

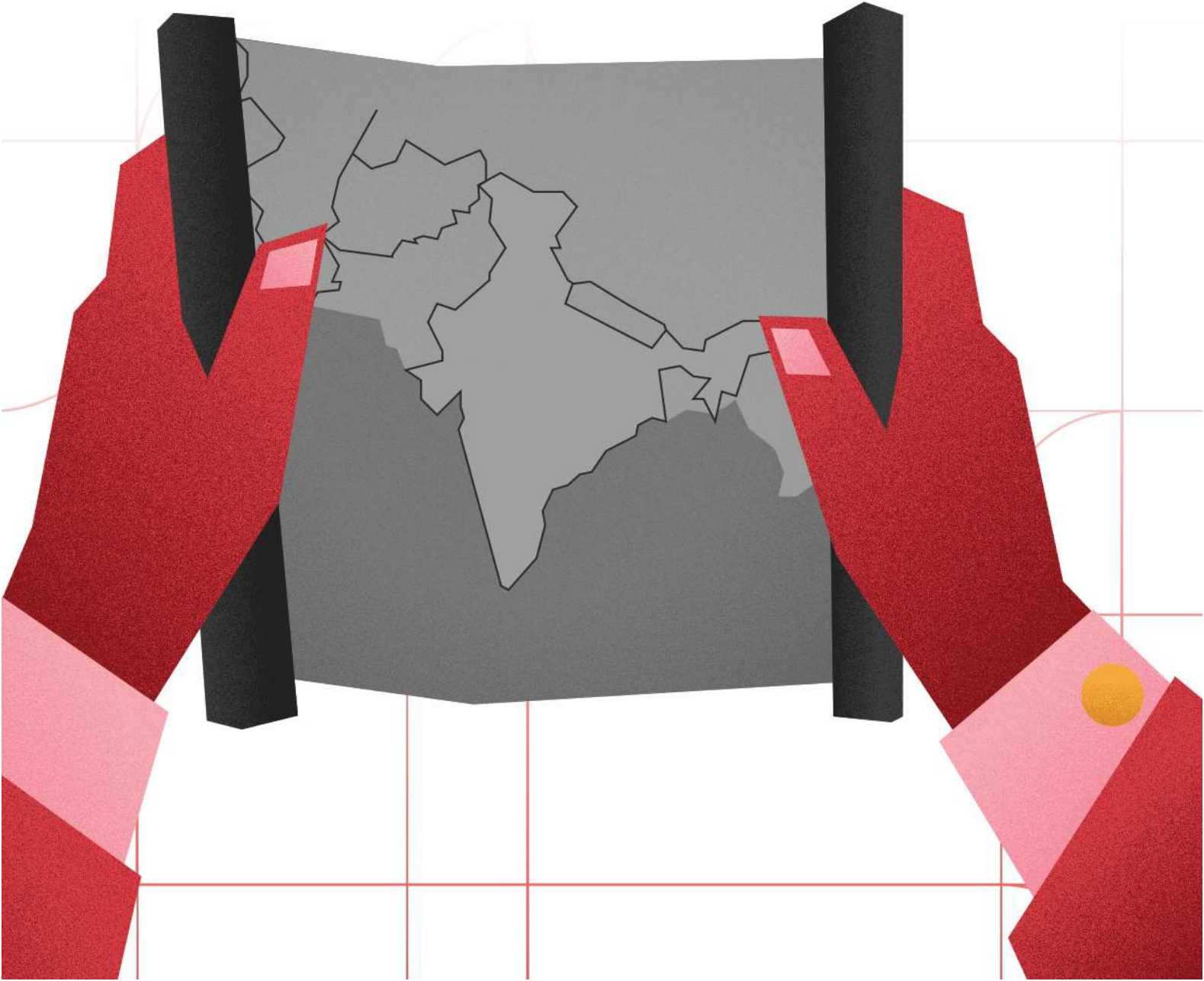


भारतीय भूगोल

MPSC Mains

सामान्य अध्ययन - I

Class Notes





© PRAYAAS EDUCATION
All rights reserved.

Published by

PRAYAAS Education

CTS No, 1262/B, Plot No.594B,
Office 301A, 301, Second Floor,
Starling Plaza, J.M. Road, Pune

+91 7378743031 / +91 7767073031

MPSC MAINS

Indian Geography

GENERAL STUDIES - I

(Class Notes)

Year 2025-26

Features of Indian Geography

(Part-II)

1. Complete Coverage of Indian Physiography

- Systematic coverage of **all six major physiographic divisions of India**:
- Clear spatial understanding with region-wise classification
- Strong linkage between **landforms, climate, drainage, resources, and human activity**

2. Conceptual Clarity with Exam-Ready Definitions

- Clear explanations of core concepts such as **physiographic divisions, river systems, plateaus, deltas, estuaries, coral reefs, soil types, aquifers**, etc.
- Scientific concepts explained in **simple, UPSC-appropriate language**
- Ideal for writing **precise introductions and substantiated body content**

3. Integrated Static + Current Affairs Orientation

- Static geography enriched with **current issues** like:
 - Climate change impacts on Himalayas
 - Coastal erosion and cyclones
 - Great Nicobar Island Project
 - Water scarcity and groundwater depletion
- Enables direct use in **GS-I, GS-III, Essay, and Disaster Management answers**

4. Diagram, Map & Case-Study Friendly Structure

- Content designed for **map-based and diagram-supported answers**

- Includes **India maps, physiographic sketches, soil distribution maps**
- Real-world **case studies** (Johads of Rajasthan, Ralegan Siddhi, Chennai RWH, Narmada Basin) for value addition

5. Point-Wise Topic Breakdown (High Retention)

- Every chapter broken into **crisp bullet points**
- Ideal for **quick revision, answer structuring, and memory recall**
- Avoids bulky paragraphs; focuses on **exam-oriented presentation**

6. Revision-Friendly & Exam-Ready Notes

- Structured for **end-to-end revision in limited hours**
- Easy to annotate with maps and current affairs updates
- Highly suitable for **test series, mains enrichment, and final revision**

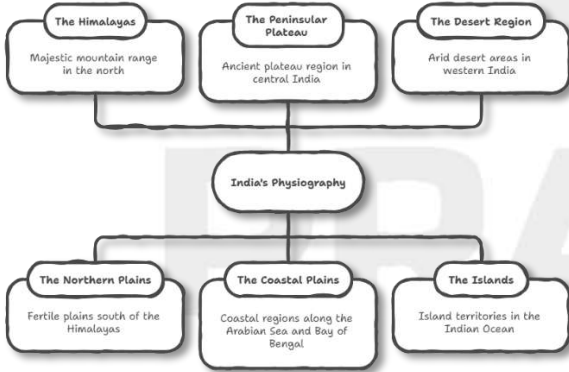
अनुक्रमणिका

1. भारताचे प्राकृतिक विभाग	1
2. भारतातील मृदा	16
3. जलस्रोत/जलसंपदा	21
4. जैविक संसाधने	33
5. भारतातील आणि जागतिक स्तरावरील जमीन संसाधने	42
6. भारत आणि जगभरातील खनिज संसाधने	45
7. ऊर्जा संसाधने	49
8. शेती	52
9. उद्योग	70
10. वाहतूक जाळे/नेटवर्क	84

प्रस्तावना

- भारत हा भौगोलिकदृष्ट्या विविधतेने नटलेला देश आहे, जिथे अनेक प्रकारची प्राकृतिक वैशिष्ट्ये आढळतात. उत्तरेकडील उंच हिमालय पर्वतरांगांपासून दक्षिणेकडील विशाल किनारपट्टीच्या मैदानांपर्यंत, आणि राजस्थानच्या शुष्क वाळवंटापासून सुपीक गंगा-यमुना मैदानांपर्यंत तसेच प्राचीन द्वीपकल्पीय पठारांपर्यंत, भारतीय भूदृश्य एक स्पष्ट विरोधाभास सादर करते. ही विविध भूरूपे देशाचे हवामान, कृषी पद्धती आणि मानवी वस्तीच्या स्वरूपांना आकार देण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.
- स्थूलमानाने, भारताचे प्राकृतिकदृष्ट्या सहा प्रमुख विभागांमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते, जे खालीलप्रमाणे आहेत:
 - हिमालय पर्वतरांगा (The Himalayas)
 - उत्तर भारतीय मैदाने (The Northern Plains)
 - द्वीपकल्पीय पठार (The Peninsular Plateau)
 - किनारपट्टीची मैदाने (The Coastal Plains)
 - वाळवंटी प्रदेश (The Desert Region)
 - बेटे (The Islands)

Exploring India's Diverse Landscapes



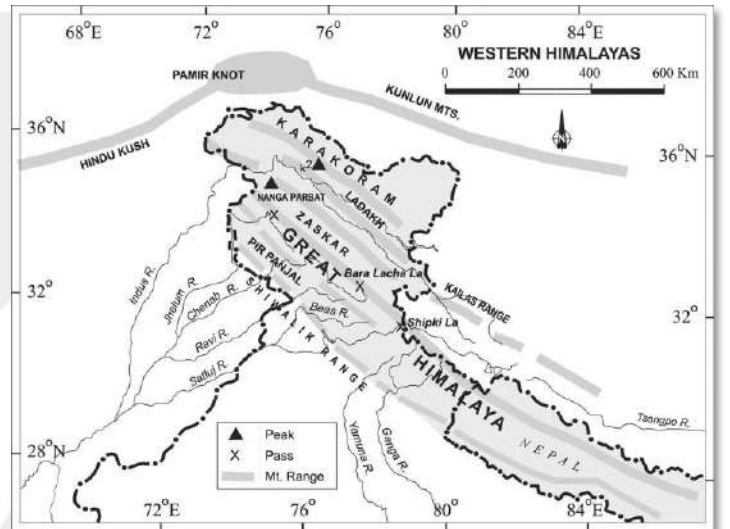
1. हिमालय पर्वतरांगा (The Himalayas)

- हिमालय हा भारताची सर्वात उत्तरेकडील सीमा बनवतो आणि जगातील सर्वात तरुण, उंच आणि खडबडीत पर्वतरांगांपैकी एक आहे. या पर्वतरांगा पाच देशांमध्ये पसरलेल्या आहेत: भारत, नेपाळ, भूतान, चीन आणि पाकिस्तान. भारतातील हिमालय जम्मू आणि काश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, सिक्कीम आणि अरुणाचल प्रदेश या राज्यांमध्ये पसरलेला आहे.

प्रमुख वैशिष्ट्ये:

- सर्वात उत्तरेकडील रांग (बृहद् हिमालय / हिमाद्री): ही सर्वात उंच आणि अखंड रांग आहे, ज्यात 7,000 मी पेक्षा जास्त उंचीची शिखरे आहेत. माउंट कांचनगंगा (8,586 मी) हे भारतातील सर्वात उंच शिखर आहे; माउंट एव्हरेस्ट (8,848 मी) नेपाळ सीमेवर आहे.

- लघु हिमालय (हिमाचल रांग): हा बृहद् हिमालयाच्या दक्षिणेला स्थित असून, याची उंची 1,200–2,400 मी आहे. यात कुल्लू, कांग्रा आणि मसुरीसारख्या निसर्गरम्य दऱ्या आहेत; धौलाधार आणि पीर पंजाल या येथील महत्वाच्या रांगा आहेत.
- शिवालिक (बाह्य हिमालय): ही सर्वात दक्षिणेकडील आणि सर्वात कमी उंचीची रांग आहे, ज्याची उंची 600–1,200 मी आहे. ही रांग गंगा-यमुना मैदानाकडे संक्रमण दर्शवते. ही रांग असंगठित गाळाने (unconsolidated sediments) बनलेली असून, धूप (erosion) होण्याची शक्यता जास्त आहे.
- भूगर्भीय रचना (Geological Structure): सुमारे 50 दशलक्ष वर्षांपूर्वी भारतीय प्लेट (Indian Plate) आणि युरेशियन प्लेट (Eurasian Plate) यांच्या टक्करमुळे याची निर्मिती झाली आहे, ज्यामुळे ते भूगर्भीयदृष्ट्या तरुण, अस्थिर आणि अजूनही वाढत आहेत.



महत्त्व (Significance)

- जलप्रणाली (Drainage): हिमालयातून भारतातील अनेक प्रमुख नद्या उगम पावतात, ज्यात सिंधू, गंगा आणि ब्रह्मपुत्रा यांचा समावेश आहे.
- हवामानातील अडथळा (Climatic Barrier): ते मान्सून वाऱ्यांसाठी अडथळा म्हणून काम करतात, ज्यामुळे वाऱ्यांच्या दिशेने असलेल्या बाजूला (windward side) मुसळधार पाऊस पडतो, तर विरुद्ध बाजू (leeward side) तुलनेने कोरडी राहते.
- जैवविविधता (Biodiversity): हिमालय हे वनस्पती आणि प्राण्यांच्या समृद्ध विविधतेचे घर आहे, त्यापैकी अनेक प्रजाती स्थानिक आहेत.

हवामान बदल आणि हिमालयीन परिसंस्था

Climate Change and the Himalayan Ecosystem
हिमालयीन परिसंस्थेचे महत्त्व

- **प्रमुख नद्यांचे उगमस्थान:** गंगा, ब्रह्मपुत्रा, सिंधू (इंडस) यांसारख्या मोठ्या नद्यांचे उगमस्थान.
- **'तिसरा ध्रुव' (Third Pole):** ध्रुवीय प्रदेशाव्यतिरिक्त सर्वाधिक हिमनद्या (Glaciers) असलेले ठिकाण.
- **आधार:** भारतातील १० राज्यांसाठी तसेच शेजारील देशांसाठी आधारभूत; सुमारे १.३ अब्ज (१३० कोटी) लोकांची जीवनरेषा.
- **समृद्ध जैवविविधता केंद्र:** इंडो-बर्मा आणि हिमालयीन जैवविविधता क्षेत्रांचे हॉटस्पॉट.
- **पुरवठा:** जलविद्युत (Hydropower), शेतीला आधार, वनसंपदा आणि सांस्कृतिक वारसा प्रदान करते.

हवामान बदलाचे दिसून आलेले परिणाम (Observed Impacts) हिमनद्या (Glaciers) आणि बर्फ

- **हिमनदींचा वेगवान माघार:** हिमालयीन हिमनद्या प्रतिवर्षी सुमारे ०.५ मीटर पाणी-सममूल्य (water equivalent) इतके बर्फ गमावत आहेत.
- **हिमनदी-निर्मित तलावांची निर्मिती:** 'ग्लेशियल लेक्स' (Glacial Lakes) तयार होत आहेत, ज्यामुळे 'ग्लेशियल लेक आऊटबस्ट फ्लड' (GLOFs) चा धोका वाढत आहे.
- **बर्फाच्या आवरणाचा (Snow Cover) कालावधी कमी:** यामुळे जलचक्रात (Water Cycles) बदल होत आहेत.

जलस्रोत

- **नद्यांच्या प्रवाहातील हंगामी बदल:** मान्सूनमध्ये (पावसाळ्यात) पूर वाढतो, तर उन्हाळ्यात प्रवाह कमी होतो.
- **भूजल पुनर्भरणावर (Groundwater Recharge) परिणाम.**

परिसंस्था आणि जैवविविधता

- **वनस्पतींच्या क्षेत्रांमध्ये बदल:** अल्पाइन (Alpine) प्रजाती जास्त उंचीवर ढकलल्या जात आहेत, ज्यामुळे औषधी वनस्पती (Medicinal Plants) नष्ट होत आहेत.
- **वन्यजीवांचे स्थलांतर:** हिम बिबट्या (Snow leopard), रेड पांडा आणि इतर प्रजाती धोक्यात.
- **आक्रमक प्रजातींचा (Invasive Species) उच्च उंचीवर प्रसार.**

आपत्ती

- **नैसर्गिक आपत्तींची वाढलेली वारंवारता:** ढगफुटी (Cloudbursts), पुराचे लोंढे (Flash floods), भूस्खलन (Landslides) आणि बर्फाचे मोठे कडे कोसळणे

(Avalanches) यांचे प्रमाण वाढले आहे.

- **नाजूक पर्वतांचे उतार (Fragile Mountain Slopes) अधिक असुरक्षित.**

उपजीविका आणि समाज

- **शेतीवर परिणाम:** हिमाचल प्रदेश आणि उत्तराखंडमधील **सफरचंद पट्ट्याचे** (Apple belt) क्षेत्रफळ अधिक उंचीकडे सरकत आहे.
- **पशुपालन (Pastoralism) आणि पारंपरिक उपजीविका** धोक्यात.
- **वहन क्षमता (Carrying Capacity) कमी झाल्यामुळे स्थलांतरात (Outmigration) वाढ.**

भविष्यातील धोके (Future Risks)

- **सध्याच्या तापमानवाढीच्या** ट्रेंडनुसार, २००० सालापर्यंत हिमालयीन हिमनद्यांचा **एक-तृतीयांश (१/३) ते अर्धा (१/२)** भाग नाहीसा होऊ शकतो.
- **नद्यांना "पीक वॉटर" (Peak Water) घटनेचा सामना करावा** लागू शकतो, ज्यामुळे दीर्घकाळ पाण्याची टंचाई निर्माण होईल.
- **हिमालयीन पट्ट्यात पाणी, ऊर्जा आणि स्थलांतरणावरून संघर्षात वाढ** होण्याची शक्यता.

शासकीय आणि संस्थात्मक उपाययोजना

- **राष्ट्रीय हवामान बदल कृती आराखड्यांतर्गत (NAPCC) 'राष्ट्रीय हिमालयीन परिसंस्था टिकवून ठेवण्याचे अभियान' (National Mission on Sustaining the Himalayan Ecosystem - NMSHE).**
- **समुदाय-आधारित प्रकल्पांसाठी 'हवामान बदलासाठी राष्ट्रीय अनुकूलन निधी' (National Adaptation Fund on Climate Change - NAFCC).**
- **संशोधनासाठी 'इंडियन नेटवर्क ऑन क्लायमेट चेंज असेसमेंट' (INCCA).**
- **हिंदू कुश हिमालयातील आंतरदेशीय सहकार्यासाठी 'इंटरनॅशनल सेंटर फॉर इटीग्रेटेड माउंटेन डेव्हलपमेंट' (ICIMOD) चे उपक्रम.**
- **हिमालयीन राज्यांवर लक्ष केंद्रित करून 'राज्य हवामान बदल कृती आराखडे' (State Action Plans on Climate Change - SAPCCs).**

पुढील दिशा (Way Forward)

- **सुधारणा: दूरसंवेदन (Remote Sensing) आणि जमिनीवरील**

अभ्यासांचा वापर करून हिमनदी आणि जल-अभ्यासांचे (Hydrological Monitoring) निरीक्षण बळकट करणे.

- पायाभूत सुविधा: नाजूक हिमालयीन भूभागात आपत्ती-सहनशील (Disaster-resilient) पायाभूत सुविधांना प्रोत्साहन देणे.
- परिस्थितीकी-आधारित अनुकूलन (Ecosystem-based adaptation): वन संरक्षण आणि जलाशयांचे (wetland) संरक्षण करणे.
- नियमन: शाश्वत पर्यटन (Sustainable Tourism) आणि तीर्थक्षेत्रांवरील वाढत्या दबावाचे नियमन करणे.
- सहभाग: हवामानाशी जुळवून घेण्यासाठी स्थानिक समुदायांचा आणि पारंपरिक ज्ञानाचा समावेश करणे.
- प्रादेशिक सहकार्य: सामायिक नदी खोरे (Shared River Basins) आणि परिसंस्थांसाठी हिमालयीन देशांमध्ये प्रादेशिक सहकार्य वाढवणे.

किमीपर्यंत बदलते.

उत्तर भारतीय मैदानांची निर्मिती (Formation of the Northern Plains)

उत्तर भारतीय मैदाने प्रामुख्याने तीन प्रमुख नदी प्रणालींनी जमा केलेल्या गाळामुळे तयार झालेले गाळाचे मैदान (Alluvial Plains) आहेत:

१. सिंधू नदी प्रणाली (पश्चिमेकडील भाग):

- सिंधू नदीने रावी, बियास, सतलज आणि चिनाब यांसारख्या तिच्या उपनद्यांसह (Tributaries) मिळून उत्तर मैदानी प्रदेशाच्या पश्चिम भागाच्या निर्मितीमध्ये योगदान दिले आहे.

२. गंगा नदी प्रणाली (मध्य आणि पूर्व भाग):

- गंगा नदीने यमुना, गंडक, कोसी आणि घागरा यांसारख्या तिच्या उपनद्यांसह मिळून मैदानी प्रदेशाच्या मध्य आणि पूर्व विभागांमध्ये महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे.

३. ब्रह्मपुत्रा नदी प्रणाली (पूर्वेकडील भाग):

- पूर्वेकडील भागात, ब्रह्मपुत्रा नदीने तीस्ता सारख्या तिच्या उपनद्यांसह मिळून आसाम आणि पश्चिम बंगालच्या काही भागांत मैदानांना आकार दिला आहे.

2. उत्तर भारतीय मैदानी प्रदेशाचे महत्त्व The Northern Plains of India

- भारताच्या अत्यंत महत्त्वाच्या आणि सुपीक प्रदेशांपैकी (Fertile regions) उत्तर भारतीय मैदानी प्रदेश एक आहे.
- हा प्रदेश देशाच्या अर्थव्यवस्थेत, विशेषतः शेती, लोकसंख्येची घनता (Population Density) आणि रणनीतिक (सामरिक) दृष्ट्या (Strategic Importance) महत्त्वाची भूमिका बजावतो.
- या मैदानांची निर्मिती प्रामुख्याने सिंधू, गंगा आणि ब्रह्मपुत्रा या प्रमुख नद्यांनी आणलेल्या गाळामुळे (Alluvial Deposits) झाली आहे.
- हा मैदानी प्रदेश भारताच्या पश्चिम भागापासून (पंजाब) पूर्व भागापर्यंत (आसाम) मोठ्या क्षेत्रावर पसरलेला आहे आणि म्हणूनच हे एक महत्त्वाचे भौगोलिक वैशिष्ट्य (Geographical Feature) आहे.

भौगोलिक विस्तार आणि स्थान (Geographical Extent and Location)

- उत्तर भारतीय मैदानी प्रदेश उत्तर भारतात पसरलेला असून, त्यात पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल आणि आसाम या राज्यांचा काही भाग समाविष्ट आहे.
- या मैदानांच्या उत्तरेला हिमालय पर्वतरांग (Himalayan mountain range) तर दक्षिणेला दख्खनचे पठार (Deccan Plateau) आहे.
- हा प्रदेश अंदाजे ३,२०० किलोमीटर लांब आहे आणि त्याची रुंदी पश्चिमेकडील सुमारे १५० किमी पासून पूर्वेकडील सुमारे ४००

उत्तर भारतीय मैदानांचे विभाग (Division of the Northern Plains)

उत्तर भारतीय मैदानी प्रदेशाचे प्रमुख तीन विभागांमध्ये वर्गीकरण केले जाते:

१. पश्चिम मैदानी प्रदेश (पंजाब आणि हरियाणा)

- अ. उत्तर भारतीय मैदानांचा पश्चिम भाग हा सिंधू नदी आणि तिच्या उपनद्या (रावी, बियास आणि सतलज) यांनी जमा केलेल्या गाळामुळे तयार झाला आहे.
- हा प्रदेश सुपीक जमिनीच्या मोठ्या पट्ट्यांसाठी ओळखला जातो आणि हा भारतातील सर्वात उत्पादक कृषी क्षेत्रांपैकी (Productive Agricultural Regions) एक आहे.
- ब. येथील समृद्ध माती (Rich Soil), उत्कृष्ट सिंचन (Excellent Irrigation) व्यवस्था आणि गहू, तांदूळ आणि ऊस यांसारख्या पिकांची मोठ्या प्रमाणावर लागवड यासाठी हा प्रदेश प्रसिद्ध आहे.

२. गंगा मैदानी प्रदेश (उत्तर प्रदेश, बिहार)

- अ. हा प्रदेश सतलज-गंगा जल विभाजनाच्या (Sutlej-Ganga Divide) पूर्वेला स्थित आहे आणि तो गंगा नदी तसेच तिच्या उपनद्यांच्या (यमुना, गंडक, कोसी) पूर मैदानाच्या (Floodplains) वैशिष्ट्यांनी ओळखला जातो.
- येथील सुपीक माती आणि मुबलक पाणीपुरवठा (Rich Water Supply) सघन शेतीला (Intensive Agriculture) मदत करतो.
- ब. हा प्रदेश भारताच्या धान्य-उत्पादक पट्ट्याचे (Grain-

producing belt) हृदयस्थान असून, तांदूळ, गहू, मका आणि डाळी (Pulses) यांच्या उत्पादनासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

३. ब्रह्मपुत्रा मैदानी प्रदेश (पश्चिम बंगाल, आसाम)

- अ. ब्रह्मपुत्रा नदी, तिच्या असंख्य उपनद्यांसह, उत्तर मैदानी प्रदेशाच्या या भागात समृद्ध गाळाच्या मातीचा (Rich Alluvial Soil) एक विस्तृत प्रदेश तयार करते.
- हा प्रदेश, ज्यात ब्रह्मपुत्रा नदीच्या पूर मैदानांचा समावेश आहे, विशेषतः आसाम आणि पश्चिम बंगालच्या काही भागांत तांदूळ आणि चहाच्या लागवडीसाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे.

भौतिक वैशिष्ट्ये (Physical Features)

१. गाळाची माती (Alluvial Soil)

- उत्तर मैदानी प्रदेशाचे सर्वात महत्त्वाचे आणि वेगळे वैशिष्ट्य म्हणजे येथील गाळाची माती (Alluvial Soil), जी अत्यंत सुपीक (Highly fertile) असून शेतीसाठी उत्कृष्ट आहे.
- या मातीत पोटॅश आणि चुनखडी (Lime) यांसारख्या पोषक तत्त्वे (Nutrients) मोठ्या प्रमाणात असतात, ज्यामुळे विविध प्रकारची पिके घेतली जातात.
- पुराच्या वेळी नद्या दरवर्षी या मातीचा पुनर्भरण (Replenishment) करतात, ज्यामुळे हा भाग शेतीसाठी आदर्श ठरतो.

२. नदी प्रणाली आणि जलप्रणाली (River Systems and Drainage)

- उत्तर मैदानी प्रदेशाला नद्या आणि त्यांच्या उपनद्यांच्या दाट जाळ्याने (Dense Network) व्यापलेले आहे.
- या भागातील प्रमुख नद्यांमध्ये सिंधू, गंगा, यमुना, ब्रह्मपुत्रा, सतलज, बियास, घागरा आणि कोसी यांचा समावेश होतो.
- या नद्या सर्पिल मार्ग (Meanders), नालकृती तलाव (Ox-bow lakes) आणि गुंफलेले प्रवाह (Braided channels) असलेली एक गुंतागुंतीची जलप्रणाली (Drainage System) तयार करतात.
- या नद्यांचे हंगामी पूर (Seasonal Flooding) जमिनीची सुपीकता वाढविण्यात भूमिका बजावतात, परंतु जोरदार पुराच्या वेळी मोठी हानी देखील करतात.

३. हवामान (Climate)

- उत्तर मैदानी प्रदेशाचे हवामान प्रामुख्याने खंडीय (Continental) स्वरूपाचे असून त्यात उन्हाळा, मान्सून आणि हिवाळा हे स्पष्ट ऋतू आढळतात.
- उन्हाळा साधारणपणे गरम आणि कोरडा (Hot and dry) असतो, अनेक ठिकाणी तापमान ४०°C पेक्षा जास्त असते.

- जून ते सप्टेंबर या काळात या प्रदेशात नैऋत्य मान्सूनमुळे (Southwest Monsoon) जोरदार पाऊस होतो, जो शेतीला पोषक ठरतो.
- हिवाळा तुलनेने थंड असतो, विशेषतः उत्तरेकडील भागांमध्ये, जेथे तापमान सुमारे ५०°C किंवा त्याहून खाली जाते.

उत्तर भारतीय मैदानांमध्ये शेती (Agriculture in Northern Plains)

- उत्तर मैदानी प्रदेशाची सुपीक गाळाची माती याला भारतातील सर्वात जास्त कृषी उत्पादन देणाऱ्या (Most agriculturally productive) क्षेत्रांपैकी एक बनवते.
- येथे घेतली जाणारी प्रमुख पिके:
 - गहू – विशेषतः मैदानी प्रदेशाच्या पश्चिम भागात (पंजाब आणि हरियाणा).
 - तांदूळ (भात) – विशेषतः मैदानी प्रदेशाच्या पूर्व भागात (बिहार आणि उत्तर प्रदेश).
 - ऊस, मका, बाली, कडधान्ये (Pulses) आणि तेलबिया (Oilseeds) देखील मोठ्या प्रमाणावर पिकवली जातात.
 - चहा – आसाममध्ये चहाची लागवड आर्थिकदृष्ट्या (Economically) महत्त्वाची आहे.
- हा प्रदेश प्रगत सिंचन प्रणालींचा फायदा घेतो; विशेषतः पश्चिमेकडील इंदिरा गांधी कालवा आणि इतर भागांतील नलिका कूप व कालवे, ज्यामुळे वर्षभर पीक लागवड शक्य होते.

लोकसंख्या घनता आणि नागरीकरण (Population Density and Urbanization)

१. उच्च लोकसंख्या घनता (High Population Density)

- उत्तर मैदानी प्रदेशात उत्तर प्रदेश आणि बिहारच्या पट्ट्यासारखे भारतातील सर्वात जास्त लोकसंख्या घनतेचे प्रदेश आहेत.
- सुपीक जमीन, अनुकूल हवामान आणि शेतीमुळे मोठ्या लोकसंख्येला आधार मिळतो.
- दिल्ली, कानपूर, लखनऊ, पटना आणि कोलकाता यांसारखी प्रमुख शहरे या प्रदेशात किंवा त्याच्याजवळ असल्याने लोकसंख्येची घनता अधिक आहे.

२. नागरीकरण (Urbanization)

- उत्तर मैदानी प्रदेशात नागरीकरण वेगाने होत आहे, विशेषतः दिल्ली, लखनऊ आणि कोलकाता सारख्या शहरांमध्ये, जी आर्थिक, राजकीय आणि सांस्कृतिक क्रियाकलापांची केंद्रे आहेत.
- तथापि, शहरी विस्तार (Urban sprawl) आणि लोकसंख्येचा दबाव यामुळे काही भागांमध्ये प्रदूषण, अपुरी पायाभूत सुविधा आणि

जमिनीचा ऱ्हास यांसारख्या समस्या निर्माण होत आहेत.

उत्तर भारतीय मैदानी प्रदेशासमोरील आव्हाने (Challenges Faced by the Northern Plains)

- **पूर (Flooding):**
 - जोरदार मान्सूनच्या पावसामुळे, उत्तर मैदानी प्रदेशाचा बराचसा भाग, विशेषतः बिहार आणि उत्तर प्रदेश, गंगा आणि कोसी नद्यांच्या ओव्हरफ्लोमुळे हंगामी पुरामुळे त्रस्त असतो.
 - पुरामुळे पिके, मालमत्ता आणि पायाभूत सुविधांचे मोठे नुकसान होते, परिणामी आर्थिक तोटा होतो.
- **जमिनीची धूप आणि ऱ्हास (Soil Erosion and Degradation):**
 - सिंचनासाठी पाण्याचा अतिवापर आणि शेतीसाठी जमिनीचा अतिरिक्त वापर यामुळे मैदानी प्रदेशाच्या काही भागांमध्ये जमिनीची धूप (Soil Erosion) आणि ऱ्हास झाला आहे.
 - नदी प्रणालीच्या अयोग्य व्यवस्थापनामुळे देखील काही क्षेत्रांमध्ये जमिनीची धूप आणि मातीची कमी झालेली सुपीकता (Reduced soil fertility) याला हातभार लागला आहे.
- **भूजलाचे अति-शोषण (Over-exploitation of Groundwater):**
 - सिंचनासाठी भूजलाचे अति-उपसा (Over-extraction), विशेषतः पंजाब आणि हरियाणा सारख्या भागांमध्ये, भूजल पातळी कमी करत आहे आणि दीर्घकालीन शाश्वततेचे प्रश्न निर्माण करत आहे.
- **पर्यावरणाचे प्रश्न (Environmental Issues):**
 - या प्रदेशात औद्योगिकीकरण आणि नागरीकरणामुळे हवा आणि जलप्रदूषणासारख्या पर्यावरणीय समस्यांचाही सामना करावा लागतो.
 - उत्तर मैदानी प्रदेशातील प्रमुख शहरे अनेकदा भारतातील सर्वात प्रदूषित शहरांपैकी असतात.

द्वीपकल्पीय पठाराची ओळख Peninsular Plateau of India: A Detailed Account

- **द्वीपकल्पीय पठार (Peninsular Plateau)** हे एक प्रमुख भौगोलिक वैशिष्ट्य आहे, जे भारताच्या अंतर्गत भूभागाचा (Interior landscape) एक मोठा भाग व्यापते.
- हा देशातील सर्वात मोठा आणि सर्वात जुना भूभाग आहे, जो विस्तृत क्षेत्रावर पसरलेला आहे आणि देशाची भौतिक वैशिष्ट्ये, हवामान आणि मानवी क्रियाकलाप निश्चित करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो.



भौगोलिक विस्तार आणि स्थान (Geographical Extent and Location)

- द्वीपकल्पीय पठार दक्षिण भारताचा मोठा भाग व्यापते आणि उत्तरेकडील हिमालयाच्या पर्वतरांगा व दक्षिणेकडील दख्खनच्या पठाराच्या मध्ये स्थित आहे.
- या पठाराला खालीलप्रमाणे सीमा आहेत:
 - वायव्येस (Northwest): अरवली पर्वतरांग (Aravalli Range)
 - उत्तरेस (North): विंध्य पर्वतरांग (Vindhya Range)
 - पूर्वेस (East): पूर्व घाट (Eastern Ghats)
 - पश्चिमेस (West): पश्चिम घाट (Western Ghats)
- हे पठार उत्तरेकडील नर्मदा नदीपासून दक्षिणेकडील कन्याकुमारीपर्यंत, आणि वायव्येकडील थारच्या वाळवंटापासून पूर्वेकडील बंगालच्या उपसागरापर्यंत तसेच पश्चिमेकडील अरबी समुद्रापर्यंत पसरलेले आहे.
- पठार हा एक सलग भूभाग नसून, तो वेगळ्या भौतिक वैशिष्ट्यांसह अनेक लहान प्रदेशांनी बनलेला आहे.

निर्मिती आणि भूगर्भीय वैशिष्ट्ये (Formation and Geological Characteristics)

द्वीपकल्पीय पठार हा भारतातील सर्वात जुन्या भूभागांपैकी (Oldest landforms) एक आहे, जो प्री-कॅम्ब्रियन युगात (Pre-Cambrian era) (सुमारे ६० कोटी वर्षांपूर्वी) तयार झाला. हे प्रामुख्याने ग्रॅनाईट (granite) आणि नाइस (gneiss) सारख्या कठीण, स्फटिकमय खडकांनी (hard, crystalline rocks) बनलेले आहे, ज्यामुळे या भागातील अस्तित्वात असलेली झीज (Erosion) कमी होऊन उंच आणि खडबडीत (rugged and uneven) भूभाग तयार झाला आहे.

- **स्फटिकमय खडक (Crystalline Rocks):**
 - पठारात मुख्यतः अग्निज (Igneous) आणि रूपांतरित

खडक (Metamorphic rocks) जसे की ग्रॅनाईट, बेसॉल्ट आणि नाइस यांचा समावेश आहे, जे झीज होण्यास प्रतिकारक्षम (Resistant to erosion) आहेत. यामुळे पठार उच्च आणि स्थिर बनले आहे.

• भंग आणि उत्थान (Faulting and Uplift):

- पठाराचा पृष्ठभाग उत्थान (Uplift), भंग (Faulting) आणि लाखो वर्षांच्या झीज यांसारख्या टेक्टॉनिक प्रक्रियेचा परिणाम आहे.
- हा प्रदेश टेथिस समुद्रातून (Tethys Sea - जो हिमालय तयार होण्यापूर्वी अस्तित्वात होता) वर उचलला गेला आहे आणि नद्या, वारा तसेच अपक्षय (Weathering) यांच्या क्रियेमुळे त्याला विशिष्ट आकार प्राप्त झाला आहे.

• जलप्रणाली (Drainage Systems):

- द्वीपकल्पीय पठारावरील नद्या अभिसरण नमुना (Converging pattern) पाळतात, त्या अरबी समुद्र, बंगालचा उपसागर आणि काही अंतर्देशीय प्रदेशांमध्येही (Inland regions) वाहतात.
- महानदी, गोदावरी, कृष्णा, कावेरी आणि नर्मदा या प्रमुख नद्या आहेत. यापैकी बहुतेक नद्या पश्चिम ते पूर्व दिशेने वाहतात, तर नर्मदेसारख्या काही नद्या पश्चिमेकडे (अरबी समुद्राकडे) वाहतात.

द्वीपकल्पीय पठाराचे विभाग आणि भौतिक वैशिष्ट्ये

द्वीपकल्पीय पठाराचे विभाग (Regions of the Peninsular Plateau)

भूभाग (Topography), भूगर्भशास्त्र (Geology) आणि इतर भौतिक वैशिष्ट्यांवर आधारित, द्वीपकल्पीय पठाराचे अनेक उप-विभागांमध्ये विभाजन केले जाते:

१. मध्यवर्ती उच्चभूमी (Central Highlands)

- मध्यवर्ती उच्चभूमी विंध्य पर्वतरांगेच्या उत्तरेस स्थित आहे. यात मध्य प्रदेशातील माळवा पठार (Malwa Plateau) आणि राजस्थानचा काही भाग समाविष्ट आहे.
- या प्रदेशात लहरी पृष्ठभाग (Undulating surface) असून नर्मदा आणि तुंगभद्रा सारख्या नद्यांजवळील भागात समृद्ध सुपीक माती (Rich fertile soil) आढळते.
- नर्मदा आणि माही यांसारख्या काही महत्वाच्या नद्यांचा उगम या प्रदेशातून होतो.

२. दख्खनचे पठार (Deccan Plateau)

- दख्खनचे पठार द्वीपकल्पीय पठाराचा दक्षिण भाग बनवते, ज्यात

महाराष्ट्र, कर्नाटक, तेलंगणा, आंध्र प्रदेश आणि तमिळनाडूचा मोठा भाग समाविष्ट आहे.

- हे द्वीपकल्पीय पठाराचा सर्वात मोठा आणि महत्वाचा भाग आहे, ज्यात मंद उताराचा पृष्ठभाग (Gently sloping surface) असून तो मोठ्या ज्वालामुखी खडकांनी (दख्खन ट्रॅप्स - Deccan Traps) ओळखला जातो.
- दख्खनच्या पठाराला पश्चिमेला पश्चिम घाट आणि पूर्वेला पूर्व घाटाने वेढलेले आहे.
- हा प्रदेश लोहखनिज (Iron ore), बॉक्साईट (Bauxite) आणि कोळसा (Coal) यांसारख्या खनिज संसाधनांनी (Mineral resources) समृद्ध आहे.

३. दक्षिण पठार (Southern Plateau)

- दक्षिण पठारात कर्नाटक पठार, तमिळनाडू पठार आणि तेलंगणा पठार यांचा समावेश होतो.
- दख्खनच्या पठाराच्या तुलनेत या प्रदेशाची उंची कमी आहे आणि यात कृष्णा व कावेरी यांसारख्या नद्यांनी तयार केलेल्या सुपीक नदीखोऱ्यांचे (Fertile river valleys) वैशिष्ट्य आहे.
- या प्रदेशाच्या पूर्व आणि पश्चिम कडा अनुक्रमे पूर्व घाट आणि पश्चिम घाटाने बनलेल्या आहेत.

४. पूर्व आणि पश्चिम घाट (Eastern and Western Ghats)

- पूर्व घाट आणि पश्चिम घाट या दोन महत्वाच्या पर्वतरांगा आहेत, ज्या द्वीपकल्पीय पठाराच्या सीमा (Boundaries) निश्चित करतात.
- अरबी समुद्राच्या किनाऱ्याला समांतर (Parallel) असलेला पश्चिम घाट उंचीने अधिक आणि अधिक सलग (Continuous) आहे. हे ठिकाण युनेस्को जागतिक वारसा स्थळ (UNESCO World Heritage Site) आणि जैवविविधता हॉटस्पॉट (Biodiversity hotspot) म्हणून ओळखले जाते.
- पूर्व घाट उंचीने कमी आणि अधिक खंडित (Discontinuous) असला तरी, बंगालच्या उपसागराच्या किनाऱ्याला समांतर असलेला हा पठाराचा एक महत्त्वपूर्ण भाग आहे.

द्वीपकल्पीय पठाराची भौतिक वैशिष्ट्ये (Physical Features of the Peninsular Plateau)

१. नद्या आणि जलस्रोत (Rivers and Water Bodies)

- द्वीपकल्पीय पठारात अनेक महत्वाच्या नद्या आहेत, ज्या त्याच्या उंच प्रदेशातून (Uplands) उगम पावतात आणि किनाऱ्याकडे वाहतात.
 - नर्मदा नदी (जी पश्चिमेकडे वाहते) आणि तुंगभद्रा ही पठारातून वाहत जाणाऱ्या नद्यांची उदाहरणे आहेत.
 - महानदी, गोदावरी, कृष्णा आणि कावेरी या पूर्वेकडे

वाहणाच्या प्रमुख नद्या आहेत, ज्या सिंचनासाठी पाणी पुरवतात आणि शेतीसाठी महत्वाच्या आहेत.

२. पर्वतरांगा (Hill Ranges)

- उत्तरेकडील विंध्य पर्वतरांग आणि सातपुडा पर्वतरांग, तसेच वायव्येकडील अरवली पर्वतरांग या भौगोलिक सीमा म्हणून कार्य करतात आणि पठाराच्या पृष्ठभागाला आकार देण्यात महत्वाच्या ठरल्या आहेत.
- पश्चिम घाट त्यांच्या जैवविविधतेसाठी (Biodiversity) आणि अनाईमुडी (Anamudi) सारख्या उंच शिखरांसाठी ओळखले जातात आणि त्यांना जागतिक वारसा स्थळ म्हणून मान्यता मिळाली आहे.

३. पठारी पृष्ठभाग आणि उंची (Plateau Surface and Elevation)

- द्वीपकल्पीय पठाराची सरासरी उंची (Average elevation) समुद्रसपाटीपासून सुमारे ६०० ते ९०० मीटर आहे, तर काही प्रदेशात शिखरे १,००० मीटरपर्यंत पोहोचतात.
- पृष्ठभाग प्रामुख्याने खडकाळ आणि असमान आहे.
- खडकांच्या झिजेमुळे तयार झालेल्या खोल दऱ्या, उंच टेकड्या आणि खोल घळी (Deep gorges) येथे आढळतात.

द्वीपकल्पीय पठाराचे हवामान (Climate of Peninsular Plateau)

द्वीपकल्पीय पठाराचे हवामान मुख्यतः उष्णकटिबंधीय (Tropical) असते, परंतु उंची (Altitude), पर्जन्यमान (Rainfall) आणि समुद्रकिनाऱ्यापासूनचे अंतर यानुसार त्यात बदल आढळतात.

- उन्हाळा:**
 - उन्हाळा सर्वसाधारणपणे गरम असतो, विशेषतः मध्य प्रदेश, कर्नाटक आणि तेलंगणासारख्या अंतर्गत भागांमध्ये तापमान अनेकदा ४०°C पेक्षा जास्त पोहोचते.
- मान्सून (पावसाळा):**
 - जून ते सप्टेंबर या काळात येणारा मान्सून पठाराच्या पूर्व आणि पश्चिम भागांत जोरदार पाऊस आणतो, जो शेतीसाठी अत्यावश्यक असतो.
 - पर्जन्यछायेच्या (Orographic effect) प्रभावामुळे पश्चिम घाटावर अतिवृष्टी होते, तर दख्खनच्या पठाराला साधारण पाऊस मिळतो.
- हिवाळा:**
 - हिवाळा तुलनेने थंड असतो, विशेषतः पठाराच्या उत्तर भागांमध्ये. काही प्रदेशांमध्ये तापमान १०°C किंवा त्याहून खाली जाऊ शकते.

अर्थव्यवस्था आणि संसाधने (Economy and Resources)

१. शेती (Agriculture)

- द्वीपकल्पीय पठार हा कृषीदृष्ट्या समृद्ध प्रदेश आहे, विशेषतः गोदावरी, कृष्णा आणि कावेरी यांसारख्या नद्यांजवळील भागात.
- येथे घेतली जाणारी प्रमुख पिके म्हणजे तांदूळ (भात), गहू, कापूस, भुईमूग, ऊस आणि तेलबिया (Oilseeds).

२. खनिज संसाधने (Mineral Resources)

- हा प्रदेश खनिज संसाधनांनी समृद्ध आहे.
- यात कोळसा (Coal) (छत्तीसगढ आणि झारखंडमध्ये), लोहखनिज (Iron ore), बॉक्साईट (Bauxite), मँगनीज (Manganese) आणि चुनखडी (Limestone) यांचा समावेश होतो, ज्यामुळे हा एक महत्वाचा औद्योगिक पट्टा (Industrial zone) बनतो.

३. वनसंपदा (Forestry)

- पश्चिम घाट आणि दख्खनच्या पठाराचा काही भाग दाट जंगलांनी (Dense forests) आच्छादलेला आहे.
- या वनांमधून लाकूड (Timber), औषधी वनस्पती (Medicinal plants) आणि इतर वन उत्पादने मिळतात. ही जंगले प्रदेशाच्या जैवविविधतेलाही (Biodiversity) हातभार लावतात.

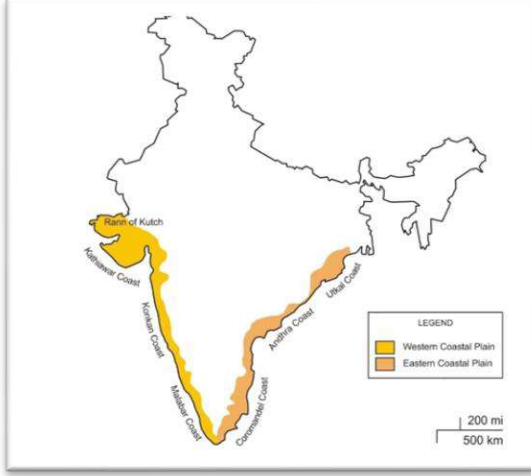
आव्हाने (Challenges)

- पाण्याची टंचाई (Water Scarcity):**
 - या प्रदेशात अनेक नद्या असूनही, अनियमित पर्जन्यमान आणि सिंचनासाठी भूजलाच्या अतिवापरामुळे अनेक भागांमध्ये पाण्याची टंचाई जाणवते.
- मातीची धूप (Soil Erosion):**
 - पठाराच्या काही भागांमध्ये, विशेषतः तीव्र उतारावर आणि वनस्पतींचे आवरण कमी असलेल्या ठिकाणी, मातीची धूप ही एक मोठी समस्या आहे.
- पर्यावरणाचा न्हास (Environmental Degradation):**
 - पठारावरील वनतोड (Deforestation), नागरीकरण (Urbanization) आणि खाणकाम (Mining activities) यांसारख्या क्रियाकलापांमुळे पर्यावरणाचा न्हास झाला आहे, ज्यामुळे स्थानिक परिसंस्था आणि लोकांच्या उपजीविकेवर परिणाम होत आहे.

किनारी प्रदेशाची ओळख (Introduction to Coastal Region)

- भारताचा किनारी प्रदेश (Coastal region) सुमारे ७,५१६ किलोमीटर पर्यंत पसरलेला आहे. हा देशाच्या सर्वात वैविध्यपूर्ण (Diverse) आणि रणनीतिकदृष्ट्या महत्वाच्या भौगोलिक वैशिष्ट्यांपैकी एक आहे.

- भारताचा किनारा तीन प्रमुख जलस्रोतांनी वेढलेला आहे: पश्चिमेला अरबी समुद्र, पूर्वेला बंगालचा उपसागर आणि दक्षिणेला हिंदी महासागर.
- या किनारपट्टीचे महत्त्वपूर्ण आर्थिक, पर्यावरणीय आणि सांस्कृतिक मूल्य आहे, जे हवामान, व्यापार, मासेमारी, पर्यटन आणि इतर अनेक बाबींवर प्रभाव टाकते.



भौगोलिक विस्तार आणि विभागणी (Geographical Extent and Division)

भारताच्या किनारपट्टीचे प्रामुख्याने दोन प्रमुख विभागांमध्ये विभाजन केले जाते:

१. पश्चिम किनारा (अरबी समुद्राचा किनारा - Western Coast)

- भारताचा पश्चिम किनारा उत्तरेकडील गुजरातपासून दक्षिणेकडील केरळपर्यंत पसरलेला आहे.
- यात गुजरात, महाराष्ट्र, गोवा, कर्नाटक, केरळ ही राज्ये आणि दादरा आणि नगर हवेली तसेच दमण आणि दीव या केंद्रशासित प्रदेशांचा समावेश होतो.

२. पूर्व किनारा (बंगालच्या उपसागराचा किनारा - Eastern Coast)

- पूर्व किनारा उत्तरेकडील पश्चिम बंगाल आणि ओडिशाच्या (पूर्वीचे ओरिसा) किनाऱ्यांपासून तमिळनाडूच्या दक्षिण टोकापर्यंत (Southern tip) पसरलेला आहे.
- ही किनारपट्टी पश्चिम बंगाल, ओडिशा, आंध्र प्रदेश, तमिळनाडू आणि अंदमान आणि निकोबार बेटे या केंद्रशासित प्रदेशांमधून जाते.

किनारी वैशिष्ट्ये आणि भूरूपे (Coastal Features and Landforms)

भारताच्या किनारपट्टीवर वाळूचे समुद्रकिनारे (Sandy beaches), खडकाळ किनारे (Rocky shorelines), खाड्या (Estuaries), खाऱ्या

पाण्याची सरोवरे (Lagoons) आणि त्रिभुज प्रदेश (Deltas) यांसारखी विविध किनारी वैशिष्ट्ये आढळतात.

१. समुद्रकिनारे (Beaches)

- भारत त्याच्या लांब आणि सुंदर वाळूच्या समुद्रकिनार्यांसाठी ओळखला जातो, विशेषतः पश्चिम किनारा (गोवा, केरळ) आणि पूर्व किनारपट्टीवर (पश्चिम बंगाल, ओडिशा).
- गोवा, कोवलम (केरळ), पुरी (ओडिशा) आणि ऋषिकोंडा (आंध्र प्रदेश) सारखे समुद्रकिनारे पर्यटन आणि मनोरंजक क्रियाकलापांसाठी प्रसिद्ध आहेत.

२. खाड्या (Estuaries) आणि खाऱ्या पाण्याची सरोवरे (Lagoons)

- खाडी (Estuary) म्हणजे असा किनारी जलभाग, जेथे नदीचे गोडे पाणी समुद्राच्या खारट पाण्याला मिळते आणि मिसळते. महानदी, गोदावरी, कृष्णा आणि कावेरी यांसारख्या प्रमुख नद्यांनी तयार केलेल्या असंख्य खाड्या भारतात आहेत.
- कोची, चिल्का सरोवर (Chilika Lake) आणि सुंदरबन (Sundarbans) ही खाड्या आणि खाऱ्या पाण्याच्या सरोवरांची प्रमुख उदाहरणे आहेत. हे प्रदेश पर्यावरणाच्या दृष्टीने समृद्ध आहेत आणि विविध प्रकारच्या वनस्पती आणि प्राणी यांना आधार देतात.

३. त्रिभुज प्रदेश (Deltas)

- भारत अनेक प्रमुख नदी त्रिभुज प्रदेशांचे माहेरघर आहे, जेथे नद्या समुद्राला मिळतात. काही महत्त्वपूर्ण त्रिभुज प्रदेश खालीलप्रमाणे आहेत:
 - सुंदरबन त्रिभुज प्रदेश (गंगा, ब्रह्मपुत्रा आणि मेघना नद्यांनी तयार केलेला) हा जगातील सर्वात मोठा खारफुटीचा (Mangrove) जंगल आणि युनेस्को जागतिक वारसा स्थळ आहे.
 - गोदावरी त्रिभुज प्रदेश, कृष्णा त्रिभुज प्रदेश आणि कावेरी त्रिभुज प्रदेश हे देखील भारतातील महत्वाचे कृषी प्रदेश आहेत.

४. किनारी मैदाने (Coastal Plains)

- भारताची किनारी मैदाने पश्चिमेला अरुंद, विशेषतः गुजरातमध्ये, आणि पूर्वेला बंगालच्या उपसागराच्या बाजूने रुंद आहेत.
- ही मैदाने सुपीक गाळाच्या मातीमुळे ओळखली जातात, जी शेतीसाठी आदर्श आहे.

५. प्रवाळ खडक (Coral Reefs)

- भारताच्या पश्चिम किनाऱ्याजवळील लक्षद्वीप बेटे आणि बंगालच्या उपसागरातील अंदमान आणि निकोबार बेटे हे जगातील काही सर्वात सुंदर आणि वैविध्यपूर्ण प्रवाळ खडकांचे घर आहेत.

किनारी प्रदेशाचा हवामानावर प्रभाव (Climatic Influence of Coastal Regions)

भारतातील किनारी प्रदेशांमध्ये उष्णकटिबंधीय हवामान अनुभवले जाते, जे सभोवतालच्या महासागरांच्या प्रभावाखाली असते. या प्रदेशांची प्रमुख हवामान वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

१. मान्सून हवामान (Monsoon Climate)

- किनारी क्षेत्रांमध्ये उष्णकटिबंधीय मान्सून हवामान असते. नैऋत्य मान्सूनच्या (Southwest Monsoon) काळात (जून ते सप्टेंबर) येथे जोरदार पाऊस पडतो.
- पश्चिम घाटातील पर्जन्यछायेच्या (Orographic effect) प्रभावामुळे पश्चिम किनाऱ्यावर (विशेषतः केरळ आणि कोकण) सर्वाधिक पर्जन्यमान होते.
- ईशान्य मान्सूनचा परिणाम (ऑक्टोबर ते डिसेंबर) पूर्व किनाऱ्यावर, विशेषतः तमिळनाडूवर होतो, ज्यामुळे या भागात पाऊस पडतो.

२. आर्द्रता (Humidity)

- समुद्राच्या जवळ असल्यामुळे भारताच्या किनारी भागांमध्ये उच्च आर्द्रता असते. परिणामी, अंतर्गत (Inland) भागांच्या तुलनेत येथे वर्षभर तापमान तुलनेने मध्यम राहते.

३. चक्रीवादळे (Cyclones)

- किनारी प्रदेशांना, विशेषतः पूर्व किनाऱ्याला, बंगालच्या उपसागरात किंवा अरबी समुद्रात तयार होणाऱ्या उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळांचा (Tropical cyclones) वारंवार फटका बसतो.
- ओडिशा, आंध्र प्रदेश, पश्चिम बंगाल आणि तमिळनाडू ही राज्ये मान्सूनच्या काळात या वादळांसाठी विशेषतः असुरक्षित (Vulnerable) असतात.

किनारी प्रदेशाचे आर्थिक महत्त्व (Economic Importance)

१. मासेमारी उद्योग (Fishing Industry)

- भारताचे किनारी प्रदेश मासेमारी उद्योगासाठी अत्यंत महत्त्वाचे आहेत, जो लाखो लोकांच्या उपजीविकेला आधार देतो.
- येथे पारंपरिक आणि व्यावसायिक दोन्ही प्रकारची मासेमारी प्रमुख क्रियाकलाप आहेत, ज्यातून प्रमुख माशांची निर्यात होते.
- केरळ, तमिळनाडू, पश्चिम बंगाल आणि गुजरात यांसारख्या राज्यांमध्ये मोठा मासेमारी उद्योग आहे आणि समुद्री संसाधने राष्ट्रीय अर्थव्यवस्थेत मोठे योगदान देतात.

२. बंदर शहरे आणि सागरी व्यापार (Port Cities and Maritime Trade)

- भारताला सागरी व्यापाराचा मोठा इतिहास आहे आणि किनारी शहरे आंतरराष्ट्रीय व्यापार आणि वाणिज्य (International trade

and commerce) साठी महत्त्वाची केंद्रे म्हणून काम करतात.

- पश्चिम किनाऱ्यावरील प्रमुख बंदरे: मुंबई, जवाहरलाल नेहरू बंदर (न्हावा शेवा), कांडला, मंगळूर आणि गोवा.
- पूर्व किनाऱ्यावरील प्रमुख बंदरे: चेन्नई, विशाखापट्टणम, कोलकाता, पारादीप आणि कोची.

- मुंबई बंदर आणि जवाहरलाल नेहरू बंदर ही जगातील सर्वात व्यस्त बंदरांपैकी (Busiest) आहेत.

३. पर्यटन (Tourism)

- किनारी प्रदेश त्यांच्या समुद्रकिनारे, रिसॉर्ट्स आणि समृद्ध सांस्कृतिक वारसा यामुळे भारतातील प्रमुख पर्यटन स्थळे (Tourist destinations) आहेत.
 - गोवा, केरळ, कोची, अंदमान बेटे आणि कोवलम येथे देशी आणि आंतरराष्ट्रीय पर्यटक मोठ्या संख्येने येतात.
 - किनारी पर्यटनांमध्ये पर्यावरण पर्यटन (Ecotourism) देखील समाविष्ट आहे; सुंदरबन (खारफुटीच्या जंगलांसाठी प्रसिद्ध) आणि लक्षद्वीप सारखे प्रदेश निसर्गप्रेमींना आकर्षित करतात.

४. शेती (Agriculture)

- किनारी प्रदेशात शेतीलाही आधार मिळतो, विशेषतः नारळ लागवड, खर (केरळमध्ये) आणि गोदावरी, कृष्णा व कावेरी यांसारख्या त्रिभुज प्रदेशात धान (भात) लागवड केली जाते.
- मीठ उत्पादन हा किनारी भागातला आणखी एक महत्त्वाचा उद्योग आहे, विशेषतः गुजरात आणि तमिळनाडूमध्ये.

पर्यावरणीय महत्त्व (Environmental Significance)

१. जैवविविधता (Biodiversity)

- भारतातील किनारी परिसंस्था, ज्यात खाड्या, खाऱ्या पाण्याची सरोवरे आणि प्रवाळ खडक यांचा समावेश होतो, जैवविविधतेने समृद्ध आहेत.
- ते मासे, खेकडे, मोलस्क (Mollusks) आणि समुद्री कासव यांसारख्या विविध समुद्री प्रजातींसाठी अधिवास प्रदान करतात.
- रॉयल बंगाल टायगरचे घर असलेले सुंदरबन, भारतातील सर्वात पर्यावरणीयदृष्ट्या महत्त्वपूर्ण प्रदेशांपैकी एक आहे. अंदमान आणि निकोबार बेटे देखील विविध प्रकारच्या वनस्पती आणि प्राणी (Flora and fauna) प्रजातींचे निवासस्थान आहेत, त्यापैकी अनेक या प्रदेशासाठी स्थानिक आहेत.

२. खारफुटीची जंगले (Mangroves)

- भारताच्या किनारी प्रदेशात महत्त्वपूर्ण खारफुटीची जंगले आहेत, जी किनारी धूप विरुद्ध नैसर्गिक बर्फर म्हणून कार्य करतात, समृद्ध सागरी जीवनाला आधार देतात आणि कार्बन जप्तीमध्ये (Carbon sequestration) महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

- सुंदरबन खारफुटी आणि अंदमान आणि निकोबार बेटांवरील खारफुटी ही भारतातील काही सुप्रसिद्ध खारफुटी परिसंस्था आहेत.

३. प्रवाळ खडक (Coral Reefs)

- लक्षद्वीप बेटे आणि अंदमान आणि निकोबार बेटांमधील प्रवाळ खडक हे महत्वाचे सागरी अधिवास आहेत, जे असंख्य सागरी प्रजातींना आश्रय आणि अन्न पुरवतात.
- तथापि, हवामान बदल, प्रदूषण आणि अति-मासेमारीमुळे प्रवाळ खडक धोक्यात आहेत.

किनारी प्रदेशासमोरील समस्या (Challenges Faced by the Coastal Region)

भारताचा किनारी प्रदेश अनेक पर्यावरणीय आणि सामाजिक-आर्थिक समस्यांचा सामना करत आहे:

- **किनारी धूप (Coastal Erosion):**
 - किनारी धूप (Shoreline loss) ही एक गंभीर समस्या आहे, विशेषतः पश्चिम बंगाल आणि तमिळनाडू सारख्या राज्यांमध्ये, जिथे समुद्र पातळीत वाढ आणि मानवी गतिविधीमुळे किनाऱ्याची झीज वेगाने होत आहे.
- **प्रदूषण (Pollution):**
 - किनारी भागांना औद्योगिक सांडपाणी, मलनिस्सारण आणि तेल गळतीमुळे होणाऱ्या प्रदूषणाचा सामना करावा लागतो.
 - याचा परिणाम समुद्री जीवसृष्टी (Marine life), मासेमारी उद्योग आणि पर्यटनावर होतो.
 - चेन्नई, मुंबई आणि कोलकाता सारख्या प्रमुख शहरांमध्ये वेगवान नागरीकरण आणि औद्योगिक वाढीमुळे किनारी प्रदूषणाची पातळी वाढली आहे.
- **हवामान बदलाचा परिणाम (Impact of Climate Change):**
 - जागतिक तापमानवाढीमुळे (Global warming) होणारी समुद्र पातळीतील वाढ किनारी समुदायांसाठी, विशेषतः सुंदरबन आणि कोची सारख्या सखल भागांसाठी धोकादायक आहे.
 - पूर्व किनारपट्टीवरील किनारी समुदाय देखील चक्रीवादळे आणि अतिवृष्टीसारख्या अति-हवामान घटनांना बळी पडतात, ज्यांची वारंवारता आणि तीव्रता वाढत आहे.
- **अति-मासेमारी (Overfishing):**
 - अति-मासेमारी ही किनारी प्रदेशांतील एक वाढती समस्या आहे, ज्यामुळे समुद्री संसाधनांची शाश्वतता धोक्यात येत आहे.
 - सागरी परिसंस्थेच्या ऱ्हासाबरोबरच ही समस्या कोळ्यांच्या उपजीविकेलाही धोका निर्माण करत आहे.

5. भारताची बेटे

भारतासारख्या विशाल आणि भौगोलिक विविधतेने नटलेल्या देशामध्ये बंगालच्या उपसागरात आणि अरबी समुद्रात अनेक बेटे विखुरलेली आहेत. ही बेटे आकारमान, पर्यावरणीय विविधता आणि रणनीतिक महत्त्वाच्या दृष्टीने भिन्न आहेत आणि भारताच्या सांस्कृतिक, आर्थिक व पर्यावरणीय भूभागामध्ये त्यांचे मोठे योगदान आहे.

भारताच्या बेटांचे वर्गीकरण प्रामुख्याने अंदमान आणि निकोबार बेटे, लक्षद्वीप बेटे आणि सुंदरबन बेटे व कोची बेटे यांसारख्या विविध राज्यांतील लहान बेट समूहांमध्ये केले जाते.



अ. अंदमान आणि निकोबार बेटे (Andaman and Nicobar Islands)

अंदमान आणि निकोबार बेटे हा बंगालच्या उपसागरात स्थित असलेल्या सुमारे ५७२ लहान-मोठ्या बेटांचा समूह आहे. ही बेटे भारताच्या केंद्रशासित प्रदेशाचा (Union Territory) अविभाज्य भाग आहेत आणि भारतीय मुख्य भूभागापासून अंदाजे १,३०० किलोमीटर दूर आहेत. ही बेटे त्यांच्या समृद्ध जैवविविधता, स्वच्छ समुद्रकिनारे आणि ऐतिहासिक महत्त्वासाठी प्रसिद्ध आहेत.

भौगोलिक स्थान आणि रचना (Geographical Location and Composition)

- अंदमान आणि निकोबार बेटे भारतीय मुख्य भूभागाच्या आग्नेय दिशेला स्थित आहेत आणि त्यांची दोन मुख्य गटांमध्ये विभागणी केली आहे: अंदमान बेटे आणि निकोबार बेटे.
 - अंदमान बेटे उत्तरेस स्थित असून सुमारे ३०० बेटांचा समावेश करतात.
 - निकोबार बेटे दक्षिणेस स्थित असून सुमारे २२ बेटांचा समावेश करतात.
- ही बेटे सुमारे ८,२४९ चौरस किलोमीटर क्षेत्रात पसरलेली आहेत आणि या केंद्रशासित प्रदेशाची राजधानी पोर्ट ब्लेअर (Port Blair) आहे.

ऐतिहासिक महत्त्व (Historical Significance)

- ब्रिटिश वसाहतवादाशी संबंध असल्यामुळे अंदमान आणि निकोबार बेटांना महत्त्वपूर्ण ऐतिहासिक वारसा लाभलेला आहे.

- ब्रिटिशांनी बांधलेले **सेल्युलर जेल** (Cellular Jail), ज्याला '**काळा पाणी**' (Kala Pani) म्हणून ओळखले जाते, वसाहतवादी काळात **भारतीय स्वातंत्र्यसैनिकांसाठी** एक कुप्रसिद्ध तुरुंग होते.
- दुसऱ्या महायुद्धादरम्यान ही बेटे **जपानी व्यापाराचे** (Japanese occupation) केंद्रही होती.

नेचर वॉक साठी येतात. **हॅवेलॉक बेट** (Havelock Island), **नील बेट** (Neil Island) आणि **बारतांग बेट** (Baratang Island) ही प्रसिद्ध पर्यटन स्थळे आहेत.

- **पोर्ट ब्लेअर** हे बेटांचे **प्रवेशद्वार** म्हणून काम करते आणि मुख्य भूभागाशी **हवाई व सागरी मार्गाने** चांगले जोडलेले आहे.

जैवविविधता आणि पर्यावरण (Biodiversity and Environment)

- ही बेटे **वनस्पती आणि प्राणी** (Flora and fauna) यांच्या **अद्वितीय श्रेणीचे** घर आहेत.
- येथील **दाट जंगले** वनस्पती, पक्षी आणि प्राणी यांच्या विविध प्रजातींनी भरलेली आहेत, त्यापैकी काही **जगात इतरत्र कुठेही आढळत नाहीत**. **अंदमान ट्री फ्रॉग** (Andaman Tree Frog), **निकोबार कबूतर** (Nicobar pigeon) आणि **समुद्री गाय** (डुगोंग - Dugong) ही त्यापैकी काही उल्लेखनीय उदाहरणे आहेत.
- येथील **सागरी जैवविविधता** देखील अपवादात्मक आहे, ज्यात **सुंदर प्रवाळ खडक, स्वच्छ पाणी आणि समृद्ध सागरी जीवनाचा** समावेश आहे.
- बेटांमध्ये **रिची आर्किपेलागो** (Ritchie's Archipelago), **महात्मा गांधी मरीन राष्ट्रीय उद्यान** (Mahatma Gandhi Marine National Park) आणि **कॅम्पबेल बे राष्ट्रीय उद्यान** (Campbell Bay National Park) यांसारखी अनेक **राष्ट्रीय उद्याने** (National parks) आणि **सागरी अभयारण्ये** (Marine sanctuaries) आहेत.

स्थानिक आदिवासी जमाती (Indigenous Tribes)

- ही बेटे अनेक **स्थानिक आदिवासी जमातींचे** घर आहेत. यात **अंदमानमधील ग्रेट अंदमानीज, ओंगे, जारवा आणि सेंटिनेलीज** जमाती, तसेच **निकोबार बेटांवरील निकोबारीज** यांचा समावेश आहे.
- **सेंटिनेलीज जमात** (Sentinalese tribe) ही जगातल्या **शेवटच्या असंपर्कित** (uncontacted) जमातींपैकी एक म्हणून विशेषतः प्रसिद्ध आहे, जी **शिकारी-संकलनकारी** (hunter-gatherer) जीवनशैली जगते आणि बाहेरील लोकांशी **फार कमी संपर्क** ठेवते.

अर्थव्यवस्था आणि पर्यटन (Economy and Tourism)

- **शेती** (नारळ, तांदूळ आणि मसाले - spices) आणि **मासेमारी** स्थानिक अर्थव्यवस्थेचा **आधारस्तंभ** आहेत. ही बेटे **नारळ, सुपारी** (betel nuts) आणि **उष्णकटिबंधीय फळांच्या** उत्पादनासाठी ओळखली जातात.
- येथील **पर्यटन उद्योगाला** महत्त्वपूर्ण महत्त्व प्राप्त झाले आहे. पर्यटक येथील **समुद्रकिनारे, जलक्रीडा** (water sports), **ट्रेकिंग** आणि

ग्रेट निकोबार बेटाचा प्रकल्प आणि पेच (Great Nicobar Island Project Conundrum)

चर्चेत का? (Why in News?)

- **विरोधक आणि पर्यावरणवादी** गट यांनी चिंता व्यक्त केली आहे की, **ग्रेट निकोबार बेटावरील सुमारे ₹७२,००० कोटींचा** हा प्रस्तावित **महा-पायाभूत सुविधा प्रकल्प** (**Mega infrastructure project**) **स्थानिक आदिवासी जमाती** आणि **येथील नाजूक परिसंस्थेसाठी** (Fragile ecosystem) मोठा धोका निर्माण करत आहे.
- या प्रकल्पाला मिळालेल्या मंजुर्या तात्काळ थांबवाव्यात आणि **संसदीय समित्यांकडून निष्पक्ष आढावा** घेण्यात यावा, अशी मागणी करण्यात आली आहे.

ग्रेट निकोबार बेटाविषयी (About Great Nicobar Island)

- **निकोबार समूहातील** हे सर्वात दक्षिणेकडील आणि सर्वात मोठे बेट आहे (९१० चौ.किमी).
- **इंदिरा पॉइंट** (Indira Point) हे **भारताचे सर्वात दक्षिणेकडील टोक** आहे, जे **सुमात्राप्रासांत** सुमारे **१७० किमी अंतरावर** आहे.
- हे बेट **उष्णकटिबंधीय पर्जन्यवन** (Tropical rainforests), **प्रवाळ खडक** (Coral reefs) आणि **खारफुटीच्या जंगलांनी** (Mangroves) समृद्ध आहे.
- येथे **शोम्पेन** (Shompen tribe - विशेषतः असुरक्षित आदिवासी गट - PVTG), **निकोबारीज** (Nicobarese) जमाती आणि **निकोबार मेगापोड** (Nicobar Megapode) व **लेदरबॅक कासव** (Leatherback turtle) यांसारखे **अद्वितीय प्राणी** आढळतात.
- या बेटावर **दोन राष्ट्रीय उद्याने** आणि एक **बायोस्फियर रिझर्व्ह** (Biosphere reserve) समाविष्ट आहे.

ग्रेट निकोबार बेट प्रकल्प (२०२१) (The Great Nicobar Island Project)

- **नीती आयोगाच्या** (NITI Aayog) **रणनीतिक आणि आर्थिक क्षमतेवरील** अहवालानंतर या प्रकल्पाची कल्पना मांडली गेली.

• प्रकल्पाचे घटक:

- गालाथेआ बे (Galathea Bay) येथे आंतरराष्ट्रीय कंटेनर ट्रान्स-शिपमेंट टर्मिनल (ICTT).
- नवीन आंतरराष्ट्रीय विमानतळ (Greenfield International Airport).
- ४५० एमव्हीए क्षमतेचा ऊर्जा प्रकल्प (गॅस + सौर).
- सुमारे ३ लाख लोकांसाठी टाउनशिप (नगराची वस्ती) विकास.
- हा प्रकल्प ANIIDCO (अंदमान निकोबार आयलँड्स इन्फ्रास्ट्रक्चर डेव्हलपमेंट कॉर्पोरेशन लि.) मार्फत कार्यान्वित केला जात आहे.

सामरिक महत्त्व (Strategic Importance)

- हे बेट मलाक्का सामुद्रधुनी (Malacca Strait) जवळ आहे, जे इंडो-पॅसिफिकमधील एक महत्त्वाचे कोंडीचे ठिकाण (vital choke point) आहे.
- वाढत्या चिनी नौदल उपस्थितीच्या (Chinese naval presence) पार्श्वभूमीवर हे भारताची सागरी सुरक्षा (maritime security) मजबूत करते.
- यामुळे सैन्य मालमत्ता, युद्धनौका, क्षेपणास्त्र प्रणाली आणि पाळत ठेवण्याची क्षमता वाढण्यास मदत होते.
- यामुळे प्रादेशिक सागरी अर्थव्यवस्था आणि मालवाहू जहाजांच्या आंतर-बदलात भारताची भूमिका वाढते.

आव्हाने आणि चिंता (Challenges and Concerns)

१. आदिवासी जमातींवर परिणाम (Impact on Indigenous Tribes)

- शोम्पेन आणि निकोबारीज (PVTGs) जमातींना विस्थापन आणि सांस्कृतिक न्हासाचा सामना करावा लागू शकतो.
- वन हक्क कायदा, २००६ (Forest Rights Act, 2006) चे उल्लंघन होण्याची शक्यता आहे, कारण हा कायदा आदिवासींचा त्यांच्या राखीव क्षेत्रावरील अधिकार मान्य करतो.

२. पर्यावरणीय चिंता (Ecological Concerns)

- उष्णकटिबंधीय पर्जन्यवनातील सुमारे १० लाख झाडांची तोड होणार आहे.
- प्रवाळ खडक, खारफुटी, लेदरबॅक कासवांचे घरटे घालण्याचे ठिकाण आणि निकोबार मेगापोडच्या अधिवासाला धोका आहे.
- हा भारतातील सर्वात मोठ्या वनक्षेत्रांच्या हस्तांतरणापैकी एक आहे.

३. आपत्ती आणि भूकंपाचे धोके (Disaster and Seismic Risks)

- हे बेट अति-भूकंपप्रवण क्षेत्रात येते; २००४ च्या त्सुनामीदरम्यान ग्रेट निकोबार सुमारे १५ फूट खाली खचले होते.
- यामुळे मोठ्या प्रमाणात उभारल्या जाणाऱ्या पायाभूत सुविधांच्या सुरक्षिततेवर आणि शाश्वततेवर शंका निर्माण होते.

४. शासन आणि सल्लामसलत समस्या (Governance and Consultation Issues)

- वन हक्क कायद्यातील तरतुदींच्या विरोधात आदिवासी परिषदांशी (Tribal Councils) अपुरा सल्लामसलत केल्याचा आरोप.
- एनजीटी (NGT - राष्ट्रीय हरित न्यायाधिकरण) ने (एप्रिल २०२३) मंजुर्या कायम ठेवल्या, परंतु नियमांचे पालन तपासण्यासाठी उच्च-स्तरीय समिती (High-Power Committee) स्थापन करण्याचे आदेश दिले.

पुढील वाटचाल (Way Forward)

- समावेशक निर्णय प्रक्रिया (Inclusive Decision-Making): आदिवासी परिषदा आणि स्थानिक समुदायांचा खरा सहभाग सुनिश्चित करणे.
- उच्च-स्तरीय समितीचे निरीक्षण (High-Power Committee Oversight): आदिवासी, पर्यावरणीय आणि वैज्ञानिक प्रतिनिधींसह स्वतंत्र देखरेख ठेवणे.
- पर्यावरण-संवेदनशील विकास (Eco-Sensitive Development): टप्प्याटप्प्याने आणि कमी-प्रभाव मॉडेल स्वीकारणे; वहन क्षमतेचे मूल्यांकन समाविष्ट करणे.
- आपत्ती-सहनशील नियोजन (Disaster-Resilient Planning): प्रकल्पाच्या आराखड्यात भूकंपीय धोके आणि हवामान बदलाचा विचार करणे.
- सामरिक गरजा आणि संवर्धनात संतुलन (Balance Strategic Needs with Conservation): सुरक्षा चिंतांचे निराकरण करताना जैवविविधतेचे संरक्षण करतील अशा पर्यायांचा शोध घेणे.

ब. लक्षद्वीप बेटे (B. Lakshadweep Islands)

लक्षद्वीप बेटे अरबी समुद्रात स्थित असलेल्या ३६ लहान बेटांचा समूह आहे. ही बेटे भारताच्या नैऋत्य किनाऱ्यापासून सुमारे २०० ते ४०० किलोमीटर अंतरावर आहेत. ही बेटे केंद्रशासित प्रदेश असून, कवरत्ती हे त्यांची राजधानी आहे.

भौगोलिक स्थान आणि रचना (Geographical Location and Composition)

- लक्षद्वीपमध्ये अरबी समुद्रात सुमारे ३०,००० चौरस मैलांच्या (सुमारे ७८,००० चौरस किलोमीटर) क्षेत्रात विखुरलेली ३६ बेटे समाविष्ट आहेत, ज्यांचे भूभागाचे एकूण क्षेत्रफळ सुमारे ३० चौरस किलोमीटर आहे.
- ही बेटे अटोल (समुद्रवलय), तलाव (Lagoon) आणि प्रवाल खडक (Coral Reefs) यांनी बनलेली आहेत, ज्यामुळे निसर्गरम्य दृश्ये आणि समृद्ध सागरी जैवविविधता लाभली आहे.

ऐतिहासिक महत्त्व (Historical Significance)

- या बेटांचा दीर्घ सागरी व्यापार इतिहास असून, त्यांच्यावर अरबी, पोर्तुगीज आणि भारतीय अशा विविध संस्कृतींचा प्रभाव पडला आहे.
- शतकांपूर्वी अरबी द्वीपकल्पातून इस्लामचा प्रसार झाल्यामुळे, लक्षद्वीपमध्ये इस्लामिक संस्कृती प्रभावी आहे.

जैवविविधता आणि पर्यावरण (Biodiversity and Environment)

- ही बेटे त्यांच्या प्रवाल खडकांसाठी, समृद्ध सागरी जीवनासाठी आणि स्वच्छ किनाऱ्यांसाठी ओळखली जातात.
- मत्स्यपालन स्थानिक अर्थव्यवस्थेसाठी महत्त्वाचे असून, ट्युना (Tuna), मॅकरेल (Mackerel) आणि सार्डिन (Sardines) सारखे मासे सामान्यपणे आढळतात.
- या प्रदेशात सागरी कासव (Marine turtles), सी काकडी (Sea cucumbers) आणि शार्क (Sharks) च्या अनेक प्रजाती देखील आहेत.

अर्थव्यवस्था आणि पर्यटन (Economy and Tourism)

- येथील अर्थव्यवस्था मुख्यतः मत्स्यव्यवसाय, नारळ लागवड आणि पर्यटनावर आधारित आहे. मासेमारी हा बहुसंख्य लोकांसाठी प्राथमिक व्यवसाय आहे.
- अलिकडच्या वर्षांत पर्यटन वाढले आहे आणि कवरत्ती, आगट्टी (Agatti) आणि बंगाराम (Bangaram) ही बेटे त्यांच्या सुंदर समुद्रकिनाऱ्यांसाठी, जलक्रीडा (Water Sports) आणि प्रवाल खडकांसाठी लोकप्रिय पर्यटन स्थळे आहेत.
- आगट्टी विमानतळ (Agatti Airport) हे या बेटांवर असलेले एकमेव नागरी विमानतळ आहे, जे त्यांना मुख्य भूमीशी जोडते.

प्रशासन आणि विकास (Administration and Development)

- लक्षद्वीपचे प्रशासन केंद्र सरकारच्या अंतर्गत येते आणि लक्षद्वीप विकास महामंडळ (Lakshadweep Development

Corporation) बेटांच्या पायाभूत सुविधा आणि विकासाचे व्यवस्थापन करते.

- पर्यावरणाची चिंता अत्यंत महत्त्वाची आहे, कारण हवामान बदलामुळे वाढत्या समुद्राची पातळी आणि अति हवामानामुळे ही बेटे अतिसंवेदनशील आहेत.

क. भारताची इतर महत्त्वाची बेटे (C. Other Notable Islands of India)

अंदमान आणि निकोबार तसेच लक्षद्वीप बेटांव्यतिरिक्त, भारताच्या किनाऱ्यांवर लहान परंतु महत्त्वाची अन्य बेटे देखील आहेत.

सुंदरबन बेटे (The Sundarbans Islands)

- सुंदरबन हा गंगा, ब्रह्मपुत्रा आणि मेघना नद्यांच्या त्रिभुज प्रदेशात (Delta) स्थित असलेला विस्तीर्ण पाणथळ (wetlands) प्रदेश आहे. या प्रदेशात पश्चिम बंगाल राज्याचा भाग असलेली अनेक बेटे समाविष्ट आहेत.
- ही बेटे सुंदरबन खारफुटीच्या जंगलाचे (Mangrove forest) घर आहेत, जे युनेस्को जागतिक वारसा स्थळ (UNESCO World Heritage Site) आहे आणि जगातील सर्वात मोठे भरतीचे खारे (Tidal Halophytic) खारफुटीचे जंगल आहे.
- येथे राजेशाही बंगाल वाघ (Royal Bengal Tiger), खारे पाणी असलेला मगर (Saltwater Crocodile) आणि विविध प्रकारचे पक्षी व सागरी जीव आढळतात. सुंदरबन हे जैवविविधता संवर्धनासाठी एक महत्त्वपूर्ण क्षेत्र आहे.

मुंबईची बेटे (Mumbai's Islands)

मुंबई द्वीपसमूहात लहान बेटांची एक मालिका आहे, ज्यांनी मिळून मुंबई शहर तयार केले आहे. त्यापैकी काही उल्लेखनीय बेटे खालीलप्रमाणे:

- कुलाबा (Colaba): दक्षिण मुंबईतील एक व्यावसायिक जिल्हा, जो गेटवे ऑफ इंडिया (Gateway of India) आणि ताज महाल पॅलेस हॉटेल (Taj Mahal Palace Hotel) सारख्या प्रसिद्ध खुणांसाठी ओळखला जातो.
- एलिफंटा बेट (Elephanta Island): येथील प्राचीन गुंफा मंदिरांसाठी (Cave Temples) प्रसिद्ध आहे, जे युनेस्को जागतिक वारसा स्थळ आहेत.
- मांडवा (Mandwa): मुंबईपासून एक लोकप्रिय वीकेंड गेटवे, जो त्याच्या समुद्रकिनारी रिसॉर्टसाठी ओळखला जातो.

दमण आणि दीव (Daman and Diu)

- दमण आणि दीव हे गुजरातजवळ भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर असलेल्या लहान बेटांसह असलेले किनारी प्रदेश आहेत.
- दमण त्याच्या पोर्तुगीज वसाहतीतील वास्तुकला (Portuguese

colonial architecture) आणि सुंदर किनाऱ्यांसाठी ओळखले जाते, तर दीव त्याच्या किल्ला (Fort) आणि शांत किनाऱ्यांसाठी प्रसिद्ध आहे.

केरळची बेटे (Kerala's Islands)

- **मुनरो बेट (Munroe Island):** केरळमधील अष्टमुडी तलाव (Ashtamudi Lake) आणि पेरियार नदीच्या संगमावर (Confluence) स्थित असलेले हे बेट पारंपरिक जीवनशैली आणि मासेमारी संस्कृतीसाठी प्रसिद्ध आहे.
- **वायपीन बेट (Vypin Island):** कोचीच्या जवळ असलेले, हे बेट त्याच्या किनाऱ्यांसाठी आणि जुन्या व्यापारी मार्गांशी (Trading Routes) असलेल्या समीपतेमुळे महत्वाचे ऐतिहासिक ठिकाण म्हणून ओळखले जाते.

इतर किनारी बेटे (Other Coastal Islands)

- कोची मध्ये वायपीन, बोलगाट्टी (Bolgatty) आणि गुंडू (Gundu) सारखी अनेक बेटे आहेत, जी त्यांच्या व्यावसायिक क्रियाकलापांसाठी, इतिहासासाठी आणि पर्यटन क्षमतेसाठी ओळखली जातात.

धोरणात्मक आणि भू-राजकीय महत्त्व (Strategic and Geopolitical Importance)

- **भू-राजकीय महत्त्व (Geopolitical Significance):** भारताची बेटे, विशेषतः अंदमान आणि निकोबार बेटे, बंगालच्या उपसागरातील त्यांच्या स्थानामुळे महत्त्वपूर्ण धोरणात्मक महत्त्व बाळगतात. ती भारताला या प्रदेशातील महत्त्वपूर्ण सागरी मार्गावर नियंत्रण ठेवून एक महत्वाचा नौदल लाभ (naval advantage) प्रदान करतात.
- **आंतरराष्ट्रीय संबंध (International Relations):** भारताची आग्नेय आशियाशी (Southeast Asia) असलेली जवळीक आणि इंडोनेशिया आणि श्रीलंका सारख्या देशांसोबतच्या सागरी सीमांमुळे ही बेटे व्यापार, संरक्षण आणि आंतरराष्ट्रीय राजनैतिकतेच्या दृष्टीने देखील महत्त्वपूर्ण ठरतात.
- **पर्यावरण आणि हवामान बदलाच्या चिंता (Environmental and Climate Change Concerns):** लक्षद्वीप आणि अंदमान सारखी बेटे हवामान बदलाच्या परिणामांना (उदा. समुद्राची वाढती पातळी, प्रवाळ विरंजन (coral bleaching) आणि अति हवामानाचे घटक) विशेषतः अतिसंवेदनशील आहेत. परिणामी, या बेटांच्या भविष्यासाठी भारताची शाश्वत विकास आणि हवामान लवचीकता धोरणे अधिकाधिक महत्वाची ठरत आहेत.

भारताच्या बेटांशी संबंधित समस्या (Issues related to Islands of India)

अंदमान आणि निकोबार बेटे, लक्षद्वीप आणि इतर किनारपट्टी व बेट प्रदेशांसह भारताच्या बेटांना त्यांच्या पर्यावरण, अर्थव्यवस्था, प्रशासन आणि सामाजिक गतिमानतेवर (social dynamics) परिणाम करणाऱ्या अनेक समस्या आणि आव्हानांचा सामना करावा लागतो. ही बेटे अत्यंत धोरणात्मक, पर्यावरणीय आणि सांस्कृतिक दृष्ट्या महत्वाची असली तरी, ती विविध अंतर्गत आणि बाह्य घटकांसाठी देखील असुरक्षित आहेत. खाली भारताच्या बेटांना भेडसावणाऱ्या प्रमुख समस्यांचा तपशील दिला आहे.

१. भू-राजकीय आणि धोरणात्मक समस्या (Geopolitical and Strategic Issues)

अ. धोरणात्मक महत्त्व आणि भू-राजकीय तणाव (Strategic Importance and Geopolitical Tensions)

- **अंदमान आणि निकोबार बेटे (ANI)** बंगालच्या उपसागरात एका धोरणात्मक बिंदूवर स्थित आहेत, ज्यामुळे भारताला हिंदी महासागरात (Indian Ocean) महत्त्वपूर्ण उपस्थिती मिळते.
- **इंडो-पॅसिफिक प्रदेश** अधिकाधिक भू-राजकीय स्पर्धेचे क्षेत्र बनत चालला आहे, ज्यात अमेरिका, चीन आणि ऑस्ट्रेलिया यांसारख्या प्रमुख जागतिक शक्ती आपला प्रभाव वाढवत आहेत.
 - **अंदमान समुद्र आणि मलाक्काची सामुद्रधुनी (Strait of Malacca)** हे महत्वाचे सागरी कोंडीचे बिंदू (maritime chokepoints) आहेत, ज्यामुळे ही बेटे संरक्षण आणि व्यापारी मार्गांसाठी महत्त्वपूर्ण ठरतात. या बेटांवरील भारताचे नियंत्रण त्याची नौदल क्षमता (naval capabilities) वाढवते आणि प्रदेशात सत्तेचा समतोल राखण्यास मदत करते.
 - तथापि, या प्रदेशात चीनचा वाढता प्रभाव, विशेषतः श्रीलंका, म्यानमारमधील त्याची नौदल उपस्थिती आणि मालदीव तसेच बांगलादेशमधील त्याचे स्वारस्य, यामुळे सागरी क्षेत्रात भारताच्या सुरक्षेबाबत चिंता वाढली आहे. या बेटांचे धोरणात्मक स्थान त्यांना भू-राजकीय तणावाचा संभाव्य केंद्रबिंदू (potential flashpoint) बनवते.

ब. तस्करी आणि अवैध गतिविधी (Smuggling and Illegal Activities)

- **अंदमान आणि निकोबार बेटे** ही तस्करीचा मार्ग म्हणूनही ओळखली जातात, विशेषतः अमली पदार्थ (drugs), वन्यजीव (wildlife) आणि शस्त्रे यांच्याशी संबंधित. आग्नेय आशियाशी जवळीक आणि पुरेसा देखरेखीचा अभाव यामुळे ते अनेकदा अवैध व्यापारासाठी मार्ग (conduits) म्हणून काम करतात. ही कायद्याची अंमलबजावणी करणाऱ्या संस्थांसाठी एक मोठी समस्या आहे.

- लक्षद्वीपमध्ये, आंतरराष्ट्रीय जलक्षेत्राशी आणि शिपिंग लेनशी जवळीक असल्यामुळे काहीवेळा तस्करी आणि अवैध मासेमारी (illegal fishing) तसेच मानवी तस्करी (human trafficking) यासारख्या अवैध गतिविधी घडतात.

२. पर्यावरणीय आणि नैसर्गिक समस्या (Environmental and Ecological Issues)

अ. हवामान बदल आणि समुद्राची वाढती पातळी (Climate Change and Rising Sea Levels)

- अंदमान आणि निकोबार बेटे आणि लक्षद्वीप ही हवामान बदलाच्या परिणामांमुळे सर्वात असुरक्षित (most vulnerable) असलेल्या क्षेत्रांपैकी आहेत. समुद्राची वाढती पातळी बेटांना गंभीर धोका निर्माण करते, विशेषतः सखल भागातील (low-lying) बेटांना, ज्यामुळे ती पुढील दशकात पाण्याखाली जाण्याची शक्यता आहे.
 - लक्षद्वीप विशेषतः असुरक्षित आहे, कारण अनेक बेटे समुद्रसपाटीपासून फक्त काही मीटर उंचीवर आहेत. समुद्राची वाढती पातळी संपूर्ण लोकसंख्येचे विस्थापन करू शकते आणि महत्त्वपूर्ण किनारपट्टीवरील अधिवास (coastal habitats) आणि परिसंस्था (ecosystems) गमावण्यास कारणीभूत ठरू शकते.
 - प्रवाळ विरंजन (Coral bleaching), जे समुद्राच्या वाढत्या तापमानामुळे वाढते, त्याचा परिणाम आधीच अंदमान आणि निकोबार बेटांभोवतीच्या प्रवाळ खडकांवर होत आहे. प्रवाळ खडक बेटांच्या सागरी जैवविविधतेसाठी महत्त्वपूर्ण आहेत आणि ते किनारपट्टीच्या धूप (coastal erosion) पासून संरक्षणाचे काम देखील करतात.

ब. नैसर्गिक आपत्ती आणि वादळांना संवेदनशीलता (Natural Disasters and Vulnerability to Storms)

- बंगालच्या उपसागरातील बेटांना विशेषतः चक्रीवादळे (cyclones), त्सुनामी (tsunamis) आणि भूकंप यांचा धोका असतो.
- २००४ च्या हिंदी महासागर त्सुनामीमुळे अंदमान आणि निकोबार बेटांवर गंभीर परिणाम झाला होता, ज्यात हजारो लोकांचा बळी गेला आणि पायाभूत सुविधांचे मोठ्या प्रमाणावर नुकसान झाले.
 - घरे, रस्ते आणि उपयुक्तता सेवा यांसारख्या बेटांवरील पायाभूत सुविधा अनेकदा अशा अति हवामान घटनांचा (extreme weather events) सामना करण्यासाठी सुसज्ज नसतात, ज्यामुळे ती नैसर्गिक आपत्तींसाठी अत्यंत असुरक्षित बनतात.

क. जैवविविधतेची हानी आणि संवर्धन (Biodiversity Loss and Conservation)

- ही बेटे समृद्ध आणि अद्वितीय जैवविविधतेचे घर आहेत, ज्यात निकोबार कबूतर (Nicobar pigeon), अंदमान वृक्ष बेडूक (Andaman tree frog) आणि सागरी कासव यांसारख्या संकटग्रस्त प्रजातींचा (endangered species) समावेश आहे.
- तथापि, जलद विकास (rapid development), अवैध जंगलतोड (illegal logging), अति मासेमारी (overfishing) आणि पर्यटन-संबंधित दबावांमुळे येथील परिसंस्थांवर (ecosystems) प्रचंड ताण आला आहे.
- सेंटिनेलीज (Sentinalese) आणि जारवा (Jarwa) सारख्या आदिवासी जमाती देखील पर्यावरणाशी सामंजस्याने राहतात. जंगलतोड आणि पायाभूत सुविधांच्या विकासांमुळे त्यांच्या अधिवासाचे होणारे नुकसान सांस्कृतिक आणि पर्यावरणीय धोके निर्माण करते.

ड. सागरी प्रदूषण (Marine Pollution)

- सागरी प्रदूषण ही एक वाढती चिंता आहे, विशेषतः अंदमान आणि निकोबार बेटे आणि लक्षद्वीप च्या आसपास. कारण प्लॅस्टिक कचरा, तेल गळती (oil spills) आणि शिपिंग वाहतूक (shipping traffic) व मासेमारी जहाजांमधून बाहेर पडणारे रासायनिक प्रदूषक (chemical pollutants) या परिसंस्थांमध्ये जमा होतात.
- प्रवाळ खडक तेल, खते (fertilizers) आणि सांडपाणी (sewage) यांसारख्या प्रदूषकांसाठी विशेषतः संवेदनशील आहेत, ज्यामुळे सागरी अन्नजाले (marine food web) खराब होऊ शकते आणि माशांचा साठा कमी होऊ शकतो. याचा थेट परिणाम स्थानिक अर्थव्यवस्थेवर, विशेषतः मासेमारी करणाऱ्या समुदायांवर, होतो.

प्रस्तावना (Introduction)

भारतातील मृदेचे (मातीचे) प्रकार विविध आहेत आणि देशाच्या विशाल भौगोलिक विस्तार, हवामानातील भिन्नता आणि स्थलाकृति वैशिष्ट्यांमुळे ते विस्तृत वैशिष्ट्ये दर्शवतात. भारतातील मृदेचे वर्गीकरण त्यांच्या रचना (composition), पोत (texture), रंग, सुपीकता (fertility) आणि ज्या हवामान परिस्थितीत त्यांची निर्मिती होते, अशा विविध घटकांवर आधारित आहे. भारताची मृदा तिच्या कृषी क्षेत्रासाठी सर्वात महत्वाच्या स्रोतांपैकी एक आहे, जी देशाच्या अन्न उत्पादन आणि आर्थिक वाढीमध्ये महत्त्वपूर्ण योगदान देते.

प्रमुख वर्गीकरण (Major Classification)

भारतीय कृषी संशोधन परिषद (ICAR) आणि राष्ट्रीय मृदा सर्वेक्षण आणि जमीन वापर नियोजन मंडळ (NBSS & LUP) यांनी वापरलेल्या वर्गीकरण प्रणालीनुसार, भारतीय मृदेच्या प्रकारांचे व्यापकपणे आठ प्रमुख प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते. ते खालीलप्रमाणे आहेत:

१. गाळाची मृदा (Alluvial Soil)
२. काळी मृदा (Black Soil)
३. लाल मृदा (Red Soil)
४. पिवळी मृदा (Yellow Soil)
५. जांभा मृदा (Laterite Soil)
६. वाळवंटी/शुष्क मृदा (Arid Soil)
७. वन मृदा (Forest Soil)
८. दलदलीची/पीठमय मृदा (Peaty and Marshy Soil)

गाळाची मृदा (Alluvial Soil)**अ. विहंगावलोकन (Overview):**

गाळाची मृदा (वाळू, माती आणि गाळ यांचे मिश्रण) हा भारतातील सर्वात व्यापक आणि सुपीक मृदेचा प्रकार आहे, जो एकूण भूभागाच्या सुमारे ४०% क्षेत्र व्यापतो. ही मृदा इंडो-गंगेच्या मैदानात, ब्रह्मपुत्रा मैदानात आणि भारताच्या किनारपट्टीच्या प्रदेशात आढळते.

ब. निर्मिती (Formation):

- नद्यांनी वाहून आणलेल्या गाळाच्या संचयनातून (deposition of sediments) प्रामुख्याने गाळाच्या मृदेची निर्मिती होते. या गाळामध्ये चिकणमाती (clay), वाळू, गाळ (silt) आणि सेंद्रिय पदार्थ (organic matter) यांचा समावेश असतो.
- त्यांची निर्मिती सहसा पूर आणि नदीच्या धूपामुळे (river erosion) होते आणि नदीच्या क्रियाकलापांद्वारे त्यांची नियमितपणे भरपाई (replenished) केली जाते.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

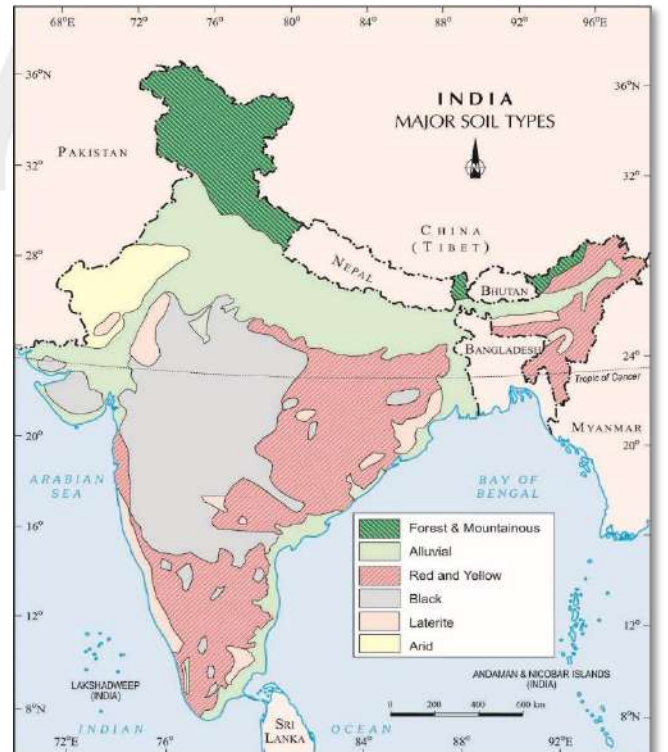
- पोत (Texture):** त्यांचा पोत पोयट्यासारखा (loamy) असतो, ज्यात वाळू, गाळ आणि चिकणमातीचा समतोल असतो.
- रंग (Color):** खनिजांच्या घटकांवर अवलंबून, त्यांचा रंग सहसा हलका राखाडी ते राख-रंग किंवा कधीकधी सोनेरी पिवळा किंवा गडद तपकिरी असतो.
- सुपीकता (Fertility):** ही मृदा अत्यंत सुपीक असून विविध पिकांसाठी योग्य आहे, विशेषतः भात (तांदूळ), गहू, मका आणि ऊस या पिकांसाठी उत्तम आहे.

ड. वितरण (Distribution):

- गाळाची मृदा इंडो-गंगेच्या खोऱ्यातील (Indo-Gangetic Basin) मोठ्या प्रदेशात आढळते, ज्यात पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल आणि आसाम, उत्तराखंड व राजस्थानच्या काही भागांचा समावेश आहे.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- गाळाची मृदा सघन शेतीसाठी (intensive agriculture) आदर्श आहे.
- तथापि, काही भागात, अयोग्य सिंचन पद्धती आणि रासायनिक खतांच्या अतिवापरामुळे त्यांना खारटपणा (salinity) आणि अल्कलीधर्मीपणा (alkalinity) सारख्या समस्यांचा सामना करावा लागतो.



काळी मृदा (Black Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

- काळी मृदा, ज्याला रेगूर मृदा (Regur soil) म्हणूनही ओळखले जाते, ती प्रामुख्याने दख्खनच्या पठारात (Deccan Plateau) आढळते. ती महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक आणि तेलंगणाच्या काही भागांसारख्या प्रदेशांना व्यापते.

ब. निर्मिती (Formation):

- काळी मृदा ही चिकणमातीने समृद्ध असते आणि ती बेसाल्ट खडकांच्या (basalt rocks) विघटनातून तयार होते. लोह (iron), चुना (lime), मॅग्नेशियम (magnesium) आणि अॅल्युमिनियमच्या (aluminum) उपस्थितीमुळे तिच्या सुपीकतेत भर पडते.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): तिचा पोत चिकणमातीसारखा (clayey) असतो आणि ओली झाल्यावर ती चिकट बनते.
- रंग (Color): नावाप्रमाणेच, लोहाच्या (iron) उपस्थितीमुळे ती सामान्यतः काळ्या किंवा गडद तपकिरी रंगाची असते.
- सुपीकता (Fertility): ही मृदा चुना, मॅग्नेशियम आणि पोटॅशने समृद्ध असते आणि कापूस लागवडीसाठी (cotton cultivation) विशेषतः योग्य आहे.
- आर्द्रता टिकवून ठेवण्याची क्षमता (Moisture Retention): ती पाणी धरून ठेवण्याच्या क्षमतेसाठी आणि सुकल्यावर तडे (cracking nature) पडण्याच्या प्रवृत्तीसाठी ओळखली जाते.

ड. वितरण (Distribution):

- काळी मृदा दख्खनच्या पठारी प्रदेशात मोठ्या प्रमाणावर आढळते आणि महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक आणि आंध्र प्रदेशच्या काही भागांमध्ये पसरलेली आहे.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- काळी मृदा अत्यंत सुपीक असून कापूस, भुईमूग (groundnut), सोयाबीन, कडधान्ये (pulses) आणि तंबाखू लागवडीसाठी आदर्श आहे.
- तथापि, काही भागात, विशेषतः जेव्हा मातीवर जास्त काम केले जाते किंवा गैरव्यवस्थापन केले जाते, तेव्हा त्यांना मृदेची धूप (soil erosion) आणि पाण्याचा खराब निचरा (poor drainage) यांसारख्या समस्यांना सामोरे जावे लागते.

लाल मृदा (Red Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

- लाल मृदा मध्यम ते कमी पर्जन्यमान (moderate to low rainfall) असलेल्या प्रदेशात आढळते. ही मृदा तमिळनाडू, कर्नाटक, ओडिशा आणि मध्य प्रदेशासह दक्षिण आणि पूर्व भारताच्या भागांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वितरित आहे.

ब. निर्मिती (Formation):

- लाल मृदा प्रामुख्याने मध्यम पर्जन्यमान असलेल्या प्रदेशात ग्रॅनाईट, नीस (gneiss) आणि शिस्ट (schist) खडकांच्या विघटनातून (weathering) तयार होते.
- ती सामान्यतः लोह ऑक्साईडने (iron oxides) समृद्ध असते, ज्यामुळे तिला लाल रंग मिळतो.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): लाल मृदा सामान्यतः वाळूयुक्त (sandy) किंवा पोयट्यासारखी (loamy) असते, परंतु काही प्रदेशात ती किंचित चिकणमातीची (clayey) असू शकते.
- रंग (Color): लोहाच्या उपस्थितीमुळे ती लाल किंवा लालसर-तपकिरी रंगाची असते.
- सुपीकता (Fertility): गाळाची किंवा काळ्या मृदेच्या तुलनेत ही मृदा कमी सुपीक असते, परंतु खतांचा वापर केल्यास ती लागवडीसाठी योग्य ठरते.
- आम्लधर्मिता (Acidity): ती अधिक आम्लधर्मीय (acidic) असण्याची प्रवृत्ती ठेवते आणि पीएच (pH) तटस्थ (neutralize) करण्यासाठी चुना (lime) वापरण्याची आवश्यकता असू शकते.

ड. वितरण (Distribution):

- लाल मृदा दख्खनचे पठार, कर्नाटक, तमिळनाडू, आंध्र प्रदेश, मध्य प्रदेश आणि ओडिशाच्या काही भागांमध्ये आढळते.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- लाल मृदा भुईमूग, कडधान्ये, भात (तांदूळ), ज्वारी (sorghum) आणि तंबाखू यांसारखी पिके घेण्यासाठी आदर्श आहे.
- लाल मृदेला भेडसावणारे प्रमुख आव्हान म्हणजे तिची कमी सुपीकता आणि उच्च आम्लधर्मिता, ज्यासाठी योग्य मृदा व्यवस्थापन आणि खतांचा वापर आवश्यक आहे.

पिवळी मृदा (Yellow Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

पिवळी मृदा मध्यम पर्जन्यमान असलेल्या प्रदेशात आढळते आणि विशेषतः झारखंड, पश्चिम बंगाल आणि ओडिशा यांसारख्या पूर्व भारतातील भागांमध्ये दिसून येते.

ब. निर्मिती (Formation):

- मध्यम पर्जन्यमान परिस्थितीत ग्रॅनाईट आणि नीस (gneiss) खडकांच्या विघटनातून (weathering) पिवळ्या मृदेची निर्मिती होते. लोह ऑक्साईडच्या (iron oxides) उपस्थितीमुळे तिला पिवळसर रंग प्राप्त होतो.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): पिवळी मृदा सामान्यतः वाळूयुक्त (sandy) किंवा पोयट्यासारखी (loamy) असते आणि काही ठिकाणी ती

गाळयुक्त (silty) असते.

- रंग (Color): लोहाच्या ऑक्सिडीकरणामुळे (oxidation of iron) तिला विशिष्ट पिवळा रंग असतो.
- सुपीकता (Fertility): पिवळ्या मृदेची सुपीकता मध्यम असते, परंतु योग्य व्यवस्थापनाने ती बरीच उत्पादक ठरू शकते.

ड. वितरण (Distribution):

- पिवळी मृदा पूर्व आणि दक्षिण भारतात, विशेषतः झारखंड, पश्चिम बंगाल, ओडिशा आणि तमिळनाडूच्या काही भागांमध्ये आढळते.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- ही मृदा भात (तांदूळ), मका, बार्ली (barley) आणि बटाट्यांच्या लागवडीसाठी वापरली जाते.
- कमी सुपीकता आणि निरोगी पीक वाढीसाठी खतांची आवश्यकता (fertilization) हे या मृदेसमोरील प्रमुख आव्हान आहे.

जांभा मृदा (Laterite Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

- जांभा मृदा (Laterite soils) प्रामुख्याने भारताच्या पश्चिम आणि दक्षिण भागांमध्ये, विशेषतः पश्चिम घाट, केरळ, कर्नाटक आणि महाराष्ट्राच्या काही भागांमध्ये आढळते.

ब. निर्मिती (Formation):

- जांभा मृदा जास्त पर्जन्यमान आणि उच्च तापमान असलेल्या भागात तयार होते. ही उष्णकटिबंधीय परिस्थितीत झालेल्या तीव्र विघटनाचा (intense weathering) परिणाम आहे, ज्यामुळे खनिजे वाहून जातात आणि लोह आणि अल्युमिनियम ऑक्साईड जमा होतात.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): जांभा मृदा सामान्यतः भरभरीत (coarse) आणि गोटेदार (gravelly) असते, ज्यात सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण कमी असते.
- रंग (Color): त्यांचा रंग सामान्यतः लालसर-तपकिरी किंवा पिवळसर असतो.
- सुपीकता (Fertility): ही मृदा फारशी सुपीक नसली तरी, योग्य खते आणि सिंचन मिळाल्यास ती पिकांना आधार देऊ शकते.

ड. वितरण (Distribution):

- जांभा मृदा केरळ, कर्नाटक, महाराष्ट्र, तमिळनाडू, गोवा आणि पूर्व हिमालयीन प्रदेशाच्या भागात आढळते.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- जांभा मृदा कॉफी, खर, काजू (cashew) आणि नारळ यांच्या लागवडीसाठी योग्य आहे.
- कमी सुपीकता आणि जास्त खते (heavy fertilizer application) वापरल्याशिवाय लागवड करणे कठीण असणे हे या

मृदेसमोरील प्रमुख आव्हान आहे.

वाळवंटी/शुष्क मृदा (Arid Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

- वाळवंटी मृदा भारताच्या वाळवंटी प्रदेशात आढळते, विशेषतः राजस्थान, गुजरात आणि हरियाणाच्या काही भागांमध्ये.

ब. निर्मिती (Formation):

- ही मृदा खूप कमी पर्जन्यमान असलेल्या प्रदेशात आढळते आणि मुख्यतः वाऱ्यामुळे (wind) जमा झालेल्या वाळू आणि गाळाच्या (silt) संचयनातून तयार होते.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): वाळवंटी मृदा सामान्यतः वाळूयुक्त आणि पोयट्यासारखी (loamy) असते, ज्यात आर्द्रता टिकवून ठेवण्याची क्षमता कमी असते.
- रंग (Color): तिचा रंग सहसा हलका तपकिरी किंवा पिवळसर असतो.
- सुपीकता (Fertility): सेंद्रिय पदार्थांच्या (organic matter) कमतरतेमुळे या मृदेची सुपीकता कमी असते.

ड. वितरण (Distribution):

- वाळवंटी मृदा मुख्यतः राजस्थानमधील थार वाळवंटात, गुजरात आणि हरियाणाच्या काही भागांमध्ये आढळते.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- ही मृदा नैसर्गिकरित्या सुपीक नसते आणि सिंचनाशिवाय शेतीसाठी योग्य नाही. सिंचनाच्या मदतीने बाजरी (millets) आणि जवस (barley) यांसारखी पिके घेतली जातात.
- पाण्याची टंचाई आणि वाळवंटीकरण ही प्रमुख आव्हाने आहेत.

वन मृदा (Forest Soil)

अ. विहंगावलोकन (Overview):

- वन मृदा भारतातील डोंगराळ प्रदेशात आणि जंगलांमध्ये आढळते, विशेषतः हिमालय, पश्चिम घाट आणि ईशान्य भारतात.

ब. निर्मिती (Formation):

- वन मृदा वनस्पती आणि सेंद्रिय पदार्थांच्या खाली तयार होते, जिथे नियमितपणे कुजणारे सेंद्रिय पदार्थ मातीची सुपीकता वाढवतात.

क. वैशिष्ट्ये (Characteristics):

- पोत (Texture): ही मृदा पोयट्यासारखी किंवा वाळूयुक्त असते.
- रंग (Color): तिचा रंग गडद तपकिरी किंवा काळा असतो.
- सुपीकता (Fertility): वन मृदा साधारणपणे सुपीक असते, सेंद्रिय पदार्थांनी समृद्ध असते आणि जंगल वाढीस मदत करते.

ड. वितरण (Distribution):

- हिमालय, पश्चिम घाट आणि ईशान्य भारतात आढळते.

इ. उपयोग आणि आव्हाने (Uses and Challenges):

- ही मृदा वन लागवड आणि बागांसाठी योग्य आहे.
- विकासासोबत वन संवर्धनाचे व्यवस्थापन करणे हे एक आव्हान आहे.

मृदेची धूप आणि जमीन (भूभाग) व्हास (Soil Erosion and Land Degradation)

व्याख्या (Definition)

- **मृदेची धूप (Soil Erosion):** वारा, पाणी यांसारख्या नैसर्गिक शक्तींमुळे किंवा मानवी गतिविधीमुळे वरची माती (topsoil) काढून टाकणे.
- **जमीन व्हास (Land Degradation):** धूप, क्षारता (salinization), पाणथळ (waterlogging) आणि जंगलतोड (deforestation) यांसारख्या नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित प्रक्रियेमुळे जमिनीची उत्पादकता आणि परिसंस्थेचे आरोग्य (ecosystem health) कमी होणे.

मृदेची धूप आणि जमीन व्हासाची कारणे (Causes of Soil Erosion and Land Degradation)

नैसर्गिक कारणे (Natural Causes)

१. **जल/पाणी धूप (Water erosion):** वाहणारे पाणी, पूर, नदीकाठची धूप.
२. **वायु/वारा धूप (Wind erosion):** विशेषतः शुष्क आणि अर्ध-शुष्क प्रदेशात (राजस्थान, गुजरात).
३. **भूकंपीय आणि हवामान घटना (Seismic and climatic events):** भूस्खलन (landslides), दुष्काळ, वाळवंटीकरण (desertification).

मानववंशजन्य कारणे (Anthropogenic Causes)

- **जंगलतोड (Deforestation):** झाडांच्या मुळांद्वारे होणारे मातीचे बंधन (soil binding) कमी करते.
- **अतिचराई (Overgrazing):** जमिनीवरील वनस्पतींचे आच्छादन (vegetation cover) काढून टाकते.
- **अशाश्वत शेती (Unsustainable agriculture):** अत्यधिक नांगरणी (tilling), स्थलांतरित शेती (shifting cultivation), एकाच पिकाची लागवड (monocropping).
- **औद्योगिक आणि खाणकाम गतिविधी (Industrial and mining activities):** खुल्या खाणी, उत्खनन (quarrying).
- **शहरीकरण आणि पायाभूत सुविधा प्रकल्प (Urbanization and infrastructure projects):** जमिनीचे रूपांतरण, उत्खनन.

- **खते आणि कीटकनाशकांचा अतिवापर (Overuse of fertilizers and pesticides):** मातीची सुपीकता कमी होणे.

भारतातील समस्येचे प्रमाण (Extent of the Problem in India)

- **इस्रोच्या (ISRO) 'वाळवंटीकरण आणि जमीन व्हास अटलस (Desertification and Land Degradation Atlas)' (२०२१) नुसार,** भारताच्या भूभागापैकी सुमारे ३०% (९६.४ दशलक्ष हेक्टर) जमिनीचा व्हास होत आहे.
- **सर्वात जास्त प्रभावित राज्ये:** राजस्थान, महाराष्ट्र, गुजरात, कर्नाटक, झारखंड, ओडिशा, मध्य प्रदेश.
- **एकट्या पाण्याच्या धूपामुळे एकूण व्हास झालेल्या जमिनीपैकी १०% पेक्षा जास्त नुकसान होते.**

परिणाम (Impacts)

- **कृषी क्षेत्रावरील परिणाम (Agricultural Impact):** मातीची सुपीकता, पीक उत्पादकता आणि अन्न सुरक्षा (food security) कमी होणे.
- **पर्यावरणावरील परिणाम (Ecological Impact):** वाळवंटीकरण, जैवविविधतेची हानी, पूर आणि दुष्काळात वाढ.
- **आर्थिक परिणाम (Economic Impact):** शेतकऱ्यांचे उत्पन्न कमी होणे, खर्चात वाढ, खाणकाम-संबंधित नुकसान.
- **सामाजिक परिणाम (Social Impact):** ग्रामीण भागातील संकट, स्थलांतर, जमीन आणि पाण्यावरून संघर्ष.
- **हवामानावर परिणाम (Climate Impact):** व्हास झालेली माती कार्बन उत्सर्जित करते, ज्यामुळे जागतिक तापमानवाढीस हातभार लागतो.

भारतात केलेली उपाययोजना (Measures Taken in India)

धोरणात्मक आणि संस्थात्मक उपाय (Policy and Institutional)

- **वाळवंटीकरण आणि जमीन व्हासाचा सामना करण्यासाठी राष्ट्रीय कृती योजना (NAPCD).**
- **राष्ट्रीय वनीकरण कार्यक्रम (National Afforestation Programme) आणि ग्रीन इंडिया मिशन.**
- **कोरडवाहू क्षेत्रांसाठी राष्ट्रीय पाणलोट विकास प्रकल्प (NWDPA).**
- **मृदा आरोग्य कार्ड योजना (Soil Health Card Scheme).**
- **पंतप्रधान कृषी सिंचन योजना (PMKSY) – कार्यक्षम सिंचनासाठी.**

- भारत UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification) चा स्वाक्षरीकर्ता आहे; २०३० पर्यंत २६ दशलक्ष हेक्टर न्हास झालेली जमीन पुनर्संचयित (restore) करण्याचे उद्दिष्ट आहे.

तांत्रिक आणि सामुदायिक उपाय (Technological and Community Measures)

- समपातळीवर बांध घालणे (Contour bunding), पायऱ्यांची शेती (terracing), वनीकरण (afforestation), संरक्षक पट्टे (shelter belts) – धूप कमी करण्यासाठी.
- मातीतील ओलावा टिकवण्यासाठी (soil moisture) पावसाचे पाणी साठवणे (Rainwater harvesting) आणि चेक डॅम (check dams).
- मृदेची रचना सुधारण्यासाठी कृषी-वनीकरण (Agroforestry) आणि मिश्र पीक पद्धती (mixed cropping).
- सुपीकता टिकवून ठेवण्यासाठी सेंद्रिय शेती (Organic farming) आणि रासायनिक निविष्टा (chemical inputs) कमी करणे.

पुढील दिशा (Way Forward)

- स्थानिक पातळीवर एकात्मिक पाणलोट व्यवस्थापन (integrated watershed management) मजबूत करणे.
- शाश्वत शेती आणि पीक विविधीकरणाला (crop diversification) प्रोत्साहन देणे.
- समुदाय-नेतृत्वाखालील मृदा संवर्धन प्रकल्पांना चालना देणे.
- खाणकाम आणि जंगलतोडीचे कठोर नियमन करणे.
- न्हास झालेल्या जमिनीचे मॅपिंग आणि निरीक्षण करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग आणि जीआयएस (GIS) चा वापर करणे.
- मनरेगा (MGNREGA), वनीकरण योजना आणि सिंचन प्रकल्पांमध्ये अधिक समन्वय (Stronger convergence) साधणे.

प्रस्तावना (Introduction)

भारत हा नूतनीकरणीय (renewable) आणि अनूतनीकरणीय (non-renewable) अशा विविध जलस्रोतांनी संपन्न असलेला देश आहे. त्याचा विशाल भौगोलिक परिसर, बदलणारे हवामान आणि स्थलाकृति लक्षात घेता, पाण्याची उपलब्धता आणि वितरण देशभरात लक्षणीयरीत्या बदलते. शेती, उद्योग, शहरीकरण आणि पर्यावरणाचा समतोल टिकवून ठेवण्यासाठी या संसाधनांचे व्यवस्थापन करणे अत्यंत महत्वाचे आहे. भारताच्या जलस्रोतांची सविस्तर माहिती खाली दिली आहे:

नद्या आणि नदी प्रणाली (Rivers and River Systems)

भारतात नद्यांचे दाट जाळे आहे, जे येथील जलस्रोतांचा कणा (backbone) आहे. या नद्यांचे प्रामुख्याने दोन गटांमध्ये वर्गीकरण केले जाते: हिमालयीन नद्या (Himalayan Rivers) आणि द्वीपकल्पीय नद्या (Peninsular Rivers).

हिमालयीन नदी प्रणाली (Himalayan River Systems)

या नद्या हिमनद्या (glaciers) आणि बारमाही बर्फावर (perennial snow) पोसलेल्या असतात, ज्यामुळे वर्षभर पाण्याचा सतत प्रवाह सुनिश्चित होतो. उत्तर मैदानी प्रदेशातील सिंचन आणि पिण्याच्या पाण्याची गरज पूर्ण करण्यात त्यांची महत्वाची भूमिका आहे.

- **सिंधू नदी प्रणाली (Indus River System):** तिबेटमध्ये उगम पावणारी ही नदी पाकिस्तानातून वाहते, परंतु या खोऱ्याचे काही भाग (उदा. जम्मू आणि काश्मीर) भारतात आहेत. या प्रदेशातील सिंचनासाठी ती महत्त्वपूर्ण आहे.
- **गंगा नदी (Ganges/Ganga River):** गंगा ही भारतातील सर्वात लांब आणि सर्वात महत्वाची नदी आहे, जी उत्तराखंडमधील गंगोत्री हिमनदीतून उगम पावते. ती लाखो लोकांसाठी जीवनदायिनी आहे, विशेषतः उत्तर प्रदेश, बिहार आणि पश्चिम बंगाल या राज्यांमध्ये.
- **यमुना नदी (Yamuna River):** गंगेची ही एक प्रमुख उप-नदी असून, ती दिल्लीसह उत्तर भारतातून वाहते आणि हरियाणा व उत्तर प्रदेश सारख्या राज्यांमध्ये पाण्याच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण योगदान देते.
- **ब्रह्मपुत्रा नदी (Brahmaputra River):** तिबेटमध्ये उगम पावणारी ही नदी आसाम, अरुणाचल प्रदेश आणि इतर ईशान्येकडील राज्यांतून वाहते. या प्रदेशातील सिंचन, जलवाहतूक (navigation) आणि वीज निर्मितीसाठी ती महत्वाची आहे.

द्वीपकल्पीय नदी प्रणाली (Peninsular River Systems)

या नद्या प्रामुख्याने पावसावर अवलंबून (rain-fed) असतात आणि त्या दख्खनच्या पठारातून वाहतात, ज्यामुळे त्या हंगामी स्वरूपाच्या (seasonal in nature) असतात.

- **गोदावरी नदी (Godavari River):** भारतातील दुसरी सर्वात लांब नदी असून, ती महाराष्ट्रातून वाहून पूर्व किनारपट्टीवर जाते. ती तेलंगणा, आंध्र प्रदेश आणि ओडिशासह अनेक राज्यांचा परिसर व्यापते.
- **कृष्णा नदी (Krishna River):** पश्चिम घाटातून उगम पावणारी ही नदी महाराष्ट्र, कर्नाटक, तेलंगणा आणि आंध्र प्रदेशमधून वाहते आणि सिंचनात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते.
- **नर्मदा नदी (Narmada River):** पश्चिमेकडे वाहणारी ही नदी मध्य प्रदेश आणि गुजरात राज्यांसाठी पाणी पुरवठ्याच्या दृष्टीने महत्वाची आहे. सरदार सरोवर धरणासारख्या अनेक धरणांना नर्मदा खोऱ्याचा आधार आहे.
- **महानदी नदी (Mahanadi River):** छत्तीसगडमध्ये उगम पावणारी ही नदी ओडिशातून वाहते आणि पूर्व भारतातील शेती आणि सिंचनासाठी पाणी पुरवते.
- **कावेरी नदी (Kaveri River):** पश्चिम घाटातून उगम पावणारी ही नदी कर्नाटक आणि तमिळनाडूतून वाहते आणि तिच्या खोऱ्यातील मोठ्या कृषी लोकसंख्येला आधार देते.

भूजल स्रोत (Groundwater Resources)

भारताचे भूजल स्रोत त्याच्या पाणी पुरवठ्याचा एक महत्वाचा भाग आहेत, विशेषतः ज्या भागात पृष्ठभागावरील पाणी दुर्मिळ किंवा अविश्वसनीय आहे. भूजल प्रामुख्याने सिंचन, पिण्याचे पाणी आणि औद्योगिक वापरासाठी वापरले जाते.

- **जलचर स्तर (Aquifers):** भारतात उथळ (shallow) आणि खोल (deep) असे दोन मुख्य प्रकारचे जलचर स्तर आहेत. उथळ जलचर स्तर जेथे पृष्ठभागावरील पाणी मर्यादित आहे, अशा भागात सिंचनासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात.
- **अतिउपसा (Depletion):** विशेषतः पंजाब, हरियाणा, राजस्थान, महाराष्ट्र आणि उत्तर प्रदेशासारख्या राज्यांमध्ये भूजलाच्या अति-उपसामुळे भूजल साठा लक्षणीयरीत्या कमी झाला आहे. काही भागात पाण्याची पातळी धोकादायक पातळीपर्यंत खाली गेली आहे, जी दीर्घकालीन टिकाऊपणासाठी चिंतेची बाब आहे.
- **पुनर्भरण (Recharge):** पावसाचे पाणी साठवून आणि कृत्रिम पुनर्भरणामार्फत भूजल पुनर्भरण सुधारण्याचे प्रयत्न महत्वाचे आहेत, परंतु उपसा दराच्या तुलनेत ते अनेकदा अपुरे ठरतात.

सरोवर (Lakes) आणि पाणथळ प्रदेश (Wetlands)

सरोवर आणि पाणथळ प्रदेश देखील भारताच्या जलस्रोतांचा एक भाग आहेत, जरी नद्या आणि भूजलाच्या तुलनेत त्यांचे योगदान कमी आहे.

- **महत्वाची सरोवर:** प्रमुख सरोवरांमध्ये **वेंबनाड सरोवर** (केरळ), **दाल सरोवर** (जम्मू आणि काश्मीर) आणि **सांभर सरोवर** (राजस्थान) यांचा समावेश आहे.
- **पाणथळ प्रदेश:** भारतात **केवलादेव राष्ट्रीय उद्यान** (राजस्थान), **चिल्का सरोवर** (ओडिशा) आणि **सुंदरबन** (पश्चिम बंगाल) यांसारखे अनेक महत्वाचे पाणथळ प्रदेश आहेत, जे **जैवविविधता** आणि **जल संवर्धनासाठी** महत्त्वपूर्ण आहेत.

ही सरोवर आणि पाणथळ प्रदेश **पूर नियंत्रण**, **भूजल पुनर्भरण** आणि **पर्यावरणीय समतोल** राखण्यासाठी देखील महत्वाचे आहेत.

पाण्याची उपलब्धता आणि वितरण (Water Availability and Distribution)

भारताचे वार्षिक **नूतनीकरणीय जलस्रोत** (annual renewable water resources) सुमारे ४,००० अब्ज घनमीटर (BCM) आहेत, परंतु त्यांचे वितरण अत्यंत असमान आहे. उत्तर आणि ईशान्येकडील प्रदेशातील राज्यांमध्ये पाण्याची **विपुलता** (abundant) आहे, तर राजस्थान, गुजरात आणि तामिळनाडू यांसारख्या पश्चिम आणि दक्षिणेकडील भागांना **पाण्याच्या तीव्र टंचाईचा** सामना करावा लागतो.

- **उत्तर आणि ईशान्य (North and Northeast):** गंगा-ब्रह्मपुत्रा आणि सिंधू नदी प्रणालीमुळे उत्तर आणि ईशान्येकडील राज्यांना महत्त्वपूर्ण जलस्रोत मिळतात.
- **दक्षिण आणि पश्चिम (South and West):** द्वीपकल्पीय नद्या महत्वाच्या असल्या तरी, त्या **समान पाण्याची विपुलता** प्रदान करत नाहीत आणि या प्रदेशातील अनेक राज्ये मोठ्या प्रमाणात **भूजलावर** अवलंबून आहेत.
- **हंगामी बदल (Seasonal Variation):** भारतातील जलस्रोतांवर **मान्सूनच्या पद्धतीचा** देखील प्रभाव असतो. **नैऋत्य मान्सून** (जून ते सप्टेंबर) देशाच्या पाणी पुरवठ्याच्या **भरपाईसाठी** (replenishing) महत्त्वपूर्ण आहे. तथापि, **हवामान बदलामुळे** मान्सूनची वेळ आणि तीव्रता **अंदाज नसलेली** होत आहे, ज्यामुळे **दुष्काळ** आणि **पूर** यांसारखे काळ येत आहेत.

भारतातील पाण्याचा वापर (Water Use in India)

- **शेती (Agriculture):** भारताच्या एकूण जलस्रोतांपैकी सुमारे ८०% पाणी प्रामुख्याने **सिंचनासाठी** शेतीमध्ये वापरले जाते. **भात**, **ऊस** आणि **कापूस** यांसारख्या पिकांना मोठ्या प्रमाणात पाण्याची

आवश्यकता असल्याने **पृष्ठभागावरील** आणि **भूजल** अशा दोन्ही स्रोतांवर दबाव येतो.

- **उद्योग (Industry):** **वीज निर्मिती**, **उत्पादन (manufacturing)** आणि **खाणकाम (mining)** यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये **औद्योगिक क्षेत्र** देखील पाण्याची मागणी वाढविण्यात महत्त्वपूर्ण योगदान देते.
- **घरगुती वापर (Domestic Use):** भारताची लोकसंख्या १.४ अब्जाहून अधिक असल्याने, **घरगुती पाणीपुरवठा** ही एक **वाढती चिंता** आहे. **अति लोकसंख्या** आणि **अपुरे पायाभूत सुविधांमुळे** शहरी भागांना तीव्र **पाण्याच्या तणावाचा** सामना करावा लागत आहे. ग्रामीण भागातही, विशेषतः **दुष्काळप्रवण** प्रदेशात, **स्वच्छ पिण्याच्या पाण्याच्या** उपलब्धतेसाठी संघर्ष करावा लागतो.

जलस्रोतांसमोरील आव्हाने (Challenges to Water Resources)

- **पाण्याची टंचाई (Water Scarcity):** भारतात पुरेसे जलस्रोत असले तरी, प्रादेशिक विसंगती आहे. **राजस्थान**, **गुजरात**, **महाराष्ट्र** आणि **तामिळनाडू** यांसारख्या राज्यांना महत्त्वपूर्ण **पाण्याच्या तणावाचा** सामना करावा लागतो.
- **प्रदूषण (Pollution):** **गंगा**, **यमुना** आणि इतर प्रमुख नद्यांमधील **नदी प्रदूषण** हे एक गंभीर आव्हान आहे. **औद्योगिक सांडपाणी**, **शेतीतील पाण्याचा निचरा** (कीटकनाशके आणि खते) आणि **शुद्ध न केलेले मलजल** पाण्यातील दूषितता वाढवतात.
- **हवामान बदल (Climate Change):** **बदलणाऱ्या मान्सूनच्या पद्धती**, **अनियमित पर्जन्यमान** आणि **हवामान बदलामुळे नदीच्या प्रवाहातील बदल** **पाण्याचा ताण** (water stress) वाढवत आहेत, विशेषतः **शेती** आणि **पाणीपुरवठ्यासाठी पावसावर अवलंबून असलेल्या प्रदेशांमध्ये**.
- **अति-उपसा (Over-extraction):** **भूजलाचा अति-उपसा**, विशेषतः **सिंचनासाठी**, **अशाश्वत** आहे आणि यामुळे अनेक भागांमध्ये पाण्याची पातळी खाली जात आहे, ज्यामुळे **दीर्घकाळ पाण्याची टंचाई निर्माण** होत आहे.

जल व्यवस्थापन उपक्रम (Water Management Initiatives)

भारत सरकारने जलस्रोतांचे चांगले व्यवस्थापन करण्यासाठी अनेक उपक्रम हाती घेतले आहेत, ज्यात खालील गोष्टींचा समावेश आहे:

- **राष्ट्रीय नदी जोड प्रकल्प (National River Linking Project - NRLP):** या महत्वाकांक्षी योजनेचा उद्देश **जास्तीचे पाणी** (surplus water) **दुष्काळप्रवण** (drought-prone) भागात हस्तांतरित करण्यासाठी प्रमुख नद्यांना **जोडणे** आहे. तथापि, या प्रकल्पाला **पर्यावरण** आणि **राजकीय आव्हानांना** सामोरे जावे लागले आहे.

- **प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana - PMKSY):** या योजनेचे उद्दिष्ट सिंचन कार्यक्षमता सुधारणे आणि देशभरात सिंचन कवरेज (irrigation coverage) वाढवणे आहे.
- **जल जीवन मिशन (Jal Jeevan Mission):** ग्रामीण कुटुंबांना स्वच्छ पिण्याचे पाणी पुरवण्यावर लक्ष केंद्रित करून, या मिशनचे उद्दिष्ट २०२४ पर्यंत प्रत्येक ग्रामीण घराला नळाद्वारे पाणीपुरवठा करणे आहे.
- **पर्जन्य जलसंचयन (Rainwater Harvesting):** भूजल पुनर्भरण वाढवण्यासाठी सरकारने, विशेषतः शहरी भागात, पावसाचे पाणी साठवण्यास प्रोत्साहन दिले आहे.

पुढील दृष्टीकोन (Future Outlook)

लोकसंख्या वाढ, शहरीकरण, प्रदूषण आणि हवामान बदल यांमुळे भारताच्या जलस्रोतांवर प्रचंड दबाव आहे. शाश्वत जलव्यवस्थापनासाठी भारताला खालील गोष्टींची आवश्यकता आहे:

- **एकात्मिक जलस्रोत व्यवस्थापन (Integrated Water Resources Management - IWRM):** पाणलोट व्यवस्थापन (watershed management), भूजल पुनर्भरण (groundwater recharge) आणि मागणी-बाजूचे व्यवस्थापन (demand-side management) यांचा समन्वय साधणारा एक सर्वांगीण दृष्टिकोन (holistic approach).
- **सांडपाणी प्रक्रिया (Wastewater Treatment):** सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणे आणि त्याचा पुन्हा वापर केल्यास शहरी भागातील पाण्याची टंचाई कमी होण्यास मदत होऊ शकते.
- **कार्यक्षम सिंचन (Efficient Irrigation):** ठिबक सिंचन (Drip) आणि तुषार सिंचन (sprinkler irrigation) प्रणालीमुळे शेतीत पाण्याची बचत होऊ शकते, जिथे सर्वाधिक पाणी वापरले जाते.

निष्कर्ष (In conclusion):

भारताचे जलस्रोत हे एक वरदान आणि आव्हान दोन्ही आहेत. देशाच्या दीर्घकालीन कृषी उत्पादकता, औद्योगिक वाढ आणि सामाजिक कल्याणासाठी या स्रोतांचे शाश्वत व्यवस्थापन करणे अत्यावश्यक आहे. प्रभावी धोरणे, प्रगत तंत्रज्ञान आणि सामुदायिक सहभाग हे भारताच्या पाणी-संबंधित आव्हानांवर मात करण्यासाठी मुख्य घटक असतील.

जल संवर्धन अभ्यास उदाहरणे (Water conservation Case study)

१. राजस्थानमधील 'जोहड' प्रणाली (The Johad System in Rajasthan)

- शुष्क हवामानासाठी ओळखले जाणारे राजस्थान, ऐतिहासिकदृष्ट्या जोहड (Johads) म्हणजेच पारंपरिक मातीचे चेक डॅम (earthen check dams), जलसंवर्धनासाठी वापरत आले आहे. जोहडची रचना मान्सून दरम्यान पाणी गोळा करणे आणि साठवणे यासाठी केली जाते, जे पाणी हळूहळू जमिनीत झिरपून (percolates) स्थानिक भूजल पातळी पुन्हा भरण्यास मदत करते. तरुण भारत संघाने (TBS) अलवर जिल्ह्यात जोहडचे पुनरुज्जीवन केले, ज्यामुळे ५,००० हून अधिक जोहड बांधले गेले. परिणामी, भूजल पातळीत सुधारणा झाली आणि शेती तसेच पिण्याच्या पाण्यासाठी पाण्याची उपलब्धता वाढली. या समुदाय-व्यवस्थापित (community-managed) प्रणाली दुष्काळाचे परिणाम कमी करण्यास आणि दूरच्या जलस्रोतांवरील अवलंबित्व कमी करण्यास मदत करतात. या मॉडेलच्या यशाने भारतातील इतर दुष्काळप्रवण (drought-prone) भागातही अशाच उपक्रमांना प्रेरणा दिली आहे.

२. चेन्नईमधील पर्जन्य जलसंचयन (Rainwater Harvesting in Chennai)

- दक्षिण भारतातील किनारपट्टीचे शहर असलेल्या चेन्नईने, २००४ मध्ये जेव्हा शहराची जलाशये (reservoirs) कोरडी पडली, तेव्हा पाण्याची तीव्र टंचाई अनुभवली. याला प्रतिसाद म्हणून, सरकारने स्थानिक समुदाय आणि स्वयंसेवी संस्थांसह (NGOs) पर्जन्य जलसंचयन (rainwater harvesting) एक महत्त्वपूर्ण उपाय म्हणून प्रोत्साहित केले. चेन्नईतील 'द रेन सेंटर' या स्वयंसेवी संस्थेने शहरी कुटुंबे आणि संस्थांमध्ये पर्जन्य जलसंचयन प्रणाली स्थापित करण्यासाठी जागरूकता निर्माण करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावली. २०१३ पर्यंत, चेन्नईच्या ८०% पेक्षा जास्त घरांमध्ये पर्जन्य जलसंचयन प्रणाली स्थापित करण्यात आली होती. या प्रयत्नांमुळे भूजल पुनर्भरणामध्ये लक्षणीय सुधारणा झाली, विशेषतः कोरड्या काळात पाण्याची टंचाई कमी होण्यास मदत झाली आणि शहराचे दूरच्या जलस्रोतांवरील अवलंबित्व कमी झाले.

३. राळेगण सिद्धी गावात जल संवर्धन (महाराष्ट्र) (Water Conservation in the Village of Ralegan Siddhi, Maharashtra)

- महाराष्ट्रातील राळेगण सिद्धी हे गाव जल संवर्धन आणि ग्रामीण विकासासाठी एक आदर्श आहे. अण्णा हजारे या समाज कार्यकर्त्यांच्या नेतृत्वाखाली, या गावाने चेक डॅम, पाझर तलाव (percolation tanks) आणि नाल्यांचे बांध (nullah bunds) बांधणे यांसारख्या उपाययोजनांची मालिका राबवून आपल्या जलस्रोत

व्यवस्थापनात परिवर्तन केले. या उपायांमुळे पावसाचे पाणी साठवण्यास, मातीची धूप थांबण्यास आणि भूजल पुनर्भरण होण्यास मदत झाली. समुदायाने पर्जन्य जलसंचयन प्रणाली देखील स्वीकारली आणि शेतकऱ्यांनी पाण्याची बचत करणाऱ्या (water-efficient) पिकांकडे स्विच केले. परिणामी, गावात कृषी उत्पादनात सुधारणा झाली आणि पाण्याची उपलब्धता लक्षणीयरीत्या वाढली, ज्यामुळे ते दुष्काळप्रवण प्रदेशातून स्वतःवर अवलंबून (self-sustaining) असलेल्या समुदायात रूपांतरित झाले.

४. नर्मदा खोरे जल संवर्धन उपक्रम (मध्य प्रदेश) (The Narmada Basin Water Conservation Initiative, Madhya Pradesh)

- मध्य प्रदेशातील नर्मदा नदी खोऱ्यात, नर्मदा व्हॅली डेव्हलपमेंट अथॉरिटी (NVDA) आणि स्थानिक समुदायांनी जल संवर्धनाचे प्रयत्न केले. या उपक्रमात भूजल पुनर्भरण करण्यासाठी आणि सिंचनाचे व्यवस्थापन करण्यासाठी लहान चेक डॅम, तलाव आणि बोरवेलची मालिका बांधण्यावर लक्ष केंद्रित करण्यात आले. या उपक्रमाचे एक महत्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे एकात्मिक पाणलोट व्यवस्थापन कार्यक्रम (Integrated Watershed Management Program - IWMP), ज्यामध्ये समुदायाला पाणी साठवणे, वनीकरण आणि मृदा संवर्धन यांसारख्या जल संवर्धन गतिविधींमध्ये सामील केले जाते. या कार्यक्रमांमुळे प्रदेशातील पाण्याची पातळी स्थिर होण्यास, कृषी उत्पादकता सुधारण्यास आणि पुनरावृत्ती होणाऱ्या दुष्काळाचे परिणाम कमी करण्यास मदत झाली आहे.

पाण्याची टंचाई (Water Scarcity)

- भारतातील पाण्याची टंचाई ही एक ज्वलंत समस्या आहे, जी लाखो लोकांना प्रभावित करते आणि देशाच्या शाश्वत विकासासाठी महत्त्वपूर्ण आव्हाने उभी करते. वेगाने वाढणारी लोकसंख्या, वाढते शहरीकरण आणि हवामान बदल यामुळे भारताचे जलस्रोत प्रचंड दबावाखाली आहेत.
- प्रति व्यक्ती पाण्याची उपलब्धता (water availability per capita) गेल्या काही दशकांपासून सतत कमी होत आहे आणि आता भारताला पाण्याच्या तणावाखालील (water-stressed) आणि पाण्याची टंचाई (water-scarce) कडे वाटचाल करत असलेल्या देशांच्या श्रेणीत वर्गीकृत केले आहे.
- भारताची पाण्याची टंचाई आणि त्यावर मात करण्यासाठी आवश्यक उपाययोजनांचा सविस्तर लेखाजोखा खालीलप्रमाणे आहे.

१. भारतातील पाण्याची उपलब्धता (Water Availability in India)

भारतात पाण्याची एकूण वार्षिक नूतनीकरणीय उपलब्धता सुमारे ४,००० अब्ज घनमीटर (BCM) आहे, परंतु असमान वितरण, उच्च हंगामी परिवर्तनशीलता आणि अनेक प्रदेशांतील अति-उपसा यामुळे ही आकडेवारी भ्रामक आहे. देशातील जलस्रोतांचे नदी खोऱ्यांमध्ये विभाजन केलेले आहे आणि काहीच प्रदेशात पाण्याची विपुलता आहे, तर उर्वरित प्रदेशात तीव्र टंचाईचा सामना करावा लागतो.

- **दरडोई पाण्याची उपलब्धता (Per Capita Water Availability):** भारतातील दरडोई पाण्याची उपलब्धता लक्षणीयरीत्या कमी होत आहे. १९५१ मध्ये, दरडोई पाण्याची उपलब्धता सुमारे ५,१७७ घनमीटर होती. २०२१ पर्यंत, ती घसरून सुमारे १,५४५ घनमीटर झाली आहे आणि २०३० पर्यंत ती १,२०० घनमीटरच्या खाली जाण्याचा अंदाज आहे, जी पाण्याची टंचाई (water scarcity) दर्शवणारी सीमा (threshold) आहे.
- **प्रादेशिक असमानता (Regional Disparity):** जलस्रोतांचे वितरण संपूर्ण भारतात असमान आहे. उत्तर आणि ईशान्येकडील राज्यांमध्ये मोठ्या प्रमाणात पाऊस पडतो, तर राजस्थान, गुजरात आणि महाराष्ट्र तसेच दक्षिण भारताच्या काही भागांमध्ये पाण्याची तीव्र टंचाई आहे.

२. भारतातील पाण्याची टंचाई होण्याची कारणे (Causes of Water Scarcity in India)

भारतातील पाण्याच्या टंचाईस अनेक परस्परसंबंधित घटक कारणीभूत आहेत:

- **भूजलाचा अति-उपसा (Over-extraction of Groundwater):** भारतात सिंचन, पिण्याचे पाणी आणि उद्योगासाठी भूजल हा सर्वाधिक अवलंबून असलेला स्रोत आहे. कृषी आणि घरगुती वापरासाठी होत असलेल्या अति-उपसामुळे जलचर स्तर (aquifers) वेगाने कमी/रिक्त होत आहेत, विशेषतः पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश आणि महाराष्ट्रासारख्या राज्यांमध्ये. काही भागात भूजल पातळी धोकादायक खोलीपर्यंत खाली गेली आहे.
- **जलस्रोतांचे प्रदूषण (Pollution of Water Bodies):** भारतातील नद्या, तलाव आणि भूजल स्रोत औद्योगिक सांडपाणी (industrial effluents), शुद्ध न केलेले मलजल आणि कीटकनाशके व खते असलेल्या शेतीतील पाण्यामुळे प्रदूषित झाले आहेत. या दूषितपणामुळे पाणी वापरासाठी असुरक्षित बनते आणि स्वच्छ स्रोतांची मागणी वाढते.
- **हवामान बदल (Climate Change):** हवामान बदलामुळे बदलणाऱ्या पर्जन्यमान पद्धतीमुळे भारताच्या विविध भागांमध्ये सतत दुष्काळ आणि पूर येत आहेत. बदललेल्या मान्सून पद्धती आणि अनियमित पावसामुळे काही भागात अतिरिक्त पाणी येते, तर काही भागात कोरडा दुष्काळ (dry spells) पडतो. अति उष्णतेच्या

लाटा (heatwaves) आणि अवेळी पाऊस यांसारख्या अति हवामान घटना देखील पाण्याची टंचाई वाढवतात.

- **जलद शहरीकरण आणि लोकसंख्या वाढ (Rapid Urbanization and Population Growth):** जसजशी भारताची लोकसंख्या वाढत आहे (२०५० पर्यंत १.७ अब्ज होण्याची अपेक्षा आहे), तसतशी पाण्याची मागणी वाढते आहे, विशेषतः शहरांमध्ये, जिथे पाणी वितरण पायाभूत सुविधा अपुरे आहेत. जलद शहरीकरणामुळे पाणी साठवणूक आणि वितरणाच्या नियोजनाचा अभाव दिसून येतो.
- **अकार्यक्षम जल व्यवस्थापन (Inefficient Water Management):** अयोग्य सिंचन पद्धती, जल संवर्धन उपायांचा अभाव आणि औद्योगिक व घरगुती वापरातील पाण्याची नासाडी या समस्येला अधिक गंभीर करतात. शेतीमध्ये अनेकदा पूर सिंचन सारख्या अकार्यक्षम पद्धती वापरल्या जातात, ज्यामुळे पाण्याची नासाडी होते.
- **जंगलतोड आणि पाणलोट क्षेत्राचे नुकसान (Deforestation and Loss of Watersheds):** जंगल आणि पाणथळ प्रदेशांचा न्हास झाल्याने पावसाचे पाणी साठवून ठेवण्याची परिसंस्थेची नैसर्गिक क्षमता कमी होते. यामुळे पृष्ठभागावरून पाण्याचा प्रवाह वाढतो आणि भूजल पुनर्भरण कमी होते.

३. पाण्याच्या टंचाईचे परिणाम (Consequences of Water Scarcity)

भारतातील पाण्याच्या टंचाईचे दूरगामी (far-reaching) परिणाम आहेत जे विविध क्षेत्रांवर परिणाम करतात:

- **कृषी क्षेत्रावर परिणाम (Agricultural Impact):** भारताची शेती पाण्यावर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून आहे, ज्यामध्ये ८०% पेक्षा जास्त पाणी सिंचनासाठी वापरले जाते. पाण्याची टंचाई पीक अपयश, कमी कृषी उत्पादकता आणि अन्न सुरक्षेत घट घडवून आणते, ज्यामुळे लाखो शेतकरी प्रभावित होतात.
- **आरोग्याच्या समस्या (Health Issues):** दूषित पाणी हे विशेषतः ग्रामीण भागात अतिसार (diarrhea), कॉलरा आणि आमोश (dysentery) यांसारख्या रोगांचे एक प्रमुख कारण आहे. खराब स्वच्छता आणि स्वच्छ पिण्याच्या पाण्याच्या उपलब्धतेचा अभाव देखील सार्वजनिक आरोग्य आव्हानांना हातभार लावतो.
- **आर्थिक नुकसान (Economic Losses):** उत्पादन प्रक्रियेसाठी पाण्यावर अवलंबून असलेल्या वस्त्रोद्योग, शेती आणि वीज निर्मिती यांसारख्या उद्योगांवर पाण्याच्या टंचाईचा परिणाम होतो. विशेषतः जलविद्युत निर्मिती, पाण्याची पातळी कमी झाल्यावर प्रभावित होते.

- **संघर्ष आणि स्थलांतर (Conflict and Migration):** मर्यादित जलस्रोतांसाठी वाढत्या स्पर्धेमुळे स्थानिक, प्रादेशिक आणि आंतरराज्यीय (inter-state) पातळीवर संघर्ष निर्माण झाले आहेत. पाण्याच्या टंचाईमुळे अनेकांना ग्रामीण भागातून शहरांमध्ये किंवा एका राज्यातून दुसऱ्या राज्यात स्थलांतर करण्यास भाग पाडले जाते, ज्यामुळे सामाजिक आणि आर्थिक अस्थिरता निर्माण होते.

४. पाण्याच्या टंचाईवर मात करण्यासाठी उपाययोजना (Measures to Address Water Scarcity)

भारतातील पाण्याच्या टंचाईवर मात करण्यासाठी बहुआयामी दृष्टिकोनाची आवश्यकता आहे. काही प्रमुख उपाययोजना खालीलप्रमाणे आहेत:

अ. जल संवर्धन आणि कार्यक्षम वापर (Water Conservation and Efficient Use)

- **पाणी वाचवणाऱ्या तंत्रज्ञानाला प्रोत्साहन:** भारताने ठिबक सिंचन, तुषार सिंचन प्रणाली आणि पर्जन्य जलसंचयन (rainwater harvesting) यांसारख्या पाणी-कार्यक्षम सिंचन तंत्राचा अवलंब केला पाहिजे. या पद्धतींमुळे शेतीत पाण्याचा वापर लक्षणीयरीत्या कमी होऊ शकतो.
- **पाण्याचे पुनर्चक्रण आणि पुनर्वापर (Recycling and Reuse):** औद्योगिक, कृषी आणि पिण्याव्यतिरिक्त इतर कामांसाठी सांडपाण्याचा पुनर्वापर करण्यास प्रोत्साहन दिल्यास गोड्या पाण्याच्या स्रोतांवरील दबाव कमी होऊ शकतो.
- **कार्यक्षम घरगुती पाणी वापर:** घरातील पाणी वाचवणाऱ्या वर्तनाला प्रोत्साहन देण्यासाठी जनजागृती मोहिम चालवणे, जसे की गळती दुरुस्त करणे, पाणी-कार्यक्षम उपकरणे वापरणे आणि पाण्याची नासाडी कमी करणे, यातून फरक पडू शकतो.

ब. सुधारित जल व्यवस्थापन (Improved Water Management)

- **सिंचन प्रणालीचे आधुनिकीकरण:** सूक्ष्म-सिंचन आणि कार्यक्षम कालवा प्रणाली यांसारख्या उत्तम सिंचन पायाभूत सुविधांमध्ये गुंतवणूक केल्यास शेतीत पाण्याची नासाडी कमी होऊ शकते.
- **विलवणीकरण प्रकल्प (Desalination Plants):** किनारपट्टीवरील राज्ये समुद्रातील मुबलक पाण्याचा उपयोग करण्यासाठी विलवणीकरण प्रकल्प (समुद्राच्या पाण्याची क्षारता काढून टाकून पिण्यायोग्य पाणी तयार करणे) उभारण्याचा विचार करू शकतात, जरी यासाठी मोठी गुंतवणूक आणि ऊर्जा आवश्यक आहे.
- **पारंपरिक जलस्रोतांचे पुनरुज्जीवन:** भारताच्या पारंपरिक जल व्यवस्थापन प्रणाली, जसे की विहिरी (stepwells), तलाव आणि कुंड (ponds), यांना पुनरुज्जीवित करणे आणि त्यांची देखभाल करणे पाण्याची साठवण वाढवण्यासाठी आणि भूजल पुनर्भरण

सुधारण्यासाठी महत्वाचे आहे.

क. प्रदूषण नियंत्रण आणि स्वच्छता (Pollution Control and Cleanup)

- **औद्योगिक सांडपाण्याची नियमन:** नद्या आणि भूजल दूषित होण्यापासून रोखण्यासाठी प्रदूषण नियंत्रण कायदांची कठोर अंमलबजावणी करणे महत्वाचे आहे. शहरी आणि औद्योगिक क्षेत्रांमध्ये योग्य सांडपाणी प्रक्रिया प्रकल्प उभारले पाहिजेत.
- **स्वच्छता सुधारणा:** प्रत्येक कुटुंबाला शौचालयाची सुविधा आणि योग्य स्वच्छतेला प्रोत्साहन दिल्यास जलस्रोतांचे दूषितीकरण लक्षणीयरीत्या कमी होऊ शकते.

ड. हवामान बदल शमन (Climate Change Mitigation)

- **जलस्रोत नियोजन:** सरकारने बदलत्या हवामान पद्धतींसाठी नियोजन करण्यासाठी दीर्घकालीन धोरणे विकसित केली पाहिजेत, ज्यात उत्तम पूर आणि दुष्काळ व्यवस्थापन आणि जलाशये व धरणे यांसारख्या जलसाठवण सुविधांचे बांधकाम समाविष्ट आहे.
- **वनीकरण आणि पाणलोट व्यवस्थापन:** जंगल, पाणथळ प्रदेश (wetlands) आणि पाणलोट क्षेत्रांचे संरक्षण केल्यास जलस्रोत टिकवून ठेवण्यास, भूजल पुनर्भरण सुधारण्यास आणि मातीची धूप टाळण्यास मदत होते.

इ. धोरण आणि प्रशासन (Policy and Governance)

- **एकात्मिक जलस्रोत व्यवस्थापन (IWRM):** विविध क्षेत्रांमध्ये जलस्रोतांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी सर्वसमावेशक आणि अनेक भागधारकांना सहभागी करून घेणारा दृष्टिकोन आवश्यक आहे. यात केंद्र, राज्य आणि स्थानिक सरकारांमध्ये तसेच समुदायांमध्ये समन्वय सुधारणे समाविष्ट आहे.
- **पाण्याचे दर निश्चित करणे (Water Pricing):** पर्यावरण आणि सामाजिक खर्चासह पाण्याचे वास्तविक मूल्य दर्शविण्यासाठी पाण्याच्या दरांचे युक्तिकरण केल्यास कार्यक्षम वापराला प्रोत्साहन मिळते आणि नासाडी थांबते.
- **जनजागृती मोहिम:** जल संवर्धनाचे महत्त्व, जलप्रदूषणाचा परिणाम आणि शाश्वत पाणी वापर पद्धती याबाबत लोकांना शिक्षित करणे दीर्घकाळ टिकणाऱ्या बदलासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

फ. तंत्रज्ञान आणि नावीन्यता (Technology and Innovation)

- **डेटा आणि अंदाज (Data and Forecasting):** डेटा, उपग्रह प्रतिमा (satellite imagery) आणि प्रगत अंदाज तंत्राचा (advanced forecasting techniques) वापर केल्यास पाण्याची उपलब्धता वर्तवली जाऊ शकते आणि स्रोतांचे अधिक

कार्यक्षमतेने व्यवस्थापन केले जाऊ शकते.

- **जल तंत्रज्ञानात नावीन्यता (Innovation in Water Technology):** पाण्याची उपलब्धता वाढवण्यासाठी आणि वापराची कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी विलवणीकरण (water desalination), स्मार्ट वॉटर मीटर आणि पर्जन्य जलसंचयन प्रणाली यांसारख्या नवीन तंत्रज्ञानास प्रोत्साहन दिले पाहिजे.

भारतातील सिंचन (Irrigation in India)

पिकांसाठी पाण्याची उपलब्धता आवश्यक असल्याने, सिंचन (Irrigation) हे भारताच्या शेतीत महत्वाची भूमिका (pivotal role) बजावते. भारतातील सुमारे ६०% शेतजमीन सिंचनावर अवलंबून असल्याने, हे क्षेत्र देशाची अन्न सुरक्षा, आर्थिक स्थिरता आणि ग्रामीण उपजीविकेसाठी (rural livelihood) महत्त्वपूर्ण आहे. तथापि, देशाला त्याच्या सिंचन प्रणालीचे प्रभावीपणे व्यवस्थापन करण्यात मोठ्या आव्हानांचा सामना करावा लागतो. हा लेख भारतातील सिंचन, त्याचे प्रकार, समस्या आणि सुधारणेसाठी आवश्यक उपाययोजनांचा सविस्तर आढावा घेतो.

भारतात सिंचनाचे महत्त्व (Importance of Irrigation in India)

- **शेतीवरील अवलंबित्व (Dependence on Agriculture):** भारतातील सर्वात मोठा रोजगार शेतीत आहे, जिथे ५०% पेक्षा जास्त लोकसंख्या शेतीत गुंतलेली आहे. या क्षेत्राचा देशाच्या सकल राष्ट्रीय उत्पन्नामध्ये (GDP) महत्त्वपूर्ण वाटा आहे, जरी तो कालांतराने कमी झाला आहे. हा वाटा कमी झाला असला तरी, अन्न उत्पादन, रोजगार आणि ग्रामीण उत्पन्नामध्ये शेतीची भूमिका आजही केंद्रीय आहे.
- **मान्सूनवरील अवलंबित्व (Monsoon Dependency):** भारताची कृषी उत्पादकता मोठ्या प्रमाणात मान्सून हंगामावर अवलंबून असते, जो अनियमित आणि अनेकदा अंदाज नसलेला असतो. काही प्रदेशात भरपूर पाऊस पडतो, तर इतरांना दुष्काळ आणि पाण्याची टंचाई जाणवते. सिंचन अनियमित पर्जन्यमानाच्या प्रतिकूल परिणामांना कमी करण्यास मदत करते, ज्यामुळे कोरड्या काळातही पिकांना वाढीसाठी पुरेसे पाणी मिळते.
- **आर्थिक महत्त्व (Economic Significance):** सिंचनाखालील शेती भारताच्या अन्न उत्पादनाचा मोठा भाग व्यापते, विशेषतः भात, गहू, ऊस आणि कापूस यांसारख्या पिकांमध्ये. अनिश्चित पाऊस असलेल्या प्रदेशात पिकांचे उत्पादन (crop yields) टिकवून ठेवण्यासाठी ते महत्वाचे आहे.

भारतातील सिंचन प्रणालीचे प्रकार (Types of Irrigation Systems in India)

भारत पारंपरिक पद्धतीपासून ते आधुनिक तांत्रिक नवकल्पनांपर्यंत अनेक प्रकारच्या सिंचन प्रणालींचा वापर करतो. या प्रणालींचे पृष्ठभागीय सिंचन (surface irrigation), भूजल सिंचन (groundwater irrigation) आणि आधुनिक तंत्रांमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते.

अ. पृष्ठभागीय सिंचन (Surface Irrigation)

पृष्ठभागीय सिंचन ही भारतातील सर्वात सामान्य पद्धत आहे. यात कालवे, खंदक (ditches) किंवा सर्रीमधून (furrows) थेट मातीच्या पृष्ठभागावर पाणी दिले जाते.

१. पूर सिंचन (Flood Irrigation): ही पृष्ठभागीय सिंचनाची सर्वात जुनी आणि मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाणारी पद्धत आहे, जिथे शेतात पाणी भरले (flooded) जाते. इंडो-गंगेच्या मैदानात (Indo-Gangetic plain) सारख्या सपाट भूभागाच्या (flat terrain) प्रदेशात ही पद्धत सामान्य आहे.

- फायदे (Advantages): अंमलबजावणीसाठी सोपी आणि किफायतशीर (cost-effective).
- तोटे (Disadvantages): पाण्याची नासाडी होते, कारण बाष्पीभवन (evaporation) आणि वाहून जाण्यामुळे (runoff) मोठ्या प्रमाणात पाणी वाया जाते. यामुळे पाणथळ (waterlogging) आणि मातीचे क्षारीकरण (salinization) देखील होते.

२. सर्री सिंचन (Furrow Irrigation): पिकांच्या ओळींमधील सर्रीमधून पाणी दिले जाते. ही प्रणाली सामान्यतः कापूस, मका आणि भाज्यांसारख्या पिकांसाठी वापरली जाते.
३. बॉर्डर स्ट्रिप सिंचन (Border Strip Irrigation): पाणी नियंत्रित पद्धतीने शेतातून वाहते आणि शेत पट्टी (strips) किंवा बॉर्डरमध्ये विभागलेले असते. ही प्रणाली गहू, ऊस आणि भात यांसारख्या पिकांसाठी वापरली जाते.

ब. भूजल सिंचन (Groundwater Irrigation)

भूजल सिंचनामध्ये भूमिगत जलचरातून पाणी काढण्यासाठी विहिरी, बोअरवेल आणि कूपनलिकांचा (tube wells) वापर केला जातो. विशेषतः मर्यादित पृष्ठभागीय जलस्रोत (limited surface water sources) असलेल्या प्रदेशात याचा वापर वाढत आहे.

१. विहिरी (Wells): सिंचनासाठी भूजल काढण्यासाठी, विशेषतः ग्रामीण भागात, पारंपरिक विहिरी शतकानुशतके वापरल्या जात आहेत. या उथळ विहिरी (shallow wells) आहेत आणि तुलनेने उथळ भूजल पातळी (shallow groundwater tables) असलेल्या प्रदेशात सामान्य आहेत.
२. बोअरवेल (Borewells): बोअरवेल हे खोल जलचर स्तरापर्यंत

(deeper water tables) पोहोचण्यासाठी खोदलेले खोल विहिरी आहेत. त्या खोदणे आणि त्यांची देखभाल करणे अधिक महाग असते आणि सामान्यतः राजस्थान, गुजरात आणि तमिळनाडू यांसारख्या कोरड्या (drier) प्रदेशात वापरल्या जातात.

३. कूपनलिका (Tube Wells): कूपनलिका हे आधुनिकीकरण केलेले बोअरवेल आहेत, जे खोल जलचरातून पाणी काढण्यासाठी इलेक्ट्रिक पंपाचा वापर करतात. ते उत्तर आणि पश्चिम भारतात मोठ्या प्रमाणावर आहेत.

- आव्हाने (Challenges): भूजलाच्या अति-उपसामुळे जलचर स्तराचे (aquifers) लक्षणीय नुकसान झाले आहे, विशेषतः पंजाब, हरियाणा आणि उत्तर प्रदेश सारख्या राज्यांमध्ये. काही भागात भूजल पातळी मोठ्या प्रमाणात खाली गेली आहे, ज्यामुळे खोल पातळीवरून पाणी उपसणे कठीण झाले आहे.

क. आधुनिक सिंचन प्रणाली (Modern Irrigation Systems)

भारत हळूहळू अधिक कार्यक्षम, पाण्याची बचत करणाऱ्या सिंचन प्रणालींचा अवलंब करत आहे, जरी उच्च प्रारंभिक खर्च आणि शेतकऱ्यांमध्ये जागरूकतेच्या अभावामुळे त्या अजूनही व्यापक झालेल्या नाहीत.

१. ठिबक सिंचन (Drip Irrigation): ठिबक सिंचन ही एक अत्यंत कार्यक्षम प्रणाली आहे, जिथे नळ्या आणि उत्सर्जकांच्या (emitters) जाळ्यामधून पाणी थेट झाडांच्या मुळांपर्यंत पोहोचवले जाते. ही पद्धत पाण्याची नासाडी कमी करते आणि पिकांना पुरेसा ओलावा मिळण्याची खात्री देते.

- फायदे (Benefits): पाण्याची बचत होते, बाष्पीभवन (evaporation) नुकसान कमी होते आणि पीक उत्पादन वाढते. महाराष्ट्र, राजस्थान आणि गुजरात यांसारख्या पाण्याची टंचाई असलेल्या प्रदेशांमध्ये हे विशेषतः प्रभावी आहे.

२. तुषार सिंचन (Sprinkler Irrigation): या प्रणालीमध्ये, नळ्या (pipes) आणि तोटी (nozzles) मार्फत पिकांवर पाणी फवारले जाते, जे नैसर्गिक पावसाचे अनुकरण करते. ही पद्धत मका, भाज्या आणि गहू यांसारख्या पिकांसाठी वापरली जाते.

- फायदे (Benefits): पाण्याचा कार्यक्षम वापर, मातीची धूप कमी करते आणि असमान भूभागासाठी आदर्श आहे. हे कापूस, ऊस आणि फळबागा यांसारख्या पिकांसाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते.

भारतातील सिंचनाचे प्रमाण (Extent of Irrigation in India)

- **एकूण सिंचित क्षेत्र (Total Irrigated Area):** भारतात सुमारे १४० दशलक्ष हेक्टर निव्वळ सिंचित क्षेत्र आहे, जे एकूण पीक क्षेत्राच्या सुमारे ५०% आहे. तथापि, देशात अजूनही विस्तीर्ण भाग असिंचित आहे, विशेषतः कोरडवाहू (rainfed) प्रदेशात.
- **प्रादेशिक भिन्नता (Regional Variation):** सिंचनाची उपलब्धता भारतात प्रदेशानुसार लक्षणीयरीत्या बदलते:
 - उत्तर भारतीय राज्ये: पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश आणि बिहार सारख्या राज्यांमध्ये प्रामुख्याने पृष्ठभागावरील पाणी (कालवे) आणि भूजल आधारित व्यापक सिंचन प्रणाली आहेत.
 - दक्षिण आणि पश्चिम राज्ये: तमिळनाडू, कर्नाटक आणि गुजरात मध्ये मोठा भूभाग सिंचनाखाली आहे, ज्यात भूजल आणि ठिबक व तुषार सिंचनासारख्या आधुनिक प्रणालीवर महत्त्वपूर्ण अवलंबित्व आहे.
 - पूर्व आणि मध्य राज्ये: ओडिशा, मध्य प्रदेश आणि छत्तीसगड यांसारख्या प्रदेशांमध्ये अजूनही कमी सिंचन व्याप्ती आहे आणि ते मान्सूनवर अवलंबून आहेत.
- **सिंचन क्षमता (Irrigation Potential):** सिंचनाखालील मोठा भूभाग असूनही, भारतातील शेतीचा एक महत्त्वाचा भाग आजही पावसावर अवलंबून आहे. सिंचनाचा विस्तार करण्याची क्षमता मोठी आहे, परंतु उपलब्ध जलस्रोतांचा केवळ एक अंशच प्रभावीपणे वापरला जातो.

भारतातील सिंचनाशी संबंधित समस्या (Issues with Irrigation in India)

सिंचनाने भारतीय शेतीत क्रांती घडवून आणली असली तरी, त्याच्या कार्यक्षमतेत आणि शाश्वततेत अडथळा आणणारी अनेक आव्हाने आहेत:

१. **भूजलावरील अति-अवलंबित्व (Over-reliance on Groundwater):** भूजलाचे अशाश्वत दराने शोषण केले जात आहे, ज्यामुळे अनेक प्रदेशात पाण्याची पातळी कमी होत आहे. पंजाब, हरियाणा, महाराष्ट्र आणि गुजरात सारख्या राज्यांमध्ये भूजलाचा व्हास एक मोठी चिंता आहे.
२. **पाणथळ आणि क्षारीकरण (Waterlogging and Salinization):** ज्या भागात पूर सिंचनाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो, तेथे पाणथळ आणि मातीचे क्षारीकरण (मातीत क्षार वाढणे) यांसारख्या समस्या सामान्य आहेत, ज्यामुळे मातीची सुपीकता आणि कृषी उत्पादकता कमी होते.
३. **पाण्याचे असमान वितरण (Unequal Distribution of Water):** अनेक प्रदेशांना, विशेषतः पश्चिम आणि दक्षिण भारताच्या भागांना, पाण्याची टंचाई जाणवते, तर इतरांमध्ये,

विशेषतः उत्तर प्रदेशात, मुबलक जलस्रोत आहेत. या प्रादेशिक असंतुलनामुळे पाणी वाटप आणि व्यवस्थापनावरून तणाव निर्माण होतो.

४. **पाण्याचा अकार्यक्षम वापर (Inefficient Use of Water):** पूर सिंचनासारख्या पारंपरिक सिंचन पद्धती अत्यंत अकार्यक्षम आहेत आणि त्यातून पाण्याची नासाडी होते. ठिबक आणि तुषार सिंचनासारख्या आधुनिक प्रणाली अधिक कार्यक्षम असल्या तरी, जास्त खर्च आणि अपुरे पायाभूत सुविधांमुळे त्यांचा वापर व्यापक नाही.
५. **हवामान बदल (Climate Change):** अंदाज नसलेले मान्सून, वाढते तापमान आणि पर्जन्यमानातील बदलांमुळे सिंचनासाठी पाण्याची उपलब्धता प्रभावित होत आहे, विशेषतः कोरडवाहू (rainfed) प्रदेशात.
६. **पायाभूत सुविधांची कमतरता (Infrastructure Deficiencies):** भारतातील सिंचन पायाभूत सुविधा, विशेषतः कालवा प्रणाली आणि साठवण सुविधा, अनेकदा जुनाट, खराब देखभाल केलेली आणि अकार्यक्षम आहेत. यामुळे सिंचन प्रणालींची पोहोच आणि प्रभावीता मर्यादित होते.

भारतातील सिंचन सुधारण्यासाठी उपाययोजना (Measures to Improve Irrigation in India)

या समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी, धोरणात्मक सुधारणा, तांत्रिक नवकल्पना आणि सुधारित व्यवस्थापन पद्धती यांचा समन्वय आवश्यक आहे:

अ. कार्यक्षम सिंचन प्रणालींचा विस्तार (Expansion of Efficient Irrigation Systems)

- **ठिबक आणि तुषार प्रणाली (Drip and Sprinkler Systems):** सरकारने पाण्याची बचत करणाऱ्या ठिबक आणि तुषार सिंचन प्रणालींचा, विशेषतः पाण्याची टंचाई असलेल्या प्रदेशांमध्ये, व्यापक स्तरावर अवलंब करण्यास प्रोत्साहन दिले पाहिजे.
- **आधुनिकीकरणासाठी प्रोत्साहन (Incentives for Modernization):** शेतकऱ्यांना आधुनिक सिंचन तंत्रज्ञान स्वीकारण्यास मदत करण्यासाठी अनुदान आणि आर्थिक प्रोत्साहन प्रदान केले पाहिजेत.

ब. भूजल व्यवस्थापन (Groundwater Management)

- **भूजल उपसा नियमन (Regulation of Groundwater Extraction):** भूजल उपसावर कठोर नियमन आणि निरीक्षण केले पाहिजे. राज्यांनी अति-उपसा नियंत्रित करण्यासाठी आणि पुनर्भरण करण्यास प्रोत्साहन देण्यासाठी धोरणे लागू केली पाहिजेत.

- **पर्जन्य जलसंचयन (Rainwater Harvesting):** शेतीच्या पातळीवर पर्जन्य जलसंचयनाला प्रोत्साहन दिल्यास भूजल पातळी वाढण्यास आणि खोल जलचरांवरील (deep aquifers) अवलंबित्व कमी होण्यास मदत होते.

क. सिंचन पायाभूत सुविधांची दुरुस्ती आणि देखभाल (Repair and Maintenance of Irrigation Infrastructure)

- **कालवा प्रणालीचे आधुनिकीकरण (Upgrading Canal Systems):** जुनाट कालवा सिंचन प्रणालीचे नूतनीकरण आणि आधुनिकीकरण केल्यास पाण्याचे नुकसान कमी होते आणि पाणी वितरण सुधारते, ज्यामुळे कार्यक्षमता वाढते.
- **चेक डॅम आणि जलाशयांचे बांधकाम (Building Check Dams and Reservoirs):** चेक डॅम आणि तलावांसारखे लहान-मोठ्या जलसाठवण प्रकल्पांचे बांधकाम केल्यास टंचाईच्या काळात जलव्यवस्थापन सुधारण्यास मदत होते.

ड. उत्तम जल व्यवस्थापन पद्धती (Better Water Management Practices)

- **पाण्याचा कार्यक्षम वापर (Water-Use Efficiency):** मातीतील ओलाव्याचे निरीक्षण आणि पिकाच्या पाण्याची आवश्यकता नुसार सिंचनाचे वेळापत्रक तयार करणे यांसारख्या कार्यक्षम सिंचन पद्धतींना प्रोत्साहन दिल्यास पाण्याचा वापर अनुकूल करता येतो.
- **शेतकऱ्यांचे शिक्षण (Farmers' Education):** शेतकऱ्यांनी जल संवर्धनाचे महत्त्व, कार्यक्षम सिंचन तंत्रज्ञान आणि शाश्वत कृषी पद्धती याबद्दल शिक्षण घेणे आवश्यक आहे.

इ. धोरणात्मक सुधारणा (Policy Reforms)

- **पाण्याचे दर निश्चित करणे (Water Pricing):** पाण्याच्या वास्तविक खर्चाचे प्रतिबिंब दर्शवण्यासाठी पाण्याच्या दरांचे युक्तिकरण केल्यास शेतकऱ्यांना पाणी अधिक न्याय्यपणे वापरण्यास प्रोत्साहन मिळेल आणि नासाडी कमी होईल.
- **एकात्मिक जलस्रोत व्यवस्थापन (Integrated Water Resource Management - IWRM):** सिंचन, भूजल पुनर्भरण आणि सांडपाणी व्यवस्थापनावर समन्वयित धोरणे समाविष्ट असलेला पाणी व्यवस्थापनाचा एकात्मिक दृष्टिकोन राज्य आणि राष्ट्रीय अशा दोन्ही स्तरांवर लागू केला पाहिजे.

भारत सरकारचे प्रमुख उपक्रम (Key initiatives by Government of India)

प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana - PMKSY)

२०१५ मध्ये सुरू झालेली प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (PMKSY) ही देशभरात सिंचनाची उपलब्धता सुधारण्याच्या उद्देशाने असलेली सर्वात व्यापक सिंचन योजना आहे. या योजनेचा प्राथमिक उद्देश "हर खेत को पानी" (प्रत्येक शेताला पाणी) सुनिश्चित करणे आणि पाण्याचा कार्यक्षम वापर (water-use efficiency) वाढवणे हा आहे.

PMKSY चे प्रमुख घटक (Key Components of PMKSY):

- **जलद सिंचन लाभ कार्यक्रम (Accelerated Irrigation Benefit Programme - AIBP):** हा घटक सुरू असलेल्या सिंचन प्रकल्पांना पूर्ण करण्यावर आणि त्यांचे आधुनिकीकरण करण्यावर लक्ष केंद्रित करतो. सिंचन नसलेल्या आणि दुष्काळप्रवण क्षेत्रांमध्ये सिंचन व्याप्ती वाढवणे हे त्याचे उद्दिष्ट आहे.
- **प्रति थेंब अधिक पीक (Per Drop More Crop):** हा उपक्रम ठिबक (drip) आणि तुषार सिंचन (sprinkler irrigation) सारख्या सूक्ष्म सिंचन प्रणालीद्वारे जलस्रोतांचा कार्यक्षम वापर करण्यास प्रोत्साहन देतो. यामध्ये शेतकऱ्यांना पाणी वाचवणाऱ्या तंत्रज्ञानाचा अवलंब करण्यासाठी अनुदान आणि आर्थिक मदत समाविष्ट आहे.
- **कमांड क्षेत्र विकास आणि जल व्यवस्थापन (Command Area Development and Water Management - CADWM):** सिंचन प्रणालीचे व्यवस्थापन सुधारून आणि पाण्याच्या वापरातील कार्यक्षमता वाढवून, आधीच सिंचित असलेल्या क्षेत्रांमध्ये पाण्याची उपलब्धता अनुकूल करणे हा या घटकाचा उद्देश आहे.
- **शाश्वत शेतीसाठी राष्ट्रीय मिशन (National Mission for Sustainable Agriculture - NMSA):** हे पाणी, मातीतील ओलावा संवर्धन यांचा कार्यक्षम वापर करणे आणि पाण्याची टंचाई असलेल्या प्रदेशांची उत्पादकता वाढवणे यासह शाश्वत कृषी पद्धतींसह सिंचनाचे एकत्रीकरण करण्यावर लक्ष केंद्रित करते.

उद्देश (Objectives):

- पीक उत्पादन आणि उत्पन्न वाढवण्यासाठी सिंचन व्याप्ती वाढवणे.
- मान्सूनवरील अवलंबित्व कमी करणे.
- पाण्याचा कार्यक्षम वापर करणाऱ्या सिंचन पद्धतींना प्रोत्साहन देणे.
- जलस्रोत आणि सिंचन पायाभूत सुविधांचे योग्य व्यवस्थापन सुनिश्चित करणे.

सिंचनावरील राष्ट्रीय मिशन (National Mission on Irrigation - NMI)

पाण्याच्या टंचाईची आव्हाने हाताळण्यासाठी आणि सिंचन प्रणालींमध्ये पाण्याच्या वापराची कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी हवामान बदलावरील राष्ट्रीय कृती योजनेचा (National Action Plan on Climate Change - NAPCC) एक भाग म्हणून सिंचनावरील राष्ट्रीय मिशन (NMI) सुरू करण्यात आले.

प्रमुख उद्दिष्टे (Key Goals):

- सिंचन प्रणालींमध्ये पाण्याच्या वापराची कार्यक्षमता सुधारणे.
- ठिबक आणि तुषार सिंचनासारख्या पाणी वाचवणाऱ्या तंत्रांची अंमलबजावणी करणे.
- सिंचन क्षेत्रांमध्ये पर्जन्य जलसंचयन (rainwater harvesting) आणि भूजल पुनर्भरण (groundwater recharge) वाढवणे.
- शाश्वतता सुधारण्यासाठी पीक विविधीकरण आणि उत्तम जल व्यवस्थापन पद्धतींना प्रोत्साहन देणे.

सूक्ष्म सिंचन प्रकल्प (Micro Irrigation Projects)

शेतकऱ्यांसाठी अनुदान आणि आर्थिक मदतीद्वारे सूक्ष्म सिंचनाला (ठिबक आणि तुषार सिंचन) प्रोत्साहन देण्यासाठी सरकारने विविध उपक्रम सुरू केले आहेत. सूक्ष्म सिंचनावरील राष्ट्रीय मिशन सिंचन कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी आणि पाण्याचे संवर्धन करण्यासाठी या तंत्रज्ञानाचा अवलंब करण्यास प्रोत्साहित करते.

प्रमुख घटक (Key Components):

- ठिबक आणि तुषार प्रणालींसाठी अनुदान: पाण्याचे नुकसान कमी करण्यासाठी आणि पीक उत्पादन सुधारण्यासाठी ठिबक आणि तुषार सिंचन प्रणाली स्थापित करण्यासाठी शेतकऱ्यांना आर्थिक मदत पुरवली जाते.
- राज्य-स्तरीय अंमलबजावणी: ही योजना राज्य सरकारांच्या सहकार्याने लागू केली जाते आणि महाराष्ट्र, राजस्थान, गुजरात आणि तमिळनाडूसारख्या राज्यांमध्ये सूक्ष्म सिंचन तंत्राचा लक्षणीय अवलंब दिसून आला आहे.

फायदे (Benefits):

- झाडांच्या मुळांना थेट पाणी दिल्यामुळे पाण्याचा वापर कमी होतो.
- कार्यक्षम सिंचनामुळे पीक उत्पादन आणि उत्पन्न वाढते.
- पाण्याची टंचाई असलेल्या प्रदेशांतील शेतकऱ्यांना मदत होते.

जलद सिंचन लाभ कार्यक्रम (Accelerated Irrigation Benefit Programme - AIBP)

१९९६ मध्ये सुरू झालेला जलद सिंचन लाभ कार्यक्रम (AIBP) हा सुरू असलेले सिंचन प्रकल्प पूर्ण करणे आणि देशभरात सिंचन सुविधांची

उपलब्धता सुधारणे या उद्देशाने असलेला एक महत्वाचा उपक्रम आहे. शेतीसाठी पाण्याची उपलब्धता सुनिश्चित करणे आणि कृषी उत्पादकता वाढवणे या व्यापक उद्दिष्टाचा हा कार्यक्रम एक भाग आहे.

AIBP ची प्रमुख वैशिष्ट्ये (Key Features of AIBP):

- सुरू असलेले सिंचन प्रकल्प पूर्ण करणे: AIBP हे निधीच्या कमतरतेमुळे किंवा इतर समस्यांमुळे विलंबित (delayed) किंवा अंशतः पूर्ण झालेल्या सिंचन प्रकल्पांना पूर्ण करण्यावर लक्ष केंद्रित करते.
- आर्थिक सहाय्य (Financial Support): केंद्र सरकार सिंचन पायाभूत सुविधांचे आधुनिकीकरण आणि पूर्ण करण्यासाठी राज्यांना आर्थिक सहाय्य प्रदान करते.
- सिंचन व्याप्तीचा विस्तार: हा कार्यक्रम दुष्काळप्रवण आणि पाण्याची कमतरता असलेल्या क्षेत्रांमध्ये सिंचन व्याप्ती वाढवण्याचे लक्ष्य ठेवतो.

परिणाम (Impact):

- अनेक वर्षांपासून प्रलंबित असलेल्या सिंचन प्रकल्पांना पूर्ण करण्यात महत्त्वपूर्ण योगदान दिले.
- यामुळे सिंचन पायाभूत सुविधांचा विस्तार होण्यास मदत झाली, ज्यामुळे पाण्याची टंचाई असलेल्या अनेक प्रदेशांना फायदा झाला.

जागतिक गोड्या पाण्याची समस्या (Global Freshwater Crisis)

समस्येचे प्रमाण (Scale of the Crisis)

- २ अब्ज (जागतिक लोकसंख्येच्या २६%) लोकांना सुरक्षितपणे व्यवस्थापित पिण्याचे पाणी मिळत नाही.
- ३.६ अब्ज लोकांना सुरक्षितपणे व्यवस्थापित स्वच्छता सुविधा मिळत नाहीत.
- जागतिक स्तरावर पाण्याचे एकूण उपसा (freshwater withdrawals) पैकी सुमारे ७०% पाणी शेती वापरते.
- भूजलाचा ऱ्हास (Groundwater depletion) मोठ्या प्रमाणावर होत आहे आणि तो वेगाने वाढत आहे (अनेक जलचर स्तरांवर प्रतिवर्ष ०.५ मीटरपेक्षा जास्त).
- २५ देशांना अत्यंत तीव्र पाणी टंचाईचा सामना करावा लागतो (मुख्यतः मेना (MENA), दक्षिण आशिया, मध्य आशिया).
- २०५० पर्यंत, हवामान बदलामुळे अब्जावधी लोकांना अनियमित आणि अपुरा पाणी पुरवठा होण्याची शक्यता आहे.

कारणे (Causes)

नैसर्गिक आणि हवामानविषयक (Natural and Climatic)

- जलस्रोतांचे असमान वितरण.

- दुष्काळ, हिमनद्यांचे माघार घेणे आणि हवामान बदलामुळे बदललेले पर्जन्यमान.

मानववंशजन्य (Anthropogenic)

- शेती: अकार्यक्षम सिंचन, जास्त पाणी लागणारी पिके, आणि अतिवापरात वाढ करणारे अनुदान.
- भूजलाचा अति-उपसा: विशेषतः अन्न-उत्पादक प्रदेशांमध्ये (भारत, चीन, अमेरिका).
- प्रदूषण: शुद्ध न केलेले मलजल, औद्योगिक सांडपाणी, शेतीतील पाणी निचरा.
- शहरीकरण: गळती होणाऱ्या नळजोडण्या, अयोग्य नियोजन, आणि वाढती मागणी.
- कमकुवत प्रशासन (Weak governance): नियमांचा अभाव, अयोग्य दर निश्चिती (mispricing), आणि सीमापार जलस्रोतांवर खराब सहकार्य.

प्रादेशिक समस्या क्षेत्रे (Regional Hotspots)

- दक्षिण आशिया: भारत आणि पाकिस्तान तीव्र भूजल तणाव आणि शहरी टंचाईचा सामना करत आहेत.
- मध्य पूर्व आणि उत्तर आफ्रिका (MENA): प्रति व्यक्ती नूतनीकरणीय पाण्याची उपलब्धता अत्यंत कमी, विलवणीकरणावर मोठा अवलंब.
- चीन आणि उत्तर भारतातील मैदाने: प्रमुख कृषी भूजल व्हासाची समस्या असलेली क्षेत्रे (depletion hotspots).
- लॅटिन अमेरिका (अॅमेझॉन, अॅन्डिज): पाण्याची विपुलता असलेल्या खोऱ्यांवर देखील हवामानातील अतिरेकी घटनांचा (climate extremes) परिणाम.

परिणाम (Impacts)

- अन्न सुरक्षा (Food Security): सिंचन अपयशांमुळे जागतिक पीक पुरवठ्यावर धोका; सध्याच्या पद्धतीने सुरू राहिल्यास २०५० पर्यंत ५०% पेक्षा जास्त अन्न उत्पादन धोक्यात.
- ऊर्जा सुरक्षा (Energy Security): जलविद्युत मध्ये घट, औष्णिक प्रकल्पांमध्ये थंड पाण्याच्या कमतरता.
- आरोग्य (Health): असुरक्षित पाणी आणि खराब स्वच्छतेमुळे होणारे जलजन्य रोग.
- अर्थव्यवस्था (Economy): उत्पादकता कमी होणे, ग्रामीण संकट, शहरी भागात पाण्याच्या खर्चात वाढ.
- भू-राजकारण (Geopolitics): सीमापार जल संघर्ष (सिंधू, नाईल, मेकाँग).

- पर्यावरण (Environment): पाणथळ प्रदेश कोरडे पडणे, जैवविविधतेची हानी, मातीचे क्षारीकरण (soil salinization).

उपाय आणि धोरणात्मक उपाययोजना (Solutions and Policy Measures)

शेती (सर्वात मोठा वापरकर्ता) (Agriculture - Largest User)

- कार्यक्षम सिंचनाकडे वळणे (ठिबक, तुषार सिंचन).
- पीक विविधीकरण (crop diversification) आणि जास्त पाणी लागणाऱ्या पिकांचा वापर कमी करणे.
- अनुदानांचे युक्तिकरण (Rationalize subsidies) (वीज, खते, कालवा सिंचन).

भूजल व्यवस्थापन (Groundwater Management)

- जलचर स्तराचे मॅपिंग, परवाना आणि निरीक्षण.
- पुनर्भरण उपाययोजना – चेक डॅम, पाझर तलाव, पाणलोट क्षेत्र विकास (watershed development).

शहरी आणि औद्योगिक वापर (Urban and Industrial Use)

- अनावृत्त पाणी (गळतीमुळे झालेले नुकसान) कमी करणे.
- औद्योगिक आणि भूदृश्यासाठी (landscape) सांडपाण्याचे पुनर्चक्रण (Wastewater recycling).
- स्मार्ट मीटरिंग आणि युक्तियुक्त दर निश्चिती (rational pricing).

नैसर्गिक-आधारित उपाययोजना (Nature-based Solutions)

- नैसर्गिक जलसाठ्यासाठी पाणथळ प्रदेश, जंगले आणि पूर मैदाने संरक्षित करणे.
- अंतःस्रवण (infiltration) वाढवण्यासाठी पुनर्वनीकरण (Reforestation).

तंत्रज्ञान आणि पायाभूत सुविधा (Technology and Infrastructure)

- विलवणीकरण (किनारपट्टीवरील प्रदेशात, नूतनीकरणीय ऊर्जेसह).
- सिंचन आणि नगरपालिका पुरवठ्यासाठी स्मार्ट सेन्सर्स.

आंतरराष्ट्रीय सहकार्य (International Cooperation)

- सीमापार नदी करारांना मजबूत करणे.
- सामायिक खोऱ्यांमध्ये संयुक्त निरीक्षण आणि डेटा-सामायिकरण (data-sharing).

भारत आणि जागतिक संदर्भ (India and the Global Context)

- भारताची लोकसंख्या जागतिक लोकसंख्येच्या १८% आहे, परंतु गोड्या पाण्याचे स्रोत फक्त ४% आहेत.
- ६०% पेक्षा जास्त सिंचन भूजलावर अवलंबून आहे.
- भारत (चीन, अमेरिकेसह) भूजल न्हासाच्या जागतिक समस्या असलेल्या क्षेत्रांपैकी एक आहे.
- धोरणात्मक प्रतिसाद: जल जीवन मिशन, अटल भूजल योजना, राष्ट्रीय जल धोरण (मसुदा २०२०).

पुढील मार्ग (Way Forward)

- पाण्याला सामूहिक पूल संसाधन मानून सहभागी शासन करणे.
- हवामान-लवचिक पायाभूत सुविधा आणि नैसर्गिक-आधारित उपायांमध्ये गुंतवणूक करणे.
- शाश्वत विकास उद्दिष्ट ६ (स्वच्छ पाणी आणि स्वच्छता) ला अन्न, ऊर्जा आणि हवामान कृतीवरील SDGs शी जोडणे.
- जल युद्ध टाळण्यासाठी आणि जल सुरक्षा वाढवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय सहकार्य मजबूत करणे.

PRAYAAS

भारताची जैविक संसाधने (Biotic Resources of India)

जैविक संसाधने (Biotic Resources) म्हणजे परिसंस्थेतील सजीव घटक, ज्यात वनस्पती आणि प्राणी प्रजाती तसेच मानव आणि सूक्ष्मजीव यांचा समावेश होतो, जे एखाद्या प्रदेशाच्या जैविक संपत्तीमध्ये योगदान देतात. भारताच्या विस्तृत आकार, विविध हवामान आणि विविध भौगोलिक वैशिष्ट्यांमुळे येथे जैविक संसाधने मुबलक आहेत. ही संसाधने देशाच्या अर्थव्यवस्था, संस्कृती आणि पर्यावरणाचा समतोल यांना आधार देतात.

भारतातील जैविक संसाधनांचे मुख्यत्वे दोन विस्तृत श्रेणींमध्ये वर्गीकरण केले जाते: वनस्पती (floral) आणि प्राणी (faunal) संसाधने, या दोन्हीचे देशाच्या पर्यावरण आणि अर्थव्यवस्थेसाठी मोठे महत्त्व आहे.

१. भारतातील वनस्पती संसाधने (Floral Resources of India)

वनस्पती संसाधने म्हणजे संपूर्ण भारतात आढळणाऱ्या वनस्पती प्रजाती, ज्यात जंगलांपासून ते शेतीत पिकवलेल्या पिकांपर्यंत विविध वनस्पतींचा समावेश होतो. विविध हवामान, मातीचे प्रकार आणि परिसंस्थांमुळे भारत जगातल्या सर्वात समृद्ध वनस्पतींमध्ये गणला जातो, जो अनेक प्रकारच्या वनस्पती जीवनाला आधार देतो.

अ. जंगले (Forests)

भारतात जंगलांची (Forests) समृद्ध विविधता आहे, जी देशाच्या वनस्पतींचा महत्त्वपूर्ण भाग आहे. जंगले भारताच्या एकूण भूभागाच्या सुमारे २४% क्षेत्र व्यापतात आणि ती पर्यावरणाचा समतोल राखण्यासाठी, जैवविविधतेला आधार देण्यासाठी आणि लाकूड, जळणासाठीचे इंधन आणि औषधी वनस्पतींसारखी संसाधने पुरवण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाची आहेत.

- उष्णकटिबंधीय पर्जन्यवन (Tropical Rainforests): जास्त पाऊस आणि आर्द्रता असलेल्या प्रदेशात आढळतात, जसे की पश्चिम घाट, ईशान्येकडील राज्ये आणि अंदमान आणि निकोबार बेटे. ही जंगले मेहोगाणी (mahogany), आबनूस (ebony) आणि रबर यांसारख्या विविध प्रकारच्या वनस्पतींचे घर आहेत.
- उष्णकटिबंधीय पानझडी जंगले (Tropical Deciduous Forests): ही जंगले मध्यम पाऊस असलेल्या प्रदेशात आढळतात, जसे की मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश आणि छत्तीसगड सारख्या राज्यांमध्ये. येथील प्रमुख प्रजातींमध्ये सागवान (teak), साल (sal) आणि बांबू यांचा समावेश आहे.
- समशीतोष्ण जंगले (Temperate Forests): हिमालयाच्या उच्च उंचीच्या प्रदेशात स्थित, या जंगलांमध्ये पाईन, देवदार आणि

फर यांसारखे शंकूच्या आकाराची (coniferous) झाडे, तसेच ओक आणि मेपल सारखी रुंद पानांची (broad-leaved) झाडे आहेत.

- खारफुटीची जंगले (Mangrove Forests): पश्चिम बंगालमधील सुंदरबन आणि गुजरातमधील किनारपट्टीच्या भागांसारख्या किनारपट्टीच्या प्रदेशात आढळतात. खारफुटी ही मीठ सहन करणारी (salt-tolerant) झाडे आहेत, जी किनारपट्टीचे धूप होण्यापासून संरक्षण करण्यात आणि सागरी प्रजातींना अधिवास प्रदान करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात.
- वाळवंटी वनस्पती (Desert Vegetation): राजस्थानमधील थारचे वाळवंट हे झिरोफाईट्स (शुष्क परिस्थितीत रुपांतरित झालेल्या वनस्पती) जसे की निवडुंग (cacti), खेजरी आणि बाभूळ (acacia) प्रजातींचे घर आहे.

ब. पिके आणि कृषी वनस्पती (Crops and Agricultural Flora) भारताची कृषी जैवविविधता जगातल्या सर्वात समृद्ध जैवविविधतेपैकी एक आहे. उत्तरेकडील हिमालयापासून ते दक्षिणेकडील उष्णकटिबंधीय प्रदेशांपर्यंत असलेल्या विविध हवामानांमुळे देशात अनेक प्रकारची पिके घेतली जातात.

- धान्य पिके (Cereal Crops): भारत भात (तांदूळ), गहू, मका आणि जवस (barley) या पिकांच्या सर्वात मोठ्या उत्पादकांपैकी एक आहे.
- शेंगांची पिके (Leguminous Crops): भारत मसूर (lentils), हरभरे (chickpeas) आणि तूर (pigeon peas) यांसारख्या कडधान्यांचा (pulses) एक प्रमुख उत्पादक आहे.
- फळे आणि भाज्या (Fruits and Vegetables): भारतात आंबे, केळी, लिंबूवर्गीय फळे (citrus), सफरचंद आणि पेरू यांसारख्या विविध प्रकारच्या फळांची, तसेच बटाटे, कांदे आणि टोमॅटो यांसारख्या भाज्यांची लागवड केली जाते.
- मसाले आणि औषधी वनस्पती (Spices and Medicinal Plants): भारत वेलची (cardamom), काळी मिरी, हळद आणि आले यांसारख्या मसाल्यांच्या पिकांसाठी ओळखला जातो. तसेच, आयुर्वेद यांसारख्या पारंपरिक औषध प्रणालींमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या तुळस (holy basil), कडुलिंब (neem) आणि अश्वगंधा यांसारख्या औषधी वनस्पतींची (medicinal plants) समृद्ध परंपरा आहे.

क. औषधी वनस्पती (Medicinal Plants)

आयुर्वेद, युनानी आणि सिद्ध यांसारख्या पारंपरिक प्रणालींसाठी वापरल्या जाणाऱ्या ८,००० हून अधिक प्रजातींसह, भारत औषधी वनस्पती प्रजातींसाठी जगातील एक प्रमुख प्रदेश आहे. काही प्रमुख औषधी

वनस्पतींमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश आहे:

- **कडुलिंब (Neem):** त्याच्या अँटीफंगल, अँटीबॅक्टेरियल आणि अँटीव्हायरल गुणधर्मासाठी वापरले जाते.
- **तुळस (Holy Basil):** सर्दी, ताप आणि श्वसन (respiratory) समस्यांवर उपचार करण्यासाठी उपचार गुणधर्मासाठी ओळखली जाते.
- **अश्वगंधा (Ashwagandha):** तणाव कमी करण्यासाठी आणि रोगप्रतिकारशक्ती वाढवण्यासाठी वापरली जाणारी एक वनस्पती आहे.

भारतासाठी जैविक संसाधनांचे महत्त्व (Importance of Biotic Resources to India)

अ. आर्थिक महत्त्व (Economic Importance)

- **शेती (Agriculture):** पिके, फळे, भाज्या आणि औषधी वनस्पतींसह देशातील वनस्पती अन्न उत्पादन, उपजीविका (livelihoods) आणि अर्थव्यवस्थेसाठी अत्यावश्यक आहेत.
- **लाकूड आणि गैर-लाकडी वन उत्पादने (Non-Timber Forest Products - NTFPs):** जंगले लाकूड, जळण आणि औषधी वनस्पती, राळ (resins) आणि तंतू (fibers) यांसारखी मूल्यवान गैर-लाकडी वन उत्पादने पुरवतात, जे विशेषतः ग्रामीण भागातील स्थानिक अर्थव्यवस्थेत योगदान देतात.
- **वन्यजीव पर्यटन (Wildlife Tourism):** राष्ट्रीय उद्याने, अभयारण्ये आणि जैवविविधतेसह भारतातील वन्यजीव आणि नैसर्गिक सौंदर्य दरवर्षी लाखो पर्यटकांना आकर्षित करते. हे क्षेत्र महत्त्वपूर्ण महसूल मिळवते आणि स्थानिक अर्थव्यवस्थेला आधार देते.

ब. पर्यावरणीय महत्त्व (Ecological Importance)

- **जैवविविधता संवर्धन (Biodiversity Conservation):** विविध वनस्पती आणि प्राणी प्रजाती पर्यावरणाचा समतोल राखण्यास हातभार लावतात आणि परागीभवन (pollination), कीड नियंत्रण आणि पोषक तत्त्वे चक्र यांसारख्या परिसंस्था सेवा प्रदान करतात.
- **हवामान नियमन (Climate Regulation):** जंगले, विशेषतः उष्णकटिबंधीय आणि खारफुटीची जंगले, कार्बन डायऑक्साइड शोषून आणि हवामान बदलाचे परिणाम कमी करून हवामान नियंत्रित करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.
- **मातीची सुपीकता आणि जल संवर्धन:** वनस्पतींचे आच्छादन (Plant cover) मातीची धूप (soil erosion) थांबवते, मातीची सुपीकता वाढवते आणि जल संवर्धनास मदत करते.

संवर्धनाचे प्रयत्न (Conservation Efforts)

भारत सरकार आणि विविध संवर्धन संस्थांनी देशाच्या जैविक संसाधनांचे संरक्षण आणि जतन करण्यासाठी अनेक प्रयत्न केले आहेत.

- **संरक्षित क्षेत्रे (Protected Areas):** भारतात ५०० हून अधिक वन्यजीव अभयारण्ये, १०० राष्ट्रीय उद्याने आणि कायद्याद्वारे संरक्षित असलेले अनेक जैवमंडल राखीव क्षेत्रे आहेत.
- **वन्यजीव संरक्षण अधिनियम (Wildlife Protection Act - १९७२):** हे कायदे धोक्यात असलेल्या प्रजातींचे (endangered species) आणि त्यांच्या नैसर्गिक अधिवासाचे संरक्षण करण्यासाठी तरतूद करतात.
- **राष्ट्रीय जैवविविधता कृती योजना (National Biodiversity Action Plan - NBA):** NBA चा उद्देश देशाच्या जैवविविधतेचे संवर्धन करणे आणि जैविक संसाधनांचा शाश्वत वापर सुनिश्चित करणे आहे.
- **सामुदायिक सहभाग (Community Involvement):** संयुक्त वन व्यवस्थापन (Joint Forest Management - JFM) आणि पर्यावरण-विकास कार्यक्रम यांसारखे उपक्रम स्थानिक समुदायांना संवर्धन प्रयत्नांमध्ये गुंतवून घेतात.

पशुधन संसाधने (Livestock Resources)

भारतात जगातील सर्वात मोठ्या आणि वैविध्यपूर्ण पशुधनांपैकी एक आहे, जे ग्रामीण अर्थव्यवस्था, उपजीविका आणि अन्न सुरक्षेमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. भारतातील पशुधन संसाधनांमध्ये गाय, म्हैस, मेंढ्या, शेळ्या, कुक्कुटपालन आणि इतर प्राणी यांचा समावेश होतो. यांपैकी प्रत्येक प्रकार कृषी उत्पादकता, दूध आणि मांस उत्पादन आणि ग्रामीण रोजगारात वेगवेगळ्या प्रकारे योगदान देतो. हा सविस्तर लेख भारतातील पशुधन संसाधने, त्यांचे वितरण, महत्त्व, आव्हाने आणि विकासाची क्षमता याबद्दल माहिती देतो.

पशुधनाचे भौगोलिक वितरण (Geographical Distribution of Livestock)

- **गाय आणि म्हैस (Cattle and Buffaloes):** गायी आणि म्हशींची सर्वाधिक संख्या उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, राजस्थान आणि बिहारमध्ये आढळते. पंजाब, हरियाणा आणि गुजरात हे देखील दूध उत्पादनासाठी महत्त्वपूर्ण योगदान देणारे राज्ये आहेत.
- **मेंढ्या आणि शेळ्या (Sheep and Goats):** राजस्थान, गुजरात आणि उत्तर प्रदेश ही प्रमुख मेंढीपालन करणारी राज्ये आहेत, तर गोवा, महाराष्ट्र, बिहार आणि तमिळनाडू हे शेळीपालनासाठी महत्त्वाचे आहेत.
- **कुक्कुटपालन (Poultry):** आंध्र प्रदेश, तमिळनाडू, पश्चिम बंगाल आणि बिहार ही कुक्कुटपालनात अग्रेसर राज्ये आहेत.

- इतर पशुधन (Other Livestock - Pig, Camel, Horse): ईशान्य भारतात डुकरांची (Pig) सर्वाधिक लोकसंख्या आहे, तर राजस्थान उंट आणि घोडेपालनासाठी ओळखले जाते.

भारताच्या अर्थव्यवस्थेत पशुधनाचे योगदान (Economic Contribution of Livestock in India)

- रोजगार (Employment): पशुधन क्षेत्रात ६० दशलक्षाहून अधिक लोकांना रोजगार मिळतो, जे मुख्यतः ग्रामीण भागात आहेत. यात शेतकरी, गुराखी आणि दुग्धव्यवसाय, मांस आणि चामड्याच्या उद्योगात गुंतलेल्या व्यक्तींचा समावेश होतो.
- सकल राष्ट्रीय उत्पन्नात योगदान (GDP Contribution): पशुधन क्षेत्र भारताच्या सकल राष्ट्रीय उत्पादनात (GDP) सुमारे ४% आणि कृषी GDP मध्ये २५% योगदान देते.
- दूध आणि मांस उत्पादन: भारत जगातील सर्वात मोठा दूध उत्पादक आहे आणि मांस उत्पादनात उच्च स्थानावर आहे. अन्न सुरक्षा आणि ग्रामीण अर्थव्यवस्थेत पशुधन क्षेत्राची महत्त्वाची भूमिका आहे.

भारताच्या पशुधन क्षेत्रापुढील आव्हाने (Challenges Facing India's Livestock Sector)

- अपुरा चारा आणि खाद्य (Inadequate Feed and Fodder): चांगल्या दर्जाच्या चान्याचा पुरवठा अपुरा आहे, ज्यामुळे कमी उत्पादकता येते.
- आरोग्य आणि रोग व्यवस्थापन (Health and Disease Management): फूट अँड माउथ डिजीज (FMD), ब्रुसेल्लोसिस आणि एवियन इन्फ्लूएंझा (Avian Influenza) यांसारख्या रोगांच्या साथीमुळे पशुधनाच्या आरोग्यावर आणि उत्पादकतेवर परिणाम होतो.
- खराब प्रजनन पद्धती (Poor Breeding Practices): वैज्ञानिक प्रजनन कार्यक्रमांच्या अभावामुळे कमी उत्पन्न देणाऱ्या स्थानिक जातींचे वर्चस्व कायम आहे, ज्यामुळे दूध, मांस आणि लोकर उत्पादकतेवर मर्यादा येतात.
- हवामान बदल (Climate Change): अति/Extreme हवामानाची परिस्थिती, विशेषतः कोरडवाहू भागात, चराईच्या जमिनी, पाण्याची उपलब्धता आणि पशुधनाची उत्पादकता यावर प्रतिकूल परिणाम करू शकते.
- पायाभूत सुविधांचा अभाव (Lack of Infrastructure): अपुरा शीतगृह, प्रक्रिया सुविधा आणि विपणन पायाभूत सुविधांमुळे दुग्धव्यवसाय आणि मांस उद्योगाच्या वाढीस अडथळा येतो.

- दुग्ध क्षेत्राचा अल्पविकास (Underdevelopment of the Dairy Sector): भारत दूध उत्पादनात सर्वात मोठा उत्पादक असूनही, प्रति प्राणी कमी उत्पादकता, अकार्यक्षम दूध संकलन आणि साठवण सुविधा यांसारखी आव्हाने कायम आहेत.

सरकारी उपक्रम आणि धोरणे (Government Initiatives and Policies)

- राष्ट्रीय पशुधन मिशन (National Livestock Mission - NLM): पशुधन उत्पादन सुधारणे, प्रजनन पद्धती वाढवणे, पशुवैद्यकीय सेवा प्रदान करणे आणि पायाभूत सुविधा सुधारणे हे याचे उद्दिष्ट आहे.
- दुग्ध प्रक्रिया आणि पायाभूत सुविधा विकास निधी (Dairy Processing and Infrastructure Development Fund - DPDF): दुग्ध पायाभूत सुविधा सुधारण्यासाठी आणि दुग्ध क्षेत्राचे आधुनिकीकरण करण्यासाठी सुरू करण्यात आले.
- पशु आरोग्य योजना (Pashu Arogya Yojana): पशुधनाची मृत्यूसंख्या कमी करणे आणि लसीकरण व उपचारांद्वारे पशुधनाचे आरोग्य वाढवणे हा या पशुवैद्यकीय आरोग्य कार्यक्रमाचा उद्देश आहे.
- जनुकीय सुधारणा कार्यक्रम (Genetic Improvement Program): जर्सी आणि होल्स्टीन-फ्रीसियन (Holstein-Friesian) सारख्या जास्त उत्पन्न देणाऱ्या विदेशी जातींना प्रोत्साहन देणे आणि वैज्ञानिक प्रजनन तंत्रांद्वारे स्थानिक जातींमध्ये सुधारणा करण्याचे प्रयत्न.
- चारा विकास कार्यक्रम (Fodder Development Program): चारा बँकांच्या (fodder banks) विकासासह दर्जेदार चान्याचा पुरवठा सुधारण्यासाठी उपक्रम.

भविष्यातील शक्यता आणि क्षमता (Future Prospects and Potential)

- दूध आणि मांस निर्यात (Dairy and Meat Exports): भारताची दूध आणि मांस निर्यात वाढवण्याची क्षमता, विशेषतः शेजारील देश आणि मध्य पूर्वेकडील देशांना, उच्च आहे. रोग नियंत्रण, स्वच्छतेचे मानक आणि प्रक्रिया सुविधांमध्ये सुधारणा झाल्यास पशुधन निर्यात बाजार विस्तारू शकतो.
- उत्पादकतेत वाढ (Enhanced Productivity): सुधारित जनुकीय व्यवस्थापन, उत्तम पशुवैद्यकीय सेवा आणि उच्च-गुणवत्तेच्या चान्याच्या वाढलेल्या उपलब्धतेमुळे दुग्ध आणि मांस दोन्ही क्षेत्रांतील उत्पादकता वाढू शकते.

- **हवामान-लवचिक पद्धती (Climate-Resilient Practices):** दुष्काळ-प्रतिरोधक चारा आणि सुधारित चराई व्यवस्थापन यासह हवामान-लवचिक पशुपालन तंत्रांचा अवलंब केल्यास पशुपालनावरील हवामान बदलाचे परिणाम कमी होऊ शकतात.

भारतातील आणि जागतिक सागरी संसाधने (Marine Resources in India and Around the Globe)

सागरी संसाधने म्हणजे महासागर, समुद्र आणि इतर जलस्रोतांमध्ये आढळणारी जैविक आणि गैर-जैविक संसाधने, जी विविध आर्थिक, सामाजिक आणि पर्यावरणीय हेतूसाठी वापरली जातात. ही संसाधने अन्न सुरक्षा, ऊर्जा, औद्योगिक कच्चा माल, जैवविविधता आणि जागतिक अर्थव्यवस्थेसाठी महत्त्वपूर्ण आहेत. भारताचा विस्तृत किनारा आणि समृद्ध सागरी इतिहास असल्याने, तो सागरी संसाधनांवर लक्षणीयरीत्या अवलंबून आहे. जागतिक स्तरावर, महासागर मत्स्यपालन ते खनिजे, ऊर्जा आणि पर्यटन यांसारख्या विविध संसाधनांचा स्रोत आहे.

भारतातील सागरी संसाधने (Marine Resources in India)

अ. भारताच्या सागरी क्षेत्राचे भौगोलिक विहंगावलोकन (Geographical Overview of India's Maritime Zones)

भारत सुमारे ७,५१७ किलोमीटर लांबीचा किनारा असलेला एक सागरी राष्ट्र आहे, जो नऊ किनारी राज्ये आणि केंद्रशासित प्रदेशांमध्ये पसरलेला आहे. भारताचे सागरी क्षेत्र खालीलप्रमाणे विभागले गेले आहे:

- **प्रादेशिक जलक्षेत्र (Territorial Waters):** (किनारपट्टीपासून १२ नॉटिकल मैलांपर्यंत)
- **विशेष आर्थिक क्षेत्र (Exclusive Economic Zone - EEZ):** (किनारपट्टीपासून २०० नॉटिकल मैलांपर्यंत, २.३७ दशलक्ष चौरस किलोमीटर क्षेत्र व्यापते)
- **खंडीय भूखंड (Continental Shelf):** (भारताच्या भूभागाचा पाण्याखालील विस्तार)

ब. सागरी मत्स्यपालन संसाधने (Marine Fisheries Resources)

- **मत्स्यपालन क्षेत्र (Fishery Sector):** मत्स्योद्योग हा भारताच्या अर्थव्यवस्थेचा एक प्रमुख घटक आहे. मासे उत्पादनाच्या बाबतीत भारत जगात दुसऱ्या क्रमांकावर आहे आणि जागतिक मासे उत्पादनात सुमारे १०% योगदान देतो. भारतातील सागरी मासे संसाधनांचे प्राथमिक प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत:
 - **पेलॅजिक मासे (Pelagic Fish):** हे पृष्ठभागावर (surface-dwelling) राहणारे मासे आहेत, जसे की मॅकरेल, सार्डिन आणि अँकोव्ही (anchovies).

- **डेमर्सल मासे (Demersal Fish):** हे तळाशी (bottom-dwelling) राहणारे मासे आहेत, जसे की ट्राउट, कॉड आणि रेड स्नॅपर.
- **क्रस्टेशियन्स (Crustaceans):** खेकडे (Crabs), लॉबस्टर (lobsters) आणि कोळंबी (prawns) हे निर्यातीसाठी महत्त्वपूर्ण सागरी संसाधने आहेत.
- **मोलस्क (Mollusks):** शिंपले (Oysters), क्लॅम आणि स्क्विड हे महत्त्वाचे सागरी संसाधने आहेत.
- **प्रमुख मासेमारी क्षेत्रे (Major Fishing Areas):**
 - **पश्चिम किनारा:** गुजरात, महाराष्ट्र आणि गोवा या राज्यांचे किनारे मासे संसाधनांनी समृद्ध आहेत.
 - **पूर्व किनारा:** तमिळनाडू, आंध्र प्रदेश, ओडिशा आणि पश्चिम बंगाल च्या किनारपट्टीवर महत्त्वपूर्ण मासेमारी केली जाते.
 - **अंदमान आणि निकोबार बेटे:** प्रवाळ बेटे (coral reefs) आणि सागरी जैवविविधतेसाठी ओळखली जातात.
- **सागरी जलसंवर्धन (Marine Aquaculture):** यात कोळंबी, मासे आणि शिंपले यांसारख्या सागरी प्रजातींची शेती केली जाते. कोळंबीपालन (Shrimp farming) हा एक प्रमुख उद्योग आहे, ज्यात भारत शेतीत तयार केलेल्या कोळंबीचा जगातल्या प्रमुख निर्यातदारांपैकी एक आहे, विशेषतः युनायटेड स्टेट्स आणि जपान सारख्या देशांना निर्यात करतो.

क. खनिज संसाधने (Mineral Resources)

- **सागरी खनिजे (Marine Minerals):** भारताच्या खंडीय भूखंड आणि विशेष आर्थिक क्षेत्रात (EEZ) महत्त्वपूर्ण खनिज संसाधने आहेत, ज्यात खालील गोष्टींचा समावेश होतो:
 - **पॉलीमेटलिक गाठी (Polymetallic Nodules):** या गाठी मॅंगनीज, निकेल, कोबाल्ट आणि तांबे यांसारख्या धातूंनी समृद्ध आहेत.
 - **वाळू आणि गोटे (Sand and Gravel):** या सामग्रीचा वापर बांधकाम मध्ये केला जातो आणि त्या किनारपट्टीवर मुबलक प्रमाणात आढळतात.
 - **तेल आणि नैसर्गिक वायू (Oil and Natural Gas):** भारताचे समुद्रकिनारी असलेले क्षेत्र, विशेषतः कृष्णा-गोदावरी बेसिन आणि मुंबई हाय मध्ये हायड्रोकार्बनचे साठे विपुल आहेत, जे भारताच्या ऊर्जेच्या गरजांना योगदान देतात.
- **समुद्रकिनारी तेल आणि वायू संसाधने (Offshore Oil and Gas Resources):** भारताकडे मोठे समुद्रकिनारी तेल आणि वायू साठे आहेत, विशेषतः मुंबई हाय, कृष्णा-गोदावरी बेसिन आणि कावेरी बेसिन मध्ये. खोल-पाण्यातील साठ्यांच्या शोधांमुळे

समुद्रकिनारी ड्रिलिंग (offshore drilling) भारताच्या ऊर्जा धोरणाचा एक अत्यावश्यक भाग बनला आहे.

ड. नूतनीकरणीय सागरी ऊर्जा संसाधने (Renewable Marine Energy Resources)

- **भरती-ओहोटी ऊर्जा (Tidal Energy):** भारताच्या किनारपट्टीच्या प्रदेशात, विशेषतः खंभातचे आखात (गुजरात) आणि सुंदरबन (पश्चिम बंगाल) यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये भरती-ओहोटीची महत्त्वपूर्ण श्रेणी (significant tidal ranges) आहे, ज्यामुळे ती भरती-ओहोटी वीज निर्मितीसाठी आदर्श आहेत.
- **तरंग ऊर्जा (Wave Energy):** भारताची लांब किनारपट्टी तरंग ऊर्जा वापरण्याची क्षमता देते, जरी व्यावसायिक उपयोग अजूनही प्रारंभिक अवस्थेत आहे.
- **समुद्रकिनारी पवन ऊर्जा (Offshore Wind Energy):** गुजरात आणि तमिळनाडू सारख्या किनारी राज्यांमध्ये समुद्रकिनारी पवन ऊर्जा प्रकल्पांसाठी क्षमता आहे, जी भारताच्या नूतनीकरणीय ऊर्जा धोरणात महत्त्वाची भूमिका बजावू शकते.

इ. सागरी जैवविविधता (Marine Biodiversity)

भारताचे महासागर प्रवाळ बेटे (coral reefs), खारफुटी (mangroves) आणि सीग्रास (seagrass beds) यांसारख्या विविध परिसंस्थांचे घर आहेत. या परिसंस्था डुगोंग (dugongs), समुद्री कासवे (sea turtles) आणि देवमासे (whales) यांसारख्या धोक्यात असलेल्या प्रजातींसह (endangered species) विविध सागरी जीवसृष्टीला आधार देतात. हिंदी महासागर महत्त्वाच्या मासेमारी आणि स्थलांतरित प्रजातींचे देखील घर आहे.

- **प्रवाळ बेटे (Coral Reefs):** भारतात अंदमान आणि निकोबार बेटे, लक्षद्वीप आणि गुजरात किनारपट्टीच्या काही भागांमध्ये प्रवाळ बेटे आहेत.
- **खारफुटी (Mangroves):** सुंदरबन खारफुटीचे जंगल हे जगातील सर्वात मोठ्या खारफुटी परिसंस्थांपैकी एक आहे आणि विविध सागरी प्रजातींसाठी महत्त्वपूर्ण अधिवास प्रदान करते.

जगभरातील सागरी संसाधने (Marine Resources Around the World)

अ. सागरी मत्स्यपालन संसाधने (Marine Fisheries Resources)

- **जागतिक मत्स्यपालन (Global Fisheries):** मत्स्यपालन जगाच्या अन्न पुरवठ्याचा एक आधारस्तंभ आहे, ज्यात आशिया माशांचा सर्वात मोठा उत्पादक आहे, विशेषतः चीन, भारत, इंडोनेशिया आणि जपान सारख्या देशांमध्ये.

- **अतिमासेमारी (Overfishing):** अशाश्वत मासेमारी पद्धतीमुळे अनेक मासे साठे (fish stocks) कमी/रिक्त (depleted) होत आहेत, ज्यामुळे अतिमासेमारी ही एक महत्त्वपूर्ण जागतिक समस्या आहे. संयुक्त राष्ट्र एफएओ (UN FAO) चा अंदाज आहे की जागतिक मासे साठ्यांपैकी सुमारे ३३% साठ्यांचे अति-शोषण (overexploited) केले जात आहे.

ब. तेल आणि वायू (Oil and Gas)

- **समुद्रकिनारी तेल आणि वायू (Offshore Oil and Gas):** जगातील काही सर्वात मोठे तेल साठे समुद्रकिनारी स्थित आहेत. प्रमुख समुद्रकिनारी तेल क्षेत्रांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश आहे:
 - उत्तर समुद्र (North Sea) (यूके आणि नॉर्वे)
 - मेक्सिकोचे आखात (The Gulf of Mexico) (यूएसए)
 - पर्शियन आखात (The Persian Gulf) (इराण, सौदी अरेबिया, यूएई)
 - ब्राझीलचे किनारपट्टीचे पाणी (प्री-सॉल्ट साठे)
- **खोल पाण्यातील ड्रिलिंग (Deepwater Drilling):** खोल पाण्यातील आणि अल्ट्रा-खोल पाण्यातील ड्रिलिंग तंत्रज्ञानाच्या वाढीमुळे अन्वेषणासाठी नवीन क्षेत्रे खुली झाली आहेत, ज्यात आर्क्टिक, ब्राझीलचा किनारा आणि गिनीचे आखात (Gulf of Guinea) यांचा समावेश आहे.

क. सागरी खनिजे (Marine Minerals)

- **पॉलीमेटलिक गाठी (Polymetallic Nodules):** या गाठी पॅसिफिक महासागरातील क्लेरिऑन-क्लिपर्टन झोनमध्ये (Clarion-Clipperton Zone) आढळतात, ज्या मँगनीज, निकेल आणि कोबाल्टने समृद्ध आहेत.
- **पॉलीमेटलिक सल्फाइड्स (Polymetallic Sulphides):** हायड्रोथर्मल व्हेंट (hydrothermal vent) भागात आढळतात, ज्यात सोने, तांबे आणि जस्त (zinc) असते.
- **दुर्मिळ पृथ्वी घटक (Rare Earth Elements):** उच्च-तंत्रज्ञान उद्योगांसाठी आवश्यक असलेल्या दुर्मिळ पृथ्वी खनिजांसाठी (rare earth minerals) देखील महासागर तळाच्या खाणकामाचा (Ocean floor mining) विचार केला जात आहे.

ड. सागरी नूतनीकरणीय ऊर्जा (Marine Renewable Energy)

- **भरती-ओहोटी ऊर्जा (Tidal Energy):** युनायटेड किंगडम, दक्षिण कोरिया आणि फ्रान्स सारख्या देशांनी भरती-ओहोटीच्या नैसर्गिक उतार-चढावामधून ऊर्जा मिळवण्यासाठी भरती-ओहोटी वीज प्रकल्प विकसित केले आहेत.
- **तरंग ऊर्जा (Wave Energy):** पोर्तुगाल, स्कॉटलंड आणि युनायटेड स्टेट्स तरंग ऊर्जा तंत्रज्ञानाचा शोध घेत आहेत.

- **समुद्रकिनारी पवन ऊर्जा (Offshore Wind Energy):** युरोपियन युनियन, विशेषतः डेन्मार्क, जर्मनी आणि यूके यांसारखे देश, समुद्रकिनारी पवन ऊर्जा उत्पादनात अग्रणी आहेत. यूएस आणि चीन देखील त्यांच्या समुद्रकिनारी पवन ऊर्जा क्षेत्राचा वेगाने विकास करत आहेत.

इ. सागरी जैवविविधता (Marine Biodiversity)

- **प्रवाळ बेटे (Coral Reefs):** ग्रेट बॅरियर रीफ (ऑस्ट्रेलिया), बेलीझ बॅरियर रीफ (मध्य अमेरिका) आणि कोरल त्रिकोण (आग्नेय आशिया) हे सागरी जैवविविधतेसाठी हॉटस्पॉट आहेत.
- **सागरी संरक्षित क्षेत्रे (Marine Protected Areas - MPAs):** जागतिक समुदायाने सागरी जैवविविधतेचे संवर्धन करण्यासाठी MPA ची गरज ओळखली आहे. जैवविविधता कराराचे उद्दिष्ट २०३० पर्यंत जगातील १०% महासागरांना संरक्षण देणे आहे.
- **सागरी संवर्धन (Marine Conservation):** देवमासे, डॉल्फिन, समुद्री कासवे आणि सील्स यांसारख्या धोक्यात असलेल्या प्रजातींचे संरक्षण करण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत, त्यासाठी आंतरराष्ट्रीय व्हेल कमिशन (IWC) आणि स्थलांतरित प्रजातींवरील अधिवेशन (CMS) यांसारखे आंतरराष्ट्रीय करार केले आहेत.

नील क्रांती (Blue Revolution)

नील क्रांती (Blue Revolution) म्हणजे आधुनिक तंत्रांद्वारे मत्स्यपालन संसाधनांचे शाश्वत आणि वर्धित (enhanced) उत्पादन यावर लक्ष केंद्रित करणारे जलसंवर्धन (aquaculture) आणि सागरी मत्स्यपालनातील महत्त्वपूर्ण परिवर्तन. या क्रांतीचा उद्देश मासे उत्पादन वाढवणे आणि जलीय परिसंस्था (aquatic ecosystems) सुधारणे हा आहे. नील क्रांतीची तुलना हरित क्रांतीशी (Green Revolution) केली जाते, ज्याने अन्न उत्पादन वाढवून शेतीत परिवर्तन घडवले.

नील क्रांतीची पार्श्वभूमी आणि उत्क्रांती (Background and Evolution of the Blue Revolution)

नील क्रांती हा शब्द सर्वप्रथम डॉ. हिरालाल चौधरी यांनी १९७० च्या दशकात वापरला होता आणि याचा मुख्य उद्देश मासे आणि इतर जलचर प्राण्यांपासून मिळणाऱ्या प्रथिने-समृद्ध अन्नाची वाढती मागणी पूर्ण करण्यासाठी मत्स्यपालन आणि जलसंवर्धनाची उत्पादकता सुधारणे हा होता. नील क्रांती कॅप्चर मत्स्यपालन (capture fisheries) आणि जलसंवर्धन प्रणाली या दोहोंवर आधारित आहे, ज्यात तंत्रज्ञानातील प्रगती, जनुकीय सुधारणा आणि शाश्वतता पद्धतींचा समन्वय साधला जातो.

भारतातील नील क्रांती १९८० च्या दशकात सरकारने मासे उत्पादन वाढवण्यासाठी आणि कोळी आणि मत्स्यपालकांच्या उपजीविका सुधारण्यासाठी सुरू केली होती. या क्रांतीचे वैशिष्ट्य जलसंवर्धनातील नवकल्पना, आधुनिक मासेमारी तंत्रज्ञान आणि मासे उत्पादनांची निर्यात वाढवण्यावर भर देणे हे आहे.

२. नील क्रांतीचे घटक (Components of the Blue Revolution)

भारतातील नील क्रांतीची वैशिष्ट्ये खालील प्रमुख घटकांनी स्पष्ट होतात:

अ. जलसंवर्धन विकास (Aquaculture Development)

- **जलसंवर्धन (Aquaculture)** म्हणजे नियंत्रित वातावरणात, गोड्या पाण्यात किंवा खान्या पाण्यात मासे, कवचधारी प्राणी (shellfish) आणि इतर जलीय जीवांचे संवर्धन करणे.
- **गोड्या पाण्यातील जलसंवर्धन (Freshwater Aquaculture):** तलाव, टाक्या आणि इतर नियंत्रित वातावरणात कॅटफिश (catfish), तिलापिया (tilapia), कार्प (carp) इत्यादी माशांचे संवर्धन यात समाविष्ट आहे.
- **सागरी जलसंवर्धन/समुद्री संवर्धन (Marine Aquaculture/Mariculture):** यात किनारपट्टीच्या प्रदेशात किंवा समुद्रात कोळंबी (shrimp), प्रॉन्स (prawns) आणि शेवाळ (seaweed) यांसारख्या सागरी प्रजातींचे संवर्धन केले जाते.
 - उदाहरण: आंध्र प्रदेश आणि तामिळनाडूच्या किनारपट्टीवर उच्च निर्यातीमुळे कोळंबी संवर्धनामध्ये मोठ्या प्रमाणात वाढ झाली आहे.

ब. मत्स्यव्यवसाय व्यवस्थापन आणि संवर्धन (Fisheries Management and Conservation)

- सागरी मत्स्यव्यवसाय आणि अंतर्देशीय मत्स्यव्यवसाय या दोन्हीचे शाश्वत व्यवस्थापन हा नील क्रांतीचा अत्यावश्यक पैलू आहे.
- सागरी मत्स्यव्यवसाय महासागर, समुद्र आणि मोठ्या जलाशयांमध्ये मासेमारीशी संबंधित आहे. अतिमासेमारी टाळण्यासाठी, माशांच्या पकडीवर नियमन करण्यासाठी आणि सागरी परिसंस्थेचे संरक्षण करण्यासाठी प्रयत्न केले गेले आहेत.
 - उदाहरण: समुद्री उत्पादन निर्यात विकास प्राधिकरण (MPEDA) भारतामधून समुद्री उत्पादनांची निर्यात वाढवण्यात आणि शाश्वततेसाठी मासेमारी उद्योगाचे नियमन करण्यात महत्त्वपूर्ण ठरले आहे.

क. मत्स्यव्यवसायात तांत्रिक नाविन्यता (Technological Innovation in Fisheries)

- सोनार (sonar), उपग्रह ट्रॅकिंग (satellite tracking), स्वयंचलित मासेमारी जाळी आणि समुद्री पिंजरे (offshore

cages) यांसारख्या मासेमारी तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे मत्स्यव्यवसायाची कार्यक्षमता आणि शाश्वतता सुधारली आहे.

- **ऍक्वापोनिक्स (Aquaponics)** आणि **पुनर्संचारीत जलसंवर्धन प्रणाली (RAS - Recirculating Aquaculture Systems)** ही नाविन्यपूर्ण तंत्रज्ञानाची उदाहरणे आहेत, ज्याचा उपयोग **मासे आणि वनस्पती** वाढवण्यासाठी **सहजीवी संबंधात** केला जातो, ज्यामुळे पाण्याचा वापर कमी होतो आणि उच्च उत्पादनक्षमता सुनिश्चित होते.

ड. पायाभूत सुविधांचा विकास (Infrastructure Development)

- मत्स्यव्यवसाय क्षेत्राला चालना देण्यासाठी **शीतगृह सुविधा, बंदरांची पायाभूत सुविधा** आणि **प्रसंस्करण केंद्रांची** स्थापना महत्त्वपूर्ण ठरली आहे.
- **मासे प्रक्रिया** आणि **मूल्यवर्धन** (उदा. कॅन केलेला मासा, गोठवलेला मासा आणि माशांवर आधारित उत्पादने) यांनी भारताच्या निर्यातीमध्ये लक्षणीय योगदान दिले आहे.

इ. क्षमता निर्माण आणि प्रशिक्षण (Capacity Building and Training)

- **मासेमार, मत्स्य शेतकरी** आणि **मत्स्यव्यवसाय व्यवस्थापकांसाठी कौशल्य विकास कार्यक्रम** आणि प्रशिक्षण कार्यशाळांमुळे उत्पादनक्षमता आणि **ज्ञानाचा प्रसार** सुधारण्यास मदत झाली आहे.
- **राष्ट्रीय मत्स्यव्यवसाय विकास मंडळ (NFDB)** आणि **प्रधानमंत्री मत्स्य संपदा योजना (PMMSY)** यांसारख्या सरकारी योजनांनी मासेमारी समुदायांमध्ये प्रशिक्षण आणि **उपजीविका** सुधारण्यावर लक्ष केंद्रित केले आहे.

३. भारतातील नील क्रांतीची उपलब्धी (Achievements of the Blue Revolution in India)

अ. मासे उत्पादनात वाढ (Growth in Fish Production)

- **मासे आणि समुद्री खाद्य (seafood)** यांच्या वार्षिक सुमारे १३ दशलक्ष टन उत्पादनासह भारत, चीननंतर जगातील दुसरा सर्वात मोठा मासे उत्पादक देश आहे.
- जलसंवर्धनाच्या वाढीमुळे **गोड्या पाण्यातील मासे** आणि **सागरी उत्पादनांची उपलब्धता** वाढली आहे, ज्यामुळे देशात अन्न सुरक्षा सुधारली आहे.

ब. वाढलेली निर्यात (Increased Exports)

- **कोळंबी (shrimp)** आणि **मोलस्क (mollusks)** सह **मासे आणि समुद्री खाद्य** उत्पादनांचा भारत जगातील सर्वात मोठा निर्यातदार बनला आहे.

- नील क्रांतीमुळे **अमेरिका, जपान** आणि **युरोपियन युनियन** सारख्या आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांमध्ये निर्यातीचा विस्तार करण्यास मदत झाली.
- भारतातील **कोळंबी उद्योग (shrimp industry)**, विशेषतः **संवर्धन केलेल्या कोळंबीच्या** जागतिक मागणीमुळे भरभराटीस आला आहे.

क. सामाजिक-आर्थिक परिणाम (Socioeconomic Impact)

- **मासेमार आणि मत्स्य शेतकऱ्यांच्या उपजीविकेत** सुधारणा झाली आहे. मासे उत्पादन वाढल्यामुळे आणि बाजारपेठांचा विस्तार झाल्यामुळे ग्रामीण मासेमारी समुदायांमध्ये **उत्पन्न आणि रोजगाराच्या संधींमध्ये** लक्षणीय वाढ झाली आहे.
- **प्रसंस्करण युनिट्स, शीतगृह सुविधा** आणि **निर्यात युनिट्स** च्या स्थापनेमुळे देखील नोकऱ्या निर्माण झाल्या असून **ग्रामीण औद्योगिकीकरणाला** प्रोत्साहन मिळाले आहे.

ड. महिलांचे सक्षमीकरण (Empowerment of Women)

- **किनारपट्टीच्या** आणि **ग्रामीण भागातील महिलांना मासे प्रक्रिया (fish processing), वर्गीकरण (sorting), पॅकेजिंग** आणि **जलसंवर्धन प्रणालीतील संवर्धनामध्ये** नोकऱ्या मिळाल्यामुळे नील क्रांतीचा फायदा झाला आहे.
- निर्यात बाजारपेठेसाठी **मूल्यवर्धित मासे उत्पादने (value-added fish products)** विकसित करण्यात महिलांचा सहभाग महत्वाचा ठरला आहे.

नील क्रांतीसमोरील आव्हाने (Challenges Faced in the Blue Revolution)

भारताने नील क्रांतीमुळे लक्षणीय प्रगती साधली असली तरी, या क्षेत्रात अनेक आव्हाने आहेत:

अ. अतिमासेमारी आणि पर्यावरणीय न्हास (Overfishing and Environmental Degradation)

- **अतिमासेमारी (Overfishing)**, विशेषतः सागरी मत्स्यव्यवसायात, काही प्रदेशांमध्ये **माशांच्या साठ्यात घट** करण्यास कारणीभूत ठरली आहे.
- **बेकायदेशीर, अनियमित आणि अपरिपक्व (IUU) मासेमारी** ही एक मोठी चिंता आहे.
- **सागरी संवर्धनाच्या विस्ताराने** आणि **अशाश्वत मासेमारी पद्धतींच्या** वापरामुळे **किनारपट्टी परिसंस्था** जसे की **खारफुटीची वने** आणि **प्रवाळ बेटे** धोक्यात आहेत.

ब. हवामान बदल (Climate Change)

- वाढते समुद्राचे तापमान, **महासागरातील आम्लीकरण** आणि **समुद्र पातळीतील वाढ** यांसारख्या हवामान बदलाचे परिणाम सागरी मत्स्यव्यवसाय आणि जलसंवर्धनासाठी मोठा धोका निर्माण करतात.

- हे पर्यावरणीय बदल माशांच्या अधिवासात व्यत्यय आणू शकतात, माशांची लोकसंख्या कमी करू शकतात आणि किनारपट्टी समुदायांची असुरक्षितता वाढवू शकतात.

क. अपुरी पायाभूत सुविधा आणि तंत्रज्ञानाचा प्रवेश (Inadequate Infrastructure and Access to Technology)

- प्रगती होऊनही, विशेषतः दूरच्या ग्रामीण भागांमध्ये, शीतगृहे, प्रक्रिया सुविधा आणि वाहतूक जाळ्यांसारख्या पायाभूत सुविधांमध्ये अजूनही दोष (gaps) आहेत.
- अनेक लहान-मोठ्या मासेमारी उद्योगांमध्ये आधुनिक तंत्रज्ञान आणि तांत्रिक ज्ञानाचा प्रवेश मर्यादित आहे, ज्यामुळे अकार्यक्षमता वाढते.

ड. सामाजिक आणि आर्थिक असमानता (Social and Economic Inequality)

- नील क्रांतीने अनेक मासेमारी समुदायांची उपजीविका सुधारण्यास मदत केली असली तरी, सर्व समुदायांना समान प्रमाणात लाभ मिळालेला नाही.
- लहान-मोठ्या मासेमारांना अजूनही पतपुरवठ्याचा अभाव, तंत्रज्ञान आणि बाजारपेठा यांसारख्या आव्हानांना सामोरे जावे लागते.
- पारंपरिक मासेमारीत गुंतलेल्या महिला आणि वंचित समुदायांना इतरांप्रमाणे तंत्रज्ञानाचे लाभ किंवा आधारभूत प्रणालींचा सहज प्रवेश मिळत नाही.

नील क्रांतीच्या भविष्यातील शक्यता (Future Prospects of the Blue Revolution)

- शाश्वतता (Sustainability): पर्यावरणास अनुकूल तंत्रे आणि मत्स्यसंवर्धनाचा पर्यावरणीय परिणाम कमी करण्यासाठी सेंद्रिय शेतीचा वापर करण्याच्या दिशेने शाश्वत जलसंवर्धन पद्धतींवर वाढते लक्ष केंद्रित केले जात आहे.
- तांत्रिक प्रगती (Technological Advancements): माशांच्या जातींमध्ये आनुवंशिक सुधारणा, बायोफ्लॉक तंत्रज्ञान (biofloc technology), आणि एकात्मिक संवर्धन प्रणाली उत्पादनक्षमता वाढवत राहतील आणि मत्स्यसंवर्धनाचा पर्यावरणीय ठसा (environmental footprint) कमी करतील.
- धोरणात्मक समर्थन (Policy Support): प्रधानमंत्री मत्स्य संपदा योजनेसारख्या (PMMSY) सरकारी योजनांकडून मत्स्य उत्पादन, प्रक्रिया आणि विपणन सुधारण्याच्या उद्देशाने अनुदान (subsidies), अर्थसाहाय्य (grants) आणि प्रशिक्षण कार्यक्रमांद्वारे या क्षेत्राला सातत्याने पाठिंबा मिळण्याची अपेक्षा आहे.

- जागतिक मागणी (Global Demand): उच्च-गुणवत्तेच्या प्रथिनांचा स्रोत म्हणून मासे खाण्याचे आरोग्यासाठीचे फायदे आणि वाढत्या आरोग्य जागरूकतेमुळे समुद्री खाद्यपदार्थांची जागतिक मागणी वाढत राहण्याची अपेक्षा आहे.
- भारताचे स्थान: भारताचा विस्तीर्ण किनारा आणि वाढत्या जलसंवर्धन क्षेत्रासह, जागतिक समुद्री खाद्य बाजारपेठेत महत्त्वाचा खेळाडू (key player) बनण्यास भारत सज्ज आहे.

सागरी संसाधनांसमोरील आव्हाने (Challenges to Marine Resources)

अ. पर्यावरणीय न्हास (Environmental Degradation)

- प्रदूषण (Pollution): प्लॉस्टिक, तेल गळती (oil spills) आणि अशुद्ध सांडपाणी (untreated sewage) यामुळे होणारे सागरी प्रदूषण सागरी परिसंस्थांसाठी धोकादायक आहे. ग्रेट पॅसिफिक गार्बेज पॅच (Great Pacific Garbage Patch) हा जगातील प्लॉस्टिक कचऱ्याच्या सर्वात मोठा एक भाग आहे.
- हवामान बदल (Climate Change): समुद्राचे वाढते तापमान, महासागरातील आम्लीकरण (ocean acidification) आणि बर्फाचे वितळणे सागरी जीवनावर आणि परिसंस्थांवर प्रतिकूल परिणाम करत आहेत.
- प्रवाळ विरंजन (Coral Bleaching): समुद्राचे तापमान वाढल्याने प्रवाळ विरंजन होते, ज्यामुळे जैवविविधता आणि प्रवाळ खडकांवर (coral reefs) अवलंबून असलेल्या समुदायांच्या उपजीविकेला धोका निर्माण होतो.
- अतिमासेमारी (Overfishing): बेकायदेशीर, अनियमित आणि अपरिपक्व (IUU) मासेमारीमुळे माशांच्या साठ्याचे अतिशोषण (overexploitation) होत आहे, ज्यामुळे सागरी संसाधने कमी होत आहेत.

ब. भू-राजकीय मुद्दे (Geopolitical Issues)

- सागरी वाद (Maritime Disputes): सागरी संसाधनांवरील नियंत्रणामुळे अनेकदा भू-राजकीय तणाव निर्माण होतात. दक्षिण चीन समुद्र आणि पूर्व चीन समुद्रातील तेल आणि वायू उत्खनन हक्कांवरील वाद ही महत्त्वपूर्ण उदाहरणे आहेत.
- अनन्य आर्थिक क्षेत्र (Exclusive Economic Zones - EEZs): देश समृद्ध सागरी संसाधनांच्या मालकीवर वाद घालतात, ज्यामुळे आर्क्टिक, दक्षिण चीन समुद्र आणि कोरियन द्वीपकल्प यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये संघर्ष निर्माण होतो.

शाश्वतता आणि भविष्यातील शक्यता (Sustainability and Future Prospects)

- **सागरी संसाधन व्यवस्थापन (Marine Resource Management):** सागरी संसाधनांच्या शाश्वत व्यवस्थापनाची (sustainable management) गरज वाढत आहे. समुद्री कायद्यावरील संयुक्त राष्ट्र अधिवेशन (UNCLOS) सारखे आंतरराष्ट्रीय करार सागरी संसाधनांचे दीर्घकालीन शाश्वतता सुनिश्चित करण्यासाठी त्यांच्या शोषणाचे नियमन करण्याचे उद्दिष्ट ठेवतात.
- **सागरी क्षेत्रीय नियोजन (Marine Spatial Planning - MSP):** सागरी संरक्षित क्षेत्रे (MPAs) स्थापित करण्यासह सागरी जागेचे प्रभावी व्यवस्थापन, जैवविविधतेचे संरक्षण करण्यास आणि मासेमारी, पर्यटन आणि ऊर्जा उत्पादन यांसारख्या मानवी क्रियाकलापांचे व्यवस्थापन करण्यास मदत करू शकते.
- **महासागरीय अर्थव्यवस्था/नील अर्थव्यवस्था (Ocean Economy/Blue Economy):** आर्थिक वाढीसाठी महासागर संसाधनांचा शाश्वत वापर करण्यावर लक्ष केंद्रित करणारी नील अर्थव्यवस्था (blue economy) विकासाचे एक महत्त्वपूर्ण क्षेत्र आहे. यात मत्स्यव्यवसाय, नवीकरणीय ऊर्जा, जैवतंत्रज्ञान आणि शाश्वत पर्यटन यांचा समावेश आहे.

PRAYAAS

प्रस्तावना (Introduction)

जमीन संसाधने म्हणजे पृथ्वीवर उपलब्ध असलेले एकूण भूभाग आणि त्याचा विविध उद्दिष्टांसाठी केलेला वापर, ज्यात शेती, उद्योग, वनीकरण, निवास आणि संवर्धन यांचा समावेश होतो. जमीन संसाधनांचे वितरण, उपयोग आणि व्यवस्थापन आर्थिक विकास, पर्यावरणीय शाश्वतता आणि जीवनाच्या गुणवत्तेत महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

भारतामध्ये, जमीन संसाधने कृषी-आधारित अर्थव्यवस्थेसाठी मूलभूत आहेत, तर जागतिक स्तरावर, अन्न उत्पादन, शहरीकरण आणि औद्योगिक क्रियाकलापांसाठी जमिनीचा वापर आवश्यक आहे.

भारतातील जमीन संसाधने (Land Resources in India)**अ. जमिनीचे भौगोलिक वितरण (Geographical Distribution of Land)**

- भारताचे एकूण भौगोलिक क्षेत्रफळ अंदाजे ३.२८७ दशलक्ष चौरस किलोमीटर आहे, जे जगाच्या एकूण भूभागाच्या सुमारे २.४% आहे.
- देशात विविध भूरूपे आहेत, उत्तरेकडील हिमालयीन पर्वतांपासून दक्षिणेकडील किनारपट्टीच्या मैदानांपर्यंत आणि पश्चिमेकडील थार वाळवंटापासून पूर्वेकडील उष्णकटिबंधीय जंगलांपर्यंत यांचा विस्तार आहे.
- भारताच्या जमिनीचे वर्गीकरण खालील श्रेणींमध्ये केले जाते:
 १. **कृषी जमीन (Agricultural Land):** भारताच्या एकूण भूभागापैकी सुमारे ६०-६५% जमीन कृषी कार्यासाठी वापरली जाते, ज्यामुळे भारत जगातील सर्वात मोठ्या कृषी अर्थव्यवस्थांपैकी एक आहे.
 २. **वन जमीन (Forest Land):** भारताच्या एकूण भूभागापैकी अंदाजे २४% भाग जंगलांनी व्यापलेला आहे, तथापि, हा आकडा राष्ट्रीय वन धोरणाने शिफारस केलेल्या ३३% वनक्षेत्रापेक्षा खूपच कमी आहे.
 ३. **पडीक आणि लागवडीस अयोग्य जमीन (Barren and Uncultivable Land):** एकूण भूभागापैकी सुमारे ५-६% जमीन पडीक किंवा लागवडीस अयोग्य म्हणून वर्गीकृत केली आहे, ज्यात वाळवंट आणि डोंगराळ प्रदेशांचा समावेश होतो.
 ४. **शहरी आणि बांधलेली जमीन (Urban and Built-Up Land):** शहरीकरणामुळे (Urbanization) कृषी जमिनीचे रूपांतर शहरी भागात झाले आहे, ज्यामुळे भारताच्या एकूण जमीन वापरात सुमारे ३-४% योगदान आहे.
 ५. **जलाशये आणि पाणथळ जागा (Water Bodies and Wetlands):** नद्या, तलाव आणि पाणथळ जागा जमीन

ब. भारतातील जमिनीचा वापर (Land Use in India)

भारतातील जमिनीच्या वापराचे स्वरूप ऐतिहासिक, भौगोलिक आणि सामाजिक-आर्थिक घटकांनी आकारले आहे. प्रमुख जमीन वापर खालीलप्रमाणे आहेत:

१. शेती (Agriculture):

- **पीक लागवडीची जमीन (Arable Land):** भारत शेतीवर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून आहे, ज्यात तृणधान्यांचे पीक (तांदूळ, गहू, मका) पीक पद्धतीवर वर्चस्व गाजवतात.
 - तांदूळ (Rice) प्रामुख्याने गंगा-ब्रह्मपुत्रा त्रिभुज प्रदेशात आणि दक्षिण भारतात घेतला जातो, तर गहू (Wheat) इंडो-गंगेच्या मैदानी प्रदेशात (Indo-Gangetic plains) घेतला जातो.
- **बागायती शेती (Horticulture):** महाराष्ट्र, कर्नाटक आणि हिमाचल प्रदेश यांसारख्या राज्यांमध्ये भारत फळे, भाजीपाला आणि फुलांचा एक प्रमुख उत्पादक आहे.
- **व्यावसायिक पिके (Commercial Crops):** भारत कापूस, ऊस, चहा, कॉफी आणि मसाले यांसारखी नगदी पिके (cash crops) देखील घेतो.

२. वन (Forests):

- भारतात विविध प्रकारची जंगले आहेत, ज्यात पश्चिम घाटातील उष्णकटिबंधीय सदाहरित वने, मध्य भारतातील उष्णकटिबंधीय पानझडी वने आणि हिमालयातील समशीतोष्ण वने यांचा समावेश आहे.
- ही जंगले जैवविविधता, मृदा संवर्धन आणि कार्बन जप्ती (carbon sequestration) मध्ये योगदान देतात.
- पश्चिम बंगालमधील सुंदरबन खारफुटीची वने युनेस्को जागतिक वारसा स्थळे (UNESCO World Heritage Sites) आहेत आणि रॉयल बंगाल टायगरसारख्या प्रजातींसाठी एक महत्त्वपूर्ण अधिवास आहेत.

३. शहरीकरण (Urbanization):

- दिल्ली, मुंबई, बंगलूर आणि चेन्नई यांसारख्या महानगर क्षेत्रांमध्ये होणाऱ्या शहरी विस्तारामुळे कृषी जमिनीमध्ये घट झाली आहे आणि संसाधनांची मागणी वाढली आहे.
- दिल्लीच्या आसपासचा राष्ट्रीय राजधानी प्रदेश (NCR) वेगाने शहरीकरण करत आहे, ज्यात शेतीची जागा निवासी, व्यावसायिक आणि औद्योगिक पायाभूत सुविधांनी घेतली आहे.

४. पडीक आणि नापीक जमीन (Waste and Barren Land):

- राजस्थान आणि मध्य प्रदेश व महाराष्ट्राच्या काही भागांमध्ये वाळवंटीकरण वाढत आहे, ज्यामुळे जमीन वापर आणि कृषी

उत्पादनासाठी आव्हाने निर्माण होत आहेत.

- मृदा धूप (Soil erosion) आणि सुपीकतेचा न्हास ही देखील भारताच्या अनेक भागांमध्ये मोठी समस्या आहे, विशेषतः अयोग्य जमीन व्यवस्थापन पद्धती असलेल्या क्षेत्रांमध्ये.

क. भारतातील जमीन संसाधनांसमोरील आव्हाने (Challenges to Land Resources in India)

भारतातील जमीन संसाधनांसमोर असलेली प्रमुख आव्हाने खालीलप्रमाणे आहेत:

१. मृदा न्हास (Soil Degradation): शेतीसाठी जमिनीचा अतिवापर, जंगलतोड आणि अयोग्य सिंचन पद्धतींमुळे अनेक प्रदेशांमध्ये मृदा धूप, क्षारता आणि सुपीकतेचा न्हास झाला आहे.
२. जमिनीचा न्हास (Land Degradation): अतिचराई, शहरीकरण आणि खाणकामामुळे जमिनीचा लक्षणीय न्हास झाला आहे, विशेषतः अर्ध-शुष्क आणि शुष्क प्रदेशांमध्ये.
३. जमिनीचे तुकडीकरण (Land Fragmentation): उत्तर प्रदेश आणि बिहारसारख्या राज्यांमध्ये लहान आणि विखुरलेले जमिनीचे तुकडे यामुळे अकार्यक्षम शेती पद्धती आणि कमी उत्पादनक्षमता निर्माण झाली आहे.
४. शहरी विस्तार (Urban Sprawl): झपाट्याने होणारे शहरीकरण, अयोग्य शहरी नियोजनामुळे कृषी जमिनीचे निवासस्थाने, रस्ते आणि पायाभूत सुविधांसाठी नुकसान होत आहे.
५. जमिनीच्या मालकीचे प्रश्न (Land Ownership Issues): गुंतागुंतीची जमिनीच्या मालकीची संरचना, जमीन सुधारणा आणि वादविवाद यामुळे अनेकदा अकार्यक्षम जमीन वापर आणि अतिक्रमण होते.

ड. भारतातील जमीन संसाधन व्यवस्थापन (Land Resource Management in India)

भारतात जमीन संसाधनांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी सरकारने केलेले प्रमुख प्रयत्न:

१. राष्ट्रीय जमीन वापर धोरण (National Land Use Policy): पर्यावरणीय शाश्वततेला प्रोत्साहन देत असताना जमीन संसाधनांचा कार्यक्षम वापर सुनिश्चित करण्याचे या धोरणाचे उद्दिष्ट आहे.
२. मृदा संवर्धन आणि पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन (Soil Conservation and Watershed Management): सरकारने मृदा संवर्धनासाठी विविध योजना लागू केल्या आहेत, ज्यात कोरडवाहू क्षेत्रांसाठी राष्ट्रीय पाणलोट विकास कार्यक्रम (National Watershed Development Program for Rainfed Areas) समाविष्ट आहे.

३. जमीन सुधारणा (Land Reforms): जमीन कमाल मर्यादा कायदांनी आणि जमिनीचे पुनर्वितरण करण्याच्या प्रयत्नांनी असमानता कमी करून कृषी उत्पादनक्षमता सुधारण्याचा प्रयत्न केला आहे.

४. वनीकरण कार्यक्रम (Afforestation Programs): ग्रीन इंडिया मिशन (Green India Mission) आणि राष्ट्रीय वनीकरण कार्यक्रम वनक्षेत्र वाढवण्याचे आणि न्हास झालेल्या जमिनीचे पुनर्संचयित करण्याचे उद्दिष्ट ठेवतात.

जागतिक स्तरावरील जमीन संसाधने (Land Resources Around the Globe)

अ. जमिनीचे जागतिक वितरण (Global Land Distribution)

- एकूण जमीन क्षेत्रफळ (Total Land Area): पृथ्वीचे एकूण जमीन क्षेत्रफळ अंदाजे १४८.९४ दशलक्ष चौरस किलोमीटर आहे, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सुमारे २९% आहे. उर्वरित ७१% भाग पाण्याने व्यापलेला आहे.
- प्रादेशिक जमीन वापर नमुने (Regional Land Use Patterns):
 - आशिया (Asia): जगाच्या एकूण लोकसंख्येपैकी सुमारे ६०% लोकसंख्या आशिया खंडात राहते आणि शेती हा येथील प्रमुख जमीन वापर आहे, विशेषतः चीन, भारत आणि इंडोनेशियासारख्या देशांमध्ये.
 - आफ्रिका (Africa): आफ्रिकेचा मोठा भाग वाळवंटांनी (सहारा, कालाहारी) व्यापलेला आहे, परंतु हा खंड समृद्ध कृषी जमिनीचे देखील घर आहे, विशेषतः पूर्व आफ्रिका आणि पश्चिम आफ्रिकेत.
 - युरोप (Europe): युरोपमध्ये अतिशय लागवडीखालील जमीन आहे, विशेषतः फ्रान्स, जर्मनी आणि इटलीसारख्या देशांमध्ये, जिथे औद्योगिक आणि निवासी जमीन वापरांवर मोठा भर दिला जातो.
 - उत्तर अमेरिका (North America): युनायटेड स्टेट्स आणि कॅनडा मध्ये मोठी जमीन क्षेत्रे आहेत, ज्यात मिडवेस्ट आणि प्रेअरीज (Prairies) सारखे कृषी प्रदेश आहेत, परंतु न्यूयॉर्क, लॉस एंजेलिस आणि टोरंटोसारख्या शहरांमध्येही लक्षणीय शहरी विस्तार झाला आहे.
 - दक्षिण अमेरिका (South America): ब्राझील आणि अर्जेन्टिनासारख्या देशांमध्ये मोठे वर्षावन क्षेत्र (Amazon) आणि कृषी जमीन (सोयाबीन, गहू, पशुपालन) आहे.
 - ऑस्ट्रेलिया (Australia): प्रामुख्याने शुष्क आहे, ज्याचा मोठा भाग वाळवंटांनी व्यापलेला आहे, पण पशुधन शेती आणि खाणकामासाठी देखील लक्षणीय जमीन वापरली जाते.

ब. जगभरातील जमिनीचा वापर (Land Use Around the World)
जमिनीचा जागतिक स्तरावरील वापर खालीलप्रमाणे विभागला जातो:

१. कृषी जमीन (Agricultural Land):

- जागतिक स्तरावर, पीक लागवडीची जमीन (arable land) पृथ्वीच्या एकूण भूभागाच्या सुमारे ११% आहे, ज्यात आशिया (विशेषतः चीन आणि भारत) तांदूळ, गहू आणि इतर धान्यांचा सर्वात मोठा उत्पादक आहे.
- पशुधन चराई (Livestock Grazing): अमेरिका, ऑस्ट्रेलिया आणि ब्राझीलसारख्या देशांमध्ये मोठा भूभाग गुरे आणि मेंढ्यांसारख्या पशुधनाच्या चराईसाठी वापरला जातो.

२. जंगल (Forests):

- जंगलांनी पृथ्वीच्या भूभागाच्या अंदाजे ३१% क्षेत्र व्यापलेले आहे, ज्यात ब्राझील (एमेझॉन), रशिया आणि कॅनडा मध्ये सर्वात मोठे वनक्षेत्र आहे.
- एमेझॉन वर्षावनाला (Amazon Rainforest) अनेकदा "पृथ्वीचे फुफ्फुस" (lungs of the Earth) म्हटले जाते, कारण कार्बन जप्ती (carbon sequestration) आणि जैवविविधता संवर्धनात त्याची महत्त्वपूर्ण भूमिका आहे.

३. शहरीकरण (Urbanization):

- शहरी भाग पृथ्वीच्या एकूण भूभागाच्या सुमारे १-३% व्यापतात, परंतु जागतिक शहरीकरणामुळे ते वेगाने वाढत आहेत. सर्वात मोठी शहरी केंद्रे आशिया, उत्तर अमेरिका आणि युरोपमध्ये आहेत.

४. वाळवंटीकरण आणि जमिनीचा न्हास (Desertification and Land Degradation):

- उप-सहारा आफ्रिका, दक्षिण आशिया आणि लॅटिन अमेरिकेच्या काही भागांमध्ये अशाश्वत शेती पद्धती, जंगलतोड आणि हवामान बदलामुळे वाळवंटीकरण होत आहे.

क. जमीन वापरामध्ये जागतिक आव्हाने (Global Challenges in Land Use)

- शहरी विस्तार (Urban Sprawl): शहरे जसजशी विस्तारत आहेत, तसतशी उत्पादक कृषी जमीन अधिकाधिक निवासी, व्यावसायिक आणि औद्योगिक जागांमध्ये रूपांतरित होत आहे, ज्यामुळे सुपीक जमिनीचे मोठे नुकसान होत आहे.
- मृदा धूप आणि न्हास (Soil Erosion and Degradation): जंगलतोड, अशाश्वत शेती आणि अतिचराईमुळे होणारी मृदा धूप ही

जागतिक स्तरावर एक मोठी समस्या आहे, विशेषतः आफ्रिका आणि आशियाच्या काही भागांमध्ये.

- पाण्याची टंचाई (Water Scarcity): शेतीसाठी जमिनीचा अतिवापर, विशेषतः शुष्क आणि अर्ध-शुष्क प्रदेशांमध्ये, जलसंपदेचे अतिशोषण करत आहे.
- जंगलतोड (Deforestation): एमेझॉन, आग्नेय आशिया (Southeast Asia) आणि आफ्रिकेच्या काही भागांमध्ये होणारा जंगलांचा विनाश जैवविविधतेचे नुकसान आणि हवामान बदलास हातभार लावत आहे.
- हवामान बदल (Climate Change): वाढते तापमान, अतिवृष्टीसारख्या हवामान घटना आणि बदलणारे पर्जन्यमान जमिनीचा न्हास वाढवत आहेत, विशेषतः आफ्रिका, दक्षिण आशिया आणि ऑस्ट्रेलियासारख्या असुरक्षित प्रदेशांमध्ये.

ड. जागतिक जमीन संसाधन व्यवस्थापन (Global Land Resource Management)

१. शाश्वत जमीन वापर (Sustainable Land Use): संयुक्त राष्ट्र शाश्वत विकास उद्दिष्टांमध्ये (SDGs) शाश्वत जमीन वापर पद्धतींवर भर दिला जातो, जसे की जमीन पुनर्संचयन (land restoration), कृषी वनीकरण आणि शाश्वत शेती.
२. संरक्षित क्षेत्रे (Protected Areas): राष्ट्रीय उद्याने, वन्यजीव अभयारण्ये आणि संवर्धन क्षेत्रांची स्थापना केल्याने जैवविविधता जपण्यास आणि जमिनीचे अतिशोषण थांबवण्यास मदत होते.
३. पुनर्वनीकरण आणि वनीकरण (Reforestation and Afforestation): बॉन चॅलेंज (Bonn Challenge) आणि ग्रीन वॉल ऑफ चायना (Green Wall of China) यांसारख्या जागतिक प्रयत्नांचे उद्दिष्ट न्हास झालेल्या जमिनीचे पुनर्संचयित करणे आणि वाळवंटीकरण थांबवणे आहे.
४. जमीन धारणा प्रणाली (Land Tenure Systems): जमिनीचे हक्क सुरक्षित करणे आणि जमीन सुधारणा लागू करणे कार्यक्षम जमीन वापरास प्रोत्साहन देण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे, विशेषतः विकसनशील देशांमध्ये जिथे जमिनीची मालकी हा एक महत्त्वाचा मुद्दा आहे.

प्रस्तावना

खनिज संपदा म्हणजे पृथ्वीतून नैसर्गिकरित्या मिळणारे पदार्थ, जे विविध औद्योगिक, व्यावसायिक आणि ऊर्जाविषयक (Energy Purposes) कामांसाठी काढले जातात. ते पायाभूत सुविधा, तंत्रज्ञान आणि ऊर्जा उत्पादनाच्या विकासासाठी अत्यंत महत्वाचे आहेत. भारतामध्ये समृद्ध आणि विविध खनिज साठे असल्याने, जागतिक खनिज अर्थव्यवस्थेत भारताची महत्त्वाची भूमिका आहे. त्याचप्रमाणे, जगभरातील खनिजे उद्योग आणि अर्थव्यवस्थांच्या वाढीसाठी अत्यावश्यक आहेत.

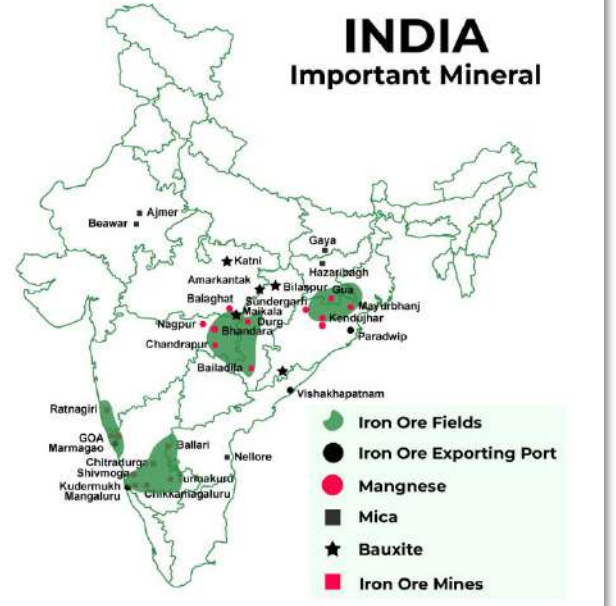
भारतातील खनिज संपदा (Mineral Resources in India)

अ. भूगर्भीय (Geological) आढावा

भारतात विस्तृत आणि विविध भूगर्भीय रचना असून, अनेक प्रकारचे खनिजे आढळतात. देशाला लक्षणीय खनिज संपत्तीचे वरदान लाभले आहे आणि खाणकाम (Mining) हा भारताच्या अर्थव्यवस्थेतील एक प्रमुख योगदान देणारा घटक आहे. भारतीय ढाल (Indian Shield) आणि द्वीपकल्पीय पठार (Peninsular Plateau) हे खनिजांनी समृद्ध आहेत, तर हिमालय पर्वत (Himalayan Mountains) यांसारख्या इतर प्रदेशांमध्येही लक्षणीय खनिज साठे आहेत.

१. प्रमुख खनिज प्रदेश

- बस्तर पठार आणि छत्तीसगढ येथे कोळसा, लोहखनिज आणि बॉक्साईट मोठ्या प्रमाणात आढळतात.
- झारखंड, ओरिसा (ओडिशा) आणि छत्तीसगढ हे कोळसा खाणकामाचे प्रमुख केंद्र आहेत.
- राजस्थान हे संगमरवर (Marble), जिप्सम, चुनखडी (Limestone) आणि तांबे (Copper) यांच्या साठ्यांसाठी ओळखले जाते.
- कर्नाटक आणि गोवा हे लोहखनिजाचे महत्त्वपूर्ण उत्पादक आहेत.
- आंध्र प्रदेश आणि तेलंगणा मध्ये बॉक्साईट आणि चुनखडीचे साठे आहेत.
- मध्य प्रदेश मध्ये हिरा (Diamond), कोळसा आणि बॉक्साईटचे साठे आहेत.
- तमिळनाडू मध्ये, विशेषतः कुड्डालोर आणि रामनाथपुरम प्रदेशात, चुनखडीचे लक्षणीय साठे आहेत.



ब. भारतातील खनिजांचे प्रकार (Types of Minerals in India)

१. ऊर्जा खनिजे (Fuel Minerals):

• कोळसा (Coal):

- झारखंड, ओरिसा (ओडिशा), छत्तीसगढ आणि पश्चिम बंगाल या राज्यांमध्ये प्रामुख्याने केंद्रित असलेले कोळशाचे जगातील सर्वात मोठे साठे भारतात आहेत.
- भारत जगात कोळशाचा दुसरा सर्वात मोठा उत्पादक देश आहे आणि वीज निर्मिती आणि पोलाद उत्पादनासह (Steel Production) आपल्या ऊर्जा गरजांसाठी कोळशावर मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून आहे.

• पेट्रोलियम आणि नैसर्गिक वायू (Petroleum and Natural Gas):

- भारतात मुंबई हाय (Mumbai High), कृष्णा-गोदावरी बेसिन आणि कावेरी बेसिन यांसारख्या समुद्रातील क्षेत्रांमध्ये (Offshore fields) तेलाचे आणि वायूचे महत्त्वाचे साठे आहेत.
- तरीही, भारत आपल्या पेट्रोलियम गरजेचा मोठा भाग अजूनही आयात करतो.

• लिग्नाईट (Lignite):

- लिग्नाईट किंवा तपकिरी कोळसा हा तमिळनाडू, गुजरात आणि राजस्थान मध्ये आढळतो.

२. धातू खनिजे Metallic Minerals:

• लोहखनिज (Iron Ore):

- भारतात ओडिशा, छत्तीसगढ, झारखंड, कर्नाटक आणि गोवा या राज्यांमध्ये लोहखनिजाचे मोठे साठे आहेत.

- भारत जगातील लोहखनिजाच्या सर्वात मोठ्या उत्पादक आणि निर्यातदार देशांपैकी एक आहे.
- **बॉक्साईट (Bauxite):**
 - ओडिशा, झारखंड, मध्य प्रदेश आणि छत्तीसगढ ही बॉक्साईटची मुख्य उत्पादक राज्ये आहेत.
 - **अॅल्युमिनियमचा** (Aluminum) प्राथमिक धातू (Primary Ore) असलेल्या बॉक्साईटचा भारत एक महत्त्वपूर्ण उत्पादक आहे.
- **मॅंगनीज (Manganese):**
 - मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, ओडिशा आणि कर्नाटक येथे मोठे साठे असल्याने भारत मॅंगनीजचा जगातील सर्वात मोठा उत्पादक आहे.
- **तांबे (Copper):**
 - भारतात राजस्थान, मध्य प्रदेश आणि झारखंड मध्ये तांब्याचे साठे आहेत.
- **जस्त (Zinc):**
 - जगातील जस्ताच्या सर्वात मोठ्या साठ्यांपैकी एक असलेले प्रमुख साठे राजस्थान (झावर खाणी - Zawar mines) येथे आढळतात.
- **शिसे (Lead):**
 - शिसे (Lead) हे राजस्थान आणि आंध्र प्रदेश मध्ये जस्ताच्या साठ्यांसोबत आढळते.

३. अधात्विक खनिजे (Non-Metallic Minerals):

- **चुनखडी (Limestone):**
 - भारतात चुनखडीचे मोठे साठे आहेत, जे विशेषतः राजस्थान, मध्य प्रदेश आणि गुजरात मध्ये आढळतात आणि सिमेंट उत्पादनासाठी ते महत्त्वाचे आहेत.
- **अभ्रक (Mica):**
 - बिहार, झारखंड आणि राजस्थान या राज्यांमधून प्रामुख्याने उत्पादन होणारा भारत अभ्रकाचा सर्वात मोठा उत्पादक आहे.
- **मीठ (Salt):**
 - गुजरात, राजस्थान आणि तमिळनाडू मध्ये उत्पादन केंद्रित असलेला भारत जगातील मिठाच्या सर्वात मोठ्या उत्पादकांपैकी एक आहे.
- **जिप्सम (Gypsum):**
 - सिमेंटच्या निर्मितीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या जिप्समचे महत्त्वपूर्ण साठे भारतात राजस्थान आणि हरियाणा मध्ये आहेत.

४. मौल्यवान खडे (Precious Stones):

- **हिरे (Diamonds):**
 - ऐतिहासिकदृष्ट्या, भारत हिऱ्यांचा एक प्रमुख स्रोत राहिला आहे, विशेषतः मध्य प्रदेशातील पन्ना खाणी आणि आंध्र प्रदेशातील गोलकोंडा खाणी येथे.
 - तथापि, भारतात हिऱ्याचे खाणकाम घटले आहे.
- **रत्न (Gemstones):**
 - भारत माणिक (Ruby), नीलम (Sapphire) आणि पाचू (Emerald) यांसारख्या रत्नांचे देखील लक्षणीय प्रमाणात उत्पादन करतो, विशेषतः कर्नाटक या राज्यात.

क. भारतातील खनिज संसाधनांचे आर्थिक महत्त्व (Economic Importance of Mineral Resources in India)

- **औद्योगिक विकास (Industrial Growth):**
 - कोळसा, लोहखनिज, बॉक्साईट आणि चुनखडी यांसारखी खनिजे पोलाद (Steel), सिमेंट (Cement) आणि अॅल्युमिनियम (Aluminum) उत्पादनासह विविध उद्योगांचा आधारस्तंभ (Backbone) आहेत.
- **ऊर्जा उत्पादन (Energy Production):**
 - भारतातील सुमारे ७०% वीज निर्मितीसाठी कोळसा हा प्राथमिक ऊर्जा स्रोत आहे.
- **निर्यात (Export):**
 - भारत लोहखनिज, बॉक्साईट आणि मॅंगनीज यांसारख्या खनिजांचा महत्त्वपूर्ण निर्यातदार आहे, ज्यामुळे राष्ट्रीय अर्थव्यवस्थेला मोठा हातभार लागतो.
- **रोजगार (Employment):**
 - खाणकाम क्षेत्र हे रोजगार पुरवणारे एक प्रमुख क्षेत्र आहे, विशेषतः झारखंड, छत्तीसगढ, ओरिसा आणि मध्य प्रदेश सारख्या राज्यांच्या ग्रामीण भागांमध्ये.

ड. भारतातील खनिज संसाधनांसमोरील आव्हाने (Challenges to Mineral Resources in India)

१. साठ्यांची घट (Depletion of Resources):

- खाणकाम गतिविधींचा विस्तार झाल्यामुळे, कोळसा आणि लोहखनिज सारख्या काही खनिज साठ्यांची चिंताजनक दराने घट होत आहे.

२. पर्यावरणाचा न्हास (Environmental Degradation):

- खाणकाम कार्यामुळे वनतोड, मृदा अपरदन, जल प्रदूषण आणि जैवविविधतेची हानी यांसारख्या गंभीर पर्यावरणीय समस्या निर्माण झाल्या आहेत.

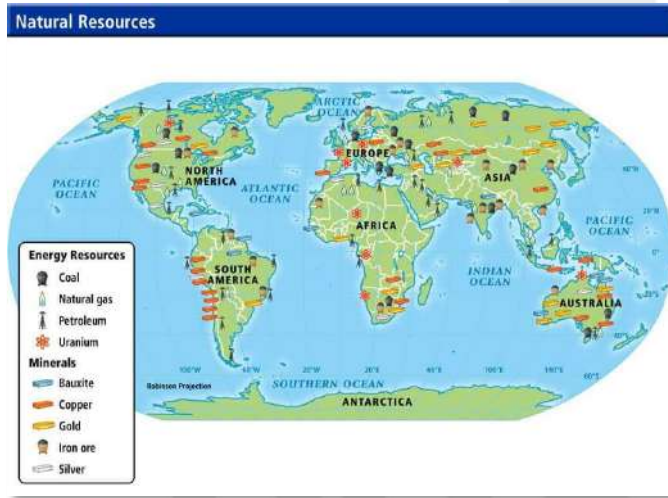
३. अवैध खाणकाम (Illegal Mining):

- झारखंड, ओडिशा आणि बिहार सारख्या राज्यांमध्ये बॉक्साईट, लोहखनिज आणि अभ्रक (Mica) यांचे अवैध खाणकाम मोठ्या प्रमाणावर चालते, ज्यामुळे साठ्यांची घट आणि पर्यावरणीय हानी होते.

४. समुदायांचे विस्थापन (Displacement of Communities):

- छत्तीसगढ आणि झारखंड सारख्या प्रदेशांमध्ये दिसल्याप्रमाणे, मोठ्या प्रमाणात चालणारे खाणकाम प्रकल्प अनेकदा स्थानिक/आदिवासी समुदायांच्या विस्थापनास (Displacement) कारणीभूत ठरतात.

जगभरातील खनिज संसाधने (Mineral Resources Around the World)



अ. खनिज संसाधनांचे जागतिक वितरण (Global Distribution of Mineral Resources)

खनिज संसाधने जगभरात असमान वितरित झालेली आहेत, काही विशिष्ट प्रदेशांमध्ये ठराविक खनिजांचे समृद्ध साठे आहेत.

१. कोळसा (Coal):

- कोळशाचे सर्वात मोठे साठे चीन, संयुक्त राष्ट्र (United States), भारत, रशिया आणि ऑस्ट्रेलिया येथे आढळतात.
- चीन हा जगातील कोळशाचा सर्वात मोठा उत्पादक आणि ग्राहक आहे.

२. पेट्रोलियम आणि नैसर्गिक वायू (Petroleum and Natural Gas):

- प्रमुख तेल उत्पादक प्रदेशांमध्ये मध्य पूर्व (विशेषतः सौदी अरेबिया, इराण, इराक आणि कुवेत), रशिया, संयुक्त राष्ट्र आणि व्हेनेझुएला यांचा समावेश होतो.

- रशिया आणि संयुक्त राष्ट्र हे कॅनडा आणि इराण सह नैसर्गिक वायूचे देखील प्रमुख उत्पादक आहेत.

३. लोहखनिज (Iron Ore):

- ऑस्ट्रेलिया, ब्राझील, चीन आणि भारत हे लोहखनिजाचे प्रमुख उत्पादक आहेत.
- ऑस्ट्रेलिया आणि ब्राझील मध्ये उच्च-श्रेणीच्या लोहखनिजाचे जगातील सर्वात मोठे साठे आहेत.

४. मौल्यवान धातू (Precious Metals):

- सोने (Gold): चीन, ऑस्ट्रेलिया, रशिया आणि दक्षिण आफ्रिका हे सोन्याचे सर्वात मोठे उत्पादक आहेत. दक्षिण आफ्रिका ऐतिहासिकदृष्ट्या जगातील सर्वात मोठा उत्पादक होता, परंतु तिच्या उत्पादनात घट झाली आहे.
- चांदी (Silver): मेक्सिको, पेरू, चीन आणि रशिया हे चांदीचे प्रमुख उत्पादक आहेत.
- प्लॅटिनम आणि पॅलेडियम (Platinum and Palladium): दक्षिण आफ्रिका हा जगातील प्लॅटिनमचा सर्वात मोठा उत्पादक आहे, तर रशिया मध्ये पॅलेडियमचे उत्पादन अधिक आहे.

५. बॉक्साईट (Bauxite):

- ऑस्ट्रेलिया, गिनी, चीन आणि ब्राझील हे बॉक्साईटचे प्रमुख उत्पादक आहेत, बॉक्साईटपासून अल्युमिनियम धातू मिळवला जातो.
- ऑस्ट्रेलिया मध्ये जगातील बॉक्साईटचे काही सर्वात मोठे साठे आहेत.

६. मॅंगनीज (Manganese):

- दक्षिण आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया, चीन आणि ब्राझील हे मॅंगनीजचे प्रमुख उत्पादक आहेत, जे पोलाद उत्पादनासाठी आवश्यक आहे.

ब. खनिज संसाधन व्यवस्थापनातील जागतिक आव्हाने (Global Challenges in Mineral Resource Management)

१. संसाधनांची घट (Resource Depletion):

- जीवाश्म इंधन (Fossil Fuels), धातू (Metals) आणि खनिजे यांसारख्या नूतनीकरणीय नसलेल्या संसाधनांचे निष्कर्षण (Extraction) केल्यामुळे त्यांची घट होत आहे, ज्यामुळे नवीन साठे शोधणे अधिक कठीण आणि खर्चिक बनले आहे.

२. पर्यावरणावर परिणाम (Environmental Impact):

- मोठ्या प्रमाणावरील खाणकाम गतिविधींमुळे अनेकदा वनतोड, नैसर्गिक अधिवासाचा नाश, जल प्रदूषण आणि हरितगृह वायूंचे उत्सर्जन होते, ज्यामुळे जागतिक तापमानवाढीत भर पडते.

३. भू-राजकीय संघर्ष (Geopolitical Conflicts):

- दक्षिण चीन समुद्र (तेल आणि वायू साठे) आणि आफ्रिकेतील काही भाग (हिरे, सोने) यांसारखे खनिज-समृद्ध प्रदेश अनेकदा भू-राजकीय तणाव आणि संघर्षांचे स्रोत बनतात.

४. अवैध खाणकाम (Illegal Mining):

- काँगोचे लोकशाही प्रजासत्ताक, ब्राझील आणि भारत यांसारख्या देशांमध्ये अवैध खाणकाम चालू आहे, ज्यामुळे पर्यावरणाचे नुकसान होत आहे आणि मानवाधिकार उल्लंघनास हातभार लागत आहे.

५. आर्थिक अवलंबित्व (Economic Dependency):

- व्हेनेझुएला, नायजेरिया आणि सौदी अरेबिया यांसारखे देश, जे खनिज निर्यातीवर (तेल, वायू) अति प्रमाणात अवलंबून आहेत, त्यांना जागतिक कमोडिटी बाजारपेठेतील किंमतीतील अस्थिरतेमुळे आर्थिक आव्हानांना तोंड द्यावे लागते.

क. खनिज संसाधन वापराचे जागतिक प्रवाह (Global Trends in Mineral Resource Use)

१. नूतनीकरणीय ऊर्जेकडे संक्रमण (Transition to Renewable Energy):

- सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा आणि जलविद्युत यांसारख्या नूतनीकरणीय ऊर्जा स्रोतांकडे जाण्याच्या जागतिक प्रयत्नांमुळे पारंपरिक जीवाश्म इंधनाची मागणी कमी होत आहे.
- तथापि, या बदलामुळे बॅटरी आणि इलेक्ट्रिक वाहनांसाठी कोबाल्ट, लिथियम आणि निकेल सारख्या काही विशिष्ट खनिजांच्या निष्कर्षणामध्ये वाढ होण्याची मागणी आहे.

२. चक्रीय अर्थव्यवस्था (Circular Economy):

- खाणकामावरील अवलंबित्व कमी करण्यासाठी खनिजांचे पुनर्चक्रण आणि पुन्हा वापर करण्यावर लक्ष केंद्रित केले जात आहे. अॅल्युमिनियम, तांबे आणि सोने यांसारख्या धातूंचे पुनर्चक्रण महत्वाचे बनत आहे.

३. शाश्वत खाणकाम पद्धती (Sustainable Mining Practices):

- स्वच्छ तंत्रज्ञान वापरणे, कार्बन उत्सर्जन कमी करणे आणि कठोर पर्यावरणीय नियम लागू करणे यासह खाणकाम अधिक शाश्वत बनवण्याचे प्रयत्न जागतिक स्तरावर गती घेत आहेत.

प्रस्तावना (Introduction)

ऊर्जा संसाधने ही आर्थिक विकास, औद्योगिक वाढ आणि दैनंदिन जीवनासाठी अत्यंत महत्वाची आहेत. जागतिक स्तरावर ऊर्जेचा वापर सतत वाढत असल्याने, देशांना त्यांच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी पारंपरिक आणि नूतनीकरणीय अशा दोन्ही प्रकारच्या ऊर्जा स्रोतांचा शोध घ्यावा लागत आहे. भारतासारख्या वाढत्या अर्थव्यवस्था आणि विस्तारणाऱ्या लोकसंख्येला आपल्या ऊर्जा संसाधनांचे व्यवस्थापन करताना महत्वाची आव्हाने आणि संधी उपलब्ध आहेत. त्याचप्रमाणे, पर्यावरणीय चिंता, तंत्रज्ञानातील प्रगती आणि भू-राजकीय गतिशीलता यामुळे ऊर्जा संसाधनांचे जागतिक चित्र बदलत आहे.

भारतातील ऊर्जा संसाधने (Energy Resources in India)

जलद औद्योगिकीकरण, शहरीकरण आणि विजेची वाढती मागणी यामुळे भारताच्या ऊर्जेची गरज वाढत आहे. चीन आणि संयुक्त राष्ट्र (United States) नंतर भारत हा जगातील तिसरा सर्वात मोठा ऊर्जा ग्राहक आहे. देशाच्या ऊर्जा मिश्रणामध्ये कोळसा, नूतनीकरणीय ऊर्जा, खनिज तेल, नैसर्गिक वायू आणि अणुऊर्जा यांचा समावेश आहे.

अ. भारतातील पारंपरिक ऊर्जा संसाधने (Conventional Energy Resources in India)

१. कोळसा (Coal):

- कोळसा हे भारतातील सर्वात महत्त्वपूर्ण ऊर्जा संसाधन आहे, जे एकूण ऊर्जा उत्पादनाच्या सुमारे ५५-६०% इतके आहे.
- झारखंड, ओरिसा (ओडिशा), छत्तीसगढ आणि मध्य प्रदेश या राज्यांमध्ये प्रामुख्याने केंद्रित असलेले कोळशाचे साठे भारताकडे जगातील चौथे सर्वात मोठे आहेत.
- कोळसा प्रामुख्याने वीज निर्मितीसाठी वापरला जातो, भारतातील सुमारे ७०% वीज निर्मिती कोळसा-आधारित प्रकल्पातून होते. तथापि, कोळशाचा पर्यावरणावर होणारा परिणाम (कार्बन उत्सर्जन, हवा प्रदूषण) एक मोठी चिंता असून, भारत स्वच्छ पर्यायांच्या शोधात आहे.

२. पेट्रोलियम (खनिज तेल - Oil):

- भारत जगात तिसरा सर्वात मोठा तेल आयातदार देश आहे.
- मुंबई हाय, कृष्णा-गोदावरी बेसिन आणि कावेरी बेसिन यांसारख्या समुद्रातील क्षेत्रांमध्ये पेट्रोलियमचे मध्यम साठे आहेत.
- पेट्रोलियमचा उपयोग प्रामुख्याने वाहतूक, उद्योग आणि वीज निर्मितीमध्ये केला जातो. तेलाच्या आयातीवरील भारताचे अवलंबित्व त्याला आंतरराष्ट्रीय तेल बाजारातील किंमतीच्या चढ-उतारांसाठी संवेदनशील बनवते.

३. नैसर्गिक वायू (Natural Gas):

- कृष्णा-गोदावरी बेसिन, कावेरी बेसिन आणि अरबी समुद्रातील समुद्रातील क्षेत्रांमध्ये (Offshore Areas) नैसर्गिक वायूचे लक्षणीय साठे (Considerable reserves) भारतात आहेत.
- नैसर्गिक वायूचा वापर वीज निर्मिती, खत उत्पादन (Fertilizer Production), रासायनिक उद्योग आणि घरगुती वापरासाठी वाढत आहे. कार्बन डायऑक्साइड आणि सल्फरचे कमी उत्सर्जन होत असल्याने, नैसर्गिक वायूला कोळशाचा एक स्वच्छ पर्याय म्हणून पाहिले जाते.

४. अणुऊर्जा (Nuclear Energy):

- भारतात तारापूर, कुडनकुलम, काक्रापार आणि राजस्थान येथे अणुऊर्जा प्रकल्प आहेत.
- कोळसा आणि तेलावरील अवलंबित्व कमी करण्याच्या प्रयत्नांचा भाग म्हणून देश आपली अणुऊर्जा क्षमता वाढवत आहे.
- भारताचा अणुऊर्जा क्षेत्र देशांतर्गत युरेनियम साठे (Indigenous Uranium Reserves) आणि भारत-अमेरिका नागरी अणुकरार (U.S.-India Civil Nuclear Agreement) यांसारख्या आंतरराष्ट्रीय सहकार्यावर आधारित आहे.



ब. भारतातील नूतनीकरणीय ऊर्जा संसाधने (Renewable Energy Resources in India)

१. सौर ऊर्जा (Solar Energy):

- भारत जगातील प्रमुख सौर ऊर्जा उत्पादक देशांपैकी एक आहे. उष्णकटिबंधीय हवामान आणि उच्च सौर किरणोत्सर्ग यामुळे देशाला विपुल सौर क्षमता लाभली आहे.

- भारताने २०३० सालापर्यंत ५०० GW नूतनीकरणीय ऊर्जा क्षमता प्राप्त करण्याचे ध्येय ठेवले आहे आणि सौर ऊर्जा या धोरणाचा एक महत्वाचा घटक आहे.

- राजस्थान, गुजरात, मध्य प्रदेश आणि तमिळनाडू मध्ये सौर ऊर्जा निर्मितीसाठी सर्वात अनुकूल परिस्थिती आहे, त्यापैकी गुजरात आणि राजस्थान हे सर्वात मोठे योगदानकर्ते आहेत.

२. पवन ऊर्जा (Wind Energy):

- भारत जगातील सर्वात मोठ्या पवन ऊर्जा बाजारपेठांपैकी एक आहे आणि पवन ऊर्जेच्या उत्पादनात जगात चौथा आहे.
- पश्चिम किनारपट्टीचा प्रदेश, विशेषतः तमिळनाडू, महाराष्ट्र आणि गुजरात येथे उत्कृष्ट पवन संसाधने उपलब्ध आहेत.
- भारताने २०२२ सालापर्यंत आपली पवन ऊर्जा क्षमता ६० GW पर्यंत वाढवण्याचे महत्वाकांक्षी लक्ष्य ठेवले आहे, परंतु ग्रीड एकीकरण (Grid Integration) आणि जमीन अधिग्रहण (Land Acquisition) संबंधित आव्हानांना तोंड द्यावे लागत आहे.

३. जलविद्युत (Hydropower):

- जलविद्युत (Hydroelectric Power) उत्पादनात भारत जगात पाचवा सर्वात मोठा देश आहे.
- हिमालयीन आणि ईशान्य प्रदेशांमध्ये विशेषतः भारताकडे लक्षणीय जलविद्युत क्षमता आहे.
- भाक्रा नांगल धरण, सरदार सरोवर धरण आणि टिहरी धरण हे देशाच्या जलविद्युत निर्मितीमध्ये प्रमुख योगदानकर्ते आहेत.
- देशाची जलविद्युत क्षमता अंदाजे १,४८,००० मेगावॉट इतकी आहे, परंतु मोठ्या जलविद्युत प्रकल्पांना विस्थापन (Displacement), पर्यावरणीय चिंता आणि जल संसाधनांवरून राज्य-केंद्र संघर्षासारख्या आव्हानांना सामोरे जावे लागते.

४. बायोमास ऊर्जा (Biomass Energy):

- बायोमास ऊर्जा (शेतीमधील कचरा, लाकूड आणि शेण यांपासून मिळणारी) विशेषतः ग्रामीण भागांमध्ये ऊर्जेचा एक महत्त्वपूर्ण स्रोत आहे.
- ही ऊर्जा घरगुती वापरासाठी स्वयंपाक आणि गरम करण्यासाठी तसेच औद्योगिक उपयोगांसाठी वापरली जाते.
- भारताने जैवइंधनांद्वारे (Biofuels - इथेनॉल आणि बायोडिझेल) बायोऊर्जा उत्पादन वाढवण्याचे लक्ष्य ठेवले आहे, ज्यामुळे देशाचे पेट्रोलियम आयातीवरील अवलंबित्व कमी होण्यास मदत होईल.

५. भूगर्भीय आणि सागरी लाटांपासून मिळणारी ऊर्जा (Geothermal and Tidal Energy)

- भूगर्भीय (Geothermal) ऊर्जा क्षमतेच्या बाबतीत भारत मर्यादित आहे, ज्यात हिमालयीन पट्टा आणि महाराष्ट्र व हिमाचल प्रदेशातील काही भाग स्वारस्य असलेले क्षेत्र आहेत.

- सागरी लाटांपासून (Tidal) ऊर्जा मिळवण्याची क्षमता भारताच्या लांब किनारपट्टीवर आहे, परंतु हे तंत्रज्ञान अजूनही प्रायोगिक टप्प्यात आहे.

क. भारतातील ऊर्जा संसाधनांची आव्हाने आणि क्षमता (Challenges and Potential of Energy Resources in India)

१. ऊर्जेची मागणी वि. पुरवठा (Energy Demand vs. Supply):

- आर्थिक वाढ, शहरीकरण आणि लोकसंख्या वाढीमुळे भारतात ऊर्जेची मागणी वाढत आहे.
- देशाला कोळशाच्या (Coal) माध्यमातून होणाऱ्या ऊर्जा पुरवठ्याचा समतोल स्वच्छ नूतनीकरणीय ऊर्जा आणि नैसर्गिक वायूच्या पुरवठ्यासोबत राखणे आवश्यक आहे.

२. ऊर्जा पायाभूत सुविधा (Energy Infrastructure):

- भारतातील ऊर्जा पायाभूत सुविधा, विशेषतः पारेषण आणि वितरण नेटवर्क, यात लक्षणीय सुधारणा करणे आवश्यक आहे. कारण सौर आणि पवन ऊर्जा यांसारखे नूतनीकरणीय स्रोत खंडित (Intermittent) स्वरूपाचे असतात आणि त्यांना नेटवर्कमध्ये समाकलित (Integrate) करण्यासाठी हे महत्वाचे आहे.

३. ऊर्जेची उपलब्धता (Energy Access):

- महत्त्वपूर्ण प्रगती झाली असली तरी, ग्रामीण भारतासारख्या काही भागांमध्ये अजूनही आधुनिक ऊर्जा सेवांच्या मर्यादित उपलब्धतेमुळे ऊर्जा दारिद्र्य कायम आहे.

४. स्वच्छ ऊर्जेकडे संक्रमण (Transition to Clean Energy):

- नूतनीकरणीय ऊर्जा क्षमता वाढवण्यात भारताने महत्त्वपूर्ण प्रगती केली आहे, परंतु ग्रीड साठवण क्षमता (Grid Storage), उच्च भांडवली खर्च आणि धोरणात्मक समर्थना सारखी आव्हाने अजूनही आहेत.

जागतिक ऊर्जा संसाधने आणि त्यांची क्षमता (Global Energy Resources and Their Potential)

अ. पारंपरिक ऊर्जा संसाधने (Conventional Energy Resources)

१. कोळसा (Coal):

- जागतिक साठे: कोळशाचे सर्वात मोठे साठे संयुक्त राष्ट्र (United States), रशिया, चीन आणि भारत येथे आढळतात. चीन हा कोळशाचा सर्वात मोठा उत्पादक आणि ग्राहक आहे, त्यानंतर भारत आणि संयुक्त राष्ट्र यांचा क्रमांक लागतो.
- पर्यावरणावर परिणाम: कोळशाचा वापर कार्बन डायऑक्साइड उत्सर्जनाचा एक प्रमुख स्रोत आहे, ज्यामुळे जागतिक तापमानवाढ आणि हवा प्रदूषणात भर पडते.

२. खनिज तेल (Oil):

- जागतिक साठे: प्रमुख तेल साठे मध्य पूर्व (विशेषतः सौदी अरेबिया, इराण, इराक, कुवेत), रशिया, व्हेनेझुएला आणि कॅनडा

येथे केंद्रित आहेत. शेल क्रांतीमुळे (Shale revolution) संयुक्त राष्ट्र (United States) देखील एक प्रमुख उत्पादक बनले आहे.

- उत्पादन आणि वापर: सौदी अरेबिया, रशिया आणि संयुक्त राष्ट्र हे सर्वात मोठे तेल उत्पादक आहेत, तर चीन, संयुक्त राष्ट्र आणि भारत हे सर्वात मोठे ग्राहक आहेत.

३. नैसर्गिक वायू (Natural Gas):

- नैसर्गिक वायूचे प्रमुख साठे रशिया, मध्य पूर्व, संयुक्त राष्ट्र आणि कॅनडा येथे आहेत. रशियाकडे जगातील सर्वात मोठे सिद्ध साठे (Largest proven reserves) आहेत.
- फ्रॅकिंग तंत्रज्ञानातील (Fracking technology) प्रगतीमुळे शेल वायूचे (Shale gas) उत्पादन, विशेषतः उत्तर अमेरिकेत, नाटकीय पद्धतीने वाढले आहे.

४. अणुऊर्जा (Nuclear Energy):

- संयुक्त राष्ट्र, फ्रान्स, रशिया, चीन आणि दक्षिण कोरिया यांसारख्या देशांमध्ये जागतिक अणुऊर्जा उत्पादन केंद्रित आहे.
- फ्रान्स आपल्या विजेपैकी ७०% पेक्षा जास्त वीज अणुऊर्जेतून मिळवतो, तर चीन आणि भारत वाढत्या मागणीची पूर्तता करण्यासाठी आणि कार्बन उत्सर्जन कमी करण्यासाठी आपले अणुऊर्जा कार्यक्रम विस्तारित करत आहेत.

ब. जागतिक नूतनीकरणीय ऊर्जा संसाधने (Renewable Energy Resources Globally)

१. सौर ऊर्जा (Solar Energy)

- मध्य पूर्व, भारत, आफ्रिका आणि ऑस्ट्रेलिया मध्ये सौर ऊर्जेची अफाट क्षमता (Vast potential) आहे.
- चीन सौर ऊर्जा क्षमतेत जगाचे नेतृत्व करत आहे, त्यानंतर संयुक्त राष्ट्र (United States) आणि भारत यांचा क्रमांक लागतो.
- तंत्रज्ञानातील सुधारणा, खर्चातील कपात आणि धोरणात्मक समर्थन यामुळे जागतिक सौर ऊर्जा क्षमता झपाट्याने वाढत आहे.

२. पवन ऊर्जा (Wind Energy)

- संयुक्त राष्ट्र, चीन, जर्मनी आणि भारत पवन ऊर्जा क्षमतेत सर्वात पुढे आहेत.
- युरोपमधील, विशेषतः युनायटेड किंगडम (UK) आणि जर्मनीतील समुद्रातील पवन फार्म (Offshore wind farms) नूतनीकरणीय ऊर्जेचे प्रमुख स्रोत बनत आहेत.
- चीन आणि संयुक्त राष्ट्र यांच्याकडे जमिनीवरील (Onshore) पवन ऊर्जेची सर्वात मोठी क्षमता आहे, तर युरोप समुद्रातील (Offshore) पवन ऊर्जा विकासामध्ये अग्रगण्य आहे.

३. जलविद्युत (Hydropower)

- जलविद्युत उत्पादनात चीन जगात सर्वात मोठा उत्पादक आहे, त्यानंतर ब्राझील, कॅनडा आणि संयुक्त राष्ट्र यांचा क्रमांक लागतो.

- जलविद्युतची जागतिक क्षमता अंदाजे १५,००० TWh/वर्ष पेक्षा जास्त आहे, परंतु धरण बांधकामामुळे होणारे विस्थापन आणि जैवविविधतेची हानी संबंधित पर्यावरणीय चिंता एक वाढता मुद्दा बनत आहे.

४. बायोमास (Biomass)

- ब्राझील, चीन, भारत आणि आफ्रिकेच्या काही भागांमध्ये बायोमासची लक्षणीय क्षमता आहे.
- ब्राझीलमधील इथेनॉल उत्पादन हे जैवइंधनाच्या वापरासाठी एक आदर्श (Model) आहे, तर बायोडिझेल जागतिक स्तरावर महत्त्वपूर्ण बनत आहे.
- बायोमास ग्रामीण ऊर्जा उपलब्धतेत महत्वाची भूमिका बजावते आणि विपुल कृषी कचरा असलेल्या प्रदेशांमध्ये हे मुख्य ऊर्जा संसाधन आहे.

५. भूगर्भीय आणि भरती-ओहोटीची ऊर्जा (Geothermal and Tidal Energy)

- भूगर्भीय ऊर्जा उत्पादनात आइसलँड (Iceland) जगाचे नेतृत्व करत आहे, तसेच संयुक्त राष्ट्र (कॅलिफोर्निया), केनिया, इंडोनेशिया आणि इटलीच्या काही भागांमध्ये मोठे भूगर्भीय साठे आहेत.
- भरती-ओहोटीची ऊर्जा (Tidal energy) अजूनही विकासाच्या प्राथमिक टप्प्यात आहे, परंतु दक्षिण कोरिया, फ्रान्स आणि युनायटेड किंगडम (UK) सारख्या किनारपट्टीच्या प्रदेशांमध्ये (Coastal regions) तिची क्षमता आहे.

क. जागतिक ऊर्जा आव्हाने आणि क्षमता (Global Energy Challenges and Potential)

१. ऊर्जा संक्रमण (Energy Transition)

- हवामान बदलाचा सामना करण्यासाठी जगाला जीवाश्म इंधनांपासून नूतनीकरणीय ऊर्जा स्रोतांकडे संक्रमण करण्याचे आव्हान आहे. यासाठी स्वच्छ ऊर्जा तंत्रज्ञान, ऊर्जा साठवण आणि ग्रीड आधुनिकीकरण (Grid modernization) मध्ये महत्त्वपूर्ण गुंतवणूक आवश्यक आहे.

२. ऊर्जेची उपलब्धता (Energy Access)

- जागतिक स्तरावर ऊर्जेची उपलब्धता सुधारत असली तरी, अजूनही १ अब्ज लोकांना विजेचा अभाव आहे, त्यापैकी बहुतेक लोक उप-सहारा आफ्रिका आणि दक्षिण आशियात आहेत.

३. भू-राजकीय तणाव (Geopolitical Tensions)

- ऊर्जा संसाधनावरील, विशेषतः खनिज तेल आणि नैसर्गिक वायूवरील नियंत्रण, मध्य पूर्व आणि रशिया-युक्रेन तणावासारख्या भू-राजकीय संघर्षांना कारणीभूत ठरले आहे.

भारतीय शेतीची प्रमुख वैशिष्ट्ये (Salient Features of Indian Agriculture)

प्रस्तावना

भारतीय शेती तिच्या विस्तृत भौगोलिक विस्तार (Vast Geographical Spread) पासून ते पारंपरिक पद्धतींवरील (Traditional Practices) अवलंबनापर्यंत विविध वैशिष्ट्यांनी ओळखली जाते. रोजगार, सकल राष्ट्रीय उत्पादन (GDP) आणि अन्न सुरक्षेत महत्त्वपूर्ण योगदान देत असल्यामुळे भारतीय अर्थव्यवस्थेत तिची अत्यंत महत्त्वाची भूमिका आहे. तथापि, भारतीय शेतीला कमी उत्पादकता, मान्सूनवरील अवलंबित्व आणि पर्यावरणाचा ऱ्हास यांसारख्या अनेक आव्हानांना सामोरे जावे लागते.

मान्सून आणि सिंचनावर अवलंबित्व (Dependence on Monsoon and Irrigation)

मान्सूनवरील अवलंबित्व (Monsoon Dependence):

- पाण्याची गरज भागवण्यासाठी भारतीय शेती मान्सूनच्या पावसावर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून असते.
- भारतातील सुमारे ६०-७०% शेती पावसावर आधारित आहे; त्यामुळे, शेतीच्या उत्पादनाचे यश पावसाचे आगमन आणि वितरण याच्याशी घनिष्टपणे जोडलेले आहे.
- उदाहरण: खरीप हंगामातील भात (Rice), कापूस (Cotton) आणि मका (Maize) यांसारखी पिके मान्सूनच्या पावसावर अवलंबून असतात. मान्सूनला उशीर झाल्यास किंवा तो कमी झाल्यास दुष्काळ पडू शकतो आणि पीक उत्पादनावर परिणाम होतो.

सिंचन पायाभूत सुविधा (Irrigation Infrastructure):

- कालांतराने सिंचनात सुधारणा झाली असली तरी, देशातील अनेक भागांमध्ये ते अजूनही अपुरे आहे.
- निव्वळ लागवडीखालील क्षेत्रापैकी (Net Cultivated Area) फक्त ३५% क्षेत्रालाच सिंचनाची सोय उपलब्ध आहे आणि शेतकरी विहिरी, विंथनविहिरी (Tubewells) आणि कालवे (Canals) यांसारख्या पारंपरिक पद्धतींवर अवलंबून आहेत.
- उदाहरणे: हरित क्रांतीने (Green Revolution - १९६० च्या दशकात) आधुनिक सिंचन प्रणाली आणल्या, परंतु पूर्व भारतासारख्या प्रदेशांमध्ये अजूनही पुरेशा सिंचनाच्या पायाभूत सुविधांचा अभाव आहे.

निर्वाह शेती (Subsistence Farming)

लहान आणि विखंडित जमीन धारणा (Small and Fragmented Land Holdings):

- मोठ्या संख्येने भारतीय शेतकरी निर्वाह शेती (Subsistence Farming) करतात, जी व्यावसायिक विक्रीऐवजी (Commercial Sale) प्रामुख्याने स्वतःच्या उपभोगसाठी केली जाते.
- भारतातील जमीन धारणा (Land Holdings) साधारणपणे लहान आणि विखंडित आहेत, जमीन धारणेचा सरासरी आकार २ हेक्टरपेक्षा कमी आहे.
- आव्हाने: लहान प्रमाणावर शेती केल्यामुळे कमी उत्पादकता येते, नवीन तंत्रज्ञान स्वीकारण्यात अडचण येते आणि बाजारपेठांपर्यंत मर्यादित पोहोच असते.

जमीन सुधारणा (Land Reforms):

- स्वातंत्र्यापासून विविध जमीन सुधारणा उपाययोजना हाती घेण्यात आल्या आहेत, परंतु असमान जमीन वितरण आणि भूमिहीनता अजूनही कायम आहेत, विशेषतः ग्रामीण भागामध्ये.

पिकांची विविधता (Diversity of Crops)

पिकांची विस्तृत श्रेणी (Wide Range of Crops):

- फळे आणि भाज्यांच्या उत्पादनात भारत जगात दुसरा सर्वात मोठा उत्पादक आहे आणि येथे वेगवेगळ्या प्रदेशांमध्ये अनेक प्रकारची पिके घेतली जातात. यामध्ये तृणधान्ये (Cereals), डाळी (Pulses), तेल बिया (Oilseeds), फळे, भाजीपाला आणि कापूस, ऊस (Sugarcane), तंबाखू (Tobacco) आणि मसाले (Spices) यांसारख्या नगदी पिकांचा (Cash Crops) समावेश आहे.
- तृणधान्ये: भात, गहू (Wheat), मका, भरड धान्ये (Millets) आणि ज्वारी (Barley) ही प्रमुख तृणधान्ये आहेत.
- रोख पिके: भारत मसाल्यांचा जगातील सर्वात मोठा उत्पादक, कापसाचा दुसरा सर्वात मोठा उत्पादक आणि ऊस व ताग (Jute) यांचा प्रमुख उत्पादक आहे.
- बागवानी पिके (Horticultural Crops): आंबा, केळी, सफरचंद यांसारखी फळे आणि टोमॅटो, फुलकोबी (Cauliflower) आणि कांदा यांसारख्या भाज्यांच्या उत्पादनातही भारत अग्रेसर आहे.

प्रादेशिक पीक भिन्नता (Regional Crop Variations):

- हवामान, माती आणि सिंचनातील फरकांमुळे भारतातील विविध प्रदेश विशिष्ट पिकांमध्ये विशेषीकरण करतात.
- उदाहरणे:

- **पंजाब:** गहू आणि भात साठी ओळखला जातो.
- **तमिळनाडू:** भात आणि भुईमूग (Groundnuts) साठी ओळखला जातो.
- **उत्तर प्रदेश:** ऊस आणि गहू साठी ओळखला जातो.
- **पश्चिम भारत (महाराष्ट्र, गुजरात):** कापूस, भुईमूग आणि बागवानी पिकांसाठी ओळखला जातो.

कृषी-हवामान विविधता (Agro-Climatic Diversity)

- **विविध कृषी-हवामान विभाग:** भारताला दक्षिणेकडील उष्णकटिबंधीय (Tropical) हवामानापासून उत्तरेकडील समशीतोष्ण (Temperate) हवामानापर्यंत, आणि पश्चिमेकडील शुष्क (Arid) हवामानापासून पूर्वेकडील दमट (Humid) हवामानापर्यंत अशा विस्तृत श्रेणीतील हवामान परिस्थितीचे वरदान लाभले आहे. या विविधतेमुळे वर्षभर अनेक प्रकारची पिके घेता येतात.
 - **पश्चिम घाट:** येथे विशेषतः काळी मिरी आणि वेलची यांसारख्या मसाल्याच्या पिकांची लागवड केली जाते.
 - **दख्खनचे पठार:** हे कापूस, भुईमूग (शेंगदाणे) आणि सोयाबीनसाठी योग्य आहे.
 - **हिमालयीन प्रदेश:** हा गहू, भात (तांदूळ) आणि सफरचंद (अॅपल) यासाठी अनुकूल आहे.

पारंपरिक शेती पद्धतींचे प्राबल्य (Dominance of Traditional Farming Practices)

- **पारंपरिक पद्धती:** अनेक प्रदेशांमध्ये आधुनिक शेतीचा अवलंब झालेला असला तरी, **मिश्र शेती (Mixed Farming)**, **सॅन्ड्रिय शेती (Organic Farming)** आणि **स्थानिक बियाण्यांवर अवलंबून राहणे** यांसारख्या पारंपरिक शेती पद्धती अजूनही भारताच्या अनेक भागांमध्ये प्रचलित आहेत.
 - **उदाहरणार्थ:** हिमालयीन प्रदेशात शेती अजूनही प्रामुख्याने **उदरनिर्वाह-आधारित** आहे, जिथे शेतकरी **शारीरिक श्रम (Manual Labour)**, **प्राणी शक्ती** आणि **सॅन्ड्रिय खतांवर** अवलंबून राहतात.
- **अल्प यांत्रिकीकरण:** विशेषतः **लघु-भूधारक (Small-scale)** शेतीच्या क्षेत्रांमध्ये **यांत्रिकीकरण** कमी आहे. मोठ्या शेतकऱ्यांकडून ट्रॅक्टर, कम्बाइन आणि इतर आधुनिक यंत्रसामग्री वापरली जात असली तरी, अनेक प्रदेशांमध्ये अजूनही **मानवी श्रमाचे** वर्चस्व आहे, ज्यामुळे कार्यक्षमता आणि उत्पादकता मर्यादित राहते.

कृषी मजूर आणि रोजगार (Agricultural Labour and Employment)

- **रोजगारातील मोठा वाटा:** कृषी क्षेत्र हे भारतातील सर्वात मोठे रोजगार पुरवणारे क्षेत्र आहे, जे सुमारे ५०-६०% कार्यरत लोकसंख्येला रोजगार पुरवते, जरी सकल देशांतर्गत उत्पादनामध्ये (GDP) कृषीचा वाटा आता २०% पेक्षा कमी आहे.
 - **हंगामी रोजगार:** अनेक कृषी नोकऱ्या **हंगामी (Seasonal)** स्वरूपाच्या असतात, ज्यात पेरणी आणि कापणीच्या हंगामात मजुरांची मागणी शिगेला पोहोचते. यामुळे अनेकदा **अल्प-रोजगार (Underemployment)** निर्माण होतो आणि ग्रामीण भागातून शहरी केंद्रांकडे **स्थलांतर** होते.
- **शेतीत महिला:** भारतीय शेतीत महिलांची भूमिका अत्यंत **महत्वाची** आहे, विशेषतः तण काढणे (Weeding), **कापणी** आणि **कापणीपश्चात प्रक्रियेसारख्या** कामांमध्ये. तथापि, त्यांना अनेकदा **लैंगिक असमानता**, संसाधनांच्या मर्यादित उपलब्धतेचा आणि **निर्णय घेण्याच्या** अधिकाराचा अभाव अशा समस्यांना सामोरे जावे लागते.

कमी उत्पादकता आणि उत्पन्नातील तफावत (Low Productivity and Yield Gaps)

- **कमी कृषी उत्पादकता:** विविध पिकांचा प्रमुख उत्पादक असूनही, इतर देशांच्या तुलनेत भारताची **कृषी उत्पादकता** तुलनेने कमी आहे. भात (तांदूळ) आणि गहू यांसारख्या पिकांचे सरासरी **उत्पन्न (Yield)** जागतिक सरासरीपेक्षा कमी आहे, ज्याची कारणे लहान **भू-धारणा**, यांत्रिकीकरणाचा अभाव, खतांचा कमी वापर आणि **पाण्याची टंचाई** ही आहेत.
 - **उदाहरणार्थ:** भारतात भाताचे सरासरी उत्पन्न सुमारे २.५ टन प्रति हेक्टर आहे, तर चीन आणि अमेरिकेसारख्या देशांमध्ये ते ६-८ टन प्रति हेक्टर आहे.
- **तंत्रज्ञानातील तफावत:** उच्च उत्पन्न देणाऱ्या **बियाण्यांचा (HYVs)**, खते, सिंचन पद्धती आणि कीटकनाशके यांसारख्या आधुनिक कृषी पद्धती आणि तंत्रज्ञानाचा अवलंब अनेक प्रदेशांमध्ये मर्यादित राहिला आहे, ज्यामुळे उत्पन्नामध्ये घट झाली आहे.

शासकीय धोरणे आणि आधार (Government Policies and Support)

- **अनुदान आणि किमान आधारभूत किंमत (MSP):** सरकारने भारतीय शेतीला आधार देण्यासाठी अनेक धोरणे लागू केली आहेत, ज्यात पिकांसाठी **किमान आधारभूत किंमत (Minimum Support Prices - MSP)**, **खतांवर अनुदान (Subsidies)** आणि शेतकऱ्यांसाठी **व्याजरहित कर्जे** यांचा समावेश आहे. या उपायांची

रचना शेतकऱ्यांचे किमतीतील चढ-उतारांपासून संरक्षण करण्यासाठी आणि त्यांना पुरेसे उत्पन्न सुनिश्चित करण्यासाठी केली गेली आहे.

- **हरित क्रांती (Green Revolution):** १९६० च्या दशकात झालेल्या हरित क्रांतीने अधिक उत्पादन देणारी वाण (High-Yielding Variety - HYV) असलेली बियाणे, रासायनिक खते, कीटकनाशके आणि सुधारित सिंचन पद्धती यांचा परिचय करून दिला, ज्यामुळे विशेषतः पंजाब आणि हरियाणा सारख्या राज्यांमध्ये गहू आणि तांदूळ (भात) च्या उत्पादनात लक्षणीय वाढ झाली.
- **कृषी संबंधित राष्ट्रीय मोहीम:** शाश्वत शेतीसाठी राष्ट्रीय मोहीम (National Mission on Sustainable Agriculture - NMSA) आणि प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana - PMKSY) यांसारख्या योजना जल व्यवस्थापन, मातीचे आरोग्य आणि शाश्वत शेती पद्धतींवर लक्ष केंद्रित करतात.

शेती आणि टिकाऊपणाचे आव्हान (Agriculture and Sustainability Challenges)

- **पाण्याची टंचाई:** सिंचनासाठी पाण्याचे अति-उपसा (Over-extraction), अनियमित पर्जन्यमानामुळे जोडले जाऊन, अनेक प्रदेशांमध्ये, विशेषतः उत्तर भारत आणि पश्चिम भारतात पाण्याची टंचाई निर्माण होते.
- **मातीचा ऱ्हास (Soil Degradation):** रासायनिक खतांचा अतिवापर, वनतोड आणि एकसंद्रिय पीक पद्धतींमुळे (Monocropping) मातीचा ऱ्हास होत आहे, यात खारटपणा (Salinity), क्षारता (Alkalinity) आणि मातीची धूप (Erosion) यांचा समावेश आहे.
- **हवामान बदल:** जागतिक तापमानवाढीमुळे पावसाच्या पद्धती बदलल्या आहेत, दुष्काळ (Droughts) आणि पूर (Floods) यांची वारंवारता वाढली आहे आणि यामुळे अनेक पिकांच्या, विशेषतः गहू, भात आणि मका (Maize) च्या उत्पादकतेवर परिणाम होण्याची शक्यता आहे.

भारतीय शेती समस्येची कारणे आणि उपाय (Problems of Indian Agriculture and Their Solutions)

भारतीय शेती देशाच्या अर्थव्यवस्थेत महत्त्वाची भूमिका बजावते, एकूण श्रमशक्तीपैकी सुमारे ५०-६०% लोकांना रोजगार देते आणि GDP मध्ये सुमारे १८-२०% योगदान देते. या महत्त्वाला असूनही, भारतीय शेतीला तिच्या क्षमता आणि वाढ मर्यादित करणाऱ्या अनेक समस्यांना तोंड द्यावे लागत आहे. बदलणारे पर्यावरणीय घटक, अक्षम पद्धती आणि पायाभूत सुविधांचा अभाव यामुळे ही आव्हाने अधिक वाढतात. भारतीय

शेतीत असलेल्या समस्या आणि त्यावर उपाय करण्यासाठी सुचवलेले संबंधित उपाय खालीलप्रमाणे सविस्तर दिले आहेत.

मान्सून आणि अनियमित हवामानावर अवलंबित्व (Dependency on Monsoons and Erratic Weather)

समस्या (Problems):

- **पावसावर आधारित शेती:** भारतीय शेतीचा मोठा भाग (सुमारे ६०-७०%) पावसावर अवलंबून आहे, ज्यामुळे हा क्षेत्र मान्सूनच्या लहरींना (Vagaries of the monsoon) अत्यंत असुरक्षित बनतो. अनियमित हवामानामुळे होणारे दुष्काळ आणि पूर पिकांच्या उत्पन्नावर प्रतिकूल परिणाम करतात.
- **हवामान बदल:** हवामान बदलामुळे हवामानाची अविश्वसनीयता (Unpredictability) अधिक वाढत आहे, ज्यामुळे पावसाच्या पद्धतीत बदल, तापमानात चढ-उतार आणि अधिक वारंवार अति/अत्यंत हवामान घटना (Extreme Weather Events) घडत आहेत, याचा कृषी उत्पादकतेवर आणखी परिणाम होत आहे.

उपाय (Solutions):

- **सिंचनाचा विस्तार:** प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (PMKSY) आणि शाश्वत शेतीसाठी राष्ट्रीय मोहीम (NMSA) द्वारे सिंचनाखालील क्षेत्र वाढवणे. यामुळे मान्सूनवरील अवलंबित्व कमी होईल आणि पिकांसाठी पाण्याची सातत्यपूर्ण उपलब्धता सुनिश्चित होईल.
- **पावसाचे पाणी साठवणे (Rainwater Harvesting):** पावसाचे पाणी साठवण आणि जल व्यवस्थापन तंत्रज्ञानाद्वारे जलसंधारणाला प्रोत्साहन देणे. सरकार लहान आणि मध्यम शेतकऱ्यांसाठी पावसाचे पाणी साठवण्याच्या प्रणालींवर अनुदान देऊ शकते.
- **हवामान-लवचिक पिके (Climate-Resilient Crops):** दुष्काळ-प्रतिरोधक (Drought-resistant) भात आणि कीटक-प्रतिरोधक (Pest-resistant) मका यांसारख्या हवामान-लवचिक पिकांचे वाण विकसित करणे आणि त्यांना प्रोत्साहन देणे. बदलत्या हवामान परिस्थितीविरुद्ध अधिक लवचिकता सुनिश्चित करण्यासाठी जैवतंत्रज्ञान (Biotechnology) आणि जनुकीय सुधारित (Genetically Modified - GM) पिकांचा शोध घेतला पाहिजे.

विखंडित आणि लहान भू-धारणा (Fragmented and Small Land Holdings)

समस्या (Problems):

- **लहान भू-धारणा:** भारतातील जमिनीच्या मालकीचा सरासरी आकार लहान आहे (सुमारे १.२ हेक्टर), ज्यामुळे शेतीची पद्धत विखंडित (Fragmented) होते. लहान शेतकऱ्यांना आधुनिक

तंत्रज्ञान स्वीकारण्यात, उत्पादनाची मितव्ययता (Economies of Scale) साध्य करण्यात आणि पत मिळवण्यात अडचणी येतात.

- **अकार्यक्षमता (Inefficiency):** लहान-मोठ्या स्तरावरील शेती कमी कार्यक्षम असते, जी अनेकदा मानवी श्रमावर आणि पारंपरिक पद्धतींवर अवलंबून असते, ज्यामुळे मोठ्या, यांत्रिकीकृत शेतांच्या तुलनेत उत्पादकता कमी होते.

उपाय (Solutions):

- **जमीन एकत्रीकरण (Land Consolidation):** सरकारने जमीन एकत्रीकरण धोरणांना प्रोत्साहन दिले पाहिजे, ज्यामुळे लहान शेतकऱ्यांना संसाधने एकत्र करून अधिक कार्यक्षम शेती पद्धतींचा अवलंब करता येईल. सहकारी शेती (Cooperative Farming) आणि शेतकरी उत्पादक संस्था (FPOs) सामूहिक सौदेबाजीची शक्ती वाढविण्यात आणि खर्च कमी करण्यास मदत करू शकतात.
- **करार शेतीला प्रोत्साहन (Promote Contract Farming):** करार शेतीला (Contract Farming) प्रोत्साहन देऊन, जिथे शेतकरी कॉर्पोरेट खरेदीदारांशी करार करतात, शेतकऱ्यांना मोठी बाजारपेठ, उत्तम तंत्रज्ञान आणि खात्रीशीर दर मिळू शकतात, ज्यामुळे उत्पादकता वाढते.
- **तंत्रज्ञानाचा आधार:** लहान शेतकरी जास्त प्रारंभिक खर्च न करता कार्यक्षमतेच्या लाभांपासून फायदा घेऊ शकतील यासाठी अनुदान किंवा भाड्याने देण्याच्या योजनांद्वारे आधुनिक शेती यंत्रसामग्री आणि यांत्रिकीकरणाची सोय उपलब्ध करून देणे.

कमी उत्पादकता आणि उत्पन्नातील तफावत (Low Productivity and Yield Gaps)

समस्या (Problems):

- **पिकांचे कमी उत्पन्न (Low Crop Yields):** भारताची कृषी उत्पादकता जागतिक सरासरीपेक्षा कमी आहे. जुनाट पद्धती, मातीचे खराब आरोग्य आणि आधुनिक निविष्टांचा (Modern Inputs) मर्यादित वापर यामुळे भात, गहू आणि मका यांसारख्या पिकांचे उत्पन्न चीन आणि अमेरिकेसारख्या देशांच्या तुलनेत तुलनेने कमी आहे.
- **तंत्रज्ञानाचा अपुरा वापर:** अनेक प्रदेशांमध्ये, विशेषतः कमी विकसित भागांमध्ये, उच्च उत्पन्न देणाऱ्या वाणांचा (HYVs), खतांचा आणि जैवतंत्रज्ञानाचा अवलंब अजूनही कमी आहे.

उपाय (Solutions):

- **उच्च उत्पन्न देणाऱ्या वाणांना प्रोत्साहन:** कीटक आणि रोगांना अधिक प्रतिरोधक असलेल्या आणि जास्त उत्पादन देण्यास सक्षम असलेल्या पिकांच्या उच्च उत्पन्न देणाऱ्या वाणांचा वापर वाढवणे. **जनुकीय सुधारित (GM)** पिके उत्पादकता वाढविण्यासाठी एक पर्याय असू शकतात.

- **अचूक शेती (Precision Agriculture):** मातीचे आरोग्य, पाण्याचे प्रमाण आणि कीटकांची क्रियाकलाप यांचे निरीक्षण करण्यासाठी ड्रोन, उपग्रह प्रतिमा आणि सेन्सर्स (Sensors) सारख्या स्मार्ट शेती तंत्रज्ञानाचा अवलंब करण्यास प्रोत्साहन देणे. हे तंत्रज्ञान शेतकऱ्यांना उत्तम उत्पादन आणि संसाधनांचे इष्टतम उपयोग (Resource Optimization) करण्यासाठी माहिती-आधारित निर्णय (Data-driven decisions) घेण्यास अनुमती देते.
- **माती आरोग्य व्यवस्थापन (Soil Health Management):** सेंद्रिय शेती, पीक फेरपालट (Crop Rotation) आणि जैव-खतांचा (Bio-fertilizers) चांगला वापर करून मातीचे आरोग्य सुधारणे, ज्यामुळे पोषक तत्वांचा न्हास आणि अवनती (Degradation) थांबेल. माती आरोग्य व्यवस्थापन योजना (Soil Health Management Scheme) व्यापकपणे लागू केली पाहिजे.

अकार्यक्षम पुरवठा साखळी आणि काढणीपश्चात नुकसान (Inefficient Supply Chain and Post-Harvest Losses)

समस्या (Problems):

- **खराब पायाभूत सुविधा:** अपुरी पायाभूत सुविधा, ज्यात खराब रस्ते जाळे, शीतगृह (Cold Storage) आणि बाजार जोडणी (Market Linkages) यांचा समावेश आहे, यामुळे मालाची अकार्यक्षम वाहतूक होते आणि विशेषतः फळे, भाजीपाला आणि दुग्धजन्य पिकांसाठी काढणीपश्चात नुकसान (Post-Harvest Losses) होते.
- **जास्त काढणीपश्चात नुकसान:** योग्य साठवणूक, हाताळणी आणि शीतकरणाच्या (Refrigeration) अभावामुळे भारतात फळे आणि भाजीपाल्यापैकी अंदाजे २५-३०% वस्तू खराब होतात, ज्यामुळे मोठे काढणीपश्चात नुकसान होते.

उपाय (Solutions):

- **शीतगृह आणि प्रक्रिया सुविधा:** काढणीपश्चात नुकसान कमी करण्यासाठी अधिक शीतगृह सुविधा आणि कृषी-प्रक्रिया युनिट्स (Agro-processing units) स्थापन करणे. सार्वजनिक-खाजगी भागीदारी (PPP) ग्रामीण भागात पायाभूत सुविधा निर्माण करण्यास मदत करू शकते.
- **शेतकरी-बाजार जोडणी:** अधिक मंड्या (बाजारपेठा) निर्माण करून शेतकऱ्यांसाठी थेट बाजार प्रवेश (Direct Market Access) मजबूत करणे, ज्यामुळे शेतकऱ्यांना मध्यस्थाना वगळून आपला माल थेट ग्राहक किंवा कॉर्पोरेट्सना विकता येईल. **eNAM** सारखे ई-विपणन मंच (E-marketing platforms) शेतकऱ्यांना उत्तम दर मिळविण्यात आणि शोषण टाळण्यास मदत करू शकतात.

- **पुरवठा साखळी पायाभूत सुविधा:** उत्पादक आणि ग्राहक दोघांनाही फायदा देणारी एकात्मिक कृषी मूल्य साखळी (Integrated Agricultural Value Chain) तयार करण्यासाठी रस्ते, गोदामे आणि मालवाहतूक यांसारख्या ग्रामीण पायाभूत सुविधांमध्ये सुधारणा करण्यासाठी गुंतवणूक करणे.

पतपुरवठा आणि आर्थिक मदतीचा अभाव (Lack of Access to Credit and Financial Support)

समस्या (Problems):

- **पतपुरवठ्याचा मर्यादित प्रवेश:** अनेक लहान आणि अल्पभूधारक शेतकऱ्यांना औपचारिक पतपुरवठा उपलब्ध होत नाही. त्याऐवजी, ते अनेकदा स्थानिक सावकारांवर अवलंबून राहतात जे अवाजवी व्याजदर आकारतात. यामुळे आर्थिक ताण, कर्जाचे दुष्टचक्र आणि आधुनिक शेती पद्धतींमध्ये गुंतवणूक कमी होते.
- **निविष्टांची उच्च किंमत:** बियाणे, खते, कीटकनाशके आणि यंत्रसामग्री यांची किंमत जास्त असल्याने, पतपुरवठा उपलब्ध नसलेल्या लहान शेतकऱ्यांसाठी ते परवडणारे नसते.

उपाय (Solutions):

- **कृषी पत सुधारणा (Agricultural Credit Reforms):** किसान क्रेडिट कार्ड (KCC) चा विस्तार करणे आणि विशेषतः लहान आणि अल्पभूधारक शेतकऱ्यांसाठी कमी व्याजदरात कर्जे उपलब्ध करून देणे. MSME (सूक्ष्म, लघु आणि मध्यम उद्योग) आणि ग्रामीण विकास बँकांचे कवरेज वाढवणे, जे सहज पतपुरवठा देऊ शकतील.
- **विमा आणि जोखीम व्यवस्थापन (Insurance and Risk Management):** शेतकऱ्यांचे हवामान जोखमीपासून (Climate Risks) संरक्षण करण्यासाठी प्रधानमंत्री फसल विमा योजना (PMFBY) सारख्या पीक विमा योजना मजबूत करणे. आधुनिक निविष्टा आणि यंत्रसामग्री खरेदीसाठी वित्तीय संस्थांनी कमी व्याजदरात कर्जे उपलब्ध करून द्यावीत.
- **निविष्टांसाठी अनुदान:** विशेषतः लहान शेतकऱ्यांना बियाणे, खते आणि कीटकनाशकांवर अनुदान (Subsidies) देऊन त्यांचा लागवडीचा खर्च कमी करणे आणि जास्त उत्पादन देणाऱ्या कृषी पद्धतींचा अवलंब वाढवणे.

पर्यावरणाचा न्हास आणि मातीचे आरोग्य (Environmental Degradation and Soil Health)

समस्या (Problems):

- **मातीचा न्हास (Soil Degradation):** रासायनिक खतांचा सतत वापर आणि एकसंद्रिय पीक पद्धतीमुळे (Monocropping)

अनेक क्षेत्रांमध्ये, विशेषतः वायव्य आणि पूर्व प्रदेशांमध्ये, मातीची धूप (Erosion), क्षारीकरण (Salinization), मातीतील पोषक तत्वांचा न्हास आणि मातीची घटलेली सुपीकता झाली आहे.

- **पाण्याची टंचाई:** सिंचनासाठी भूगर्भातील पाण्याचा अति-उपसा केल्यामुळे, विशेषतः पंजाब, हरियाणा आणि राजस्थानमध्ये भूजल पातळी कमी झाली आहे.

उपाय (Solutions):

- **शाश्वत शेती पद्धती (Sustainable Farming Practices):** मातीचा न्हास कमी करण्यासाठी आणि मातीचे आरोग्य सुधारण्यासाठी सेंद्रिय शेती, पीक फेरपालट (Crop Rotation), कृषी-वनीकरण (Agroforestry) आणि जैव-कीटकनाशके व जैव-खतांचा वापर करण्यास प्रोत्साहन देणे.
- **जलसंधारण (Water Conservation):** ठिबक सिंचन आणि तुषार सिंचन यांसारख्या जल-कार्यक्षम सिंचन पद्धतींचा अवलंब करणे. सिंचनासाठी पृष्ठभागावरील आणि भूगर्भातील पाण्याचा संयुग्मी वापर करण्यास प्रोत्साहन देणे. भूजल पुनर्भरण करण्यासाठी पावसाचे पाणी साठवण्यास प्रोत्साहित करणे.
- **माती आरोग्य पत्रिका योजना (Soil Health Card Scheme):** शेतकऱ्यांना त्यांच्या मातीच्या आरोग्याची माहिती व्हावी आणि योग्य खतांचा वापर करता यावा, ज्यामुळे अतिवापर कमी होईल आणि उत्तम माती व्यवस्थापन सुनिश्चित होईल, यासाठी माती आरोग्य पत्रिका योजनेचा विस्तार करणे.

ग्रामीण गरिबी आणि स्थलांतर (Rural Poverty and Migration)

समस्या (Problems):

- **कमी उत्पन्न आणि गरिबी:** शेती हे प्राथमिक उपजीविकेचे साधन असूनही, शेतीतून मिळणारे उत्पन्न अनेकदा शेतकऱ्यांचे पोषण करण्यासाठी पुरेसे नसते, ज्यामुळे ग्रामीण गरिबी वाढते.
- **शहरांकडे स्थलांतर:** ग्रामीण भागात पुरेशा बिगर-शेती रोजगार संधींच्या अभावामुळे हंगामी स्थलांतर ही ग्रामीण भागातून शहरी केंद्रांकडे होणारी एक सामान्य प्रक्रिया आहे.

उपाय (Solutions):

- **ग्रामीण उपजीविकेचे विविधीकरण (Diversification of Rural Livelihoods):** फलोत्पादन (Horticulture), पशुपालन आणि कृषी-प्रक्रिया यांसारख्या कार्यांद्वारे शेतीच्या विविधीकरणास प्रोत्साहन देणे. यामुळे ग्रामीण कुटुंबांना उत्पन्नाचे अनेक स्रोत मिळतील आणि पारंपरिक शेतीवरील अवलंबित्व कमी होईल.
- **कौशल्य विकास आणि रोजगार निर्मिती:** ग्रामीण कुटुंबांना रोजगाराच्या संधी उपलब्ध करून देण्यासाठी, पायाभूत सुविधा सुधारण्यासाठी आणि स्थलांतर कमी करण्यासाठी मनरेगा (महात्मा

गांधी राष्ट्रीय ग्रामीण रोजगार हमी अधिनियम - MGNREGA) सारखे कार्यक्रम बळकट केले पाहिजेत.

- **कृषी-पर्यटनाला प्रोत्साहन (Promotion of Agro-Tourism):** नैसर्गिक सौंदर्याने समृद्ध असलेल्या किंवा कृषी वारसा असलेल्या क्षेत्रांमध्ये, शेतकऱ्यांसाठी उत्पन्नाचा अतिरिक्त स्रोत उपलब्ध करून देण्यासाठी आणि ग्रामीण रोजगार निर्माण करण्यासाठी कृषी-पर्यटन (Agro-Tourism) विकसित केले जाऊ शकते.

भारतातील पीक पद्धती (Cropping Pattern in India)

पीक पद्धती (Cropping Pattern) म्हणजे दिलेल्या कालखंडात एका विशिष्ट क्षेत्रात घेतल्या जाणाऱ्या विविध पिकांची स्थानिक आणि कालिक मांडणी होय. भारतात, पीक पद्धतीवर हवामान, मातीचा प्रकार, सिंचन, पिकाची उपयुक्तता, आर्थिक घटक आणि शासकीय धोरणे यांसारख्या विविध घटकांचा प्रभाव असतो.

भारतातील पीक पद्धती ऐतिहासिक कृषी पद्धती, प्रादेशिक प्राधान्ये आणि तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे कालांतराने विकसित झाली आहे.

भारतातील प्रमुख पीक पद्धतीचे प्रकार (Major Types of Cropping Patterns in India)

भारताचे कृषी क्षेत्र विविध आहे आणि म्हणूनच येथील पीक पद्धती देखील विविध आहेत. प्रमुख पीक पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

अ. अन्नधान्य पिके (Food Crops):

- **तृणधान्ये (Cereal Crops):** भात (तांदूळ), गहू, मका, बाली, ज्वारी (Sorghum), बाजरी (Millet).
- **डाळी (Pulses):** मसूर, हरभरा, तूर, मूग डाळ, इत्यादी.
- **तेल बिया (Oilseeds):** भुईमूग (शेंगदाणे), सोयाबीन, सूर्यफूल, मोहरी.

ब. नगदी पिके (Cash Crops):

- **कापूस, ऊस (Sugarcane), ताग (Jute), तंबाखू, चहा, कॉफी, रबर, मसाले आणि तेल बिया** यांचा समावेश होतो.

क. फलोत्पादन पिके (Horticultural Crops):

- **फळे:** आंबा, केळी, लिंबूवर्गीय फळे (Citrus fruits), सफरचंद (Apple), इत्यादी.
- **भाजीपाला:** बटाटा, टोमॅटो, कांदा, फुलकोबी, इत्यादी.

ड. मिश्र पीक पद्धती (Mixed Cropping):

- एकाच जमिनीवर दोन किंवा अधिक पिके एकत्र घेणे, जसे की गहू आणि मोहरी, भुईमूग आणि कापूस, किंवा मका आणि सोयाबीन.

इ. आंतरपीक पद्धती (Inter-Cropping):

- एकाच जमिनीच्या तुकड्यावर **विशिष्ट ओळींच्या (Row)** मांडणीत दोन किंवा अधिक पिके घेणे, जसे की मक्यासोबत डाळी किंवा बालीसोबत गहू.

ई. पीक फेरपालट (Crop Rotation):

- **मातीची सुपीकता** टिकवून ठेवण्यासाठी एकाच जमिनीवर विविध पिके आलटून-पालटून घेण्याची पद्धत, जसे की मक्यासोबत गव्हाची किंवा डाळीसोबत भाताची फेरपालट करणे.

भारतातील पीक पद्धतीवर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting Cropping Patterns in India)

भारतातील पीक पद्धतीला अनेक घटक आकार देतात:

अ. हवामान घटक (Climatic Factors):

- **तापमान:** वेगवेगळ्या पिकांना वेगवेगळ्या तापमानाची आवश्यकता असते. उदाहरणार्थ, गहू आणि बालीला थंड हवामान लागते, तर भात, ऊस आणि कापूस उबदार हवामानात चांगले वाढतात.
- **पर्जन्यमान (Rainfall):** पावसाचे प्रमाण भारतातील पीक पद्धतीवर लक्षणीय परिणाम करते. भात आणि ताग (Jute) मुख्यतः जास्त पाऊस असलेल्या भागात (उदा. पश्चिम बंगाल, आसाम) घेतले जातात, तर गहू आणि बाली कमी पाऊस असलेल्या प्रदेशांमध्ये (उदा. पंजाब, हरियाणा) पिकवले जातात.
- **आर्द्रता (Humidity):** भात आणि ऊस यांसारख्या काही पिकांना जास्त आर्द्रता आवश्यक असते, तर डाळींसारखी पिके कोरड्या परिस्थितीत चांगली वाढतात.

ब. मातीचा प्रकार (Soil Type):

- **इंडो-गंगेच्या मैदानावरील गाळाची माती (Alluvial soils)** भात, गहू आणि ऊस यांसारख्या पिकांसाठी आदर्श आहे.
- **महाराष्ट्र, गुजरात आणि कर्नाटक** यांसारख्या प्रदेशातील काळी माती कापूस, भुईमूग आणि सोयाबीन लागवडीसाठी योग्य आहे.
- **तमिळनाडू आणि आंध्र प्रदेशातील** काही भागांतील लाल माती भरड धान्य (Millets), डाळी आणि भुईमूग यांसारख्या पिकांना आधार देते.

क. सिंचन सुविधा (Irrigation Facilities):

- **सिंचनाची उपलब्धता** पीक पद्धतीवर लक्षणीय परिणाम करते. विस्तृत सिंचन प्रणाली असलेल्या क्षेत्रांमध्ये (उदा. पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश) पाणी-केंद्रित (Water-intensive) पिके जसे की भात आणि ऊस घेता येतात, तर पावसावर अवलंबून असलेल्या प्रदेशांमध्ये प्रामुख्याने भरड धान्य, डाळी आणि तेल बिया घेतली जातात.

ड. आर्थिक आणि बाजारपेठेतील विचार (Economic and Market Considerations):

- **नफाक्षमता (Profitability):** कापूस, ऊस आणि चहा यांसारखी नगदी पिके ज्या भागात ती आर्थिकदृष्ट्या व्यवहार्य असू शकतात, जिथे तयार बाजारपेठा किंवा प्रक्रिया उद्योग उपलब्ध आहेत, तिथे घेतली जातात.
- **शासकीय धोरणे: किमान आधारभूत किंमत (MSP) आणि अनुदान** (उदा. खते आणि सिंचनासाठी) यांसारख्या धोरणांचा पीक निवडीवर परिणाम होतो. उदाहरणार्थ, पंजाब आणि हरियाणा सारख्या MSP प्रणाली असलेल्या राज्यांमध्ये भात आणि गहू यांना अनेकदा प्राधान्य दिले जाते.

इ. तांत्रिक घटक (Technological Factors):

- **उच्च उत्पन्न देणारे वाण (HYVs) आणि संकरित (Hybrid)** बियाणे, विशेषतः भात, मका आणि कापूस यांसारख्या पिकांसाठी, भारतातील पीक पद्धतींमध्ये बदल घडवून आणण्यास योगदान देतात. ठिबक आणि तुषार सिंचनासारख्या आधुनिक सिंचन पद्धतींच्या स्वीकारामुळे ऊस आणि फलोत्पादन (Horticultural) पिकांखालील क्षेत्र वाढले आहे.

ई. सामाजिक-सांस्कृतिक घटक (Socio-Cultural Factors):

- **परंपरा:** अनेक प्रदेशांमध्ये, पिकांची निवड पारंपरिक पद्धती आणि स्थानिक प्राधान्यांवर आधारित असते. उदाहरणार्थ, तमिळनाडूमध्ये पारंपरिकपणे डाळी आणि भुईमूग घेतली जातात, तर पश्चिम बंगाल आणि ओडिशा सारख्या पूर्वेकडील प्रदेशांमध्ये भात लागवडीचे वर्चस्व आहे.
- **श्रमाची उपलब्धता (Labor Availability):** जास्त श्रमाची आवश्यकता असलेली पिके (उदा. ऊस, भात) ज्या भागात श्रम स्वस्त आणि उपलब्ध आहेत, जसे की उत्तर प्रदेश, बिहार आणि महाराष्ट्राच्या काही भागांत, तिथे घेतली जातात.

भारताच्या विविध प्रदेशांतील प्रमुख पीक पद्धती (Major Cropping Patterns in Different Regions of India)

अ. भात-गहू पीक प्रणाली (सिंधू-गंगा मैदाने) (Rice-Wheat Cropping System - Indo-Gangetic Plains)

- **स्थान:** प्रामुख्याने पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, बिहार आणि मध्य प्रदेशाच्या काही भागांत.
- **पिके:** खरीप हंगामात (जून-सप्टेंबर) भात (तांदूळ) आणि त्यानंतर रब्बी हंगामात (ऑक्टोबर-मार्च) गहू.
- **महत्त्व:** ही भारतातील सर्वात सामान्य पीक पद्धती आहे, जी विस्तृत सिंचन सुविधांमुळे, विशेषतः सिंधू-गंगा मैदानात आधारभूत ठरते. या प्रणालीने देशातील अन्नधान्य उत्पादन, विशेषतः भात आणि गहू वाढविण्यात मदत केली आहे.

ब. भात-डाळी पीक प्रणाली (पूर्व भारत) (Rice-Pulses Cropping System - Eastern India)

- **स्थान:** प्रामुख्याने पश्चिम बंगाल, ओडिशा, आसाम आणि बिहार.
- **पिके:** खरीप हंगामात भात आणि त्यानंतर रब्बी हंगामात मसूर, हरभरा (Chickpeas) आणि चणा (Gram) यांसारख्या डाळी.
- **महत्त्व:** मातीची उपयुक्तता आणि हवामान परिस्थितीमुळे डाळी पूर्व भारतात महत्त्वाचे पीक आहे. नत्र स्थिरीकरण (Nitrogen-fixing) करण्याच्या क्षमतेमुळे डाळी मातीची सुपीकता टिकवून ठेवण्यास मदत करतात.

क. कापूस-गहू आणि कापूस-डाळी पीक प्रणाली (दख्खनचे पठार आणि गुजरात) (Cotton-Wheat and Cotton-Pulses Cropping Systems - Deccan Plateau and Gujarat)

- **स्थान:** गुजरात, महाराष्ट्र आणि कर्नाटकाच्या काही भागांत.
- **पिके:** पहिल्या पद्धतीमध्ये, खरीप हंगामात कापूस घेतला जातो, त्यानंतर रब्बी हंगामात गहू. दुसऱ्या पद्धतीमध्ये, कापूसानंतर तूर (Pigeon pea) किंवा हरभरा यांसारख्या डाळी घेतल्या जातात.
- **महत्त्व:** सिंचन आणि कोरडवाहू (Dry Farming) शेती असलेल्या दोन्ही क्षेत्रांमध्ये कापूस-गहू प्रणाली लोकप्रिय आहे, तर डाळींना बाजारपेठेत मागणी असलेल्या क्षेत्रांमध्ये कापूस-डाळी पद्धत सामान्य आहे.

ड. मका-गहू किंवा मका-डाळी पीक प्रणाली (वायव्य प्रदेश) (Maize-Wheat or Maize-Pulses Cropping System - North-Western Regions)

- **स्थान:** उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश आणि राजस्थानच्या काही भागांत.
- **पिके:** खरीप हंगामात मका, त्यानंतर रब्बी हंगामात गहू किंवा डाळी.
- **महत्त्व:** अनुकूल हवामान परिस्थितीमुळे मका या प्रदेशांमध्ये महत्त्वाचे पीक आहे. मातीचे आरोग्य सुधारण्यासाठी आणि विविध अन्न उत्पादन सुनिश्चित करण्यासाठी मका अनेकदा शेंगावर्गीय (Legumes) पिकांसोबत आंतरपीक (Intercropped) म्हणून घेतला जातो.

इ. दक्षिण भारतातील ऊस आणि भुईमूग (Sugarcane and Groundnut in Southern India)

- **स्थान:** तमिळनाडू, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश आणि महाराष्ट्र.
- **पिके:** ऊस दीर्घकाळ वाढीचा (Long growing period) कालावधी असलेल्या सिंचन क्षेत्रात घेतले जाते, तर भुईमूग हे पावसावर अवलंबून असलेल्या प्रदेशांमध्ये घेतले जाणारे एक प्रमुख तेल बिया पीक आहे.
- **महत्त्व:** ऊस हे एक व्यावसायिक पीक (Commercial crop) आहे जे ग्रामीण अर्थव्यवस्थेत लक्षणीय योगदान देते. भुईमूग हे तेल काढण्यासाठी उच्च मागणी असलेले महत्त्वाचे तेल बिया पीक आहे.

भारतातील पीक पद्धतींसमोरील आव्हाने (Challenges Facing Cropping Patterns in India)

- पाण्याची टंचाई: भूजलाचे अतिशोषण आणि अनियमित पर्जन्यमानामुळे भारतातील अनेक प्रदेशांना, विशेषतः वायव्य आणि नैऋत्य भागांना पाण्याच्या टंचाईचा सामना करावा लागतो, ज्यामुळे मर्यादित पाणी असलेल्या क्षेत्रांमध्ये भातासारख्या अशाश्वत पीक प्रणाली येतात.
- मातीचा न्हास: भात आणि गहू यांसारख्या पिकांची सतत एकसंघ्रिय शेती केल्यामुळे मातीची झीज, सुपीकता कमी होणे आणि रासायनिक खतांवरील अवलंबित्व वाढणे असे परिणाम झाले आहेत.
- हवामान बदल: अनियमित पाऊस, दीर्घकाळ दुष्काळ आणि उच्च तापमान यांसारख्या बदलत्या हवामान पद्धती पारंपरिक पीक प्रणालींच्या व्यवहार्यतेत बदल करत आहेत आणि देशातील अनेक भागांमध्ये पीक अपयश (Crop failures) येत आहे.
- बाजार अस्थिरता: पिकांच्या किमती अनेकदा अस्थिर असतात आणि शेतकऱ्यांना, विशेषतः डाळी, तेल बिया आणि तृणधान्यांच्या बाबतीत, नफाक्षमता सुनिश्चित करताना आव्हानांचा सामना करावा लागतो.

कृषी उत्पादकता (Agricultural Productivity)

कृषी उत्पादकता म्हणजे शेतीच्या प्रक्रियेत वापरल्या गेलेल्या प्रत्येक निविष्टामागे उत्पादित झालेले उत्पादन होय. हे एखाद्या देशातील शेतीच्या कार्यक्षमतेचे आणि टिकाऊपणाचे/शाश्वततेचे (Sustainability) एक मुख्य सूचक आहे. कृषी उत्पादकता प्रति हेक्टर उत्पादन (Output per hectare), प्रति श्रम तास उत्पादन (Output per labor hour), किंवा प्रति युनिट पाणी, खत किंवा इतर निविष्टा यांच्या आधारावर मोजली जाऊ शकते.

कृषी उत्पादकतेवर परिणाम करणारे घटक (Factors Influencing Agricultural Productivity)

नैसर्गिक घटकांपासून ते तांत्रिक, आर्थिक आणि धोरण-संबंधित बाबींपर्यंत अनेक घटक कृषी उत्पादकतेवर परिणाम करतात:

अ. हवामान आणि हवामानाची स्थिती (Climate and Weather Conditions):

- तापमान, पर्जन्यमान आणि आर्द्रता पिकांची उपयुक्तता ठरवण्यात महत्वाची भूमिका बजावतात. उदाहरणार्थ, भात उष्ण आणि दमट परिस्थितीत चांगला वाढतो, तर गव्हाला थंड तापमानाची आवश्यकता असते.

- मान्सूनवर अवलंबित्व: भारतात, एकूण पीक क्षेत्राच्या सुमारे ६०-७०% शेती पावसावर अवलंबून असते, ज्यामुळे मान्सूनच्या पद्धती उत्पादकतेसाठी महत्त्वपूर्ण ठरतात. अनियमित पर्जन्यमान, दुष्काळ आणि पूर यामुळे उत्पन्नात लक्षणीय घट होऊ शकते.

ब. मातीचे आरोग्य आणि सुपीकता (Soil Health and Fertility):

- मातीची सुपीकता पिकांच्या उत्पादकतेवर थेट परिणाम करते. पोषक तत्वांनी समृद्ध माती जास्त उत्पादन देण्यास मदत करते, तर न्हास झालेल्या मातीमुळे उत्पादकता कमी होते.
- एकसंघ्रिय शेती (Monocropping), रासायनिक खतांचा अतिवापर आणि अति-चराई यांसारख्या पद्धतींमुळे भारतातील अनेक भागांमध्ये मातीची धूप, पोषक तत्वांचा न्हास आणि क्षारीकरण (Salinization) झाले आहे.

क. सिंचन आणि पाण्याची उपलब्धता (Irrigation and Water Availability):

- विशेषतः जेथे पाऊस अपुरा किंवा अनियमित असतो, अशा प्रदेशांमध्ये उत्पादकता वाढविण्यासाठी सिंचन महत्वाचे आहे. ठिबक सिंचन आणि तुषार सिंचन यांसारख्या कार्यक्षम सिंचन प्रणाली उत्पादकता सुधारताना पाणी वाचविण्यात मदत करतात.
- तथापि, पंजाब आणि हरियाणा सारख्या प्रदेशांमध्ये भूगर्भातील पाण्यावरचे अति-अवलंबन पाणथळ कमी करत आहे, ज्यामुळे दीर्घकाळ टिकाऊपणा बाबत चिंता निर्माण झाली आहे.

ड. तंत्रज्ञान आणि नवोपक्रम (Technology and Innovation):

- उच्च उत्पन्न देणाऱ्या वाणांचे (HYVs) बियाणे, जैवतंत्रज्ञान (Biotechnology), जनुकीय सुधारित पिके (Genetically modified crops) आणि अचूक शेती यांच्या परिचयामुळे भारतात पिकांच्या उत्पन्नात, विशेषतः भात, गहू आणि मका मध्ये लक्षणीय सुधारणा झाली आहे.
- ट्रॅक्टर, कम्बाइन हार्वेस्टर आणि स्वयंचलित सिंचन प्रणाली यांसारख्या आधुनिक यंत्रसामग्रीचा आणि यांत्रिकीकरणाचा (Mechanization) शेतीत वापर केल्याने श्रम खर्च कमी होतो आणि कार्यक्षमतेत वाढ होते, ज्यामुळे उत्पादकता वाढते.

इ. शेती निविष्टा (बियाणे, खते आणि कीटकनाशके) (Farm Inputs

- Seeds, Fertilizers, and Pesticides):

- कीटक आणि रोगांना प्रतिरोधक असलेल्या दर्जेदार बियाण्यांचा वापर पीक उत्पादन सुधारतो.
- रासायनिक खते आणि कीटकनाशके आवश्यक पोषक तत्वे पुरवून आणि पिकांचे कीटकांपासून संरक्षण करून उत्पादकता वाढवतात. तथापि, अतिवापर केल्यास मातीचा न्हास आणि जलप्रदूषणासह पर्यावरणाचे नुकसान होऊ शकते.

फ. जमीन आणि शेतीचा आकार (Land and Farm Size):

- भारतातील भू-धारणा लहान आणि विखंडित (Fragmented) आहेत, ज्याचा सरासरी शेत आकार सुमारे १.२ हेक्टर आहे. या विखंडनामुळे उत्पादनाची मितव्ययता मर्यादित होते, ज्यामुळे प्रति युनिट जमीन उत्पादकता कमी होते.
- मोठी आणि अधिक एकत्रित शेते सहसा अधिक कार्यक्षम असतात, कारण ते आधुनिक यंत्रसामग्री आणि तंत्रज्ञान स्वीकारू शकतात.

ग. भांडवल आणि आर्थिक आधार (Capital and Financial Support):

- पतपुरवठा, अनुदान आणि शीतगृह, गोदामे आणि बाजारपेठ जोडणी यांसारख्या पायाभूत सुविधांमधील गुंतवणूक कृषी उत्पादकता सुधारण्यासाठी महत्वाची आहे.
- किमान आधारभूत किंमत (MSP) आणि खते, सिंचन आणि बियाण्यांसाठी अनुदान यांसारखी सरकारी धोरणे काही विशिष्ट पिकांमध्ये उत्पादकता सुधारण्यास मदत करतात.

ह. श्रम आणि कौशल्य विकास (Labor and Skill Development):

- कुशल श्रमांची उपलब्धता आणि श्रम-बचत तंत्रज्ञानाचा (Labor-saving technologies) अवलंब उत्पादकता सुधारू शकतो.
- शेतकऱ्यांसाठी आधुनिक कृषी पद्धती, कीटक व्यवस्थापन आणि पीक फेरपालट यावरील प्रशिक्षण कार्यक्रम शेतीची कार्यक्षमता आणखी वाढवू शकतात.

भारतातील कृषी उत्पादकतेची सद्यस्थिती (Current Status of Agricultural Productivity in India)

भारताने १९६० च्या दशकातील हरित क्रांतीनंतर कृषी उत्पादकतेत, विशेषतः भात आणि गहू यांसारख्या अन्नधान्यांमध्ये, महत्वपूर्ण प्रगती केली आहे. तथापि, प्रादेशिक असमानता, पर्यावरणाचा ताण आणि संसाधनांची मर्यादा यामुळे या क्षेत्रासमोर अजूनही आव्हाने आहेत.

अ. प्रमुख पिकांमध्ये सुधारणा (Improvement in Key Crops)

- भात (Rice):** उच्च उत्पादन देणाऱ्या वाणांच्या (HYVs) वापरामुळे आणि सिंचनामुळे भाताच्या उत्पन्नात, विशेषतः पंजाब, हरियाणा आणि उत्तर प्रदेशात लक्षणीय वाढ झाली आहे.
- गहू (Wheat):** भारत जागतिक स्तरावर गव्हाच्या सर्वात मोठ्या उत्पादकांपैकी एक बनला आहे. सुधारित वाण आणि खतांच्या वापरामुळे पंजाब, हरियाणा आणि उत्तर प्रदेशात गव्हाच्या उत्पादकतेत वाढ झाली आहे.
- मका आणि कापूस (Maize and Cotton):** कर्नाटक आणि मध्य प्रदेशात मकाच्या उत्पादकतेत वाढ झाली आहे, तर उत्तम

कीटक व्यवस्थापन आणि जनुकीय सुधारित (GM) बियाण्यांमुळे कापसाच्या उत्पादकतेत सुधारणा दिसून आली आहे.

- तेल बिया (Oilseeds):** सोयाबीन, भुईमूग आणि मोहरी यांसारख्या तेल बियांच्या उत्पादकतेत सुधारणा झाली आहे, परंतु अपुऱ्या देशांतर्गत उत्पादनामुळे भारत अजूनही खाद्यतेलासाठी आयातीवर अवलंबून आहे.

ब. प्रादेशिक असमानता (Regional Disparities)

- पंजाब आणि हरियाणा सिंचनाचा व्यापक वापर आणि आधुनिक शेती तंत्रामुळे भात आणि गव्हाच्या उत्पन्नाच्या बाबतीत सर्वात जास्त उत्पादनक्षम राज्ये आहेत.
- कर्नाटक, महाराष्ट्र आणि आंध्र प्रदेश सारख्या दक्षिणेकडील राज्यांमध्ये कापूस, भुईमूग आणि ऊस यांसारख्या पिकांची उत्पादकता चांगली आहे.
- पूर्व आणि मध्य भारत, विशेषतः बिहार, छत्तीसगड आणि ओडिशा, कमी सिंचन पातळी आणि आधुनिक तंत्रज्ञानाचा मर्यादित अवलंब यामुळे उत्पादकतेत मागे आहेत.

क. उत्पादकता वाढीचे कल (Productivity Growth Trends)

- हरित क्रांतीच्या युगात उत्पादकता वाढ उच्च होती, परंतु अलीकडील दशकात ती स्थिर होऊ लागली आहे. चीनसारख्या इतर देशांच्या तुलनेत भारतीय शेतीतील एकूण घटक उत्पादकता (Total Factor Productivity - TFP) वाढीचा दर मंद राहिला आहे.
- भात आणि ऊस यांसारखी पाणी-केंद्रित (Water-intensive) पिके पाण्याच्या टंचाईचा सामना करणाऱ्या भागात जास्त प्रमाणात घेतली जात आहेत, ज्यामुळे सध्याच्या पीक पद्धतींच्या टिकारूपणाबद्दल चिंता वाढली आहे.

भारतीय कृषी उत्पादकतेसमोरील आव्हाने (Challenges to Agricultural Productivity in India)

अ. अनेक प्रदेशांमध्ये कमी आणि स्थिर उत्पादकता (Low and Stagnant Productivity in Several Regions)

- काही प्रदेशांमध्ये उत्पादकतेत लक्षणीय वाढ झाली असली तरी, भारताच्या अनेक भागांमध्ये अजूनही कमी पीक उत्पादन आहे. हे विशेषतः पावसावर अवलंबून असलेल्या किंवा सिंचन आणि आधुनिक कृषी पद्धतींच्या मर्यादित सुविधा असलेल्या प्रदेशांमध्ये दिसून येते.

ब. पर्यावरणीय ताण (Environmental Stress)

- रासायनिक खते आणि कीटकनाशकांचा अतिवापर यामुळे मातीचा न्हास आणि सुपीकता कमी झाली आहे. याव्यतिरिक्त, पाण्याची टंचाई आणि हवामान बदल (उदा. वाढणारे तापमान, अनियमित पाऊस) कृषी प्रणालींवर अधिक ताण टाकत आहेत.

क. जमिनीचा न्हास (Land Degradation)

- मातीची धूप, क्षारता (Salinity) आणि पोषक तत्वांचा न्हास यामुळे जमिनीची सुपीकता कमी झाली आहे, परिणामी उत्पन्न घटले आहे. विशेषतः गहू आणि भात या पिकांची एकसॅंद्रिय शेती (Monocropping) या समस्येची तीव्रता वाढवते.
- सिंचनासाठी भूजलाचा अति-उपसा, विशेषतः पंजाब आणि हरियाणा सारख्या राज्यांमध्ये, भूजल पातळी खाली जाण्यास कारणीभूत ठरला आहे, जो दीर्घकालीन कृषी उत्पादकतेसाठी एक मोठा धोका आहे.

ड. भू-धारणांचे विखंडन (Fragmentation of Land Holdings)

- लहान आणि विखंडित भू-धारणांमुळे शेतीची कार्यक्षमता कमी होते. अनेक शेतकऱ्यांकडे त्यांच्या शेताच्या लहान आकारामुळे तंत्रज्ञान आणि आधुनिक कृषी पद्धतींमध्ये गुंतवणूक करण्यासाठी संसाधनांचा अभाव असतो.

इ. अकार्यक्षम बाजार जोडणी आणि साठवणूक पायाभूत सुविधा (Inefficient Market Linkages and Storage Infrastructure)

- साठवणूक, वाहतूक आणि बाजारपेठ प्रवेशासाठी अपुऱ्या पायाभूत सुविधांमुळे काढणीपश्चात नुकसान होते (फळे आणि भाज्यांसाठी अंदाजे ३०-४०%), ज्यामुळे एकूण उत्पादकता कमी होते.
- बाजारभावातील अस्थिरता (Fluctuating market prices) आणि मर्यादित बाजारपेठ प्रवेश यामुळे शेतकऱ्यांना त्यांच्या पिकांसाठी वाजवी दर मिळवण्यात अडथळे येतात, ज्यामुळे अनेकदा आर्थिक अस्थिरता निर्माण होते.

कृषी उत्पादकता सुधारण्यासाठी उपाययोजना (Solutions for Improving Agricultural Productivity)

भारतातील कृषी उत्पादकता आणि टिकाऊपणा (Sustainability) वाढविण्यासाठी खालील उपाययोजना करणे आवश्यक आहे:

अ. तांत्रिक प्रगती (Technological Advancements)

- अचूक शेती (Precision Agriculture): ड्रोन (Drones), सेन्सर्स (Sensors), उपग्रह प्रतिमा (Satellite imaging) आणि जीपीएस तंत्रज्ञानाचा (GPS technology) अवलंब केल्यास संसाधनांचा वापर (उदा. पाणी, खते) इष्टतम करता येतो आणि उत्पादकता वाढवता येते.
- जनुकीय सुधारित पिके (GMOs): बीटी कॉटन आणि दुष्काळ-प्रतिरोधक वाण यांसारख्या जनुकीय सुधारित पिकांचे (GM crops) पुढील संशोधन आणि अवलंब केल्यास उत्पादकता आणि लवचिकता सुधारण्यास मदत होईल.

ब. शाश्वत शेती पद्धती (Sustainable Farming Practices)

- कृषी-पर्यावरणशास्त्र (Agroecology): पीक फेरपालट, आंतरपीक आणि सेंद्रिय शेती यांसारख्या पद्धती मातीची सुपीकता पुनर्संचयित करण्यास आणि पर्यावरणाचा न्हास कमी करण्यास मदत करतात.
- पाणी कार्यक्षमता (Water Efficiency): ठिबक सिंचन, पावसाचे पाणी साठवण आणि पाणी-कार्यक्षम सिंचन तंत्रांचा विस्तार केल्यास पाण्याची टंचाई दूर करता येते आणि पिकाचे उत्पन्न सुधारता येते.

क. धोरणात्मक समर्थन आणि पायाभूत सुविधा विकास (Policy Support and Infrastructure Development)

- सुधारित ग्रामीण पायाभूत सुविधा: शीतगृह (Cold storage), गोदामे आणि ग्रामीण रस्त्यांमध्ये गुंतवणूक केल्यास काढणीपश्चात नुकसान कमी होईल आणि शेतकऱ्यांसाठी बाजारपेठेचा प्रवेश सुधारेल.
- अनुदान तर्कसंगतीकरण (Subsidy Rationalization): खत अनुदानाचे प्रभावी लक्ष्यीकरण आणि संतुलित पोषक व्यवस्थापनास प्रोत्साहन दिल्यास निविष्टांची (inputs) गुणवत्ता सुधारेल आणि पर्यावरणाचे नुकसान कमी होईल.

ड. विस्तार सेवा आणि शेतकरी प्रशिक्षण (Extension Services and Farmer Training)

- शेतकऱ्यांना आधुनिक कृषी पद्धती, शाश्वत तंत्रे आणि हवामान अंदाजाचे प्रशिक्षण आणि विस्तार सेवा पुरवल्यास शेतीची उत्पादकता सुधारेल.

इ. जमीन एकत्रीकरण (Land Consolidation)

- मोठी आणि अधिक आर्थिकदृष्ट्या व्यवहार्य शेते तयार करण्यासाठी जमीन एकत्रीकरणास प्रोत्साहन दिल्यास कार्यक्षमतेत सुधारणा होईल आणि प्रगत शेती पद्धतींचा अवलंब करणे शक्य होईल.

कृषी तीव्रता (Agricultural Intensity)

कृषी तीव्रता म्हणजे कृषी उत्पादनामध्ये निर्माण झालेल्या उत्पादनाच्या (Output) तुलनेत वापरल्या गेलेल्या निविष्टांच्या (Input) प्रमाणाची (Degree) पातळी होय. एखाद्या विशिष्ट क्षेत्रात पिके किंवा पशुधन तयार करण्यासाठी जमीन, श्रम, भांडवल आणि इतर संसाधने किती प्रभावीपणे वापरली जातात याचे हे मापन करते. हवामान, माती, तंत्रज्ञान, पायाभूत सुविधा आणि सामाजिक-आर्थिक परिस्थितीतील फरकांमुळे कृषी तीव्रता प्रदेशानुसार मोठ्या प्रमाणात बदलू शकते.

कृषी तीव्रतेवर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting Agricultural Intensity)

प्रदेशातील कृषी तीव्रतेच्या पातळीवर अनेक घटक प्रभाव टाकतात:

अ. सिंचन सुविधा (Irrigation Facilities):

- सिंचन कृषी तीव्रता निश्चित करण्यात महत्वाची भूमिका बजावते. ज्या प्रदेशात चांगल्या सिंचन सुविधा आहेत, तेथे कृषी तीव्रता जास्त असते, कारण तेथे एका वर्षात अनेक पीक हंगाम घेणे शक्य होते, विशेषतः अपुरा किंवा अनियमित पाऊस असलेल्या भागात.
- पंजाब, हरियाणा आणि उत्तर प्रदेशाच्या काही भागांत सिंचनाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होत असल्याने कृषी तीव्रता उच्च आहे, ज्यामुळे वर्षातून दोन किंवा तीन पीक हंगाम (उदा. भात-गहू, भात-डाळी, इत्यादी) घेणे शक्य होते.

ब. हवामान आणि हवामानाची स्थिती (Climate and Weather Conditions):

- हवामान कोणत्या प्रकारची पिके घेता येतील आणि वाढीच्या हंगामाचा कालावधी किती असेल हे ठरवते. उष्णकटिबंधीय (Tropical) हवामान असलेल्या प्रदेशांमध्ये (उदा. दक्षिण भारतातील काही भाग) वाढीचा हंगाम जास्त असल्याने बहु-पीक पद्धती सामान्य आहेत.
- याउलट, समशीतोष्ण (Temperate) प्रदेशात (उदा. उत्तर भारतातील काही भाग) थंड हवामानामुळे वर्षातून फक्त एक किंवा दोन पिकेच घेतली जाऊ शकतात.

क. मातीची सुपीकता आणि जमिनीची गुणवत्ता (Soil Fertility and Land Quality):

- पुरेशा सेंद्रिय पदार्थ आणि पोषक तत्वांसह असलेली सुपीक माती उच्च कृषी तीव्रतेला आधार देते, कारण ती दरवर्षी अनेक पिके टिकवून ठेवू शकते.
- मातीची गुणवत्ता कमी असलेल्या किंवा जमिनीचा न्हास झालेल्या प्रदेशांमध्ये, कृषी तीव्रता कमी असते, कारण खतांसारख्या पुरेशा निविष्टाशिवाय (inputs) पिके योग्यरित्या वाढू शकत नाहीत.

ड. पीक निवड आणि उपयुक्तता (Crop Selection and Suitability):

- एखाद्या भागात घेतल्या जाणाऱ्या पिकांचे प्रकार त्याची कृषी तीव्रता ठरवतात. जी पिके अल्प कालावधीची किंवा जास्त उत्पादन देणारी आहेत (उदा. डाळी, भाजीपाला), ती वर्षातून अनेक वेळा घेतली जाण्याची शक्यता असते, ज्यामुळे तीव्रता वाढते.
- सिंधू-गंगा मैदानावरील भात आणि गहू यांसारख्या मुख्य अन्नधान्य पिकांची पीक तीव्रता जास्त असते, तर कापूस किंवा ऊस यांसारख्या नगदी पिकांची त्यांच्या लांब वाढीच्या हंगामामुळे आणि उच्च निविष्टांच्या गरजेमुळे तीव्रता कमी असते.

इ. पतपुरवठा आणि तंत्रज्ञानाची उपलब्धता (Availability of Credit and Technology):

- पतपुरवठा, अनुदान आणि कृषी तंत्रज्ञान (उदा. उच्च उत्पन्न देणारे वाण, खते, सिंचन तंत्र) यांच्या उपलब्धतेमुळे शेतकऱ्यांना उत्तम

निविष्टांमध्ये गुंतवणूक करून आणि बहु-पीक पद्धती स्वीकारून कृषी तीव्रता वाढवता येते.

- उत्तम विस्तार सेवा, आधुनिक साधने आणि यांत्रिकीकरण असलेल्या प्रदेशांमध्ये जमीन आणि श्रमाचा कार्यक्षम वापर झाल्यामुळे कृषी तीव्रता जास्त असते.

फ. शासकीय धोरणे (Government Policies):

- सिंचन, खते, बियाणे आणि कीटकनाशकांवर दिली जाणारी अनुदाने (Subsidies) शेतकऱ्यांना वर्षातून अधिक पिके घेण्यास प्रोत्साहित करू शकतात, ज्यामुळे कृषी तीव्रता वाढते.
- जल व्यवस्थापनाला प्रोत्साहन देणारी धोरणे (उदा. ठिबक सिंचनासारख्या कार्यक्षम सिंचन प्रणाली) पाण्याची टंचाई असलेल्या प्रदेशांमध्ये तीव्रता सुधारू शकतात.

भारतातील पीक तीव्रता (Cropping Intensity in India)

भारतातील कृषी तीव्रता (Agricultural intensity) मध्ये मोठी विविधता आहे आणि ती वर नमूद केलेल्या घटकांनी प्रभावित होते. भारतातील विविध प्रदेशांमध्ये पीक तीव्रता (Cropping Intensity) कशा प्रकारे व्यक्त होते यावर खालीलप्रमाणे दृष्टिक्षेप टाकला आहे.

अ. उच्च पीक तीव्रता असलेले प्रदेश (High Cropping Intensity Regions)

१. पंजाब आणि हरियाणा:

- या राज्यांमध्ये पीक तीव्रता खूप उच्च असते, जी अनेकदा १७०-१८०% असते. याचे कारण म्हणजे व्यापक सिंचनाचा वापर (मुख्यतः कालवे आणि नलिका विहिरी - tube wells द्वारे), जो वर्षातून दोन किंवा तीन पीक हंगामांना आधार देतो (उदा. खरीप हंगामात भात, त्यानंतर रब्बी हंगामात गहू).
- भात आणि गव्हाच्या उच्च उत्पादन देणाऱ्या वाणांचा (HYVs) वापर, तसेच प्रगत कृषी तंत्रांमुळे उच्च उत्पादकता आणि तीव्रता प्राप्त झाली आहे.

२. उत्तर प्रदेश आणि बिहार:

- या राज्यांमध्येही उच्च पीक तीव्रता आढळते, जी साधारणपणे १६०-१७०% असते. गंगा-यमुना दोआब प्रदेशात खरीप हंगामात भात घेतला जातो, त्यानंतर रब्बी हंगामात गहू किंवा डाळी घेतली जातात.
- गंगा कालवा आणि इतर सिंचन प्रणाली अनेक क्षेत्रांमध्ये दुहेरी पीक घेण्यासाठी आधार देतात.

३. तमिळनाडू आणि आंध्र प्रदेश:

- या राज्यांमध्ये, विशेषतः भात आणि भुईमूग शेतीत, उच्च कृषी तीव्रता दिसून येते. तमिळनाडूमधील कावेरी नदीची सिंचन प्रणाली विशिष्ट क्षेत्रांमध्ये भात आणि भाजीपाला यांचे दुहेरी पीक घेण्यासाठी अनुमती देते.

ब. कमी पीक तीव्रता असलेले प्रदेश (Low Cropping Intensity Regions)

१. पूर्व भारत (पश्चिम बंगाल, ओडिशा, छत्तीसगड):

- या राज्यांमध्ये अनेकदा कमी पीक तीव्रता असते, जी सामान्यतः १२०-१४०% असते. कारण बहुतांश शेती क्षेत्र पावसावर अवलंबून असते आणि पीक प्रणाली प्रामुख्याने खरीप हंगामातील भात आणि डाळींवर आधारित असते.
- योग्य सिंचन पायाभूत सुविधांचा अभाव आणि एकाच पीक हंगामावरचे अवलंबित्व कमी पीक तीव्रतेत योगदान देतात.

२. राजस्थान आणि मध्य प्रदेश:

- शुष्क (arid) आणि अर्ध-शुष्क (semi-arid) हवामानामुळे या राज्यांमध्ये कमी पीक तीव्रता (सुमारे १२०-१३०%) आहे. राजस्थानच्या वाळवंटी प्रदेशात विशेषतः पाण्याची तीव्र टंचाई आहे, ज्यामुळे बहु-पीक हंगामाची शक्यता मर्यादित होते.
- मध्य प्रदेशात भुईमूग आणि सोयाबीन प्रामुख्याने खरीप हंगामात घेतले जातात आणि मर्यादित सिंचन दुहेरी पिकाच्या संभाव्यतेला प्रतिबंधित करते.

क. मध्यम पीक तीव्रता असलेले प्रदेश (Moderate Cropping Intensity Regions)

- महाराष्ट्र, कर्नाटक आणि गुजरात मध्ये मध्यम पीक तीव्रता आहे, जी १४०-१६०% दरम्यान आहे. या प्रदेशांमध्ये कापूस, भुईमूग, ऊस आणि डाळींची मिश्र पीक पद्धतीसह लक्षणीय लागवड होते.

कृषी तीव्रतेचे परिणाम (Implications of Agricultural Intensity)

अ. सकारात्मक परिणाम (Positive Implications)

- उत्पादकता वाढ (Increased Productivity): उच्च कृषी तीव्रतेमुळे प्रति युनिट जमीन जास्त उत्पादन शक्य होते, जे मोठ्या आणि वाढत्या लोकसंख्येची अन्नधान्याची मागणी पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक आहे.
- शेतकऱ्यांच्या उत्पन्नात सुधारणा (Improved Farm Income): वर्षातून अनेक पिके घेतल्यामुळे शेतकरी आपले उत्पन्न वाढवू शकतात आणि पीक अपयशाशी संबंधित आर्थिक धोका कमी करू शकतात.
- संसाधनांचा वापर (Resource Utilization): जमीन, पाणी आणि श्रम यांसारख्या उपलब्ध संसाधनांचा कार्यक्षम वापर केल्यास अधिक टिकाऊ आणि नफा देणारी शेती प्रणाली निर्माण होऊ शकते.
- पडीक जमीन कमी (Reduced Idle Land): उच्च तीव्रतेमुळे जमीन वर्षभर उत्पादनक्षम राहते, ज्यामुळे पडीक कालावधी कमी होते.

ब. नकारात्मक परिणाम (Negative Implications)

- मातीचा न्हास (Soil Degradation): पुरेशा मातीची भरपाई न करता सतत शेती केल्यास मातीची झीज आणि सुपीकता कमी होऊ शकते. खते आणि रसायनांचा अतिवापर देखील मातीचा न्हास वाढवतो.
- पाण्याचा अतिवापर (Water Overuse): विशेषतः पंजाब आणि हरियाणा सारख्या प्रदेशांमध्ये सधन सिंचन प्रणालीमुळे भूजलाचा अति-उपसा होतो, ज्यामुळे भूजल पातळी कमी होते आणि खर्च वाढतो.
- कीटक आणि रोगांचा दबाव (Pest and Disease Pressure): अनेक पीक चक्रांमुळे कीटक आणि रोगांचा प्रादुर्भाव वाढण्याची शक्यता असते, ज्यामुळे उत्पन्न कमी होते आणि कीटक नियंत्रणाचा खर्च वाढतो.
- संसाधनांचा थकवा (Resource Fatigue): खते आणि कीटकनाशके यांसारख्या निविष्टांवरचे अति-अवलंबन घटते प्रतिफल देते, जिथे अतिरिक्त निविष्टांचे फायदे उत्पादकतेत प्रमाणशीर वाढ करत नाहीत.

कृषी तीव्रता वाढवण्याचे उपाय (Solutions to Enhance Agricultural Intensity)

कृषी तीव्रतेची टिकाऊ वाढ (sustainable increase) सुनिश्चित करण्यासाठी खालील धोरणे अवलंबली जाऊ शकतात:

- जलसंधारण (Water Conservation): ठिबक सिंचन (drip irrigation), पावसाचे पाणी साठवण (rainwater harvesting) आणि भूजल संसाधनांचे उत्तम व्यवस्थापन यांसारख्या कार्यक्षम सिंचन प्रणालींचा अवलंब केल्यास टिकाऊपणा सुनिश्चित करताना उच्च पीक तीव्रता राखण्यास मदत होईल.
- माती आरोग्य व्यवस्थापन (Soil Health Management): पीक फेरपालट (crop rotation), सेंद्रिय शेतीला प्रोत्साहन आणि जैव-खतांचा (bio-fertilizers) वापर केल्यास मातीचा न्हास कमी होतो आणि मातीची सुपीकता टिकवून राहते.
- विविध पीक प्रणाली (Diversified Cropping Systems): फलोत्पादन (horticultural crops), आंतरपीक (intercropping) आणि कृषी-वनीकरण (agroforestry) सुरू केल्यास शेतकऱ्यांचे उत्पन्न विविध होते आणि एकसंद्रिय शेतीशी संबंधित धोके कमी होतात.
- तांत्रिक प्रगती (Technological Advancement): अचूक शेती (precision agriculture), डिजिटल साधने आणि यांत्रिकीकरणामध्ये गुंतवणूक केल्यास जमिनीवर किंवा इतर संसाधनांवर जास्त ताण न टाकता उत्पादकता वाढवता येते.

कोरडवाहू शेती (Dryland Farming)

कोरडवाहू शेती (Dryland farming) म्हणजे मर्यादित पर्जन्यमान (limited rainfall) असलेल्या प्रदेशांमध्ये पिकांची लागवड करणे, जिथे पाण्याची टंचाई (water scarcity) कृषी उत्पादकतेसाठी एक महत्त्वपूर्ण अडथळा आहे. ज्या भागांमध्ये सिंचनाच्या माध्यमातून पिकांची सतत वाढ टिकवून ठेवण्यासाठी पाऊस अपुरा किंवा अनियमित असतो, अशा ठिकाणी ही शेती केली जाते. कोरडवाहू शेती सिंचनासाठी प्रामुख्याने नैसर्गिक पावसावर अवलंबून असते आणि पाणी, माती आणि पीक निवड याच्या काळजीपूर्वक व्यवस्थापनावर पिकांचे यश अवलंबून असते.

कोरडवाहू शेती प्रदेशांचे प्रकार (Types of Dryland Farming Regions)

भारतातील कोरडवाहू शेतीचे क्षेत्र वार्षिक पर्जन्यमान (annual rainfall) आणि हवामान परिस्थितीवर आधारित तीन व्यापक श्रेणींमध्ये विभागले आहेत:

अ. अति-शुष्क प्रदेश (Arid Region) - (५०० मिमी पेक्षा कमी पर्जन्यमान)

- हे सर्वात जास्त पाणी-टंचाई असलेले आणि किमान पर्जन्यमान असलेले प्रदेश आहेत. उदाहरणे: राजस्थान, गुजरात आणि मध्य प्रदेशाचे काही भाग.
- पिके: भरड धान्य (Millets - जसे की ज्वारी, बाजरी), हरभरा (Gram), डाळी आणि तेल बिया (उदा. भुईमूग) सामान्य आहेत.
- शेतकरी जलसंधारण (water conservation) पद्धतींवर, जसे की पावसाचे पाणी साठवणे (rainwater harvesting) आणि मातीतील ओलावा जपून ठेवणे (soil moisture conservation), मोठ्या प्रमाणात अवलंबून असतात.

ब. अर्ध-शुष्क प्रदेश (Semi-arid Region) - (५०० मिमी ते ७५० मिमी पर्जन्यमान)

- या भागात तुलनेने जास्त पाऊस पडतो, तरीही येथे पाण्याची टंचाई जाणवते. उदाहरणे: महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश आणि आंध्र प्रदेश व कर्नाटकाचे काही भाग.
- पिके: कापूस, ज्वारी (sorghum), भुईमूग, डाळी आणि सोयाबीन.
- सुधारित जल व्यवस्थापन आणि उत्तम माती संवर्धन तंत्रांद्वारे या प्रदेशांमध्ये विविध पिकांना आधार मिळू शकतो.

क. उप-दमट प्रदेश (Sub-humid Region) - (७५० मिमी ते १,००० मिमी पर्जन्यमान)

- या भागात मध्यम पाऊस पडतो, परंतु तरीही येथे कोरडे स्पेल (dry spells) जाणवतात. उदाहरणे: तमिळनाडू, कर्नाटक, उत्तर प्रदेश आणि छत्तीसगडचे काही भाग.

- पिके: भात (पावसावर अवलंबून असलेल्या भागात), डाळी, सोयाबीन आणि भाजीपाला.
- अशा प्रदेशांमध्ये जलसंधारण आणि दुष्काळ-प्रतिरोधक (drought-tolerant) पिकांच्या सुधारित वाणांना (improved crop varieties) महत्त्वपूर्ण मानले जाते.

कोरडवाहू शेतीची प्रमुख वैशिष्ट्ये (Key Features of Dryland Farming)

पाण्याच्या ताणाशी सामना करण्यासाठी आणि उपलब्ध ओलाव्याचा कार्यक्षम वापर करण्यासाठी कोरडवाहू शेतीमध्ये शेतकी पद्धती (agronomic practices), पीक निवड आणि माती व्यवस्थापन तंत्रांचे संयोजन आवश्यक आहे. काही प्रमुख वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

अ. पीक निवड (Crop Selection):

- दुष्काळ-प्रतिरोधक पिके: भरड धान्य (बाजरी, ज्वारी), डाळी (हरभरा, चणा, तूर), भुईमूग आणि कापूस यांसारखी पिके कोरडवाहू परिस्थितीसाठी चांगली उपयुक्त आहेत.
- अल्प-कालावधीची पिके (Short-duration crops): जी पिके लवकर वाढतात आणि कोरडा हंगाम सुरू होण्यापूर्वी काढणी करता येतात, जसे की हरभरा आणि तेल बिया, यांना प्राधान्य दिले जाते.
- बहु-पीक आणि आंतरपीक पद्धती (Multi-cropping and intercropping): धोके कमी करण्यासाठी आणि उत्तम परतावा सुनिश्चित करण्यासाठी, शेतकरी अनेकदा आंतरपीक (एकाच वेळी दोन किंवा अधिक पिके एकत्र घेणे) आणि मिश्र शेतीचा सराव करतात.

ब. माती संवर्धन आणि ओलावा टिकवून ठेवणे (Soil Conservation and Moisture Retention):

- बाष्पीभवन कमी करण्यासाठी आणि जास्तीत जास्त ओलावा टिकवून ठेवण्यासाठी कोरडवाहू शेतीत जलसंधारण तंत्र (Water conservation techniques) अत्यंत महत्वाचे आहे. काही सामान्य पद्धतींमध्ये हे समाविष्ट आहे:
 - समपातळीत नांगरट (Contour plowing): पाण्याचा प्रवाह (runoff) आणि मातीची धूप कमी करण्यासाठी जमिनीच्या समोच्च रेषेनुसार नांगरट करणे.
 - आच्छादन (Mulching): पिकांचे अवशेष किंवा सेंद्रिय साहित्य वापरून मातीच्या पृष्ठभागाला झाकणे, ज्यामुळे बाष्पीभवन कमी होते आणि मातीची संरचना सुधारते.
 - खड्डे आणि चर (Pits and trenches): पाण्याचा प्रवाह कमी करण्यासाठी आणि पाण्याचे शोषण वाढवण्यासाठी पाऊस गोळा करण्यासाठी आणि साठवण्यासाठी लहान खड्डे किंवा चर खोदणे.

- पाणी साठवण (Water harvesting): मान्सूनच्या काळात जास्तीचे पाणी साठवण्यासाठी आणि नंतर वापरण्यासाठी लहान बंधारे, तलाव किंवा पावसाचे पाणी साठवण्याच्या टाक्या बांधणे.
- वारा रोधक (Windbreaks): वाऱ्यामुळे होणारी मातीची धूप थांबवण्यासाठी आणि ओलाव्याचे नुकसान कमी करण्यासाठी झाडे किंवा झुडपे लावणे.

क. सेंद्रिय आणि हिरवळीच्या खतांचा वापर (Use of Organic and Green Manuring):

- कोरडवाहू प्रदेशात सेंद्रिय खतांचा (उदा. कंपोस्ट आणि शेणखत) वापर महत्वाचा आहे, कारण कोरड्या परिस्थितीत रासायनिक खते मातीची सुपीकता सुधारण्यात अनेकदा प्रभावी ठरत नाहीत.
- शेंगावर्गीय पिके (legumes) यांसारखी हिरवळीची खते (Green manure crops) नत्र (nitrogen) ने मातीला समृद्ध करण्यास आणि मातीची संरचना सुधारण्यास मदत करतात.

ड. माती सुपीकता व्यवस्थापन (Soil Fertility Management):

- कोरडवाहू शेतीचे क्षेत्र अनेकदा मातीची धूप होण्याची शक्यता असल्याने, माती सुपीकता व्यवस्थापन अत्यंत महत्वाचे आहे. सेंद्रिय पदार्थांचा नियमित वापर, पीक फेरपालट आणि दुष्काळ-प्रतिरोधक पिकांचा वापर मातीची सुपीकता राखण्यास आणि सुधारण्यास मदत करू शकतो.

इ. सिंचन तंत्रे (मर्यादित) (Irrigation Techniques - Limited):

- कोरडवाहू शेतीत सिंचन मर्यादित असले तरी, काही क्षेत्रे पाण्याचा वापर कार्यक्षमतेने वाढवण्यासाठी ठिबक सिंचन किंवा तुषार सिंचन प्रणालीचा वापर करू शकतात.
- तथापि, अनेक कोरडवाहू प्रदेशात व्यापक सिंचनासाठी पायाभूत सुविधांचा अभाव असतो, त्यामुळे पावसावर अवलंबून असलेली शेती (rainfed farming) प्रबळ राहते.

कोरडवाहू शेतीतील आव्हाने (Challenges of Dryland Farming)

कोरडवाहू शेती पाण्याच्या टंचाईचा सामना करणाऱ्या प्रदेशांतील शेतीसाठी महत्त्वपूर्ण असली तरी, तिला अनेक आव्हानांना तोंड द्यावे लागते:

अ. पाण्याची टंचाई आणि अनियमित पर्जन्यमान (Water Scarcity and Unpredictable Rainfall):

- सर्वात मोठे आव्हान म्हणजे कमी आणि अनियमित पाऊस, ज्यामुळे दुष्काळ पडल्यास पीक अपयश येते किंवा उत्पादकता कमी होते.
- कोरडवाहू शेतकरी वेळेवर पडणाऱ्या पावसावर मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून असतात आणि पावसाला उशीर झाल्यास किंवा त्याचे असमान वितरण झाल्यास पिकांवर प्रतिकूल परिणाम होतो.

ब. मातीची धूप आणि ज्हास (Soil Erosion and Degradation):

- कोरडवाहू प्रदेशात वाऱ्यामुळे होणारी धूप आणि पाण्यामुळे होणारी धूप सामान्य आहे, ज्यामुळे मातीची गुणवत्ता कमी होते, मातीची सुपीकता घटते आणि कृषी उत्पादकता कमी होते.
- योग्य माती संवर्धन उपायांच्या अभावामुळे माती कालांतराने घट्ट होते आणि नापीक बनते.

क. कमी पीक उत्पादन (Low Crop Yields):

- दुष्काळ-प्रतिरोधक असूनही, मर्यादित ओलावा आणि पोषक तत्वांच्या अभावामुळे कोरडवाहू पिकांचे उत्पन्न अधिक अनुकूल परिस्थितीत घेतलेल्या पिकांच्या तुलनेत कमी असते.

ड. खराब पायाभूत सुविधा आणि तंत्रज्ञानाचा अभाव (Poor Infrastructure and Access to Technology):

- सिंचन, आधुनिक कृषी तंत्रज्ञान आणि उत्पादन विक्रीसाठी बाजारपेठांच्या मर्यादित उपलब्धतेमुळे कोरडवाहू शेतीची उत्पादकता आणि नफाक्षमता प्रभावित होते.
- विस्तार सेवा आणि नवीन तंत्रांचे शिक्षण यांच्या अभावामुळे शेतकऱ्यांची सुधारित पद्धती स्वीकारण्याची क्षमता मर्यादित होते.

इ. हवामान बदल आणि वाढते दुष्काळ (Climate Change and Increasing Droughts):

- हवामान बदलामुळे अति हवामान घटनांची वारंवारता वाढत आहे, जसे की दीर्घकाळ कोरडा स्पेल आणि दुष्काळ, ज्यामुळे कोरडवाहू शेती अधिक आव्हानात्मक बनत आहे.
- बदलत्या पर्जन्यमान पद्धती आणि वाढणारे तापमान जल संसाधनांवर आणि कोरडवाहू शेतीच्या टिकाऊपणावर (sustainability) अधिक ताण आणत आहेत.

कोरडवाहू शेतीत सुधारणा करण्यासाठी उपाययोजना (Solutions to Enhance Dryland Farming)

कोरडवाहू शेतीची उत्पादकता आणि टिकाऊपणा सुधारण्यासाठी अनेक उपाय आणि धोरणे वापरली जाऊ शकतात:

अ. सुधारित पीक वाण (Improved Crop Varieties):

- दुष्काळ-प्रतिरोधक वाण (Drought-tolerant varieties): बाजरी, डाळी आणि कापूस यांसारख्या पिकांच्या उच्च उत्पादन देणाऱ्या आणि दुष्काळ-प्रतिरोधक वाणांचा विकास आणि वापर केल्यास शेतकऱ्यांना पाण्याच्या टंचाईचा सामना करण्यास मदत होते.
- संकरित वाण (Hybrid varieties): कमी पाणी लागणाऱ्या किंवा कीटक आणि रोगांना अधिक प्रतिरोधक असलेल्या संकरित वाणांचा वापर करणे.

ब. कार्यक्षम जल व्यवस्थापन (Efficient Water Management):

- पाणी-कार्यक्षम सिंचन तंत्रज्ञान (Water-efficient irrigation technologies): ठिबक सिंचन, तुषार सिंचन आणि सूक्ष्म-सिंचन मर्यादित जल संसाधनांचा चांगला वापर करू शकतात.
- पाणी साठवण (Water harvesting): कोरड्या काळात वापरण्यासाठी पाणी साठवण्यासाठी बंधारे, तलाव आणि पावसाचे पाणी साठवण्याच्या प्रणाली बांधणे.

क. माती संवर्धन तंत्रे (Soil Conservation Techniques):

- मातीची धूप कमी करण्यासाठी, पाणी टिकवून ठेवण्यासाठी आणि मातीची सुपीकता सुधारण्यासाठी कृषी-वनीकरण (agroforestry), टेरेसिंग (terracing), समपातळीत शेती (contour farming) आणि आच्छादन (mulching) चा अवलंब करणे.
- पीक फेरपालट आणि आच्छादक पिके (cover crops) मातीचा ऱ्हास टाळू शकतात आणि दीर्घकाळ सुपीकता टिकवून ठेवू शकतात.

ड. कृषी-पर्यावरणशास्त्रीय पद्धती (Agroecological Practices):

- कृषी-पर्यावरणशास्त्र (Agroecology) टिकाऊ आणि लवचिक शेती प्रणाली तयार करण्यासाठी पारंपरिक ज्ञान आणि आधुनिक तंत्रांचे एकत्रीकरण करते. यात आंतरपीक, कृषी-वनीकरण आणि मिश्र पीक प्रणाली यांचा समावेश होतो.

इ. प्रशिक्षण आणि विस्तार सेवा (Training and Extension Services):

- शेतकऱ्यांना शिक्षण, प्रशिक्षण आणि विस्तार सेवा उपलब्ध करून दिल्यास त्यांना उत्तम शेती पद्धती आणि नवीन तंत्रज्ञान स्वीकारण्यास मदत होते. सरकारी योजना आणि स्वयंसेवी संस्था (NGOs) कोरडवाहू शेतकऱ्यांची उपजीविका सुधारण्यात महत्वाची भूमिका बजावू शकतात.

फ. धोरण आणि आर्थिक आधार (Policy and Financial Support):

- दुष्काळ-प्रतिरोधक बियाणे, पाणी वाचवणाऱ्या सिंचन प्रणाली आणि खतांसाठी अनुदान नवीन शेती तंत्र स्वीकारण्यास प्रोत्साहन देऊ शकते.
- कोरडवाहू शेतकऱ्यांसाठी आधुनिक तंत्रज्ञान आणि माती व जलसंधारण पद्धतींमध्ये गुंतवणूक करण्यासाठी पतपुरवठा महत्त्वपूर्ण आहे.

हरित क्रांती (Green Revolution)

हरित क्रांती (Green Revolution) म्हणजे २० व्या शतकाच्या मध्यभागी, प्रामुख्याने १९४० ते १९६० या दशकात, जगभरातील कृषी उत्पादनात लक्षणीय वाढ करण्याच्या उद्देशाने सुरू करण्यात आलेल्या

संशोधन, विकास आणि तंत्रज्ञान हस्तांतरणाच्या उपक्रमांचा संच होय. या क्रांतीचा विकसनशील देशांवर, विशेषतः आशिया आणि लॅटिन अमेरिकेत, सर्वात मोठा प्रभाव पडला आणि भूकमारी कमी करण्यात तसेच अन्न सुरक्षा सुधारण्यात या क्रांतीचे मोठे श्रेय मानले जाते. पीक उत्पादन वाढवण्यासाठी अधिक उत्पादन देणाऱ्या वाणांचे (HYV) बियाणे, रासायनिक खते, कीटकनाशके, सिंचन तंत्रे आणि आधुनिक यंत्रसामग्रीचा वापर हरित क्रांतीमध्ये समाविष्ट होता.

हरित क्रांतीचे प्रमुख घटक (Key Components of the Green Revolution)

१. अधिक उत्पादन देणाऱ्या वाणांचे (HYV) बियाणे:

- हरित क्रांतीतील सर्वात महत्त्वपूर्ण नवकल्पनांपैकी एक म्हणजे, विशेषतः गहू, भात आणि मका यांसारख्या मुख्य अन्नधान्य पिकांसाठी HYV बियाण्यांचा विकास आणि व्यापक अवलंब करणे. ही बियाणे जलद वाढावी, जास्त धान्य उत्पादन करावे आणि रोगांना अधिक प्रतिरोधक असावी यासाठी अभियांत्रिकीत (engineered) केली गेली होती.
- नॉर्मन बोरलॉग (ज्यांना अनेकदा "हरित क्रांतीचे जनक" म्हटले जाते) आणि फिलिपाइन्समधील आंतरराष्ट्रीय भात संशोधन संस्था (IRRI) आणि मेक्सिकोमधील आंतरराष्ट्रीय गहू आणि मका सुधारणा केंद्र (CIMMYT) यांसारख्या संशोधन केंद्रांतील इतर शास्त्रज्ञांनी सर्वात प्रसिद्ध HYV वाण विकसित केले.
- ही उच्च उत्पन्न देणारी पिके सामान्यतः बुटक्या वाण (dwarf varieties) होती, ज्यांचे खोड (stems) लहान होते आणि त्यांनी वनस्पतीच्या धान्य-उत्पादक भागात ऊर्जा केंद्रित केली, ज्यामुळे मोठे उत्पादन मिळाले.

२. रासायनिक खते:

- नत्र (nitrogen), स्फुरद (phosphorus) आणि पोटॅशियम-आधारित खतांसारख्या रासायनिक खतांच्या परिचयाने पीक उत्पादकता वाढविण्यात निर्णायक भूमिका बजावली. या खतांनी मोनोकल्चर शेती पद्धतीमुळे कमी झालेल्या मातीतील पोषक तत्वांची भरपाई केली.
- सिंथेटिक खतांच्या व्यापक अवलंबामुळे शेतकऱ्यांना वर्षातून अनेक पिके घेता आली, ज्यामुळे एकूण कृषी उत्पादनात लक्षणीय वाढ झाली.

३. कीटकनाशके आणि तणनाशके (Pesticides and Herbicides):

- हरित क्रांतीच्या काळात रासायनिक कीटकनाशके आणि तणनाशकांचा वापर एक सामान्य सराव बनला. पिकांचे नुकसान करू शकणारे कीटक, तण आणि रोग नियंत्रित करण्यासाठी ही रसायने वापरली गेली, ज्यामुळे उत्पन्न वाढले.

- कीटकनाशकांनी कीटकांचा प्रादुर्भाव यांसारख्या सामान्य धोक्यांपासून उच्च उत्पन्न देणाऱ्या वाणांचे संरक्षण करण्यास मदत केली, ज्यामुळे पिके नष्ट होऊ शकली असती.

४. सिंचन (Irrigation):

- नवीन सिंचन तंत्रांच्या विकासामुळे, ज्यात विद्यमान प्रणालींचा विस्तार आणि ठिबक सिंचन व तुषार सिंचन यांसारख्या आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर समाविष्ट होता, शेतकऱ्यांना अनियमित पाऊस किंवा शुष्क परिस्थिती असलेल्या प्रदेशांमध्ये पिके घेणे शक्य झाले.
- सिंचनाने पिकांना सातत्यपूर्ण पाणी पुरवठा सुनिश्चित केला, ज्यामुळे अधिक स्थिर आणि उच्च उत्पन्न मिळाले.

५. यांत्रिकीकरण (Mechanization):

- हरित क्रांतीने ट्रॅक्टर, नांगर (plows), कापणी यंत्र (harvesters) आणि बी पेरणी यंत्रां (seed drills) सारख्या आधुनिक कृषी यंत्रसामग्रीच्या वापरालाही प्रोत्साहन दिले, ज्यामुळे श्रम खर्च कमी होण्यास आणि शेतात कार्यक्षमता वाढविण्यास मदत झाली.
- यांत्रिकीकरणामुळे पिके पेरण्याची, काळजी घेण्याची आणि काढणीची गती वाढण्यास मदत झाली, ज्यामुळे उत्पादकता वाढली.

प्रमुख उपलब्धी (Major Achievements)

१. अन्न उत्पादन वाढले (Increased Food Production):

- हरित क्रांतीमुळे अन्न उत्पादनात नाट्यमय वाढ झाली, विशेषतः भारत, मेक्सिको, फिलिपाइन्स आणि लॅटिन अमेरिकेच्या अनेक भागांसारख्या विकसनशील देशांमध्ये.
- उदाहरणार्थ, भारताने अन्न तुटवडा आणि दुष्काळातून बाहेर पडून गहू आणि भात उत्पादनात स्वयंपूर्णता प्राप्त केली. भारताचे गहू उत्पादन १९६० च्या दशकात सुमारे १० दशलक्ष टन होते, ते १९९० च्या दशकात ७० दशलक्ष टनांपेक्षा जास्त झाले.

२. भूक आणि कुपोषण कमी झाले (Reduction of Hunger and Malnutrition):

- अन्न पुरवठा वाढल्यामुळे अनेक देशांमध्ये दुष्काळ आणि भूक कमी झाली. हरित क्रांतीने अनेक प्रदेशांमध्ये गरिबी कमी करण्यास आणि पोषण सुधारण्यास मदत केली.
- या क्रांतीचे लक्ष मुख्य अन्नधान्य पिकांवर, विशेषतः भात आणि गव्हावर केंद्रित असल्याने, लोकांना कॅलरीजचा अधिक सातत्यपूर्ण आणि परवडणारा स्रोत मिळाला.

३. आर्थिक वाढ (Economic Growth):

- ज्या अनेक देशांनी हरित क्रांतीचे तंत्रज्ञान स्वीकारले, त्यांच्या कृषी क्षेत्रांत लक्षणीय आर्थिक वाढ झाली. वाढलेल्या उत्पादकतेमुळे जास्त अन्न निर्माण झाले, जे देशांतर्गत आणि आंतरराष्ट्रीय स्तरावर व्यापार केले जाऊ शकले.

- कृषी तेजीने ग्रामीण शेतकऱ्यांचे उत्पन्न वाढवले आणि काही विकसनशील राष्ट्रांच्या एकूण राष्ट्रीय आर्थिक वाढीस योगदान दिले.

टीका आणि आव्हाने (Criticisms and Challenges)

हरित क्रांतीने अनेक फायदे दिले असले तरी, तिला पर्यावरणवादी, समाज कार्यकर्ते आणि काही अर्थतज्ज्ञांकडून मोठी टीका देखील झाली. काही प्रमुख चिंता खालीलप्रमाणे होत्या:

१. पर्यावरणीय परिणाम (Environmental Impact)

- रासायनिक खते, कीटकनाशके आणि तणनाशकांचा व्यापक वापर केल्यामुळे मातीचा न्हास, जल संसाधनांचे प्रदूषण आणि जैवविविधतेचे नुकसान झाले.
- विशेषतः भारत आणि पाकिस्तानसारख्या प्रदेशांमध्ये सिंचनासाठी पाण्याचा अतिवापर केल्यामुळे भूजल संसाधनांची घट झाली आणि मातीचे क्षारीकरण (salinization) झाले.
- हरित क्रांतीदरम्यान प्रोत्साहन दिलेल्या सघन शेती पद्धतीमुळे परिसंस्था आणि मातीचे आरोग्य नष्ट होण्यास हातभार लागला.

२. सामाजिक असमानता (Social Inequality)

- हरित क्रांतीचे फायदे समान प्रमाणात वितरित झाले नाहीत. भांडवल, सिंचन पायाभूत सुविधा आणि आधुनिक तंत्रज्ञान सहज उपलब्ध असलेल्या मोठ्या आणि श्रीमंत शेतकऱ्यांनी नवीन पद्धती अधिक सहजपणे स्वीकारल्या, तर गरीब शेतकरी अनेकदा मागे राहिले.
- पतपुरवठा किंवा तंत्रज्ञान नसलेले लहान शेतकरी मोठ्या, अधिक भांडवल-सधन शेतांशी स्पर्धा करू शकले नाहीत, ज्यामुळे ते अधिक कर्जबाजारी झाले.

३. एकसंद्रिय पीक पद्धती आणि जैवविविधतेचे नुकसान (Monoculture and Loss of Biodiversity)

- गहू आणि भात यांसारख्या काही उच्च उत्पन्न देणाऱ्या पिकांवर लक्ष केंद्रित केल्यामुळे एकसंद्रिय शेतीची पद्धत व्यापक झाली. या पद्धतीमुळे कृषी जैवविविधता कमी झाली आणि पिके रोगांच्या प्रादुर्भावासाठी अधिक संवेदनशील बनली.
- जनुकीयदृष्ट्या एकसमान पीक वाणांचा वापर केल्यामुळे ती कीटक किंवा रोगांना अधिक संवेदनशील झाली, ज्यामुळे काही प्रकरणांमध्ये पीक अपयश आले.

४. बाह्य निविष्टांवर अवलंबित्व (Dependency on External Inputs)

- हरित क्रांतीमुळे शेतकरी सिंथेटिक खते, कीटकनाशके आणि सिंचन प्रणाली यांसारख्या बाह्य निविष्टांवर अधिकाधिक अवलंबून राहिले. या निविष्टा अनेकदा खर्चिक होत्या आणि अनेक प्रकरणांमध्ये शेतकऱ्यांना त्या परवडण्यासाठी कर्ज घ्यावे लागले.

- ज्या प्रदेशांमध्ये अशा निविष्टांची उपलब्धता मर्यादित होती, तेथे उच्च उत्पादन देणाऱ्या वाणांचे फायदे पूर्णपणे मिळू शकले नाहीत.

५. पारंपरिक ज्ञानाकडे दुर्लक्ष (Neglect of Traditional Knowledge)

- हरित क्रांतीने अनेकदा पारंपरिक कृषी ज्ञान आणि पद्धतींकडे दुर्लक्ष केले, जे अधिक टिकाऊ आणि स्थानिक वातावरणास अनुकूल होते. काही प्रकरणांमध्ये, नवीन तंत्रज्ञानाच्या परिचयामुळे शतकानुशतके विकसित झालेल्या स्थानिक शेती पद्धतींचे विस्थापन झाले.

हवामान-अनुकूल शेती (CSA) (Climate-Smart Agriculture - CSA)

व्याख्या (Definition)

- हवामान-अनुकूल शेती (Climate-Smart Agriculture - CSA) हा शेतीसाठीचा असा एक दृष्टिकोन आहे जो टिकाऊ पद्धतीने कृषी उत्पादकता वाढवतो, लवचिकता वाढवतो, हरितगृह वायूंचे उत्सर्जन कमी करतो आणि अन्न सुरक्षा सुनिश्चित करतो.
- याला FAO (Food and Agriculture Organization - अन्न आणि कृषी संघटना) द्वारे २०१० मध्ये प्रोत्साहन देण्यात आले.

CSA चे उद्दिष्ट्ये (Objectives of CSA)

- उत्पादकता (Productivity): अन्न आणि पोषणाच्या मागण्या पूर्ण करण्यासाठी टिकाऊ पद्धतीने कृषी उत्पादन वाढवणे.
- अनुकूलन (Adaptation): हवामानातील बदल आणि आपत्तींना तोंड देण्यासाठी शेतकरी, पिके आणि पशुधनाची लवचिकता बळकट करणे.
- शमन (Mitigation): शेतीतून होणारे हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करणे आणि कार्बन सिंक (माती, झाडे) वाढवणे.

प्रमुख पद्धती आणि तंत्रे (Key Practices and Techniques)

• पीक व्यवस्थापन (Crop Management)

- दुष्काळ/उष्णता/पूर-प्रतिरोधक पिकांचे वाण.
- लवचिकतेसाठी पीक विविधीकरण (Diversification) आणि आंतरपीक (Intercropping).
- पाण्याच्या कार्यक्षमतेसाठी भात सघनता प्रणाली (System of Rice Intensification - SRI).
- एकात्मिक कीड व्यवस्थापन (Integrated Pest Management - IPM).

• माती आणि जल व्यवस्थापन (Soil and Water Management)

- मातीचे आरोग्य राखण्यासाठी संवर्धनात्मक नांगरट (Conservation tillage) आणि शून्य नांगरट (zero tillage).
- पाणी वाचवण्यासाठी अचूक सिंचन (Precision irrigation - ठिबक/तुषार सिंचन).
- पावसाचे पाणी साठवण आणि जलग्रहण क्षेत्र व्यवस्थापन (watershed management).
- आच्छादन (mulching), आच्छादक पिके (cover crops) आणि सेंद्रिय खताद्वारे माती कार्बनचे विलगीकरण (Soil carbon sequestration).

• पशुधन आणि मत्स्यव्यवसाय (Livestock and Fisheries)

- उष्णता तणावापासून (heat stress) प्रतिरोधक असलेल्या सुधारित पशुधनाच्या जाती.
- उत्तम चारा व्यवस्थापन आणि बायोगॅसचा वापर.
- टिकाऊ मत्स्यपालन आणि हवामान-लवचिक किनारपट्टीवरील शेती.

• तंत्रज्ञान आणि नवोपक्रम (Technology and Innovation)

- शेतकऱ्यांसाठी ICT-आधारित हवामान सल्ला.
- पीक निरीक्षणासाठी रिमोट सेन्सिंग आणि GIS (भौगोलिक माहिती प्रणाली).
- शेतीत सौर ऊर्जेवर चालणारे पंप, शीतगृह आणि अक्षय ऊर्जा वापरणे.

CSA चे फायदे (Benefits of CSA)

- अन्न आणि पोषण सुरक्षा सुनिश्चित करते.
- दुष्काळ आणि पूर यांसारख्या हवामान धक्क्यांसाठी संवेदनशीलता कमी करते.
- संसाधन कार्यक्षमता (पाणी, माती, खताचा वापर) वाढवते.
- हवामान बदलाच्या शमन कार्यात योगदान देते.
- ग्रामीण उपजीविका आणि उत्पन्नाची स्थिरता बळकट करते.

अंमलबजावणीतील आव्हाने (Challenges in Implementation)

- लहान शेतकऱ्यांसाठी उच्च प्रारंभिक खर्च (High initial costs).
- जागरूकता आणि तांत्रिक माहितीचा (technical know-how) अभाव.
- विखडित भू-धारणांमुळे (Fragmented landholdings) यांत्रिकीकरण मर्यादित होते.
- CSA पद्धती मोठ्या प्रमाणावर लागू करण्यासाठी धोरण आणि संस्थात्मक त्रुटी.

- जोखीम-प्रवण शेतकऱ्यांसाठी अपुरा पतपुरवठा आणि विमा संरक्षण.

भारतातील CSA (CSA in India)

- NAPCC (National Action Plan on Climate Change) अंतर्गत शाश्वत शेतीवर राष्ट्रीय मोहीम (National Mission on Sustainable Agriculture - NMSA).
- संतुलित खतांच्या वापरासाठी माती आरोग्य पत्रिका योजना (Soil Health Card Scheme).
- सिंचन कार्यक्षमतेसाठी प्रधानमंत्री कृषी सिंचन योजना (Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana - PMKSY).
- सेंद्रिय शेतीसाठी परंपरागत कृषी विकास योजना (Paramparagat Krishi Vikas Yojana - PKVY).
- ICAR (Indian Council of Agricultural Research) द्वारे हवामान-लवचिक गावे (Climate-Resilient Villages) पायलट प्रकल्प.
- पीक विविधीकरण कार्यक्रम (भरड धान्य, डाळी).

पुढील दिशा (Way Forward)

- CSA चे राष्ट्रीय आणि राज्य कृषी धोरणांमध्ये एकीकरण.
- हवामान-लवचिक पिकांसाठी संशोधन आणि विस्तार सेवा बळकट करणे.
- CSA तंत्रज्ञान मोठ्या प्रमाणावर लागू करण्यासाठी सार्वजनिक-खाजगी भागीदारीस प्रोत्साहन देणे.
- जोखीम-प्रवण शेतकऱ्यांसाठी पीक विमा आणि पतपुरवठा वाढवणे.
- लहान शेतकऱ्यांचा समावेश करण्यासाठी समुदाय-आधारित आणि सहकारी मॉडेलला प्रोत्साहन देणे.
- CSA ला SDG 2 (दारिद्र्य निर्मूलन), SDG 13 (हवामान कृती) आणि SDG 15 (भूभागावरील जीवन) शी जोडणे.

उद्योगांच्या स्थानावर परिणाम करणारे घटक (Factors Influencing Location of Industry)

उद्योगांचे स्थान नैसर्गिक, आर्थिक, सामाजिक आणि राजकीय स्वरूपाच्या अनेक घटकांद्वारे प्रभावित होते. प्रादेशिक विकासासाठी या घटकांना समजून घेणे महत्त्वपूर्ण आहे, कारण विशिष्ट क्षेत्रांमध्ये उद्योगांचे एकत्रीकरण आर्थिक वाढीस चालना देऊ शकते, श्रम बाजारपेठांवर परिणाम करू शकते आणि प्रादेशिक भूभाग घडवू शकते.

उद्योगांच्या स्थानावर परिणाम करणारे घटक (Factors Influencing the Location of Industries)

अ. भौतिक आणि पर्यावरणीय घटक (Physical and Environmental Factors)

- कच्च्या मालाची उपलब्धता (Availability of Raw Materials):
 - कच्च्या मालाची जवळीक हा औद्योगिक स्थानावर परिणाम करणारा एक सर्वात महत्त्वाचा घटक आहे. जे उद्योग जड किंवा वजन कमी करणाऱ्या (weight-losing) कच्च्या मालावर मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून असतात, जसे की खाणकाम (mining), पोलाद (steel) किंवा कागद उत्पादन, त्यांच्यासाठी कच्च्या मालाच्या स्रोताजवळ स्थान निवडणे अधिक किफायतशीर असते.
 - उदाहरणार्थ: पोलाद उद्योग अनेकदा लोहखनिजाच्या खाणीजवळ स्थित असतात, जसे की भारतातील छोटा नागपूर पठार किंवा पिट्सबर्ग, अमेरिका, जिथे कोळसा आणि लोहखनिजाच्या साठ्यामुळे पोलाद उद्योगाचा उदय झाला.
- वाहतूक (Transportation):
 - वाहतूक पायाभूत सुविधांची (Transport infrastructure - रस्ते, रेल्वे, बंदरे, विमानतळ) सहज उपलब्धता उद्योगांसाठी कच्चा माल कार्यक्षमतेने मिळवण्यासाठी आणि तयार उत्पादने पाठवण्यासाठी आवश्यक आहे. उद्योगांचे स्थान अनेकदा वाहतूक केंद्रांच्या जवळीकतेवर अवलंबून असते.
 - उदाहरणार्थ: शांघाय किंवा रॉटरडॅम सारखी बंदरे जागतिक शिपिंग केंद्र म्हणून त्यांच्या धोरणात्मक स्थानामुळे मोठी औद्योगिक केंद्रे बनली आहेत.
- हवामान आणि हवामान स्थिती (Climate and Weather):
 - काही उद्योग हवामानास संवेदनशील असतात. उदाहरणार्थ, कृषी उद्योग (उदा. अन्न प्रक्रिया, तंबाखू, वस्त्रोद्योग) अनेकदा कृषी उत्पादनासाठी अनुकूल हवामान असलेल्या

प्रदेशांमध्ये स्थित असतात.

- उदाहरणार्थ: भारतातील काही भागांतील सुती वस्त्रोद्योग कापूस-उत्पादक प्रदेशाजवळ स्थित आहेत, ज्यामुळे कापूस लागवडीसाठी योग्य हवामानाचा फायदा मिळतो.
- जमीन आणि जागा (Land and Space):
 - विस्तारासाठी पुरेशी जागा आणि बांधकामातील सुलभता हे महत्त्वाचे विचार आहेत. ज्या उद्योगांना कारखाने, साठवणूक आणि सहाय्यक सेवांसाठी (ancillary services - उदा. ऑटोमोबाइल किंवा रासायनिक उद्योग) मोठी जमीन आवश्यक असते, ते अनेकदा ग्रामीण किंवा उपनगरीय भागांना प्राधान्य देतात.
 - उदाहरणार्थ: जपानमधील टोयोटा किंवा अमेरिकेतील फोर्ड सारखे ऑटोमोबाइल उत्पादन उद्योग अशा भागात स्थित आहेत जिथे जमीन परवडणारी आणि सुलभ आहे.

ब. आर्थिक घटक (Economic Factors)

१. श्रमाची उपलब्धता (Availability of Labor):

- बहुतांश उद्योगांसाठी श्रम (Labor) हा सर्वात महत्त्वपूर्ण खर्चापैकी एक आहे. स्वस्त आणि कुशल श्रमाची उपलब्धता उद्योगांच्या स्थानावर परिणाम करते. वस्त्रोद्योग किंवा इलेक्ट्रॉनिक्स सारखे काही उद्योग अनेकदा परवडणाऱ्या श्रमाचा मोठा पुरवठा असलेल्या ठिकाणांची निवड करतात.
- उदाहरणार्थ: कमी खर्चाच्या श्रमाच्या उपलब्धतेमुळे अनेक वस्त्रोद्योग दक्षिण आशियात (उदा. बांगलादेश, भारत) स्थित आहेत.

२. ऊर्जा पुरवठा (Energy Supply):

- जे उद्योग ऊर्जा-सघन आहेत (जसे की ॲल्युमिनियम उत्पादन, पोलाद उत्पादन आणि रासायनिक उद्योग), ते पुरेशा आणि स्वस्त ऊर्जा स्रोतांची (उदा. जलविद्युत शक्ती किंवा कोळसा) उपलब्धता असलेल्या स्थानांना प्राधान्य देतात.
- उदाहरणार्थ: नॉर्वेतील ॲल्युमिनियम उद्योग कमी खर्चाची आणि पुरेशी वीज मिळवण्यासाठी जलविद्युत प्रकल्पाजवळ स्थित आहे.

३. भांडवलाची उपलब्धता (Capital Availability):

- आर्थिक संसाधनांची उपलब्धता आणि गुंतवणूक संस्थांची (उदा. बँका, उद्यम भांडवल - venture capital, किंवा सरकारी अनुदान) उपस्थिती औद्योगिक स्थानावर परिणाम करू शकते. वित्तीय केंद्रांच्या (financial hubs) जवळीकतेमुळे कंपन्यांना त्यांच्या कार्यासाठी आणि विस्तारासाठी निधी मिळवणे सोपे होते.
- उदाहरणार्थ: उद्यम भांडवल (venture capital funding) आणि वित्तीय सेवांच्या उपलब्धतेमुळे अमेरिकेतील सिलिकॉन व्हॅली एक प्रमुख तंत्रज्ञान केंद्र बनले.

४. बाजारपेठेत प्रवेश (Market Access):

- अंतिम ग्राहक बाजारपेठेची जवळीक महत्त्वाची आहे, विशेषतः जे उद्योग नाशवंत वस्तू तयार करतात किंवा ज्यांचा वाहतूक खर्च जास्त आहे. नाशवंत वस्तू (उदा. दुग्धजन्य पदार्थ, फळे आणि भाज्या) हाताळणारे उद्योग अनेकदा शहरी केंद्रे किंवा कृषी क्षेत्राजवळ स्थित असतात.
- उदाहरणार्थ: कॅलिफोर्नियातील अन्न प्रक्रिया उद्योगाला कृषी उत्पादन आणि अमेरिकेतील शहरी बाजारपेठा या दोन्हीच्या जवळीकतेचा फायदा मिळतो.

उद्योगांच्या स्थानावर परिणाम करणारे घटक (Factors Influencing Location of Industry)

क. तांत्रिक घटक (Technological Factors)

१. तांत्रिक कौशल्याची उपलब्धता (Availability of Technological Expertise):

- उद्योग अनेकदा तांत्रिक कौशल्य किंवा संशोधन आणि विकास (R&D) पायाभूत सुविधांच्या उपलब्धतेवर आधारित स्थाने निवडतात. उच्च-तंत्रज्ञान (High-tech) उद्योगांना, जसे की इलेक्ट्रॉनिक्स, औषधनिर्मिती आणि सॉफ्टवेअर, कुशल कामगार आणि संशोधन संस्थांची आवश्यकता असते.
- उदाहरणार्थ: अमेरिकेतील सिलिकॉन व्हॅली हे याचे उत्तम उदाहरण आहे, जिथे तंत्रज्ञान कंपन्या, विद्यापीठे आणि नवकल्पना (innovation) एकत्र आल्यामुळे माहिती तंत्रज्ञान आणि इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योगांसाठी एक केंद्र निर्माण झाले आहे.

२. नवकल्पना आणि पायाभूत सुविधा (Innovation and Infrastructure):

- संशोधन सुविधा, नवकल्पना केंद्रे आणि तांत्रिक विकासासाठी आवश्यक पायाभूत सुविधा उच्च-तंत्रज्ञान उद्योगांना आकर्षित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात. विकसित विद्यापीठे आणि संशोधन उद्याने असलेले क्षेत्र जैवतंत्रज्ञान, औषधनिर्मिती आणि माहिती तंत्रज्ञान (IT) उद्योगांसाठी आकर्षक ठिकाणे ठरतात.
- उदाहरणार्थ: केंब्रिज, यूके, येथील जागतिक दर्जाची विद्यापीठे आणि संशोधन संस्थांमुळे ते बायोटेक उद्योगांचे प्रमुख केंद्र बनले आहे.

ड. राजकीय आणि सामाजिक घटक (Political and Social Factors)

१. शासकीय धोरणे आणि प्रोत्साहन (Government Policies and Incentives):

- सरकारी प्रोत्साहन, जसे की कर सवलती (tax breaks), अनुदान किंवा विशेष आर्थिक क्षेत्रे (SEZs), औद्योगिक स्थानावर लक्षणीय

परिणाम करू शकतात. राजकीय स्थिरता आणि अनुकूल नियम देखील या निर्णयांमध्ये भूमिका बजावतात.

- उदाहरणार्थ: दुबई हे परदेशी गुंतवणुकीला, करमुक्त क्षेत्रांना आणि पायाभूत सुविधांच्या विकासाला प्रोत्साहन देणाऱ्या सरकारी धोरणांमुळे एक औद्योगिक केंद्र बनले आहे.

२. नियामक पर्यावरण (Regulatory Environment):

- कठोर पर्यावरणीय नियम किंवा श्रम कायदे औद्योगिक स्थान निर्णयांवर परिणाम करू शकतात. ज्या उद्योगांचा पर्यावरणावर मोठा परिणाम होतो (उदा. रासायनिक प्रकल्प किंवा वीज केंद्रे), ते कमी कठोर पर्यावरणीय नियम असलेल्या किंवा शहरी भागाबाहेरील ठिकाणी स्थित असू शकतात.
- उदाहरणार्थ: चीनमधील अनेक जड उद्योग पाश्चात्य देशांच्या तुलनेत कमी पर्यावरणीय नियम असलेल्या प्रदेशांमध्ये स्थित आहेत, ज्यामुळे त्यांचे कार्यकारी खर्च कमी होतात.

३. सामाजिक घटक (Social Factors):

- शिक्षित कार्यबलाची उपलब्धता, जीवनाची गुणवत्ता आणि अगदी कुटुंबाची जवळीक यांसारखे सामाजिक घटक उद्योगांच्या स्थानावर परिणाम करू शकतात, विशेषतः जेथे अत्यंत कुशल श्रमशक्ती समाविष्ट असते. हा घटक ज्ञान-आधारित उद्योगांमध्ये, जसे की माहिती तंत्रज्ञान आणि वित्त, अधिक महत्त्वाचा असतो.
- उदाहरणार्थ: भारतातील बेंगळूरू हे त्याच्या कुशल कामगारांच्या मोठ्या समूहामुळे आणि शैक्षणिक संस्थांमुळे माहिती तंत्रज्ञान उद्योगाचे केंद्र बनले आहे.

इ. ऐतिहासिक आणि सांस्कृतिक घटक (Historical and Cultural Factors)

१. ऐतिहासिक वारसा (Historical Legacy):

- अनेक औद्योगिक स्थानांना ऐतिहासिक महत्त्व आहे, जिथे स्रोतांची जवळीक, बाजारपेठा किंवा वाहतूक यांसारख्या अनुकूल सुरुवातीच्या परिस्थितीमुळे उद्योग कालांतराने विकसित झाले. या प्रदेशांमध्ये वारसा मिळालेल्या पायाभूत सुविधा असू शकतात ज्या औद्योगिक गतिविधींना सातत्याने आधार देत राहतात.
- उदाहरणार्थ: औद्योगिक क्रांतीदरम्यान मॅंचेस्टर, यूके हे वस्त्रोद्योगाचे केंद्र बनले आणि आजही तिथे औद्योगिक गतिविधीचा वारसा आहे, जरी आता लक्ष बदलले आहे.

२. सांस्कृतिक प्राधान्ये (Cultural Preferences):

- काही प्रकरणांमध्ये, सामुदायिक परंपरा, स्थानिक कौशल्ये किंवा अगदी ग्राहक प्राधान्ये यांसारखे सांस्कृतिक घटक औद्योगिक विकासाला मार्गदर्शन करू शकतात. जे उद्योग विशिष्ट स्थानिक उत्पादनांशी किंवा सेवांशी संबंधित आहेत, ते खोलवर रुजलेला सांस्कृतिक संबंध असलेल्या प्रदेशांमध्ये भरभराट करतात.

- उदाहरणार्थ: राजस्थान, भारतातील हस्तकला उद्योग किंवा मिलानमधील इटलीचा फॅशन उद्योग ही दीर्घकाळ चाललेल्या परंपरांनी आकार दिलेल्या सांस्कृतिक उद्योगांची उदाहरणे आहेत.

प्रमुख औद्योगिक पट्टे (Major Industrial Belts)

औद्योगिक पट्टे (Industrial belts) म्हणजे औद्योगिक गतिविधीचे केंद्रित क्षेत्र होय, जे सामान्यतः अनुकूल भौतिक, आर्थिक आणि सामाजिक परिस्थिती असलेल्या प्रदेशांमध्ये स्थित असतात. हे क्षेत्र कच्च्या मालाची उपलब्धता, पायाभूत सुविधा, श्रम, बाजारपेठेतील प्रवेश आणि सरकारी धोरणे यांसारख्या घटकांनी प्रभावित होऊन उद्योगांच्या समूहीकरणातून उदयास येतात.

भारतातील प्रमुख औद्योगिक पट्टे (Major Industrial Belts in India)

भारतात अनेक प्रमुख औद्योगिक पट्टे आहेत जे देशाची विविध भौगोलिक स्थिती, संसाधनांची उपलब्धता आणि विकासाचे स्वरूप दर्शवतात. हे औद्योगिक प्रदेश सामान्यतः वस्त्रोद्योग, पोलाद, ऑटोमोबाईल्स आणि रसायने यांसारख्या विशिष्ट उद्योगांच्या एकाग्रतेने ओळखले जातात. भारतातील प्रमुख औद्योगिक पट्टे खालीलप्रमाणे आहेत:

अ. मुंबई-पुणे औद्योगिक पट्टा (महाराष्ट्र) (Mumbai-Pune Industrial Belt - Maharashtra)

- **स्थान:** मुंबई, ठाणे, नवी मुंबई, पुणे आणि आसपासच्या प्रदेशांमध्ये पसरलेला आहे.
- **उद्योग:** हा पट्टा पेट्रोकेमिकल्स, ऑटोमोबाईल्स, अभियांत्रिकी, इलेक्ट्रॉनिक्स, वस्त्रोद्योग आणि रासायनिक उत्पादन यांसारख्या उद्योगांचे केंद्र आहे.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - मुंबईची जवळीक, जे एक प्रमुख बंदर शहर आहे आणि आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांमध्ये सहज प्रवेश प्रदान करते.
 - वाहतूक, दूरसंचार आणि वीज यासह उत्तम विकसित पायाभूत सुविधा.
 - कुशल श्रमांची उपस्थिती आणि आयआयटी मुंबई (IIT Bombay) सारख्या शैक्षणिक संस्थांची जवळीक, ज्यामुळे नवकल्पनांना प्रोत्साहन मिळते.
 - मुंबई प्रदेश भारताचे आर्थिक केंद्र म्हणूनही ओळखला जातो, जो मोठ्या प्रमाणात गुंतवणूक आकर्षित करतो.
- **उदाहरण:** पुण्यातील ऑटोमोबाईल उद्योग, ज्याला अनेकदा "भारताचे डेट्रॉइट" (Detroit of India) म्हणून संबोधले जाते, येथे टाटा मोटर्स, महिंद्रा अँड महिंद्रा आणि फोक्सवॉगन (Volkswagen) सारख्या प्रमुख उत्पादक कंपन्या आहेत.

ब. अहमदाबाद-वडोदरा औद्योगिक पट्टा (गुजरात) (Ahmedabad-Vadodara Industrial Belt - Gujarat)

- **स्थान:** गुजरात मध्ये अहमदाबाद, वडोदरा आणि आसपासच्या प्रदेशांमध्ये पसरलेला आहे.
- **उद्योग:** प्रामुख्याने वस्त्रोद्योग, पेट्रोकेमिकल्स, अभियांत्रिकी वस्तू (engineering goods), औषधनिर्मिती, रसायने आणि ऑटोमोबाईल्स वर केंद्रित आहे.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - अहमदाबाद हे भारतातील प्रमुख वस्त्रोद्योग केंद्रांपैकी एक आहे, विशेषतः सुती वस्त्रोद्योगासाठी ओळखले जाते.
 - गुजरातमध्ये व्यवसायासाठी अनुकूल वातावरण आहे, ज्यात तुलनेने कमी कामगार अशांतता (labor unrest) आणि मजबूत पायाभूत सुविधा आहेत, ज्यामुळे ते मोठ्या उद्योगांसाठी आकर्षक आहे.
 - या पट्ट्याला कांडला (Kandla) आणि मुंद्रा (Mundra) सारख्या बंदरांची सहज उपलब्धता असल्यामुळे आंतरराष्ट्रीय व्यापारास सुविधा मिळते.
 - रिलायन्स इंडस्ट्रीज (पेट्रोकेमिकल्स), टॉरेंट फार्मास्युटिकल्स (Torrent Pharmaceuticals) आणि निरमा (Nirma) सारख्या प्रमुख कंपन्या या पट्ट्यात स्थित आहेत.



भारतातील प्रमुख औद्योगिक पट्टे (Major Industrial Belts in India)

क. चेन्नई-बंगळूर औद्योगिक पट्टा (तमिळनाडू आणि कर्नाटक) (Chennai-Bengaluru Industrial Belt - Tamil Nadu & Karnataka)

- **स्थान:** चेन्नई (तमिळनाडू) पासून बंगळूर (कर्नाटक) पर्यंत विस्तारलेला आहे.
- **उद्योग:** यामध्ये ऑटोमोबाइल उत्पादन, इलेक्ट्रॉनिक्स, सॉफ्टवेअर विकास, वस्त्रोद्योग आणि अभियांत्रिकी वस्तू यांचा समावेश होतो.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - चेन्नई प्रदेश हुंडाई, फोर्ड आणि रेनॉल्ट (Renault) सारख्या कंपन्यांच्या प्रकल्पांमुळे ऑटोमोबाइल उत्पादनाचे मोठे केंद्र आहे.
 - बंगळूर, भारताची सिलिकॉन व्हॅली म्हणून ओळखले जाते, जो येथील माहिती तंत्रज्ञान (IT) आणि सॉफ्टवेअर उद्योगासाठी प्रसिद्ध आहे.
 - कर्नाटक आणि तमिळनाडू या दोन्ही राज्यांना उत्तम वाहतूक जाळ्याचा (rail and road) फायदा मिळतो, ज्यामुळे ते भारताच्या औद्योगिकीकरणातील प्रमुख खेळाडू आहेत.
 - HAL (Hindustan Aeronautics Limited) सारख्या कंपन्यांमुळे बंगळूरमध्ये एक सजीव विमान आणि वैमानिक उद्योग देखील आहे.

ड. कोलकाता-हल्दिया औद्योगिक पट्टा (पश्चिम बंगाल) (Kolkata-Haldia Industrial Belt - West Bengal)

- **स्थान:** कोलकाता, हल्दिया आणि आसपासच्या प्रदेशांचा समावेश होतो.
- **उद्योग:** लोह आणि पोलाद, अभियांत्रिकी वस्तू, रसायने, पेट्रोकेमिकल्स आणि जहाज बांधणी यांसारख्या जड उद्योगांसाठी ओळखले जाते.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - कोलकाता हे भारतातील सर्वात जुन्या औद्योगिक केंद्रांपैकी एक आहे, जे ताग गिरण्या (jute mills), पोलाद उत्पादन आणि जहाज बांधणीवर केंद्रित आहे.
 - हल्दिया, एक प्रमुख बंदर शहर आहे, जे इंडियन ऑइल कॉर्पोरेशन (Indian Oil Corporation) रिफायनरीच्या उपस्थितीमुळे पेट्रोकेमिकल आणि रासायनिक उद्योगांसाठी महत्वाचे केंद्र आहे.
 - हुगळी नदी मालाच्या सुलभ वाहतुकीस मदत करते, ज्यामुळे औद्योगिक वाढीत योगदान मिळते.

इ. जमशेदपूर औद्योगिक पट्टा (झारखंड) (Jamshedpur Industrial Belt - Jharkhand)

- **स्थान:** झारखंड, भारतातील जमशेदपूर येथे स्थित आहे.
- **उद्योग:** लोह आणि पोलाद उत्पादन, अभियांत्रिकी वस्तू आणि धातू-आधारित उद्योग.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - जमशेदपूर हे टाटा स्टीलचे घर आहे, जी भारतातील सर्वात मोठी पोलाद उत्पादक कंपनी आहे.
 - या प्रदेशात लोहखनिज आणि कोळशाचा मुबलक साठा आहे, ज्यामुळे ते पोलाद उत्पादनासाठी आदर्श आहे.
 - दामोदर नदीच्या जवळीकतेमुळे वाहतुकीस मदत होते, तर पूर्व रेल्वे बाजारपेठांशी कनेक्टिव्हिटी प्रदान करते.

फ. सुरत औद्योगिक पट्टा (गुजरात) (Surat Industrial Belt - Gujarat)

- **स्थान:** गुजरात मधील सुरत शहर.
- **उद्योग:** वस्त्रोद्योगासाठी ओळखले जाते, विशेषतः सिंथेटिक वस्त्रोद्योगासाठी, तसेच हिरे पॉलिशिंगसाठी (diamond polishing).
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - सुरत हे जगातील सिंथेटिक वस्त्रोद्योग आणि हिरे कटिंग आणि पॉलिशिंगच्या सर्वात मोठ्या केंद्रांपैकी एक आहे.
 - सुरत बंदराच्या जवळीकतेमुळे आंतरराष्ट्रीय व्यापारास सुविधा मिळते.

जगभरातील प्रमुख औद्योगिक पट्टे (Major Industrial Belts Around the Globe)

जागतिक स्तरावर, धोरणात्मक भौगोलिक, आर्थिक आणि राजकीय फायदे असलेल्या प्रदेशांमध्ये औद्योगिक पट्टे तयार झाले आहेत. या पट्ट्यांनी प्रादेशिक आणि जागतिक औद्योगिकीकरणास चालना दिली आहे आणि ते उत्पादन आणि नवकल्पनेची महत्त्वाची केंद्रे आहेत.

अ. पूर्व युनायटेड स्टेट्स (अमेरिका) (The Eastern United States - USA)

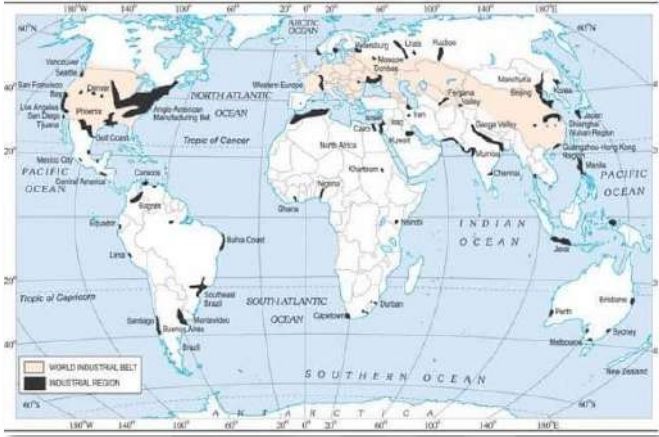
- **स्थान:** न्यूयॉर्क ते शिकागो पर्यंत पसरलेला, आणि पिट्सबर्ग, डेट्रॉइट आणि फिलाडेल्फिया सारख्या शहरांचा समावेश असलेला.
- **उद्योग:** पोलाद, ऑटोमोबाइल्स, रसायने, पेट्रोकेमिकल्स, इलेक्ट्रॉनिक्स आणि औषधनिर्मिती.
- **प्रमुख वैशिष्ट्ये:**
 - रस्ट बेल्ट (Rust Belt - उदा. डेट्रॉइट आणि पिट्सबर्ग) वर एकेकाळी पोलाद आणि ऑटोमोबाइल्स सारख्या जड उद्योगांचे वर्चस्व होते. यापैकी काही उद्योग कमी झाले असले तरी, या प्रदेशाने उच्च-तंत्रज्ञान उद्योगांमध्ये संक्रमण केले

आहे, ज्यात ऑटोमोबाइल उत्पादन (उदा. डेट्रॉइटमधील टेस्ला) आणि तंत्रज्ञान (उदा. सिलिकॉन व्हॅली) समाविष्ट आहे.

- न्यूयॉर्क हे एक प्रमुख वित्तीय आणि सेवा उद्योग केंद्र आहे.

ब. ग्रेट लेक्स औद्योगिक पट्टा (कॅनडा आणि अमेरिका) (The Great Lakes Industrial Belt - Canada & USA)

- स्थान: ग्रेट लेक्सच्या आसपास, ज्यात शिकागो, डेट्रॉइट, टोरंटो आणि क्लीव्हलँड यांसारख्या शहरांचा समावेश आहे.
- उद्योग: ऑटोमोबाईल्स, पोलाद, यंत्रसामग्री, विद्युत उपकरणे आणि वस्त्रोद्योग.
- प्रमुख वैशिष्ट्ये:
 - ग्रेट लेक्स लोहखनिज आणि कोळसा यांसारख्या कच्च्या मालाची सहज उपलब्धता प्रदान करतात, जे पोलाद उत्पादन आणि उत्पादनासाठी आवश्यक आहेत.
 - मोठ्या शहरी बाजारपेठांची जवळीक आणि स्थापित वाहतूक पायाभूत सुविधा कार्यक्षम वितरणास मदत करतात.



जगभरातील प्रमुख औद्योगिक पट्टे (Major Industrial Belts Around the Globe)

क. रूहर व्हॅली (जर्मनी) (The Ruhr Valley - Germany)

- स्थान: जर्मनीच्या पश्चिम भागात, विशेषतः ड्युसेलडॉर्फ (Düsseldorf), एसेन (Essen) आणि डॉर्टमुंड (Dortmund) च्या आसपास.
- उद्योग: प्रामुख्याने कोळसा, पोलाद, अभियांत्रिकी आणि रासायनिक उद्योग.
- प्रमुख वैशिष्ट्ये:
 - या प्रदेशात कोळसा आणि लोहखनिजाचा मुबलक साठा आहे, ज्यामुळे ते युरोपमधील औद्योगिक वाढीचे गहन केंद्र बनले.
 - थायसेनक्रूप (ThyssenKrupp) आणि BASF (एक जागतिक रासायनिक कंपनी) सारख्या प्रमुख कॉर्पोरेशन्सचे रूहर

व्हॅली हे घर आहे.

ड. यांगत्झे नदी डेल्टा (चीन) (The Yangtze River Delta - China)

- स्थान: शांघाय, सूझो (Suzhou), हांगझो (Hangzhou) आणि पूर्व चीनमधील आसपासच्या शहरांचा समावेश.
- उद्योग: इलेक्ट्रॉनिक्स, वस्त्रोद्योग, रसायने, ऑटोमोबाईल्स आणि जड उद्योग.
- प्रमुख वैशिष्ट्ये:
 - हा प्रदेश चीनचा आर्थिक पॉवरहाऊस आहे, ज्याला शांघाय बंदराद्वारे आंतरराष्ट्रीय व्यापारात प्रवेश मिळतो, जे जगातील सर्वात व्यस्त बंदरांपैकी एक आहे.
 - या प्रदेशात अत्यंत विकसित औद्योगिक पायाभूत सुविधा आहेत आणि येथे इंटेल (Intel) आणि मायक्रोसॉफ्ट (Microsoft) सारख्या जागतिक तंत्रज्ञान कंपन्या आहेत.
 - झेजियांग (Zhejiang) आणि जियांग्सू (Jiangsu) प्रांत देखील येथे आहेत, जे इलेक्ट्रॉनिक्स उत्पादनाचे महत्वाचे केंद्र आहेत.

इ. कन्साई औद्योगिक पट्टा (जपान) (Kansai Industrial Belt - Japan)

- स्थान: ओसाका, कोबे आणि क्योटो (Kyoto) शहरांभोवती केंद्रित.
- उद्योग: ऑटोमोबाईल्स, इलेक्ट्रॉनिक्स, जहाज बांधणी आणि पेट्रोकेमिकल्स.
- प्रमुख वैशिष्ट्ये:
 - कोबे (Kobe) सारख्या बंदरांमधून कच्चा माल आणि जागतिक बाजारपेठांमध्ये प्रवेश असल्यामुळे कन्साई प्रदेशाचा विकास झाला आहे.
 - पॅनासोनिक (Panasonic) सारख्या कंपन्यांचे मुख्यालय या प्रदेशात असल्यामुळे ओसाका हे वस्त्रोद्योग आणि इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योगांचे प्रमुख केंद्र आहे.

फ. साओ पावलो औद्योगिक पट्टा (ब्राझील) (Sao Paulo Industrial Belt - Brazil)

- स्थान: आग्नेय ब्राझीलमधील साओ पावलोच्या आसपास.
- उद्योग: ऑटोमोबाईल्स, वस्त्रोद्योग, पोलाद, अन्न प्रक्रिया आणि पेट्रोकेमिकल्स.
- प्रमुख वैशिष्ट्ये:
 - साओ पावलो हे ब्राझीलचे सर्वात मोठे औद्योगिक केंद्र आहे आणि देशाच्या औद्योगिक उत्पादनाच्या महत्त्वपूर्ण भागासाठी ते जबाबदार आहे.
 - या प्रदेशाला मोठ्या देशांतर्गत आणि आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांच्या जवळीकतेचा तसेच मजबूत पायाभूत

- सुविधांचा फायदा मिळतो.

तेल उद्योग Oil Industry

तेल उद्योग जागतिक अर्थव्यवस्थेतील सर्वात महत्त्वाच्या क्षेत्रांपैकी एक आहे, जो ऊर्जेच्या गरजा, वाहतूक, उद्योग आणि भू-राजकारणात महत्त्वपूर्ण योगदान देतो. भूगर्भशास्त्र, तंत्रज्ञान, राजकारण आणि बाजारपेठेतील मागणीनुसार तेलाचे वितरण आणि उत्पादन जगभर मोठ्या प्रमाणात बदलते.

तेल उद्योगाचे जागतिक वितरण (Global Distribution of the Oil Industry)

१. तेलाचे साठे (Oil Reserves)

तेलाचे साठे म्हणजे सध्याच्या तंत्रज्ञानामुळे आर्थिकदृष्ट्या काढता येण्याजोग्या कच्चे तेल च्या अंदाजित प्रमाणाचा संदर्भ होय. हे साठे जगभर असमानपणे वितरीत झालेले आहेत.

- **मध्य पूर्व (Middle East):** हा सर्वात मोठा तेल उत्पादक प्रदेश आहे, ज्यात जगातील सिद्ध तेल साठ्यांपैकी (proven oil reserves) सुमारे ३०% साठा आहे. सौदी अरेबिया, इराक, इराण, संयुक्त अरब अमिराती आणि कुवेत यांसारख्या देशांमध्ये तेलाचे प्रचंड साठे आहेत. विशेषतः सौदी अरेबिया हा जगातील सर्वात मोठा तेल निर्यातदार आहे आणि त्याचे उत्पादन खर्च सर्वात स्वस्त आहे.
- **व्हेनेझुएला (Venezuela):** व्हेनेझुएलाकडे जगातील सर्वात मोठा सिद्ध तेल साठा आहे, जरी त्यातील बराचसा साठा जड कच्चे तेल आहे, जे शुद्ध करणे कठीण आणि खर्चिक आहे.
- **रशिया (Russia):** सायबेरिया आणि आर्क्टिक प्रदेशात मोठ्या साठ्यामुळे रशिया साठे आणि उत्पादन या दोन्हीमध्ये उच्च स्थानावर आहे.
- **उत्तर अमेरिका (North America):** युनायटेड स्टेट्स (U.S.) आणि कॅनडा या दोघांकडे मोठे साठे आहेत, U.S. हा शेल तेलामुळे (shale oil) एक प्रमुख उत्पादक आहे. कॅनडामध्ये, विशेषतः अल्बर्टा मध्ये, तेलाच्या वाळूचे (oil sands) प्रचंड साठे आहेत.
- **आफ्रिका (Africa):** नायजेरिया, अंगोला आणि लिबिया यांसारख्या देशांमध्येही तेलाचे मोठे साठे आहेत.

२. तेल उत्पादन (Oil Production)

तेल उत्पादन म्हणजे जमिनीतून, ऑफशोर प्लॅटफॉर्मवरून किंवा तेलाच्या वाळूतून कच्चे तेल काढण्याची प्रक्रिया होय. जागतिक स्तरावर (२०२३ च्या आकडेवारीनुसार) प्रमुख तेल उत्पादक देशांमध्ये यांचा समावेश आहे:

- **युनायटेड स्टेट्स (United States):** शेल तेलाच्या वाढीमुळे U.S. हा जगातील सर्वात मोठा तेल उत्पादक आहे. उत्पादन टेक्सास, नॉर्थ डकोटा, न्यू मेक्सिको आणि अलास्का सारख्या प्रदेशात केंद्रित आहे.
- **सौदी अरेबिया (Saudi Arabia):** सौदी अरेबिया हा जगातील सर्वात मोठा तेल निर्यातदार आहे आणि दररोज सुमारे १०-१२ दशलक्ष बॅरल (bpd) उत्पादन करण्याची क्षमता आहे, बहुतेक उत्पादन घवार फील्ड (Ghawar Field) सारख्या मोठ्या तेल क्षेत्रांतून होते, जे जागतिक स्तरावर सर्वात मोठे पारंपारिक तेल क्षेत्र आहे.
- **रशिया (Russia):** रशिया दररोज साधारणपणे १०-११ दशलक्ष bpd उत्पादन करणारा एक प्रमुख उत्पादक आहे, ज्याचे उत्पादन सायबेरिया आणि कॅस्पियन समुद्राच्या प्रदेशात केंद्रित आहे.
- **कॅनडा (Canada):** कॅनडा अल्बर्टामधील तेल वाळूतून मोठ्या प्रमाणात तेल उत्पादन करतो, ज्याचे दैनिक उत्पादन ४ दशलक्ष bpd पेक्षा जास्त आहे.

३. तेल वापर (Oil Consumption)

तेलाचा वापर असमानपणे पसरलेला आहे, जो प्रदेशांचा आर्थिक विकास आणि त्यांच्या ऊर्जेच्या गरजा दर्शवतो.

- **युनायटेड स्टेट्स (United States):** U.S. हा सर्वात मोठा तेल उपभोक्ता आहे, जो जगाच्या दैनंदिन तेल उत्पादनाच्या सुमारे २०% वापरतो, जरी जागतिक लोकसंख्येत त्याचा वाटा केवळ ४% आहे.
- **चीन (China):** चीन हा जगातील दुसरा सर्वात मोठा तेल उपभोक्ता आहे आणि वाढत्या वाहनांची संख्या आणि औद्योगिकीकरणामुळे त्याचा वापर झपाट्याने वाढत आहे.
- **भारत (India):** मोठी लोकसंख्या आणि विस्तारत असलेली अर्थव्यवस्था यामुळे भारत हा आणखी एक प्रमुख उपभोक्ता आहे, जो वाहतूक, उद्योग आणि वीज निर्मितीसाठी तेलावर अवलंबून आहे.
- **युरोपियन युनियन (European Union):** EU देखील तेलाचा मोठा उपभोक्ता आहे, परंतु पर्यावरणीय धोरणे आणि नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतांकडे वळल्यामुळे अलीकडील वर्षात वापर कमी होत आहे.

४. जागतिक व्यापार आणि किंमत निश्चिती (Global Trade and Pricing)

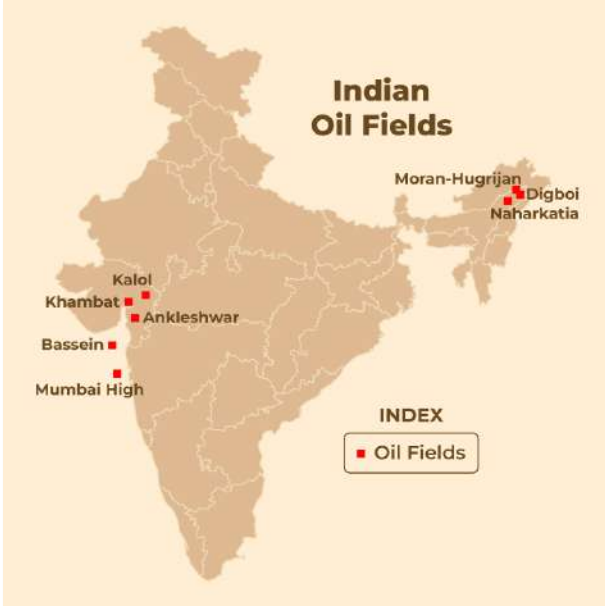
तेलाचा व्यापार जागतिक स्तरावर होतो, ज्याच्या किंमती आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांमध्ये निश्चित केल्या जातात, प्रामुख्याने ब्रेन्ट क्रूड (Brent Crude) आणि वेस्ट टेक्सास इंटरमीडिएट (WTI) बेंचमार्कद्वारे. तेलाची वाहतूक पाईपलाईन, तेल टँकर आणि वाढत्या प्रमाणात द्रवीकृत नैसर्गिक वायू (LNG) वाहकांद्वारे होते.

प्रमुख तेल व्यापार मार्ग आहेत:

- **होर्मुझची सामुद्रधुनी (The Strait of Hormuz):** पर्शियन गल्फला अरबी समुद्राशी जोडते, ज्यातून जगातील सुमारे २०% तेल जाते, बहुतेक सौदी अरेबिया, इराण आणि इराक सारख्या देशांमधून.
- **सुएझ कालवा (The Suez Canal):** भूमध्य समुद्राला तांबड्या समुद्राशी जोडतो, जो मध्य पूर्वेतून युरोप आणि उत्तर अमेरिकेकडे तेल वाहतुकीसाठी महत्वाचा आहे.
- **मलाक्काची सामुद्रधुनी (The Strait of Malacca):** मलेशिया आणि इंडोनेशिया दरम्यान, मध्य पूर्वेतून पूर्व आशियाकडे जाणाऱ्या तेल टँकरसाठी एक महत्त्वपूर्ण मार्ग आहे.

भारतातील तेल उद्योग (The Oil Industry in India)

भारत जगातील सर्वात वेगाने वाढणाऱ्या अर्थव्यवस्थांपैकी एक आहे आणि देशाच्या ऊर्जेच्या गरजा पूर्ण करण्यात तेल उद्योगाची (Oil Industry) महत्त्वपूर्ण भूमिका आहे. भारत युनायटेड स्टेट्स आणि चीन नंतर जगातील तिसरा सर्वात मोठा तेल उपभोक्ता आहे आणि तेलाच्या सर्वात मोठ्या आयातदारांपैकी एक आहे.



१. भारतातील तेलाचे साठे आणि उत्पादन (Oil Reserves and Production in India)

भारतात वापराच्या तुलनेत तेलाचे देशांतर्गत साठे मर्यादित आहेत. देशातील सिद्ध झालेले साठे प्रामुख्याने खालील प्रदेशांमध्ये केंद्रित आहेत:

- **राजस्थान (Rajasthan - बाडमेर खोरे):** हे भारतातील प्रमुख तेल उत्पादक क्षेत्रांपैकी एक आहे. **बाडमेर खोऱ्यात (Barmer Basin)** मोठ्या प्रमाणात साठे सापडले आहेत आणि **केर्न इंडिया (Cairn India - आता वेदांताचा भाग)** सारख्या कंपन्या येथे सक्रिय आहेत.

- **समुद्रकिनारी क्षेत्रे (Offshore Fields - मुंबई हाय):** अरबी समुद्रातील मुंबई हाय (Mumbai High) प्रदेशात भारताचे मोठे समुद्रकिनारी तेल क्षेत्र आहे, जे देशाच्या एकूण तेल उत्पादनात महत्त्वपूर्ण योगदान देते.
- **ईशान्येकडील राज्ये (Northeastern States):** आसाम आणि अरुणाचल प्रदेश मध्ये तुलनेने लहान पण महत्वाचे तेलाचे साठे आहेत. आसाममध्ये १९ व्या शतकापासून तेल उत्पादन सुरू आहे. तथापि, भारताचे देशांतर्गत तेल उत्पादन (सुमारे ९००,००० ते १ दशलक्ष बॅरल प्रति दिन - bpd) मागणी पूर्ण करण्यासाठी अपुरे आहे. परिणामी, भारत आपल्या गरजेच्या जवळजवळ ८०% कच्चे तेल आयात करतो, प्रामुख्याने मध्य पूर्व, आफ्रिका आणि रशिया सारख्या देशांकडून.

२. तेल वापर (Oil Consumption)

शहरीकरण, वाढता मध्यमवर्ग आणि वाहनांची मालकी वाढत असल्यामुळे भारतातील तेलाचा वापर वेगाने वाढत आहे. भारतातील तेलाचे प्रमुख उपभोक्ता खालीलप्रमाणे आहेत:

- **वाहतूक (Transportation):** भारतातील तेल वापराचा सर्वात मोठा वाटा वाहतूक क्षेत्राचा आहे, ज्यात खाजगी कार, बस आणि ट्रक तसेच विमान इंधनाचा समावेश आहे. भारत जगातील तिसरा सर्वात मोठा ऑटोमोबाइल बाजारपेठ आहे.
- **उद्योग (Industry):** पेट्रोकेमिकल्स, खते आणि वीज निर्मितसह विविध औद्योगिक क्षेत्रांमध्येही तेलाचा वापर होतो.
- **स्वयंपाक आणि गरम करणे (Cooking and Heating):** एलपीजी (Liquefied Petroleum Gas) सारख्या पेट्रोलियम उत्पादनांचा वापर घरांमध्ये स्वयंपाकासाठी मोठ्या प्रमाणावर होतो.

३. भारतातील तेल कंपन्या (Oil Companies in India)

भारताच्या तेल उद्योगावर सार्वजनिक क्षेत्रातील कंपन्यांचे वर्चस्व आहे, तरीही खाजगी खेळाडूंची उपस्थितीही लक्षणीय आहे.

- **इंडियन ऑइल कॉर्पोरेशन लिमिटेड (IOCL):** सर्वात मोठी सरकारी तेल कंपनी असून ती शुद्धीकरण (refining), वितरण (distribution) आणि विपणनाचे (marketing) काम करते.
- **भारत पेट्रोलियम कॉर्पोरेशन लिमिटेड (BPCL):** शुद्धीकरण आणि किरकोळ वितरणावर (retail distribution) लक्ष केंद्रित करणारी आणखी एक मोठी सरकारी तेल कंपनी.
- **हिंदुस्तान पेट्रोलियम कॉर्पोरेशन लिमिटेड (HPCL):** IOCL आणि BPCL प्रमाणेच शुद्धीकरण आणि वितरणामध्ये सहभागी असलेली सरकारी कंपनी.
- **रिलायन्स इंडस्ट्रीज (Reliance Industries):** भारतातील तेल आणि वायू क्षेत्रातील सर्वात मोठी खाजगी क्षेत्रातील कंपनी.

गुजरातमधील जामनगर येथे जगातील सर्वात मोठ्या तेल शुद्धीकरण संकुलांपैकी एक आहे.

- ओएनजीसी (ONGC - Oil and Natural Gas Corporation): कच्चे तेल आणि नैसर्गिक वायूची सर्वात मोठी उत्पादक कंपनी, जी समुद्रकिनारी आणि जमिनीवरील संशोधन व उत्पादन गतिविधींमध्ये गुंतलेली आहे.

४. आव्हाने आणि संधी (Challenges and Opportunities)

भारताच्या तेल उद्योगासमोर अनेक आव्हाने आहेत, तरीही सुधारणेच्या मोठ्या संधी उपलब्ध आहेत:

- आयातीवरील अवलंबित्व (Dependence on Imports): तेलाच्या आयातीवर जास्त अवलंबून असल्यामुळे भारत किंमत अस्थिरता आणि तेल-उत्पादक प्रदेशांतील भू-राजकीय तणावांना बळी पडतो.
- पर्यावरणाची चिंता (Environmental Concerns): तेलाच्या वाढत्या वापरामुळे प्रदूषण आणि कार्बन उत्सर्जन वाढते, ज्यामुळे स्वच्छ ऊर्जा स्रोतांकडे वळण्याच्या प्रयत्नांना गती मिळाली आहे.
- संशोधन आणि उत्पादन (Exploration and Production): देशांतर्गत उत्पादन वाढत असले तरी, आर्क्टिक (Arctic) सारख्या अविकसित प्रदेशांमध्ये अधिक गुंतवणुकीची गरज आहे. यासह सौर आणि पवन ऊर्जेसारख्या नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतांकडे वळणे महत्वाचे आहे.
- पायाभूत सुविधा (Infrastructure): वाढत्या मागणीची पूर्तता करण्यासाठी भारत पाईपलाईन, रिफायनरीज आणि साठवण क्षमतांसह तेल आणि वायूच्या पायाभूत सुविधांचा विस्तार करण्यासाठी मोठी गुंतवणूक करत आहे.

पोलाद उद्योग (The Steel Industry)

पोलाद उद्योग (Steel Industry) जागतिक अर्थव्यवस्थेचा एक महत्वाचा घटक (critical component) आहे, जो बांधकाम, ऑटोमोबाइल उत्पादन, पायाभूत सुविधा विकास आणि यंत्रसामग्री उत्पादन यासह अनेक उद्योगांसाठी आधारस्तंभ म्हणून काम करतो. पोलाद उत्पादनामध्ये ब्लास्ट फर्नेस पद्धत, इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस पद्धत आणि इतरांसारख्या विविध प्रक्रियेद्वारे लोहखनिजाचे पोलादात रूपांतर करणे समाविष्ट असते.

भारतातील पोलाद उद्योग (The Steel Industry in India)

अ. ऐतिहासिक विकास (Historical Development)

- भारतात पोलाद उत्पादनाचा इतिहास प्राचीन काळापासूनचा आहे, जेव्हा हत्यारे (tools) आणि शस्त्रे (weapons) तयार करण्यासाठी लोह वितळवले जात असे.

- तथापि, आधुनिक पोलाद उत्पादनाची सुरुवात २० व्या शतकाच्या सुरुवातीस, १९०७ मध्ये जमशेदपूर येथे टाटा स्टीलच्या (Tata Steel) स्थापनेने झाली.
- स्वातंत्र्यानंतरच्या काळात मोठ्या प्रमाणात राज्य-नियंत्रित (state-controlled) असलेल्या भारताच्या पोलाद उद्योगात १९९० च्या दशकापासून उदारीकरण होऊन बाजार-चालित उद्योगात महत्त्वपूर्ण बदल झाला आहे.

ब. भारतातील प्रमुख पोलाद उत्पादक प्रदेश (Major Steel Producing Regions in India)

संसाधनांची उपलब्धता (कोळसा, लोहखनिज आणि पाणी) आणि वाहतूक जाळ्याची जवळीक यामुळे भारतात पोलाद उत्पादनाची अनेक प्रमुख केंद्रे विकसित झाली आहेत.

१. जमशेदपूर (झारखंड) (Jamshedpur - Jharkhand):

- टाटा स्टीलचे घर, जो भारतातील पहिला पोलाद प्रकल्प आहे (स्थापना १९०७).
- हा प्रकल्प भारतातील सर्वात मोठ्या एकात्मिक पोलाद प्रकल्पांपैकी एक आहे आणि येथे स्थानिक पातळीवर खाणकाम केलेल्या लोहखनिज आणि कोळशाची मजबूत पुरवठा साखळी आहे.

२. राउरकेला (ओडिशा) (Rourkela - Odisha):

- पश्चिम जर्मनीच्या मदतीने १९५९ मध्ये सुरू झालेला राउरकेला पोलाद प्रकल्प (Rourkela Steel Plant) पोलादाचा प्रमुख उत्पादक आहे.
- ओडिशा लोहखनिज आणि कोळशाचा मोठा पुरवठादार असल्याने हा पोलाद उत्पादनासाठी महत्वाचा प्रदेश आहे.

३. भिलाई (छत्तीसगढ) (Bhilai - Chhattisgarh):

- सोव्हिएत (Soviet) मदतीने १९५९ मध्ये स्थापित झालेला भिलाई पोलाद प्रकल्प (Bhilai Steel Plant) भारतीय पोलाद क्षेत्रातील आणखी एक प्रमुख खेळाडू आहे.
- हा प्रकल्प रेल्वे रूळ आणि संरचनात्मक पोलाद उत्पादनात विशेषज्ञ आहे.
- या प्रदेशात पोलाद उत्पादनासाठी आवश्यक असलेले लोहखनिज आणि कोळशाचे समृद्ध साठे आहेत.

४. दुर्गापूर (पश्चिम बंगाल) (Durgapur - West Bengal):

- १९५० च्या दशकात ब्रिटिश मदतीने स्थापित झालेला दुर्गापूर पोलाद प्रकल्प पूर्व भारतातील एक महत्वाचे पोलाद उत्पादन केंद्र आहे.
- दुर्गापूर कोळसा, लोहखनिज आणि वाहतूक सुविधांच्या उपलब्धतेमुळे धोरणात्मक दृष्ट्या स्थित आहे.

५. विशाखापट्टणम (आंध्र प्रदेश) (Visakhapatnam - Andhra Pradesh):

- विशाखापट्टणम पोलाद प्रकल्प (Visakhapatnam Steel Plant) पोलादाचा महत्त्वपूर्ण उत्पादक असून दक्षिण भारतातील सर्वात मोठ्या एकात्मिक पोलाद प्रकल्पांपैकी एक आहे.
- शहरात असलेले मोठे बंदर (port) पोलाद निर्यातीस मदत करते आणि हा प्रकल्प लोहखनिजाच्या खाणींजवळ धोरणात्मक दृष्ट्या स्थित आहे.

क. पोलाद उत्पादन आणि क्षमता (Steel Production and Capacity)

- चीननंतर भारत जगातील दुसरा सर्वात मोठा पोलाद उत्पादक आहे आणि देशात पोलादाची मजबूत देशांतर्गत मागणी आहे.
- देशाची एकूण कच्चा पोलाद उत्पादन क्षमता १०० दशलक्ष मेट्रिक टन प्रति वर्षाहून अधिक आहे आणि भारत विविध प्रकारचे पोलाद उत्पादने तयार करतो, ज्यात लांब उत्पादने (Long products - बांधकामासाठी), सपाट उत्पादने (Flat products - ऑटोमोबाईल्ससाठी) आणि विशेष पोलाद यांचा समावेश आहे.
- २०२३ मध्ये, भारताने सुमारे १०० दशलक्ष मेट्रिक टन कच्चा पोलादाचे उत्पादन केले आणि अर्थव्यवस्था वाढत असताना वापर वाढण्याची अपेक्षा आहे.

ड. भारतीय पोलाद उद्योगातील आव्हाने (Challenges in the Indian Steel Industry)

१. कच्च्या मालाची उपलब्धता (Raw Material Availability):

- भारतात लोहखनिज आणि कोळशाचे मुबलक साठे आहेत, परंतु पर्यावरण नियमांमुळे आणि निर्बंधांमुळे या निविष्टांचा वाढता खर्च आव्हाने उभी करतो.

२. पर्यावरणाची चिंता (Environmental Concerns):

- पोलाद उद्योग ऊर्जा-सघन (energy-intensive) आहे आणि मोठ्या प्रमाणात कार्बन उत्सर्जन (carbon emissions) करतो. उत्सर्जन कमी करण्याच्या दबावाखाली भारत आहे आणि जागतिक पर्यावरण मानके पूर्ण करण्यासाठी हा उद्योग हरित तंत्रज्ञान आणि पर्यायी इंधनांमध्ये गुंतवणूक करत आहे.

३. तांत्रिक उन्नतीकरण (Technological Upgradation):

- जागतिक दिग्गजांशी स्पर्धा करण्यासाठी भारतीय पोलाद कंपन्यांना नवीन तंत्रज्ञानात गुंतवणूक करण्याची आणि त्यांची उत्पादकता वाढवण्याची गरज आहे.

४. पायाभूत सुविधांची कमतरता (Infrastructure Deficits):

- सुधारणा झाल्या असल्या तरी, काही क्षेत्रांमध्ये वाहतूक आणि वीज पुरवठा यांसारख्या अपुरी पायाभूत सुविधा उत्पादन

कार्यक्षमतेत अडथळा आणू शकतात.

जागतिक पोलाद उद्योग (The Global Steel Industry)

अ. प्रमुख पोलाद उत्पादक (Leading Steel Producers)

जगात पोलाद उत्पादनात अनेक देश आणि कंपन्या आघाडीवर आहेत:

१. चीन (China):

- चीन हा जगातील सर्वात मोठा पोलाद उत्पादक आहे, जो जागतिक पोलाद उत्पादनाच्या ५०% पेक्षा जास्त उत्पादन करतो. बाओवू स्टील (Baowu Steel), हेबेई स्टील (Hebei Steel) आणि अनस्टील ग्रुप (Ansteel Group) यांसारख्या कंपन्या प्रमुख आहेत.
- लोहखनिजाचा मोठा साठा, स्वस्त श्रम आणि विशेषतः बांधकाम व पायाभूत सुविधा क्षेत्रातील विशाल देशांतर्गत मागणीमुळे चीनचे पोलाद उत्पादनात वर्चस्व आहे.

२. जपान (Japan):

- जपान हा जगातील दुसरा सर्वात मोठा पोलाद उत्पादक आहे, ज्यात निप्पोन स्टील (Nippon Steel) आणि जेएफई स्टील (JFE Steel) सारख्या कंपन्यांचा समावेश आहे. जपान त्याच्या प्रगत पोलाद तंत्रज्ञान आणि उच्च-गुणवत्तेच्या पोलाद उत्पादनांसाठी ओळखला जातो.

३. युनायटेड स्टेट्स (United States):

- यू.एस. पोलाद उद्योग यू.एस. स्टील (U.S. Steel), न्युकोर (Nucor) आणि आर्सेलर मित्तल यूएसए (ArcelorMittal USA) सारख्या कंपन्यांनी ओळखला जातो. यू.एस. कडे परिपक्व पोलाद उद्योग आहे.
- न्युकोर, जो इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस-आधारित (EAF-based) उत्पादक आहे, स्क्रॅप-आधारित पोलाद उत्पादनावर लक्ष केंद्रित केल्यामुळे अलीकडील वर्षात विशेषतः यशस्वी ठरला आहे.

४. दक्षिण कोरिया (South Korea):

- पोस्को (POSCO) या कंपनीच्या नेतृत्वाखाली दक्षिण कोरियाचे पोलाद उत्पादन चालते. पोस्को जगातील सर्वात मोठ्या पोलाद उत्पादकांपैकी एक आहे, जो पोलाद उत्पादनातील तांत्रिक नवकल्पनांसाठी ओळखला जातो.

५. युरोपियन युनियन (European Union):

- EU हे आर्सेलर मित्तल, थायसेनक्रूप (ThyssenKrupp) आणि साल्झगिटर एजी (Salzgitter AG) सारख्या आघाडीच्या पोलाद उत्पादकांचे घर आहे. युरोपीयन पोलाद उद्योगाला जुने होत चाललेले पायाभूत सुविधा, उच्च श्रम खर्च आणि पर्यावरणाचे नियम यांसारख्या आव्हानांचा सामना करावा लागत आहे.

ब. जागतिक पोलाद उद्योगातील प्रमुख प्रवृत्ती (Key Trends in the Global Steel Industry)

१. ग्रीन स्टील (Green Steel):

- जागतिक पोलाद उद्योग टिकाऊपणावर/शाश्वततेवर (sustainability) अधिकाधिक लक्ष केंद्रित करत आहे. इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (EAF) चा अवलंब वाढत आहे, जे कच्चा माल म्हणून स्कॅप पोलाद वापरतात आणि कमी ऊर्जा वापरतात.
- प्रमुख कंपन्या कार्बन कॅप्चर आणि स्टोरेज (CCS) तंत्रज्ञानामध्ये गुंतवणूक करत आहेत आणि पोलाद उत्पादनात हायड्रोजनचा वापर करण्याच्या शक्यता शोधत आहेत.

२. एकत्रीकरण (Consolidation):

- पोलाद उद्योगाने महत्त्वपूर्ण विलीनीकरण (mergers) आणि अधिग्रहण (acquisitions) पाहिले आहेत, ज्यात कंपन्या 'आकारानुरूप मितव्ययी लाभ' किंवा 'प्रमाणातील अर्थव्यवस्था' (economies of scale) साध्य करण्याचा आणि जागतिक स्तरावर आपली स्पर्धात्मक स्थिती सुधारण्याचा प्रयत्न करत आहेत. आर्सेलर आणि मित्तल स्टीलच्या विलीनीकरणातून आर्सेलर मित्तल ची निर्मिती आणि चायना बाओवू स्टील ग्रुपची निर्मिती ही याची उदाहरणे आहेत.

३. पुरवठा साखळीतील आव्हाने (Supply Chain Challenges):

- पोलाद उद्योगाला कच्च्या मालाच्या तुटवड्याचा सामना करावा लागत आहे, विशेषतः चीन सारख्या प्रदेशांमध्ये, ज्यामुळे लोहखनिज आणि कोकिंग कोळसा (coking coal) सारख्या प्रमुख कच्च्या मालाच्या किमती वाढल्या आहेत.
- व्यापार संरक्षणवादाने (Trade protectionism) आणि शुल्कांनी (tariffs) देखील जागतिक पोलाद पुरवठा साखळीवर परिणाम केला आहे, विशेषतः यू.एस. आणि EU मध्ये, जिथे स्थानिक उद्योगांचे स्वस्त आयातीपासून संरक्षण करण्यासाठी पोलाद शुल्क लागू केले आहेत.

क. जागतिक पोलाद उद्योगातील आव्हाने (Challenges in the Global Steel Industry)

१. पर्यावरणावर परिणाम (Environmental Impact):

- पोलाद उत्पादन हा जागतिक स्तरावर सर्वात जास्त कार्बन-सघन (carbon-intensive) उद्योगांपैकी एक आहे. या क्षेत्रावर आपला कार्बन फूटप्रिंट कमी करण्याचा दबाव आहे आणि कंपन्या पर्यावरणावरील परिणाम कमी करण्यासाठी हायड्रोजन-आधारित पोलाद निर्मिती आणि पुनर्चक्रण (recycling) यांसारख्या पर्यायी उत्पादन तंत्रज्ञानाचा शोध घेत आहेत.

२. अतिरिक्त क्षमता (Overcapacity):

- विशेषतः चीनमध्ये, पोलाद उत्पादनातील अतिरिक्त क्षमतेमुळे पोलाद डंपिंगबद्दल जागतिक चिंता निर्माण झाली आहे, ज्यामुळे इतर देशांतील पोलाद उद्योगांच्या स्पर्धात्मकतेवर परिणाम होतो.

पोलाद उद्योगाच्या स्थानावर परिणाम करणारे प्रमुख घटक (Key Factors Influencing the Location of Steel Industry)

पोलाद उद्योग हा जड आणि संसाधन-सघन (resource-intensive) असल्यामुळे, त्याची स्थापना करताना परिवहन खर्च कमी करण्यासाठी विशिष्ट घटकांची जवळपास असणे महत्त्वाचे असते.

अ. कच्च्या मालाची उपलब्धता (Availability of Raw Materials)

पोलाद मुख्यतः लोहखनिज (Iron Ore - कच्चा लोह तयार करण्यासाठी), कोकिंग कोळसा (Coking Coal - ब्लास्ट फर्नेस प्रक्रियेत वापरला जातो), आणि चुनखडी (Limestone - अशुद्धता दूर करण्यासाठी फ्लक्स म्हणून वापरली जाते) पासून बनवले जाते.

- लोहखनिज: पोलाद उत्पादनासाठी हा प्राथमिक कच्चा माल आहे. परिवहन खर्च कमी करण्यासाठी पोलाद प्रकल्प लोहखनिजाच्या साठ्यांजवळ असणे आदर्श ठरते.
 - उदाहरणार्थ: भारतातील ओडिशा, छत्तीसगढ आणि झारखंड यांसारख्या प्रदेशांमध्ये लोहखनिजाचे महत्त्वपूर्ण साठे आहेत, म्हणूनच या भागात पोलाद उद्योग केंद्रित आहेत (उदा. जमशेदपूरमधील टाटा स्टील).
- कोकिंग कोळसा: पोलाद उत्पादनासाठी उच्च-गुणवत्तेच्या कोकिंग कोळशाची आवश्यकता असते. कोळशाचा पुरवठा मुबलक असलेल्या प्रदेशांची किंवा कोळसा-समृद्ध भागांची जवळीक (उदा. भारतातील धनबाद) स्थापनेसाठी आदर्श असते.
- चुनखडी: लोखंडातील अशुद्धता दूर करण्यासाठी वापरली जाते. लोहखनिज आणि कोळसा यांच्या तुलनेत याची जवळीक कमी गंभीर असली तरी ती स्थानासाठी विचारात घेतली जाते.

ब. ऊर्जेची उपलब्धता (वीज पुरवठा) (Availability of Energy - Power Supply)

पोलाद उत्पादन अत्यंत ऊर्जा-सघन (highly energy-intensive) आहे, ज्यासाठी कार्यासाठी मोठ्या प्रमाणात वीज आणि इंधनाची आवश्यकता असते. खर्च-कार्यक्षमता आणि टिकाऊपणा यासाठी ऊर्जेच्या स्रोतांचे स्थान महत्त्वपूर्ण आहे.

- कोळसा: पारंपारिक पोलाद प्रकल्प (विशेषतः ब्लास्ट फर्नेस पद्धत वापरणारे) कोक (coke) उत्पादनासाठी कोळशावर अवलंबून असतात. त्यामुळे कोळसा साठ्यांची उपलब्धता स्थानासाठी एक

प्रमुख घटक असू शकते (उदा. चीन आणि भारतातील कोळसा-समृद्ध प्रदेश).

- **वीज (Electricity):** इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (EAF), जे अधिक ऊर्जा-कार्यक्षम आणि पर्यावरणपूरक आहेत, त्यांचा वापर पोलाद उत्पादनासाठी वाढत आहे. हे फर्नेस विजेवर अवलंबून असल्याने, परवडणारी आणि विश्वासाहर्षी वीज उपलब्धता निर्णायक आहे. मजबूत ग्रीड पायाभूत सुविधा (strong grid infrastructure) किंवा नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतांची जवळीक असलेल्या प्रदेशांमध्ये पोलाद प्रकल्प आकर्षित होत आहेत.

क. वाहतूक जाळ्याची जवळीक (Proximity to Transportation Networks)

कच्चा माल प्रकल्पापर्यंत आणणे आणि तयार माल बाजारपेठेत पोहोचवणे हा पोलाद उत्पादनातील सर्वाधिक खर्चापैकी एक आहे. म्हणून, पोलाद प्रकल्पाचे स्थान विश्वसनीय वाहतूक पायाभूत सुविधांजवळ धोरणात्मक दृष्ट्या निश्चित करणे आवश्यक आहे.

- **रेल्वे आणि रस्ते (Railways and Roads):** लोहखनिज, कोळसा आणि इतर कच्चे माल जड आणि मोठे असल्याने, रेल्वे आणि रस्त्यांच्या जाळ्याची सहज उपलब्धता गंभीर आहे.
 - उदाहरणार्थ: भारतातील भिलाई आणि दुर्गापूर पोलाद प्रकल्प कच्चा माल आणि तयार मालाच्या वाहतुकीसाठी प्रमुख रेल्वे मार्गाशी सु-जोडलेले आहेत.
- **बंदरे (Ports):** बंदराजवळ असलेले पोलाद प्रकल्प पोलाद निर्यात आणि कच्च्या मालाच्या आयातीसाठी फायदेशीर ठरतात, विशेषतः स्थानिक संसाधने मर्यादित असलेल्या प्रदेशांसाठी (उदा. भारतातील विशाखापट्टणम किंवा चीनमधील शांघाय).
- **अंतर्देशीय जलमार्ग (Inland Waterways):** अंतर्देशीय जलमार्गाची जवळीक मोठ्या प्रमाणात वस्तूंच्या वाहतुकीचा खर्च कमी करू शकते.
 - उदाहरणार्थ: जर्मनीतील रूहर व्हॅली (Ruhr Valley) नौकायनयोग्य नद्यांच्या उपलब्धतेमुळे फायदा घेते, ज्यामुळे लोहखनिज आणि कोळशाच्या वाहतुकीस मदत होते.

ड. बाजारपेठेची जवळीक (ग्राहक मागणीचा प्रवेश) (Market Proximity - Access to Consumer Demand)

पोलाद उत्पादन मागणीशी जवळून जोडलेले आहे, जी बांधकाम, ऑटोमोबाइल उत्पादन, पायाभूत सुविधा विकास आणि ऊर्जा यांसारख्या उद्योगांद्वारे चालविली जाते. मोठ्या ग्राहक बाजारपेठांजवळ असलेला पोलाद प्रकल्प अधिक खर्च-कार्यक्षम असण्याची शक्यता असते, कारण यामुळे पोलाद वितरणाचा वाहतूक खर्च कमी होतो.

- **शहरीकरण:** वाढत्या बांधकाम आणि पायाभूत सुविधांच्या मागणीसह मोठ्या शहरी केंद्रांजवळील औद्योगिक प्रदेश आदर्श स्थान आहेत.
 - उदाहरणार्थ: भारतातील मुंबई, चेन्नई आणि दिल्लीजवळील पोलाद प्रकल्पांना बांधकाम आणि पायाभूत सुविधा प्रकल्पांमधील वाढत्या मागणीचा फायदा होतो.
- **ऑटोमोबाइल आणि पायाभूत सुविधा केंद्रे:** पोलाद उद्योगांचे स्थान अनेकदा ऑटोमोबाइल उत्पादन केंद्रांजवळ (उदा. चेन्नई, पुणे, डेट्रॉइट, जर्मनी) असते, जेथे वाहनांसाठी पोलादाची स्थिर मागणी असते.

इ. श्रमाची उपलब्धता (Labor Availability)

पोलाद प्रकल्पांच्या सुव्यवस्थित कार्यासाठी कुशल आणि अकुशल श्रमाची उपलब्धता आवश्यक आहे. पोलाद प्रकल्पांना अभियंते (engineers), तंत्रज्ञ (technicians), मशीन ऑपरेटर आणि मजूर (laborers) यांसारख्या मोठ्या मनुष्यबळाची आवश्यकता असते.

- **कुशल श्रम:** तांत्रिक संस्था (technical institutions), अभियांत्रिकी महाविद्यालये आणि संशोधन केंद्रांची उपस्थिती आवश्यक कुशल मनुष्यबळ प्रदान करू शकते. जमशेदपूर (येथे राष्ट्रीय तंत्रज्ञान संस्था आहे) किंवा भिलाई (भिलाई पोलाद प्रकल्पाजवळ) सारखे प्रदेश कुशल श्रमाचा सतत पुरवठा सुनिश्चित करतात.
- **अकुशल श्रम:** पोलाद उत्पादनासाठी कच्च्या मालाचे हाताळणी, मशीन चालवणे आणि सुविधांचे देखभाल यांसारख्या शारीरिक कामांसाठी मोठ्या संख्येने मॅन्युअल मजुरांची आवश्यकता असते. श्रम सहज उपलब्ध असलेल्या दाट लोकवस्तीच्या भागांना वारंवार निवडले जाते.

फ. सरकारी धोरणे आणि प्रोत्साहन (Government Policies and Incentives)

कर प्रोत्साहन (tax incentives), अनुदान आणि जमिनीची उपलब्धता यांसारखी सरकारी धोरणे पोलाद प्रकल्पाच्या स्थानावर लक्षणीय परिणाम करू शकतात. अनेक प्रकरणांमध्ये, सरकार प्रादेशिक आर्थिक विकासाला प्रोत्साहन देण्यासाठी पोलाद उद्योगात गुंतवणूक आकर्षित करण्यासाठी प्रोत्साहन देते.

- **अनुदान आणि कर सवलत (Subsidies and Tax Relief):** कमी आर्थिक विकास असलेल्या प्रदेशांमध्ये, सरकार पोलाद प्रकल्पांमध्ये गुंतवणूक आकर्षित करण्यासाठी अनेकदा कर सवलत आणि आर्थिक प्रोत्साहन देते.

- उदाहरणार्थ: भारताने छत्तीसगढ आणि झारखंड सारख्या मागासलेल्या प्रदेशांमध्ये अनेक विशेष आर्थिक क्षेत्रे (SEZs) स्थापित केली आहेत आणि अनुदान दिले आहेत.
- पर्यावरणाचे नियम (Environmental Regulations): पर्यावरणीय चिंता आणि नियामक मानके अलिकडच्या वर्षांत अधिक कठोर झाली आहेत. पोलाद प्रकल्पांना उत्सर्जन नियमांचे पालन करण्यासाठी इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (EAF) सारख्या स्वच्छ तंत्रज्ञानाचा अवलंब करणे आवश्यक आहे. सुलभ नियम किंवा ग्रीन स्टील प्रकल्प उभारण्याची तरतूद असलेले क्षेत्र गुंतवणूक आकर्षित करत आहेत.

ग. पाण्याची उपलब्धता (Availability of Water)

पोलाद उत्पादनामध्ये शीतकरण (cooling) आणि कोक शमन (coke quenching) यासह अनेक पाणी-सघन (water-intensive) प्रक्रियांचा समावेश होतो. कार्यात्मक गरजांसाठी पोलाद प्रकल्प नद्या, तलाव किंवा जलाशये यांसारख्या गोड्या पाण्याच्या स्रोतांजवळ स्थित असणे आवश्यक आहे.

- पाणी उपलब्धता: दामोदर किंवा हुगळी सारख्या प्रमुख नद्यांजवळ पाण्याचे मुबलक स्रोत असलेल्या प्रदेशांमधील प्रकल्प पाणी-सघन पोलाद उत्पादन प्रक्रियेसाठी आदर्श आहेत. विशाखापट्टणम आणि दुर्गापूर ही नद्यांजवळ स्थित पोलाद केंद्रांची उदाहरणे आहेत.

ह. पर्यावरणीय विचार (Environmental Considerations)

पोलाद उद्योग हा सर्वात जास्त कार्बन-सघन क्षेत्रांपैकी एक आहे आणि पर्यावरणीय विचार पोलाद प्रकल्पाचे स्थान निश्चित करण्यात महत्वाची भूमिका बजावत आहेत. स्थानिक पर्यावरणीय नियम आणि औद्योगिक प्रदूषणाबद्दलची सार्वजनिक धारणा नवीन प्रकल्पांच्या स्थापनेवर परिणाम करतात.

- ग्रीन तंत्रज्ञान (Green Technologies): पोलाद निर्मितीमध्ये टिकाऊ आणि कमी-कार्बन तंत्रज्ञानाकडे वळणे, जसे की हायड्रोजन-आधारित पोलाद उत्पादन किंवा पुनर्नवीनीकरण केलेले स्कॅप वापरणारे इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (EAFs), कंपन्यांना प्रकल्पाच्या स्थान निर्णयामध्ये पर्यावरण घटकांचा विचार करण्यास प्रवृत्त करत आहे.
- सार्वजनिक धारणा (Public Perception): काही क्षेत्रांमध्ये, हवा आणि जल प्रदूषणाच्या चिंतेमुळे स्थानिक समुदाय किंवा पर्यावरण गट पोलाद प्रकल्प स्थापनेला विरोध करू शकतात. यामुळे प्रस्तावित प्रकल्पांना विलंब किंवा ते रद्द होऊ शकतात.

साखर उद्योग (Sugar Industry)

भारतातील साखर उद्योग हा देशातील सर्वात जुना आणि सर्वात मोठा

कृषी-आधारित उद्योग आहे, जो ग्रामीण भारताच्या आर्थिक आणि सामाजिक विकासात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. हा कृषी आणि औद्योगिक क्षेत्रासाठी एक प्रमुख योगदानकर्ता आहे, जो लाखो लोकांना रोजगार पुरवतो आणि शेतकऱ्यांच्या उपजीविकेस समर्थन देतो. भारत हा जगातील सर्वात मोठा साखर उत्पादक आणि उपभोक्ता आहे आणि साखर उद्योग हा भारतीय अर्थव्यवस्थेचा अति महत्वाचा भाग आहे.

भारतातील साखर उद्योगाची सद्यस्थिती (Current Status of the Sugar Industry in India)

भारतीय अर्थव्यवस्थेमध्ये साखर उद्योग महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. हा उद्योग ५० दशलक्षाहून अधिक शेतकऱ्यांना थेट आधार देतो आणि गिरण्या, वाहतूक आणि संबंधित कार्यांमध्ये सुमारे १ दशलक्ष लोकांना रोजगार पुरवतो.

अ. उत्पादन आणि वापर (Production and Consumption)

- ऊस उत्पादन (Sugarcane Production): ब्राझीलनंतर भारत जगातील दुसरा सर्वात मोठा ऊस उत्पादक आहे आणि दरवर्षी सुमारे ३५० ते ४०० दशलक्ष टन ऊस उत्पादन करतो. उत्तर प्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, तमिळनाडू आणि आंध्र प्रदेश ही प्रमुख ऊस उत्पादक राज्ये आहेत.
- साखर उत्पादन (Sugar Production): भारत दरवर्षी सुमारे ३० ते ३५ दशलक्ष मेट्रिक टन साखरेचे उत्पादन करतो. जगामध्ये ब्राझीलनंतर भारत सातत्याने सर्वात मोठा साखर उत्पादक देश राहिला आहे.
- साखर वापर (Sugar Consumption): भारत हा सर्वात मोठा साखर उपभोक्ता देखील आहे, जिथे देशांतर्गत वापर दरवर्षी २५ दशलक्ष मेट्रिक टनांपेक्षा जास्त आहे. लोकसंख्या वाढ, शहरीकरण आणि उच्च उत्पन्न पातळीमुळे भारतातील दरडोई साखर वापर स्थिरपणे वाढला आहे.

ब. साखर गिरण्या (Sugar Mills)

- साखर गिरण्यांची संख्या: भारतात ५०० हून अधिक कार्यरत साखर गिरण्या आहेत, ज्या प्रामुख्याने प्रमुख ऊस उत्पादक राज्यांमध्ये स्थित आहेत. या गिरण्या लहान सहकारी संस्थांपासून मोठ्या कॉर्पोरेट साखर उत्पादकांपर्यंत आकारात भिन्न आहेत.
- सहकारी आणि खाजगी क्षेत्र: भारतातील साखर उद्योगाचे वैशिष्ट्य म्हणजे सहकारी आणि खाजगी गिरण्यांची दुहेरी रचना आहे. सहकारी साखर गिरण्या प्रामुख्याने महाराष्ट्र, उत्तर प्रदेश आणि तमिळनाडू मध्ये, तर खाजगी गिरण्या कर्नाटक, उत्तर प्रदेश आणि गुजरात सारख्या राज्यांमध्ये अधिक सामान्य आहेत.

क. उप-उत्पादने आणि सह-निर्मिती (By-products and Co-generation)

साखरेव्यतिरिक्त, हा उद्योग मळी (molasses), बगॅस (bagasse) आणि इथेनॉल (ethanol) यांसारख्या उप-उत्पादनांची श्रेणी देखील तयार करतो:

- **मळी:** हे साखर शुद्धीकरणाचे उप-उत्पादन आहे आणि इथेनॉल, अल्कोहोल आणि पशुखाद्य उत्पादनासाठी वापरले जाते.
- **बगॅस:** उसाच्या रसातून रस काढल्यानंतर राहिलेला तंतुमय अवशेष (fibrous residue) म्हणजे बगॅस होय, जो वीज सह-निर्मितीसाठी साखर गिरण्यांमध्ये इंधन म्हणून वापरला जातो. हा ऊर्जेचा महत्वाचा स्रोत आहे आणि साखर गिरण्यांना ऊर्जा-कार्यक्षम बनविण्यात योगदान देतो.
- **इथेनॉल उत्पादन:** मळी आणि उसाच्या रसापासून इथेनॉलचे उत्पादन वाढत आहे. भारत सरकारने इथेनॉल मिश्रण कार्यक्रमास प्रोत्साहन दिले आहे, ज्यामुळे वाहनांमध्ये पर्यायी इंधन म्हणून इथेनॉलचा वापर वाढतो, ज्यामुळे पर्यावरणीय उद्दिष्टांना मदत होते आणि साखर गिरण्यांसाठी उत्पन्नाचा अतिरिक्त स्रोत उपलब्ध होतो.

साखर उद्योगासमोरील आव्हाने (Challenges Faced by the Sugar Industry)

भारतातील साखर उद्योगासमोर अनेक आव्हाने आहेत, जे त्याची स्थिरता आणि वाढ मर्यादित करतात.

अ. किमतीतील अस्थिरता (Price Volatility)

- देशांतर्गत उत्पादन, जागतिक साखरेच्या किमती आणि सरकारी धोरणांतील चढ-उतारामुळे साखरेच्या किमती अतिशय अस्थिर असतात.
- खराब हंगाम, प्रतिकूल हवामान आणि मागणी किंवा पुरवठ्यातील बदलांमुळे किमतीत अस्थिरता येते, ज्यामुळे साखर कारखाने आणि ऊस उत्पादक शेतकऱ्यांच्या नफ्यावर परिणाम होतो.

ब. उच्च उत्पादन खर्च (High Production Costs)

- श्रम, ऊर्जा आणि कच्च्या मालाच्या वाढत्या खर्चामुळे साखर उद्योगाला उच्च उत्पादन खर्चाचा सामना करावा लागतो.
- विशेषतः दुष्काळप्रवण प्रदेशांमध्ये उसाचे कमी उत्पन्न आणि उच्च पाणी वापराशी संबंधित आव्हाने उद्योगासमोर आहेत.

क. अतिरिक्त उत्पादन (Surplus Production)

- भारतात अनेकदा साखरेचे अतिरिक्त उत्पादन होते, ज्यामुळे साठा साचतो आणि देशांतर्गत बाजारपेठेत किमती कोसळतात.

- अतिरिक्त साखर उत्पादन निर्यातीवरही दबाव आणते, कारण देशाला देशांतर्गत वापर आणि आंतरराष्ट्रीय बांधिलकी यामध्ये संतुलन राखण्यासाठी संघर्ष करावा लागतो.

ड. पर्यावरणीय चिंता (Environmental Concerns)

- ऊस लागवड आणि गिरणी प्रक्रिया (milling processes) या दोन्हीसाठी मोठ्या प्रमाणात पाण्याची आवश्यकता असल्याने हा उद्योग पाणी-सघन (water-intensive) आहे. अनेक ऊस उत्पादक प्रदेशांमध्ये पाण्याची टंचाई पर्यावरणीय समस्या वाढवते.
- ऊस शेतीत कीटकनाशके आणि खतांचा वापर पर्यावरण प्रदूषण, मातीचा ऱ्हास आणि शेतकरी व ग्राहकांसाठी आरोग्य धोक्यांना हातभार लावतो.

इ. उसाचे मूल्य निर्धारण (Sugarcane Pricing)

- सरकारद्वारे निश्चित केलेली उसाची वाजवी आणि लाभकारी किंमत (Fair and Remunerative Price - FRP) अनेकदा बाजारपेठेतील वास्तवाशी जुळत नाही.
- सरकारने निश्चित केलेली किंमत खर्च भरून काढण्यासाठी खूप कमी आहे, अशी शेतकऱ्यांची तक्रार असते, ज्यामुळे असंतोष आणि संप होतात.

फ. कर्जाचा बोजा (Debt Burden)

- अनेक साखर कारखाने, विशेषतः सहकारी क्षेत्रातील (cooperative sector) कारखाने, शेतकऱ्यांना उशिरा पेमेंट, कमी किमती आणि अकार्यक्षम ऑपरेशनमुळे कर्जाच्या बोज्याखाली आहेत.
- आर्थिक अस्थिरता त्यांच्या पुनर्गुंतवणुकीच्या आणि आधुनिकीकरणाच्या क्षमतेवर परिणाम करते.

साखर उद्योगातील सरकारी धोरणे आणि भविष्य (Government Policies and Future of the Sugar Industry)

सरकारी धोरणे आणि उपक्रम (Government Policies and Initiatives)

भारतीय सरकार साखर उद्योगाचे नियमन आणि समर्थन करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. प्रमुख धोरणे आणि उपक्रम खालीलप्रमाणे आहेत:

- **किमान आधारभूत किंमत (Minimum Support Price - MSP):** सरकार उसासाठी किमान आधारभूत किंमत (FRP) निश्चित करते, ज्यामुळे शेतकऱ्याला त्याच्या उत्पादनाची हमीभाव मिळेल याची खात्री होते.
- **साखर निर्यात धोरण (Sugar Export Policy):** अतिरिक्त साठा कमी करण्यासाठी आणि देशांतर्गत किमती स्थिर ठेवण्यासाठी सरकार वेळोवेळी साखर निर्यात कोटा जाहीर करते.

जागतिक बाजारपेठेत स्पर्धात्मकता वाढवण्यासाठी निर्यात अनुदान देखील दिले जाते.

- **इथेनॉल मिश्रण कार्यक्रम (Ethanol Blending Program):** सरकार पेट्रोलमध्ये इथेनॉल मिसळण्यासाठी उसापासून इथेनॉल उत्पादनास प्रोत्साहन देत आहे. यामुळे आयातित कच्च्या तेलावरील अवलंबित्व कमी होते आणि साखर कारखान्यांना उत्पन्नाचा अतिरिक्त स्रोत मिळतो.
- **किंमत नियंत्रण आणि नियामक यंत्रणा (Price Controls and Regulatory Mechanisms):**
 - **साखर विकास निधी (Sugar Development Fund - SDF):** साखर उद्योगाला, विशेषतः आधुनिकीकरण आणि पायाभूत सुविधा सुधारण्यासाठी आर्थिक सहाय्य देण्यासाठी स्थापित केला गेला आहे.
 - **लेव्ही साखर प्रणाली (Levy Sugar System):** सार्वजनिक वितरण प्रणालीसाठी (PDS) नियंत्रित किमतीवर सरकारला साखरेचा निश्चित कोटा विकणे साखर कारखान्यांसाठी बंधनकारक करते.
- **संशोधन आणि विकास (Research and Development):** चांगले शेती तंत्र, कीटक-प्रतिरोधक वाण आणि पाणी-कार्यक्षम तंत्रज्ञान यांच्या संशोधनाद्वारे ऊस शेतीची उत्पादकता सुधारण्यावर सरकार आणि उद्योगाचा भर आहे.

महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावत राहिल. जागतिक बाजारपेठ स्थिर झाल्यास आणि जैवइंधनाची मागणी वाढल्यास, साखर निर्यातीसाठी संधी वाढतील.

भारतातील साखर उद्योगाचे भविष्य (Future Prospects of the Sugar Industry in India)

भारतातील साखर उद्योगाचे भविष्य अनेक घटकांवर अवलंबून आहे:

- **विविधीकरण (Diversification):** साखर उद्योग जैवइंधन (biofuels - इथेनॉल), वीज निर्मिती (बाँसपासून) आणि इतर उप-उत्पादनांमध्ये अधिकाधिक विविधता आणत आहे. हे शाश्वतता (sustainability) सुनिश्चित करण्यास आणि महसुलासाठी केवळ साखरेवरील अवलंबित्व कमी करण्यास मदत करते.
- **तांत्रिक नवकल्पना (Technological Innovations):** अचूक शेती (precision agriculture), पाणी-कार्यक्षम सिंचन प्रणाली आणि साखर गिरण्यांमधील ऑटोमेशन (automation) सारख्या नवीन तंत्रज्ञानाचा अवलंब केल्याने उत्पादकता सुधारू शकते आणि खर्च कमी होऊ शकतो.
- **सरकारी सुधारणा (Government Reforms):** किंमत निर्धारण, अनुदान आणि निर्यात यांमध्ये सतत सरकारी समर्थन आणि सुधारणा उद्योगाच्या वाढीसाठी आणि स्थिरतेसाठी महत्वाच्या असतील.
- **जागतिक मागणी (Global Demand):** एक प्रमुख उत्पादक आणि उपभोक्ता म्हणून, जागतिक साखर बाजारपेठेत भारत

प्रस्तावना

भारताचे वाहतूक जाळे (Transport Network) जगातील सर्वात मोठ्या आणि गुंतागुंतीच्या जाळ्यांपैकी एक आहे. हे जाळे एका विशाल भौगोलिक क्षेत्रावर पसरलेल्या विविध लोकसंख्येची सेवा करते. देशाच्या आर्थिक वाढीमध्ये, सामाजिक विकासामध्ये आणि प्रादेशिक एकात्मतेमध्ये वाहतूक प्रणालीची अत्यंत महत्त्वाची भूमिका आहे. या जाळ्यामध्ये जमीन, हवा, जल आणि पाइपलाइन वाहतूक साधनांचा समावेश आहे. या सर्वांमुळे देशभरात आणि देशाच्या सीमा ओलांडून लोक, वस्तू आणि सेवा यांची जलद व सुलभ वाहतूक होते.

भारतीय वाहतूक प्रणालीचे विहंगावलोकन (Overview)

भारताच्या वाहतूक जाळ्यामध्ये प्रामुख्याने खालील पाच साधनांचा समावेश होतो:

१. रस्ते वाहतूक (Road Transport)
२. रेल्वे वाहतूक (Rail Transport)
३. हवाई वाहतूक (Air Transport)
४. जल वाहतूक (Water Transport)
५. पाइपलाइन वाहतूक (Pipeline Transport)

प्रत्येक वाहतूक साधन विशिष्ट कार्य करते आणि ते लोक तसेच वस्तूंच्या हालचालीस मदत करून व्यापार, वाणिज्य आणि गतिशीलता यांना आधार देते.

भारतातील रस्ते वाहतूक (Road Transport in India)**अ. रस्ते जाळ्याची मूलभूत रचना (Road Network Infrastructure)**

भारत जगातील सर्वात मोठ्या रस्ते जाळ्यांपैकी एक आहे, ज्याची लांबी ६३ लाख किलोमीटरपेक्षा अधिक आहे. हे रस्ते जाळे खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केले जाते:

- **राष्ट्रीय महामार्ग (NH):** हे प्रमुख महामार्ग आहेत, जे देशभरातील प्रमुख शहरे, बंदरे आणि राज्यांना जोडतात. लांब पल्ल्याचा प्रवास आणि मालवाहतुकीत (Freight Movement) राष्ट्रीय महामार्गांची भूमिका निर्णायक असते.
- **राज्य महामार्ग (SH):** हे रस्ते राज्याच्या राजधानीला, जिल्हा मुख्यालयांना आणि राज्यातील इतर महत्त्वाच्या ठिकाणांना जोडतात.
- **ग्रामीण रस्ते:** हे स्थानिक रस्ते असून ते गावांना जवळच्या शहरांशी जोडतात. कृषी आणि ग्रामीण विकासासाठी (Rural Development) हे रस्ते अत्यंत महत्त्वाचे आहेत.
- **शहरी रस्ते:** हे शहरे आणि नगरे यांच्या अंतर्गत वाहतुकीसाठी वापरले जाणारे रस्ते आहेत.

सुवर्ण चतुष्कोण (Golden Quadrilateral) ही महामार्गांची एक प्रणाली आहे, जी भारताच्या चार प्रमुख महानगरांना—दिल्ली, मुंबई, कोलकाता आणि चेन्नई—चौरसाच्या आकाराप्रमाणे जोडते. यामुळे आंतरराज्यीय आणि आंतरशहरी वाहतूक मोठ्या प्रमाणात सुलभ झाली आहे.

ब. रस्ते वाहतुकीसाठी वाहने (Road Transport Vehicles)

भारतीय रस्ते वाहतूक प्रणालीमध्ये विविध प्रकारच्या वाहनांचा समावेश आहे:

- **बसेस:** सार्वजनिक आणि खासगी दोन्ही प्रकारच्या बसेस शहरी आणि ग्रामीण वाहतुकीचे मुख्य माध्यम आहेत.
- **कार आणि दुचाकी:** वैयक्तिक वाहनांची वाढती संख्या लक्षात घेता, शहरांमध्ये कार आणि दुचाकी वैयक्तिक वाहतुकीसाठी सामान्य आहेत.
- **व्यावसायिक वाहने (Commercial Vehicles):** ट्रक, टेम्पो आणि लॉरी यांसारखी वाहने देशभरात मालवाहतुकीत महत्त्वाची भूमिका बजावतात.
- **ऑटो रिक्शा:** कमी अंतराच्या प्रवासासाठी शहरी भागांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे वाहतुकीचे साधन.

क. रस्ते वाहतुकीतील आव्हाने (Challenges in Road Transport)

- **वाहतूक कोंडी (Congestion):** मुंबई, दिल्ली आणि बंगलोरसारख्या महानगरांमध्ये आणि शहरी भागांमध्ये वाहतूक कोंडी ही एक मोठी समस्या आहे.
- **देखभाल आणि श्रेणीसुधारणेची आवश्यकता (Maintenance and Upgradation):** रस्ते जाळे मोठे असले तरी, विशेषतः ग्रामीण आणि दुर्गम भागांमध्ये रस्त्यांच्या चांगल्या देखभालीची नितांत गरज आहे.
- **सुरक्षितता (Safety):** निकृष्ट रस्त्यांची स्थिती, वाहतूक नियमांच्या अंमलबजावणीचा अभाव आणि वाहन चालकांचे वर्तन यामुळे जगात सर्वाधिक रस्ते अपघात होणाऱ्या देशांमध्ये भारताचा समावेश आहे.

भारतातील रेल्वे वाहतूक (Rail Transport in India)**अ. भारतीय रेल्वेचे विहंगावलोकन (Overview of Indian Railways)**

भारतीय रेल्वे (Indian Railways) हे जगातील सर्वात मोठ्या आणि व्यस्त रेल्वे जाळ्यांपैकी एक आहे, ज्याची एकूण लांबी सुमारे ६७,००० किलोमीटर असून, दररोज २३ दशलक्षाहून अधिक प्रवाशांना ती सेवा देते. रेल्वे मंत्रालयाच्या (Ministry of Railways) अंतर्गत ही वाहतूक पूर्णपणे सरकारी मालकीची आणि संचालित आहे.

- **रेल्वेचे प्रकार:** भारतीय रेल्वे प्रवाशांसाठी विविध प्रकारच्या गाड्या चालवते:
 - **एक्सप्रेस गाड्या (Express Trains):** प्रमुख शहरे आणि

राज्यांना जोडणाऱ्या जलद गाड्या.

- **सुपरफास्ट गाड्या (Superfast Trains):** राजधानी, शताब्दी आणि दुरंतो यांसारख्या अतिजलद (High-speed) गाड्या.
- **लोकल गाड्या (Local Trains):** मुंबईच्या उपनगरीय लोकल गाड्यांप्रमाणे, शहरी भागांमध्ये कमी अंतराच्या प्रवासासाठी यांचा वापर होतो.
- **मालवाहतूक गाड्या (Freight Trains):** कोळसा, लोहखनिज, कृषी उत्पादने आणि पेट्रोलियम पदार्थांसह इतर मालाच्या वाहतुकीत भारतीय रेल्वेचा महत्त्वपूर्ण वाटा आहे.
- **ब्रॉड-गेज आणि नॅरो-गेज जाळे:** भारतीय रेल्वे मुख्यतः ब्रॉड-गेज प्रणालीवर कार्यरत आहे, परंतु डोंगराळ आणि दुर्गम भागांमध्ये अजूनही नॅरो-गेज (छोटी लाईन) मार्गांचे संचालन केले जाते.

ब. रेल्वे वाहतुकीचे महत्त्व (Importance of Rail Transport)

- **प्रवासी वाहतूक:** लांब पल्ल्याचा प्रवास आणि एका शहरातून दुसऱ्या शहरात लोकांच्या ये-जा करण्यासाठी रेल्वेची भूमिका अत्यंत महत्त्वाची आहे.
- **मालवाहतूक:** कोळसा, सिमेंट, अन्नधान्ये, रसायने आणि यंत्रसामग्री यांसारख्या वस्तूंची देशभरात वाहतूक करण्यासाठी भारतीय रेल्वे देशाच्या मालवाहतूक जाळ्याचा कणा (Backbone) आहे.

क. आधुनिकीकरण आणि आव्हाने (Modernization and Challenges)

- **विद्युतीकरण आणि अतिजलद रेल्वे:** रेल्वे जाळ्याचे विद्युतीकरण (Electrification) करण्याचे आणि मुंबई-अहमदाबाद बुलेट ट्रेनसारख्या अतिजलद गाड्या (High-Speed Rail) सुरू करण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत.
- **पायाभूत सुविधांची श्रेणीसुधारणे:** जाळे विस्तृत असले तरी, भारतीय रेल्वे जाळ्याला अतिगर्दी (Overcrowding), कालबाह्य पायाभूत सुविधा (Outdated Infrastructure) आणि गाड्यांना होणारा विलंब (Delays) या समस्यांचा सामना करावा लागतो.
- **सुरक्षिततेची चिंता:** खराब ट्रॅकची स्थिती, मानवी चुका आणि जुन्या पायाभूत सुविधांमुळे होणारे रेल्वे अपघात आजही चिंतेचा विषय आहेत.

भारतातील हवाई वाहतूक (Air Transport in India)

अ. विमान वाहतूक उद्योगाचे विहंगावलोकन (Aviation Industry Overview)

भारताच्या विमान वाहतूक उद्योगाने (Aviation Industry) अलिकडच्या वर्षांत मोठी वाढ पाहिली आहे. प्रवासी वाहतुकीच्या (Passenger Traffic) दृष्टीने भारत संयुक्त राष्ट्र (United States) आणि चीननंतर जगातील तिसरा सर्वात मोठा विमान वाहतूक बाजार आहे.

- **विमानतळे (Airports):** भारतात आंतरराष्ट्रीय आणि देशांतर्गत (Domestic) अशा सुमारे १०० कार्यान्वित विमानतळांचा समावेश आहे. प्रमुख आंतरराष्ट्रीय विमानतळांमध्ये इंदिरा गांधी आंतरराष्ट्रीय विमानतळ (दिल्ली), छत्रपती शिवाजी आंतरराष्ट्रीय विमानतळ (मुंबई), आणि केंपेगौडा आंतरराष्ट्रीय विमानतळ (बंगळूरु) यांचा समावेश होतो.
- **देशांतर्गत विमान कंपन्या:** एअर इंडिया, इंडिगो, स्पाईसजेट, गोएअर आणि एअर इंडिया एक्सप्रेस यांसारख्या अनेक प्रमुख विमान कंपन्या भारतात कार्यरत आहेत. या कंपन्या देशांतर्गत तसेच आंतरराष्ट्रीय उड्डाणे (Flights) चालवतात.

ब. वाढ आणि आव्हाने (Growth and Challenges)

- **वाढती प्रवासी वाहतूक:** भारतातील वाढणारा मध्यमवर्ग, वाढलेले खर्चिक उत्पन्न (Disposable Income) आणि कमी खर्चाच्या विमान कंपन्यांचा (Low-cost carriers) विस्तार यामुळे देशांतर्गत हवाई प्रवासात मोठी उचल (Boom) आली आहे.
- **हवाई मालवाहतूक (Air Cargo):** इलेक्ट्रॉनिक्स, औषधे (Pharmaceuticals) आणि नाशवंत वस्तू (Perishables) यांसारख्या उच्च-मूल्याच्या मालाची वाहतूक करण्यावर लक्ष केंद्रित करून हवाई मालवाहतूक उद्योगाचा विस्तार होत आहे.
- **आव्हाने:** या उद्योगाला क्षमता मर्यादा (Capacity Constraints), पायाभूत सुविधांच्या विकासामध्ये होणारा विलंब आणि जास्त संचालन खर्च (Operating Costs) यांसारख्या आव्हानांना तोंड द्यावे लागते. विशेषतः महानगरांमधील विमानतळांवर गर्दीच्या वेळेत वाहतूक कोंडी (Congestion) अनुभवली जाते.

भारतातील जल वाहतूक (Water Transport in India)

अ. बंदरे आणि जहाजवाहतूक (Ports and Shipping)

भारताला सुमारे ७,५०० किलोमीटर लांबीचा मोठा समुद्रकिनारा लाभला असल्यामुळे, सागरी व्यापारामध्ये (Maritime Trade) भारताची भूमिका महत्त्वाची आहे. देशात १२ प्रमुख बंदरे (Major Ports) आणि २०० हून अधिक लहान व मध्यम बंदरे आहेत.

- **प्रमुख बंदरे:** प्रमुख बंदरांमध्ये मुंबई, चेन्नई, कोलकाता (हल्दिया), जवाहरलाल नेहरू बंदर (न्हावा शेवा), कोची आणि विशाखापट्टणम यांचा समावेश होतो. ही बंदरे भारतातील बहुतेक मालवाहतूक (Cargo Traffic) हाताळतात.
- **अंतर्देशीय जलमार्ग (Inland Waterways):** भारतामध्ये अंतर्देशीय जलमार्गांचेही जाळे आहे. यामध्ये गंगा, ब्रह्मपुत्रा आणि गोदावरी यांसारख्या नद्यांचा वापर राष्ट्रीय जलमार्गांद्वारे मालवाहतुकीसाठी केला जातो.

ब. व्यापार आणि अर्थव्यवस्थेतील भूमिका (Role in Trade and Economy)

- **मालवाहतूक:** तेल (Oil), कोळसा (Coal), लोहखनिज (Iron Ore), रसायने आणि कृषी उत्पादने यांसारख्या वस्तूंची आयात (Import) आणि निर्यात (Export) करण्यासाठी बंदरे अत्यंत महत्वाची आहेत.
- **प्रवासी फेरी:** जलवाहतूक किनारपट्टीच्या (Coastal) प्रदेशांमध्ये आणि बेटांदरम्यान (उदा. कोची आणि लक्षद्वीपदरम्यानच्या फेऱ्या) प्रवासी वाहतुकीची सोय देखील पुरवते.

क. आव्हाने (Challenges)

- **बंदरांवरील कोंडी:** मुंबई आणि जवाहरलाल नेहरू बंदरासारख्या बंदरांवर जास्त वाहतुकीमुळे वाहतूक कोंडी (Congestion) अनुभवली जाते.
- **पायाभूत सुविधांची कमतरता:** इतर प्रमुख अर्थव्यवस्थांच्या तुलनेत, भारतातील जहाजवाहतूक आणि बंदरांची पायाभूत सुविधा अनेकदा कालबाह्य मानली जाते.
- **पर्यावरणाची चिंता:** बंदरे आणि जहाजवाहतूक कार्यामुळे समुद्री प्रदूषण (Marine Pollution) वाढते, ज्यामुळे सागरी जीवसृष्टी (Marine Life) आणि परिसंस्थेसाठी (Ecosystems) धोका निर्माण होतो.

भारताचे अंतर्देशीय जलमार्ग (Inland Waterways of India)

अंतर्देशीय जलमार्ग म्हणजे देशातील नौवहनासाठी योग्य (Navigable) नद्या, कालवे आणि तलाव. हे जलमार्ग प्रामुख्याने माल आणि प्रवाशांच्या वाहतुकीसाठी वापरले जातात आणि हे वाहतूक कोंडीने ग्रस्त असलेल्या रस्ते व रेल्वे जाळ्यांसाठी पर्यायी (Alternative) मार्ग उपलब्ध करून देतात.

अ. राष्ट्रीय जलमार्ग (National Waterways - NW)

भारताकडे राष्ट्रीय जलमार्गांचे (National Waterways - NW) जाळे आहे, जे भारत सरकारने वाहतूक आणि व्यापाराच्या विकासासाठी घोषित केले आहेत. हे जलमार्ग आंतरराज्यीय व्यापारास (Inter-state Trade) तसेच कोळसा, सिमेंट, खते आणि कृषी उत्पादने यांसारख्या मोठ्या प्रमाणात मालाच्या वाहतुकीस मदत करण्यासाठी महत्वाची भूमिका बजावतात.

अंतर्देशीय जलमार्ग प्राधिकरण (Inland Waterways Authority of India - IAWA) अंतर्गत, २०२४ पर्यंत सरकारने ५ प्रमुख राष्ट्रीय जलमार्ग मान्यताप्राप्त केले आहेत, परंतु अधिक जलमार्ग विकसित केले जात आहेत.

१. राष्ट्रीय जलमार्ग-१ (NW-1): गंगा-भागीरथी-हुगळी नदी प्रणाली

- **मार्ग:** उत्तर प्रदेशमधील अलाहाबाद (प्रयागराज) ते पश्चिम बंगालमधील हल्दिया या दरम्यानचा भाग, जो गंगा आणि हुगळी नद्यांवर सुमारे १,६२० किलोमीटरचा आहे.
- **महत्त्व:** NW-1 हा भारतातील सर्वात महत्वाच्या आणि लांब राष्ट्रीय जलमार्गांपैकी एक आहे. हा गंगेच्या मैदानी प्रदेशाला जोडतो आणि कोळसा, सिमेंट, खते आणि पोलाद यांसारख्या मालाच्या वाहतुकीसाठी महत्त्वपूर्ण मार्ग म्हणून कार्य करतो.
- **विकास:** सागर माला प्रकल्प आणि इतर उपक्रमांचा उद्देश या जलमार्गावरील पायाभूत सुविधांचे आधुनिकीकरण करणे आहे, ज्यात गाळ काढणे (Dredging), बंदर विस्तार आणि टर्मिनलची बांधणी यांचा समावेश आहे.

२. राष्ट्रीय जलमार्ग-२ (NW-2): ब्रह्मपुत्रा नदी

- **मार्ग:** हा ब्रह्मपुत्रा नदीच्या बाजूने पसरलेला आहे, आसामच्या ईशान्येकडील सादिया ते बांगलादेश सीमेजवळील धुबरी पर्यंत सुमारे ८९१ किलोमीटरचा पट्टा आहे.
- **महत्त्व:** हा जलमार्ग ईशान्य प्रदेशातील मालवाहतुकीसाठी महत्वाचा आहे आणि पेट्रोलियम उत्पादने, सिमेंट, कोळसा आणि अन्नधान्ये यांसारख्या वस्तूंच्या वाहतुकीसाठी वापरला जातो.
- **आव्हाने:** पाण्याच्या पातळीतील हंगामी चढ-उतार आणि गाळ साचल्यामुळे (Sedimentation) नौवहन (Navigational) अडचणी यांसारख्या आव्हानांचा या जलमार्गाला सामना करावा लागतो.

३. राष्ट्रीय जलमार्ग-३ (NW-3): पश्चिम किनारपट्टी कालवा प्रणाली (केरळ)

- **मार्ग:** हा जलमार्ग भारताच्या पश्चिम किनारपट्टीवर धावतो, केरळमधील कोट्टापूरम ते कोल्लम पर्यंत १६८ किलोमीटरचा पट्टा व्यापतो.
- **महत्त्व:** पश्चिम किनारपट्टी कालवा प्रणाली केरळ राज्यातील एक प्रमुख अंतर्देशीय जलमार्ग आहे आणि कृषी उत्पादने, वाळू आणि किनारपट्टीवरील मालाच्या वाहतुकीत महत्वाची भूमिका बजावते.
- **विकास:** राज्य सरकारने या जलमार्गावर नौवहन खोली सुधारणे (improving the navigation depth) आणि नवीन टर्मिनल्स तयार करण्यासह पायाभूत सुविधांच्या विकासामध्ये मोठी गुंतवणूक केली आहे.

४. राष्ट्रीय जलमार्ग-४ (NW-4): गोदावरी आणि कृष्णा नद्या (आंध्र प्रदेश)

- **मार्ग:** हा जलमार्ग आंध्र प्रदेश प्रदेशातील गोदावरी आणि कृष्णा नद्यांच्या बाजूने धावतो. काकीनाडा ते वाल्टेअर (विशाखापट्टणम) पर्यंत सुमारे १,१०० किलोमीटर पसरलेला आहे.

- **महत्त्व:** पूर्व किनाऱ्यावरील बंदरांना कोळसा, सिमेंट, खते आणि कृषी उत्पादने यांसारख्या मोठ्या प्रमाणात मालाची ने-आण करण्यासाठी हा एक महत्त्वाचा अंतर्देशीय जलमार्ग म्हणून कार्य करतो.
- **विकास:** सरकारने गाळ काढून टाकून आणि मालवाहू टर्मिनल्सची बांधणी करून या जलमार्गाची नौवहन क्षमता (navigability) सुधारण्यासाठी उपाययोजना केल्या आहेत.

५. राष्ट्रीय जलमार्ग-५ (NW-5): महानदी नदी (ओडिशा)

- **मार्ग:** हा जलमार्ग ओडिशातील महानदी नदीच्या बाजूने धावतो, संबलपूर ते कटक मधील जगतपूर भागापर्यंत सुमारे ५८८ किलोमीटरचा पट्टा व्यापतो.
- **महत्त्व:** ओडिशा कोळसा साठ्यांमध्ये आणि खाण उद्योगांमध्ये समृद्ध असल्याने, हा कोळसा, कोक आणि कृषी उत्पादनांची वाहतूक करण्यासाठी एक महत्त्वाचा जलमार्ग आहे.
- **विकास:** गाळ काढणे आणि बंदरांच्या सुविधा वाढवणे यासह जलमार्गाची पायाभूत सुविधा सुधारण्यासाठी सध्या प्रकल्प सुरू आहेत.

ब. अंतर्देशीय जलमार्गातील आव्हाने (Challenges in Inland Waterways)

- **हंगामी बदल:** पाण्याच्या पातळीत हंगामानुसार चढ-उतार होत असल्यामुळे वर्षभर नौवहन क्षमता राखणे (maintain navigability) कठीण होते.
- **पायाभूत सुविधांचा विकास:** आधुनिक मालाची कार्यक्षमतेने हाताळणी करण्यासाठी अनेक नद्या आणि कालव्यांमध्ये लक्षणीय गाळ काढणे (dredging), टर्मिनल्सची बांधणी आणि बंदरांच्या सुविधांमध्ये सुधारणा करणे आवश्यक आहे.
- **मर्यादित जोडणी (Limited Connectivity):** नद्यांचे जाळे मोठे असूनही, भारतातील अनेक भागांना एकमेकांशी पुरेशी जोडणी मिळालेली नाही आणि अंतर्देशीय जलमार्गाचा वापर विशिष्ट प्रदेशांपुरता मर्यादित आहे.
- **पर्यावरणीय आणि पारिस्थितिकीय चिंता:** जलमार्गांच्या विकासांमुळे पर्यावरणाचा न्हास होऊ शकतो, ज्यात परिसंस्थेतील (ecosystem) अडथळा, पूर आणि नदी खोऱ्यांमधील जैवविविधतेचे (biodiversity) नुकसान यांचा समावेश होतो.

किनारी जलमार्ग (Coastal Waterways)

किनारी जलमार्ग म्हणजे भारताच्या समुद्रकिनाऱ्यावरील प्रमुख बंदरांना जोडणाऱ्या मार्गांचे जाळे होय. यात जहाजवाहतूक आणि प्रवासी फेरी सेवांचा समावेश होतो, जे आंतरराष्ट्रीय व्यापार आणि देशांतर्गत प्रवासात योगदान देतात.

अ. भारतातील किनारी जहाजवाहतूक (Coastal Shipping in India)

भारतातील किनारी जहाजवाहतूक (Coastal Shipping Industry) रेल्वे आणि रस्ते वाहतुकीवरील ताण कमी करण्यासाठी आणि एका बंदरातून दुसऱ्या बंदरात जोडणी सुधारण्यासाठी (port-to-port connectivity) महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. भारताला सुमारे ७,५०० किलोमीटर लांबीचा समुद्रकिनारा लाभला आहे, ज्यावर १२ हून अधिक मोठी बंदरे आणि अनेक लहान बंदरे सागरी व्यापारासाठी महत्त्वाची आहेत.

- **प्रमुख बंदरे:** मुंबई, कोची, चेन्नई, कोलकाता (हल्दिया), विशाखापट्टणम आणि जवाहरलाल नेहरू बंदर ही देशातील बहुतेक सागरी व्यापार हाताळतात.
- **मालवाहतूक:** कोळसा, लोहखनिज, पेट्रोलियम उत्पादने आणि कृषी निर्यात यांसारख्या मोठ्या प्रमाणात वस्तूंची (bulk commodities) वाहतूक करण्यासाठी किनारी जहाजवाहतूक एक कार्यक्षम मार्ग आहे.
- **विकास प्रकल्प: सागरमाला प्रकल्प (Sagarmala Project)** हा भारत सरकारच्या प्रमुख उपक्रमांपैकी एक आहे, ज्याचा उद्देश बंदर-नेतृत्व विकास (port-led development) करणे, बंदरांची कनेक्टिव्हिटी सुधारणे आणि किनारी जहाजवाहतुकीला चालना देणे हा आहे.

ब. प्रवासी फेऱ्या आणि क्रूझ (Passenger Ferries and Cruises)

- **फेरी सेवा:** किनारी भागात आणि बेटांवर, विशेषतः केरळ, गोवा आणि अंदमान-निकोबार बेटांवर प्रवासी फेरी सेवा कार्यरत आहेत. या फेऱ्या स्थानिक प्रवासी वाहतूक आणि पर्यटन या दोन्हीसाठी महत्त्वाच्या आहेत.
- **क्रूझ पर्यटन (Cruise Tourism):** भारत आपल्या पश्चिम आणि पूर्व किनारपट्टीवर क्रूझ पर्यटनाची क्षमता शोधत आहे. या क्रूझ पर्यटनासाठी मुंबई, गोवा, चेन्नई आणि कोची प्रमुख केंद्रे (Hubs) बनत आहेत.

क. किनारी जलमार्गातील आव्हाने (Challenges in Coastal Waterways)

- **वाहतूक कोंडी:** प्रमुख बंदरांना अनेकदा, विशेषतः ऐनवेळी (peak periods), वाहतूक कोंडीचा सामना करावा लागतो, ज्यामुळे किनारी जहाजवाहतुकीच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम होतो.
- **जुनी पायाभूत सुविधा (Aging Infrastructure):** भारतातील काही बंदरे आणि टर्मिनल्समध्ये जुन्या सुविधा आहेत, ज्यांना आधुनिक जहाजे हाताळण्यासाठी आणि मालवाहतूक क्षमता (cargo throughput) वाढवण्यासाठी मोठ्या श्रेणीसुधारणेची (upgrades) आवश्यकता आहे.
- **पर्यावरणावर परिणाम:** किनारी जहाजवाहतूक आणि बंदरांच्या कार्यांमुळे अनेकदा तेलाची गळती (oil spills), समुद्री प्रदूषण

आणि किनारपट्टीच्या परिसंस्थेचा ज्हास यांसारख्या पर्यावरणीय समस्यांचा सामना करावा लागतो.

तसेच परिसंस्थेतील (ecosystem) अडथळे यांसारख्या पर्यावरणीय परिणामांना कमी करणे यांचा समावेश होतो.

विकास आणि भविष्यातील संधी (Developments and Future Prospects)

अ. राष्ट्रीय जलमार्ग विकास (National Waterways Development)

भारतीय अंतर्देशीय जलमार्ग प्राधिकरण (IWAI) भारताच्या अंतर्देशीय जलमार्ग जाळ्यामध्ये सुधारणा आणि आधुनिकीकरण करण्यासाठी कार्यरत आहे. महत्वाचे उपक्रम खालीलप्रमाणे आहेत:

- **गाळ काढणे (Dredging):** वर्षभर नौवहनासाठी योग्य खोली (navigable depth) सुनिश्चित करण्यासाठी.
- **टर्मिनल विकास:** वस्तूंची कार्यक्षमतेने चढाई आणि उतरणी (loading and unloading) सुलभ करण्यासाठी महत्वाच्या ठिकाणी टर्मिनलचा विकास करणे.
- **बहु-आयामी वाहतुकीला प्रोत्साहन (Promoting Multi-modal Transport):** कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी आणि वाहतूक खर्च कमी करण्यासाठी रस्ते, रेल्वे आणि जलमार्ग यांचे एकत्रीकरण (Combining) करणे.
- **जागतिक बँकेची मदत:** IWAI ने जागतिक बँकेकडून अंतर्देशीय जलमार्गांच्या विकासासाठी निधी मिळवला आहे, ज्याचा उद्देश पायाभूत सुविधा, तंत्रज्ञान आणि सुरक्षितता मानके (safety standards) सुधारणे हा आहे.

ब. सागरमाला प्रकल्प (Sagarmala Project)

२०१५ मध्ये सुरू झालेल्या सागरमाला प्रकल्पाचा उद्देश भारताची सागरी अर्थव्यवस्था (maritime economy) आणि पायाभूत सुविधांना चालना देणे हा आहे. या प्रकल्पाची प्रमुख उद्दिष्टे खालीलप्रमाणे आहेत:

- **बंदरांचे आधुनिकीकरण (Port Modernization):** प्रमुख आणि लहान बंदरांचा विस्तार आणि आधुनिकीकरण करणे.
- **किनारी जहाजवाहतूक:** रस्ते आणि रेल्वेवरील भार कमी करण्यासाठी प्रवासी आणि मालवाहतूक अशा दोन्हीसाठी किनारी जहाजवाहतुकीच्या वापरास प्रोत्साहन देणे.
- **सुधारित जोडणी (Improved Connectivity):** बंदरांना अंतर्देशीय वाहतूक जाळ्याशी जोडणारे कार्यक्षम वाहतूक मार्ग (transport corridors) विकसित करणे.

क. पारिस्थितिक आणि शाश्वत वाहतूक (Ecological and Sustainable Transport)

जलवाहतुकीचे भविष्य हे शाश्वत (sustainable) पद्धतींवर अवलंबून असेल. यामध्ये जहाजांसाठी स्वच्छ ऊर्जेचा वापर करणे आणि प्रदूषण

भारतातील पाइपलाइन वाहतूक (Pipeline Transport in India)

अ. विहंगावलोकन (Overview)

पाइपलाइन वाहतूक ही द्रव (liquids), वायू (gases) आणि तेल, नैसर्गिक वायू तसेच रसायने यांसारख्या इतर मोठ्या प्रमाणात असलेल्या वस्तूंच्या वाहतुकीसाठी वापरली जाते. भारतात तेल आणि नैसर्गिक वायूसाठी एक मोठे पाइपलाइन जाळे आहे.

- **तेल पाइपलाइन:** इंडियन ऑईल कॉर्पोरेशन (IOC) आणि गॅस अथॉरिटी ऑफ इंडिया लिमिटेड (GAIL) या कंपन्या मोठ्या पाइपलाइन चालवतात. या पाइपलाइन तेल शुद्धीकरण केंद्रांना (oil refineries) साठवणूक सुविधा आणि देशभरातील वितरण केंद्रांशी जोडतात.
- **नैसर्गिक वायू पाइपलाइन:** वीज निर्मितीसाठी, औद्योगिक वापरासाठी आणि घरगुती वापरासाठी नैसर्गिक वायूच्या वितरणासाठी देशात पाइपलाइनचे जाळे वाढत आहे.

ब. भूमिका आणि फायदे (Role and Advantages)

- **कार्यक्षमता (Efficiency):** पाइपलाइन वाहतूक हा द्रव आणि वायूजन्य वस्तूंची वाहतूक करण्याचा सर्वात परवडणारा (cost-effective), सुरक्षित आणि पर्यावरणपूरक (environmentally friendly) मार्ग आहे.
- **ऊर्जा सुरक्षा (Energy Security):** तेल आणि वायूचा पुरवठा सुरळीत करून, देशाची ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करण्यात पाइपलाइनची भूमिका अत्यंत महत्वाची आहे.



PRAYAAS

PRAYAAS EDUCATION™

CTS NO 1262/B Plot No. 594B,
Office 301A, 301 2nd floor Starling Plaza,
J M Road, Pune, +91 7378743031