्रदूषकांमध्ये अणुऊर्जा संयंत्राच्या अपघातात बाहेर पडणारे किरणोत्सर्जन, अण्वस्त्रांचा वापर, खाणकाम, किरणोत्सर्गी रसायनांची गळती, वैश्विक आणि इतर नैसर्गिक स्त्रोत जसे गामा किरण (gamma rays), कर्करोग इत्यादींसारख्या रोगांच्या उपचारासाठी वापरले जाणारे किरणोत्सर्ग समाविष्ट होतात.



छायाचित्र 2.3: वायू प्रदूषणाचे स्रोत

2.2.1 वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक स्रोत

हे सतत आणि तात्पुरत्या घडणाऱ्या नैसर्गिक घटनांमुळे होते आणि ते टाळता येत नाही. वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक स्रोत खाली वर्णन केले आहेत:

ज्वालामुखी क्रिया: ज्वालामुखीच्या उद्रेकांमुळे गंधक आणि क्लोरीनसह विषारी वायूंची मालिका वातावरणात सोडली जाते. ही अनेक छोट्या कणांना राख कणांच्या स्वरूपात देखील उत्सर्जित करते. ज्वालामुखीचा उद्रेक तेथील स्थानिक भागात मर्यादित असतो. वारा आणि हवेचा प्रवाह: हे माती आणि इतर प्रदूषकांना हालचालीत करू शकते आणि मोठ्या भागात पसरवू शकते.

जंगली आग: हे कार्बन मोनोऑक्साइड आणि कण पदार्थ वातावरणात सोडते. जरी त्यांचा अंतर्भाव प्रतिबंधित आणि लहान क्षेत्रामध्ये होत असला तरीही हे ठळक क्षेत्रांवरही परिणाम करू शकतात.

सूक्ष्मजीव क्षय प्रक्रिया: वातावरणात उपस्थित सूक्ष्मजीवांची सजीवांच्या नैसर्गिक क्षय प्रक्रियांमध्ये मोठी भूमिका असते. या क्रियेमुळे नैसर्गिक रित्या वायू निघतात, विशेषतः मिथेन वायू बाहेर पडतो आणि वायू प्रदूषण होते.

वाढते तापमान: हे प्रदूषित माती आणि पाण्यातून हवेमध्ये अस्थिर होणाऱ्या दूषित पदार्थांच्या प्रमाणात वाढ करण्यास योगदान देते.



छायाचित्र 2.4: वायू प्रदूषणाचे नैसर्गिक स्रोत

वायू प्रदूषणाचे मानवनिर्मित स्रोत

हे मानवी क्रियांमुळे उद्भवते आणि त्याचा पर्यावरणावर आणि आपल्या सर्वांवरही मोठा परिणाम होतो. वायू प्रदूषणाचे मानवनिर्मित स्रोतांचे वर्णन खाली केले आहे:

खाण आणि वितळवणे (mining and smelting): खनिज साठ्यांचे क्रशिंग आणि त्यांच्यावरील प्रक्रिया वातावरणात विविध धातू उत्सर्जित करते आणि प्रदूषण निर्माण करते.

धातू ओतण्याची क्रिया (foundry activities): धातूच्या कच्च्या मालावरील (भट्टीच्या वापरासह) प्रक्रियेमुळे वातावरणात विविध धातू उत्सर्जित होतात.

विविध औद्योगिक प्रक्रिया: हे अपघातामुळे होणारी गळती आणि साठवलेल्या रसायनांच्या गळतीद्वारे किंवा रसायनांची चुकीचा हाताळणी आणि साठवण, विशेषतः अस्थिर स्वरूपाच्या अजैविक रसायनांद्वारे सेंद्रिय आणि अजैविक दोन्ही प्रदूषित पदार्थ बाहेर टाकू शकतात.

वाहतूक: वाहने कार्बन मोनोऑक्साईड, सल्फर ऑक्साईड, नायट्रोजन ऑक्साईड सारखे वायू आणि कण पदार्थ या सारख्या स्वरूपात वायू प्रदूषकांची मालिका वातावरणात सोडतात.

बांधकाम आणि इमारत पाडणे उपक्रम: ह्या उपक्रमांमधून विविध बांधकामसाहित्य, जुन्या इमारती पाडण्याच्या प्रक्रिया ज्यामुळे बंदी घातलेले रासायनिक पदार्थ जसे PCBs, PBDEs, ऍसबेस्टॉस बाहेर पडतात, त्यामुळे वायू प्रदूषण होते.

कोळसा ऊर्जा प्रकल्प: कोळशाच्या ऊर्जा प्रकल्पात कोळसा जाळण्याच्या प्रक्रियेमध्ये अनेक वायू, धातूच्या कणांसह (जसे As, Pb, Hg) आणि सेंद्रिय संयुगे (विशेषतः PAHs) वातावरणात उत्सर्जित होऊ शकतात.

कचरा जाळणे: या प्रक्रियेत कचऱ्याच्या प्रकारानुसार विविध विषारी वायू आणि कण पदार्थ वातावरणात उत्सर्जित होतात.

जमिनीवर पसरवण्याची (landfill) विल्हेवाट पद्धती: विल्हेवाट लावलेल्या जमिनीवरील क्षेत्रामध्ये नैसर्गिक सूक्ष्मजीवांची क्षय क्रिया घडत असते, ज्यामुळे मिथेन वायू निर्माण होतो आणि पर्यावरण प्रदूषित होते.

शेती: अमोनिया वायूच्या उत्सर्जनाद्वारे आणि विषारी अस्थिर सेंद्रिय संयुगे असलेल्या कीटकनाशके / तणनाशके / कीटकनाशकांच्या अनुप्रयोगाद्वारे कृषी क्रियांच्या माध्यमातून हवा प्रदूषित होते.

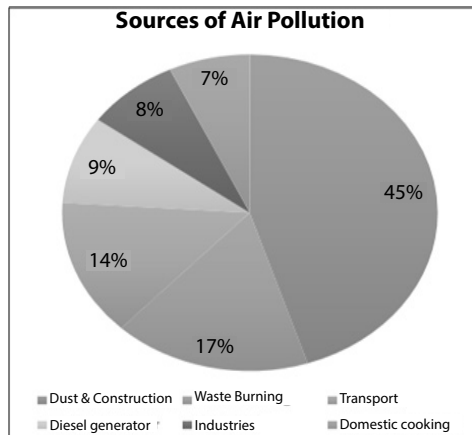
संरक्षण उपक्रम: या क्रियांमधील सराव आणि प्रशिक्षणाद्वारे विषारी वायूंचे उत्सर्जन होऊन हवा प्रदूषित होते.

धूम्रपान: धूम्रपान विषारी रसायनांची एक मालिका उत्सर्जित करते ज्यात सेंद्रिय आणि अजैविक रसायनांचा समावेश आहे, त्यापैकी काही अत्यंत हानिकारक (carcinogenic) देखील आहेत.

घरगुती उत्पादनांचा संग्रह आणि वापर: पेंट, स्प्रे, वार्निश इत्यादी घरात वापरात येणारे साहित्य ज्यात सेंद्रिय सॉल्व्हेंट्स असतात जे हवेत अस्थिर होतात आणि वायू प्रदूषित करतात, म्हणून त्यांचा वापर करताना आपल्याला तीव्र वास येतो.

रेफ्रिजरंट्स: हे रेफ्रिजरेटर, वातानुकूलित यंत्रे इत्यादी विविध इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये वापरले जाते. हे मुख्यतः वातावरणात हरितगृह परिणाम निर्माण करण्यासाठी जबाबदार असतात, ज्यामुळे पृथ्वीवरील तापमानात वाढ होते.

आयसी (I.C.- Internal combustion) बाँयलर: ही दहन यंत्रे आहेत जी पाणी गरम करण्यासाठी किंवा त्याचे बाष्पीभवन करण्यासाठी वापरली जातात. आयसी बाँयलर वातावरणात घातक वायू प्रदूषकांना उत्सर्जित करून वायू प्रदूषण निर्माण करतात.



छायाचित्र 2.5: मानवनिर्मित वायू प्रदूषण स्रोत

2.3 वायू प्रदूषके: प्रकार, कण प्रदूषके: प्रभाव आणि नियंत्रण (बॅग फिल्टर, सायक्लोन विभाजक (cyclone separators), इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स (electrostatic precipitators))

“वायू प्रदूषण म्हणजे हवेत परकीय पदार्थांचे आवश्यकतेपेक्षा जास्त प्रमाण असणे ज्यामुळे एखाद्या व्यक्तीचे किंवा मालमत्तेचे प्रतिकूल नुकसान होणे.”

- अमेरिकन मेडिकल असोसिएशन

ज्या परकीय पदार्थांमुळे वायू प्रदूषण होते त्यांना वायू प्रदूषक म्हणतात. वायू प्रदूषकांमध्ये वायू, द्रव थेंब आणि घन कण यांचा समावेश आहे. उत्सर्जनाच्या स्त्रोतांनुसार त्यांचे वर्गीकरण दोन मुख्य गटांमध्ये केले जाते: (i) प्राथमिक प्रदूषक आणि (ii) दुय्यम प्रदूषक.

प्राथमिक प्रदूषक हे स्त्रोतापासून थेट वातावरणात उत्सर्जित होतात. स्त्रोत एकतर नैसर्गिक प्रक्रिया जसे वाळूचे वादळ, ज्वालामुखीचा उद्रेक किंवा मानवाद्वारे जसे औद्योगिक अथवा वाहनातून होणारे उत्सर्जन यासारखे असू शकतात. मुख्य प्राथमिक प्रदूषक आहेत गंधक, नायट्रोजन, कार्बन, कण पदार्थ, मिथेन, अमोनिया, क्लोरोफ्लोरोकार्बन, विषारी धातू इत्यादी घटकांचे ऑक्साईड्स.

दुय्यम प्रदूषक हे थेट उत्सर्जित होत नाहीत. ते वातावरणात तयार होतात, ज्यावेळी प्राथमिक प्रदूषक स्वतःशी किंवा वातावरणातील इतर घटकांसह रासायनिक प्रक्रिया करतात. मुख्य दुय्यम प्रदूषकांमध्ये प्रकाश रासायनिक ऑक्सीडंट्स आणि दुय्यम कण पदार्थ यांचा समावेश आहे. प्रकाश रासायनिक ऑक्सीडंट्स सूर्यप्रकाश आणि नायट्रोजन ऑक्साईड, सल्फर डायऑक्साईड किंवा अस्थिर (volatile) सेंद्रीय संयुगे यांच्यातील प्रकाश रासायनिक प्रक्रियांमुळे होतात. त्यात प्रामुख्याने आम्ल, नायट्रोजन डायऑक्साईड, सल्फर ट्रायऑक्साईड आणि ओझोन यांचा समावेश आहे. ओझोन हा अत्यंत धोकादायक वायू प्रदूषक मानला जातो. ओझोनच्या संपर्कात आल्यामुळे फुफ्फुसांचे अनेक आजार जसे दमा, एम्फिसेमा (शरीराच्या पेशीजालात किंवा पोकळ्यात अवास्तव हवा असणे) आणि ब्रॉन्कायटिस (फुफ्फुसावरील नळीत सूज) होऊ शकतात. ओझोनच्या वारंवार आणि दीर्घ संपर्कांमुळे फुफ्फुसांच्या उत्तीना (tissues) कायमस्वरूपी जखम होऊ शकते.

2.3.1 कण प्रदूषक: प्रभाव आणि नियंत्रण

कोणत्याही ठिकाणी हवेतील प्रदूषकांच्या पातळीवरून हवेची गुणवत्ता निर्धारित केली जाते आणि ती हवेत सोडल्या जाणाऱ्या प्रदूषकांच्या प्रकारांवर आणि प्रमाणावर अवलंबून असते. हवेतील प्रदूषकांची पातळी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी आणि एका तासापासून दुसऱ्या तासात मोठ्या प्रमाणात बदलू शकते. कण प्रदूषण हे वायू प्रदूषणाच्या सर्वात क्लिष्ट प्रकारांपैकी एक आहे. कण प्रदूषणासाठी जबाबदार असलेल्या कणांना कण प्रदूषक (particulate pollutants) किंवा कण पदार्थ (particulate matter) असेही म्हणतात. हे घन आणि द्रव दोन्ही भिन्न कणांचे एकत्रीकरण आहे, जे समान प्रकारे वागतात आणि समान आकाराचे असतात. कण पदार्थ हे कणांच्या आकाराच्या आधारावर विविध श्रेणींमध्ये उप-विभाजित होतात जसे कप10 (PM10), कप2.5, (PM 2.5) आणि कप0.1 (PM0.1).

PM10 ज्याला खडबडीत कण म्हणूनही ओळखले जाते, त्यांना असे परिभाषित केले जाते की: असे सर्व पदार्थ ज्यांचा वायुगतिकीय (aerodynamic) व्यास 10-मायक्रोमीटर किंवा त्यापेक्षा कमी असेल. PM10 मध्ये PM2.5 आणि PM0.1 हे कण देखील असतात. हे कण आरोग्यासाठी मोठा धोका निर्माण करू शकतात कारण ते आपल्या फुफ्फुसांमध्ये प्रवेश करू शकतात. एकदा हे कण आपल्या फुफ्फुसात शिरले की ते फुफ्फुसांच्या ऊतींना लास देऊ शकतात आणि दम्याचा झटका येऊ शकतो. हे आपले वायुमार्ग, नाक, घसा आणि डोळे यांनाही लास देऊ शकते. त्याचे स्त्रोत बांधकाम जागेवरील धूळ, रस्त्यावरील धूळ किंवा नैसर्गिक धूळ वादळ, कृषी प्रक्रिया, वनस्पती, कीटक, परागकण तसेच जीवाश्म इंधन जळताना बाहेर पडलेली अज्वालाग्राही सामग्री इत्यादी आहेत.

PM2.5 ला सूक्ष्म कण म्हणून देखील ओळखले जाते, त्याला 2.5 मायक्रोमीटर (μm) किंवा त्यापेक्षा लहान वायुगतिकीय व्यासासह असलेले सर्व कण म्हणून परिभाषित केले जाते. हे सूक्ष्म कण नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित स्त्रोतांमधून येऊ शकतात, जसे की: वाहनाचे एक्झॉस्ट, जंगली आग, विद्युत ऊर्जा केंद्र उत्सर्जन आणि इतर दहन क्रिया. PM10 च्या विपरीत, PM2.5 केवळ आपल्या फुफ्फुसांमध्येच प्रवेश करू शकत नाही तर आपल्या रक्तप्रवाहातही प्रवेश करू शकतो. PM10 कण आपल्या श्वसन मार्गात वर अडकतात आणि PM2.5 प्रमाणे आपल्या शरीरात खोलवर प्रवेश करू शकत नाहीत. PM2.5 मेंदू आणि हृदयासारख्या आपल्या शरीराच्या इतर भागांमध्ये पोहोचू शकतात आणि शरीरात जळजळ आणि नुकसान पोहोचवू शकतात. PM2.5 हा PM10 सारख्याच परिस्थिती शरीरात तयार करतो आणि त्याशिवाय श्वसन रोग, रोगप्रतिकारक प्रतिसाद कमी होणे, जन्मजात अपंगत्व आणि मधुमेह सारखी अतिरिक्त परिस्थिती ही शरीरात निर्माण होते.

PM0.1 ज्याला अतिसूक्ष्म धूळ (ultrafine dust) म्हणूनही ओळखले जाते, त्यांना असे परिभाषित केले जाते की: असे सर्व पदार्थ ज्यांचा व्यास 0.1 μm किंवा त्यापेक्षा लहान असतो. हे बारीक धुळीपेक्षा लहान आहेत आणि PM2.5 कणांच्या स्त्रोतांचेच यांचेही स्रोत असतात. अतिसूक्ष्म धूळ PM2.5 पेक्षा ही अधिक धोकादायक आहे, असे संशोधित केले आहे कारण हे अतिसूक्ष्म कण आपल्या शरीरात मोठ्या प्रमाणात घुसखोरी करू शकतात. अलीकडील अभ्यास दर्शवितात की PM0.1 हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधीच्या तीव्र समस्या आणि ऑक्सीडेटिव्ह तणावाची अधिक क्षमता बाळगतात. एकंदरीत, अतिसूक्ष्म धूळ गांभीर्याने घ्यायची बाब आहे आणि अधिक संशोधनाच्या द्वारे त्यात आणि PM2.5 मधील फरकांवर पुरेसा प्रकाश टाकणे आवश्यक आहे.

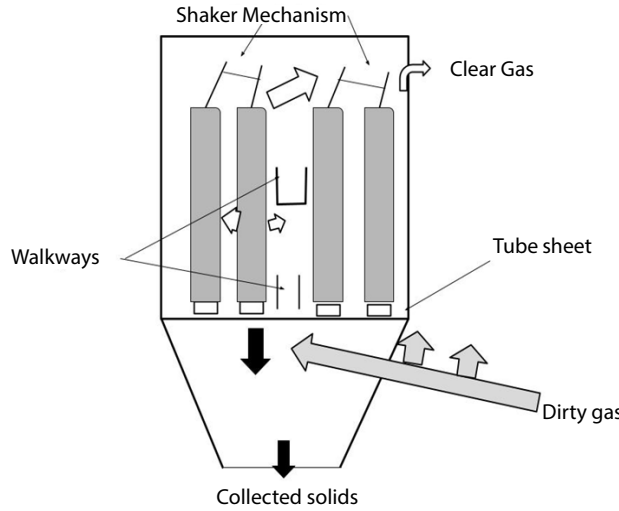
प्रदूषित प्रवाहापासून विविध भौतिक प्रक्रियेद्वारे कणांचे उत्सर्जन नियंत्रित किंवा काढले जाऊ शकते. कण पदार्थ जमा करण्यासाठी सामान्य प्रकारच्या उपकरणांमध्ये बॅग फिल्टर, चक्रीवादळ विभाजक, इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स आणि स्क्रबर यांचा समावेश होतो. एकदा एकलित जमा केल्यावर, कण एकमेकांना चिकटतात. त्यांचे एकत्रीकरण झाल्यानंतर ते उपकरणामधून सहज काढून टाकले जाऊ शकतात आणि सामान्यतः जमिनीवर पसरवून (landfill) त्यांची विल्हेवाट लावली जाऊ शकते.

2.3.1.1 बॅग फिल्टर

बॅग फिल्टर, ज्यांना सामान्यतः बॅगहाऊस किंवा धूळ संग्राहक (dust collector) म्हणून ओळखले जाते, हे एक प्रदूषण नियंत्रण उपकरण आहे जे दूषित वायू प्रवाहात असणारे कण पदार्थ धाग्यांच्या साहित्याने बनवलेल्या बॅग फिल्टरवर जमा करून काढण्यासाठी वापरले जाते. फिल्टर सहसा दंडगोलाकार धाग्यांच्या पिशव्यांच्या स्वरूपात असते परंतु ते काडतुसाच्या स्वरूपात देखील असू शकते जे धागे, अत्युत्कृष्ट धातू (sintered metal) किंवा सच्छिद्र सिरॅमिकने बनलेले असते. सर्वसाधारणपणे, बॅग फिल्टर 99 टक्क्यांपेक्षा जास्त संकलन कार्यक्षमतेसाठी सक्षम असतात. बॅग फिल्टरचे खालील तीन प्रकार आहेत आणि फिल्टर सामग्री साफ करण्याच्या पद्धतीमध्ये ते एकमेकांपासून भिन्न आहेत.

1. शेकर (shaker) बॅग फिल्टर
2. रिव्हर्स एअर (reverse air) बॅग फिल्टर
3. पल्स जेट टाइप (pulse jet type) बॅग फिल्टर

शेकर बॅग फिल्टर

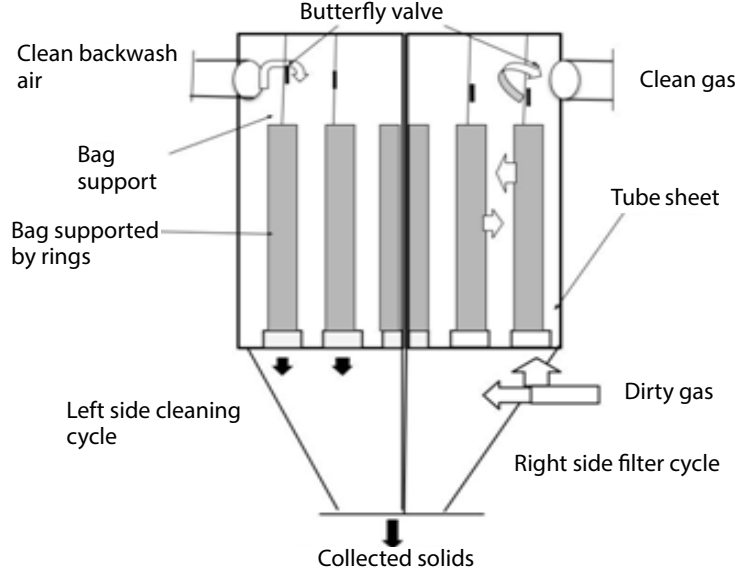


आकृती 2.1: विशिष्ट शेकर बॅग फिल्टर

शेकर बॅग फिल्टरमध्ये उभ्या आवरणात दंडगोलाकार पिशव्या, तळाशी निमुळत्या (hopper) आणि उभ्या आवरण आणि निमुळत्या भागादरम्यान कूपनळी चादरी (tube sheets) असतात. दंडगोलाच्या पिशव्या शीर्षस्थानी बंद केल्या जातात आणि आवरणाच्या शीर्षस्थानी हलणाऱ्या यंत्रणासह जोडल्या जातात. दूषित वायू प्रवाह निमुळत्या तळाशी प्रवेश करतो, उभ्या चादरीच्या छिद्रांमधून आणि उभ्या पिशव्यांच्या आतून वाहतो, ज्यामुळे धूळ वडी (dust cake) पिशवीच्या आतल्या पृष्ठभागावर जमा होते. वेळोवेळी, वायूचा प्रवाह थांबवल्या जातो आणि पिशव्या हलविण्यासाठी त्यांना साफ केले जाते. विस्कळीत धूळ वडी निमुळत्या भागात पडते आणि संग्राहकामधून काढून टाकली जाते.

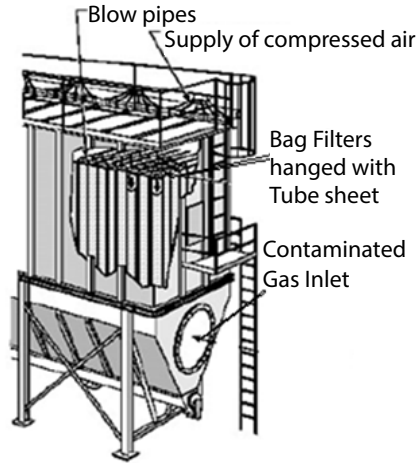
रिव्हर्स एअर बॅग फिल्टर

हे फिल्टर शेकर बॅग फिल्टरसारखे असतात. दूषित वायू प्रवाह निमुळत्या भागातून प्रवेश करतो, मध्ये आणि पिशवीतून वाहतो. वायू प्रवाह पिशवीच्या आतल्या पृष्ठभागावर धूळ वडी सोडतो. पिशव्या स्वच्छ करण्यासाठी, दूषित वायू प्रवाहाचा प्रवाह थांबविला जातो आणि दुसरा स्वच्छ वायू प्रवाह सुरू केला जातो जो उलट दिशेने वाहतो. हा वायू प्रवाह सहसा बॅग फिल्टरमधून सोडलेल्या स्वच्छ वायू प्रवाहातून घेतला जातो. उलट दिशेच्या वायू प्रवाहामुळे विस्कळीत धूळ वडी निमुळत्या भागात पडते आणि संग्राहकामधून काढून टाकली जाते.



आकृती 2.2: विशिष्ट रिव्हर्स एअर बॅग फिल्टर

पल्स जेट टाईप बॅग फिल्टर



आकृती 2.3: विशिष्ट पल्स जेट बॅग फिल्टर

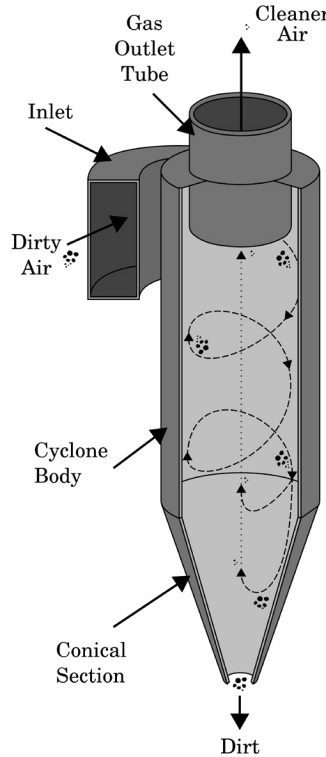
पल्स जेट टाईप बॅग फिल्टरमध्ये उभ्या आवरणाच्या वरच्या बाजूला एक कूपनळी चादर असते आणि पिशव्या त्यावरून लटकलेल्या असतात. पिशव्या आत कोसळण्यापासून रोखण्यासाठी वायर जाळीचा पिंजरा पक्का केला असतो. दूषित वायू प्रवाह निमुळत्या भागातून प्रवेश करतो, पिशव्यामध्ये आणि कूपनळी चादरी मधून वाहतो, ज्यामुळे बॅगच्या पृष्ठभागावर धूळ वडी सोडली जाते. संकुचित हवेचे कमी कालावधीचे धक्के लावून या पिशव्यांचे पृष्ठभाग स्वच्छ केल्या जातात. यामुळे विस्कळीत धूळ वडी निमुळत्या भागात पडते आणि संग्राहकामधून काढून टाकली जाते.

2.3.1.2 चक्रीवादळ विभाजक

चक्रीवादळ विभाजक किंवा फक्त चक्रीवादळ हे पृथक्करण यंत्र आहे जे हवा किंवा इतर वायू प्रवाहापासून कण पदार्थ काढण्यासाठी वापरले जाते. कमी खर्चात आणि कमी देखभालीमध्ये कण पदार्थ काढून टाकण्यासाठी हे जडवाच्या तत्त्वावर कार्य करते. चक्रीवादळ विभाजकाचा आकार 1.2 मीटर ते 9 मीटर

पर्यंत असू शकतो जो हवा किंवा इतर वायू प्रवाहाच्या फिल्टरवर अवलंबून असतो. चक्रीवादळ विभाजक मूलतः केंद्रापसारक विभाजक (centrifugal separators) असतात आणि ते केंद्रापसारक (centrifuge) सारखे काम करतात. यात वरचा भाग दंडगोलाकार असतो ज्याला बॅरल म्हणतात आणि खालचा शंकूसारखा भाग शंकू म्हणून ओळखला जातो. चक्रीवादळ विभाजकांच्या आत एक भोवरा निर्माण होतो जो फक्त वाहत्या वायू किंवा हवेच्या कणांच्या जडत्व शक्तीला केंद्रापसारक शक्ती मध्ये परिवर्तित करतो. कणाने भरलेला हवेचा प्रवाह बॅरलच्या शीर्षस्थानी स्पर्शाने प्रवेश करतो आणि बाहेरील भोवरा बनवून शंकूमध्ये खालच्या दिशेने प्रवास करतो. बाह्य भोवऱ्यामध्ये वाढत्या हवेचा वेग कणांवर केंद्रापसारक शक्ती बनवतो ज्यामुळे ते वायू प्रवाहापासून वेगळे होतात. जेव्हा हवा शंकूच्या तळाशी पोहोचते, तेव्हा ती किरकोळ आतल्या दिशेने वाहू लागते, शीर्षस्थानी पोहोचते आणि स्वच्छ हवा/वायू म्हणून बाहेर येते तर कण द्रव्य चक्रीवादळ विभाजकाच्या तळाशी जोडलेल्या धूळ संग्रह कक्षात येतात.

बहुतेक चक्रीवादळ विभाजक $10\mu\text{m}$ पेक्षा मोठे कण पदार्थ नियंत्रित आणि काढून टाकण्यासाठी तयार केले जातात. तथापि, उच्च कार्यक्षमता असलेले चक्रीवादळ विभाजक देखील उपलब्ध आहेत जे $2.5\mu\text{m}$ इतक्या लहान कणांवर प्रभावी होण्यासाठी संकल्पित (designed) केले जातात. सर्व कण-नियंत्रण उपकरणांपैकी, चक्रीवादळ विभाजक हे सर्वात कमी खर्चिक साधन आहे. फ्लू वायू अधिक प्रभावी प्रदूषण नियंत्रण साधनांमध्ये प्रवेश करण्यापूर्वी ते पूर्व-उपचार यंत्र म्हणून वापरले जातात. तेथे चक्रीवादळ विभाजक “रफ विभाजक” म्हणून वापरले जातात आणि त्यानंतर हवा/ वायू बारीक गाळण्याच्या टप्प्यावर पोहोचतात. चक्रीवादळ विभाजक साधारणपणे हवेतील/वायूतील सर्व कणांच्या कुठेतरी 50-99% दरम्यान कण काढून टाकण्यास सक्षम असतात. चक्रीवादळ विभाजक हवा/ वायूवर उत्तम कार्य करतात ज्यात अधिक प्रमाणात मोठ्या आकाराचे कण पदार्थ असतात. चक्रीवादळ विभाजकांशी संबंधित अनेक फायदे आहेत जसे की (i) कमी प्रतिष्ठापन आणि देखभाल खर्च (ii) खूप कमी जागा व्यापतात (iii) विभक्त कण पदार्थ कोरड्या अवस्थेत जमा केले असतात ज्यामुळे त्यांची विल्हेवाट लावणे सोपे होते. तथापि, काही तोटे देखील आहेत, जसे की 10 मायक्रोमीटर पेक्षा लहान कण प्रभावीपणे काढण्यासाठी प्रमाणित मॉडेल उपलब्ध नाहीत आणि उपकरणे चिकट पदार्थ हाताळण्यास असमर्थ आहेत. एक विशिष्ट चक्रीवादळ विभाजक आकृती 2.4 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 2.4: विशिष्ट चक्रीवादळ विभाजक

2.3.1.3 इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स

इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्सचा वापर वाहत्या वायूमधून धूर आणि धूळ सारखे सूक्ष्म कण काढण्यासाठी केला जातो. हे वायू प्रदूषण नियंत्रणासाठी सामान्यतः वापरले जाणारे उपकरण आहे आणि मुख्यतः पोलाद उद्योग (steel industry), औष्णिक विद्युत केंद्र (thermal power plant) इत्यादींमध्ये वापरले जाते. ह्याला चालवणे सहज सोपे असते. हे विद्युत भाराच्या (electric charge) साह्याने कण पदार्थ काढून टाकून त्यांना एकतर हवेत घन किंवा द्रव थेंबांच्या स्वरूपात किंवा धुराच्या चिमणीच्या इतर वायूसोबत अथवा इतर फ्लू वायूसोबत सोडतात. प्रेसिपिटेटर्समध्ये पातळ उभ्या तारांची एक पंक्ती आणि मोठ्या उभ्या धातू पट्ट्यांची रास असते. उपयुक्ततेनुसार धातू पट्ट्या 1.3 सेमी ते 17.8 सेमी अंतरावर असतात. विद्युतघटाचा एक ध्रुव (electrode) उच्च नकारात्मक विद्युत दाबासह (voltage) विद्युतप्रभारीत (charge) होतो तर दुसरा ध्रुव उच्च सकारात्मक विद्युत दाबासह विद्युत प्रभारित होतो. वायू हा प्रवाह तारांच्या दरम्यान आणि धातू पट्ट्यांच्या राशीमधून आडवा वाहतो. वायू प्रवाहात उपस्थित कण नकारात्मक विद्युतप्रभारित केलेल्या ध्रुवामधून जात असताना नकारात्मक विद्युतप्रभारित होतात. नकारात्मक विद्युतप्रभारीत कण त्यानंतर सकारात्मक ध्रुवाकडे खेचले जातात आणि धातूपट्ट्या किंवा इतर संग्रह उपकरणांवर जमा होतात. उपचारित वायू ची वाफ नंतर प्रेसिपिटेटर्समधून बाहेर जाते आणि धूरचिमणीतून वातावरणात जाते. जेव्हा संग्राहक उपकरणांवर पुरेशा प्रमाणात कण जमा होतात, तेव्हा ते यांत्रिक रचनेद्वारे संग्राहकांना हलवून बाहेर फेकले जातात. जे कण कोरडे किंवा ओले असतात, ते यंत्राच्या निमुळत्या भागात पडतात आणि फिरणाऱ्या यंत्रणेच्या (conveyor system) माध्यमातून त्यांची विल्हेवाट लावली जाते किंवा त्याचा पुनर्वापर केल्या जातो. या पद्धतीने कोळश्याचा वापर होणाऱ्या औष्णिक विद्युत केंद्रातून गोळा केलेल्या राखेला फ्लाय ऍश (fly ash) असे म्हणतात.

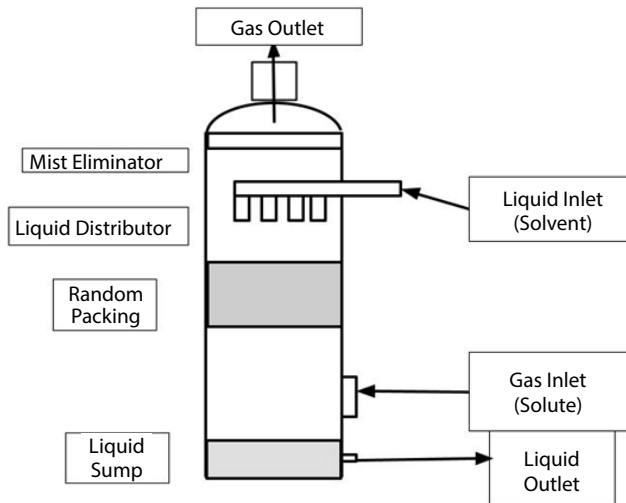
फ्लू वायू साफ करण्याच्या प्रक्रियेत इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर हे अत्यंत महत्वाचे साधन आहे. ते अत्यंत प्रभावी आहे आणि 10 μm पेक्षा लहान आकाराचे 99% पेक्षा जास्त कण पदार्थ काढून टाकण्यास सक्षम आहे. तथापि, प्रभावीतेची ही पातळी खूप उच्च किंमतीत मिळते जी विद्युत केंद्राच्या विद्युत ऊर्जा उत्पादनाच्या सुमारे 2-4 % पर्यंत असते.

2.4 वायू प्रदूषण नियंत्रण:शोषक, कॅटॅलिटिक कन्व्हर्टर, रेफ्रिजरंट्स आणि आयसी, बॉयलरमुळे होणारे वायू प्रदूषणाचे परिणाम :

वायू प्रदूषके दोन प्रकारात विभागले जाऊ शकतात; प्राथमिक आणि दुय्यम प्रदूषक.प्राथमिक वायू प्रदूषकांमध्ये गंधक आणि नायट्रोजन डायऑक्साइड, नायट्रोजन ऑक्साईड आणि कार्बन मोनोऑक्साइड, व्हीओसी (volatile organic carbon) इत्यादींचा समावेश आहे तर दुय्यम वायू प्रदूषकांमध्ये ओझोन आणि इतर प्रकाशरासायनिक (photochemical) ऑक्सिडंट्स, सल्फ्यूरिक ऍसिड इत्यादींचा समावेश आहे. हे वायू प्रदूषक मुख्यतः शोषण (absorption), पृष्ठशोषण (adsorption) आणि भस्मीकरण (incineration) किंवा दहन (combustion) या तीन क्रियांनी नियंत्रित करता येतात. येथे, शोषक आणि कॅटॅलिटिक कनव्हर्टर (जे दहन पद्धती अंतर्गत येते) या दोन पद्धतींवर चर्चा केली आहे.

2.4.1 शोषक (absorber)

शोषकाद्वारे वायू प्रदूषकांना द्रावक माध्यमांमध्ये (solvent media) विरघळून काढून टाकण्याची प्रक्रिया होते. सगळ्यात जास्त वापरात असलेले द्रावक माध्यम एक द्रव अवस्था आहे, परंतु विशिष्ट प्रणालींमध्ये ते कोरड्या मोठ्या प्रमाणात घन देखील असू शकते. जो पदार्थ शोषण करतो त्याला द्रावक म्हणतात आणि ज्या वायूला शोषून घ्यायचे आहे त्याला द्राव्य (solute) म्हणतात.शोषणाचे सामान्य रूप म्हणजे ओले स्क्रीबिंग. स्क्रीबरच्या प्रकारांमध्ये क्रॉस फ्लो स्क्रीबर, बबल, प्लेट आणि ट्रे स्क्रीबर, पॅक-बेड काउंटरफ्लो स्क्रीबर इत्यादींचा समावेश होतो.

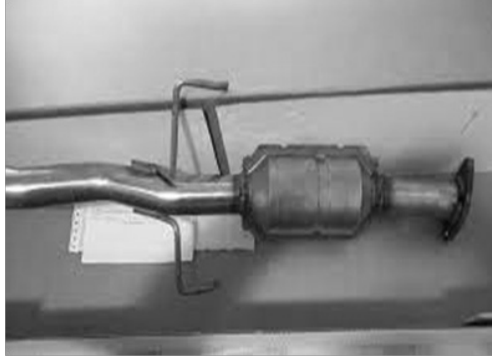


आकृती 2.5: पॅक-बेड काउंटर फ्लो स्क्रीबरचे रेखाचित्र

ओले स्क्रबरचा सर्वात सामान्य प्रकार म्हणजे पॅक-बेड काउंटरफ्लो स्क्रबर. पॅक-बेड काउंटरफ्लो स्क्रबरची प्रवाह आकृती आणि घटक आकृती 2.5 मध्ये दर्शविली आहे. प्रदूषक असलेले वायू प्रवाह स्क्रबरच्या तळापासून आत जातात आणि स्क्रबरच्या शीर्षस्थानी एक्झॉस्टच्या दिशेने वर जातात. द्रव स्क्रबिंग माध्यम किंवा द्रावक स्क्रबरच्या शीर्षस्थानी प्रवेश करतो आणि अनियत आवेष्टनावर (random packing) वितरित होतो. वायू प्रवाह देखील अनियत आवेष्टनावर जातो जे आवश्यक पृष्ठभाग प्रदान करते आणि दोन माध्यमांमधील संपर्क सुलभ करते. द्रव माध्यम वायूच्या प्रवाहातून प्रदूषकांना शोषून घेते जे स्क्रबरच्या निमुळत्या खोल भागात (sump) गोळा केले जाते. बाहेर पडण्यापूर्वी वायूचा प्रवाह धुके वगळण्याच्या भागातून निघून वातावरणात पसरतो. पाणी एक सगळ्यात सामान्य स्क्रबिंग द्रव्य आहे, परंतु अनेक प्रक्रिया किंवा प्रदूषके आहेत ज्यांना वेगवेगळे द्रव्य किंवा द्रावक प्रकारांची आवश्यकता असते.

2.4.2 उत्प्रेरक कन्व्हर्टर (catalytic converter)

भारतात विशेषतः मुंबई, कोलकाता, बेंगळुरू, पुणे इत्यादी मोठ्या शहरांमध्ये मोठ्या संख्येने कार आहेत आणि प्रत्येक कार ही वायू प्रदूषणाचा स्रोत आहे. या समस्यांवर मात करण्यासाठी, 1950 च्या दशकाच्या मध्यात एक फ्रेंच यांत्रिक अभियंता आणि उत्प्रेरक तेल शुद्धीकरणाच्या प्रक्रियेतील तज्ञ युजीन होऊंड्री यांनी उत्प्रेरक कन्व्हर्टर नावाचे एक रोचक उपकरण शोधले. कार उत्सर्जनामध्ये नायट्रोजन ऑक्साईड, कार्बन मोनोऑक्साईड आणि हायड्रोकार्बन सारखे हानिकारक विषारी उप-उत्पादने असतात. उत्प्रेरक कन्व्हर्टर हे एक साधे उपकरण आहे जे या हानिकारक धुरांना ऑक्सिडेशन रिडक्शन प्रक्रियांद्वारे कमी हानिकारक धुरात परिवर्तित करतात. हे विशिष्ट धातूपासून बनवले असते ज्यात आतील भाग मधमाश्यांच्या पोळाकार मृत्तिकेचा (ceramic honeycomb) आणि रोधक थरांनी (insulating layers) व्यापलेला असतो. या मधमाशांच्या पोळाकाराचा आतील भाग प्लॅटिनम, पॅलेडियम आणि रॉडियम सारख्या मौल्यवान धातूंनी लेपित असतो. हे कारच्या पुढील भागाजवळ बसवले असते.



छायाचित्र 2.6: उत्प्रेरक कन्व्हर्टरचे स्थान

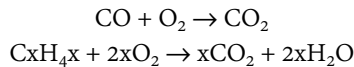
उत्प्रेरक कन्व्हर्टरमध्ये प्रामुख्याने दोन प्रकारचे उत्प्रेरक वापरले जातात: (i) रिडक्शन उत्प्रेरक आणि (ii) ऑक्सिडेशन उत्प्रेरक

रिडक्शन उत्प्रेरक: हे ऑक्सिजनला काढून नायट्रोजन ऑक्साईड चे प्रदूषण कमी करते. नायट्रोजन ऑक्साईड नायट्रोजन आणि ऑक्सिजन वायूंमध्ये विभाजित होतात जे निरुपद्रवी असतात.

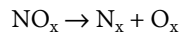
ऑक्सिडेशन उत्प्रेरक: हे कार्बन मोनोऑक्साईडला कार्बन डाय ऑक्साईड मध्ये आणि हायड्रोकार्बनचे कार्बन डाय ऑक्साईड आणि पाण्यात रूपांतर करतात.

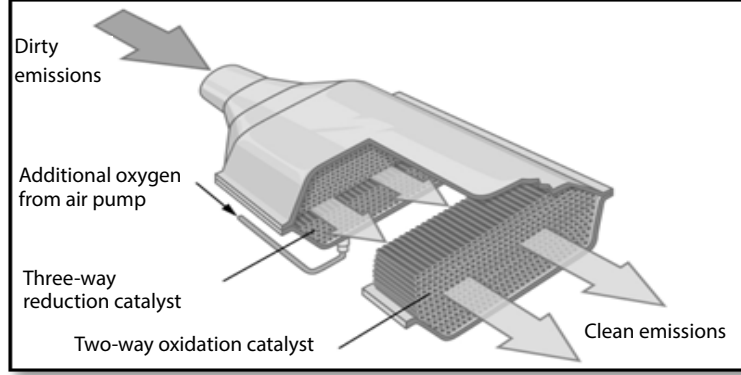
वापरलेल्या उत्प्रेरकाच्या प्रकारावर आधारित, कन्व्हर्टर दोन प्रकारात वर्गीकरण केले जाते:

द्वि-मार्ग प्रकार उत्प्रेरक कन्व्हर्टर: या कन्व्हर्टरमध्ये, केवळ ऑक्सिडेशन उत्प्रेरक वापरले जातात, जे कार्बन मोनोऑक्साईडला कार्बन डायऑक्साईड आणि हायड्रोकार्बनला कार्बन डाय ऑक्साईड आणि पाणी ह्यात ऑक्सिडेशन प्रक्रियेद्वारे रूपांतरित करतात.



तीन-मार्ग प्रकार उत्प्रेरक कन्व्हर्टर: या कन्व्हर्टरमध्ये, उत्प्रेरक हे ऑक्सिडेशन आणि रिडक्शन अशा दोन्ही प्रकारचे वापरले जातात. म्हणून, हे द्वि-मार्ग कन्व्हर्टरसारखे कार्य करतात शिवाय रिडक्शन उत्प्रेरकाच्या जोडणीद्वारे नायट्रोजन ऑक्साईडचे नायट्रोजन आणि ऑक्सिजन वायू मध्ये रिडक्शन प्रक्रियेद्वारे रूपांतर करतात.





आकृती 2.6: उत्प्रेरक कनवर्टरची एक योजनाबद्ध आकृती

या व्यतिरिक्त, ऑक्सिजन सेन्सर देखील कन्व्हर्टरजवळ स्थित असतो जो कारच्या इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण घटकाला (ECU) एक्झॉस्ट गॅसमध्ये ऑक्सिजनच्या उपलब्धतेबद्दल माहिती देण्यास मदत करतो. हे वाहनाला अधिक कार्यक्षम हवा/इंधन गुणोत्तराने चालवण्यास मदत करते, ज्यामुळे इंजिनला ऑक्सिडेशन प्रक्रिया पूर्ण करण्यासाठी पुरेसा ऑक्सिजन कन्व्हर्टरला पुरवता येऊ शकतो.

2.4.3 रेफ्रिजरंट्स, आयसी बॉयलरमुळे वायू प्रदूषणाचे परिणाम

रेफ्रिजरंटचा वापर विविध इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये केला जातो जसे रेफ्रिजरेटर, वातानुकूलित यंत्रे इत्यादी. तंत्रज्ञानाच्या विकासामुळे जगभरात लोकांच्या राहणीमानात आमूलाग्र बदल घडून आला आहे. विशेषतः, वातानुकूलित यंत्राच्या सर्वदूर अस्तित्वामुळे त्यांचा वापर घर, कार्यालय, शाळा, रेल्वे स्टेशन, विमानतळ इत्यादी ठिकाणी अपरिहार्य झाला आहे. सुरुवातीला, क्लोरोफ्लोरोकार्बन जे अधिक व्यापकपणे CFC म्हणून ओळखले जाते, सर्वात सामान्य रेफ्रिजरंट म्हणून वापरले गेले. परंतु CFC ओझोनचा थर कमी करत असल्याचे आढळून आल्यानंतर, त्यांचा वापर टप्प्याटप्प्याने कमी करण्याचा जगभरात प्रयत्न झाला. CFC पासून मुक्त होण्याच्या प्रयत्नांमुळे रसायनांचे दोन गट वेगळ्या समस्येसह समोर आले, हायड्रो फ्लोरोकार्बन (HFC) आणि हायड्रो क्लोरोफ्लोरोकार्बन (HCFC). हे रेफ्रिजरंट ओझोनचे रेणू तितकेसे कमी करत नाहीत, परंतु अत्यंत परिणामकारक हरितगृह परिणामास कारणीभूत वायू आहेत. हे HFCs आणि HCFCs, CFCs सह अवरक्त किरणोत्सर्ग शोषून घेतात, आणि अवकाशात उष्णता परत पाठविण्याऐवजी वातावरणात उष्णता जास्त करून ठेवण्याची परवानगी देतात, ज्यामुळे हरितगृह परिणाम तयार होतो आणि पृथ्वीचे तापमान वाढते.

आयसी बॉयलर हे दहन यंत्र आहेत जे पाणी गरम करण्यासाठी किंवा वाफ तयार करण्यासाठी वापरले जातात. बाष्पीभवन होईपर्यंत पाणी गरम होऊन बॉयलरमध्ये वाफ तयार होते. त्यानंतर वाफेचा वापर उष्णता / वीज निर्माण करण्यासाठी किंवा यंत्रसामग्री चालवण्यासाठी केला जातो. आयसी बॉयलर विविध प्रकारचे घातक वायू प्रदूषक (hazardous air pollutants, HAPs), कण प्रदूषक आणि अस्थिर सेंद्रिय संयुगे उत्सर्जित करतात. उत्सर्जित होणारे काही प्रदूषक म्हणजे नायट्रोजन ऑक्साईड, सल्फर डायऑक्साईड, कार्बन मोनोऑक्साईड, हायड्रोजन क्लोराईड, कॅडमियम, पारा इत्यादी आहेत.

2.5 ध्वनी प्रदूषण: प्रदूषणाचे स्रोत, प्रदूषणाची पातळी मोजणे, ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम, ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000

ध्वनी प्रदूषण म्हणजे कोणताही अवांछित किंवा त्रासदायक आवाज म्हणून व्याख्या केली जाऊ शकते जी मानवी आणि इतर जीवांच्या आरोग्यावर आणि स्वास्थ्यावर परिणाम करते. ध्वनी विशेषतः आवाजाच्या तीव्रतेवर मोजल्या जातो आणि तो डेसिबल (dB) नावाच्या लॉगरिदमिक घटकात मोजल्या जातो. सर्व प्रकारचा आवाज हा ध्वनी प्रदूषण म्हणून मानल्या जात नाही. जागतिक आरोग्य संघटनेनुसार (WHO), 65 dB पेक्षा जास्त आवाजाच्या तीव्रतेला ध्वनी प्रदूषण मानले जाऊ शकते. नेमके सांगायचे झाल्यास, 75 dB पेक्षा जास्त आवाज झाल्यास तो हानिकारक होतो आणि 120 dB पेक्षा जास्त झाल्यास वेदनादायक ठरतो.

2.5.1 ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत

इतर प्रदूषणाप्रमाणे, ध्वनी प्रदूषण मुख्यतः औद्योगिकीकरण, शहरीकरण आणि मानवाच्या आधुनिक सभ्यतेच्या सवयींमुळे होते. ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत दोन प्रकारात विभागले जाऊ शकतात: औद्योगिक स्रोत आणि गैर-औद्योगिक स्रोत. औद्योगिक स्रोतांमध्ये विविध उद्योगांतील / कारखान्यातील आवाज ज्यात खूप उच्च वेगाने आणि खूप उच्च आवाजाच्या तीव्रतेसह काम करणारी मोठी यंत्रे यांचा समावेश आहे. गैर-औद्योगिक स्रोतांमध्ये दळणवळण / वाहनांची वाहतूक, लाऊडस्पीकर, रेडिओ इत्यादींद्वारे निर्माण होणारा आवाज समाविष्ट आहे. तथापि, ध्वनी प्रदूषणाचे मुख्य स्रोत खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केले जाऊ शकतात:

औद्योगिक स्त्रोत: उद्योग कारखाने जसे कापड गिरण्या, अभियांत्रिकी प्रतिष्ठाने, छपाई प्रेस, धातूची कामे इत्यादी ध्वनी प्रदूषणात मोठे योगदान देतात. भारतातील अनेक औद्योगिक शहरे जसे कोलकाता, कानपूर इत्यादी ह्यामुळे अधिक प्रभावित आहेत कारण औद्योगिक क्षेत्र, विशेषतः लघु उद्योग हे निवासी क्षेत्रांपासून वेगळे केलेले नाहीत. म्हणून औद्योगिक क्षेत्र निवासी क्षेत्रापासून दूर ठेवण्याचा सल्ला दिला जातो आणि ते पुरेसे विस्तृत हिरव्या पट्ट्याने वेगळे केले गेले पाहिजेत.

दळणवळण वाहने: शहरी भागातील मोटारगाड्यांची (automobiles) क्रांती ध्वनी प्रदूषणाचा एक मोठा स्रोत ठरली आहे. अलीकडच्या काळात, बस, ट्रेन, ट्रक इत्यादी वाहनांच्या संख्येत वाढ झाल्यामुळे आवाजाचे प्रमाण प्रचंड वाढले आहे, परिणामी ध्वनी प्रदूषण वाढले आहे. निवासी भागाच्या परिसरात असलेले विमानतळ मोठ्या प्रमाणावर ध्वनी प्रदूषण निर्माण करते कारण विमान उतरताना आणि उड्डाण घेताना निवासी भागावरून जाते. जड ट्रक, बस, ट्रेन, मोटार बाईक, मोपेड इत्यादी देखील ध्वनी प्रदूषण वाढविण्याला हातभार लावतात.

घरगुती आवाज: घरातील अनेक आवाज जसे की लहान मुलांचा खेळण्याचा आवाज, लहान मुलांचे रडणे, फर्निचर हलवणे इत्यादी ध्वनी प्रदूषणाचे स्त्रोत आहेत. घरगुती उपकरणे जसे मिक्सर - ग्राइंडर, प्रेशर कुकर, एक्झॉस्ट पंपे, वॉशिंग मशीन आणि मनोरंजनाची साधने जसे दूरदर्शन संच, रेडिओ, म्युझिक सिस्टिम हे सर्व ध्वनिप्रदूषणाचे घरातील स्रोत आहेत.

जनता अभिभाषण प्रणाली (public address system, PA प्रणाली): राजकीय मेळावे, संप, निवडणुका, धार्मिक आणि इतर सामाजिक कार्यक्रम इत्यादी अनेक सार्वजनिक कार्यक्रमात PA प्रणालीचा वापर मोठ्या प्रमाणावर होतो आणि त्यामुळे ते ध्वनी प्रदूषणाचे स्त्रोत बनतात.

शेती यंत्रे: जड प्रकारचे यंत्रे आणि उपकरणे जसे की ट्रॅक्टर, थ्रॅशर्स, कूपनलिका, उर्जेवरील टिलर, पीक कापणी यंत्रे (harvesters) इत्यादी अनेक यंत्रे कृषी क्षेत्रात वापरल्या जात आहेत. ही यंत्रे 90 dB ते 98 dB पेक्षा जास्त तीव्रतेचे ध्वनी प्रदूषण निर्माण करू शकतात.

संरक्षण उपकरणे: संरक्षण यंत्रणेतील लोकांमार्फत तोफखाना, टँक्स, स्फोट, गोळीबार सराव इत्यादींद्वारे बरेच ध्वनी प्रदूषण निर्माण होते. जेट इंजिन आणि ध्वनी गर्जनेद्वारे तयार होणारा आवाज खिडकीचे काच आणि जुन्या मोडकळीस आलेल्या इमारतींच्या ढासळण्यासाठी कारणीभूत ठरतो आणि त्यामुळे कानांचे पडदे फाटणे किंवा बहिरे होणे असे परिणाम होऊ शकतात.

इतर विविध स्रोत: बांधकाम स्थळ, विस्फोटन, स्टोन क्रशर इत्यादी ध्वनिप्रदूषणाचे इतर काही स्रोत आहेत.



छायाचित्र 2.7: ध्वनी प्रदूषणाचे स्रोत

2.5.2 ध्वनी प्रदूषणाच्या पातळीचे मापन

ध्वनीचे भौतिक आणि शारीरिक शास्त्रानुसार वर्णन केले जाऊ शकते. भौतिकदृष्ट्या, ध्वनी हा एक यांत्रिक अडथळा आहे जो हवा किंवा इतर माध्यमांमध्ये जसे की पाणी, पोलाद इत्यादींमध्ये तरंग गती (wave motion) म्हणून प्रसारित होतो. शारीरिक शास्त्रानुसार ध्वनी हा एक आवाजाचे वेदन किंवा धारणा आहे जी भौतिक क्रियांमुळे जाणवते. ध्वनी किंवा आवाजाचे भौतिक गुणधर्म आणि धारणा निरनिराळ्या संकल्पना वेगवेगळ्या एकांमध्ये व्यक्त होतात आणि मोजल्या जातात.

ध्वनी दाब हा मूलभूत म्हणून मोजल्या जातो (विस्तार - amplitude) कारण तो थेट उपकरणांद्वारे मोजता येतो. शोधानुसार सर्वात कमी ध्वनी दाबाचा अडथळा जो सामान्य मनुष्याला 1000 हर्ट्झवर जाणवू शकतो, तो $20 \mu\text{N/m}^2$ असल्याचे आढळून आले आहे आणि सर्वात मोठा ध्वनी दाब जो अस्वस्थ न होऊ देता ऐकल्या जाऊ शकेल तो $107 \mu\text{N/m}^2$ चा आहे. इतक्या विस्तृत श्रेणीमुळे, रेखीय दाब स्केलचा वापर अव्यवहार्य असल्याचे आढळून आले आहे. ध्वनी दाब पातळी, हे एक प्रमाण आहे, जे ध्वनी दाबाच्या लॉगरिदमच्या प्रमाणात वापरणे सोयीचे आहे. याद्वारे, आवाजाची ध्वनी दाब श्रेणी 0 ते 130 dB दरम्यान संकुचित केली जाते, वापरण्यास सोयीस्कर श्रेणी आहे. ध्वनी दाब पातळी डेसिबल (dB) च्या युनिटमध्ये व्यक्त केली जाते.

ध्वनी दाब पातळी अशी परिभाषित केली जाते:

$$L_p = 10 \log_{10} (P/P_r)^2, \text{ जेथे}$$

L_p = ध्वनी दाब पातळी, dB (sound pressure level)

P = मध्य चौरस मूळ ध्वनी दाब, सहसा $\mu\text{N}/\text{m}^2$ (root mean square sound pressure)

P_r = संदर्भ ध्वनी दाब (reference sound pressure)

Log_{10} = बेस 10 वर लॉगरिदम.

संदर्भ ध्वनी दाब, P_r चे $20 \mu\text{N}/\text{m}^2$ चे आंतरराष्ट्रीय स्तरावर मूल्य मान्य आहे.

ध्वनी हा ध्वनी पातळी मीटरने मोजला जातो जो सहसा कुठेही नेण्यासारखे उपकरण असते ज्यात मायक्रोफोन, एम्पलीफायर, व्होल्टमीटर आणि अटेन्युएटर समाविष्ट केलेले असते, ज्याचे संपूर्णतः अंशन (calibration) केले असते आणि त्याद्वारे दाब पातळी थेट निर्देशित होते.

2.5.3 ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम

आवाज हा केवळ उपद्रवापेक्षा अधिक आहे. ध्वनी प्रदूषणाचे मानवी आरोग्यावर, वन्यजीवांवर आणि पर्यावरणाच्या गुणवत्तेवर हानिकारक परिणाम होऊ शकतात. ध्वनी प्रदूषणाच्या काही प्रमुख परिणामांची चर्चा खाली केली आहे:

ऐकण्याच्या समस्या: आपले कान खराब न होता ध्वनीची विशिष्ट श्रेणी श्रवण करू शकतात. मोठा आवाज जर सतत कानावर पडत राहिला तर व्यक्तीची श्रवणशक्ती खूप कमी होऊ शकते. आपल्या दैनंदिन जीवनात आपले कान नकळतपणे ऐकतात अशा आवाजाबद्दलची आपली संवेदनशीलता देखील त्यामुळे कमी होऊ शकते.

मानसशास्त्रीय समस्या: ध्वनी जसे कार्यालये, बांधकाम स्थळे किंवा आपल्या घरांमध्ये सुद्धा निर्माण होणाऱ्या ध्वनी प्रदूषणामुळे मानसिक आरोग्यावर परिणाम होऊ शकतो. यामुळे झोपेचा त्रास, सतत तणाव, थकवा, चिंता, नैराश्य इत्यादी होऊ शकतात, यामुळे आयुष्याच्या नंतरच्या टप्प्यात अधिक गंभीर आणि दीर्घकालीन आरोग्य समस्या उद्भवू शकतात.

शारीरिक समस्या: जास्त आवाजाच्या पातळीमुळे उच्च रक्तदाब, डोकेदुखी, श्वसन समस्या, नाडीचे धावते ठोके इत्यादी समस्या उद्भवू शकतात.

संज्ञात्मक (cognitive) समस्या: ध्वनी प्रदूषणामुळे मेंदूच्या प्रतिसादांवर आणि लक्ष केंद्रित करण्याच्या क्षमतेवर परिणाम होऊ शकतो ज्यामुळे कालांतराने कार्यक्षमता पातळी कमी होऊ शकते. अभ्यासातून असे स्पष्ट झाले आहे की, रेल्वे स्टेशन किंवा विमानतळाजवळ राहणाऱ्या शाळकरी मुलांना शिकण्यात अडचणी येतात.

झोपेचे विकार: उच्च पातळीवरील ध्वनीमुळे आपल्या झोपेच्या पद्धतीवर परिणाम होण्याची शक्यता असते आणि यामुळे खूप अस्वस्थ आणि त्रासदायक परिस्थिती निर्माण होऊ शकते. यामुळे लवकर थकवा येऊ शकतो आणि कार्यालयात तसेच घरात आपल्या कामगिरीवर परिणाम होऊ शकतो.

हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी समस्या: जास्त ध्वनी पातळीमुळे उच्च रक्तदाब, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग आणि तणावाशी संबंधित हृदयाच्या समस्या उद्भवू शकतात.

संप्रेषण (communication) अडथळा: ध्वनी प्रदूषणामुळे लोकांमध्ये मुक्त संप्रेषण होण्यात अडथळा निर्माण होतो. यामुळे गैरसमज आणि एकमेकांना समजून घेण्यात अडचण येऊ शकते. यामुळे वर्ग खोली, प्रयोगशाळा आणि कार्यशाळांमध्ये शिक्षण विद्यार्जन प्रक्रियेवर अनिष्ट परिणाम होऊ शकतो.

वन्यजीवांवर परिणाम: ध्वनी प्रदूषणामुळे मानवांपेक्षा वन्यजीवांवर अधिक परिणाम होतो कारण ते आवाजावर अधिक अवलंबून असतात. प्राण्यांना मनुष्यांपेक्षा श्रवणशक्ती चांगली असते कारण त्यांचे अस्तित्व त्यावर अवलंबून असते. ध्वनी प्रदूषणामुळे प्राणी अधिक सहजपणे विचलित होतात आणि अनेक वर्तनात्मक समस्यांना तोंड देतात. त्यांना श्रवणशक्तीचा त्रास होऊ शकतो आणि ते शिकार करण्यास अक्षम होऊ शकतात ज्यामुळे परिसंस्थेचे संतुलन बिघडते.

2.5.4 ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000

विविध स्त्रोतांकडून सार्वजनिक ठिकाणी वाढत्या सभोवतालच्या आवाजाची पातळी, इतर गोष्टी, औद्योगिक क्रिया, बांधकाम क्रिया, फटाके, आवाज निर्माण करणारी साधने, जनरेटर सेट, लाऊड स्पीकर्स, PA प्रणाली, म्युझिक सिस्टीम, वाहनांचे हॉर्न आणि इतर यांत्रिक उपकरणांचे मानवी आरोग्यावर आणि लोकांच्या मानसिक आरोग्यावर हानिकारक परिणाम होतात. ध्वनी संदर्भात हवेच्या गुणवत्तेचे मानदंड राखण्याच्या उद्देशाने आवाज निर्माण करणारे आणि उत्पन्न करणारे स्रोत नियंत्रित करणे आणि त्यांचे नियमन करणे आवश्यक मानले जाते.

वरील समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी, नियम SO123 (E), दिनांक 14.2.2000 द्वारे भारताच्या राजपत्रात मुख्य नियम प्रकाशित करण्यात आले, आणि नंतर त्यांच्यात SO1046 (E), दिनांक 22.11.2000, SO1088 (E), दिनांक 11.10.2002 त्यानंतर SO1569 (E), दिनांक 19.9.2006 आणि SO50 (E), दिनांक 11.01.2010 नुसार बदल करून पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 मध्ये अंतर्भूत करण्यात आले.

ध्वनी प्रदूषण (नियमन आणि नियंत्रण) नियम, 2000 मधील मुख्य वैशिष्ट्ये खालील उपशीर्षकांमध्ये वर्णित केले आहेत :

1. लघु-शीर्षक आणि प्रारंभ
2. व्याख्या
3. विविध क्षेत्र/विभागासाठी आवाजाच्या संदर्भात सभोवतालच्या हवेची गुणवत्ता मानके
4. ध्वनी प्रदूषण नियंत्रण उपायांच्या अंमलबजावणीची जबाबदारी
5. लाऊड स्पीकर्स/PA प्रणाली आणि ध्वनी उत्पादन साधनांच्या वापरावर प्रतिबंध (5 ए) हॉर्नच्या वापरावर, ध्वनी उत्सर्जित करणारी बांधकाम उपकरणे आणि फटाके फोडण्यावर निर्बंध.
6. शांतता राखण्याच्या विभागातील /क्षेत्रातील कोणत्याही उल्लंघनाचे परिणाम
7. संबंधित अधिकाऱ्यांना करावयाच्या तक्रारी
8. सतत सुरु असलेलाल संगीताचा आवाज किंवा ध्वनी प्रतिबंधित करण्याचा अधिकार

टीप:अधिक तपशीलांसाठी तुम्ही खालील संकेतस्थळाचा संदर्भ घेऊ शकता:

“cpcbenvs.nic.in/noisepollution/noise_rules_2000.pdf”

2.6 घटक सारांश

1. हवा, पाणी आणि मातीमध्ये हानिकारक पदार्थांची उपस्थिती ज्यामुळे सजीवांवर आणि पर्यावरणावर विपरीत परिणाम होतो त्याला प्रदूषण असे परिभाषित केले जाते.
2. प्रदूषणाच्या प्रकारांमध्ये प्रामुख्याने वायू प्रदूषण, जल प्रदूषण, जमीन प्रदूषण, ध्वनी प्रदूषण आणि किरणोत्सर्गी प्रदूषण यांचा समावेश होतो.
3. प्रदूषक हे हानिकारक पदार्थ आहेत जे हवा, पाणी आणि माती या भौतिक, रासायनिक किंवा जैविक गुणधर्मांमध्ये अनिष्ट आणि हानिकारक बदल घडवून आणतात.
4. वायू प्रदूषणाच्या मानवनिर्मित स्त्रोतांमध्ये खाण आणि वितळवणे, फाउंड्री क्रिया, विविध औद्योगिक प्रक्रिया, बांधकाम आणि ध्वस्त करण्याचे उपक्रम, कोळसा उर्जा प्रकल्प, कचरा जाळणे, लँडफिल विल्हेवाट पद्धती, शेती, संरक्षण उपक्रम, धूम्रपान, साठवण आणि घरगुती उत्पादनांचा वापर, रेफ्रिजरंट्स आणि आयसी बॉयलर यांचा समावेश होतो.
5. वायू प्रदूषणाच्या नैसर्गिक स्त्रोतांमध्ये ज्वालामुखी क्रिया, वारा आणि हवेचा प्रवाह, जंगली आग, सूक्ष्मजीव क्षय प्रक्रिया, वाढते तापमान यांचा समावेश होतो.
6. कोणत्याही ठिकाणी हवेची गुणवत्ता हवेत असलेल्या प्रदूषकांच्या पातळीवरून निर्धारित केली जाते आणि ती हवेत सोडल्या जाणाऱ्या प्रदूषकांच्या प्रकारांवर आणि प्रमाणावर अवलंबून असते.
7. कण प्रदूषण हे वायू प्रदूषणाच्या सर्वात क्लिष्ट प्रकारांपैकी एक आहे.
8. कण प्रदूषणासाठी जबाबदार असलेल्या प्रदूषकाला कण प्रदूषक म्हणतात आणि त्याला कण पदार्थ असेही म्हणतात.
9. कण पदार्थ कण आकाराच्या आधारावर विविध श्रेणींमध्ये उप-विभाजित आहेत जसे PM₁₀, PM_{2.5} आणि PM_{0.1}.
10. PM₁₀ ज्याला खडबडीत कण म्हणूनही ओळखले जाते, असे परिभाषित होतात कि जे कण, ज्यांचा 10 μm किंवा त्यापेक्षा लहान वायुगतिकीय व्यास आहे. एकदा हे कण आपल्या फुफ्फुसात शिरले की ते फुफ्फुसांच्या ऊतींना त्रास देऊ शकतात आणि दम्याचा झटका येऊ शकतो.
11. PM_{2.5} ला सूक्ष्म कण म्हणूनही ओळखले जाते, असे परिभाषित होतात कि जे कण, ज्यांचा 2.5 μm किंवा त्यापेक्षा लहान वायुगतिकीय व्यास आहे. PM_{2.5} हे कण PM₁₀ सारखीच स्थिती प्रदान करतात आणि त्याशिवाय अधिक स्थिती जसे श्वसन रोग, रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होणे, जन्मजात अपंगत्व इत्यादी सारख्या परिस्थितींमध्ये ही योगदान देतात.
12. PM_{0.1} ला अतिसूक्ष्म कण म्हणूनही ओळखले जाते, असे परिभाषित होतात कि जे कण, ज्यांचा 0.1 μm किंवा त्यापेक्षा लहान वायुगतिकीय व्यास आहे. अलीकडल अभ्यास दाखवतात की PM_{0.1} हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी वाढती विषाक्तता आणि ऑक्सिडेटीव्ह तणावाची अधिक क्षमता दर्शवते.
13. बॅग फिल्टर हे प्रदूषण नियंत्रण यंत्र आहे जे प्रदूषित वायू प्रवाहातून कण पदार्थ धाग्यांच्या साहित्याने बनलेल्या बॅग फिल्टरवर जमा करून काढण्यासाठी वापरले जाते.
14. बॅग फिल्टर तीन प्रकारचे असतात: शेकर बॅग फिल्टर, रिव्हर्स एअर बॅग फिल्टर आणि पल्स जेट टाईप बॅग फिल्टर.
15. शोषक म्हणजे वायू प्रदूषक द्रावक माध्यमांमध्ये विरघळून काढून टाकण्याची प्रक्रिया.

16. उत्प्रेरक कन्व्हर्टर हे एक साधे उपकरण आहे जे कारमध्ये हानिकारक उत्सर्जनाच्या धुरांना कमी हानिकारक धुरांमध्ये परावर्तित करण्याकरता वापरले जाते.
17. उत्प्रेरक कन्व्हर्टरमध्ये प्रामुख्याने दोन प्रकारचे उत्प्रेरक वापरले जातात, रिडक्शन उत्प्रेरक आणि ऑक्सिडेशन उत्प्रेरक.
18. रेफ्रिजरेटरचा वापर विविध इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये केला जातो जसे रेफ्रिजरेटर, वातानुकूलित यंत्रे इ.हे हरितगृह परिणाम तयार करण्यासाठी जबाबदार आहेत जे पृथ्वीवरील तापमान वाढवतात.
19. ध्वनी प्रदूषण हा कोणताही अवांछित किंवा लासदायक आवाज आहे जो मानवी आणि इतर जीवांच्या आरोग्यावर आणि स्वास्थ्यावर परिणाम करतो.
20. ध्वनी लॉगरिदमिक युनिट्समध्ये मोजल्या जातो ज्याला डेसिबल (dB) युनिट म्हणतात. जेव्हा ध्वनी 75 dB पेक्षा जास्त होतो, तेव्हा हानिकारक होतो आणि 120 dB पेक्षा जास्त झाल्यास वेदनादायक होतो.
21. ध्वनी प्रदूषणाच्या स्त्रोतांमध्ये औद्योगिक स्त्रोत, दळणवळण वाहने, घरगुती आवाज, PA प्रणाली, कृषी यंत्रे, संरक्षण उपकरणे इत्यादींचा समावेश असतो.
22. ध्वनी प्रदूषणामुळे श्रवण समस्या, मानसिक समस्या, शारीरिक समस्या, संज्ञानात्मक समस्या यासारख्या प्रमुख आरोग्य समस्या तसेच झोपेचे विकार, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी समस्या, संप्रेषण समस्या इत्यादी समस्या सुद्धा निर्माण होऊ शकतात.
23. ध्वनी प्रदूषण, (नियमन आणि नियंत्रण), नियम 2000, हे या संकेतस्थळावरून प्राप्त होऊ शकतील : cpcbenviis.nic.in/noisepollution/noise_rules_2000.pdf

2.7 अभिनव उपक्रम

1. **परिसंवाद:** सादरीकरणासाठी 8 ते 10 विद्यार्थ्यांमध्ये एक विषय उप-विषयांमध्ये विभागला जाऊ शकतो.
2. **संगोष्ठी:** विद्यार्थ्यांनी त्यांच्या आवडीच्या विषयावर पेपर सादरीकरण करावे.
3. **गट चर्चा:** 10 विद्यार्थ्यांच्या गटात एक गट नेता, एक नियंत्रक आणि एक नोंदक, एक गट नेता सर्व विद्यार्थ्यांचा सहभाग सुनिश्चित करण्यासाठी, एक नियंत्रक कोणत्याही विरुद्ध वार्तालाप न होऊ देण्याची खाली करण्यासाठी आणि नोंदक त्याच्या/तिच्या स्वतःची निरीक्षणांची नोंद करण्यासाठी.
4. **प्रकल्प कार्य:** योग्य विषयावरील प्रकल्पाचे काम 3 ते 4 विद्यार्थ्यांच्या गटाला दिले जाऊ शकते. प्रकल्प प्रायोगिक किंवा तपास करण्याच्या प्रकाराचा असू शकतो.
5. **शैक्षणिक दौरा:** सांडपाणी प्रक्रिया प्रकल्प, जैववैद्यकीय अपशिष्ट (waste) उपचार संयंत्र, उद्योग आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाचा शैक्षणिक दौरा.
6. **सामाजिक उपक्रम:** विद्यार्थी घरातील कचरा गोळा करून गांडूळ खत तयार करू शकतात.

2.8. रुचीपूर्ण तथ्ये

1. जगातील पहिल्या 20 सर्वाधिक प्रदूषित शहरांपैकी 13 भारतात आणि 3 चीनमध्ये आहेत. सर्वाधिक प्रदूषित म्हणून दिल्ली 11 व्या क्रमांकावर आहे, तर बीजिंग 57 व्या क्रमांकावर आहे.
2. प्रदूषित भागात राहणाऱ्या भारतीयांचे वायू प्रदूषणामुळे आयुष्य सरासरी 3.2 वर्षे कमी होईल.
3. भारताचे निम्म्याहून अधिक लोक (660 दशलक्ष, अंदाजे लोकसंख्या) असुरक्षित पातळीच्या वायू प्रदूषण असलेल्या क्षेत्रात राहतात.
4. WHO च्या मतानुसार वायू प्रदूषणाशी संबंधित जवळजवळ सर्व मृत्यू (94 %) कमी आणि मध्यम उत्पन्न असलेल्या देशांमध्ये होतात.
5. “ग्लोबल बर्डन ऑफ डिसीज रिपोर्ट” (2013) नुसार, दरवर्षी वायू प्रदूषणामुळे 5.5 पेक्षाही अधिक दशलक्षाहून अकाली मृत्यू होतात. दुसऱ्या आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजन्सी चा अंदाज आहे की ही संख्या दरवर्षी 6.5 दशलक्ष मृत्यूंची असू शकते.
6. अमेरिकेमध्ये सुमारे 30 दशलक्ष लोक त्यांच्या कार्याच्या ठिकाणी धोकादायक आवाजाच्या पातळीवर काम करत असतात.
7. 2015 मध्ये, रोग नियंत्रण आणि प्रतिबंध केंद्र (CDC), यांच्या अहवालानुसार असे आढळले की खाण हा सर्वात मोठा आवाज करणारा उद्योग आहे, त्यानंतर उत्पादन आणि बांधकाम व्यवसायांचा क्रमांक लागतो.
8. मोठ्या आवाजाच्या आसपास राहणे मुलांच्या मेंदूच्या विकासावर परिणाम करू शकते.
9. तज्ञांच्या मते, लहान मुलांच्या आवाज समजण्याच्या नैसर्गिक क्षमतेवर घरातील दूरदर्शन संच किंवा रेडिओ चे अनावश्यक मोठे आवाज परिणाम करतात.
10. ध्वनी प्रदूषणापासून स्वतःला सुरक्षित ठेवण्याचा सगळ्यात सोपा मार्ग म्हणजे कानात ईअर प्लग्स घालून राहणे होय.



2.9 अभ्यास

अ - व्यक्तिनिष्ठ प्रश्न:

1. प्रदूषण आणि प्रदूषक परिभाषित करा. विविध प्रकारच्या प्रदूषणाचे वर्गीकरण करा.
2. वायू प्रदूषणाच्या नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित स्रोतांची गणना करा.
3. विविध प्रकारचे वायू प्रदूषक आणि त्याचे परिणाम यावर चर्चा करा.
4. यावर थोडक्यात लिहा:
 - i. बॅग फिल्टर
 - ii. चक्रीवादळ विभाजक
 - iii. इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स
5. शोषक आणि उत्प्रेरक कन्व्हर्टरचे कार्य सिद्धांत स्पष्ट करा.
6. रेफ्रिजरंट्स आणि आयसी वायू प्रदूषणाच्या परिणामांची चर्चा करा.
7. ध्वनी प्रदूषणाच्या स्रोतांची थोडक्यात चर्चा करा.
8. मानवी आरोग्यावर ध्वनी प्रदूषणाचे परिणाम सांगा.
9. ध्वनी प्रदूषणाच्या मोजमापावर थोडक्यात टीपणी लिहा.
10. प्रदूषण नियंत्रण नियम, 2000 बद्दल थोडक्यात चर्चा करा.

ब - वस्तुनिष्ठ प्रश्न:

1. हवेत सर्वाधिक टक्केवारी असणारा वायू
 - (अ) ऑक्सिजन
 - (ब) कार्बन डाय ऑक्साईड
 - (क) नायट्रोजन
 - (ड) अरगॉन
2. ताजमहल ह्या कारणाने प्रभावित होत आहे
 - (अ) ध्वनी प्रदूषण
 - (ब) वायू प्रदूषण
 - (क) जल प्रदूषण
 - (ड) यापैकी नाही
3. जगातील सर्वात प्रदूषित नदी आहे
 - (अ) गंगा
 - (ब) यमुना
 - (क) नर्मदा
 - (ड) कावेरी
4. क्लोरोफ्लोरोकार्बन ह्यात वापरला जातो
 - (अ) रेफ्रिजेरंट्स
 - (ब) एअर कंडिशनर
 - (क) परफ्यूम
 - (ड) वरील सर्व
5. कोळशावर चालणाऱ्या विद्युत केंद्रात इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रेसिपिटेटर्स बसवले जातात ज्यामुळे हा वायू नियंत्रणात येतो :
 - (अ) SO_2
 - (ब) NO_2
 - (क) SPM
 - (ड) CO

6. कोणत्या प्रदूषणामुळे प्राण्यांमधील श्रवणशक्ती कमी होते?
 - (अ) वायू प्रदूषण
 - (ब) ध्वनी प्रदूषण
 - (क) जल प्रदूषण
 - (ड) मृदा प्रदूषण
7. आवाजाची सुरक्षित पातळी यावर अवलंबून असते
 - (अ) आवाजाची पातळी आणि अनावरणावर
 - (ब) क्षेत्र
 - (क) खेळपट्टी
 - (ड) वारंवारता
8. ध्वनी किंवा आवाजाच्या साठी तीव्रतेला मोजण्यासाठी हा स्केल वापरला जातो :
 - (अ) रेखीय स्केल
 - (ब) लॉगरिदमिक स्केल
 - (क) घातांक स्केल
 - (ड) वरीलपैकी नाही
9. कोणत्या घटकामध्ये आवाज मोजला जातो?
 - (अ) किलोमीटर
 - (ब) पास्कल
 - (क) किलोग्राम
 - (ड) डेसिबल
10. ध्वनीची तीव्रता मोजण्यासाठी खालील उपकरण वापरले जाते
 - (अ) ध्वनी पातळी मीटर
 - (ब) वारंवारता मीटर
 - (क) दोन्ही (अ) आणि (ब)
 - (ड) वरील सर्व
11. खालीलपैकी कोणता प्रतिनिधी मुख्यत्वे दुय्यम प्रदूषणासाठी जबाबदार आहे?
 - (अ) स्मॉग आणि ओझोन
 - (ब) सल्फर ट्रायऑक्साइड
 - (क) नायट्रोजन डायऑक्साइड
 - (ड) वरील सर्व
12. कोणत्या कण पदार्थाचा आकार सर्वात हानिकारक आहे?
 - (अ) 10 μm
 - (ब) 2.5 μm
 - (क) 0.1 μm
 - (ड) 15 μm
13. एक द्विमार्गी उत्प्रेरक कन्व्हर्टर मध्ये
 - (अ) एक्झॉस्ट वायू पुन्हा फिरतात.
 - (ब) इंधन बाष्प वायू जाळतात
 - (क) CO आणि HC काढून टाकतात
 - (ड) NO₂ काढतात.

14. बॅग फिल्टर यासाठी वापरले जातात
 (अ) दूषित वायू प्रवाहातून कण पदार्थ काढून टाकण्यासाठी
 (ब) ध्वनी प्रदूषण कमी करण्यासाठी
 (क) वायू प्रदूषण कमी करण्यासाठी
 (ड) वरीलपैकी कोणतेही
15. उत्प्रेरक कन्व्हर्टर यात वापरले जात नाहीत
 (अ) मोटारसायकल
 (ब) रेल्वे इंजिन
 (क) विमान
 (ड) कार

उत्तरे :

1(अ), 2(ब), 3(अ), 4 (ड), 5(क), 6(ब), 7(ड), 8(ब), 9(ड), 10(अ), 11(ड), 12(ब), 13(क), 14(अ), 15(ड)

2.10 अभ्यासाकरिता काही संदर्भ

(अ) संदर्भ पुस्तके:

- सीएन राव, “अंडरस्टॅण्डिंग केमेस्ट्री”, युनिव्हर्सिटीज प्रेस (इंडिया) प्रा. लि., 2011
- आर्सेवाला, सोली; असोलेकर, श्याम, “पोल्युशन कंट्रोल अँड वेस्टवॉटर ट्रीटमेंट फॉर रिसायकल”, मॅक-ग्रॉ हिल एज्युकेशन इंडिया प्रा. लि., न्यूयॉर्क, 2007, ISBN: 978-07-062099-55
- नाझारोफ, विल्यम, कोहेन, लिसा, “एन्व्हायर्मंटल इंजिनीरिंग सायन्स” विली, न्यूयॉर्क, 2000, ISBN: 10-04 7114 4 94 0.
- राव, सीएस, “एन्व्हायर्मंटल पोल्युशन कंट्रोल अँड इंजिनीरिंग” न्यू एज इंटरनॅशनल पब्लिकेशन, 2007, ISBN: 81-224 -1835-X.
- राव, एमएन राव, एचव्हीएन, “एअर पोल्युशन”, टाटा मॅक-ग्रॉ हिल पब्लिकेशन, नवी दिल्ली, 1988, ISBN: 0-07-4 51871-8
- पटवर्धन, AD, “इंडस्ट्रियल सॉलिड वेस्ट”, टेरी प्रेस, नवी दिल्ली, 2013, ISBN: 978-81- 7993502-6.
- मेटकाफ आणि एड्डी “वेस्टवॉटर इंजिनीरिंग”, मॅक-ग्रॉ हिल पब्लिकेशन, न्यूयॉर्क 2013, ISBN: 0774 4 12067.

(ब) मुक्त स्रोत सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट:

- www.nptel.ac.in
- <https://swayam.gov.in>
- www.cpcp.gov.in
- www.cpcp.nic.in
- www.indiaenvironmentportal.org.in
- www.cpcbenvi.nic.in/noisepollution/noise_rules_2000.pdf.
- http://www.cpcbenvi.nic.in/noise_pollution_control.html

(क) व्हिडिओ संसाधने:



3

ऊर्जेचे नूतनीकरण स्त्रोत

घटक वैशिष्ट्ये

हे घटक खालील मुख्य बाबींवर लक्ष केंद्रित करते:

- **सौर ऊर्जा:** सौर ऊर्जेची मूलभूत माहिती, प्लॅट प्लेट संग्राहक (द्रव आणि वायू) आणि त्याचा सिद्धांत, प्रगत प्लेट संग्राहक, सौर तळे, सौरपाणी तापक, सौर ड्रायर आणि सौर उर्ध्वपातन यंत्र
- **बायोमास:** ऊर्जा स्त्रोत म्हणून बायोमासचे विहंगावलोकन आणि इंधन म्हणून त्याची औष्णिक वैशिष्ट्ये, एनारोबिक पचन, बायोगॅस उत्पादन यंत्रणा, बायोगॅसचा वापर आणि साठवण.
- **पवन ऊर्जा:** सद्य स्थिती आणि पवन ऊर्जेची भविष्यातील शक्यता, भारतातील पवन ऊर्जा, पर्यावरणीय फायदे आणि पवन ऊर्जेची समस्या.
- **नवीन उर्जा स्त्रोत:** नवीन स्त्रोतांची गरज, विविध प्रकारचे नवीन ऊर्जा स्त्रोत आणि त्याचे अनुप्रयोग, भू-औष्णिक ऊर्जेची संकल्पना आणि मूळ, भू-औष्णिक ऊर्जेची ऊर्जा संयंत्रे.

या पुस्तकाच्या वापरकर्त्यांमध्ये जिज्ञासा आणि सर्जनशीलता निर्माण करण्यासाठी संबंधित विषयांशी निगडित सर्व छायाचित्रे समर्थित आहेत. बहुपर्यायी आणि व्यक्तिपरक प्रकारचे प्रश्न दिले गेले आहेत जेणेकरून विद्यार्थी अभ्यास करून त्यांना सोडवू शकेल. संदर्भ पुस्तके, ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट, व्हिडिओ संकेतस्थळे इत्यादी शिकण्याची संसाधने देखील संकल्पनेच्या अधिक स्पष्टीकरणासाठी आणि शंका निवारणासाठी घटकामध्ये दिल्या आहेत. कृपया ह्याची नोंद घ्यावी की स्वरास्याच्या विविध विषयांवर अधिक माहिती मिळवण्यासाठी, काही क्यूआर कोड वेगवेगळ्या विभागांमध्ये प्रदान केले गेले आहेत जे संबंधित सहाय्यक ज्ञानासाठी स्कॅन केले जाऊ शकतात.

मूलभूत तत्व

आज, जग मोठ्या प्रमाणावर जीवाश्म इंधनांवर अवलंबून आहे. जीवाश्म इंधनांचे अनेक आहेत, ज्यात उष्णता निर्माण करणे, जनरेटर च्या माध्यमातून वीज पुरवण्यासाठी वाफ निर्माण करणे, जेट विमानात वापरले जाणारे गॅस टर्बाइन इत्यादी समाविष्ट होतात. त्याच वेळी, जीवाश्म इंधन वातावरणातील हानिकारक हरितगृह वायूंचे आरोग्य-धोक्यात आणणारे कण पर्यावरणात उत्सर्जित करून प्रदूषण निर्माण करते.

त्यामुळे ऊर्जेच्या पर्यायी स्रोतांची गरज आहे. अलीकडच्या काळात, अक्षय ऊर्जा ही उर्जेच्या इतर सर्व प्रकारांपेक्षा वेगाने वाढत आहे. जीवाश्म इंधनांच्या तुलनेत त्याचे बरेच फायदे आहेत: जसे पाणी आणि जमिनीचा वापर कमी करणे, हवा आणि पाण्याच्या प्रदुषणाचे कमी प्रमाण, वन्यजीव आणि अधिवास कमी नष्ट होणे, ते हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करणे किंवा नगण्य ठेवणे होत.

या घटकाचे उद्दीष्ट उर्जा स्त्रोतांच्या मूलभूत संकल्पना सादर करणे आहे ज्यात सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, हायड्रोजन ऊर्जा, महासागर ऊर्जा आणि बायोमास ऊर्जा समाविष्ट आहेत. हे घटक पूर्ण झाल्यानंतर, विद्यार्थी नवीकरणीय उर्जा स्त्रोताच्या मूलभूत संकल्पना विकसित करतील ज्यामुळे त्यांना जीवाश्म इंधनापासून होणाऱ्या आपल्या आरोग्याला आणि पर्यावरणाला होणाऱ्या धोक्यांपासून स्वतःचे संरक्षण करण्याची शिकवण मिळेल.

पूर्व-आवश्यकता

माध्यमिक शाळा रसायनशास्त्र

घटक परिणाम

विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील:

- प 1 - प 1 : सौर ऊर्जा आणि दोहन करण्याच्या पद्धती स्पष्ट करा.

- घ 1 - प 2 : बायोमासची वैशिष्ट्ये आणि त्याची पचन प्रक्रिया चर्चा करा.
- घ 1 - प 3 : पवन ऊर्जा आणि त्याचा पर्यावरणावर होणारा परिणाम स्पष्ट करा.
- घ 1 - प 4 : नवीन उर्जा स्त्रोत आणि त्यांचे अनुप्रयोग यांचे वर्णन करा.

घटक परिणामाचे अभ्यासक्रम परिणामा सोबत वर्गीकरण

घटक -3 परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)				
	अप - 1	अप - 2	अप - 3	अप - 4	अप - 5
घ -1 प 1	-	-	-	3	-
घ -1 प 2	-	-	-	3	-
घ -1 प 3	-	-	-	3	-
घ -1 प 4	-	-	-	3	-

अप - अभ्यासक्रम परिणाम, घ - घटक, प - परिणाम

घटक अवलोकन

- ३.१ परिचय
- ३.२. सौर ऊर्जा: सौर ऊर्जेची मूलतत्वे. फ्लॅट प्लेट संग्राहक (द्रव आणि वायू). फ्लॅट प्लेट कलेक्टरचा सिद्धांत. लेपचे महत्त्व. प्रगत संग्राहक. सौर तळे, सौर पाणी तापक (वॉटर हीटर), सौर ड्रायर. सौर उर्ध्वपातन यंत्र (stills)
- ३.३. बायोमास: ऊर्जा स्त्रोत म्हणून बायोमासचे अवलोकन, इंधन म्हणून बायोमासची तापमान वैशिष्ट्ये.
- ३.४. एनारोबिक डायजेशन, बायोगॅस उत्पादन यंत्रणा, बायोगॅसचा वापर आणि साठवण.
- ३.५. पवन ऊर्जा: सद्य स्थिती आणि पवन ऊर्जेची भविष्यातील शक्यता, भारतात पवन ऊर्जा.
- ३.६. पर्यावरणीय फायदे आणि पवन ऊर्जेची समस्या.
- ३.७. नवीन उर्जा स्त्रोत: नवीन स्त्रोतांची गरज, विविध प्रकारचे नवीन उर्जा स्त्रोत, अनुप्रयोग (हायड्रोजन ऊर्जा, महासागर ऊर्जा संसाधने, भरती ऊर्जा (tidal energy) रूपांतरण) संकल्पना आणि मूळ भूऔष्णिक ऊर्जा विद्युत केंद्रे.
- ३.८. घटक सारांश
- ३.९ रोचक तथ्ये
- ३.१० अभिनव उपक्रम
- ३.११ अभ्यास
- ३.१२ सुचवलेले शिक्षण संसाधने

3.1 परिचय

“मला शंका नाही की आपण सूर्याच्या ऊर्जेचा वापर करण्यात यशस्वी होऊ. जर सूर्यकिरणे युद्धाचे शस्त्र म्हणून वापरले असते, तर शतकांपूर्वी आपल्याकडे सौर ऊर्जा असती.”

जॉर्ज पोर्टर, रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक विजेता, 1967

जीवाश्म इंधनाच्या घातक प्रभावापासून आपल्या पर्यावरणाचे रक्षण करण्यासाठी ऊर्जेच्या नूतनीकरणक्षम स्त्रोतांचा वापर अपरिहार्य झाला. हे स्त्रोत निसर्गात विविध स्वरूपात उपलब्ध आहेत जसे की सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, हायड्रोजन ऊर्जा, महासागर ऊर्जा, बायोमास इत्यादी. ऊर्जेच्या नूतनीकरणयोग्य स्त्रोताचा वापर पारंपारिक स्वरूपाच्या ऊर्जेपेक्षा बराच फायदेमंद आहे; जसे की ते कमी किंवा नगण्य हरितगृह वायू, नगण्य किंवा कमी वायू प्रदूष उत्सर्जित करतात, कमी खर्चात, सर्वांना वापरण्यायोग्य आहेत तसेच रोजगार ही निर्माण करतात. या घटकामध्ये, सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, बायोमास, ऊर्जेच्या नवीन स्त्रोतांचा वापर करण्याच्या विविध पद्धती; हायड्रोजन आणि महासागर ऊर्जा वापर व त्यांच्या फायद्यांसह तपशीलवार चर्चा केली आहे.

3.2 सौर ऊर्जा: सौर ऊर्जेची मूलभूत माहिती, सपाट (फ्लॅट) प्लेट संग्राहक (द्रव आणि वायू), फ्लॅट प्लेट कलेक्टरचा सिद्धांत, लेपचे महत्त्व, प्रगत संग्राहक, सौर तळे, सौर पाणी तापक, सौर झय्पर, सौर उर्ध्वपातन यंत्र

आपल्याला सूर्याकडून शुद्ध, प्रदूषण न करणारी आणि अक्षय ऊर्जा मिळते. ही ऊर्जा तेजस्वी प्रकाश आणि उष्णतेच्या स्वरूपात येते आणि सौर ऊर्जा म्हणून ओळखली जाते. जरी सूर्य आपल्यापासून 150 दशलक्ष किमी दूर आहे, तरीही सौरऊर्जा एक प्रचंड प्रमाणात पृथ्वीवर पडते. सूर्याकडून आपल्याला एका तासात जी ऊर्जा मिळते ती एका वर्षात संपूर्ण जगातील प्रत्येकाने वापरलेल्या ऊर्जेपेक्षा जास्त असते.

सौर ऊर्जा हा आपल्या उर्जेचा सर्वात विश्वासार्ह स्त्रोत आहे आणि आपल्या ग्रहावरील इतर प्रकारच्या उर्जेचा स्रोत आहे.

ऐतिहासिकदृष्ट्या, लोक सौरऊर्जेचा वापर इमारती गरम करण्यासाठी, आग निर्माण करण्यासाठी आणि औद्योगिक प्रक्रिया चालवण्यासाठी करत आले आहेत. सौर ऊर्जा हा ऊर्जेचा एक शक्तिशाली स्त्रोत आहे, तथापि, त्याचा फक्त एक छोटासा भाग प्रामुख्याने यासाठी वापरला जाऊ शकतो:

- वीज निर्मिती
- गरम करणे आणि थंड करणे
- अन्न शिजवणे आणि
- पाणी विलवणीकरण (desalination)



छायाचित्र 3.1: सौर ऊर्जेचा वापर

3.2.1 फ्लॅट प्लेट संग्राहक (द्रव आणि हवा)

फ्लॅट प्लेट संग्राहक हा सर्वात मूलभूत सौर ऊर्जा संग्राहक आहे जो मुख्यतः घरगुती गरम पाण्याच्या व्यवस्थेसाठी वापरला जातो. या तंत्रज्ञानामागची एकंदर कल्पना अतिशय सोपी आहे. या प्रणालीमध्ये, सूर्य गडद सपाट पृष्ठभाग गरम करतो, जो शक्य तितकी ऊर्जा शोषून घेतो आणि नंतर शोषलेली ऊर्जा पुढील वापरासाठी पाणी, हवा इत्यादी माध्यमात हस्तांतरित केली जाते.

ठराविक फ्लॅट-प्लेट संग्राहका मध्ये खालील गोष्टींचा समावेश असतो :

- काळा पृष्ठभाग- पडणारी सौर किरणे शोषण्यासाठी
- चकाकते झाकण (glazing cover)- हा एक पारदर्शक थर असतो जो एकाच वेळी शोषकाकडे किरणे प्रसारित करण्यासाठी आणि पृष्ठभागावरून उष्णतेचा तोटा टाळण्यासाठी वापरला जातो.
- द्रव/हवा असलेल्या नळ्या संग्राहकाकडून उष्णता हस्तांतरित करण्याकरता.
- संग्राहकाचे घटक धरून ठेवण्यासाठी आणि त्याचे संरक्षण करण्याकरता आधार रचना
- उष्णतेचा तोटा टाळण्यासाठी संग्राहकाच्या बाजूस आणि तळाशी पृथक (insulation) करणे.

प्लेट संग्राहकामध्ये काळा पृष्ठभाग असलेली प्लेट सौर किरणे शोषून घेतात आणि नंतर ही शोषलेली उष्णता नळीमध्ये भरलेल्या द्रव/हवेला हस्तांतरित केली जाते. ऊर्जा हस्तांतरित होतांना उष्णतेचा तोटा न होण्यासाठी संग्राहकाच्या तळाशी आणि बाजूला उष्णता पृथक केली जाते.

फ्लॅट-प्लेट व्यवस्था साधारणपणे 30 ते 80 अंश सेल्सिअस तापमानाच्या श्रेणीमध्ये कार्य करतात तथापि, पृथक पोकळी (vacuum insulation) आणि निवडक लेप वापरणारे प्रगत संग्राहक 200 अंश सेल्सिअस पर्यंत तापमान प्राप्त करू शकतात. फ्लॅट प्लेट संग्राहकाने मुख्य फायदे : उत्पादन करणे सोपे, कमी खर्च, फारच कमी देखभाल करावी लागणे इत्यादी आहेत.

उष्णतेच्या वाहतुकीसाठी, एकतर द्रव किंवा वायू फ्लॅट प्लेट संग्राहकांमध्ये वापरला जाऊ शकतो. द्रवासाठी, पाणी हे द्रव माध्यम त्याच्या सुलभतेमुळे आणि चांगल्या औष्णिक गुणधर्मांमुळे एक सामान्य पर्याय आहे.

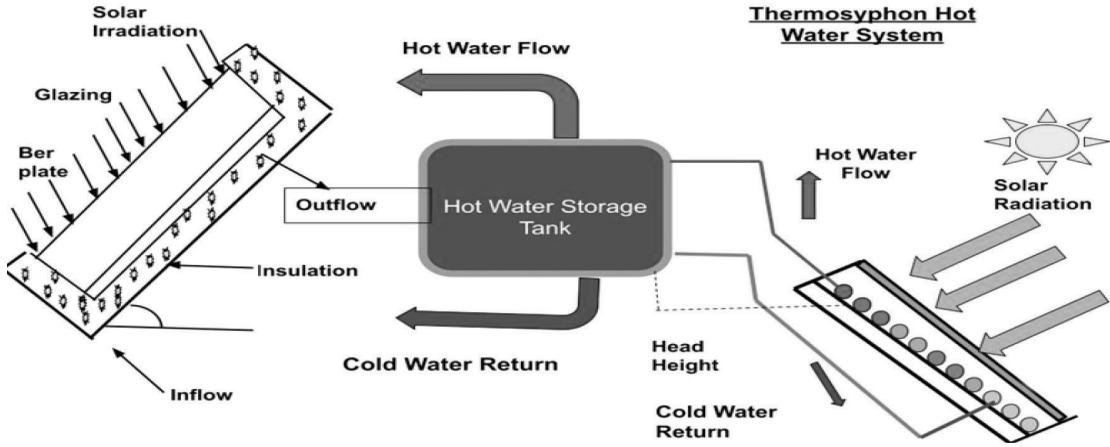
पाण्यावर आधारित फ्लॅट प्लेट संग्राहक : या प्रकारात पाण्याचा वापर उष्णता वाहतुकीचे माध्यम म्हणून केला जातो. पाणी जास्त प्रमाणात द्रव म्हणून वापरले जाते कारण त्याची उच्च आकारमानी उष्णता क्षमता आणि उच्च वस्तुमान घनता आहे, ज्यामुळे वाहतुकीसाठी लहान नळ्या आणि पाईप्स वापरण्यास अत्यंत सोयीचे होते.

पाण्याची एक प्रतिकूलता म्हणजे तो हिवाळ्यात गोठतो, ज्यामुळे संग्राहक किंवा पाइपिंग व्यवस्था खराब होऊ शकते. संग्राहकांमधून वेळोवेळी पाण्याचा निचरा करून हे व्यवस्थापित केले जाऊ शकते.

हवेवर आधारित फ्लॅट प्लेट संग्राहक: या प्रकारच्या संग्राहकामध्ये द्रव/पाण्याऐवजी उष्णता हस्तांतरणाचे माध्यम म्हणून हवा वापरली जाते. या प्रकारच्या प्लेट संग्राहकाचा वापर अवकाश तापन किंवा पीक कोरडे करण्यासाठी केला जातो. पाईपमध्ये हवेचा प्रवाह करण्यासाठी/देवण्यासाठी सहसा पंखा आवश्यक असतो.

3.2.2 फ्लॅट प्लेट संग्राहकाचा सिद्धांत

फ्लॅट प्लेट संग्राहकाचा सिद्धांत अगदी सोपा आहे. जेव्हा सौर किरणांवर धातूची चादर ठेवली जाते, तेव्हा धातूच्या चादरीत ऊर्जा (सौर विकिरण) प्राप्त होण्याचा दर हा धातूच्या चादरीमधून होणाऱ्या ऊर्जा हस्तांतरण किंवा तोट्याच्या बरोबर असेपर्यंत चादरीचे तापमान वाढू लागते. धातू चादरीचे असे तापमान ज्या नंतर त्यात कोणतीही वाढ नोंदवली जात नाही त्याला “समतोल” तापमान म्हणतात. आता, जर प्लेटचा मागचा भाग उष्णता पृथक सामग्रीने संरक्षित केला गेला असेल आणि प्लेटच्या उघड्या पृष्ठभागावर काळ्या रंगाने रंगवलेले असेल आणि ते काचेच्या चादरीने



छायाचित्र 3.2: : फ्लॅट प्लेट संग्राहक आणि त्याचे कार्य

झाकलेले असेल तर साध्या उघड्या चादरीच्या तुलनेत त्याचे समतोल तापमान खूप जास्त असेल. या धातूच्या चादरीला पाणी/हवा परिसंचरण प्रणाली जोडून उष्णता संग्राहकात रूपांतरित केले जाऊ शकते. उष्णता संग्राहकाकडून शोषलेली उष्णता नळीमधील पाणी/हवेला हस्तांतरित होते आणि शेवटी साठवण टाकीला हस्तांतरित होते. झाकलेले असेल तर साध्या उघड्या चादरीच्या तुलनेत त्याचे समतोल तापमान खूप जास्त असेल. या धातूच्या चादरीला पाणी/हवा परिसंचरण प्रणाली जोडून उष्णता संग्राहकात रूपांतरित केले जाऊ शकते. उष्णता संग्राहकाकडून शोषलेली उष्णता नळीमधील पाणी/हवेला हस्तांतरित होते आणि शेवटी साठवण टाकीला हस्तांतरित होते. झाकलेले असेल तर साध्या उघड्या चादरीच्या तुलनेत त्याचे समतोल तापमान खूप जास्त असेल. या धातूच्या चादरीला पाणी/हवा परिसंचरण प्रणाली जोडून उष्णता संग्राहकात रूपांतरित केले जाऊ शकते. उष्णता संग्राहकाकडून शोषलेली उष्णता नळीमधील पाणी/हवेला हस्तांतरित होते आणि शेवटी साठवण टाकीला हस्तांतरित होते.

3.2.3 लेप आणि प्रगत संग्राहकाचे महत्त्व

सौर शोषक पृष्ठभाग सौर औष्णिक संग्राहकाचा मूलभूत भाग आहे, कारण तो सौर किरणे शोषण आणि किरणोत्सर्गी उष्णतेचा तोटा कमी करण्यासाठी जबाबदार आहे. सौर शोषक पृष्ठभागाद्वारे सौर शोषण आणि उत्सर्जन सौर औष्णिक संग्राहक कार्यक्षमतेवर मोठा परिणाम करते. या प्लेट्स सामान्यतः

धातूपासून बनवल्या जातात ज्यात उष्णता वाहक गुणधर्म असतात, सामान्यतः तांबे किंवा अल्युमिनियम. कधीकधी या शोषक प्लेट्स सामान्य काळ्या पेंटपेक्षा उष्णता अधिक चांगल्या प्रकारे शोषण्यासाठी आणि टिकवून ठेवण्यासाठी डिझाइन केलेल्या विशेष लेपाने रंगवल्या जातात. विशेष लेपामुळे प्लेट शोषक गुणधर्म वाढविण्यासाठी मदत होते जसे उच्च तापमान सहिष्णुता, अतिनील किरणांना प्रतिकार आणि ओलाव्यातील घट, टिकाऊपणा, प्रकाशीय लक्षणे इत्यादी.

प्रगत प्लेट संग्राहक: परंपरागत प्लेट संग्राहक प्रणाली द्वारे पाणी 80 अंश सेल्सिअस पर्यंत गरम केले जाऊ शकते ज्यामुळे तुपाचे अनुप्रयोग मोठ्या प्रमाणात पाणी गरम करणे आणि अवकाश तापन ह्या पर्यंत मर्यादित होतात. तथापि, प्लेट संग्राहकाची उष्णता धरून ठेवण्याची क्षमता आसपासच्या भागात उष्णतेचा तोटा कमी करून वाढवता येते. वीज निर्मिती इत्यादी इतर अनुप्रयोगांसाठी 120-130 अंश सेल्सिअस च्या श्रेणीतील द्रव तापमान आवश्यक आहे. तपमानाची ही श्रेणी साध्य करण्यासाठी, सामान्य प्लेट शोषकाच्या जागी, निवडक लेपित काळे शोषक असलेल्या रिक्तित (पोकळता) काचेच्या नळ्या वापरल्या जातात. अशी व्यवस्था असलेल्या प्लेट संग्रहाकाला प्रगत प्लेट संग्राहक म्हणतात. प्रगत प्लेट संग्राहक तापमान वापरून 150 अंश सेल्सिअस पर्यंत वाढविले जाऊ शकते ज्यामुळे संग्राहकाच्या अनुप्रयोगाची श्रेणी वीज निर्मिती, सौर वातानुकूलन प्रणाली इत्यादी पर्यंत विकसित केली जाऊ शकते.

3.2.4 सौर तळे, सौर पाणी तापक, सौर ड्रायर आणि सौर उर्ध्वपातन यंत्र

सूर्य हा अक्षय ऊर्जेचा सर्वात मोठा स्त्रोत आहे आणि ही ऊर्जा पृथ्वीच्या सर्व भागात विपुल प्रमाणात उपलब्ध आहे. खरं तर, हे नूतनीकरण न होणाऱ्या ऊर्जेला सर्वोत्तम पर्यायांपैकी एक आहे. सौर उर्जा वापरण्याचे अनेक मार्ग आहेत उदाहरणार्थ सौर तळे, सौर पाणी तापक, सौर ड्रायर आणि सौर उर्ध्वपातन यंत्रांचा वापर.

3.2.4.1 सौर तळे

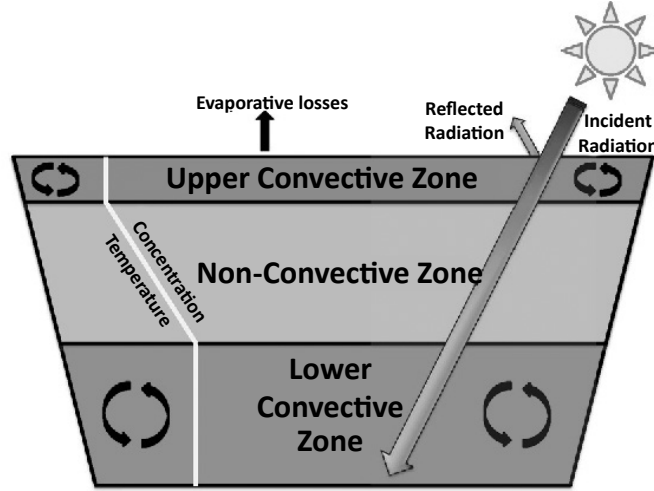
हे सौर ऊर्जा संकलक आहे, आकाराने बऱ्यापैकी मोठे असते आणि तळ्यासारखे दिसते. सौर तळे खूप सध्या तत्वावर कार्य करते. आपल्या सर्वांना माहित आहे की जेव्हा पाणी किंवा हवा गरम केली जाते तेव्हा ते हलके होतात आणि वरच्या दिशेने उठतात उदा. गरम हवेचा फुगा. त्याचप्रमाणे, सामान्य तळ्यामध्ये, सूर्य किरण पाणी तापवतात आणि हे तळ्यातील गरम पाणी तळ्याच्या वरच्या भागात पोहोचते परंतु बाष्पीभवनाचे वातावरणाला उष्णता उत्सर्जित करते. त्याचा एकंदर परिणाम असा होतो की तळ्याचे पाणी वातावरणीय तापमानावर राहते. दुसरीकडे पाण्यातील उष्णतेचा तोटा कमी करण्याच्या प्रयत्नात तळे मीठाचे प्रमाण पाण्यात विरघळवते; त्याची तीव्रता पाण्याच्या खोली नुसार तळ्यात वाढत जाते ज्यामुळे पाणी जड होऊन तळ्याच्या पृष्ठभागावर पोहोचू शकत नाही.

सौर तळ्यामध्ये प्रामुख्याने तीन मुख्य टप्पे असतात. वरचा टप्पा हा पृष्ठभागाचा टप्पा आहे ज्याला वरचा प्रक्रम (convective) टप्पा म्हणतात. जो सामान्यतः वातावरणीय तापमानावर असतो आणि त्यात मीठाचे प्रमाण अत्यल्प असते. तळ्याच्या टप्प्यामध्ये मीठाचे प्रमाण सगळ्यात जास्त असते. सौर ऊर्जा ह्यात उष्णतेच्या स्वरूपात साठवली जाते, आणि म्हणून, त्याला साठवण टप्पा किंवा खालील प्रक्रमी टप्पा म्हणतात. या दोन टप्प्यांमध्ये एक महत्वाचा टप्पा असतो ज्याला क्रमिकता टप्पा (gradient zone) किंवा अप्रक्रमी (non convective) टप्पा म्हणतात. या टप्प्यामध्ये जसजशी पाण्याची खोली वाढते, तसतसे मीठाचे प्रमाण वाढत जाते त्यामुळे घनता क्रमिकता तयार होते. जर आपण या टप्प्यामधील एका विशिष्ट थराचा विचार केला, तर त्या थराचे पाणी वर चढू शकत नाही, कारण वरील पाण्याच्या थरामध्ये मीठाचे प्रमाण त्या थरापेक्षा कमी असते आणि तसेच, या थरातील पाणी खालीही जाऊ शकत नाही कारण खालील पाण्याच्या थरात त्यापेक्षा मीठाचे प्रमाण जास्त असते. हा क्रमिकता टप्पा पारदर्शक पृथक म्हणून सूर्यप्रकाशाला तळ्याच्या टप्प्यापर्यंत पोहोचवतो पण तिथेच अडकवून ठेवतो. म्हणून, जेव्हा सूर्यप्रकाश तळ्यावर पडतो तो बहुतेक तळाशी पोहोचतो आणि अशा प्रकारे “साठवणूक टप्पा (storage zone)” वर पर्यंत गरम होतो. या टप्प्यामधून उष्णतेचा तोटा टाळला जातो कारण त्याच्या अगदी वर पृथक टप्पा असतो, खाली तलावाचे तापमान अत्यंत उच्च तापमानात गरम होते आणि कधीकधी ते 800 सेल्सियसपेक्षा जास्त पोहोचू शकते. शेवटी, तळ्याच्या पातळीवरून गरम केलेले पाणी तळ्यातून फिरणाऱ्या पाईप्समध्ये हस्तांतरित केले जाते आणि औष्णिक ऊर्जा प्राप्त केली जाते. अनुप्रयोग : सौर तळ्यांद्वारे निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचे अनेक अनुप्रयोग आहेत आणि ती जीवाश्म इंधनांचा वापर कमी करण्यात योगदान देऊ शकते. तळ्यामधून निघणारी उष्णता रसायने, अन्न, कापड आणि इतर औद्योगिक उत्पादने तयार करण्याच्या कामात येऊ शकते. हे हरितगृह, जलतरण तलाव, आणि इतर इमारती आणि कार्यालये. यांना आवश्यक ती उष्णता देण्याच्या उपयोगात आणले जाऊ शकतात. ह्या उष्णतेचे रूपांतर विजेमध्येही होऊ शकते. च्या विजेच्या रूपांतरणाची किंमत खूप कमी आणि किफायतशीर आहे. हे विशेषतः दुर्गम भागात उपयुक्त आहे. सौर तळे विलवणीकरणाद्वारे (desalination) महानगरपालिकेच्या पाणी व्यवस्थेसाठी पाण्याचे शुद्धीकरण करू शकतो.

फायदे: सौर तळ्याच्या वापराचे अनेक फायदे आहेत. त्यात अंगभूत औष्णिक ऊर्जा साठवण असल्याने, ते वर्षभर, दिवस आणि रात्र, कुठल्याही हवामानात वापरले जाऊ शकते. विशेषतः सौर तळे हे, कमी विकसित देशांमध्ये जीवाश्म इंधन तंत्रज्ञानाचा पर्याय म्हणून विशेषतः ग्रामीण भागात, जेथे मोठे तळे बांधता येतात, तेथे वापरण्यासाठी लोकांना आकर्षित करतात. सौर तळ्यामधील ऊर्जा सामान्यतः इमारतींमध्ये वापरण्यात येणाऱ्या फ्लॅट प्लेट सौर ऊर्जेपेक्षा अधिक किफायतशीर आहे. तळ्यांमध्ये कोणतेही इंधन न जाळता उष्णता ऊर्जा प्राप्त होते त्यामुळे ते वायू प्रदूषणात योगदान देत नाही आणि जीवाश्म इंधनासारख्या पारंपारिक ऊर्जा संसाधनांचे संरक्षण करण्यात योगदान देतात.

तोटे: सौर तळ्याच्या वापरामध्ये काही काही कमतरता आहेत. त्यासाठी मोठ्या क्षेत्राची आवश्यकता आहे आणि म्हणून, दाट लोकवस्तीच्या क्षेत्रासाठी ते अयोग्य असू शकते. तलावाला मिठाच्या पाण्याचा मोठा पुरवठा आणि सौर ऊर्जेची उच्च पातळी अखंड असणे आवश्यक आहे. याव्यतिरिक्त, त्यांना कामकाजाच्या स्थितीत ठेवण्यासाठी त्यांची नियमित देखभाल करणे अत्यंत आवश्यक आहे.

सौर तळे कोठेही बांधता येत असले तरी, जेथे कमी किंमतीचे मीठ, समुद्राच्या पाण्याचा चांगला पुरवठा किंवा भरण्यासाठी आणि फ्लशिंगसाठी पाणी, उच्च सौर विकिरण आणि जमीन कमी किंमतीत उपलब्ध आहे, तेथे ते किफायतशीर ठरतात. तमिळनाडू, गुजरात, आंध्र प्रदेश आणि ओरिसा मधील किनारी भाग अशा सौर तळ्यांसाठी आदर्श भाग आहेत.



छायाचित्र 3.3: सौर तळे

3.2.4.2 सौर पाणी तापक

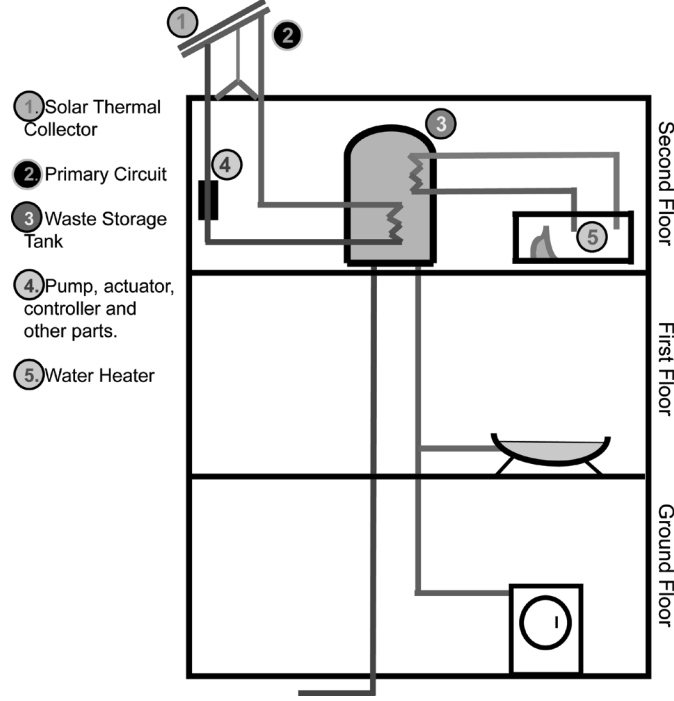
हे एक असे उपकरण आहे जे सूर्यापासून विकिरण ऊर्जा वापरून पाणी गरम करण्यास मदत करते. या उपकरणाचा वापर करून, पाणी सहजपणे 600 सेल्सिअस ते 800 सेल्सिअस पर्यंत गरम केले जाऊ शकते. 100 ते 300 लिटर क्षमतेचे सौर पाणी तापक (SWH) घरगुती वापरासाठी योग्य आहेत. रेस्टॉरंट्स, कॅन्टीन, गेस्ट हाऊसेस, हॉटेल्स, हॉस्पिटल इत्यादींमध्ये मोठ्या प्रमाणाचा वापर केला जाऊ शकतो. इलेक्ट्रिक गिझर बदलून 100 लिटर क्षमतेचा SWH निवासी वापरासाठी वर्षाला अंदाजे 1500 युनिट वीज वाचवू शकतो. ह्यामुळे दरवर्षी 1.5 टन कार्बन डाय ऑक्साईडचे उत्सर्जन रोखल्या जाऊ शकते.

सौर पाणी तापकाचे मुख्य घटक: तापकाच्या मुख्य घटकांमध्ये खालील प्रमाणे आहेत :

1. सौर किरणांपासून ऊर्जा गोळा करण्यासाठी एक संग्राहक
2. गरम पाण्याची साठवण करण्यासाठी उष्णतारोधक टाकी
3. सहाय्यक व्यवस्था
4. कनेक्टिंग पाईप्स आणि संबंधित उपकरणे

संग्राहकाच्या प्लेट वर सूर्य किरण पडल्यानंतर त्याच्या काळ्या शोषक पृष्ठभागाद्वारे शोषले जातात. शोषलेली उष्णता ऊर्जा त्यातून वाहणाऱ्या पाण्यात हस्तांतरित होते. गरम पाणी साठवण टाकीमध्ये गोळा केली जाते. उष्णतेचा तोटा टाळण्यासाठी टाकीचे पृथक्करण केले जाते.

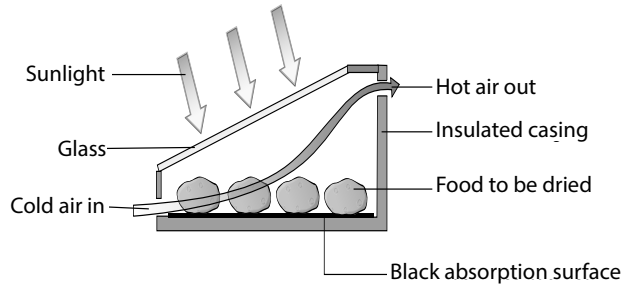
सौर ऊर्जेचा सर्वात किफायतशीर वापर म्हणजे सौर पाणी तापक. दरवर्षी, हजारो नवीन सौर पाणी तापक जगभरात स्थापित केले जातात. याचा उपयोग घरे, कम्युनिटी सेंटर, नर्सिंग होम, हॉटेल्स, वसतिगृहे, उद्योग इत्यादींसाठी केला जाऊ शकतो. परंपरागत पाणी तापकाला सौर पाणी तापकाने बदलून एखादे निवास वीज बिलावरचा खर्च 70-80 % वाचवू शकते. सौर पाणी तापक ही गुंतवणूकीची सर्वात जलद परतफेड आहे जी त्याच्या वापरावर अवलंबून असून, 2 ते 4 वर्षात भरून निघू शकते.



आकृती 3.1: सौर पाणी तापक

3.2.4.3 सौर ड्रायर

सौर ऊर्जा एक व्यवहार्य पर्यायी ऊर्जा बनली आहे आणि ती उष्णता ऊर्जेमध्ये रूपांतरित केली जाऊ शकते जसे की पाणी गरम करणे, वीजनिर्मिती करणे, अन्न सुकवणे, कृषी उत्पादने सुकवणे विशेषतः भाज्या आणि फळे इ. साठी वापरात आणली जाऊ शकते. आधीच्या काळी अन्न सुकवण्याची पारंपारिक पद्धत म्हणजे अन्नपदार्थ सूर्यप्रकाशात मोकळ्या हवेत ठेवले जायचे. जरी, ही पद्धत थोड्या प्रमाणात अन्नासाठी प्रभावी होती परंतु त्यामुळे खुल्या हवेत ठेवल्याप्रमाणे अन्न सहज दूषित होऊ शकते. खुल्या हवेत सूर्याच्या प्रत्यक्ष किरणांनी सुकवण्याच्या पद्धतीच्या विपरीत सौर ड्रायर हे सौर विकिरण वापरतात आणि अप्रत्यक्ष रित्या अन्न सुकवतात. सौर संग्राहकांमध्ये हवेचे प्रमाण गरम करून सौर ऊर्जा गोळा करणे आणि संग्राहकाकडून गरम हवा एका संलग्न सुकवण्याच्या अन्न भागात (chamber) जेथे अन्न ठेवलेले असते तिथे प्रसारित करणे अशा सिद्धांतावर सौर ड्रायर कार्य करते. अन्न सुकवण्याचे हे अधिक स्वच्छ तंत्र आहे कारण पाऊस, धूळ, कीटक, पक्षी इत्यादींद्वारे अन्न उत्पादनांचे दुष्यम दूषितीकरण होत नाही. उत्पादने केवळ अप्रत्यक्ष गरम हवेनेच सुकतात आणि उत्पादनावर सौर विकिरणांचा थेट परिणाम होत नाही. सौर ड्रायर मोठ्या प्रमाणात अन्न उत्पादने सुकवण्यासाठी आणि लहान प्रमाणात शेतकरी आणि अन्न उत्पादकांसाठी योग्य आहेत.

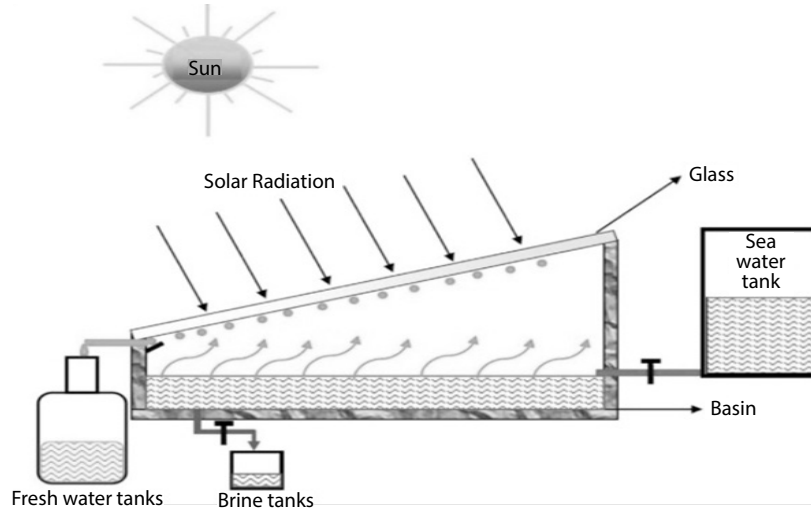


छायाचित्र 3.4: सौर ड्रायर

3.2.4.4 सौर ऊर्ध्वपातन यंत्र (stills)

सौर ऊर्ध्वपातन यंत्र हे हरित ऊर्जा उत्पादन आहे जे पाणी शुद्ध करण्यासाठी नैसर्गिक सूर्य उर्जा वापरते. हे यंत्र पिण्यासाठी आणि स्वयंपाकासाठी शुद्ध पाणी पुरवण्यास सक्षम आहेत, अगदी ज्या भागात उर्जेचे कोणतेही स्त्रोत नाहीत, तरीही पर्यावरणास अनुकूल असे हे तंत्र आहे. हे बाष्पीभवन आणि संक्षेपण प्रक्रियेच्या तत्त्वावर कार्य करते. ह्या उर्ध्वपातन यंत्रामध्ये एक कुंड (basin) (जिथे अशुद्ध पाणी ठेवले जाते) असते ज्याचे सर्व बाजूने पूर्णपणे पृथक्करण केले असते आणि सौर उर्जेला आत शिरण्याची परवानगी देण्यासाठी पारदर्शक काचेच्या झाकणाने बंद केले असते. प्रथम, शुद्धीकरणासाठी आवश्यक असलेले पाणी कुंडामध्ये ठेवले जाते. नंतर सौर उर्ध्वपातन यंत्राला ला सूर्यप्रकाशात ठेवले जाते, ज्यामुळे सूर्याची लहर-उर्जा यंत्राला शोषून घेता येते. जसे ऊर्जा शोषली जाते, यंत्र पाणी गरम करण्यास सुरुवात करते. पाण्याचे तापमान वाढत असताना, द्रव H_2O वाफेमध्ये रूपांतरित होतो आणि काचेच्या कमाल मर्यादेच्या दिशेने त्याचे बाष्पीभवन होते, अशा वेळी जे शुद्ध H_2O नाही ते कुंडाच्या तळाशी पाठविले जाते. दुसरे वैज्ञानिक तत्त्व ज्यावर सौर उर्ध्वपातन यंत्र कार्य करतो ती क्रिया म्हणजे घनीभवन (condensation) आहे. पाण्याचे हळूहळू काचेवर घनीभवन होते, ज्यामुळे शुद्ध पाण्याचे छोटे थेंब तयार होतात. काच ही दुसऱ्या कुंडाच्या तिरप्या कोनात असल्यामुळे पाण्याचे थेंब खाली स्वच्छ पाण्याच्या कुंडात घसरून जमा होतात. खनिजे, बॅक्टेरिया किंवा इतर पदार्थ शुद्ध H_2O सोबत बाष्पीभवन होण्यास सक्षम नसल्यामुळे, दुसऱ्या कुंडामध्ये जमा होणारे पाण्याचे थेंब शुद्ध असतात आणि ते पिण्यासाठी आणि स्वयंपाकासाठी सुरक्षितपणे वापरले जाऊ शकतात.

शुद्धीकरणाच्या इतर स्त्रोतांमध्ये, जसे की व्यावसायिक वॉटर-बॉटलिंग प्लांट इत्यादींमध्ये, सामान्यतः, पाणी शुद्धीकरण प्रक्रियेचा भाग म्हणून पाण्याला उकळले जाते. जसे पाणी उकळले जाते, त्याचे पीएच pH मूल्य खूपच कमी होते, ज्यामुळे बेचव पाणी येते. याउलट सौर उर्ध्वपातन यंत्रामध्ये पाणी नैसर्गिकरित्या शुद्ध केले जाते, ज्यामुळे pH पातळी संतुलित राहते आणि म्हणूनच पाण्याची चव अखंड चांगली राहते.



छायाचित्र 3.5: सौर उर्ध्वपातन यंत्र

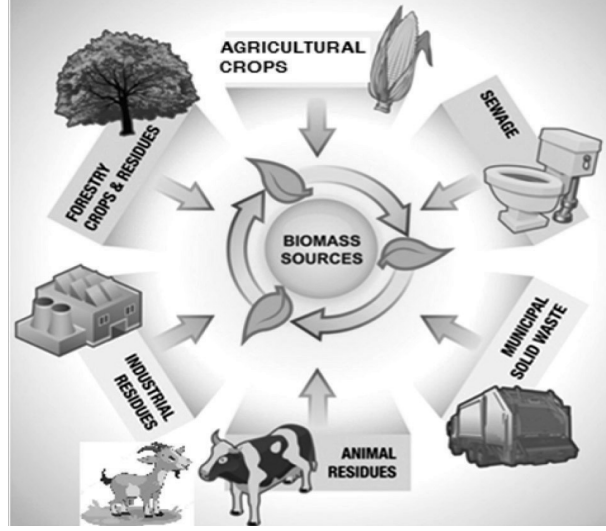
3.3 बायोमास: उर्जा स्त्रोत म्हणून बायोमासचे विहंगावलोकन, इंधन म्हणून बायोमासची औष्णिक वैशिष्ट्ये, एनारोबिक पचन, बायोमास उत्पादन यंत्रणा, बायोगॅसचा वापर आणि साठवण

बायोमास म्हणजे सजीवांमधून येणाऱ्या नूतनीकरणक्षम सेंद्रिय पदार्थांच्या वस्तुमानाचा संदर्भ ज्यात वनस्पती, प्राणी आणि सूक्ष्मजीव किंवा जैवरासायनिक दृष्टिकोनातून, सेल्युलोज, लिग्निन, शर्करा, चरबी आणि प्रथिने ह्यांचा समावेश होय. बायोमास हा अक्षय ऊर्जेचा स्रोत आहे. लोकांनी प्रथम अन्न शिजवण्यासाठी आणि उबदार परिसर ठेवण्यासाठी लाकूड जाळण्यास सुरुवात केल्यापासून ते वापरात आहे. बायोमास नेहमीच मानवजातीसाठी ऊर्जेचा प्रमुख स्त्रोत आहे आणि जगातील अंदाजे एकूण ऊर्जा पुरवठ्यात 10% ते 14% योगदान देत असते.

ऊर्जेसाठी वापरले जाणारे सर्वात सामान्य बायोमास स्त्रोत म्हणजे वनस्पती, लाकूड आणि सेंद्रिय कचरा. तथापि, प्रमुख बायोमास स्त्रोतांमध्ये खालील बाबी समाविष्ट असू शकतात :

1. लाकूड आणि लाकूड प्रक्रिया कचरा: जळाऊ लाकूड, लाकडी झिलप्या आणि लाकडी चिप्स, फर्निचर मिल भूसा आणि कचरा, आणि लगदा आणि पेपर मिलमधून निघणारी काळी मळी .
2. कृषी पिके आणि कचरा साहित्य: विविध प्रकारची शेती पिके जसे की कॉर्न, सोयाबीन, ऊस, स्विचग्रास, लाकूडमय झाडे आणि एकपेशीय वनस्पती आणि याशिवाय पीक आणि अन्न अवशेषांवर प्रक्रिया करणे.

3. महानगरपालिका घन कचरा: त्यात कागद, कापूस आणि लोकर उत्पादने आणि अन्न, आवार, आणि लाकडाचा कचरा.
4. पशु खत आणि सांडपाणी.



छायाचित्र 3.6: बायोमास स्त्रोत

बायोमास उर्जा असते जी प्रथम सूर्यापासून प्राप्त केली जाते. प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे वनस्पती सूर्याची ऊर्जा शोषून घेतात आणि कार्बन डाय ऑक्साईड आणि पाण्याचे कर्बोदकांमध्ये (carbohydrates) मध्ये रूपांतर करतात. या जीवातून येणारी ही ऊर्जा वापरण्यायोग्य ऊर्जेमध्ये बदलली जाऊ शकते. उष्णता निर्माण करण्यासाठी बायोमास जाळले जाऊ शकते, विजेमध्ये रूपांतरित केली जाऊ शकते किंवा त्यावर जैवइंधनात परिवर्तित केली जाऊ शकते.

3.3.1 इंधन म्हणून बायोमासची उष्णतेसंबंधीची (thermal) वैशिष्ट्ये

जर तुम्ही इंधनासाठी बायोमास वापरण्याची योजना आखत असाल तर संभाव्य समस्या टाळण्यासाठी आणि बायोमासचा प्रभावी वापर करण्यासाठी त्याची उष्णतासंबंधी वैशिष्ट्ये समजून घेणे आवश्यक आहे. बायोमास द्रव इंधन किंवा वायूयुक्त इंधन किंवा घन इंधनाचा स्रोत असू शकतो. या इंधनांपैकी घन इंधन सर्वात जास्त वापरले जाते. घन बायोमास इंधनाच्या महत्त्वपूर्ण औष्णिक वैशिष्ट्यांमध्ये खालील बाबी समाविष्ट असू शकतात :

- उष्णता मूल्य
- आर्द्रता धारणाशक्ती (moisture content)
- रचना
- इंधन आकार आणि घनता

उष्णता मूल्य: इंधनात उपलब्ध असलेले उष्णतेचे प्रमाण (kJ /kg) त्याचे उष्णता मूल्य दर्शवते. हे इंधनाच्या सर्वात महत्वाच्या वैशिष्ट्यांपैकी एक आहे कारण ते एका विशिष्ट इंधनात उपलब्ध एकूण उर्जेचे प्रमाण दर्शवते. दिलेल्या इंधन प्रकारातील उष्णता मूल्य हे मुख्यतः इंधनाच्या रासायनिक रचनेमुळे असते.

इंधनाचे उष्णता मूल्य उच्च उष्णता मूल्य किंवा कमी उष्णता मूल्य असे व्यक्त केले जाऊ शकते. उच्च उष्णता मूल्य (HHV) म्हणजे इंधनात उपलब्ध उष्णतेची एकूण मात्रा, ज्यात बाहेर पडणाऱ्या वायू मधील असलेली ऊर्जा समाविष्ट असते, तर कमी उष्णता मूल्य (LHV) मध्ये बाहेर पडणाऱ्या वायू मधील ऊर्जा समाविष्ट नसते. साधारणपणे, HHV चा वापर बायोमास ज्वलनासाठी केला जातो. इंधनाची उष्णता धरणशक्तीला सहसा निश्चित मूल्य नसते. हवामान आणि माती ज्यामधून इंधन घेतले जाते त्यानुसार त्यात लक्षणीय बदल असू शकतात. म्हणून, बायोमास इंधनाची ऊर्जा धारणाशक्ती निश्चित मूल्यापेक्षा श्रेणीमध्ये (range) व्यक्त केली पाहिजे.

आर्द्रता धारणाशक्ती: आर्द्रता धारणाशक्ती बायोमास इंधनाच्या ज्वलन गुणधर्मावर परिणाम करते. बायोमास उच्च आर्द्रता असलेले इंधन कमी आर्द्रता बायोमास इंधनाच्या तुलनेत सहज जळत नाही, म्हणून त्यांचे प्रति घटक वस्तुमान कमी उपयुक्त उष्णता प्रदान करते. कमी आर्द्रता पातळी इंधनांना यामुळेच उच्च आर्द्रता पातळी इंधनांपेक्षा जास्त प्राधान्य दिले जाते. ओल्या इंधनातील बरीच ऊर्जा उष्णतेसाठी आणि वाफ तयार करण्यासाठी वापरली जाते. तथापि, अत्यंत कोरड्या इंधनामुळे निर्माण होणारी धूळ उपकरणे खराब करते किंवा स्फोटाचा धोका होण्यास कारणीभूत ठरते.

इंधनातील आर्द्रता धारणाशक्ती ओलेपणा किंवा कोरडेपणाच्या आधारावर मोजली जाऊ शकते. ओलेपणाच्या आधारावर आर्द्रता धारणाशक्ती म्हणजे इंधनातील पाण्याचे वस्तुमान भागिले इंधनाचे एकंदर वस्तुमान होय. कोरडेपणाच्या आधारावर आर्द्रता धारणाशक्ती म्हणजे इंधनातील पाण्याचे वस्तुमान भागिले इंधनातील कोरड्या भागाचे वस्तुमान असे मोजले जाते. प्रात्यक्षिकदृष्ट्या कमाल ज्वलनशील इंधनासाठी आवश्यक आर्द्रता पातळी सुमारे 50 ते 60 टक्के असली पाहिजे, ज्याची गणना ओलेपणाच्या आधारावर केली जाते.

रचना: उष्णता आणि आर्द्रतेच्या व्यतिरिक्त, विविध जैवइंधनांची रचना त्याच्या कार्यक्षमतेला प्रभावित करते. मुख्य रचनात्मक गुणधर्मांमध्ये राख सामग्री, खराब आणि घाणयुक्त (slagging and fouling) पदार्थ ग्रहणक्षमता तसेच अस्थिर पदार्थांची टक्केवारी समाविष्ट असतात.

राख सामग्री हे जैवइंधनातील अग्निरोधक साहित्याचा वस्तुमान अंश आहे. हे एक महत्त्वाचे मापदंड आहे, जे दहन कार्यक्षमता कमी करू शकते किंवा राख हाताळण्याची यंत्रणा बंद करू शकते.

निर्माण झालेली राख वितळण्यास आणि दहन उपकरणांत जमा होण्यास सुरवात होते तेव्हा खराब आणि घाणयुक्त पदार्थ जमा होण्याच्या समस्या उद्भवतात. बहुतेक वेळा, राख भुकटीच्या स्वरूपात राहते; तथापि, विशिष्ट परिस्थितीत, राख अंशतः वितळू शकते, आणि दहन पृष्ठभागावर ठेवी जमा करते (fouling) किंवा सामग्रीचे कडक खडे (slagging /clinkering) दहनकक्षाच्या तळाशी जमा करते. असे लक्षात आले आहे की इंधनातील उच्च खनिज सामग्री तसेच मळ यामुळे खराब आणि घाणयुक्त पदार्थांच्या समस्या उद्भवू शकतात. म्हणून, इंधन माती आणि इतर दूषित पदार्थांपासून मुक्त ठेवले पाहिजे. दहन तापमान पुरेसे कमी ठेऊन राख तयार होण्याचे प्रमाण टाळले जाऊ शकते ज्यामुळे खराब आणि घाणयुक्त पदार्थ सुद्धा कमीत कमी जमा होतील.

इंधनामध्ये “अस्थिर पदार्थांची टक्केवारी” हा एक असा गुणधर्म आहे तो म्हणजे इंधनाचा असा भाग जो उच्च तापमानाला गरम झाल्यावर अस्थिर होऊन वायूमध्ये रूपांतरित होतो. “उच्च अस्थिर पदार्थ” असलेले इंधन दहन करण्यापूर्वी बाष्पीभवन होण्याचा गुणधर्म ठेवतात. त्याला ज्वलनशील दहन म्हणतात. ह्या गुणधर्मांमुळे दहन कक्षाच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम होतो त्यामुळे बायोमास इंधन दहन डिझाइन करतांना ह्या गुणधर्माचा विचार करायला पाहिजे.

इंधन आकार आणि घनता: बायोमास इंधन कणांचा आकार आणि घनता देखील त्याच्या उष्णता वैशिष्ट्यांवर परिणाम करणारे महत्त्वाचे घटक आहेत. ते उष्णतेच्या दरावर आणि दहन प्रक्रियेदरम्यान सुकणे ह्यावर परिणाम करतात आणि अशा प्रकारे इंधनाची जळण्याची वैशिष्ट्ये प्रभावीत होतात. उपकरणे हाताळण्याचा प्रकार प्रामुख्याने इंधन कणांच्या आकारावर अवलंबून असतो. चुकीच्या आकाराच्या इंधनकणांचा दहन प्रक्रियेच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम होऊ शकतो आणि हाताळणी उपकरणांचे अडकणे किंवा त्यांचे नुकसान होऊ शकते. लहान आकाराच्या इंधनकणांना प्राधान्य दिले जाते कारण व्यावसायिक प्रणालींसाठी ते स्वयंचलित भरण पद्धतीमध्ये वापरणे सोपे आहे. साधारणपणे, इंधन आकार आणि घनता यांच्याकडे दुर्लक्ष केले जाते, परंतु इंधन प्रकार निवडताना त्यांचा काळजीपूर्वक विचार केला पाहिजे.

3.3.2 एनारोबिक पचन

एनारोबिक पचन ही एक रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत सूक्ष्मजीवांद्वारे (बॅक्टेरिया) सेंद्रिय पदार्थ जसे की पशु खत, अन्न कचरा, सांडपाणी जैवकणपदार्थ इत्यादी विघटित होतात. एनारोबिक पचन प्रक्रियेमुळे बायोगॅस आणि जैव खत तयार होते. बायोगॅसमध्ये मुख्यत्वे कार्बन डाय ऑक्साईड (CO_2) आणि मिथेन (CH_4) यांचा समावेश होतो ज्यात पाण्याची वाफ आणि इतर वायूंचे प्रमाण कमी असते. अशा प्रकारे तयार होणारा मिथेन वायू कार्बन डाय ऑक्साईड आणि इतर वायू काढून गोळा केला जाऊ शकतो आणि स्वयंपाकासाठी किंवा गरम करण्यासाठी किंवा वीज निर्मितीसाठी इंधन म्हणून वापरला जाऊ शकतो.

एनारोबिक पचन प्रक्रिया मुख्यतः महानगरपालिकेच्या सांडपाणी प्रक्रियेमध्ये वापरली जाते. सांडपाण्यावर प्रक्रिया करून निर्माण होणाऱ्या घन पदार्थांचे प्रमाण एनारोबिक पचन प्रक्रियेद्वारे कमी करता येते आणि त्यामुळे त्याचा विल्हेवाट खर्च कमी होतो.

जेव्हा एका शेतात मोठ्या संख्येने जनावरे राहतात, जर त्यांना फक्त मोकळ्या जमिनीवर, पावसाच्या वाया जाणाऱ्या पाण्याची गटारे इत्यादींवर चालण्याची परवानगी दिली गेली तर परिणामी जे खत आणि सांडपाणी निर्माण होईल त्यामुळे पर्यावरणावर मोठा परिणाम होऊ शकतो. अशा पर्यावरणीय प्रदूषणास एनारोबिक पचन प्रक्रिया वापरून टाळता येऊ शकते ज्यामुळे कचऱ्याचे घनमान कमी होते, उपयुक्त मिथेन तयार होतो आणि उप-उत्पादन देखील तयार होतात, जे खत म्हणून वापरले जाऊ शकतात. जनावरांच्या कचऱ्याव्यतिरिक्त, शेतीतील वनस्पती कचरा देखील एनारोबिक पचन प्रक्रियेद्वारे बायोगॅस तयार करण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो.

एनारोबिक पचन प्रक्रियेनंतर शिल्लक राहिलेल्या पदार्थाला “डायजेस्टेट” म्हणतात. डायजेस्टेट एक ओले मिश्रण आहे जे सहसा घन आणि द्रव स्वरूपात वेगळे केले जाते. डायजेस्टेट पोषक तत्वांनी समृद्ध आहे आणि पिकांसाठी खत म्हणून वापरले जाऊ शकते.

3.3.3 बायोगॅस उत्पादन यंत्रणा

बायोगॅस हा एनारोबिक पचन प्रक्रियेचा वापर करून बायोमासद्वारे तयार केला जातो ज्यामध्ये अनेक पायऱ्यांच्या जैविक आणि रासायनिक प्रक्रिया अंतर्भूत असतात. हे केवळ कचरा व्यवस्थापनातच नव्हे तर ऊर्जा निर्मिती साठी देखील फायदेशीर आहे. बायोगॅस निर्मिती प्रक्रियेत सर्वात मोठी भूमिका सूक्ष्मजीवांची असते जे बायोमासवर त्यांच्या अन्नासाठी अवलंबून असतात.

बायोगॅस हा विविध कच्च्या मालापासून उत्पादित होऊ शकतो (feedstocks), त्यात खालील बाबींचा समावेश असू शकतो :

- उद्योग व औद्योगिक सुविधापासून जैवविघटनीय कचरा
- दुकानांमधून निघणारा अन्न कचरा
- उपभोक्त्यांनी तयार केलेला जैव कचरा
- सांडपाणी शुद्धीकरण संयंत्रातून निघणारा गाळ
- शेतीतून निर्माण होणारी खते आणि बायोमास

बायोमासपासून बायोगॅस निर्मितीच्या यंत्रणेत पुढील टप्प्यांचा समावेश होतो:

1. बायोगॅस उत्पादन बायोवेस्टच्या आगमनापासून सुरू होते, जे बायोगॅस संयंत्रामध्ये लॉरी किंवा कचरा व्यवस्थापन वाहनाद्वारे वितरित केले जाते.
2. त्यानंतर, त्याची सुसंगतता शक्य तितकी बनवण्यासाठी ती कुचली जाते. या चरणात, कोणताही अवांछित अ-जैवविघटनीय कचरा, जसे की दुकानांमधून अन्न कचऱ्याचे पॅकेजिंग प्लास्टिक इत्यादी मिश्रणापासून वेगळे केले जातात.
3. कुचलेल्या बायोवेस्टमध्ये द्रव टाकून त्याला स्लरी स्वरूपात तयार केले जाते ज्यामुळे ते एनेरोबिक पचन प्रक्रियेसाठी तयार होते.
4. बायोमास नंतर स्लरीच्या स्वरूपात बायोगॅस संयंत्राला वितरित केले जाते आणि प्री-डायजेस्टर टाकीमध्ये टाकले जाते जिथे जीवाणूंद्वारे साव केलेले एन्झाइम बायोमासला अगदी सूक्ष्म सुसंगततेमध्ये तयार करतात.
5. पुढील प्रक्रियेत, बायोमास प्रत्यक्ष बायोगॅस रिप्रेक्टर (डायजेस्टर) मध्ये प्रवेश करण्यापूर्वी निर्जंतुक केले जाते. निर्जंतुकीकरण प्रक्रियेत, मिश्रण एका तासासाठी 70 अंश सेल्सियसपेक्षा जास्त गरम करून बायोमास मध्ये असलेले कोणतेही अपायकारक जीवाणू काढून टाकले जातात.
6. निर्जंतुकीकरण प्रक्रियेनंतर, बायोमास मुख्य रिप्रेक्टरमध्ये पंप केले जाते ज्यामध्ये बायोगॅसचे उत्पादन होते.
7. बायोगॅस रिप्रेक्टरमध्ये, सूक्ष्मजीव क्रिया सुरू होते आणि बायोमास क्रमाक्रमाने किण्वनाच्या (fermentation) प्रक्रियेत प्रवेश करतो.
8. वहिवाटीप्रमाणे याचा अर्थ असा की, सूक्ष्मजीव हे प्रथिने, कर्बोदके आणि लिपिड्स सारख्या सेंद्रिय पदार्थांचा आहार घेतात आणि त्यांचे पचन या घटकांना मिथेन आणि कार्बन डाय ऑक्साईडमध्ये बदलते.
9. बहुतेक सेंद्रिय पदार्थ अंदाजे तीन आठवड्यांच्या कालावधीत बायोगॅसमध्ये परिवर्तित होतात जे प्रामुख्याने मिथेन, कार्बन डाय ऑक्साईड, पाण्याची वाफ आणि इतर वायूंचे मिश्रण आहे.
10. अशा प्रकारे निर्माण होणारा बायोगॅस, बायोगॅस रिप्रेक्टरच्या शीर्षस्थानी ठेवलेल्या गोलाकार वायू धारकामध्ये गोळा केल्या जातो.
11. बायोमासच्या निर्जंतुकीकरणामुळे शेतीत खतांच्या उप-उत्पादनाचा वापर करणे शक्य होते.

यानंतर, बायोगॅस उद्योग, उपक्रम आणि ग्राहकांच्या वापरण्यासाठी तयार होतो. बायोगॅस उत्पादनात तयार झालेले अवशिष्ट घन आणि द्रवपदार्थ डायजेस्टेट म्हणून ओळखले जातात. हे डायजेस्टेट पोस्ट डायजेस्टर रिप्रेक्टरमध्ये जाते आणि तिथून पुढे साठवणूक टाक्यांमध्ये जाते. डायजेस्टेट्स खत म्हणून किंवा इतर बागकाम हेतूसाठी वापरण्यासाठी योग्य असतात.

एनरोबिक पचनामध्ये बायोगॅस ची अनुमानित घटक रचना	
वायू	धारणा %
CH ₄	70-50
CO ₂	30-25
N ₂	10-0
H ₂ O	5-0
H ₂ S	3-0
O ₂	3-0
NH ₃	0.5-0

3.3.4 बायोगॅसचा वापर आणि साठवण

एनारोबिक पचन प्रक्रियेतून निर्माण होणारा बायोगॅस स्वच्छ आणि पर्यावरणास अनुकूल अक्षय्य इंधन आहे. परंतु वापरण्यापूर्वी तो स्वच्छ करणे किंवा त्याची श्रेणी वाढवणे महत्वाचे आहे, मुख्यतः त्याचे उष्णता मूल्य वाढवण्यासाठी आणि काही गॅस उपकरणांमध्ये जसे की इंजिन, बॉयलर इत्यादी मध्ये वापरण्यायोग्य करण्यासाठी ते आवश्यक आहे. बायोगॅसमध्ये 50 ते 70% मिथेन (CH₄), 25 ते 35% कार्बन डाय ऑक्साईड (CO₂), इतर वायूंचे

न्यूनतम प्रमाण आणि पाण्याच्या वाफेचे अंश असतात. हे हवेपेक्षा सुमारे 20% हलके असते आणि त्याचे प्रज्वलन तापमान 650 अंश सेल्सियस ते 750 अंश सेल्सियस असते. तो एक गंधरहित आणि रंगहीन वायू आहे जो स्पष्ट निळ्या ज्योतीने नैसर्गिक वायू समान जळतो.

3.3.4.1 बायोगॅसचा वापर

बायोगॅस संपूर्ण एनारोबिक पचन प्रक्रियेमध्ये तयार होतो. बायोगॅस ही नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत आहे जो विविध प्रकारे वापरला जाऊ शकतो. देशभरातील समुदाय आणि उपक्रम बायोगॅस खालील कारणांसाठी वापरतात :

- यांत्रिक शक्ती, उष्णता आणि / किंवा वीज निर्मिती
- इंधन बॉयलर आणि भट्टी, गरम पाण्याची व्यवस्था, एअर हीटर;
- इंधन वाहने चालवण्यासाठी; आणि
- त्यांच्या वापरासाठी घरे आणि इतर व्यवसाय केंद्रांमध्ये पुरवठा

योग्य स्वच्छता किंवा श्रेणी वाढवण्यासह, बायोगॅस नैसर्गिक वायूसाठी विकसित केलेल्या सर्व अनुप्रयोगांमध्ये वापरला जाऊ शकतो. बायोगॅसचे तीन मूलभूत अंतिम वापर खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केले जाऊ शकतात:

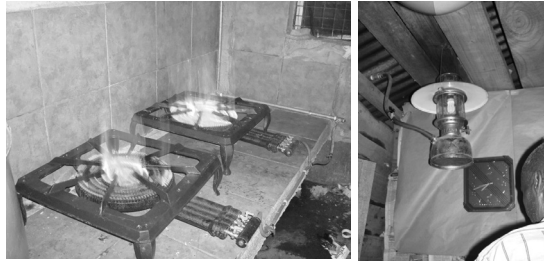
उष्णतेचे उत्पादन: बायोगॅसचा सर्वात सरळ वापर म्हणजे उष्णता (thermal) ऊर्जा. ज्या भागात इंधन अपुरे आहे, तेथे लहान बायोगॅस पद्धती मूलभूत स्वयंपाक आणि पाणी गरम करण्यासाठी उष्णता ऊर्जा प्रदान करू शकतात. हे गॅस लाइटिंग पद्धतीमध्ये प्रदीपनसाठी (illumination) देखील वापरला जाऊ शकतो.

वीजनिर्मिती: बहुतांश घटनांमध्ये, बायोगॅस दहन इंजिनसाठी इंधन म्हणून वापरला जातो, जो यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतरित होतो ज्यामुळे विद्युत उत्पादन करण्यासाठी विद्युत जनरेटरला वीज प्राप्त होते.

वाहनांचे इंधन: गॅसोलीन वाहनांमध्ये बायोगॅस इंधन म्हणून वापरले जाऊ शकतो जर बायोगॅस नैसर्गिक वायूच्या गुणवत्ते इतपत सुधारित केल्या गेला तर तो नैसर्गिक वायू वापरण्यासाठी समायोजित केलेल्या वाहनांमध्ये वापरला जाऊ शकतो. या श्रेणीतील बहुतेक वाहने सामान्य पेट्रोल इंधन प्रणाली व्यतिरिक्त गॅस टांकी आणि गॅस पुरवठा प्रणालीसह सुधारित बसवलेले असतात. तथापि, निव्वळ अशी वाहने (केवळ बायोगॅस वापरून) या सुधारित बसवलेल्या प्रणालीच्या वाहनांपेक्षा अधिक कार्यक्षम असतात.

बायोगॅस नैसर्गिक वायू पाइपलाइनद्वारे वितरित केले जाऊ शकते आणि पाईपलाईनच्या गुणवत्तेचे मानक पूर्ण करण्यासाठी योग्य उपचारानंतर घरे आणि व्यवसाय केंद्रांमध्ये वापरले जाऊ शकते. स्वच्छ आणि सुधारित बायोगॅसचा वापर संकुचित नैसर्गिक वायू (Compressed Natural Gas- CNG) किंवा द्रवीकृत नैसर्गिक वायू (Liquefied Natural Gas- LNG) तयार करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. CNG आणि LNG चा वापर इंधना वरील कार आणि ट्रक चालवण्यासाठी केला जाऊ शकतो.

डायजेस्टेट ही अशी सामग्री आहे जी एनारोबिक पचन प्रक्रियेनंतर शिल्लक राहते. डायजेस्टेट चा वापर फुलदाणी तयार करण्यासाठी, माती उपचार आणि खते यासारख्या उत्पादनांमध्ये करता येतो. योग्य प्रक्रियेनंतर, डायजेस्टेटचा वापर पशुधनासाठी अंथरून म्हणून केला जाऊ शकतो किंवा फुलदाणी तयार करण्यासाठी सुद्धा केला जाऊ शकतो. डायजेस्टेट थेट मातीत मिसळता येते ज्यामुळे मातीचे गुणधर्म विकसित होतात आणि वनस्पतींची वाढ सुलभ होते. डायजेस्टेटवर आणखी प्रक्रिया केली जाऊ शकते ज्यामुळे त्यांना पिशव्यांमध्ये बंद करून दुकानांमध्ये विकले जाऊ शकते.



छायाचित्र 3.7: बायोगॅसचा वापर

3.3.4.2: बायोगॅसची साठवणूक

बायोगॅस संयंत्राची कार्यक्षमता आणि सुरक्षिततेसाठी योग्य बायोगॅस साठवण व्यवस्था आवश्यक आहे. बायोगॅस साठवण्याची दोन मूलभूत कारणे आहेत: (i) साइटवरील नंतरच्या वापरासाठी स्टोरेज आणि (ii) साठवणूक आधी आणि/किंवा साइटवर वितरण बिंदू किंवा व्यवस्थेमध्ये वाहतूक केल्यानंतर. बायोगॅस साठवणूक व्यवस्था देखील बायोगॅसचे उत्पादन आणि वापरामधील चढउतार तसेच तापमानाशी निगडित घनमानाचे बदल नियमन करते.

बायोगॅस स्टोरेज सिस्टमच्या दोन विस्तृत श्रेणी आहेत: (i) अंतर्गत बायोगॅस साठवणूक टाक्या ज्या एनारोबिक डायजेस्टर सोबत एकसंघ असतात आणि (ii) बाह्य बायोगॅस साठवणूक टाक्या ज्या एनारोबिक डायजेस्टर पासून वेगळ्या केल्या असतात. पुढे, त्याच्या अनुप्रयोगानुसार त्याचे वर्गीकरण कमी दाबाची बायोगॅस साठवणूक, मध्यम दाब बायोगॅस साठवणूक आणि उच्च दाब बायोगॅस साठवणूक असे केले जाते.

कमी दाबाची बायोगॅस साठवणूक: साइटवरील अनुप्रयोगासाठी सर्वात सोपी आणि कमी खर्चिक साठवणूक व्यवस्था आणि बायोगॅसची माध्यमिक साठवणूक म्हणजे कमी दाबाच्या साठवणूक प्रणाली आहेत. ही प्रणाली सामान्यतः 2 psi च्या खाली असलेल्या दाबावर चालते. डायजेस्टर वरील तरंगणारे बायोगॅस धारक या वर्गात येतात. हे स्टील, फायबर काच किंवा लवचिक धाग्यांचे बनलेले असते. सामान्यतः जे लवचिक धाग्यांचे साहित्य या गॅस धारकांसाठी वापरले जाते ते उच्च घनतेच्या पॉलिथिलीन (HDPE), कमी घनतेचे पॉलिथिलीन (LDPE) किंवा रेखीय कमी घनता पॉलिथिलीन (LLDPE) असते.

मध्यम दाबाची बायोगॅस साठवणूक: 2 ते 200 psi दरम्यानच्या मध्यम दाबाने देखील बायोगॅस साठवता येतो. तथापि, सुरक्षा, स्क्रबिंग आणि उच्च देखभाल संबंधित अतिरिक्त आवश्यकता यामुळे ह्या टाक्या अधिक महंग पडतात. टाकीच्या घटकांचे गंज टाळण्यासाठी आणि सुरक्षित क्रिया सुनिश्चित करण्यासाठी, बायोगॅस मधून प्रथम H₂S काढून स्वच्छ करावा लागतो. बायोगॅस मधून H₂S, आर्द्रता आणि CO₂ काढून त्याची बायोमिथेन मध्ये श्रेणीवाढ केल्यानंतर टाक्यांमध्ये साठवला जातो. तथापि, साठवण्यापूर्वी साफ केलेला बायोगॅस किंचित संकुचित करणे आवश्यक आहे.

उच्च दाबाची बायोगॅस साठवणूक : बायोमिथेन या प्रकारच्या साठवणुकीमध्ये साठवले जाते. बायोमिथेन हे बायोगॅसपेक्षा कमी संक्षारक (corrosive) आहे, याव्यतिरिक्त इंधन म्हणून ते अधिक मौल्यवान आहे. सहसा, अशा इंधनाचे उत्पादन साइटवरील तात्काळ मागणीपेक्षा जास्त आहे, म्हणून बायोमिथेन भविष्यातील वापरासाठी संग्रहित करणे आवश्यक आहे. सामान्यतः हे संकुचित बायोमिथेन (CBM) किंवा द्रवीकृत बायोमिथेन (LBM) म्हणून साठवले जाते.

3.4 पवन ऊर्जा: सद्य स्थिती आणि पवन ऊर्जेची भविष्यातील शक्यता, भारतात पवन ऊर्जा, पर्यावरणीय फायदे आणि पवन ऊर्जेची समस्या

सध्या, नवीकरणीय ऊर्जा ही पर्यायी ऊर्जा स्रोताची पहिली पसंती बनली आहे. हे प्रामुख्याने पारंपारिक ऊर्जा स्रोतांद्वारे निर्माण होणाऱ्या प्रदूषणामुळे होते, उदाहरणार्थ जीवाश्म इंधन जाळणे. जीवाश्म इंधन हे नूतनीकरण करण्यायोग्य स्त्रोत नाहीत, त्यामुळे ते सतत वापरल्यामुळे पूर्णपणे संपुष्टात येऊ शकतात. म्हणूनच, नूतनीकरण ऊर्जेचा स्त्रोत स्पष्ट पर्याय बनतो. सर्व उपलब्ध नूतनीकरणयोग्य स्त्रोतांपैकी पवन आणि सौर उर्जेचे योगदान जगभरात सुमारे 90% आहे.

पवन ऊर्जा ही वातावरणातील हवेच्या हालचालीशी संबंधित गतिज ऊर्जा आहे. हे आपल्या वातावरणातील नैसर्गिक वारा पकडते किंवा कैद करते आणि हवेची गती यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतरित करते. हे पवन टर्बाइन किंवा पवन ऊर्जा रूपांतरण प्रणाली वापरून विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतरित होते. वारा प्रथम टर्बाइनच्या ब्लेडवर आदळतो, ज्यामुळे ते फिरतात आणि त्यांच्याशी जोडलेले टर्बाइन चालू करतात. ही गतिज उर्जा रोटेशनल उर्जेमध्ये बदलते, जे जनरेटरशी जोडलेले शाफ्ट हलवून आणि त्याद्वारे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिझम तत्त्वाद्वारे विद्युत ऊर्जा तयार करते. वाऱ्यापासून निर्माण होणारी वीज किती आहे हे टर्बाइनच्या आकारावर आणि त्याच्या ब्लेडच्या लांबीवर अवलंबून असते.



छायाचित्र 3.8: पवन ऊर्जा (पवनचक्की)

3.4.1 सद्य स्थिती आणि पवन ऊर्जेची भविष्यातील शक्यता

पवन ऊर्जा तंत्रज्ञान हे सर्वात वेगाने वाढणाऱ्या अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानांपैकी एक आहे. पारंपारिक ऊर्जा स्रोताच्या वापराशी निगडित विविध पर्यावरणीय समस्यांमुळे, बहुतेक वापरकर्त्यांवर कार्बन पदचिन्ह आणि त्याचे उत्सर्जन कमी करण्यासाठी पर्याय आणि शाश्वत ऊर्जेचा शोध सुरू करण्यासाठी उच्च दबाव आहे.

जागतिक स्तरावर पवन उर्जा निर्मिती क्षमता खूप वेगाने वाढत आहे. 1997 मध्ये 7.5 गिगावॅट (GW) वरून 2018 पर्यंत 598 GW पर्यंत गतीने ही क्षमता वाढली आहे. 2019 मध्ये 7% ने वाढून तिने 645 GW चे मूल्य गाठले आहे. 2009 ते 2013 दरम्यान पवन ऊर्जेचा वापर करून विजेचे उत्पादन दुप्पट झाले आणि 2016 मध्ये, इतर सर्व अक्षय ऊर्जा स्रोतांद्वारे निर्माण होणाऱ्या विजेमध्ये पवन ऊर्जा 16% होती. 2018 मध्ये नूतनीकरणाच्या नोकऱ्यांमध्ये लक्षणीय वाढ झाली आहे आणि 11 दशलक्षांहून अधिक लोकांपर्यंत पोहचली आहे. या क्षेत्रातील रोजगार निर्मितीमध्ये, चीन सर्वात आघाडीवर आणि त्यानंतर युरोपियन युनियन (EU), ब्राझील, अमेरिका आणि भारत आहे.

अलिकडच्या वर्षात, पवन ऊर्जेच्या स्थापनेत अनेक पट वाढ झाली आहे. पवन ऊर्जा निर्मिती प्रणालीतील घडामोडी आणि प्रगती झपाट्याने अद्ययावत होत आहे आणि त्यातील जागतिक स्वारस्य वाढते आहे. ग्लोबल विंड एनर्जी कौन्सिल असे सुचवते की 2030 पर्यंत पवन ऊर्जा प्रणाली जागतिक विजेच्या 20% मागणी पुरवू शकेल. त्यांनी असे सुचवले आहे की 2030 पर्यंत एकूण पवन वीजनिर्मिती क्षमता 2110 GW पर्यंत पोहोचू शकते जी जागतिक गरजांच्या 20% इतकी असेल. पवनऊर्जेच्या प्रतिष्ठापनांच्या किंमतीत मोठ्या प्रमाणात घट होईल, अशी अपेक्षा आहे, ज्यामुळे पवन ऊर्जा प्रणाली आर्थिकदृष्ट्या स्पर्धात्मक बनतील. विद्युत ऊर्जा वाहनांची वाढती मागणी तसेच सार्वजनिक वाहतुकीमुळे भविष्यात विजेची मागणी अनेक पट वाढू शकते. आंतरराष्ट्रीय कर्जदारांच्या विशेष सहाय्याने अलीकडेच विकसनशील देशांमध्ये पवन उर्जेचा वापर तीव्र केला आहे.

विविध संशोधन कार्याद्वारे असे विशद केलं गेले आहे कि 2050 पर्यंत जागतिक वीज उत्पादनाच्या 20% वीज पुरवठा करण्याची पवन ऊर्जेची क्षमता आहे. या संदर्भात, ग्लोबल पवन ऊर्जा परिषद (GWEC) अशी कल्पना करते आहे की 2050 पर्यंत 5.8 TW पवन ऊर्जा उपलब्ध राहील. GWEC च्या मतानुसार 2050 पर्यंत चीन ही 1789 GW पवन ऊर्जा क्षमता असलेली जगातील सर्वात मोठी बाजारपेठ असेल. 2050 पर्यंत भारतामध्ये 452 GW एवढी पवन ऊर्जा निर्माण क्षमता असेल. सद्यस्थितीत भारताची पवन ऊर्जा स्थापन क्षमता 39.25 GW (31 मार्च 2021 सांख्यिकी) असल्यामुळे जगात 4था क्रमांक आहे.

3.4.2 भारतात पवन ऊर्जा

भारताचे पवन ऊर्जा क्षेत्र सातत्याने प्रगती करत आहे. याचे नेतृत्व स्वदेशी पवन ऊर्जा उद्योग करत आहे. भारतातील पवन ऊर्जा उद्योगाची सातत्याने प्रगती आणि विस्तार झाल्यामुळे परिसंस्थेचे संरक्षण होत आहे. ह्याची प्रकल्प क्रिया क्षमता आणि उत्पादन पाया वार्षिक 10,000 मेगावॅट पर्यंत वाढला आहे. 31 मार्च 2021 सांख्यिकीनुसार सद्यस्थितीत भारताची पवन ऊर्जा स्थापन क्षमता 39.25 GW असल्यामुळे त्याचा जगात 4था क्रमांक आहे. त्याने 2020-21 दरम्यान सुमारे 60.149 अब्ज युनिट्स निर्माण केले आहेत. 2010 ते 2020 दरम्यान पवन ऊर्जा निर्मिती 11.39% झाली आहे आणि स्थापित क्षमते च्या दृष्टीने ती 8.78% इतकी झाली.



छायाचित्र 3.9: भारतातील पवन ऊर्जा

भारत सरकार खाजगी क्षेत्र गुंतवणुकीद्वारे संपूर्ण देशात पवन ऊर्जा प्रकल्पांना प्रोत्साहन देत आहे. भारत सरकार खाजगी क्षेत्रांना विविध सरकारी आणि आर्थिक मदत करत आहे, जसे प्रवेगक घसारा लाभ, पवन विद्युत जनरेटरच्या काही घटकांमध्ये सवलतीच्या सानुकूल शुल्कात सूट इत्यादी सवलती. या व्यतिरिक्त 31 मार्च 2017 पूर्वी कार्यान्वित केलेल्या पवन ऊर्जा प्रकल्पांसाठी निर्मिती आधार सूट (generation based incentives- GBI) योजना उपलब्ध होती.

वरील विशद केलेल्या सुविधांशिवाय पवन ऊर्जा निर्मितीला प्रोत्साहन देणाऱ्या खालील सुविधा ही देण्यात आल्या आहेत :

1. राष्ट्रीय पवन ऊर्जा संस्था, चेन्नई यांच्या मदतीने मूल्यांकन करून संभाव्य स्थळांची ओळख आणि पवन संसाधनासह तांत्रिक सहाय्य प्रदान करणे.
2. सुलभतेसाठी आंतरराज्य प्रेषण शुल्क आणि तोटा माफ केला आहे. पवन ऊर्जेची आंतरराज्य विक्री केली जात आहे. तथापि, या सुविधेचा लाभ घेण्यासाठी पवन ऊर्जा प्रकल्प मार्च 2022 पर्यंत कार्यान्वित होण्याची आवश्यकता आहे.
3. पवन ऊर्जेच्या खरेदीसाठी ठराविक चौकट प्रदान करण्याच्या उद्देशाने बोलीची पारदर्शक प्रक्रिया, मार्गदर्शक तत्त्वे जारी करण्यात आली आहेत ज्यात दर आधारित ग्रिडशी जोडलेल्या पवनऊर्जा प्रकल्पांमधून वीज खरेदीसाठी बोली प्रक्रिया निर्देशित केली आहे.
4. बोली प्रक्रिया प्रमाणित केली गेली आहे आणि विविध भागधारकांच्या भूमिका आणि जबाबदाऱ्यांची देखील स्पष्ट व्याख्या केली आहे.
5. स्पर्धात्मक दराने आणि किफायतशीर पद्धतीने पवन ऊर्जा खरेदी करण्याचे वितरण परवाने सुलभ करण्याच्या हेतूनेही मार्गदर्शक तत्त्वे प्रदान केली आहेत.

भारतातील पवन ऊर्जेची क्षमता

संभाव्य स्थळांच्या निवडीसाठी विस्तृत पवन संसाधनांचे मूल्यांकन आवश्यक आहे कारण वारा हा अधूनमधून मिळणारा आणि साइट-विशिष्ट उर्जेचा स्त्रोत आहे. सरकारने, राष्ट्रीय पावन ऊर्जा संस्था, चेन्नई द्वारे (NIWE), संपूर्ण देशात 800 पेक्षा जास्त पवन-निरीक्षण केंद्र स्थापित केले आहेत आणि जमिनीच्या पातळीपासून 50 मीटर, 80 मीटर, 100 मीटर आणि 120 मीटर वर वारा क्षमतेचे संभाव्य नकाशे जारी केले आहेत. अलीकडील मूल्यांकनानुसार देशात 100 मीटरवर 302.25 GW ची एकूण पवन ऊर्जा क्षमता आणि जमिनीच्या पातळीपासून 120 मीटर वर 695.50 GW ची क्षमता दर्शवते. यापैकी बहुतांश क्षमता सात राज्यांमध्ये जेथे वाऱ्याची क्षमता जास्त आहे ती खाली दिल्याप्रमाणे आहे:

तक्ता 3 .2: भारतातील पवन ऊर्जा संभाव्य वितरण

क्र.	राज्य	वारा क्षमता 100 मी. वर (GW)	वारा क्षमता 120 मी. वर (GW)
1	गुजरात	84.43	142.56
2	राजस्थान	18.77	127.75
3	महाराष्ट्र	45.39	98.21
4	तामिळनाडू	33.79	68.75
5	मध्य प्रदेश	10.48	15.40
6	कर्नाटक	55.85	124.15
7	आंध्र प्रदेश	44.22	74.90
	एकूण 7 वारा प्रदेश	292.97	651.72
8	इतर	9.28	43.78
	एकंदर	302.25	695.50

3.4.3 पर्यावरणीय फायदे आणि पवन ऊर्जेची समस्या

पवन ऊर्जेचे पर्यावरणीय फायदे तिच्या समस्येपेक्षा अधिक स्पष्ट आहेत. मुख्य पर्यावरणीय फायद्यांमध्ये खालील बाबी समाविष्ट आहेत :

- वारा एक अमर्यादित, मुक्तपणे उपलब्ध नूतनीकरणयोग्य संसाधन आहे. म्हणून, हे एक शाश्वत तंत्रज्ञान आहे
- वारा एक नैसर्गिक घटना संसाधन असल्याने, वाऱ्याच्या गतीशील ऊर्जेचा वापर केल्याने वारा चक्राच्या प्रवाहावर कोणत्याही प्रकारे परिणाम होत नाही.
- हा वीजनिर्मितीचा स्वच्छ, प्रदूषणरहित मार्ग आहे.
- इतर प्रकारच्या वीज संयंत्रांप्रमाणे, ते वायू प्रदूषक किंवा हरितगृह वायू सोडत नाही. पवन टर्बाइन वाऱ्याने जात असलेल्या गतीज ऊर्जेचा वापर करून निरुपद्रवीपणे वीज निर्माण करतात.
- वीज निर्मितीसाठी जीवाश्म इंधन जाळण्यापेक्षा पवन ऊर्जा पर्यावरणपूरक आहे.
- एकदा टर्बाइन आणि ऊर्जा केंद्रे स्थापित केली की, टर्बाइनचा आणि पवन ऊर्जेचा निर्मिती आणि देखभाल खर्च कमी असतो.
- पवन ऊर्जा टर्बाईन्स आवश्यक तेथे ठेवल्या जाऊ शकतात कारण त्याला खूप कमी जागेची आवश्यकता असते.

पवन ऊर्जेची समस्या

पवन ऊर्जेची मोठी समस्या म्हणजे टर्बाइन आणि पवन सुविधा बांधण्यासाठी प्रारंभिक खर्च जो अत्यंत जास्त आहे. इतर समस्या खालील प्रमाणे असू शकतात :

- पवन ऊर्जा टर्बाइनचा भव्य आकार असल्यामुळे दर्शक आजूबाजूचा सुंदर परिसर पाहतांना विचलित होतात.
- पवन टर्बाइन उडणार्या प्राण्यांसाठी धोकादायक असू शकतात. रोटर्समध्ये अडकून अनेक पक्षी आणि वटवाघळे मारले गेले आहेत.
- सहसा, पवन टर्बाइन दुर्गम भागात स्थित असतात. म्हणून, टर्बाईनवर प्रवास आणि देखभालीचा खर्च वाढतो आणि वेळ लागतो.
- ऑफशोर पवन टर्बाईनला बोटींची आवश्यकता असते आणि ती व्यवस्थापित करणे धोकादायक असू शकते.
- काही पवन टर्बाईन खूप आवाज निर्माण करतात जे अप्रिय असू शकतात.
- अंधारात/रात्रीच्या वेळी येणाऱ्या बोटींना पवन टर्बाईन पाहणे कठीण होऊ शकते त्यामुळे टक्कर होऊ शकते.

3.5 नवीन ऊर्जा स्त्रोत: नवीन स्त्रोतांची आवश्यकता, विविध प्रकारचे नवीन ऊर्जा स्त्रोत, (हायड्रोजन ऊर्जा, महासागर ऊर्जा संसाधने, ज्वारीय ऊर्जा रूपांतरण) भू-औष्णिक/औष्णिक ऊर्जा संयंत्र संकल्पना आणि मूळ

जीवाश्म इंधन (कोळसा, तेल आणि नैसर्गिक वायू) हे आमच्या वीज निर्मितीचे सर्वात पारंपरिक स्त्रोत आहेत. म्हणून, जीवाश्म इंधनाव्यतिरिक्त इतर कोणत्याही स्त्रोतापासून निर्माण होणारी ऊर्जा नवीन ऊर्जा किंवा पर्यायी ऊर्जा म्हणून ओळखली जाऊ शकते. सध्या, आपण मुख्यत्वे वीजनिर्मितीसाठी जीवाश्म इंधनावर अवलंबून आहोत, ज्यामुळे या मर्यादित सामग्रीचा न्हास होतो. म्हणूनच, जर आपण आता सावधगिरी बाळगली नाही, तर आपली मौल्यवान, नूतनीकरण करण्यायोग्य संसाधने लवकरच संपुष्टात येऊ शकतात. याचा अर्थ तेल, नैसर्गिक वायू आणि कोळसाही राहणार नाही. तसेच, विद्युत केंद्रांमध्ये जीवाश्म इंधन जाळल्याने आपल्या पर्यावरणावर खूप विपरीत परिणाम होतो. जीवाश्म इंधन जाळल्याने निर्माण होणाऱ्या विविध प्रकारच्या प्रदूषणामुळे संपूर्ण परिसंस्था नष्ट होते. म्हणून, वरील सर्व मुद्द्यांवर मात करण्यासाठी नवीन ऊर्जा स्त्रोतांची गरज आहे.

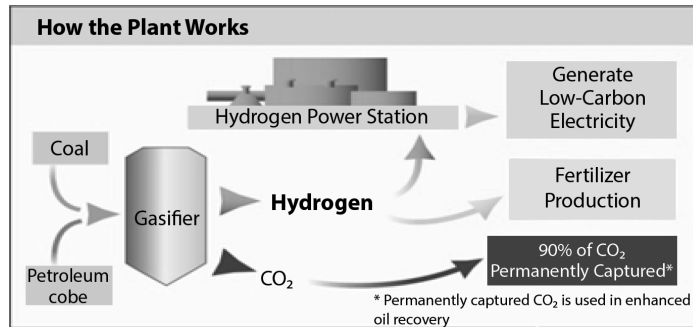
3.5.1 विविध प्रकारचे नवीन ऊर्जा स्त्रोत

नवीन ऊर्जा स्त्रोत नूतनीकरणयोग्य किंवा नूतनीकरण न होणारे प्रकारचे असू शकतात. अक्षय ऊर्जा स्त्रोत नैसर्गिकरित्या उपलब्ध ऊर्जा स्त्रोतांपासून मिळतात जसे सूर्य, वारा आणि पाणी. या स्त्रोतांना नूतनीकरणक्षम किंवा टिकाऊ असे म्हटले जाते कारण नैसर्गिकरित्या सतत नूतनीकरण त्यांना अक्षय बनवते. नवीन ऊर्जा स्त्रोत आहेत जे नूतनीकरण करण्यायोग्य श्रेणी अंतर्गत येतात; उदा. अणुऊर्जा स्त्रोत. न्यूक्लियर फ्यूजन तयार करण्यासाठी अणुऊर्जा प्रकल्पांमध्ये वापरली जाणारे पदार्थ सामान्यतः एक दुर्मिळ प्रकारचे युरेनियम आहे, जे नूतनीकरणयोग्य नाही.

सर्वात जास्त वापरले जाणारे नवीन ऊर्जा स्त्रोत आठ (08) आहेत:

1. पवन ऊर्जा: पवन शेते टर्बाइन वापरून वाऱ्याचा प्रवाह पकडतात आणि त्याचे विजेमध्ये रूपांतर करतात.
2. सौर ऊर्जा: सौर ऊर्जा थेट सूर्यप्रकाशाद्वारे उत्सर्जित होणाऱ्या तेजस्वी ऊर्जेपासून वापरली जाते आणि त्याचे उष्णता, वीज किंवा गरम पाण्यात रूपांतर होते.
3. जलविद्युत ऊर्जा: ही ऊर्जा मुख्यतः धरणांमध्ये निर्माण होते. धरणाच्या ठिकाणी असलेल्या टर्बाइनमधून पाणी वाहते आणि वीजनिर्मिती होते.
4. भूऔष्णिक ऊर्जा: गरम पाणी आणि वाफेच्या भूमिगत जलाशयालामधून भू-औष्णिक ऊर्जा निर्माण होते. भू-औष्णिक वीज थेट इमारती गरम करण्यासाठी आणि थंड करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते.
5. जैव ऊर्जा: जैव ऊर्जा जैविक पदार्थ किंवा जैव इंधन म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांपासून निर्माण होते. एनारोबिक पचन प्रक्रियेतून निर्माण झालेला बायोगॅस वीज निर्माण करण्यासाठी वापरला जातो.
6. अणुऊर्जा: अणु ऊर्जा विघटन प्रक्रियेद्वारे उष्णतेच्या स्वरूपात निर्माण होते. तयार केलेल्या उष्णतेचा वापर करून वाफ तयार केली जाते ज्यामुळे टर्बाइन फिरते आणि त्यामुळे विजेचे उत्पादन होते.
7. हायड्रोजन ऊर्जा: हायड्रोजन स्वच्छ ज्वलन इंधन म्हणून वापरले जाते कारण ते कमी प्रदूषक निर्माण करते ज्यामुळे पर्यावरण स्वच्छ राहते.
8. महासागर ऊर्जा: महासागर ऊर्जा समुद्रापासून मिळवलेल्या सर्व प्रकारच्या ऊर्जेचा संदर्भ देते. महासागराच्या लाटा, भरती आणि प्रवाह यांच्या हालचालीमुळे ऊर्जा मिळते ज्याचा वापर करून घरांमध्ये, इमारती आणि शहरांमध्ये विद्युत ऊर्जा मिळते. महासागर ऊर्जा पर्यावरणास अनुकूल आणि नूतनीकरणक्षम ऊर्जा स्त्रोत आहे.

3.5.2 हायड्रोजन ऊर्जेचे अनुप्रयोग



छायाचित्र 3.10: हायड्रोजन ऊर्जा

एक प्रोटॉन आणि एक इलेक्ट्रॉन असलेला हायड्रोजन हा पृथ्वीवरील सर्वात सहज आणि मुबलक मूलद्रव्य आहे. परंतु ते निसर्गात स्वतःच अस्तित्वात नाही आणि ज्या स्त्रोतांमधून ते तयार होते जसे की बायोमास, सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, नैसर्गिक वायू इत्यादी ज्यात त्याचा समावेश असतो. हायड्रोजन हा ऊर्जा स्रोत नाही तर तो ऊर्जा धारण करणारा मूलद्रव्य आहे आणि तो खूप जास्त प्रमाणात ऊर्जा साठवू शकतो किंवा प्रसृत करू शकतो.

हे इंधन सेलमध्ये विद्युत, वीज शक्ती आणि उष्णता निर्माण करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते. हायड्रोजन एक स्वच्छ इंधन आहे आणि इंधन सेलमध्ये वापरल्यावर फक्त वीज, उष्णता आणि पाणी तयार करतो. हायड्रोजन आणि इंधन सेल यांची एकत्रितपणे वाहतूक, औद्योगिक, निवासी इत्यादी सर्व क्षेत्रांमध्ये अनुप्रयोगांची विस्तृत श्रेणी आहे. याव्यतिरिक्त, ते ट्रक, विमान, रेल्वे, जहाजे, कार, बसेस इत्यादींसाठी वीज प्रदान करू शकतात हायड्रोजन आणि इंधन सेल यांची अनेक अनुप्रयोगांमध्ये हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करण्याची क्षमता आहे.

3.5.3 महासागर ऊर्जा संसाधने अनुप्रयोग

महासागर पृथ्वीच्या 70% पेक्षा जास्त पृष्ठभाग व्यापतात, ज्यामुळे ते जगातील सर्वात मोठे सौर ऊर्जा संग्राहक बनतात. समुद्रात जमा झालेल्या उष्णतेचा फक्त एक छोटासा भाग संपूर्ण जगाला ऊर्जाशक्ती देऊ शकतो. महासागरातून प्रामुख्याने दोन प्रकारच्या ऊर्जा उत्पन्न करता येते; औष्णिक ऊर्जा आणि यांत्रिक ऊर्जा.

औष्णिक ऊर्जा: ही उबदार पृष्ठभागाच्या पाण्याच्या आणि थंड खोल पाण्यातील तापमान फरकामुळे उत्पन्न होते. महासागरातील औष्णिक ऊर्जेची उत्पत्ती करण्याच्या तांत्रिक संकल्पनेला सर्वत्र “महासागर उष्णता ऊर्जा रूपांतर (ocean thermal energy conversion- OTEC)” असे म्हटले जाते आणि सध्या ते विकसित होत आहे. OTEC उबदार पृष्ठभागाच्या पाण्याच्या आणि थंड खोल पाण्यातील तापमान फरकामुळे उर्जेमध्ये रूपांतर करते. थंड पाण्याच्या क्षेत्राची खोली पृष्ठभागाच्या खाली सुमारे 1000 मीटर आहे. OTEC शक्ती चक्र समाधानकारक चालण्यासाठी पाण्याच्या तापमानातील फरक किमान 20 अंश सेल्सियस आवश्यक आहे. औष्णिक ऊर्जा स्त्रोत विशिष्ट क्षेत्रांवर केंद्रित आहे. या क्षेत्रांवर, अमेरिका आणि ऑस्ट्रेलियासह अंदाजे 66 विकसनशील राष्ट्रे आहेत. महासागर औष्णिक ऊर्जा वीज निर्मितीसाठी वापरली जाते.

यांत्रिक ऊर्जा: संभाव्य आणि गतीशील ऊर्जा दोन्ही असलेली ही यांत्रिक ऊर्जा भरती, लाटा आणि प्रवाहांमधून काढली जाते. महासागर यांत्रिक ऊर्जा महासागर औष्णिक उर्जेपेक्षा खूप वेगळी आहे. भरती, लाटा आणि प्रवाह हे अस्थिर उर्जेचे स्त्रोत आहेत; महासागर औष्णिक ऊर्जा बरीच स्थिर आहे. या तिन्ही उर्जा स्त्रोतांमधून होणाऱ्या वीज रूपांतरणात सहसा यांत्रिक उपकरणे वापरली जातात.

ज्वारीय ऊर्जा रूपांतरण: सूर्य-चंद्र-पृथ्वी प्रणालीच्या परस्परसंवादामुळे भरती येते. समुद्राची भरती आणि ओहोटी हे गुरुत्वाकर्षण आणि केंद्रापसारक, मुख्यतः पृथ्वीसह चंद्राच्या शक्तींचा परिपाक आहे. कमी आणि उच्च भरतीमधील पातळीचा फरक वीज निर्मितीसाठी वापरला जातो. पारंपारिक जलविद्युत प्रकल्पांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या तंत्रज्ञानासारखेच तंत्रज्ञान आहे. ज्वारीय ऊर्जेच्या वापरासाठी उथळ क्षेत्रांमध्ये बॅरेज (धरण) आवश्यक आहे, जेथे कमी आणि उच्च भरतीच्या पातळीतील फरक किमान 5 मीटर असावा. दररोज भरतीच्या लाटा आल्या की पाण्याची पातळी वाढते आणि लाटांचे ओहोळ भरले जाते आणि ओहोटीच्या लाटांमुळे पाण्याची पातळी खाली येते तेव्हा ओहोळ रिक्त होते. बॅरेजमध्ये कमी पाणी पातळी असलेले टर्बाइन स्लाइस गेट्ससह बसवले आहेत, जे बॅरेजच्या एका बाजूने भरतीच्या पालात पाणी येऊ देतात. पाण्याच्या पाताळीमधील मधील फरक एक हायड्रोस्टॅटिक हेड तयार करतो जो विद्युत टर्बाइनद्वारे वीज निर्माण करतो.

3.5.4 भू-औष्णिक (geothermal) ऊर्जेची संकल्पना, मूळ आणि उर्जा संयंत्र

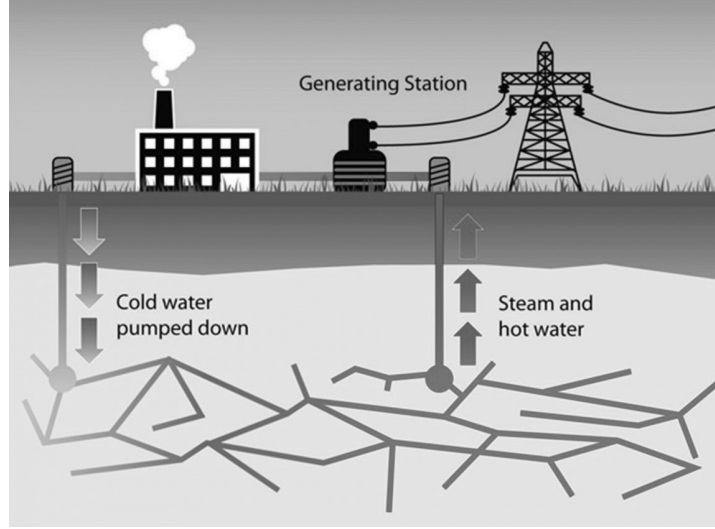
Geothermal हा शब्द ग्रीक शब्दावरून आला आहे Geo म्हणजे पृथ्वी आणि Thermal म्हणजे उष्णता. भू-औष्णिक ऊर्जा ही मुळात पृथ्वीमध्ये साठलेली उष्णता आहे. जगभरातील लोक भू-औष्णिक ऊर्जेचा वापर प्रामुख्याने इमारती गरम करण्यासाठी, वीज निर्मितीसाठी करतात.

3.5.4.1 भू-औष्णिक ऊर्जेची संकल्पना आणि मूळ

प्राचीन काळातील लोक, ज्यात रोमन, चिनी आणि मूळ अमेरिकन यांचा समावेश आहे, त्यांनी नैसर्गिक पूल आणि झऱ्यांपासून गरम खनिज पाण्याचा वापर आंघोळ, स्वयंपाक करण्यासाठी आणि पदार्थांना गरम करण्यासाठी केला आहे. प्रारंभी, भू-औष्णिक ऊर्जेचे असे उपयोग गरम पाणी आणि वाफेच्या स्रोतांच्या ठिकाणांपर्यंत मर्यादित होते.

आपल्या ग्रहाचा कोर नावाचा सर्वात उष्ण भाग पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या 2900 किलोमीटर खाली स्थित आहे. पृथ्वीवरील बहुतेक उष्णता सतत किरणोत्सर्ग समस्थानिकांच्या क्षयाने निर्माण होते. कोर चे तापमान 5000 अंश सेल्सियस पेक्षा जास्त आहे. कोरमधून होणाऱ्या उष्णता विकिरणामुळे खडक, पाणी, वायू आणि इतर भूवैज्ञानिक पदार्थ तापतात. जर भूगर्भातील खडक निर्मिती सुमारे 700-1300 अंश सेल्सियस तापमानाला गरम केली तर ते अंशतः वितळतात आणि मॅग्मा बनतात. मॅग्मा त्याच्या जवळचे खडक आणि भूजलगर्भांना (aquifer) गरम करते. या गरम भूजलगर्भामुळे गीझर, गरम झरे, स्टीम व्हेंट आणि मातीच्या भांड्यांमधून गरम पाणी सोडता येते. हे भू-औष्णिक उर्जेचे स्रोत आहेत. त्यांची उष्णता हस्तगत केली जाऊ शकते आणि इमारती, वाहन पार्किंगची जागा इत्यादी उष्णतेच्या संरचनेसाठी थेट वापरली जाऊ शकते.

भू-औष्णिक उष्णता 1892 मध्ये अमेरिकेतील निवासस्थानांना वितरीत केली गेली होती. तथापि भू-औष्णिक ऊर्जेचे महत्व आणि आर्थिक क्षमता 19व्या शतकाच्या शेवटी समजण्यात आली. भू-औष्णिक ऊर्जाशक्ती संयंत्र न्यूझीलंडमध्ये 1958 मध्ये प्रस्थापित झाले आणि गिझर्स, उत्तर कॅलिफोर्निया मध्ये ते 1960 मध्ये प्रस्थापित करण्यात आले. 21 व्या शतकाच्या प्रारंभी, युनायटेड स्टेट्स, मेक्सिको, इटली, न्यूझीलंडसह 24 देशांनी वीज निर्मितीसाठी भू-औष्णिक ऊर्जवापरली आहे. 2016 मध्ये, भू-औष्णिक ऊर्जेचा वापर करून विद्युत ऊर्जा निर्मितीसाठी संपूर्ण जगभरातील स्थापित क्षमता सुमारे 13,400 मेगावॅट होती.



छायाचित्र 3.11: भू-औष्णिक ऊर्जा

3.5.4.2 भू-औष्णिक ऊर्जेचे विद्युत संयंत्र

भू-औष्णिक ऊर्जा संयंत्रांचा वापर भू-औष्णिक ऊर्जा वापरून वीज निर्मितीसाठी केला जातो. त्यांचे कार्यतत्व कोळसा किंवा अणुऊर्जा प्रकल्पासारखे आहे, परंतु मुख्य फरक म्हणजे उर्जा स्त्रोत. भू-औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पात, पृथ्वीची उष्णता कोळशाच्या बॉयलर किंवा अणु संयंत्राच्या अणुभट्टीची जागा घेते. विहिरीच्या मालिकेद्वारे गरम पाणी किंवा वाफ पृथ्वीमधून काढली जाते. भू-औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पांचे प्रामुख्याने तीन प्रकार आहेत आणि संयंत्राची निवड भू-औष्णिक ऊर्जेच्या स्थितीवर (वाफ आणि पाणी) तसेच तापमानावर अवलंबून असते.

1. ड्राय स्टीम ऊर्जा संयंत्र
2. फ्लॅश स्टीम ऊर्जा संयंत्र आणि
3. बायनरी सायकल ऊर्जा संयंत्र

ड्राय स्टीम ऊर्जा संयंत्र : हे संयंत्र भू-औष्णिक जलाशयातील कोरडी वाफ वापरतात. उत्पादनातून निघणारी वाफ थेट टर्बाइनकडे जाते, जी वीज निर्मितीसाठी जनरेटर चालवते. त्याची उर्जा टर्बाइनला हस्तांतरित केल्यानंतर, वाफ थंड होते आणि पृथ्वीवर जोराने परत पाठवली जाते. हे सर्वात जुने प्रकारचे भू-औष्णिक उर्जा प्रकल्प आहेत आणि सर्वात पहिले इटली येथे 1904 मध्ये बांधले गेले होते. या संयंत्रांना उच्च तापमानाची आवश्यकता असते आणि फक्त तेथेच वापरले जाऊ शकते जेथे भूमिगत तापमान खूप जास्त असते. वाफ तंत्रज्ञान आजही प्रभावी आहे आणि सध्या उत्तर कॅलिफोर्नियामधील गीझर्समध्ये वापरात आहे, जे जगातील सर्वात मोठे भू-औष्णिक स्रोत आहे.

फ्लॅश स्टीम ऊर्जा संयंत्र : फ्लॅश स्टीम ऊर्जा संयंत्र हे आज सर्वात जास्त वापरले जाणारे भू-औष्णिक वीजनिर्मिती संयंत्र आहेत. हे प्रामुख्याने नैसर्गिकरित्या उच्च-गुणवत्तेच्या वाफेच्या अभावामुळे होते. या संयंत्रासाठी, पाण्याचे तापमान 180 अंश सेल्सिअस पेक्षा जास्त असणे आवश्यक आहे. स्वतःच्या दबावने पाणी विहिरीतून वरच्या पृष्ठभागावरील टाकीमध्ये वाहते. पृष्ठभागावरील पाण्याची टाकी खूप कमी दाबाने ठेवली जाते, ज्यामुळे काही द्रवपदार्थ वेगाने वाष्पीत होतत, किंवा उडतात. त्यानंतर वाफ टर्बाइनला चालवते जे मग जनरेटरला चालवते आणि त्यामुळे वीज निर्माण होते. न वापरलेले पाणी, ज्याची वाफ बनू शकली नाही, ते पुन्हा विहिरीत पाठवले जाते किंवा आणखी काही उर्जा काढण्यासाठी दुसऱ्या टाकीमध्ये ते पुन्हा जोरात पाठवले जाऊ शकते. हे इतर काही तापवण्याच्या हेतुसाठी देखील वापरले जाऊ शकते.

बायनरी सायकल ऊर्जा संयंत्र : बायनरी सायकल ऊर्जा संयंत्र इतर दोन प्रकारच्या भू-औष्णिक संयंत्रांपेक्षा वेगळे आहे. यामध्ये, भू-औष्णिक जलाशयातील पाणी किंवा वाफ टर्बाइन किंवा जनरेटर युनिटच्या संपर्कात कधीही येत नाही. येथे, दुय्यम लूप (म्हणून नाव बायनरी) कमी उत्कलनांकसह (boiling point) द्रव असलेले, जसे की पेंटेन किंवा ब्यूटेन वापरला जातो. विहिरीतून पाणी उष्णता एक्सचेंजरद्वारे वाहते, जे त्याची उष्णता कमी उत्कलनांक असलेल्या द्रवपदार्थात स्थानांतरित करते. त्याच्या कमी उत्कलनांकामुळे या द्रव्यामधून पाण्याची वाफ होते. त्यानंतर ते टर्बाइनमधून जाते, तेथून ते जनरेटर पर्यंत वीज निर्मिती करता पाठवले जाते अशी अपेक्षा आहे की भविष्यात या संयंत्रांचा सर्वाधिक वापर केला जाईल कारण ते इतर दोन प्रकारच्या संयंत्रांच्या तुलनेत कमी तापमानाच्या पाण्याचा वापर करू शकते.

3.6 घटक सारांश

1. आपल्याला सूर्याकडून शुद्ध, प्रदूषण न करणारी आणि अक्षय स्वरूप ऊर्जा प्राप्त होते. ही ऊर्जा तेजस्वी प्रकाश आणि उष्णतेच्या स्वरूपात येते आणि सौर ऊर्जा म्हणून ओळखली जाते.
2. सौर ऊर्जा हा ऊर्जेचा एक शक्तिशाली स्त्रोत आहे, तथापि, त्याचा फक्त एक छोटासा भाग मुख्यतः वीज निर्माण करणे, तापवणे आणि थंड करणे, स्वयंपाकाकरता आणि पाण्याचे विलवणीकरण या कारणांकरता/साठी वापरला जातो.
3. प्लॅट प्लेट संग्राहक हा सर्वात मूलभूत सौर उर्जा संग्राहक आहे जो मुख्यतः घरगुती गरम पाण्याच्या व्यवस्थेसाठी वापरला जातो.
4. प्लॅट प्लेट संग्राहकामध्ये, सौर किरणे प्लेटच्या काळ्या पृष्ठभागाद्वारे शोषली जातात आणि नंतर शोषलेली उष्णता ट्यूबमध्ये भरलेल्या द्रव/हवेमध्ये हस्तांतरित होते.
5. प्लॅट-प्लेट व्यवस्था साधारणपणे 30 ते 80 अंश सेल्सिअस पर्यंत तापमान श्रेणीमध्ये काम करतात .
6. उष्णतेच्या वाहतुकीसाठी, प्लॅट प्लेट संग्राहकामध्ये द्रव किंवा हवा वापरली जाऊ शकते. द्रवासाठी, पाणी त्याच्या सुलभतेमुळे आणि चांगल्या उष्णता गुणधर्मांमुळे एक सामान्य पर्याय आहे.
7. विशेष वेष्टनामुळे प्लेटच्या शोषण गुणधर्मांमध्ये जसे उच्च तापमान सहन करण्याची क्षमता, अतिनील किरणांना आणि ओलावा कमी होण्याला प्रतिकार, टिकाऊपणा, ऑप्टिकल वैशिष्ट्ये इत्यादी मध्ये सुधार होऊ शकतो.
8. शोषक गुणधर्म वाढविण्यासाठी प्रगत प्लेट संग्राहकांमध्ये तापमान 150 अंश सेल्सिअस पर्यंत वाढवले जाऊ शकते जेणे करून संग्राहकाने अनुप्रयोग ऊर्जा निर्मिती, सौर वातानुकूलन यंत्रणा इत्यादीसाठी प्रगटपणे वापरले जाऊ शकतात.
9. सौर ऊर्जा वापरण्याचे अनेक मार्ग आहेत उदाहरणार्थ सौर तळे, सौर पाणी तापक, सौर ड्रायर आणि सौर उर्ध्वपातन यंत्रांचा वापर.
10. सौर तळे एक सौर ऊर्जा संकलक आहे, हे आकाराने बऱ्यापैकी मोठे आणि तळ्यासारखे दिसते.
11. सौर तलावामध्ये प्रामुख्याने तीन विभाग असतात: वरचा प्रक्रमी टप्पा (upper convective zone), क्रमिकता टप्पा (middle non-convective zone) आणि खालील प्रक्रमी टप्पा (lower convective zone).
12. सौर पाणी तापक हे एक उपकरण आहे जे सूर्यापासून किरणोत्सर्गाच्या ऊर्जेचा वापर करून पाणी गरम करण्यास मदत करते.
13. सौर पाणी तापकांच्या मुख्य घटकांमध्ये : सौर किरणोत्सर्गापासून ऊर्जा गोळा करण्यासाठी एक संग्राहक, गरम पाण्याची साठवण करण्यासाठी उष्णतारोधक टाकी, सहाय्यक व्यवस्था, जोडणारे पाईप्स आणि संबंधित उपकरणे समाविष्ट असतात.
14. सौर ड्रायरचे तत्त्व असे आहे : सौर संग्राहकातील हवेचे आकारमान गरम करून सौर ऊर्जा गोळा करणे आणि संग्राहकामधून गरम हवा एका जोडलेल्या कोरडे अन्न टाकीमध्ये, जेथे अन्न सुखावले जाते, तेथे पाठवणे.
15. सौर उर्ध्वपातन यंत्र हे एक हरित ऊर्जा उत्पादन आहे जे पाणी शुद्ध करण्यासाठी नैसर्गिक सौर उर्जा वापरते.
16. बायोमास म्हणजे असे अक्षय सेंद्रिय पदार्थांचे वस्तुमान, जे सजीवांमार्फत येते, ज्यात वनस्पती, प्राणी आणि सूक्ष्मजीव किंवा जैवरासायनिक दृष्टीकोनातून सेल्युलोज, लिग्निन, साखर, चरबी आणि प्रथिने असे पदार्थ.
17. घन बायोमास इंधनाच्या महत्त्वपूर्ण औष्णिक वैशिष्ट्यांमध्ये उष्णता मूल्य, आर्द्रता, रचना, इंधन आकार आणि घनता हि वैशिष्ट्ये समाविष्ट असतात.
18. एनारोबिक पचन ही एक रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे सेंद्रिय पदार्थ जसे की पशु खत, अन्न कचरा, सांडपाणी, जैविक घनपदार्थ (biosolids) इ. ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत सूक्ष्मजीवांद्वारे (जीवाणू) विघटित होतात.
19. बायोगॅस एनारोबिक पचन प्रक्रियेचा वापर करून बायोमासद्वारे तयार केला जातो ज्यामध्ये जैविक आणि रासायनिक प्रक्रियांचे अनेक टप्पे असतात.
20. बायोगॅस साठवण्याची दोन मूलभूत कारणे आहेत: (i) साइटवरील नंतरच्या वापरासाठी साठवणूक आणि (ii) ऑफ-साइट वितरण बिंदू किंवा व्यवस्थेमध्ये वाहतूक करण्यापूर्वी आणि/किंवा नंतर साठवणूक.
21. पवन ऊर्जा ही वातावरणीय हवेच्या हालचालीशी संबंधित गतिज ऊर्जा आहे. ही आपल्या वातावरणातील नैसर्गिक वारा पकडते किंवा कैद करते आणि हवेची गती यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतरित करते.

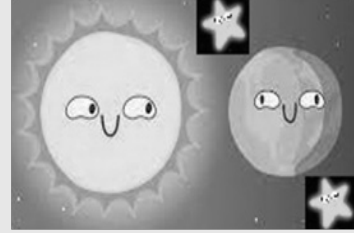
22. सध्या भारताकडे वारा स्थापित क्षमता 39.25 GW (प्रतिष्ठापीत क्षमता 31 मार्च 2021 रोजी) आहे, जी जगात सर्वाधिक असण्यात चवथ्या क्रमांकावर आहे.
23. जीवाश्म इंधनाव्यतिरिक्त इतर कोणत्याही स्त्रोतापासून निर्माण होणारी ऊर्जा नवीन ऊर्जा किंवा पर्यायी ऊर्जा म्हणून ओळखली जाऊ शकते.
24. भू-औष्णिक ऊर्जा प्रकल्पांचे प्रामुख्याने तीन प्रकार आहेत: ड्राय स्टीम ऊर्जा संयंत्र, फ्लॅश स्टीम ऊर्जा संयंत्र आणि बायनरी सायकल ऊर्जा संयंत्र.

3.7 नाविन्यपूर्ण उपक्रम

1. **परिसंवाद:** सादरीकरणासाठी विषय 8 ते 10 विद्यार्थ्यांमध्ये उप-विषयांमध्ये विभागला जाऊ शकतो.
2. **संगोष्ठी:** विद्यार्थ्यांनी त्यांच्या आवडीच्या विषयावर पेपर सादरीकरण करायला सांगणे.
3. **गट चर्चा:** 10 विद्यार्थ्यांच्या गटात एक गट नेता, एक नियंत्रक आणि एक नोंदक, एक गट नेता सर्व विद्यार्थ्यांचा सहभाग सुनिश्चित करण्यासाठी, एक नियंत्रक कोणत्याही विरुद्ध वार्तालाप न होऊ देण्याची खाली करण्यासाठी आणि नोंदक त्याच्या/तिच्या स्वतःची निरीक्षणांची नोंद करण्यासाठी.
4. **प्रकल्प कार्य:** योग्य विषयावरील प्रकल्पाचे काम 3 ते 4 विद्यार्थ्यांच्या गटाला दिले जाऊ शकते. प्रकल्प प्रायोगिक किंवा तपास करण्याच्या प्रकाराचा असू शकतो.
5. **शैक्षणिक दौरा:** सौर ऊर्जा प्रकल्प, पवन ऊर्जा प्रतिष्ठापने आणि बायोगॅस संयंत्राचा शैक्षणिक दौरा आयोजित केल्या जाऊ शकतो. .
6. **सामाजिक उपक्रम:** विद्यार्थ्यांचा एक गट घोघरी मोहिमेसाठी सहभागी होऊ शकतो जेणेकरून रहिवाशांना त्यांच्या घरात विद्युत गिझर/ऐवजी सौर उर्जा पाणी तापक वापरण्यास प्रोत्साहित केले जाईल. त्यांनी त्यांना सौर ऊर्जा, बायोमास आणि पवन ऊर्जेसारख्या अक्षय ऊर्जा स्त्रोताचे महत्त्व देखील सांगावे.

3.8 रुचीपूर्ण तथ्ये

1. सूर्यप्रकाशाचा एक तास हा ग्रहासाठी एका वर्षाच्या उर्जेच्या समतुल्य आहे.
2. 174,000 टेरॉवॅट ऊर्जा सातत्याने पृथ्वीवर कोणत्याही क्षणी सौर विकिरण म्हणून धडकते, अगदी दिवसातील ढगाळ वातावरणातही.
3. सरासरी सौर पॅनेल यंत्रणा 20% कार्यक्षमतेने कार्य करते, म्हणजे ती 20% सूर्यप्रकाशाचे रूपांतर करते जे त्यास विजेमध्ये बदलते.
4. सौर ऊर्जा वापरकर्ते दरवर्षी 35 टन कार्बन डाय ऑक्साईड आणि 75 दशलक्ष बॅरल तेलाची बचत करतात
5. पर्शिया आणि चीनमध्ये 200 बीसी मध्ये पवनचक्क्यांसह पवन ऊर्जा प्रथम विकसित केली गेली.
6. पवन ऊर्जेचा वापर शेकडो वर्षांपासून पाणी पंप करण्यासाठी आणि धान्य चिरडण्यासाठी केला जात असे. लोक पवन ऊर्जेचा एक प्रकार म्हणून सेलनौकांवर सेल्स देखील वापरतात.
7. तयार केलेले सर्वात मोठे टर्बाइन हवाई मध्ये स्थित आहे. हे वीस मजली उंच आहे आणि त्याची प्रत्येक ब्लेड हि फुटबॉल मैदानाच्या लांबीची आहे.
8. पवन ऊर्जा हे पर्यायी ऊर्जेचे एकमेव रूप आहे त्याकरता पाण्याची गरज नाही.
9. यूएस ऊर्जा विभाग एक पवन संसाधनाचा नकाशा प्रदान करतो जो आपल्या क्षेत्रामध्ये पवन टर्बाइन बसवू इच्छित असलेल्यांना सरासरी वारा वेग आणि संभाव्य पवन ऊर्जा क्षमता दर्शवितो.
10. चीन देश जगातील सर्वात जास्त पवन ऊर्जा निर्माण करतो. युनायटेड स्टेट्स दुसऱ्या क्रमांकाचा पवन ऊर्जा उत्पादक देश आहे.
11. तुमच्या घरामागील अंगणातील एक लहान टर्बाइन तुमच्या घराला ऊर्जा शक्ती देऊ शकते.
12. 2015 मध्ये, युनायटेड स्टेट्सने पावन ऊर्जेचा वापर करून 12.3 गीगाटन हरितगृह वायू कमी करण्याची आणि 26 0 अब्ज गॅलन पाण्याची बचत करून वीजगृह, शाळा आणि व्यवसायांना ऊर्जाशक्ती प्रदान केली.
13. ज्वारीय ऊर्जा प्रकल्प वारा किंवा सौर शेतांपेक्षा जास्त काळ टिकू शकतात, जवळपास चार पट जास्त टिकू शकतात.



3.9 अभ्यास

अ - व्यक्तिनिष्ठ प्रश्न:

1. फ्लॅट प्लेट संग्राहक म्हणजे काय समजावून सांगा.
2. फ्लॅट प्लेट संग्राहकाची कार्यक्षमता कशी सुधारता येईल?
3. फ्लॅट प्लेटसंग्राहकांमध्ये लेपचे महत्त्व सांगा.
4. यावर थोडक्यात टिप्पणी लिहा:
 - अ. सौर तळे
 - ब. सौर ड्रायर
 - क. सौर उर्ध्वपातन यंत्र
 - ड. बायोमासचे स्रोत
 - ई. बायोमासचा वापर
5. बायोमासची उष्णता वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.
6. बायोमासची उत्पादन यंत्रणा स्पष्ट करा.
7. पवन ऊर्जा परिभाषित करा.
8. भारतात पवन ऊर्जेच्या क्षमतेवर चर्चा करा.
9. पवन ऊर्जेचे फायदे आणि तोटे सांगा.
10. नवीन ऊर्जा स्त्रोतांचे विविध प्रकार स्पष्ट करा.

ब - वस्तुनिष्ठ प्रश्न:

1. सौर पाणी तापकाचे कार्य म्हणजे सौर ऊर्जेचे ह्यात रूपांतर करणे:
 - (अ) विकिरण
 - (ब) विद्युत ऊर्जा
 - (क) औष्णिक ऊर्जा
 - (ड) वरीलपैकी नाही
2. कोणत्या सेलचा वापर सौर ऊर्जेला थेट विद्युत ऊर्जेत रूपांतरित करण्यासाठी केला जातो:
 - (अ) ड्राय सेल
 - (ब) फोटोइलेक्ट्रिक सेल
 - (क) बॅटरी
 - (ड) कोणतेही नाही
3. गैर -नूतनीकरण स्त्रोत खालीलपैकी कोणते आहे?
 - (अ) वारा आणि सूर्यापासून ऊर्जा
 - (ब) समुद्राच्या लाटांपासून ऊर्जा
 - (क) जीवाश्म इंधनांपासून ऊर्जा
4. यातील विषम एक निवडा:
 - (अ) कोळसा
 - (ब) पेट्रोलियम
 - (क) तेल
 - (ड) बायोमास
5. सौर शोषक मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या लेपाच्या सामग्रीमध्ये खालील गुणधर्म कोणते असावेत?
 - (अ) उच्च शोषक, कमी उत्सर्जन

- (ब) मजबूत आसंजन (adhesion), उच्च टिकाऊपणा
 (क) उच्च उष्णता वाहकता, झीज प्रतिकार
 (ड) वरील सर्व
6. सूर्यापासून सौर ऊर्जा कोणत्या स्वरूपात विकिरित होते?
 (अ) अतिनील किरणे
 (ब) अवरक्त किरणे
 (क) विद्युत चुंबकीय लहरी
 (ड) अनुप्रस्थ लाटा (transverse waves)
7. बायोमिथेनमध्ये कार्बन डाय ऑक्साईडची टक्केवारी किती आहे?
 (अ) 55-60
 (ब) 35-45
 (क) 30-40
 (ड) 25-35
8. सांडपाणीचे एरोबिक पचन खाली कोणत्या उत्पादनामध्ये वापरले जाते?
 (अ) जैवइंधन
 (ब) बायोमास
 (क) स्वच्छताविषयक वस्तू (sanitary ware)
 (ड) कृत्रिम इंधन
9. बायोमासपासून आपल्याला काय मिळते?
 (अ) रसायने
 (ब) जैवरसायने
 (क) साखर
 (ड) वाहतूक इंधन
10. ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीत उच्च तापमानात उत्पादन कच्चा माल (feedstock) गरम करण्याच्या प्रक्रियेला म्हणतात:
 (अ) जैव पचन
 (ब) दहन
 (क) गॅसिफिकेशन
 (ड) पायरोलिसिस
11. बायोमास हा शब्द बहुधा ह्या साठी संदर्भित केला जातो:
 (अ) अजैविक पदार्थ
 (ब) सेंद्रिय पदार्थ
 (क) अमोनियम संयुगे
 (ड) रसायने
12. पवन ऊर्जा ह्या घटकाचा वापर करतात:
 (अ) हवेची संभाव्य ऊर्जा
 (ब) हवेची गतीज ऊर्जा
 (क) अ आणि ब दोन्ही
 (ड) ह्यापैकी एकही नाही

13. पवन ऊर्जेचे यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतर करण्यासाठी यापैकी कोणते उपकरण वापरले जाते?
 - (अ) टर्बाइन
 - (ब) जनरेटर
 - (क) ब्लेड
 - (ड) मोटर
14. पवन ऊर्जा कोणत्या प्रकारचे ऊर्जा स्त्रोत आहे?
 - (अ) पारंपारिक ऊर्जा
 - (ब) व्यावसायिक ऊर्जा
 - (क) अक्षय ऊर्जा
 - (ड) नूतनीकरण न होणारी ऊर्जा
15. वारा निर्मितीचे मुख्य स्त्रोत कोणते?
 - (अ) वनस्पती
 - (ब) हंगाम
 - (क) अ-समान जमीन
 - (ड) सूर्य
16. भू-औष्णिक ऊर्जा ही ह्यात विद्यमान औष्णिक ऊर्जा आहे:
 - (अ) समुद्राच्या पृष्ठभागावर
 - (ब) पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर
 - (क) पृथ्वीच्या खोल आत
 - (ड) पर्वताच्या पृष्ठभागावर
17. खालील प्रकारचे वनस्पती बायनरी सायकलवर चालतात:
 - (अ) बाष्प वर्चस्व असलेली वनस्पती
 - (ब) द्रव वर्चस्व असलेल्या कमी तापमानातील वनस्पती
 - (क) द्रव वर्चस्व असलेल्या उच्च तापमान वनस्पती
 - (ड) वरील सर्व
18. जेव्हा पाणी गरम पाण्याच्या रूपात पृथ्वीच्या आतील भागातून बाहेर काढले जाते, तेव्हा त्याला म्हणतात:
 - (अ) हॉट स्प्रिंग
 - (ब) गीझर
 - (क) अ आणि ब दोन्ही
 - (ड) वरीलपैकी नाही

उत्तरे :

1(क), 2(ब), 3(ड), 4(क), 5(क), 6(क), 7(क), 8(अ), 9(ड), 10(ड), 11(ब), 12(ब), 13(अ), 14(क), 15(ड),
16(क), 17(ब), 18(अ)

3.10 सुचवलेले शिक्षण संसाधने

(अ) संदर्भ पुस्तके:

- सी. एन. आर. राव, “अंडरस्टॅण्डिंग केमेस्ट्री”, युनिव्हर्सिटी प्रेस (इंडिया) प्रा. लि., 2011.
- जी. एस. सोढी, “फंडामेंटल कन्सेप्ट्स ऑफ केमेस्ट्री”, मारिसा, 2011.
- वानेक, एफ.एम., आणि अलब्राइट, एल. डी, “एनर्जी सिस्टम्स इंजिनीअरिंग”, मॅकग्रा हिल, 2008.

- फ्रैंक क्रेड्थ, जान एफ. क्रेडर, “प्रिंसिपल्स ऑफ सोलर इंजिनीरिंग”, मैकग्रा-हिल, न्यूयॉर्क; 1978, ISBN: 97800703 5476 0.
- अल्डो वीएरा, डा रोझा, “फंडामेंटल्स ऑफ रिन्यूएबल एनर्जी प्रोसेसेस”, एंकेडेमिक प्रेस ऑक्सफर्ड, यूके; 2013, ISBN: 9780123 9783 57.
- एस. पी. सुखात्मे, “सोलर एनर्जी; प्रिंसिपल्स ऑफ थर्मल एनर्जी अँड स्टोरेज”, टाटा मैकग्रा हिल, नवी दिल्ली; 1984, ISBN: 0-07-46 2453 -9.
- डोनाल्ड रैप, “सोलर एनर्जी”, प्रेंटिस-हॉल, इंक., ईगलवुड क्लिफ्स, यूएसए; 1981, ISBN: 0-13 - 822213 -4.,

(ब) मुक्त स्रोत सॉफ्टवेयर आणि वेबसाइट

- <https://energypedia.info/wiki/Portal:Solar>
- <https://www.e-education.psu.edu/eme811/node/685>
- <https://hareda.gov.in/centers/solar-water-heating-system/>
- <https://www.irena.org/wind>
- <https://www.rees-journal.org>
- <https://www.energy.gov/eere/articles/hydrogen-clean-flexible-energy-carrier>
- <https://www.energy.gov/eere/wind/vantages-and-challenges-wind-energy>
- <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geothermal-energy/>
- <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>
- <https://www.britannica.com/science/anaerobic-digestion>
- <https://farm-energy.extension.org/biogas-utilization-and-cleanup/>
- <https://www.bioenergyconsult.com/biomethane-utilization/>
- <https://www.e-inst.com/training/biomass-to-biogas/>
- www.sustainabledevelopment.un.org
- www.concerv-energy-future.com

Photographs: Courtesy Creative common

(क) व्हिडिओ संसाधने



4

घनकचरा व्यवस्थापन, आयएसओ 14000 आणि पर्यावरण व्यवस्थापन

घटक वैशिष्ट्ये

हे घटक खालील मुख्य बाबींशी संबंधित आहे:

- घन कचरा निर्मिती- महानगरपालिकेचा घनकचरा, ई-कचरा, जैव-वैद्यकीय कचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये
- धातूचा कचरा आणि गैर - उद्योगांमधून धातूचा कचरा (वेगण, प्लास्टिक, रबर)
- महापालिका घनकचरा (MSW) : संकलन आणि विल्हेवाट: (3R, तत्त्वे, ऊर्जा पुनर्प्राप्ती, स्वच्छताविषयक, लँडफिल), घातक कचरा
- हवा गुणवत्ता कायदा 2004, वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा 1981 आणि द्रवोष्ण कायदा 1974
- केंद्रीय आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका
- कार्बन क्रेडिट, कार्बन पदचिन्हाची संकल्पना
- फॅब्रिकेशन उद्योगातील पर्यावरण व्यवस्थापन, ISO14000: उद्योगांमध्ये अंमलबजावणी, फायदे

या पुस्तकाच्या वापरकर्त्यांमध्ये जिज्ञासा आणि सर्जनशीलता निर्माण करण्यासाठी संबंधित विषयांशी निगडित सर्व छायाचित्रे समर्थित आहेत. बहुपर्यायी आणि व्यक्तिपरक प्रकारचे प्रश्न दिले गेले आहेत जेणेकरून विद्यार्थी अभ्यास करून त्यांना सोडवू शकेल. संदर्भ पुस्तके, ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट, व्हिडिओ संकेतस्थळे इत्यादी शिकण्याची संसाधने देखील संकल्पनेच्या अधिक स्पष्टीकरणासाठी आणि शंका निवारणासाठी घटकामध्ये दिल्या आहेत. कृपया ह्याची नोंद घ्यावी की स्वारस्याच्या विविध विषयांवर अधिक माहिती मिळवण्यासाठी, काही क्यूआर कोड प्रदान केले गेले आहेत जे संबंधित सहाय्यक ज्ञानासाठी स्कॅन केले जाऊ शकतात.

तर्क

घनकचरा व्यवस्थापन ही एक जागतिक समस्या बनली आहे आणि आपल्या पर्यावरणाचे रक्षण करण्यासाठी योग्यरित्या त्यावर उपाय करणे आवश्यक आहे. या घटकाचा उद्देश घनकचरा निर्मितीच्या मूलभूत संकल्पना, त्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये ह्यांची ओळख करून घेऊन आपल्या आरोग्यावर आणि पर्यावरणावर त्यांच्यामुळे होणाऱ्या परिणामावर प्रकाश टाकणे हे आहे. या घटकामध्ये घनकचरा गोळा करणे आणि त्याची विल्हेवाट लावणे, याशिवाय घातक कचरा आणि घनकचरा व्यवस्थापनाची 3R तत्त्वे सुद्धा समाविष्ट करण्यात आली आहेत. पर्यावरणीय व्यवस्थापन प्रणाली आणि हवा आणि जल प्रदूषण नियंत्रणाशी संबंधित विविध उपाययोजनांची या घटकामध्ये चर्चा केली आहे.

हे घटक पूर्ण झाल्यानंतर, विद्यार्थी घनकचरा आणि त्याचे व्यवस्थापन याबाबतील मूलभूत संकल्पना विकसित करतील. विद्यार्थ्यांना घनकचरा निर्मिती, त्याची योग्य विल्हेवाट, विविध प्रकारचे वायू आणि जल प्रदूषण नियंत्रण अधिनियम यांची नियंत्रण यंत्रणा देखील माहित होईल , ज्यामुळे त्यांना हवा, माती आणि जल प्रदूषण कसे कमी करायचे तसेच आपल्या आरोग्याचे आणि पर्यावरणाचे संरक्षण कसे करायचे हे शिकण्याची संधी मिळेल.

पूर्व-आवश्यकता

माध्यमिक शाळा रसायनशास्त्र

घटक परिणाम

विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील :

- घ 1 - प 1 : विविध प्रकारच्या घनकचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.

- घ 1 - प 2 : दिलेल्या परिस्थितीत घनकचरा गोळा करणे आणि त्याची विल्हेवाट लावणे ही संकल्पना लागू करा.
- घ 1 - प 3 : विविध वायू आणि जल प्रदूषण कायदा स्पष्ट करा.
- घ 1 - प 4 : केंद्रीय आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळांच्या भूमिकेवर चर्चा करा.
- घ 1 - प 5 : कार्बन पदचिन्ह आणि कार्बन क्रेडिट स्पष्ट करा.

घटक परिणामाचे अभ्यासक्रम परिणामा सोबत वर्गीकरण

घटक -4 परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)				
	अप -1	अप - 2	अप - 3	अप -4	अप -5
घ -1 प 1	-	-	-	-	3
घ -1 प 2	-	-	-	-	3
घ -1 प 3	-	-	-	-	2
घ -1 प 4	-	-	-	-	2
घ -1 प 5	-	-	-	-	3

अप - अभ्यासक्रम परिणाम, घ - घटक, प - परिणाम

घटक अवलोकन

- ४.१ परिचय
- ४.२ घन कचरा निर्मिती- स्रोत आणि वैशिष्ट्ये: महानगरपालिका घन कचरा (MSW), ई-कचरा, जैव-वैद्यकीय कचरा
- ४.३ धातू कचरा आणि उद्योगांतील गैर-धातूचा कचरा (वंगण, प्लास्टिक, रबर)
- ४.४ संकलन आणि विल्हेवाट: MSW (3R तत्त्वे, ऊर्जा पुनर्प्राप्ती, सॅनिटरी लॅण्डफिल), घातक टाकाऊ कचरा
- ४.५ हवा गुणवत्ता कायदा 2004, वायू प्रदूषण नियंत्रण अधिनियम 1981 आणि पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम 1974
- ४.६ केंद्रीय आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका
- ४.७ कार्बन क्रेडिटची संकल्पना, कार्बन पदचिन्ह
- ४.८ जोडकाम (fabrication) उद्योगात पर्यावरण व्यवस्थापन
- ४.९ ISO 14000: उद्योगांमध्ये अंमलबजावणी , फायदे
- ४.१० घटक सारांश
- ४.११ रोचक तथ्य
- ४.१२ नाविन्यपूर्ण उपक्रम
- ४.१३ अभ्यास
- ४.१४ सुचवलेले शिक्षण संसाधने

4.1 प्रस्तावना

“तुम्हाला गरज नसलेल्या गोष्टींना नकार द्या; आपल्याला जे आवश्यक आहे ते कमी करा; आपण जे वापरता त्याचा पुन्हा वापर करा; जे तुम्ही पुन्हा वापरू शकत नाही, कमी करू शकत नाही किंवा पुन्हा वापरू शकत नाही त्याला पुनर्चक्रित करा ; आणि उर्वरित सडवण्याकरता (कंपोस्ट) वापरा.

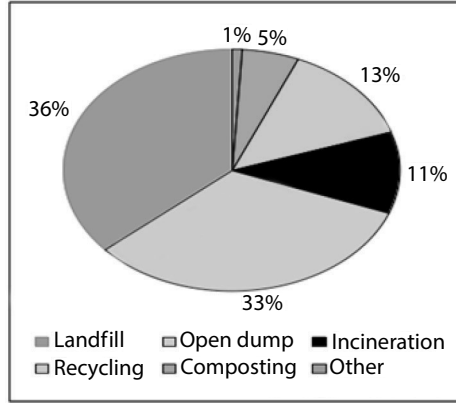
-‘बी जॉन्सन’

मानवी क्रियांमध्ये वेगाने वाढ झाल्यामुळे, घनकचरा निर्मितीमध्ये अनेक पट वाढ झाली आहे ज्याचे योग्य व्यवस्थापन करणे आवश्यक आहे. निसर्ग हाताळू शकतो त्यापेक्षा आपण कितीतरी जास्त कचरा निर्माण करतो. तथापि, कचरा निर्माण करण्यापेक्षा कचरा निर्मिती रोखणे जास्त चांगले आहे आणि नंतर त्याचे व्यवस्थापन करण्याचा प्रयत्न करणे. आपण केवळ कचरा फेकून देऊ शकत नाही कारण आपण ज्याची विल्हेवाट लावतो, तो कचरा परिसंस्थेमध्ये राहतो आणि

कचरा काही प्रकारचे प्रदूषण निर्माण करतो. घनकचऱ्यामुळे निर्माण होणाऱ्या प्रदूषणापासून आपले पर्यावरण वाचवण्यासाठी या कचऱ्याचे योग्य व्यवस्थापन करणे अत्यंत आवश्यक आहे. योग्य कचरा व्यवस्थापनासाठी, विविध प्रकारच्या कचऱ्याचे स्त्रोत आणि वैशिष्ट्ये जाणून घेणे आवश्यक आहे जसे की महानगरपालिका घनकचरा, ई, जैव-वैद्यकीय कचरा इ. पर्यावरण व्यवस्थापन प्रणाली, विविध वायू आणि जल प्रदूषण कायदा समजून घेणे देखील आवश्यक आहे. घनकचरा व्यवस्थापनाची योग्य अंमलबजावणी, तसेच सुरवातीला नमूद केलेल्या सर्व विषयांची चर्चा या घटकात करण्यात आली आहे.

4.2 घनकचरा निर्मिती

आपल्या दैनंदिन जीवनात, आपण भरपूर वापरलेले साहित्य जमा करतो आणि ते फेकून देतो. वापरलेली आणि टाकलेली सामग्री टाकाऊ म्हणून ओळखली जाते. कचरा साहित्य वायूच्या स्वरूपात (उदा., ऑटोमोबाईल एक्झॉस्ट, चिमणीचा धूर इ.), द्रव स्वरूपात (उदा. महानगरपालिका सांडपाणी, उद्योगातील सांडपाणी इ.), किंवा घन (उदा. अन्न कचरा, शेत कचरा इ.) स्वरूपात ही असू शकते. घनकचरा विविध सामग्रीचे एक जटिल मिश्रण आहे. कचऱ्याची रचना ऋतुमानानुसार, प्रदेशानुसार आणि एका विशिष्ट प्रदेशामध्ये पण बदलते. हा नाकारला गेलेला कचरा म्हणून परिभाषित केले जाऊ शकते आणि त्याच स्वरूपात पुढे वापरला जाऊ शकत नाही. हा पाण्याद्वारे ओढ्यांमध्ये वाहून जाऊ शकत नाही किंवा वातावरणात सहजपणे मिसळून जाऊ शकत नाही. घनकचरा समाजाच्या विविध स्त्रोतांमधून/उपक्रमांमधून निर्माण होतो, जसे की घरांतील कचरा, सार्वजनिक संस्था, कार्यालये, बाजारपेठा, रेस्टॉरंट्स, उद्योग, बांधकाम स्थळे, कृषी उपक्रम इत्यादी.



छायाचित्र 4.1:

4.2.1 महापालिका घन कचऱ्याचे स्त्रोत आणि वैशिष्ट्ये

महापालिका घन कचरा म्हणजे महापालिकेद्वारे किंवा करता जमा केलेला आणि उपचार केलेला टाकाऊ कचरा असे परिभाषित केले जाते. दोन्ही द्रव आणि घन कचऱ्याचे प्रकार ह्यात समाविष्ट होतात.

4.2.1.1 महापालिका घन कचऱ्याचे स्त्रोत

महानगरपालिकेच्या घनकचऱ्याचे प्रमुख स्त्रोत खालील प्रकारांमध्ये विभागले जातात :

1. **निवासी स्त्रोत:** घरगुती आणि निवासी भागातील कचरा. . महापालिकेच्या घनकचऱ्याचे हे प्रमुख स्त्रोत आहेत.
2. **संस्थात्मक स्त्रोत:** शाळा आणि महाविद्यालये, विद्यापीठे, सरकारी कार्यालये इत्यादी सरकारी आणि सार्वजनिक संस्थांतील कचरा
3. **व्यावसायिक आस्थापना:** व्यवसायातून निर्माण होणारा कचरा जसे की खाण्या -पिण्याच्या आस्थापना, दुकाने, बँका इत्यादी
4. **आरोग्य सुविधा:** रुग्णालये आणि इतर आरोग्य सुविधा ठिकाणांहून जमा होणारा कचरा.
5. **बांधकाम आणि इमारतींचा पाडण्याचा उपक्रम:** विविध प्रकारच्या बांधकाम आणि विध्वंस उपक्रमांमधील कचरा जसे की अपार्टमेंट बांधणे, झोपडपट्ट्या पाडणे इ.
6. **औद्योगिक स्त्रोत:** विविध प्रकारच्या औद्योगिक प्रक्रियेतील कचरा.
7. **कृषी स्त्रोत:** शेतीच्या कामांपासून निर्माण होणारा कचरा.

8. **मोकळी जागा:** रस्त्याच्या कडेला कचरापेटी, रस्ते झाडल्यानंतरचा आणि इतर सार्वजनिक ठिकाणी असलेला कचरा.
9. **इलेक्ट्रॉनिक आणि इलेक्ट्रिकल कचरा (ई-कचरा):** संगणक, फोन, रेडिओ इत्यादी टाकाऊ इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे आणि घरगुती उपकरणे कुकर, वॉशिंग मशीन इत्यादी टाकाऊ कचरा.

4.2.1.2 महानगरपालिकेच्या घनकचऱ्याची वैशिष्ट्ये

महानगरपालिकेच्या घनकचऱ्याची वैशिष्ट्ये त्याच्या व्यवस्थापनाच्या दृष्टीने ओळखणे महत्वाचे आहे. घनकचऱ्याच्या वैशिष्ट्यांमध्ये भौतिक आणि रासायनिक मापदंडांचा समावेश असतो.

भौतिक वैशिष्ट्ये

ही वैशिष्ट्ये उपकरणे निवडण्यासाठी, त्यांची क्रिया आणि विल्हेवाटीच्या सुविधांचे विश्लेषण आणि डिझाइनसाठी देखील महत्वाची आहेत. यात खालील घटकांचा समावेश असू शकतो:

घनता: कचऱ्याची घनता म्हणजे त्याचे वस्तुमान प्रति घटक आकारमान (Kg/m^3). लँडफिल डिझाईन, साठवणूक, कचरा संकलनाचा आणि वाहनांचा प्रकार यासाठी हे आवश्यक आहे.

आर्द्रता धारणाशक्ती (moisture content) : हे पाण्याच्या वजनाचे कचऱ्याच्या एकूण वजनाशी गुणोत्तर आहे. संग्रह करण्याचा खर्च, कचऱ्याचे भस्मीकरण (incineration) करण्याकरता लागणारी वाहतूक व आर्थिक सुसाध्यता (feasibility) कचऱ्याच्या आर्द्रता धर्माशक्तीवर अवलंबून असते.

कचरा घटकांचे आकारमान : यांत्रिक विभाजक, श्रेडर आणि कचरा उपचार प्रक्रियेच्या डिझाइनमध्ये त्याची महत्ता असल्यामुळे हे महत्वाचे आहे.

उष्मांक मूल्य (calorific value) : हे पदार्थाच्या एकक वजनाच्या ज्वलनातून निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचे प्रमाण आहे, जे kcal/kg मध्ये व्यक्त केले जाते.

पारगम्यता (permeability): संहत (compacted) कचऱ्याची पारगम्यता हा एक महत्त्वपूर्ण भौतिक गुणधर्म आहे कारण तो लँडफिलमध्ये द्रव आणि वायूच्या हालचाली नियंत्रित करतो.

संकुचितता (compressibility): जेव्हा घनकचऱ्यावर दाब येतो, तेव्हा किती प्रमाणात भौतिक बदल होतात त्याला संकुचितता म्हणतात.

रासायनिक वैशिष्ट्ये

घनकचरा पदार्थांची प्रवृत्ती समजून घेण्यासाठी, त्याच्या रासायनिक रचनेचे ज्ञान महत्वाचे आहे. त्याच्या रासायनिक वैशिष्ट्यांमध्ये पीएच मूल्य, नायट्रोजन, फॉस्फरस आणि पोटॅशियम, एकूण कार्बन आणि जैव रासायनिक वैशिष्ट्यांमध्ये कर्बोदके, प्रथिने, नैसर्गिक फायबर समाविष्ट असतात. जड धातू, जंतूनाशके, कीटकनाशके इत्यादी विषारी गुणधर्मांखाली वर्गीत होतात.

4.2.1.3 जैवविघटनयोग्य (biodegradable) आणि अ-जैवविघटनयोग्य (non-biodegradable) घनकचरा

आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण विविध प्रकारचा कचरा निर्माण करतो आणि फेकून देतो किंवा टाकून देतो. हे टाकाऊ पदार्थ अनेक प्रकारांचे असू शकतात; तथापि, आपण त्यांना प्रामुख्याने दोन श्रेणींमध्ये विभागू शकतो: जैवविघटनयोग्य कचरा आणि अ-जैवविघटनयोग्य कचरा. आपल्याला हे माहित असले पाहिजे की आपण दैनंदिन जीवनात वापरत असलेली प्रत्येक गोष्ट जैवविघटनयोग्य किंवा अ-जैवविघटनयोग्य असते.

जैवविघटनयोग्य कचरा: हा कचरा आहे जो सूक्ष्मजीवांद्वारे (जीवाणू, बुरशी) तसेच अजैविक घटकांद्वारे (सूर्यप्रकाश, पाणी, प्राणवायू इत्यादी) नैसर्गिकरित्या सहजपणे विघटित होऊ शकतो. ते त्यांचे साध्या सेंद्रिय पदार्थांमध्ये रूपांतर करतात जे खते, कंपोस्ट, बायोगॅस आणि बरेच काही म्हणून वापरले जाऊ शकतात, म्हणून, हे त्यांना पर्यावरणास अनुकूल बनवते. जैवविघटनयोग्य कचरा, जो महानगरपालिकेच्या घनकचऱ्यामध्ये असतो त्यात हिरवा कचरा, अन्न कचरा, कागदाचा कचरा आणि जैवविघटनयोग्य प्लास्टिक यांचा समावेश असतो. काही कचऱ्यामध्ये मानवी मलमूत्र, कत्तलखान्याचा कचरा इत्यादींचा समावेश होतो.

अ-जैवविघटनयोग्य कचरा: हा अशा प्रकारचा कचरा आहे जो नैसर्गिकरित्या विघटित होऊ शकत नाही म्हणून, ते विघटन न करता दीर्घ कालावधीसाठी परिसंस्थेत राहतात आणि आपल्या पर्यावरणाला हानी पोहोचवतात. ते अजिबात पर्यावरणपूरक नाहीत. बहुतेक अकार्बनिक कचरा जसे प्लास्टिक कप, बाटल्या, ई-कचरा इत्यादी जैवविघटनयोग्य नाहीत. यातील काही कचरा ज्याचा पुनर्वापर करता येतो आणि ते पुन्हा वापरता येतील ते “पुनर्वापरयोग्य कचरा” म्हणून ओळखले जातात आणि जे पुन्हा वापरता येत नाहीत त्यांना “न-पुनर्वापरयोग्य कचरा” म्हणून ओळखले जाते.



छायाचित्र 4.2: जैव विघटनयोग्य आणि अ-जैव विघटनयोग्य घनकचरा

4.2.2 ई-कचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये

“ई-कचरा” हा शब्द “इलेक्ट्रॉनिक आणि इलेक्ट्रिकल कचरा” चा संक्षेप आहे. इलेक्ट्रॉनिक कचरा किंवा ई कचरा हे एक लोकप्रिय, अनौपचारिक नाव आहे जे इलेक्ट्रॉनिक किंवा इलेक्ट्रिकल उत्पादनांच्या साठी वापरतात ज्यांची वापर उपयुक्तता संपली असते आणि ते टाकून दिले जाण्याच्या स्थितीचे असतात. माहिती तंत्रज्ञान क्षेत्रातील क्रांतीमुळे, विद्युत आणि इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे (EEE) सर्वात वेगवान उत्पादन उपक्रमांपैकी एक बनले आहे. जलद आर्थिक वाढ झाल्यामुळे, EEE च्या उत्पादनात आणि वापरात अनेक पटींनी वाढ झाली आहे. म्हणूनच, ई कचरा देखील झपाट्याने वाढत आहे कारण जागतिक ग्राहकांची मागणी सतत वाढत आहे. “ग्लोबल ई-वेस्ट मॉनिटर 2017” च्या अहवालानुसार ई-कचरा वार्षिक 44.7 दशलक्ष मेट्रिक टन पर्यंत वाढला आहे. परंतु निर्माण झालेल्या ई-कचर्यापैकी केवळ 20% गोळा करण्याचे आणि पुनर्वापराचे दस्तऐवजीकरण केले जाते. 80% चे नशीब (35.76 दशलक्ष मेट्रिक टन) अज्ञात आहे, परंतु ते कदाचित निकृष्ट स्थितीमध्ये साठवल्या किंवा जमा केल्या जातो अन्यथा त्याचा व्यापार किंवा पुनर्वापर होण्याची शक्यता असते.

4.2.2.1 ई-कचऱ्याचे स्रोत

ई-कचऱ्याचे विविध स्रोत खालील श्रेणींमध्ये विभागले जाऊ शकतात:

1. घरगुती उपकरणे : मायक्रोवेव्ह, घरगुती मनोरंजन साधने, इलेक्ट्रिक कुकर, हीटर्स, पंखे.
2. संप्रेषण आणि माहिती तंत्रज्ञान साधने: सेल फोन, स्मार्टफोन डेस्कटॉप संगणक , संगणक मॉनिटर, लॅपटॉप, सर्किट बोर्ड, हार्ड ड्राइव्ह्स.
3. घरगुती मनोरंजन साधने: डीव्हीडी, स्टिरिओ, दूरदर्शन, व्हिडिओ गेम सिस्टीम, फॅक्स मशीन, कॉपीयर्स, प्रिंटर.
4. इलेक्ट्रॉनिक उपयुक्तता: मालिश खुर्च्या, हीटिंग पॅड, रिमोट कंट्रोल्स, दूरदर्शन रिमोट्स, विद्युत दोर, दिवे, स्मार्ट दिवे, रात्रीचे दिवे, ट्रेडमिल्स, स्मार्ट घड्याळे, हार्ट मॉनिटर्स , मधुमेह तपासणी उपकरणे.
5. कार्यालय आणि वैद्यकीय उपकरणे: कॉपीयर्स /प्रिंटर, आयटी सर्व्हर रॅक, आयटी सर्व्हर, कॉर्ड्स आणि केबल्स, वायफाय डोंगल्स, डायलिसिस मशीन , इमेजिंग उपकरणे, फोन आणि पीबीएक्स सिस्टम, ऑडिओ आणि व्हिडिओ उपकरणे, नेटवर्क हार्डवेअर (म्हणजे, सर्व्हर, स्विच, हब इ.), वीज पट्ट्या आणि वीज पुरवठा, अखंडित वीज पुरवठा (यूपीएस सिस्टम), वीज वितरण प्रणाली (पीडीयू), आटोक्लेव्ह.



छायाचित्र 4.3: ई- कचरा

4.2.2.2 ई-कचऱ्याची वैशिष्ट्ये

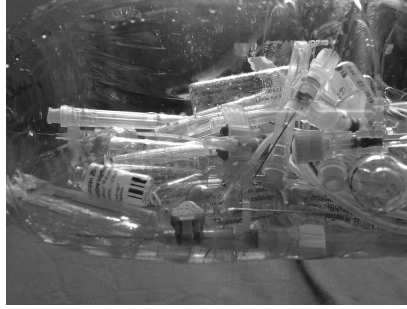
ई-कचऱ्याच्या घटकांमध्ये घातक टाकाऊ (hazardous) आणि घातक टाकाऊ नसलेले (non -hazardous) असे दोन्ही प्रकारचे पदार्थ असतात. ई-कचऱ्यात सेंद्रिय विषारी आणि घातक पदार्थ उपस्थित असते ज्यामुळे त्यांचे गुणधर्म सामान्य नगरपालिकेच्या कचऱ्यापासून वेगळे असतात.

घातक टाकाऊ पदार्थ: बहुतेक आढळणाऱ्या घातक टाकाऊ पदार्थांमध्ये प्लास्टिक, शिसे, पारा, कॅडमियम, आर्सेनिक, CFCs, पावसा इ. समाविष्ट आहेत. या पदार्थांमध्ये पर्यावरण (वनस्पती, प्राणी, माती इ.) आणि मानवी आरोग्य (कॅसर सारखे रोग, यकृत, मूत्रपिंड, मेंदूचे आजार इ.). ह्यांना हानी पोहोचवण्याची किंवा प्रदूषित करण्याची मोठी क्षमता असते.

घातक टाकाऊ नसलेले पदार्थ: ई-कचऱ्याला पुनर्चक्रित (recycle) केल्यास घातक टाकाऊ नसलेले पदार्थ ओळखण्यास मदत होते, जे पर्यावरणाला हानी न करता पुन्हा वापरले जाऊ शकतात. भिन्न धातू जेव्हा ते परत पुनर्चक्रित केले जातात, त्यांचा विविध उत्पादनांच्या प्रक्रियांमध्ये मोठा उपयोग आणि फायदा होतो, उदाहरणार्थ, अल्युमिनियम, तांबे आणि सोने जे बहुतेक वेळा इलेक्ट्रॉनिक वस्तूंमध्ये आढळतात ते घातक टाकाऊ नसलेले मानले जातात. प्लॅस्टिक आणि काच हे कॉम्प्युटर भागांमध्ये आढळणारे साहित्य सुद्धा घातक टाकाऊ नसलेले असतात.

4.2.3 जैव वैद्यकीय (biomedical) कचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये

रुग्णालयांमध्ये निर्माण होणारा कचरा, जैविक उपक्रम, पशुवैद्यकीय दवाखाने आणि आरोग्य सेवा एकेके यातून निर्माण होणाऱ्या कचऱ्याला जैव वैद्यकीय कचरा असे परिभाषित केले जाते. या कचऱ्यामध्ये घन, द्रव, प्रयोगशाळेतील कचरा असतो आणि मानवाचे आणि प्राण्यांचे निदान, उपचार, प्रतिबंध किंवा लसीकरण दरम्यान वापरलेली तीक्ष्ण साधने किंवा संशोधन उपक्रमांमधून हा निर्माण होतो. हा कचरा घातक टाकाऊ असू किंवा नसू शकतो. WHO (वर्ल्ड हेल्थ ऑर्गनायझेशन) च्या मते, सुमारे 85% जैव वैद्यकीय कचरा घातक टाकाऊ श्रेणीत नसतो, तर 15 % घातक टाकाऊ श्रेणीमध्ये येतो.



छायाचित्र 4.4: जैव वैद्यकीय कचरा

4.2.3.1 जैव वैद्यकीय कचऱ्याचे स्रोत

या कचऱ्याचे स्रोत म्हणजे असे ठिकाण किंवा स्थान आहे, जिथे हा कचरा निर्माण होतो. स्रोतांचे दोन व्यापक श्रेणींमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते; मुख्य आणि किरकोळ स्रोत.

मुख्य स्रोत किरकोळ स्रोतांच्या तुलनेत नियमितपणे आणि जास्त प्रमाणात मुख्य स्रोत कचरा निर्माण करतात. या स्रोतांमध्ये रुग्णालये, आपत्कालीन काळजी सुविधा, डायलिसिस केंद्रे, रक्तसंक्रमण केंद्रे, रक्तपेढ्या, क्लिनिकल प्रयोगशाळा, संशोधन प्रयोगशाळा, शवागार, पशुवैद्यकीय स्रोत समाविष्ट होतात; आणि नर्सिंग होम, वैद्यकीय दवाखाने, कॉस्मेटिक दवाखाने, घरगुती खबरदारी च्या, पॅरामेडिक्स आणि इतर संस्था किरकोळ स्रोतांमध्ये समाविष्ट होतात.

4.2.3.2 जैव-वैद्यकीय कचऱ्याची वैशिष्ट्ये

जैव वैद्यकीय कचरा त्याच्या निर्मितीचे स्रोत आणि पर्यावरणाला असलेल्या धोक्याच्या पातळीवर वैशिष्ट्यीकृत होतो. त्याचे दोन वर्गात वर्गीकरण करता येते; घातक टाकाऊ कचरा आणि घातक टाकाऊ नसलेला कचरा.

घातक टाकाऊ नसलेला कचरा हा कचऱ्याचा असा प्रकार आहे जो लोकांना आणि पर्यावरणाला थेट धोका देत नाही कारण ते मूलतः विषारी (toxic) नसतात. परंतु तरीही, त्यांना खुल्या भागात किंवा सांडपाण्याच्या पाईप्स मध्ये फेकले जाऊ नये कारण तसे करणे म्हणजे पर्यावरणास धोका निर्माण करण्याची जोखीम पत्करणे होय. घातक टाकाऊ नसलेला कचऱ्यामध्ये; वापरून खराब झालेले पाणी, कागदाचे डबे, पॅकेजिंग साठी वापरलेले जिन्नस, आणि वाया गेलेले खाद्यपदार्थ प्रामुख्याने असतात. हे टाकाऊ पदार्थ प्रामुख्याने विविध संस्था, हॉस्पिटल आणि आरोग्य सेवा केंद्रांची देखभाल यापासून निर्माण होतात. घातक टाकाऊ कचरा हा असा कचरा आहे ज्यामुळे लोकांना आणि पर्यावरणास थेट धोका निर्माण होतो कारण त्यांचा विषारी आणि संसर्गजन्य वैशिष्ट्ये असतात. विविध घातक कचऱ्यामध्ये खालील कचऱ्यांचे प्रकार समाविष्ट असू शकतात:

1. संसर्गजन्य कचरा: संसर्गजन्य कचऱ्यांमध्ये अनेक रोगजनक जंतू (जीवाणू, विषाणू, परजीवी, बुरशी इ.) मोठ्या प्रमाणात असतात जे मानवांसाठी धोका निर्माण करू शकतात. संसर्गजन्य कचऱ्यामध्ये मानवी/प्राण्यांचे ऊतक आणि संक्रमित रुग्णांचे मूल आणि विष्ठा यांचा समावेश होतो, तसेच रक्ताने भिजलेल्या पट्ट्या, सर्जिकल हातमोजे, लसीकरण करण्यासाठी वापरले जाणारे स्वेब, अलगाव वाईड कचरा, संक्रमित रुग्णाच्या संपर्कात असलेली उपकरणे इ. गोष्टींचा ही त्यात समावेश होतो



छायाचित्र 4.5: संसर्गजन्य कचरा

2. **पॅथॉलॉजिकल कचरा:** मानवी ऊतक किंवा द्रव्य उद्ग. शरीराचे अवयव, रक्त आणि इतर शरीर द्रव्य, गर्भक इ.
3. **फार्मास्युटिकल कचरा:** यात कालबाह्य तारखेची औषधे, दूषित औषधी बाटल्या, बॉक्स इ. असतात.
4. **किरणोत्सर्गी कचरा:** जेथे किरणोत्सर्गी समस्थानिकांचा (radioactive isotopes) उपचारासाठी वापर केला जातो त्यापासून किरणोत्सर्गी कचरा तयार होतो. ह्यात अणु औषधोपचार, कर्करोग उपचार आणि वैद्यकीय उपकरणे ह्यांचा वापर होतो. किरणोत्सर्गी कचऱ्यामध्ये मानवी आरोग्यास हानी पोहोचवण्याची क्षमता आहे.
5. **इतर कचरा:** वैद्यकीय सुविधांमध्ये निर्माण होणारा कचरा सामान्य घरगुती किंवा कार्यालयीन कचऱ्यापेक्षा फार वेगळा नाही. कचरा, कागद, प्लास्टिक, द्रव आणि वरील तीन कचरा प्रकारांमध्ये समाविष्ट नसलेला कचरा या श्रेणीत येतो.

4.3 उद्योगांमधील धातू कचरा आणि गैर धातू कचरा (वंगण, प्लास्टिक, रबर)

औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये दररोज मोठ्या प्रमाणावर मिश्र धातू, स्टील, अल्युमिनियम, तांबे, जस्त, शिसे इत्यादी अनेक प्रकारचे जड धातू वापरल्या जातात. वेगवान औद्योगिकीकरणामुळे या धातूंची मागणी वाढली आहे, त्याच वेळी, उच्च दर्जाच्या धातूंचा साठा देखील कमी होत आहे. विविध औद्योगिक प्रक्रियांदरम्यान धातूच्या कचऱ्याचे विविध स्वरूपे निर्माण होतात. जड धातू जसे Au, Ag, Ni, Mo, Cu, Zn, Cr इत्यादी धातू टाकाऊ धातू पदार्थांमध्ये आढळतात. हे मौल्यवान धातू या कचऱ्याच्या पदार्थांमधून पुनर्वापर प्रक्रियेद्वारे जसे की कॅल्सीनेशन, भाजणे, वितळवणे, शुद्ध करणे इ. मधून पुनर्चक्रित होऊन पुन्हा वापरात येऊ शकतात. सूक्ष्म जंतू जसे पेनिसिलियम, तसेच एस्पेरगिलस ऍसिड, थिओबॅसिलस ट्रायॉक्सेन, लेट्रोस्पायरल, फेरोक्सिडेज आणि सल्फ्यूरस ऍसिड चा वापर धातू पुनर्प्राप्त करण्यासाठी केला जातो. धातूंचे गुणधर्म कमी केल्याशिवाय त्यांचा अनेक वेळा पुनर्वापर करता येतो. . “अमेरिकन आयर्न आणि स्टील इन्स्टिट्यूट (AISI)” च्या अहवालानुसार, स्टील ही पृथ्वीवरील सर्वाधिक पुनर्वापर केलेली सामग्री आहे. इतर अनेक वेळा पुनर्नवीनीकरण केलेल्या धातूंमध्ये अल्युमिनियम, तांबे, चांदी, पितळ आणि सोन्याचा समावेश होतो. त्याच्या पुनर्वापराच्या गुणधर्मांमुळे, स्कॅप/कचरा धातूचे मूल्य प्राप्त होते , ज्यामुळे लोकांना ते विक्री आणि पुनर्वापरासाठी गोळा करण्यास उत्तेजन देते. आर्थिक फायद्यांव्यतिरिक्त, पुनर्वापराचा पर्यावरणवर ही परिणाम होतो. स्कॅप धातूचे पुनर्वापर, आपल्याला नैसर्गिक संसाधने जतन करण्यास सक्षम करते. त्याचा सामाजिक प्रभाव देखील आहे, कारण ते समाजात रोजगार निर्माण करण्यास मदत करते. पुनर्वापर प्रक्रियेत स्कॅप धातूंचा संग्रह करणे , मिश्र स्कॅप धातूच्या प्रवाहातून वर्गीकरण करणे, त्यावर प्रक्रिया करणे, मोठ्या भट्टीत वितळवणे, शुद्धीकरण करणे, घन स्वरूपात आणणे आणि मग त्याची वाहतूक करणे इ. प्रक्रिया समाविष्ट होतात.

4.3.1 उद्योगांमधील गैर धातू कचरा (वंगण, प्लास्टिक, रबर)

गैर धातू कचऱ्याच्यामध्ये मोठ्या प्रमाणात कागद, लाकूड, वंगण, प्लास्टिक, काच, रबर टेक्सटाइल्स, प्रिंटेड सर्किट बोर्ड इ. समाविष्ट होतात. वाढत्या ग्राहकांच्या मागणीमुळे या कचऱ्याची निर्मिती दिवसेंदिवस वाढत आहे. या कचऱ्याच्या साहित्याची पुनर्वापर प्रक्रिया गुंतागुंतीची आणि महाग आहे, परिणामी साठ्यांचे आणि लँडफिलचे प्रमाण वाढते.



छायाचित्र 4.6: गैर धातू कचरा

4.3.1.1 वंगण

हा एक पदार्थ आहे जो विविध यांत्रिक भागांमधील घर्षण कमी करण्यासाठी वापरला जातो आणि त्याद्वारे यांत्रिक भागांचा नाश होण्याची प्रक्रिया कमी करून त्यांचे आयुष्य वाढते ज्यामुळे उर्जा आणि संसाधनांची बचत होते. वंगण द्रव (तेल, पाणी इ.), वायू (हवा), किंवा अगदी सेमीसॉलिड (ग्रीस) रूपांमध्ये देखील असू शकतात. त्याचा वापर करण्याच्या प्रकारावर वंगण ऑटोमोटिव्ह, औद्योगिक आणि सागरी तेले म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकतात. वापरलेली तेले जसे की इंजिन वंगण तेल, हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ आणि गिअर तेल जे कार, बाइकमध्ये किंवा गवत छाटणी मध्ये वापरतात, जर त्यांची पुनर्प्रक्रिया केली गेली नाही किंवा योग्यरित्या विल्हेवाट लावली गेली नाही तर ते प्रदूषणाकरता कारणीभूत ठरतात. वापरले गेलेले तेल पुन्हा शुद्धीकरण करून वंगण मध्ये परिवर्तित केले जाऊ शकते, आणि कच्चा माल म्हणून शुद्धीकरण आणि पेट्रोकेमिकल्स प्रक्रियांमध्ये वापरले जाऊ शकते.

4.3.1.2 प्लास्टिक

आपल्यापैकी बरेच जण दररोज प्लास्टिक पिशव्या वापरतात, पातळ प्लास्टिक पिशव्या जवळजवळ आपण भेट देत असलेल्या किरकोळ विक्रेत्याजवळ असतात. जेव्हा आपण खरेदी करत असतो, तेव्हा आपण जवळजवळ हमी देऊ शकता की आपण वस्तूभंडार सोडतांना नवीन वस्तूनी भरलेल्या प्लास्टिकच्या पिशव्यांसह बाहेर पडू. आपल्या सर्वांना माहित आहे की, बहुतेक प्लास्टिक अ-जैव विघटनीय आहेत. प्लास्टिक प्रदूषण ही एक जागतिक आपत्ती आहे आणि दुर्दैवाने ती मानवनिर्मित आहे. सागरी प्लास्टिक प्रदूषणामुळे विशेषतः पर्यावरणीय प्रणालीला प्रचंड त्रास होत आहे. समुद्रातील 31 सस्तन प्राणी प्रजातींद्वारे प्लास्टिक खाल्ले जाते, तर समुद्री पक्ष्यांच्या 100 पेक्षा जास्त प्रजाती आहेत ज्यांनी प्लास्टिक च्या अनेक वस्तू गिळून पोटात घातल्या आहेत. अंतर्भूत प्लास्टिकच्या वस्तू. 250 पेक्षा जास्त प्रजाती प्लास्टिक वस्तू खाऊन जंजाळात अडकल्या आहेत, आणि काही समुद्री प्रजातींमध्ये अंदाजे आठ टक्के दराने प्लास्टिक शरीरात अंतर्भूत झाले आहे. ह्या दराला रोखण्यासाठी ज्यूट पिशव्या किंवा कागदी पिशव्या वापरणे किंवा स्वतःच्या पर्यावरणपूरक पिशव्या बनवणे आणि वापरणे हा एक उत्तम उपाय आहे. आपण स्वतः बनवलेली आणि पर्यावरणास अनुकूल अशी बॅग आपण घेऊन फिरत आहोत याचा आपल्याला पुरक अभिमान वाटला पाहिजे. प्लास्टिक कचऱ्याच्या वाढत्या वस्तुमानामुळे आणि त्याच्या अयोग्य व्यवस्थापनामुळे जागतिक परिसंस्थेचे लक्षणीय नुकसान होत आहे. काही मुख्य नियम, तसेच पुनर्वापर तंत्रज्ञानाच्या वापरामुळे या धोक्याला आळा घालण्यास मदत होत आहे.

4.3.1.3 रबर

इतर कोणत्याही पॉलिमर साहित्याप्रमाणे, उच्च लवचिकता, अतिशय टिकाऊ आणि पर्यावरणीय अभिकर्त्याला उच्च प्रतिकार यासारख्या अद्वितीय गुणधर्मांमुळे रबर देखील अनेक अनुप्रयोगांमध्ये आवश्यक सामग्रींपैकी एक आहे. या गुणधर्मांमुळे, हे ऑटोमोबाईल क्षेत्र, आरोग्यसेवा, घरगुती गोष्टी इत्यादींमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. तथापि, रबराच्या ह्या अनोख्या गुणधर्मांमुळे त्याचे सहजपणे विघटन करणे खूप कठीण बनते. रबर उत्पादनांची मागणी वाढत असल्यामुळे, रबर कचऱ्यामध्ये सतत वाढ होत आहे आणि तो जागतिक पातळीवर पर्यावरणासाठी मोठा धोका बनला आहे. रबरच्या कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्याच्या सामान्य पद्धतींपैकी लॅंडफिल साठे आणि खुल्या जागेत दहून ह्या प्रक्रियांमुळे पाणी, वायू आणि माती प्रदूषण करतात. म्हणूनच, या रबर कचऱ्याचे शाश्वत पद्धतीने व्यवस्थापन करणे फार महत्वाचे आहे, त्यासाठी पुनर्वापर, पुनर्चक्रित करणे, पुनर्प्राप्ती आणि पायरोलिसिस प्रक्रिया अमलात आणायला हव्यात. झिजलेल्या रबरचा पुन्हा वापर करावा, जसे टायर्स पुन्हा चालवण्यायोग्य बनवून पुन्हा वापरणे. रबर कचऱ्याला पुनर्चक्रित करणे म्हणजे टाकून दिलेल्या रबरचा वापर करणे समाविष्ट आहे, ज्यात धूप नियंत्रण (erosion control), बँक वॉटर आणि फ्लोटेशन उपकरण, सिमेंट कॉंक्रीट, बिटुमेन उत्पादने इ अनुप्रयोगांसाठी वापर समाविष्ट आहे. पुनर्प्राप्ती पद्धतीमध्ये, रबर कचरा तापमान प्रक्रिया जसे वाफ उत्पादन, सिमेंट भट्टी इ. प्रक्रियांमध्ये स्रोत म्हणून, तसेच पायरोलिसिस प्रक्रियेमध्ये वायू, तेल, स्टील इ. मिळवण्यासाठी सुद्धा रबर कचरा एक स्रोत म्हणून वापरल्या जातो.

4.4 संकलन आणि विल्हेवाट

MSW (3R, तत्त्वे, ऊर्जा पुनर्प्राप्ती, सॅनिटरी लैंडफिल), घातक टाकाऊ कचरा

महानगरपालिका घनकचऱ्यामध्ये (MSW) रोजच्या वस्तू असतात, ज्या आपण वापरतो आणि फेकून देतो. हा प्रामुख्याने आपल्या घरातून, शाळा, महाविद्यालये, कार्यालये, व्यवसाय केंद्रे, रुग्णालये इ. ठिकाणांहून जमा होत असतो. ह्याला दोन श्रेणींमध्ये वर्गीकृत करता येते : (i) अन्न आणि स्वयंपाकघरातील कचरा तसेच फुले, पाने, फळे, कागद इ. सारखा जैव-विघटन करण्यायोग्य कचरा, (ii) अ-जैव विघटनयोग्य कचरा जसे की बांधकाम आणि विध्वंस क्रिया कचरा, प्लास्टिक, काच, ई-कचरा इत्यादी. जलद शहरीकरणामुळे भारताला महापालिका घनकचरा व्यवस्थापन करण्याचे एक मोठे आव्हान भेडसावत आहे. घनकचरा व्यवस्थापनामध्ये तीन मूलभूत कार्यक्षम घटकांचा समावेश होतो : घनकचऱ्याचे संकलन, त्यावरील प्रक्रिया आणि त्याची विल्हेवाट.



छायाचित्र 4.7: संकलन आणि विल्हेवाट

4.4.1 महानगरपालिका घनकचरा संकलन

घनकचरा संकलन हा घनकचरा व्यवस्थापनाचा पहिला कार्यात्मक घटक आहे. घनकचऱ्याचे संकलन करणे ही एक सार्वजनिक सेवा आहे आणि त्याचा सार्वजनिक आरोग्यावर आणि नगरे आणि शहरे ह्यांच्या नीटनेटके दिसण्यावर मोठा परिणाम होतो. संकलन हे घनकचरा व्यवस्थापनाचे पहिले मूलभूत कार्य आहे. निवासी, संस्थात्मक, व्यावसायिक, सार्वजनिक उद्याने यासारख्या ठिकाणांहून घनकचरा गोळा करणे आणि औद्योगिक क्षेत्रातून देखील कचऱ्याचे संकलन करणे यात संदर्भित आहे.

घनकचरा संकलनाची खाली विषद केलेली मूलभूत संकलन पद्धत सेवेच्या उपलब्धतेच्या आधारावर अमलात आणली जाऊ शकते :

द्वारोदारी जाऊन संकलन: ही घनकचरा संकलनाची सर्वात जास्त वापरली जाणारी प्रणाली आहे. पूर्व-सूचित वेळेनुसार आणि वेळापत्रकानुसार हे नियमितपणे केले जाते.

रस्त्याच्या कडेवरून आणि गल्लीतून संकलन: या प्रणालीमध्ये, कचरा निर्माण करणारे कचरा पेटीमध्ये टाकतात नंतर प्रक्रियेच्या ठिकाणी, बदलीच्या ठिकाणी किंवा कचऱ्यांची विल्हेवाट लावण्याच्या ठिकाणी नेली जाते. किंवा कचरा पिशव्या रस्त्याच्या कडेवर किंवा गल्लीमध्ये पूर्व-निर्धारित दिवशी/किंवा गोळा करण्यासाठी ठेवतात.

खंड संकलन प्रणाली (block) : या प्रणालीमध्ये, कचरा निर्माण करणारे अभिकर्ता त्यांचा कचरा संकलन वाहनापर्यंत आणण्यासाठी जबाबदार असतात.

सामुदायिक व्यवस्था: या प्रणालीमध्ये संकलन ठिकाण /पेटी सार्वजनिक ठिकाणी स्थित असते आणि कचरा निर्माण करणाऱ्यांना त्यांचा कचरा नियुक्त ठिकाणी/पेटीमध्ये आणून टाकणे आवश्यक असते.

कार्याच्या पद्धतीवर आधारित, संकलन ठिकाणांहून घनकचरा गोळा करण्याच्या पद्धती दोन प्रकारच्या असू शकतात; (i) खेचत नेण्याच्या पेट्या पद्धती आणि (ii) स्थिर पेटी पद्धती

खेचत नेण्याच्या पेट्या पद्धतीमध्ये, एक रिक्त पेटी ज्यात कचरा टाकता येईल, ती नेली जाते आणि ती भरल्यानंतर तिला बाजूला करून त्या जागी पुन्हा रिक्त पेटी कचरा भरण्याकरता ठेवली किंवा लटकवली जाते. नंतर कचऱ्याने भरलेली पेटी प्रक्रियेच्या ठिकाणी, बदलीच्या ठिकाणी किंवा कचऱ्यांची विल्हेवाट लावण्याच्या ठिकाणी नेली जाते.

स्थिर पेटी पद्धतीमध्ये, कचरा साठवण्यासाठी वापरलेली पेटी एकाच ठिकाणी असते, संकलन करणारे वाहन पेटीच्या बाजूला थांबून, वाहनातील कर्मचारी पेटीतील कचरा वाहनात ओततो आणि स्थिर पेटी रिकामी करतो. त्यानंतर कचऱ्याने भरलेले वाहन प्रक्रियेच्या ठिकाणी, बदलीच्या ठिकाणी किंवा कचऱ्यांची विल्हेवाट लावण्याच्या ठिकाणी नेले जाते.

4.4.2 महानगरपालिका घनकचरा (MSW) विल्हेवाट

घनकचऱ्याची विल्हेवाट लावणे हा संकलन आणि कचरा प्रक्रियेनंतर घनकचरा व्यवस्थापनाचा तिसरा कार्यात्मक घटक आहे. पूर्वी नदी आणि समुद्रात कचरा टाकून त्याची विल्हेवाट लावली जात असे. सध्या आधीच पर्यावरणीय समस्या भेडसावत असल्याने, तसे करण्याला परवानगी नाही. मात, मोकळ्या जागेत कचरा टाकणे आणि कचऱ्याला जाळणे भारतातील सर्वात लोकप्रिय पद्धतींपैकी आहेत ज्या अव्याहत सुरू आहेत. बहुतेक शहरे आणि नगरे कचऱ्याची विल्हेवाट शहराच्या बाहेरील खुल्या सखल भागात लावतात, जे मानवी आरोग्य आणि पर्यावरणास हानिकारक ठरते. रस्त्याच्या कडेला फेकला जाणारा कचरा, कधी नाल्यांमधून ओसंडून वाहणारा किंवा नदीच्या पृष्ठभागवार तरंगणारा कचरा दिसणे ही बाब भारतात खूप सामान्य आहे. सध्या सॅनिटरी लॅंडफिल पद्धत महापालिकेच्या घनकचऱ्याच्या विल्हेवाटीसाठी सामान्यतः वापरली जात आहे.

4.4.3 3R तत्त्वे

कचरा कमी करणे, पुनर्वापर करणे आणि संसाधने आणि उत्पादनांचे पुनर्वापर करण्याच्या तत्त्वाला 3Rs (3Rs- Reduce, Recycle, Reuse) म्हणतात. सर्व 3R आपल्याला फेकलेल्या कचऱ्याचे प्रमाण कमी करण्यास मदत करतात. हे घनकचरा व्यवस्थापनाच्या तत्त्वांपैकी एक आहे. मूलतः, 3R संकल्पना म्हणजे कचऱ्याचे योग्य व्यवस्थापन कसे करावे यावरील चरणांचा क्रम आहे.

3R पैकी पहिला R, कमी करणे (Reduce) हा घनकचरा व्यवस्थापित करण्याचा सर्वोत्तम मार्ग आहे. हे अगदी सोपे आहे, आपण जितका कमी वापर कराल तितका कमी कचरा आपण तयार कराल. हे खालील प्रकारे अमलात आणले जाऊ शकते:

- उत्पादनाच्या पॅकेजिंगमधून निर्माण होणारा कचरा कमी करण्यासाठी कमी पॅकेजिंगसह उत्पादने खरेदी करणे.
- कागदी प्लेट्स, कप, नॅपकिन्स जे वापरून फेकण्यासाठी असतात त्यांचा वापर टाळणे.
- वारंवार विल्हेवाट टाळण्यासाठी टिकाऊ वस्तू खरेदी करणे.
- शक्य असेल तेथे संप्रेषणासाठी इलेक्ट्रॉनिक मेल वापरणे.

3R पैकी दुसरा R, पुनर्वापर करणे आहे (Reuse). उत्पादनांचा पुनर्वापर करणे आर्थिक आणि पर्यावरणीय दृष्ट्या अर्थपूर्ण आहे. आपण फेकण्यापेक्षा एखादी वस्तू पुन्हा वापरल्यास ती लॅंडफिलचा कचरा कमी करण्यास मदत करते. कधीकधी यात सर्जनशीलता अंतर्भूत असते.

- विविध प्रकारे उत्पादनांचा पुनर्वापर करा. उदाहरणार्थ, टिफिन पॅक करण्यासाठी कॉफी कॅन वापरा; सहलीला नेणाऱ्या थाळ्या म्हणून प्लास्टिक मायक्रोवेव्ह जेवणाच्या थाळ्या वापरा.
- जुने कपडे, उपकरणे, खेळणी आणि फर्निचर विक्री किंवा धर्मादाय संस्थांना दान करा. कागदी कपडेवरील सिरेमिक कॉफी मग वापरा.
- किराणा पिशव्या वापरा किंवा आपल्या स्वतःच्या पिशव्या किराणा दुकानात आणा. आपल्याला गरज असल्याशिवाय किराणा दुकानातून प्लास्टिक बॅग घेऊ नका.

3R पैकी अंतिम आणि कदाचित सर्वात प्रसिद्ध R म्हणजे पुनर्चक्रित करणे (Recycle). यात जुन्या आणि वापरलेल्या साहित्यापासून पुनर्चक्रित प्रक्रियेने नवीन उत्पादने तयार करता येतात. आपल्या घरात आणि कार्यालयात खालील पद्धतीने पुनर्चक्रित प्रक्रिया करता येतात :

- पुनर्वापर केलेल्या साहित्यापासून उत्पादने खरेदी करा.
- कार्यालयीन पुरवठा, उपकरणे इत्यादीसाठी पुनर्प्रक्रिया केलेले साहित्य खरेदी करा.
- लेटरहेड, कॉपीअर पेपर, माहितीपत्र इत्यादींसाठी पुनर्वापर केलेले कागद वापरा.

4.4.4 ऊर्जा पुनर्प्राप्ती

कचऱ्यापासून ऊर्जा पुनर्प्राप्ती म्हणजे कचऱ्याचे ऊर्जेच्या विविध प्रकारांमध्ये रूपांतरण करणे, जसे उष्णता, वीज, इंधन इ. हे ज्वलन, गॅसिफिकेशन, एनारोबिक विघटन इ. विविध प्रकारच्या प्रक्रियांद्वारे केले जाते. नगरपालिका घनकचरा (MSW) मध्ये सेंद्रिय तसेच अजैविक दोन्ही पदार्थ असतात. त्याच्या सेंद्रिय अंशांमध्ये असलेल्या सुप्त ऊर्जेची योग्य कचरा प्रक्रिया आणि उपचार तंत्रज्ञान वापरून पुनर्प्राप्त केली जाऊ शकते. ऊर्जेच्या पुनर्प्राप्ती व्यतिरिक्त, खाली नमूद केल्याप्रमाणे काही अतिरिक्त फायदे आहेत:

- कचऱ्याची रचना आणि वापरलेल्या तंत्रज्ञानाच्या आधारावर कचऱ्याचे एकूण प्रमाण जवळजवळ 60% ने 90 % ने कमी होऊ शकते.
- लॅंडफिलिंगसाठी जमिनीची मागणी कमी होते. दूरच्या लॅंडफिल क्षेत्रापर्यंत कचरा नेण्याच्या वाहतुकीचा खर्च देखील प्रमाणानुसार कमी होतो.
- पर्यावरण प्रदूषणात एकूणच घट होते.

म्हणून, कचऱ्यापासून ऊर्जा पुनर्प्राप्तीचा पर्याय खुला ठेवला जाऊ शकतो आणि 3R संकल्पनेसह कचरा व्यवस्थापनाच्या सर्व योजनेत समाविष्ट केला जावा हे अपेक्षित आहे. कचऱ्याच्या सेंद्रिय अंशातून (जैव विघटनयुक्त तसेच गैर जैव विघटनयुक्त) मुळात खाली नमूद केलेल्या दोन पद्धतींद्वारे ऊर्जा पुनर्प्राप्त केली जाऊ शकते:

- थर्मो-केमिकल रूपांतरण:** या प्रक्रियेत, सेंद्रिय पदार्थाचे उष्णता विघटन करून एकतर उष्णता ऊर्जा किंवा इंधन तेल किंवा वायू तयार होतो. ही प्रक्रिया सेंद्रिय अ-जैवविघटनीय पदार्थांची उच्च टक्केवारी ज्यांच्यात कमी आर्द्रता असते, अशा कचऱ्यासाठी उपयुक्त असते. या श्रेणीतील मुख्य तांत्रिक पर्यायांमध्ये भस्मीकरण आणि पायरोलिसिस/ गॅसिफिकेशन यांचा समावेश आहे.
- जैव-रासायनिक रूपांतरण:** या प्रक्रियेत सेंद्रिय पदार्थ सूक्ष्मजीव क्रियेद्वारे विघटित होऊन मिथेन वायू तयार करतात. ह्या प्रक्रियेला उच्च टक्केवारी असलेल्या सेंद्रिय जैव विघटन करण्यायोग्य पदार्थांसाठी आणि जास्त आर्द्रता असलेल्या कचऱ्यासाठी प्राधान्य दिले जाते जी सूक्ष्मजीव क्रियांना मदत करते. या श्रेणीतील मुख्य तांत्रिकी पर्याय म्हणजे एनारोबिक (oxygen वायू च्या अनुपस्थितीत) विघटन.

ऊर्जा पुनर्प्राप्तीवर परिणाम करणारे मापदंड: कचऱ्या (MSW सह) पासून ऊर्जा पुनर्प्राप्तीवर परिणाम करणारे मुख्य मापदंड आहेत: कचऱ्याचे प्रमाण आणि त्याची भौतिक आणि रासायनिक वैशिष्ट्ये (गुणवत्ता). ऊर्जेचे प्रत्यक्ष उत्पादन वरील दोन मापदंडांव्यतिरिक्त, विशिष्ट उपचार प्रक्रियेवर अवलंबून असते.

4.4.5 सॅनिटरी लँडफिल

सेनेटरी लँडफिल ही कचरा विल्हेवाट लावण्याची एक पद्धत आहे जी आजकाल वारंवार वापरली जाते. ही कचऱ्याचे दफन करण्याची अभियांत्रिकी पद्धती आहे. त्यात मूलतः जमिनीवर कचरा पसरवणे, त्याला संकुचित करणे आणि कामाच्या दिवसाच्या सरतेशेवटी किंवा योग्य अंतराने मातीने झाकणे समाविष्ट असते. साधारणपणे लँडफिल च्या दोन पद्धती आहेत ; क्षेत्र पद्धत आणि खंदक पद्धत. क्षेत्र पद्धत वापरली जाते जेव्हा उत्खनन करणे शक्य नसते, विशेषतः जेव्हा भूजल स्तर उंच असतो. जेव्हा उत्खनन शक्य असेल तेव्हा खंदक पद्धत वापरली जाते. या पद्धतीचा फायदा असा आहे की खंदकामधून खोदून निघालेली माती पुन्हा तिथेच आच्छादन करायला किंवा झाकायला तयार असते. सॅनिटरी लँडफिल ठिकाणे पर्यावरणापासून अलिप्त ठेवल्या जातात जोपर्यंत ते सुरक्षित बनत नाहीत. जेव्हा ते पूर्णपणे जैविक, रासायनिक आणि भौतिक दृष्ट्या विघटित होते तेव्हा ते पर्यावरणासाठी सुरक्षित मानले जाते. सॅनिटरी लँडफिलच्या उप उत्पादन म्हणून तयार होणारा वायू ज्वलनासाठी इंधन म्हणून वापरला जाऊ शकतो किंवा ते दुसऱ्या इंधन प्रक्रियेत वापरले जातात.

4.4.6 घातक टाकाऊ कचरा

उद्योग, रुग्णालय, घरगुती कचरा ज्यात विषारी हानिकारक पदार्थ असतात त्याला घातक टाकाऊ कचरा म्हणून ओळखले जाते. हा कचरा घन, द्रव किंवा वायूच्या स्वरूपात असू शकतो. हा कचरा जर व्यवस्थित व्यवस्थापन न करता तसाच ठेवला तर मानवी आरोग्यावर आणि पर्यावरणावर अत्यंत हानिकारक परिणाम करू शकतो. घातक कचऱ्याची अयोग्य साठवण किंवा विल्हेवाट भूजल आणि भूतलावरील पाणी दूषित करण्यास कारणीभूत ठरते. हे जमीन प्रदूषणाचे अत्यंत घातक स्रोत देखील असू शकते. अनेक कीटकनाशके, तणनाशके, पेट्स, औद्योगिक सॉल्व्हेंट्स, फ्लोरोसेंट लाइट बल्ब आणि पारा असलेली बॅटरी ह्या घातक टाकाऊ कचऱ्यात वर्गीकृत केली जातात, तसेच वैद्यकीय कचरा उत्पादने जसे की सूक्ष्म जीव कल्चर, मानवी ऊतक, दूषित हातमोजे, तीक्ष्ण साधने,, पीपीई किट इ.

घातक टाकाऊ कचऱ्याच्या हानिकारक गुणधर्मांमुळे, नेहमीच्या सामान्य मार्गाने विल्हेवाट लावली जाऊ शकत नाही. कचऱ्याच्या भौतिक आणि रासायनिक स्थितीवर अवलंबून, उपचार आणि घनपदार्थ रूपांतरण प्रक्रिया आवश्यक असू शकतात. घातक कचऱ्यावर वैज्ञानिक मार्गाने प्रक्रिया करणे आवश्यक आहे. घातक टाकाऊ कचऱ्यामध्ये प्रज्वलनशीलता, प्रतिक्रियात्मकता क्षय आणि विषारी असणे ह्यांपैकी काही गुणधर्म असू शकतात.



छायाचित्र 4.8: धोकादायक कचरा

घातक टाकाऊ कचऱ्याची विल्हेवाट

घातक टाकाऊ कचऱ्याची योग्य पद्धतीने विल्हेवाट लावणे नागरिक आणि व्यवसायी मालक दोघांसाठीही अत्यंत आवश्यक आहे. पुरातनकाळापासून या कचऱ्याची नियमितपणे लँडफिलमध्ये विल्हेवाट लावली जात होती. ह्यामुळे कचऱ्यातील रसायने सतत जमिनीत झिरपत होती आणि नैसर्गिक पाण्याची व्यवस्था दूषित करीत होती त्यामुळे मानवांसाठी तसेच प्राण्यांसाठी आणि जलीय जीवांसाठी हानिकारक सिद्ध होत होती. म्हणूनच, घातक कचऱ्यांची योग्यरित्या विल्हेवाट लावणे अत्यंत आवश्यक आहे जेणेकरून हे हानिकारक परिणाम शक्य तितके कमी करता येतील. या कचऱ्याच्या सुरक्षित विल्हेवाटीसाठी खाली चर्चा केलेल्या काही पद्धती अवलंबल्या जाऊ शकतात :

भस्मीकरण: उच्च तापमानात कचरा सामग्री जाळून विषारी कचरा नष्ट होऊ शकतो, परंतु ही भस्म करण्याची पद्धत विषारी वायू सोडते जी आपल्या पर्यावरणावर परिणाम करू शकते. तथापी आजकाल अधिक प्रभावी भस्मीकरण उपकरणे विकसित केले गेले आहेत जे हवेत आकाशात होणाऱ्या वायूंच्या उत्सर्जनाचे प्रमाण मर्यादित करतात. ज्वलनशील कचरा देखील जाळला जाऊ शकतो आणि उर्जा स्त्रोत म्हणून वापरला जाऊ शकतो.

पुनर्चक्रित करणे : घातक कचऱ्याचे प्रमाण कमी करण्यासाठी ही एक उत्तम पद्धत आहे. वापरलेली सामग्री फेकून देण्याऐवजी पुन्हा वापरण्याचा आपण प्रयत्न केला पाहिजे, परंतु त्यासाठी काही सर्जनशीलता आवश्यक असू शकते. बहुतेक ज्वलनशील पदार्थ औद्योगिक इंधनात पुनर्चक्रित करता येतात. काही पदार्थ ज्यात धोकादायक घटक असतात, तेही पुनर्चक्रित केले जाऊ शकतात, उदाहरणार्थ लेड एसिड बॅटरी इ.

सामायिक करणे किंवा दान करणे: जर तुमच्याकडे काही अतिरिक्त वस्तू किंवा सामान असेल आणि ते निरुपयोगी वाटत असेल, तर इतरांना ते वापरण्याकरता किंवा दान म्हणून दिले जाऊ शकते, ज्यांना त्याची गरज आहे. वापरण्याकरता देऊन किंवा दान करून, आपण घातक कचरा निर्मिती कमी करू शकाल.

4.5 वायू गुणवत्ता कायदा 2004, वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा 1981 आणि पाणी (प्रतिबंध आणि प्रदूषण नियंत्रण) कायदा 1974.

वायू गुणवत्ता कायदा 2004, हा सरकारी राजपत्र, दक्षिण आफ्रिका प्रजासत्ताक खंड 476, 24 फेब्रुवारी 2005 रोजी, कायदा क्रमांक 39, 2004 अंतर्गत अधिसूचित करण्यात आला.

कायदा:

पर्यावरणाचे संरक्षण करण्यासाठी हवेच्या गुणवत्तेचे नियमन करणाऱ्या कायद्यात वाजवी सुधारणा करणे; प्रदूषण आणि पर्यावरणीय न्हास रोखण्यासाठी आणि पर्यावरणीय सुरक्षिततेसाठी उपाययोजना करणे, न्याय्य आर्थिक आणि सामाजिक विकासाला चालना देताना शाश्वत विकास करणे; सर्व हवेच्या गुणवत्तेचे निरीक्षण, व्यवस्थापन आणि नियंत्रण करणाऱ्या मापदंडांचे राष्ट्रीय निकष विशद करून सरकारच्या सर्व स्तरातून विशिष्ट हवेच्या गुणवत्तेच्या उपायांसाठी, आणि त्या अनुषंगाने येणाऱ्या बाबींसाठी उपाययोजना प्रदान करण्यासाठी हा कायदा आहे.

कायद्याचा उद्देश:

(अ) वाजवी उपाय योजना अमलात आणून पर्यावरणाचे खालील बाबतीत रक्षण करणे-

- प्रजासत्ताकातील हवेच्या गुणवत्तेचे संरक्षण आणि सुधारणा;
- वायू प्रदूषण आणि परिसंस्थेचा न्हास प्रतिबंध; आणि
- न्याय्य आर्थिक आणि सामाजिक चालना देताना परिसंस्थेवद्दल शाश्वत विकास सुनिश्चित करणे; आणि

(ब) सामान्यतः दक्षिण आफ्रिकेच्या संविधानाच्या कलम 24 (ब) ला प्रभावी करण्यासाठी, हवेची गुणवत्ता सुधारण्यासाठी आणि त्यामुळे लोकांच्या आरोग्यासाठी आणि स्वास्थ्यासाठी हानिकारक नसलेले वातावरण सुनिश्चित करण्यासाठी .

कायद्याच्या विभागांमध्ये एकूण नऊ अध्याय समाविष्ट आहेत. अध्याय 1 हा व्याख्या आणि मूलभूत तत्त्वे विशद करतो; अध्याय 2 राष्ट्रीय योजना तसेच राष्ट्रीय, प्रांतीय आणि स्थानिक मानके ह्या बद्दल माहिती देतो; अध्याय 3 मध्ये संस्थात्मक आणि नियोजन बाबी; आणि अध्याय 4 मध्ये हवा गुणवत्ता व्यवस्थापन उपाय योजनांबद्दल चर्चा केली आहे; अध्याय 5 हा सूचीबद्ध क्रियाकलापांच्या परवान्याशी संबंधित आहे; तर अध्याय 6 मध्ये आंतरराष्ट्रीय हवेच्या गुणवत्ता व्यवस्थापन चे वर्णन आहे; 7 वा अध्याय गुन्हे आणि दंडाविषयी आहे; तर सामान्य बाबी अध्याय 8 मध्ये नमूद केल्या आहेत; अध्याय 9 मध्ये विविध इतर निगडित विषय मांडले आहेत.

वायू गुणवत्ता कायदा खाली दिलेल्या संकेतस्थळावरून प्राप्त होऊ शकतो :

[“https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema_amendment_act39.pdf”](https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema_amendment_act39.pdf)

4.5.1 वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा 1981

हा कायदा भारतीय संविधानाच्या अनुच्छेद 253 अन्वये आणि स्टॉकहोम परिषदेच्या निर्णयांच्या अनुषंगाने संमत करण्यात आला होता आणि संसदेने 32 व्या प्रजासत्ताक वर्षी लागू केला होता. याचा उद्देश वायू प्रदूषण रोखणे, नियंत्रित करणे आणि कमी करणे हा होय. हा कायदा देखील पन्नासहून अधिक विभागांसह एक व्यापक कायदा आहे.

उद्दिष्टे:

1. केंद्रीय आणि राज्य मंडळे स्थापन करणे आणि त्यांना हवेच्या गुणवत्तेचे आणि प्रदूषण नियंत्रणाचे निरीक्षण करण्याचे अधिकार देणे.
2. वायू प्रदूषण रोखणे, नियंत्रण करणे आणि कमी करणे.
3. मंडळांना अधिकार प्रदान करणे, कायद्यातील तरतुदींची अंमलबजावणी करणे आणि प्रदूषणाशी संबंधित मंडळाची कार्ये वाटून देणे.

वायू (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा 1981 मध्ये लागू करण्यात आला आणि 1987 मध्ये सुधारित करण्यात आला ज्यात भारतातील वायू प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण आणि ते कमी करण्याची तरतूद करण्यात आली. या कायद्यामध्ये काही संबंधित संज्ञा जसे की वायू प्रदूषण, वायू प्रदूषक, ऑटोमोबाईल, औद्योगिक संयंत्र इत्यादी परिभाषित केले आहेत.

मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषित क्षेत्रांना “वायू प्रदूषण नियंत्रण क्षेत्र” असे संबोधले आहे आणि जेथे कोणतीही औद्योगिक संयंत्र राज्य प्रदूषण मंडळाच्या (SPCB) पूर्व संमती किंवा परवानगीशिवाय चालवू शकत नाही. केंद्रीय आणि राज्य मंडळांना वायू प्रदूषण नियंत्रित आणि रोखण्याचे काम दिले जाते. प्रदूषण करणाऱ्याला हवा प्रदूषित करण्यापासून रोखण्यासाठी त्याला न्यायालयात शुल्क आकारण्याचे अधिकार राज्य मंडळांना आहेत. प्रदूषक पसरण्याचा परिसरात प्रवेश आणि तपासणी करण्याचे आणि प्रदूषकांच्या विश्लेषणासाठी नमुने गोळा करण्याचे अधिकार या मंडळांना दिले आहेत. ज्यात चिमणी, फ्लू, नलिका किंवा इतर कोणत्याही छिद्रामधून उत्सर्जित होणाऱ्या वायूंचे परीक्षण समाविष्ट आहे.

वायू प्रदूषण नियंत्रण 1981 खाली संकेतस्थळावरून प्राप्त करू शकता :

“<https://legislative.gov.in/sites/default/files/A1981-14.pdf>”

4.5.2 पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, 1974

पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा 1974 मध्ये जल प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण, आणि देशातील पाण्याचा संचय व निरोगी पौष्टिकता (wholesomeness) राखण्यासाठी हा कायदा तयार करण्यात आला. 1988 मध्ये या कायद्यात सुधारणा करण्यात आली. पाणी (प्रतिबंध आणि नियंत्रण प्रदूषण) उपकर कायदा 1977 मध्ये लागू करण्यात आला, जेणेकरून पाण्यावर उपकर लावणे आणि जमा करणे विशिष्ट प्रकारच्या औद्योगिक क्रिया करणाऱ्या आणि चालवणाऱ्या व्यक्ती किंवा संस्थांकडून उपकर वसूल करणे हा ही उद्देश आहे. केंद्रीय आणि राज्य मंडळांची संसाधने वाढवण्याच्या उद्देशाने, जल अंतर्गत प्रतिबंधित आणि जल प्रदूषणाचे नियंत्रण (प्रतिबंध आणि नियंत्रण प्रदूषण) कायदा, 1974 नुसार हा उपकर जमा केल्या जातो. या कायद्यामध्ये शेवटची सुधारणा 2003 मध्ये करण्यात आली.

हा कायदा जल प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रणासाठी तसेच पाण्याच्या निरोगी पौष्टिक पणाची देखभाल/संचय करण्याचे अधिकार प्रदान करतो, मंडळाच्या स्थापनेला आधार देतो ज्यात त्यांच्या उपक्रमांचे आणि हस्तक्षेप करण्याचे जल प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रणाच्या संदर्भातील अधिकार आणि कार्ये समाविष्ट आहेत.

कलम 51 अ (ग) नुसार नैसर्गिक पर्यावरण संरक्षण करणे हे भारतातील प्रत्येक नागरिकाचे मूलभूत कर्तव्य आहे. त्यात वन, तलाव, नद्या आणि वन्यजीव समाविष्ट आहेत आणि त्यासाठी करुणा असणे हे ही अपेक्षित आहे. भारतातील जल प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण करण्याच्या हेतूने पाणी कायदा तयार केला आहे.

उद्दिष्टे:

- हा कायदा जल प्रदूषणाच्या प्रतिबंध आणि नियंत्रणासाठी अधिकार प्रदान करतो.
- हा कायदा केंद्रीय आणि राज्य मंडळांची स्थापना निश्चित करतो आणि ही मंडळे कशी स्थापन करावी ह्याचे मार्गदर्शन करतो.
- हा कायदा प्रदूषण, सांडपाणी, व्यवसायामुळे प्रदूषण, वितरण आणि हार्डिगज यासारख्या संज्ञा परिभाषित करतो.
- हा कायदा केंद्र सरकारच्या मंडळांची कार्ये देखील प्रदान करतो.
- मंडळांना जलमाहिती मिळवण्याची, असलेल्या कोणत्याही प्रदूषणाचे नमुने घेण्याचा अधिकार आहे; अस्तित्वात असलेल्या उद्योग क्षेत्रातील आणि कोणत्याही क्षेत्रात संशोधन करण्याची, आणि कुठल्याही पाणी स्त्रोताच्या प्रवाह तसेच घनमान यांचे मोजमाप करण्याची, देखरेख ठेवण्याचा अधिकार ही त्यांना आहे.

4.6 केंद्रीय आणि राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका

केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (CPCB), ही एक वैधानिक संस्था, सप्टेंबर 1974 मध्ये, पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम, 1974 अंतर्गत स्थापन करण्यात आली. वायू (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम, 1981 अंतर्गत अधिकार आणि कार्ये CPCB ला सोपविण्यात आले. हे एक क्षेत्र निर्मिती म्हणून कार्य करते आणि पर्यावरण आणि वन मंत्रालयाला पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 मधील तरतुदी नुसार तांत्रिक सेवा देखील प्रदान करते

4.6.1 केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची संघटनात्मक रचना

केंद्रीय मंडळात खालील सदस्य असतात :

1. केंद्र सरकारकडून नामांकित करण्यात येणाऱ्या पर्यावरण संरक्षणाशी संबंधित बाबींमध्ये ज्ञान किंवा व्यावहारिक अनुभव असलेले पूर्णवेळ अध्यक्ष. 2. केंद्रसरकार कडून नामनिर्देशित केले जाणारे एक पूर्ण वेळ सदस्य-सचिव ज्याला पदुषण नियंत्रणाच्या अभियांत्रिकी आणि व्यवस्थापन पैलूंचे ज्ञान आणि अनुभव आहे. 3. राज्य मंडळाच्या सदस्यांपैकी पाचपेक्षा जास्त व्यक्ती तसेच कृषी मत्स्यपालन, कृषी -व्यापार इत्यादींच्या हिताचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी तीनपेक्षा जास्त गैर-अधिकारी सरकारद्वारे नामनिर्देशित केलेले नसावेत. 4. तपशीलवार संघटनात्मक रचनेसाठी www.cpcb.nic.in या वेबसाईटचा संदर्भ घेऊ शकता.

4.6.2 राष्ट्रीय स्तरावर केंद्रीय मंडळाची कार्ये

केंद्रीय मंडळाची कार्ये खाली नमूद केली आहेत:

- पाणी प्रतिबंध आणि नियंत्रणाशी संबंधित कोणत्याही विषयावर आणि वायू प्रदूषण आणि हवेची गुणवत्ता सुधारणे याबाबत केंद्र सरकारला सल्ला देणे.
- प्रतिबंध, नियंत्रणासाठी किंवा देशव्यापी कार्यक्रम राबवण्याची आणि वायू प्रदूषण कमी करणे याबद्दल योजना आणि कारणे देणे.
- राज्य मंडळाच्या क्रियाकलापांचे समन्वय साधणे आणि त्यांच्यातील विवादांचे निराकरण करणे.
- राज्य मंडळांना जल आणि वायू प्रदूषणाच्या समस्यांशी निगडित संशोधन आणि त्यांच्यासाठी प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा कमी करण्याचे उपाय आणि त्यांना अमलात आणणे ह्याकरता तांत्रिक मार्गदर्शन आणि प्रयोजन देणे.
- पाणी आणि वायू प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा कमी करण्याच्या कार्यक्रमात गुंतलेल्या व्यक्तींच्या प्रशिक्षणाची योजना आणि आयोजन करणे.
- जनसंपर्काद्वारे पाणी आणि वायू प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा कमी करणे ह्यावर व्यापक जनजागृती कार्यक्रम आयोजित करणे.
- जल आणि वायू प्रदूषणाशी संबंधित तांत्रिक आणि सांख्यिकीय माहिती गोळा करणे, संकलित आणि प्रकाशित करणे आणि त्यांचा प्रभावी प्रतिबंध, नियंत्रण किंवा कमी करण्यासाठी उपाय तयार करणे.
- सांडपाण्यावर प्रक्रिया आणि विल्हेवाट लावण्याबाबत, उद्योगातील सांडपाणी तसेच वायू चिमणी आणि नलिका साफ करणारे उपकरण, याबाबत नियमावली, कोड आणि मार्गदर्शक तत्वे तयार करणे.
- जल आणि वायू प्रदूषण, प्रतिबंध आणि नियंत्रण आणि त्यांच्याशी संबंधित बाबींच्या संदर्भात माहिती प्रसारित करणे.
- संबंधित राज्य सरकारांशी सल्लामसलत करून, प्रवाहासाठी किंवा विहिरीसाठी मानके, आणि हवेच्या गुणवत्तेसाठी मानके मांडणे, बदलणे किंवा रद्द करणे आणि
- भारत सरकारने इतर विहित केलेले कार्य करणे.

4.6.3 राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची (SPCB) रचना आणि भूमिका

प्रत्येक राज्याचे स्वतःचे प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (PCB) किंवा प्रदूषण नियंत्रण समिती (PCC) असते. संबंधित राज्याच्या कार्यक्षेत्रात पर्यावरणविषयक कायदे आणि नियम लागू करण्यासाठी हे स्थापित केले आहे. प्रत्येक PCB/PCC चे मुख्य कार्य म्हणजे शाश्वत विकासाबाबत लोकांमध्ये जागरूकता निर्माण करणे आणि सर्व भागधारकांच्या मदतीने राज्यातील प्रदूषणमुक्त वातावरणासाठी हातमिळवणी करणे. राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळ हे CPCB (केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळ) च्या देखरेखीखाली काम करते. CPCB ने SPCB ला त्यांचे सर्व कार्य आणि अधिकार प्रदान केले आहेत.

उद्दिष्टे: राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची मुख्य उद्दिष्टे खालीलप्रमाणे आहेत:

- नैसर्गिक संसाधनांचे संरक्षण सुनिश्चित करणे.
- राज्याच्या शाश्वत आर्थिक वाढीसाठी जागरूकता निर्माण करणे .
- पर्यावरण संरक्षण आणि सामाजिक समानता सुनिश्चित करणे.
- प्रभावी कचरा व्यवस्थापन तंत्र अमलात आणणे.
- फटाके, प्लास्टिक वापर, खाजगी वाहतूक इ. टाळण्यासाठी जनजागृती करणे.
- पेपर पिशव्या, सार्वजनिक वाहतूक वापर, सीएफएल दिवे, स्टील बाटल्या इ. चा वापर करण्यासाठी लोकांना प्रोत्साहित करणे.

मंडळाची कार्ये : SPCB चा प्राथमिक हेतू उद्योग आणि उद्योजकांनी पर्यावरणाचे सुरक्षित रक्षण करण्यासाठी आपली जबाबदारी पार पाडवी ह्या करता सहाय्य करण्यासाठी आहे. राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची प्रमुख कार्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

- सभोवतालच्या हवेच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन.
- पाण्याच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन.
- पर्यावरण प्रदूषण विचाराधीन ठेवून एनओसी (ना-हरकत प्रमाणपत्र) जारी करणे.
- वायू प्रदूषण कायदा 1981, कलम 21 च्या तरतुदी अंतर्गत संमती देणे.
- जल प्रदूषण कायदा 1974, कलम 25/26 तरतुदी अंतर्गत संमती देणे.
- पाणी उपकर अधिनियम 1977 च्या तरतुदीनुसार पाणी उपकराचे संकलन आणि मूल्यांकन करणे.
- महापालिका आणि औद्योगिक प्रदूषण स्त्रोतांचे मूल्यांकन, ओळख आणि नियंत्रण.
- जनजागृती कार्यक्रमाचे आयोजन करणे.
- प्रदूषण नियंत्रण तंत्रज्ञानाचा विकास करणे.
- उत्सर्जन आणि प्रदूषित मानकांची अधिसूचना देणे.
- थकबाकीदारांवर कायदेशीर कारवाई सुरू करणे.
- जैव-वैद्यकीय कचरा नियम, 1988, लागू करणे.
- घातक कचरा व्यवस्थापन नियम, 1989 अंतर्गत प्राधिकरण जारी करणे.

SPCB ला लागू असलेले कायदे: खालील कायदे SPCB च्या कार्यासाठी लागू आहेत:

- हवा /वायू (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, 1981.
- पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) उपकर कायदा, 1977.
- पर्यावरण संरक्षण कायदा, 1986.
- पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, 1974.

4.6.4 केंद्रशासित प्रदेशांसाठी राज्य मंडळ म्हणून केंद्रीय मंडळाची कार्ये

केंद्रशासित प्रदेशासाठी आणि केंद्रशासित प्रदेशासंदर्भात स्वतंत्र राज्य मंडळांची स्थापना केली जात नाही. म्हणून भारत सरकारच्या धोरणात्मक निर्णयानुसार, CPCB ने पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम, 1974 अंतर्गत, पाणी (प्रतिबंध आणि नियंत्रण प्रदूषण) उपकर अधिनियम, 1977 आणि हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम, 1981 अंतर्गत त्या त्या केंद्रशासित प्रदेशातील स्थानिक प्रशासनांकडे आपले अधिकार आणि कार्ये दिली आहेत. CPCB त्याच्या समकक्ष राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (SBPCB) सह केंद्रशासित प्रदेशांसाठी पर्यावरण प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण संबंधित कायदांच्या अंमलबजावणीसाठी जबाबदार आहे.

कार्ये: केंद्रशासित प्रदेशांसाठी राज्य मंडळ म्हणून केंद्रीय मंडळाची कार्ये खाली सारांशित केली आहेत :

- कोणत्याही परिसरात उद्योगाला जे एखाद्या प्रवाहाला किंवा विहिरीला कोणत्याही कारणामुळे प्रदूषित करण्याची शक्यता आहे किंवा वायू प्रदूषण करत आहे, त्यांना चालना देण्याच्या योग्यतेच्या संदर्भात केंद्रशासित प्रदेशांच्या सरकारांना सल्ला देणे.
- सांडपाणी आणि औद्योगिक सांडपाण्यावर उपचार प्रक्रिया करण्यासाठी तसेच ऑटोमोबाईल, औद्योगिक संयंले यातील उत्सर्जन व इतर कोणतेही प्रदूषण करणारे स्त्रोतांची मानके ठरवणे.
- घरातील सांडपाणी आणि औद्योगिक सांडपाण्याची विल्हेवाट लावण्यासाठी कार्यक्षम पद्धती विकसित करणे.
- घरातील सांडपाणी, औद्योगिक सांडपाणी आणि वायू प्रदूषण नियंत्रण उपकरणे विकसित करणे.
- केंद्रशासित प्रदेशांमधील कोणतेही क्षेत्र किंवा क्षेत्रे वायू प्रदूषण नियंत्रण क्षेत्र म्हणून ओळखणे आणि हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा 1981 अंतर्गत अधिसूचित करणे.
- सभोवतालच्या पाणी आणि हवेच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन करणे आणि सांडपाणी प्रक्रिया संस्थांची तपासणी करणे, वायू प्रदूषण नियंत्रण उपकरणे, औद्योगिक संयंल किंवा उत्पादन प्रक्रियांचे मूल्यांकन करण्याची कामगिरी आणि वायू आणि पाणी प्रदूषण प्रतिबंध, नियंत्रण आणि कमी करण्यासाठी पावले उचलणे.

4.7 कार्बन क्रेडिट, कार्बन पदचिन्ह (footprint) संकल्पना

कार्बन पदचिन्हाची संकल्पना परीस्थितीकीय (ecological) पदचिन्हाच्या जुन्या कल्पनेतून आली आहे, जी संकल्पना कॅनेडियन इकोलॉजिस्ट विल्यम रीस आणि स्विसमध्ये जन्मलेले प्रादेशिक नियोजक मॅथिस वॅकरनागेल यांनी ब्रिटिश कोलंबिया विद्यापीठात प्रथम मांडली. हरितगृह वायू उत्सर्जनाचे मुख्य कारण (GHG- green house gases) आहे मानवी क्रियाकलाप. हवामानातील बदल आणि जागतिक तापमानवाढीचा परिणाम ही ह्यामुळे होतो. हवामानात वीज, जीवाश्म इंधन, जंगलतोड इत्यादींच्या वापरावर मनुष्याच्या अवलंबित्वामुळे बदल होत आहे.

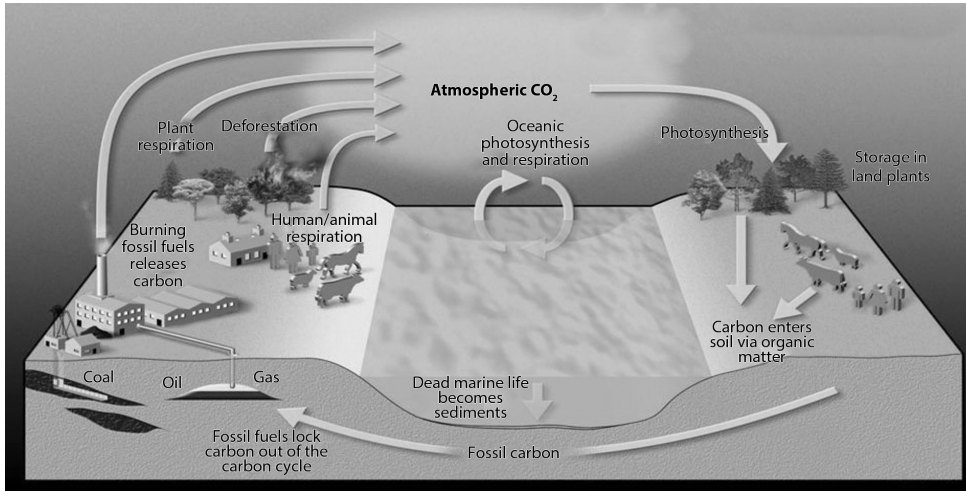
कार्बन-डायऑक्साइड (CO_2), मिथेन (CH_4), नायट्रस ऑक्साईड (N_2O) आणि फ्लोरिनेटेड वायू हे सामान्य GHGs आहेत. कार्बन पदचिन्ह म्हणजे हरितगृह वायूंचे प्रमाण, प्रामुख्याने कार्बन डाय ऑक्साईड, जे व्यक्ती, कुटुंब, एखादी घटना, संस्था किंवा संपूर्ण राष्ट्राच्या कृतीद्वारे वातावरणात सोडले जाते. ते सहसा CO_2 चे प्रति वर्ष उत्सर्जित खूप वजन (tonne) म्हणून मोजले जाते. सर्व हरितगृह वायूंमध्ये कार्बन पदचिन्ह का केवळ CO_2 ला संदर्भित आहे? याचे कारण असे की प्रत्येक हरितगृहाचा प्रभाव भिन्न असतो, त्यांचे एकूण परिणाम सामान्य मार्गाने मोजणे आवश्यक आहे. उदाहरणार्थ, एक टन मिथेन एक टन CO_2 पेक्षा हवामानाला जास्त हानिकारक आहे. संप्रेषण सुलभ करण्यासाठी, सर्व हरितगृह वायू CO_2 समतुल्य मोजल्या जातात. ही संख्या दर्शविते की किती CO_2 चा शुद्ध हवामानावर समान प्रभाव असेल जो प्रत्यक्षात उत्सर्जित होणाऱ्या वायूंचे मिश्रणाच्या बरोबर होईल.

कार्बन पदचिन्ह हे अगदी एक सामान्य पदचिन्हासारखे आहे; आपण आपल्या वातावरणात चिन्ह सोडतो, ते आपल्या पादत्राणामुळे नाही, तर कार्बन सोडणाऱ्या आपल्या प्रत्येक कृतीमुळे आहे. आपल्या त्या कृतींमध्ये, जीवाश्म इंधन जसे तेल वायू जाळणे ह्या प्रक्रियांमधून CO_2 सारखे हानिकारक वायू निघतात. तुम्ही जितके जास्त इंधन वापरतात तितके जास्त तुमचे पदचिन्ह असतील. उदाहरणार्थ, जेव्हा तुम्ही वाहन चालवता, त्यावेळी वाहनातून उत्सर्जित होणारा CO_2 च केवळ कार्बन पदचिन्हासाठी जबाबदार नसतो तर त्या वाहनांची निर्माण प्रक्रिया सुद्धा जबाबदार असते. जमिनीतून तेल काढण्यासाठी आवश्यक ऊर्जा, इंधनाचे शुद्धीकरण, इंधनाची वाहतूक या प्रक्रियांचे स्वतःचे कार्बन पदचिन्ह असतात. मनुष्याच्या मालकीच्या प्रत्येक गोष्टीमध्ये कार्बन पदचिन्ह असते उदाहरणार्थ पुस्तक वाचण्याची प्रक्रिया, आपली अन्न खाण्याची प्रक्रिया वगैरे. कल्पना करा की आपल्या जवळच्या बाजारात आपल्याला मिळणारे सफरचंदांना देखील स्वतःचे असते कार्बन पदचिन्ह असतात, कारण ते तुमच्या जवळच्या बाजारपेठेत पोहोचण्यासाठी मैलांचा प्रवास करते. कार्बन पदचिन्ह आपल्या मार्गे तयार न होणे शक्य नाही परंतु ते आपल्या कृतीद्वारे कमी केले जाऊ शकते. आपल्या कृती आणि निवडीचा आपल्याला विचार करायला हवा.

आपण उत्पादन प्रक्रियेदरम्यान किंवा जेव्हा प्रक्रिया नियोजित/ डिझाइन केली जात असताना कार्बन पदचिन्हाचा अंदाज लावण्याचा प्रयत्न करू शकतो. कार्बन उत्सर्जन दोन प्रकारचे असू शकते:

1. प्रत्यक्ष कार्बन उत्सर्जन - कार्बन उत्सर्जन थेट स्त्रोतांमधून येते जसे की इंधन जाळून, वैयक्तिक वाहने, गॅस स्टोव्ह जाळून इ.
2. अप्रत्यक्ष कार्बन उत्सर्जन - कार्बन उत्सर्जन जे खरेदी केलेली वीज, साहित्याची वाहतूक, उपचार, उत्पादनाची विक्री इत्यादी स्त्रोतांशी अप्रत्यक्षपणे संबंधित आहेत.

आपण सौर आणि पवन ऊर्जा उर्जा सारख्या पर्यायी ऊर्जा संसाधनांच्या विकासाद्वारे कार्बन पदचिन्ह कमी करू शकतो जे नूतनीकरणयोग्य संसाधने आहेत. तसेच आपल्या दैनंदिन जीवनातील बदल करून, आपण ऊर्जाचा वापर कमी करू शकतो जसे की वातानुकूलित यंत्रांवरील आपले अवलंबित्व कमी करणे, सीएफएल लाइट बल्बचा वापर, ऊर्जा स्टार उपकरणे खरेदी करणे, पुनर्चक्रित करणे, इंधन कार्यक्षम वाहन वापरणे इ. मार्ग त्याकरता आहेत. याबाबतीत जागरूकता निर्माण करणे आणि जेव्हा गरज नसेल तेव्हा लाईट आणि फॅन बंद करण्यास प्रोत्साहित करणे हे सुद्धा आपण करू शकतो.



छायाचित्र 4.9: कार्बन क्रेडिट आणि कार्बन पदचिन्हाची संकल्पना

4.7.1 कार्बन क्रेडिट

कार्बन क्रेडिट संकल्पना GHGs च्या उत्सर्जनावर नियंत्रण ठेवण्याच्या गरजेविषयी जागरूकता वाढवण्यासाठी अस्तित्वात आली. कोणत्याही ट्रेड करण्यायोग्य प्रमाणपत्र किंवा परवान्यासाठी जे एक टन CO_2 उत्सर्जित करण्याच्या किंवा GHG ची समतुल्य संख्येकरता कार्बन क्रेडिट हि सामान्य संज्ञा आहे. एक कार्बन क्रेडिट हे एक टन CO_2 च्या बरोबरीचे असते.

कार्बन क्रेडिट तयार करण्याचे मुख्य ध्येय औद्योगिक प्रक्रियांमधून निघणाऱ्या CO₂ आणि हरितगृह वायूंचे प्रमाण कमी करणे हे आहे ज्यामुळे जागतिक तापमानवाढ होऊ शकते. कार्बन क्रेडिट प्रदूषित हवेच्या किंमतीला आर्थिक मूल्य देऊन हरितगृह वायूंचे उत्सर्जन कमी करण्यासाठी बाजारपेठ तयार करते. मिथेन आणि नायट्रस ऑक्साईडची ची CO₂ च्या तुलनेत अनुक्रमे अंदाजे 21 पट आणि 310 पट अधिक उष्णता पकडून ठेवण्याची क्षमता असते. मिथेनचे प्रमाण 1 टन कमी करणे म्हणजे CO₂ चे प्रमाण 21 टन कमी करण्याच्या समकक्ष आहे.

4.8 फॅब्रिकेशन उद्योगात पर्यावरण व्यवस्थापन

एक पर्यावरण व्यवस्थापन प्रणाली, ज्याला अनेकदा EMS (environment management system) म्हणतात, एक संरचित प्रणाली आहे जी फॅब्रिकेशन उद्योगासह उत्पादन उद्योगांना त्यांच्या पर्यावरणीय प्रभावाचे व्यवस्थापन करण्याकरता आणि त्यांच्या उत्पादनांमुळे होणाऱ्या पर्यावरणीय व्यवस्थेत सुधारणा करण्याच्या मदतीसाठी डिझाईन केली असते. फॅब्रिकेशन उद्योगाला आवश्यक आहे पर्यावरणीय प्रभाव कमी करण्यास मदत करणारी रणनीती आणि उपक्रम. ISO14001: 2015 संच पर्यावरण व्यवस्थापन प्रणालीचे निकष ठरवतात जे संस्थेची कुठल्याही प्रक्रियेला गृहीत न धरता त्यांची प्रभावी पर्यावरण व्यवस्थापन प्रणाली स्थापित करतात.

ISO14001: 2015 EMS साठी आवश्यकता निर्दिष्ट करते; जी संस्था किंवा उद्योगाचे पर्यावरणीय कार्यप्रदर्शन सुधारणे आणि पर्यावरणीय जबाबदाऱ्या पद्धतशीर रीतीने व्यवस्थापित करणे आणि जी पर्यावरणीय टिकाव मध्ये योगदान देते त्या संस्थांना मदत करते. संस्था/उद्योगांना त्याच्या EMS चे अपेक्षित परिणाम साध्य करण्यासाठी देखील मदत करते आणि पर्यावरण मूल्य प्रदान करते. EMS च्या अपेक्षित परिणामांमध्ये खालील गोष्टी समाविष्ट आहेत :

- पर्यावरणीय कामगिरी सुधारणे
- अनुपालन दायित्वांची पूर्तता
- पर्यावरणीय उद्दिष्टांची प्राप्ती

4.9 ISO 14000: उद्योगांमध्ये अंमलबजावणी, फायदे

ISO 14000 हा उद्योगांना औद्योगिक कचरा आणि पर्यावरणाचे नुकसान कमी करण्यास मदत करण्यासाठी तयार केलेले नियम आणि मानकांचा संच आहे. हे उद्योगांना पर्यावरणास अनुकूल व्यवसाय उद्दिष्टे साध्य करण्यास मदत करते. आयएसओ 14000 मानकांची मालिका “इंटरनॅशनल ऑर्गेनायझेशन ऑफ स्टॅंडर्ड्स” द्वारे सादर केली गेली. सर्वात अलीकडे 2015 मध्ये ती सुधारित करण्यात आली.

ISO 14000 प्रमाणन पर्यावरणासाठी जागरूक करण्यासाठी विपणन साधन म्हणून वापरले जाऊ शकते तसेच ग्राहक आणि उद्योगांना अनिवार्य पर्यावरणीय नियम स्वीकारण्यास मदत करू शकते. जर उत्पादन केंद्र ISO 14000 नियमांशी सहमत आहे, याचा अर्थ ते शाश्वत विकास आणि पर्यावरण संवर्धन तत्वांना समर्पित आहे , आणि काही तत्वांच्या संचाचे पालन करणे आवश्यक आहे त्यापैकी काही खालीलप्रमाणे आहेत :

- सर्वोच्च प्राधान्यांपैकी एक म्हणून पर्यावरण व्यवस्थापन.
- उत्पादन प्रक्रियेदरम्यान पर्यावरण संरक्षणासाठी कायदेशीर आवश्यकतांचे पालन करणे.
- उत्पादन प्रक्रियेच्या प्रत्येक टप्प्यावर पर्यावरणीय नियोजनाची खात्री करणे.
- उत्पादन प्रक्रियेत गुंतलेल्या सर्वांना संसाधनांशी संबंधित साहित्य आणि प्रशिक्षण प्रदान करणे.
- संस्थेतील प्रत्येकाकडून पर्यावरणासाठी संरक्षण बांधिलकीची मागणी करा आणि स्पष्टपणे उत्तरदायित्व आणि जबाबदारी सोपवणे.
- लक्षित कामगिरी साध्य करण्यासाठी व्यवस्थापन शिस्त प्रस्थापित करणे.
- वारंवार अंतराने पाळल्या जाणाऱ्या पर्यावरण व्यवस्थेचे पुनरावलोकन करणे आणि सुधारण्याच्या संधी ओळखणे.

ISO 14000 उद्योगांना पाणी, हवा, वनस्पती यासारख्या पर्यावरणाच्या घटकांचे संरक्षण करण्यास मदत करते, या बदल्यात ते मानवी आरोग्याचे रक्षण करण्यासाठी, पर्यावरणाची गुणवत्ता राखण्यासाठी, ग्राहकांच्या पर्यावरणीय अपेक्षा पूर्ण करण्याची , सार्वजनिक आणि सामुदायिक संबंध प्रस्थापित करणे इ. ची मदत करतात. ISO 14000 तरतुदी भविष्यातील संस्कृती सभ्यतेची नैसर्गिक संसाधनांचा लाभ घेण्यास आणि पर्यावरणाचे संवर्धन करण्यास मदत करतात.

4.10 घटक सारांश

1. घनकचरा विविध सामग्रीचे एक जटिल मिश्रण आहे. घनकचर्यामध्ये एकसंध आणि विषम कचरा असतो.
2. घनकचऱ्याचे वर्गीकरण औद्योगिक कचरा, कृषी कचरा, अन्न प्रक्रिया कचरा, खाण कचरा, नगरपालिका कचरा आणि विशेष कचरा असे करता येते.
3. नगरपालिकेच्या कचऱ्याची व्याख्या नगरपालिकांद्वारे किंवा त्यांच्यासाठी गोळा आणि प्रक्रिया केलेला कचरा म्हणून केली जाते. यात द्रव आणि घन दोन्ही प्रकारचा कचरा असतो.

4. इलेक्ट्रॉनिक कचरा किंवा ई-कचरा टाकून दिलेल्या इलेक्ट्रिकल किंवा इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचे वर्णन करतो. ई-कचरा त्यांच्या घटकांमध्ये घातक टाकाऊ आणि गैर-घातक दोन्ही पदार्थ असतात.
5. जैव वैद्यकीय कचरा हा असा कचरा म्हणून परिभाषित केल्या जाऊ शकतो, जो सामान्यतः रुग्णालयांमध्ये जैविक उपक्रम, पशुवैद्यकीय दवाखाने आणि आरोग्य सेवा केंद्रे येथे निर्माण होतो.
6. साधारणपणे पाच वेगवेगळ्या प्रकारचा वैद्यकीय कचरा आहे; संसर्गजन्य कचरा, पॅथॉलॉजिकल कचरा, किरणोत्सर्गी कचरा, फार्मास्युटिकल आणि सामान्य कचरा.
7. औद्योगिकीकरणामुळे जड धातूंची मागणी वाढली आहे, परंतु उच्च दर्जाच्या धातूंचा साठा कमी होत आहे. विविध उद्योगांमधून निर्माण होणारा औद्योगिक कचरा हा विषारी (toxic) असू शकतो.
8. Au, Ag, Ni, Mo, Co, Cu, Zn, Cr सारख्या जड धातू, धातूच्या कचऱ्यामध्ये आढळतात.
9. धातू नसलेल्या कचऱ्याचा सर्वात मोठा भाग हा कागद, लाकूड, प्लास्टिक, काच, कापड, वंगण आणि रबर कचरा असतो.
10. नगरपालिका घनकचरा (MSW) नगरे, शहरे आणि विविध प्रकारचे घरगुती उपक्रम येथून निर्माण होणाऱ्या विविध घनकचऱ्याचा एक संचय आहे.
11. MSW मध्ये जैव विघटनीय कचरा, इलेक्ट्रिकल आणि इलेक्ट्रॉनिक कचरा आणि संयुक्त कचरा समाविष्ट असू शकतो जसे की कपडे, घातक टाकाऊ कचरा (पेंट, स्प्रें आणि रसायने) आणि वैद्यकीय कचरा.
12. उद्योग, रुग्णालय, काही प्रकारचे घरगुती उपक्रमात निर्माण झालेला कचरा, ज्यात विषारी पदार्थ असतात त्याला घातक टाकाऊ (hazardous) कचरा म्हणून ओळखले जाते.
13. वायू प्रदूषणाची व्याख्या म्हणजे वातावरणात उपस्थित असलेला कोणताही घन, द्रव किंवा वायूयुक्त पदार्थ, जो मानवांना आणि पर्यावरणाला धोका असू शकतो.
14. हवा गुणवत्ता कायदा प्रथम 2004 मध्ये दक्षिण आफ्रिका देशाने अमलात आणला.
15. हा कायदा कलम 253 अन्वये भारतीय संविधानाच्या अंतर्गत आणि अनुसरून मंजूर करण्यात आला होता आणि स्टॉकहोम परिषद निर्णयाला अनुसरून भारतीय प्रजासत्ताक च्या 32 व्या वर्षात संसदेत अधिनियमित झाला; वायू प्रदूषण रोखणे, नियंत्रित करणे आणि कमी करणे या उद्देशाने हा पारित झाला.
16. पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा 1974 हा कायदा जल प्रदूषण रोखण्यासाठी आणि नियंत्रित करण्यासाठी आणि देशातील पाण्याची निरोगी पौष्टिकता पुनर्संचयित करण्यासाठी पारित करण्यात आला. 1988 मध्ये या कायद्यात सुधारणा करण्यात आली.
17. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (CPCB), ही एक वैधानिक संस्था, सप्टेंबर, 1974 मध्ये पाणी (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) अधिनियम, 1974 कायद्या अंतर्गत स्थापित करण्यात आली.
18. CPCB ला हवा (प्रदूषण प्रतिबंध आणि नियंत्रण) कायदा, 1981 अंतर्गत अधिकार आणि कार्ये सोपवण्यात आली आहेत.
19. प्रत्येक राज्याचे स्वतःचे प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (PCB) किंवा प्रदूषण नियंत्रण समिती (PCC) असते.
20. प्रत्येक PCB/PCC चे मुख्य कार्य म्हणजे लोकांमध्ये जागरूकता निर्माण करणे, शाश्वत विकासासाठी सर्व भागधारकांच्या मदतीने राज्यात प्रदूषण मुक्त वातावरण निर्माण करणे असते.
21. कार्बन पदचिन्ह संकल्पना विल्यम ई. रेस आणि मॅथिस वॅकेर्नगेल यांनी विकसित केली होती आणि हे नाव परीस्थिकीय पदचिन्ह संकल्पनेतून आले आहे.
22. वातावरणातील हवामान बदलाला कारणीभूत असलेल्या वायूंचे उत्सर्जन कार्बन पदचिन्ह मोजते.
23. कार्बन क्रेडिट प्रदूषित हवेच्या किंमतीला आर्थिक मूल्य देऊन हरितगृह उत्सर्जन कमी करण्यासाठी बाजारपेठ तयार करते.
24. CO₂ च्या तुलनेत मिथेन आणि नायट्रस ऑक्साईडची उष्णतेला धरून ठेवण्याची क्षमता अनुक्रमे अंदाजे 21 पट आणि 310 पट आहे. ह्याचा अर्थ 21 टन CO₂ कमी करणे म्हणजे 1 टन मिथेन कमी करण्याच्या समतुल्य आहे.
25. एक पर्यावरण व्यवस्थापन प्रणाली, ज्याला अनेकदा EMS (environment management system) म्हणतात, एक संरचित प्रणाली आहे जी फॅब्रिकेशन उद्योगासह उत्पादन उद्योगांना त्यांच्या पर्यावरणीय प्रभावाचे व्यवस्थापन करण्याकरता आणि त्यांच्या उत्पादनांमुळे होणाऱ्या पर्यावरणीय व्यवस्थेत सुधारणा करण्याच्या मदतीसाठी डिझाईन केली असते.
26. ISO 14000 हा उद्योगांना औद्योगिक कचरा आणि पर्यावरणाचे नुकसान कमी करण्यास मदत करण्यासाठी तयार केलेले नियम आणि मानकांचा संच आहे.

4.11 रुचीपूर्ण तथ्ये

1. प्रदूषण हे सर्वात मोठे जागतिक हत्या कारणांपैकी एक आहे, जे 100 दशलक्षाहून अधिक लोकांना प्रभावित करते. ह्याची मलेरिया आणि एचआयव्ही सारख्या जागतिक रोगांशी तुलना करता येते.
2. दरवर्षी 1 दशलक्ष समुद्री पक्षी आणि 100,000 समुद्री सस्तन प्राणी प्रदूषणामुळे मारले जातात.
3. जे लोक उच्च प्रदूषण असलेल्या ठिकाणी राहतात त्यांना कमी प्रदूषित भागात राहणाऱ्या लोकांच्या तुलनेत फुफ्फुसाच्या कर्करोगाने मृत्यू होण्याचा धोका 20% जास्त असतो.
4. मिसिसिपी नदी दरवर्षी अंदाजे 1.5 दशलक्ष मेट्रिक टन नायट्रोजन प्रदूषण मेक्सिकोच्या आखातीमध्ये वाहून नेते आणि न्यू जर्सीच्या आकारा एवढ्या प्रत्येक उन्हाळ्यात आखातीमध्ये “डेड झोन” तयार करते.
5. अमेरिकेतील सुमारे 40% तलाव मासेमारी, जलचर किंवा पोहण्यासाठी खूप प्रदूषित आहेत.
6. अमेरिकन लोक जगातील लोकसंख्येच्या अंदाजे 5% आहेत. तथापि, अमेरिका जगातील 25% संसाधने वापरतो - जवळजवळ जगातील एकूण 25% कोळसा, 26% तेल आणि 27% नैसर्गिक वायू जाळून टाकतो.
7. मुले जगातील लोकसंख्येच्या 10% आहेत, तर जागतिक रोगाचा 40% पेक्षा जास्त भार त्यांच्यावर पडतो. पाच वर्षांखालील 3 दशलक्षाहून अधिक मुले पर्यावरणीय घटकांमुळे दरवर्षी मरतात.
8. पुनर्वापर आणि कंपोस्टिंग च्या प्रक्रियांमुळे 2010 मध्ये 85 दशलक्ष टन कचऱ्यांची विल्हेवाट लावली गेली जी 1980 मध्ये केवळ 18 दशलक्ष टन एवढी शक्य झाली होती.
9. भारतात दरवर्षी एकूण 43 दशलक्ष टन घनकचरा संकलित केल्या जातो, त्यापैकी केवळ 11.9%, म्हणजे 22 ते 28% वर उपचार प्रक्रिया केली जाते आणि जवळपास 31 दशलक्ष टन कचरा हा उपचार न करता शिल्लक राहतो ज्याची लँडफिल क्षेत्रात साठवणूक केली जाते.
10. दिल्ली, मुंबई, चेन्नई, हैदराबाद, बेंगळुरू आणि कोलकाता सारखी प्रमुख महानगरं दररोज सुमारे 10 दशलक्ष टन कचरा निर्माण करतात.
11. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाच्या (CPCB) अहवालानुसार, महाराष्ट्र कचरा घनतेमध्ये अव्वल आहे, येथे दररोज 26,820 टन घनकचरा दररोज निर्माण होतो.
12. ई-कचरा क्षेत्रात, मुंबई पहिल्या क्रमांकावर आहे कारण दरवर्षी अंदाजे 1,20,000 टन ई कचरा येथे निर्माण होतो.
13. दिल्ली आणि बेंगळुरू दुसऱ्या आणि तिसऱ्या क्रमांकावर आहेत, जेथे 98,000 आणि 92,000 टन ई-कचरा अनुक्रमे दरवर्षी निर्माण होतो.
14. आपल्या पर्यावरणाला सर्वात मोठा धोका प्लास्टिकपासून येतो. भारतातील 60 प्रमुख शहरे एकत्र 3,500 टन प्लास्टिक कचरा दर दिवशी निर्माण करतात ज्यात दिल्ली, चेन्नई, कोलकाता, मुंबई, बेंगळुरू, अहमदाबाद आणि हैदराबाद हे सर्वात जास्त जबाबदार आहेत.



4.12 अभिनव उपक्रम

1. **परिसंवाद:** सादरीकरणासाठी 8 ते 10 विद्यार्थ्यांमध्ये एक विषय उप-विषयांमध्ये विभागला जाऊ शकतो.
2. **संगोष्ठी:** विद्यार्थ्यांनी त्यांच्या आवडीच्या विषयावर पेपर सादरीकरण करावे.
3. **गट चर्चा:** 10 विद्यार्थ्यांच्या गटात एक गट नेता, एक नियंत्रक आणि एक नोंदक, एक गट नेता सर्व विद्यार्थ्यांचा सहभाग सुनिश्चित करण्यासाठी, एक नियंत्रक कोणत्याही विरुद्ध वार्तालाप न होऊ देण्याची खात्री करण्यासाठी आणि नोंदक त्याच्या/तिच्या स्वतःची निरीक्षणांची नोंद करण्यासाठी.
4. **प्रकल्प कार्य:** योग्य विषयावरील प्रकल्पाचे काम 3 ते 4 विद्यार्थ्यांच्या गटाला दिले जाऊ शकते. प्रकल्प प्रायोगिक किंवा तपास करण्याच्या प्रकाराचा असू शकतो.
5. **शैक्षणिक सहल:** मध्यवर्ती आणि राज्य प्रदूषण मंडळ कार्यालयाला शैक्षणिक सहल.
6. **सामाजिक उपक्रम:** विद्यार्थ्यांनी गटागटाने घोघरी जाऊन घरगुती कचरा कमी निर्माण करण्याबद्दल जनजागृती करावी.

4.13 अभ्यास

(अ) व्यक्तिपरक प्रश्न

1. ई-कचऱ्याचे स्रोत आणि वैशिष्ट्ये सांगा.
2. प्लास्टिक प्रदूषण का धोका आहे? ते कसे कमी करता येईल?
3. महानगरपालिकेच्या घनकचरा गोळा करण्याच्या काही पद्धतींची यादी करा.
4. घातक टाकाऊ कचरा म्हणजे काय आणि त्याचे प्रकार स्पष्ट करा.
5. हवा गुणवत्ता अधिनियम 2004 ची चर्चा करा.
6. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची रचना आणि भूमिका स्पष्ट करा.
7. कार्बन पदचिन्ह म्हणजे काय समजावून सांगा
8. ISO 14000 म्हणजे काय आणि त्याचे फायदे सांगा.
9. पीपीई किट आणि सर्जिकल मास्क कोविड 19 दरम्यान वापरण्यात आले होते, त्यांच्या काही पद्धती सुचवा आणि पुनर्चक्रित करण्यासाठी तंत्र आणि विल्हेवाट कशी लावता येऊ शकते हे सुचवा.
10. प्लास्टिकचा वापर कमी करण्यासाठी तुम्ही लोकांमध्ये जागरूकता कशी निर्माण करू शकता?

(ब) वस्तुनिष्ठ प्रश्न:

- | | |
|---|---|
| 1. कचरा या शब्दाचा संदर्भ काय आहे: | (ब) मास्क |
| (अ) जैव विघटनीय कचरा | (क) स्पीकर्स |
| (ब) अ - जैव विघटनीय कचरा | (ड) वातानुकूलित यंत्रे |
| (क) ई-कचरा | |
| (ड) जैव वैद्यकीय कचरा | 6. टायर तयार करण्यासाठी कोणती प्रक्रिया वापरली जाते? |
| (इ) वरील सर्व | (अ) कास्टिंग |
| | (ब) फाउंड्री |
| 2. खालीलपैकी कोणता धातूचा कचरा नाही : | (क) वेल्डिंग |
| (अ) Au | (ड) व्हल्कनीकरण |
| (ब) Ni | |
| (क) Cu | 7. वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा कोणत्या वर्षी स्थापन झाला? |
| (ड) C | (अ) 1979 |
| | (ब) 1980 |
| 3. खालीलपैकी कोणते वंगण पुनर्नवीनीकरण आणि पुनर्चक्रित करून पेट्रोकेमिकल उद्योगांसाठी वापरले जाऊ शकते: | (क) 1981 |
| (अ) पाणी | (ड) 1982 |
| (ब) तेल | |
| (क) ग्रीस | 8. कोणता एक प्रकारचा वैद्यकीय कचरा नाही? |
| (ड) व्हॅसलीन | (अ) संसर्गजन्य कचरा |
| | (ब) नगरपालिका कचरा |
| 4. खालीलपैकी कोणते कार्य 3 R मध्ये येत नाही: | (क) किरणोत्सर्गी कचरा |
| (अ) कमी करणे | (ड) सामान्य कचरा |
| (ब) पुनर्चक्रित करणे | |
| (क) नाकारणे | 9. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाचे प्रमुख असतात : |
| (ड) पुनर्नवीकरण करणे | (अ) सदस्य सचिव |
| | (ब) सहसचिव |
| 5. खालीलपैकी कोणता ई-कचऱ्याचा प्रकार नाही ? | (क) अध्यक्ष |
| (अ) दूरदर्शन संच | (ड) अतिरिक्त सचिव |

10. खालीलपैकी घनकचऱ्याची अंतिम विल्हेवाट लावण्याची पद्धती नाही (क) ओपन डंपिंग
(अ) जमिनीवर डंपिंग (ड) जाळपोळ
(ब) पाण्यात डंपिंग

उत्तरे :

1(इ), 2(ड), 3(ब), 4(क), 5(ब), 6(ड), 7(क), 8(ब), 9(क), 10(क)

4.14 अभ्यासाकरिता काही संदर्भ

(अ) संदर्भ पुस्तके:

- जी एस सोढी, “फांदामेंतल कन्सेप्ट्स ऑफ एनव्हायमेंटल केमेस्ट्री” मारीसा , 2011.
- डॉ एस एस दारा आणि दर. मिश्रा “ए टेक्स्ट बुक ऑफ एन्वायर्नमेंटल केमेस्ट्री & पोलूशन कंट्रोल”, एस. चांद, 2011
- एस, एम. खोपकर “एन्वायर्नमेंटल पोलूशन अनालिसिस”, न्यू एज इंटरनॅशनल पब्लिकेशन, 2011.
- आर राजगोपालन, “एन्वायर्नमेंटल स्टडीस”, ऑक्सफर्ड युनिवर्सिटी प्रेस, 2005.
- आर्सीवाला, आसोलेकर, “वेस्टवाटर & पोलूशन कंट्रोल”, मग्नो हिल एजुकेशन इंडिया प्रा.ली., न्यूयॉर्क, 2007, ISBN:978-07-062099-5.
- पटवर्धन ए. डी., “इंडस्रियल सोलीड वेस्ट”, टेरी प्रेस, न्यू दिल्ली, 2013, ISBN:978-81-7993502-6.
- मेटकाफ & एडी, “वेस्टवाटर इंजिनीरिंग”, मग्नो हिल एजुकेशन इंडिया प्रा.ली. 2013, ISBN:077441206.

(ब) मुक्त स्रोत सॉफ्टवेअर आणि वेबसाइट:

- <https://advisera.com/14001academy/what-is-iso-14001/>
- www.cpcb.nic.in
- www.cpcb.gov.in
- www.indiawaterportal.org
- www.sustainabledevelopment.un.org
- [https://celitron.com › types-of-biomedical-waste-definition.](https://celitron.com › types-of-biomedical-waste-definition)
- <https://enterslice.com › state-pollution-control-board>
- <https://vikaspedia.in/energy/environment/waste-management/municipal-solid-waste-management>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118991978.hces092>
- <https://advisera.com/14001academy/what-is-iso-14001/>
- <https://www.indiawaterportal.org>

Photographs: Courtesy Creative common

(क) व्हिडिओ संसाधने:



पर्यावरणाशी संबंधित महत्वाचे दिवस

महत्वाचा दिवस	तारीख
जागतिक वन दिन	21 मार्च
जागतिक आरोग्य दिवस	7 एप्रिल
पृथ्वी दिवस	22 एप्रिल
तंबाखू विरोधी दिवस	31 मे
जागतिक पर्यावरण दिन	5 जून
जागतिक लोकसंख्या दिवस	11 जुलै
ओझोन दिवस	16 सप्टेंबर
वन्यजीव सप्ताह	ऑक्टोबर
जागतिक निसर्ग दिवस	3 ऑक्टोबर
जागतिक अन्न दिवस	16 ऑक्टोबर
संयुक्त राष्ट्र दिवस	24 ऑक्टोबर
राष्ट्रीय पर्यावरण जागरूकता महिना	19 नोव्हेंबर - 18 डिसेंबर

कोर्स परिणाम (CO) आणि अभ्यासक्रम फलित (PO) तक्ता

या कोर्ससाठी कोर्सचे परिणाम (CO) कोर्स पूर्ण झाल्यानंतर अभ्यासक्रमाच्या फलीताशी (PO) जोडले जाऊ शकतात, आणि अंतराचे विश्लेषण करण्यासाठी PO च्या प्राप्तीसाठी परस्पर संबंध तयार केला जाऊ शकतो. PO च्या प्रप्तीमधील अंतराचे योग्य विश्लेषण केल्यानंतर अंतर दूर करण्यासाठी आवश्यक उपाययोजना केल्या जाऊ शकतात.

CO आणि PO प्राप्तीसाठी कोर्स परिणाम आणि अभ्यासक्रम परिणामांची प्राप्ती खालील तक्त्यात भरता येईल

घटक - 1 परिणाम	अभ्यासक्रमाचे अपेक्षित वर्गीकरण (1- कमकुवत परस्परसंबंध; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत परस्परसंबंध)						
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-4	PO-5	PO-6
CO-1							
CO-2							
CO-3							
CO-4							
CO-5							

वरील तक्त्यात भरलेली सांख्यिकी माहिती अंतर विश्लेषणासाठी वापरली जाऊ शकते.

महत्वाच्या संज्ञांची सूची

अ- जैव विघटन योग्य	अजैविक घटक
अन्न जाळी	अन्न साखळी
आयसी बॉयलर	आर्द्रता धारणाशक्ती
ओझोन विघटन	इ- कचरा
इलेक्ट्रोस्टेटिक प्रेसिपीटेटर	उर्जा पुनर्प्राप्ती
उपभोक्ते	उत्पादक
उत्प्रेरक कन्व्हर्टर	उष्मांक मूल्य
उत्सर्जन	एनॉरोबिक पचन
कण प्रदूषक	कार्बन क्रेडीट
कार्बन पदचिन्ह	कार्बन चक्र
किरणोत्सर्गी प्रदूषण	केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळ
गंधक चक्र	गवताळ परिसंस्था
गोड्या पाण्याची परिसंस्था	घातक टाकाऊ कचरा
घनकचरा	चक्रीवादळ विभाजक
जलचर परिसंस्था	जल प्रदूषण
जागतिक तापमानवाढ	जैविक घटक
जैव विघटनयोग्य	जैव वैद्यकीय कचरा
ज्वारीय उर्जा	टुंड्रा परिसंस्था
डीनायट्रीफिकेशन	धातू कचरा
ध्वनी प्रदूषण	नवीन उर्जा स्त्रोत
नल आत्मसात	नल निर्धारण
नायट्रीफिकेशन	नायट्रोजन चक्र
निरीद्रीय पदार्थ	नुतनीकरण उर्जा
पवन ऊर्जा	परिसंस्था
परिस्थितीकी	पाणी कायदा
पारगम्यता	पुनर्चक्रीत
प्लास्टिक	फोस्फरस चक्र
प्रदूषक	प्रदूषण
बायोमास	बॅग फिल्टर
भास्मिकरण	भू-औष्णिक उर्जा
महासागर उर्जा	महापालिका घनकचरा
मृदा प्रदूषण	रबर
राज्य प्रदूषण मंडळ	रेफ्रीजरंट्स

लैटिक परिसंस्था	लोटीक परिसंस्था
लैंडफिल	वन परिसंस्था
वंगण	विघटन
वाळवंट परिसंस्था	वायु प्रदूषण
वायू गुणवत्ता कायदा	वायू प्रदूषण नियंत्रण कायदा
विल्हेवाट	शोषक
संकुचितता	संसर्गजन्य कचरा
सागरी परिसंस्था	सेंद्रिय पदार्थ
स्थलीय परिसंस्था	सौर उर्जा
सौर उर्ध्वपातन यंत्र	सौर ड्रायर
सौर तळे	सौर पाणी तापक
यांत्रिक उर्जा	हवा गुणवत्ता कायदा
हरितगृह परिणाम	हायड्रोजन उर्जा
ISO 14000	