शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र

सत्र १ : DSC-I

प्राकृतिक भूगोल

(Physical Geography-I)

सत्र २ : DSC-II

मानवी भूगोल

(Human Geography-II)

नवीन राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण २०२० नुसार सुधारित अभ्यासक्रम
शैक्षणिक वर्ष २०२४-२५ पासून

बी. ए. भाग-१

© **कुलसचिव,** शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर (महाराष्ट्र)
प्रथमावृत्ती : २०२४
बी. ए. भाग-१ (सत्र-१ : प्राकृतिक भूगोल; सत्र-२ : मानवी भूगोल)
सर्व हक्क स्वाधीन. शिवाजी विद्यापीठाच्या परवानगीशिवाय कोणत्याही प्रकाराने नक्कल करता येणार नाही.

प्रती : ---

●

प्रकाशक :
डॉ. व्ही. एन. शिंदे
कुलसचिव,
शिवाजी विद्यापीठ,
कोल्हापूर - ४१६ ००४.

●

मुद्रक :
श्री. बी. पी. पाटील
अधीक्षक,
शिवाजी विद्यापीठ मुद्रणालय,
कोल्हापूर - ४१६ ००४.

●

ISBN : ---

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

दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

■ सल्लागार समिती ■

प्रा. (डॉ.) डी. टी. शिर्के
कुलगुरू,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) पी. एस. पाटील
प्र-कुलगुरू,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) प्रकाश पवार
राज्यशास्त्र अधिविभाग,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) एस. विद्याशंकर
कुलगुरू, केएसओयू,
मुक्तगंगोत्री, म्हैसूर, कर्नाटक-५७० ००६

डॉ. राजेंद्र कांकरिया
जी-२/१२१, इंदिरा पार्क,
चिंचवडगांव, पुणे-४११ ०३३

प्रा. (डॉ.) सीमा येवले
गीत-गोविंद, फ्लॅट नं. २,
११३९ साईक्स एक्स्टेंशन,
कोल्हापूर-४१६००१

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

प्रा. (डॉ.) कविता ओझा
संगणकशास्त्र अधिविभाग,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) चेतन आवटी
तंत्रज्ञान अधिविभाग,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) एस. एस. महाजन
अधिष्ठाता, वाणिज्य व व्यवस्थापन विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) एम. एस. देशमुख
अधिष्ठाता, मानव्य विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) श्रीमती एस. एच. ठकार
प्रभारी अधिष्ठाता, विज्ञान व तंत्रज्ञान विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्राचार्या (डॉ.) श्रीमती एम. व्ही. गुळवणी
प्रभारी अधिष्ठाता, आंतर-विद्याशाखीय अभ्यास विद्याशाखा
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

डॉ. व्ही. एन. शिंदे
कुलसचिव,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

डॉ. ए. एन. जाधव
संचालक, परीक्षा व मूल्यमापन मंडळ,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

श्रीमती सुहासिनी सरदार पाटील
वित्त व लेखा अधिकारी,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

डॉ. के. बी. पाटील (सदस्य सचिव)
प्र.संचालक, दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

अभ्यासमंडळ : भूगोलशास्त्र व भूगर्भशास्त्र

अध्यक्ष : **डॉ. बी. एस. जाधव**

श्री. विजयसिंह यादव कॉलेज, पेठवडगांव, जि. कोल्हापूर

- **प्रा. (डॉ.) एस. एस. पन्हाळकर**
  भूगोलशास्त्र विभाग,
  शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर.

- **डॉ. ए. बी. पाटील**
  कर्मवीर भाऊराव पाटील कॉलेज, उरुण-इस्लामपूर,
  ता. वाळवा, जि. सांगली

- **डॉ. एस. एस. यादव**
  डी. पी. भोसले कॉलेज, कोरेगांव, जि. सातारा

- **डॉ. एम. ए. पाटील**
  श्री विजयसिंह यादव कॉलेज, पेठ वडगांव,
  ता. हातकणंगले, जि. कोल्हापूर

- **डॉ. एन. एस. पोळ**
  पद्मभूषण वसंतराव दादा पाटील महाविद्यालय,
  कवठेमहांकाळ, जि. सांगली.

- **डॉ. प्रसन्नकुमार पाटील**
  प्रा. संभाजीराव कदम कॉलेज, देऊर, जि. सातारा

- **डॉ. आर. जी. जाधव**
  विलिंग्डन कॉलेज, विश्रामबाग, सांगली

- **डॉ. आर. एस. शिकलगार**
  राजाराम कॉलेज, कोल्हापूर

प्रस्तावना

'प्राकृतिक भूगोल' या सत्रर-१ साठीच्या अभ्यासक्रमांत प्राकृतिक भूगोलाची ओळख, भूकवचातील बदल, वातावरण आणि प्रात्यक्षिक या घटकांचा समावेश करण्यात आला आहे. तसेच सत्र-२ साठी 'मानवी भूगोल' या अभ्यासक्रमात मानवी भूगोलाचा परिचय, लोकसंख्या, वाहतूक व मानव विकास निर्देशांक या घटकाचा समावेश करण्यात आला आहे. या पुस्तकाची एकूण चार घटकामध्ये विभागणी करुन मांडणी केली आहे. सर्व विद्यार्थी व शिक्षकांना सदरचे पुस्तक मार्गदर्शक ठरेल असा आम्हांस विश्वास वाटतो.

सदरहू पुस्तकाच्या लिखानाचे काम शिवाजी विद्यापीठ कक्षेतील विविध मान्यवर प्राध्यापकांनी वेळेत पूर्ण केल्याबद्दल, संपादक मंडळ त्यांचे आभारी आहे. या पुस्तकाचे प्रकाशन करण्यासाठी शिवाजी विद्यापीठ व दूर शिक्षण विभागातील प्रशासकीय अधिकारी व कर्मचाऱ्यांनी केलेल्या सहकार्याबद्दल संपादक मंडळ त्यांचे मनापासून आभार मानत आहे.

● संपादक ●

डॉ. के. आर. जाधव
क्रांतिसिंह नाना पाटील महाविद्यालय, वाळवा,
ता. वाळवा, जि. सांगली

डॉ. आर. जी. जाधव
विलिंग्डन कॉलेज, सांगली
जि. सांगली

दूरशिक्षण व ऑनलाईन शिक्षण केंद्र,
शिवाजी विद्यापीठ,
कोल्हापूर

सत्र–१ : प्राकृतिक भूगोल
सत्र–२ : मानवी भूगोल
बी. ए. भाग–१

अभ्यास घटकांचे लेखक

लेखक	घटक क्रमांक
सत्र–१	
डॉ. पी. डी. भाकरे, कृष्णा महाविद्यालय, रेठरे बुद्रूक, पो. शिवनगर, ता. कराड, जि. सातारा	१
डॉ. व्ही. डी. गायकडवाड देवचंद कॉलेज, अर्जुननगर, ता. कागल, जि. कोल्हापूर	२
डॉ. के. आर. जाधव क्रांतिसिंह नाना पाटील महाविद्यालय, वाळवा, ता. वाळवा, जि. सांगली	३
डॉ.राजेखान शिकलगार राजाराम महाविद्यालय, कोल्हापूर, जि. कोल्हापूर	४
सत्र–२	
डॉ. आर. जी. जाधव विलिंग्डन कॉलेज, सांगली, जि. सांगली	१
डॉ. एस. पी. हुदले यशवंतराव चव्हाण महाविद्यालय, इस्लामपूर, ता. वाळवा, जि. सांगली	२
डॉ. टी. पी. शिंदे मुधोजी कॉलेज, फलटण, ता. फलटण, जि. सातारा	३
डॉ. टी. जी. घाटगे जयसिंगपूर कॉलेज, जयसिंगपूर, ता. शिरोळ, जि. कोल्हापूर	४

● संपादक ●

डॉ. एन. व्ही. तेलोरे
राजा श्रीपतराव भगवंतराव महाविद्यालय, औंध,
ता. खटाव, जि. सातारा

डॉ. आर. बी. भास्कर
न्यू कॉलेज, शिवाजी पेठ, कोल्हापूर
जि. कोल्हापूर

अनुक्रमणिका

घटक क्रमांक	घटकाचे शीर्षक	पान क्रमांक

सत्र १ : प्राकृतिक भूगोल –१

प्रकरण– १ प्राकृतिक भूगोलाची ओळख	१
प्रकरण– २ पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे परिवर्तन	२३
प्रकरण– ३ वातावरण	७६
प्रकरण– ४ प्रात्यक्षिक – तात्विक	११४

सत्र २ : मानवी भूगोल –२

प्रकरण– १ मानवी भूगोलाचा परिचय	१
प्रकरण – २ लोकसंख्या	१९
प्रकरण– ३ वाहतूक आणि मानवी विकास निर्देशांक	६५
प्रकरण– ४ प्रात्यक्षिक	८६

■ विद्यार्थ्यांना सूचना

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

१. घटकामध्ये काय दिलेले आहे.

२. विद्यार्थ्यांकडून काय अपेक्षित आहे.

३. विशिष्ट घटकावरील कार्य पूर्ण केल्यानंतर विद्यार्थ्यांना काय माहीत होण्याची अपेक्षा आहे.

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

प्रिय विद्यार्थी,

हे स्वयंअध्ययन साहित्य या पेपरसाठी एक पूरक अभ्याससाहित्य म्हणून आहे. असे सूचित करण्यात येते की, विद्यार्थ्यांनी २०२४-२५ पासून तयार केलेला नवीन अभ्यासक्रम पाहून त्याप्रमाणे या पेपरच्या सखोल अभ्यासासाठी संदर्भपुस्तके व इतर साहित्याचा अभ्यास करावा.

H I

SHIVAJI UNIVERSITY, KOLHAPUR

CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION

Science, Technology and Development

B. A. Part-I (STD)

Author's/Editor's name :

Dr. N. V. Telore

Dr. S. R. Bhaskar

Published by:

Dr. V. N. Shinde
Registrar,
Shivaji University, Kolhapur-416 004

Printer's Details :

Shri. B. P. Patil
Superintendent,
Shivaji University Press, Kolhapur-416 004

Edition : I

ISBN : ______________________

K Copyright © Registrar, Shivaji University, Kolhapur. (Maharashtra) J

घटक क्र. १

प्राकृतिक भूगोलाची ओळख

घटक संरचना

१.० उद्दिष्ट्ये

१.१ प्रस्तावना

१.२ विषय विवेचन

१.२.१ – प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप व व्याप्ती

१.२.२ – प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा

१.२.३ – प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व

१.२.४ – प्राकृतिक भूगोल आणि आपत्ती व्यवस्थापन

१.३ सारांश

१.४ पारिभाषिक शब्द व अर्थ

१.५ स्वयंअध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१.६ अभ्यासासाठीचे प्रश्न स्वाध्याय

१.७ क्षेत्रिय कार्य

१.८ संदर्भ ग्रंथ सुची

....

१.० उद्दिष्ट्ये –

प्राकृतिक भूगोलाची ओळख घटक क्रं. १ मध्ये आपण प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप, व्याप्ती, शाखा, महत्व आणि आपत्ती व्यवस्थापनाचा प्राकृतिक भूगोलाशी असलेला संबंध, यांच्याशी निगडीत पुढील काही प्रमुख उद्दिष्टांचे अध्ययन करणार आहोत.

* प्राकृतिक भूगोलाच्या विकासाचा ऐतिहासिक आढावा घेणे.
* प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या समजावून घेणे.
* प्राकृतिक भूगोलाच्या स्वरुपाविषयी माहिती घेणे.
* प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती अभ्यासणे.
* प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखांचे अध्ययन करणे.
* प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाचे महत्व जाणून घेणे.
* प्राकृतिक भूगोल आणि आपत्ती व्यवस्थापन यांचा सहसंबंध अभ्यासणे.
* स्वयंअध्ययन आणि स्वाध्याय यांच्या सहाय्याने अध्ययन अधिक प्रभावी करणे.

१.१ प्रस्तावना –

इ. स. ७०० वर्षापुर्वी लिखित स्वरुपातील अध्ययनास सुरुवात झाल्याचे मानले जाते. मानवी जिज्ञासा, कुतुहल आणि मानवी गरजा यातुनच ज्ञान आणि विज्ञानाची निर्मिती झाली. भूविज्ञान किंवा भूगोल ही विज्ञानाची आद्य ज्ञानशाखा असुन तीला सर्व ज्ञानशाखांची जननी मानले जाते. भूगोलामध्ये पृथ्वी पृष्ठभागाावरील सर्व सजिव आणि निर्जिव घटकांचे व त्यांच्या आंतरसंबधाचे अध्ययन केले जाते. प्राचीन कालखंडात (इ.स. पुर्व १०० ते ३००) ग्रीक आणि रोमन भूगोलकारांनी विविध संकल्पनांच्या माध्यमातून भौगोलिक ज्ञानाच्या अध्ययनास सुरुवात केली. ग्रिक भूगोलकार इरॅटोस्थेनिस यांनी पहिल्यांदा 'Geography' भूगोल या संज्ञेचा वापर केला. म्हणुनच त्यांना 'भूगोलाचा जनक' असे म्हणतात. नंतर पुर्वमध्ययुगिन कालखंडात (इ.स. ३०० ते इ.स.१२००) अरब भूगोलकारांनी भौगोलिक ज्ञान जतन केले. उत्तर मध्ययुगिन कालखंडात (इ.स. १२०० ते इ.स. १८००) प्रवासी, व्यापारी, शोधकर्ते आणि अन्वेषक या दर्यावर्दी तज्ञांनी धाडसी शोध सफरींच्या माध्यमातून भौगोलिक ज्ञानाच्या कक्षा जागतिक क्षितिजावर नेऊन ठेवल्या. आधुनिक कालखंडात (इ.स. १८०० ते आज अखेर) भूगोल ही एक स्वतंत्र, प्रगत व उपयोजित ज्ञानशाखा म्हणुन उदयास आली. यामध्ये जर्मन, फ्रेंच, ब्रिटीश, अमेरीकन व रशियन भूगोल तज्ञांचे योगदान महत्वाचे मानले जाते. अलेक्झांडर भूगोलाचा शिल्पकार म्हणुन ओळखला जातो. १८ व्या शतकापर्यंत भूगोलामध्ये केवळ भुरुपे, जलाशय, हवामान, मृदा, वनस्पती व प्राणी या नैसर्गिक घटकांचाच अभ्यास केला जात होता. फ्रेड्रीक रॅटझेल या जर्मन भूगोलकाराने १८८२ मध्ये 'मानववंश भूविज्ञान' 'Anthropogeopraphy' या ग्रंथाच्या माध्यमातून मानवाच्या अध्ययनास सुरुवात केली, म्हणुनच त्यांना 'मानवी भूगोलाचे जनक' असे म्हटले जाते. तेव्हापासुन भूगोलाची विभागणी 'प्राकृतिक भूगोल (Physical Geography) आणि मानवी भूगोल (Human Geography) अशा दोन प्रमुख शाखामध्ये केली जाते. बी.ए. भाग-१, सत्र-१, मध्ये आपण प्राकृतिक भूगोलाची ओळख या घटकाचे सविस्तर अध्ययन करणार आहोत.

१.२ विषय विवेचन –

पृथ्वी पृष्ठावरील नैसर्गिक घटक हे नेहमीच मानवाच्या जिज्ञासेचा व कुतूहलाचा विषय राहिलेले आहेत. भूपृष्ठावरील भूरुपे, जलाशय, हवामान, मृदा, वनस्पती व प्राणी या नैसर्गिक घटकांच्या सानिध्यातच मानवाचा विकास झालेला आहे. भुतलावरील या नैसर्गिक घटकांच्या निरिक्षण आणि वर्णनातूनच प्राकृतिक भूगोलाचा पाया घातला गेल्याचे दिसते. आजचा मानव विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने प्रगत झाला असला तरी नैसर्गिक घटकांचा प्रभाव तो आजही झुगारुन देऊ शकलेला नाही. म्हणूनच पृथ्वीतलावरील नैसर्गिक घटकांच्या अध्ययनाचे महत्व आजही अबाधित आहे. याच अनुशंगाने प्राकृतिक भूगोलाची ओळख या घटकामध्ये आपण प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप, व्याप्ती, शाखा, महत्व आणि आपत्ती व्यवस्थापन या उपघटकांचे अध्ययन करणार आहोत.

१.२.१ – प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप व व्याप्ती :

प्राकृतिक भूगोल ही भूगोलाची एक महत्वपुर्ण उपशाखा असुन, मानवाचे निवासस्थान या दृष्टीनेच पृथ्वीपृष्ठाचे अध्ययन केले जाते. १८ व्या शतकापर्यंत भूगोलात केवळ प्राकृतिक किंवा नैसर्गिक घटकांचेच अध्ययन केले जात होते. या २५०० वर्षांच्या प्रदिर्घ कालखंडात प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप व

व्याप्तीमध्ये मोठया प्रमाणात बदल झालेले दिसतात. म्हणुनच प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरुप व व्याप्तीविषयी अधिक सविस्तर माहिती जाणुन घेणे क्रमप्राप्त ठरते.

१.२.१.१ प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या –

पृथ्वी आणि पृथ्वीपृष्ठाच्या जिज्ञासेतून प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनात सातत्याने भर पडत गेली. याचाच परिणाम म्हणून प्राकृतिक भूगोलाच्या ज्ञानाचे क्षितिज नेहमीच वाढत राहिले. वेगवेगळया कालखंडात जगाच्या विविध प्रदेशात प्राकृतिक भूगोलाचा अभ्यास होत राहिला. याचाच परिणाम म्हणून कालानुरुप प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या अधिकाधिक सखोल व विस्तृत होत गेल्या. विविध कालखंडातील काही निवडक व्याख्या आपण येथे पाहणार आहोत.

१) इरॅटोस्थेनिस –

इ. स. पुर्व ३ ऱ्या शतकात इरॅटोस्थेनिस हा एक ग्रिक भूगोल अभ्यासक होउुन गेला. त्याने पहिल्यांदा 'Geography' 'भूगोल' हा शब्दप्रयोग केला. Geo म्हणजे पृथ्वी आणि Graphia म्हणजे वर्णन. म्हणजेच इरॅटोस्थेनिस यांच्या मते, ''पृथ्वीचे वर्णन किंवा पृथ्वीचा अभ्यास म्हणजेच प्राकृतिक भूगोल होय.''

२) हेकॅटिअस –

हेकॅटिअस हा देखिल एक ग्रिक भूगोलाभ्यासक होता. त्याने 'Geo-Periodos' 'जिओ-पेरिओडस' हा ग्रंथ लिहिला. त्याला प्रवासाची आवड असलयाने विविध प्रदेशातील जमीन व पाण्याची वर्णने त्याच्या पुस्तकात आढळतात. त्याच्या मते, ''भूपृष्ठावरील विविध भूउठावांचे वर्णन म्हणजेच प्राकृतिक भूगोल होय.'' त्याच्या मौलिक कार्यामुळेच त्याला, ''भूगोलाचा आद्य शिल्पकार'' म्हणून ओळखले जाते.

३) क्लॅडिअस टॉलेमी –

इ. स. दुसऱ्या शतकात टॉलेमी हा एक रोमन भूगोलकार होउुन गेला. त्याने संकल्पनात्मक प्राकृतिक भूगोलामध्ये महत्वपूर्ण योगदान दिले. त्याने 'अलनाजेस्ट' आणि 'भूविज्ञानाची रुपरेखा' या सारख्या ग्रंथांची निर्मिती केली. त्याच्या मते, ''भूविज्ञान हे एक नकाशानिर्मितीशी संबंधित शास्त्र आहे.'' त्याने सर्व भूमिखंडे व महासागर असलेला पहिला जगाचा नकाशा तयार केला. ज्याच्यामुळे पुढे अनेक दर्यावर्दी प्रवाशांना जगाच्या सफरीची प्रेरणा मिळाली.

४) अल मसुदी –

इ.स. ९ व्या शतकात मसुदी हा एक अरब भूगोलकार होउुन गेला. त्याने भूमीखंडे, महासागर व ग्रहीय वारे यांचा अभ्यास करुन मान्सून वाऱ्यांबाबत महत्वपुर्ण निरिक्षणे नोंदवली. त्यांच्या मते, ''भूरूपे, जलाशय, वनस्पती यांचा मानवी जिवनावर परिणाम होतो व नैसर्गिक घटकांचे नेहमीच मानवावर वर्चस्व असते याचाच अभ्यास प्राकृतिक भूगोलात केला जातो.''

५) अलेक्झांडर व्हॉन हंबोल्ट –

अलेक्झांडर व्हॉन हंबोल्ट यांना 'प्रवासी भूगोलतज्ञ' म्हणून ओळखले जाते. या जर्मन भूगोलकाराने 'कॉसमॉस' या जगप्रसिध्द ग्रंथाची निर्मिती केली. त्यांनी प्राकृतिक भूगोलातील अनेक संकल्पनांची आणि उपशाखांची निर्मिती केली. त्यांच्या मते, ''भूपृष्ठावरील विविध प्रदेशातील विविध आविष्कारांचे वितरण व त्यांच्या सहसंबंधांचा अभ्यास म्हणजेच प्राकृतिक भूगोल होय.''

६) कार्ल रिटर –

हा देखील एक प्रसिध्द जर्मन भूगोलकार होऊन गेला. त्याने 'अर्डकुंडे' या ग्रंथाची निर्मिती केली. त्यांची भूतलावरील 'भौगोलिक एकतेची' संकल्पना खुपच प्रसिध्द आहे. त्यांच्या मते, ''पृथ्वीचे भूपृष्ठ हे अनेक नैसर्गिक घटकांनी बनले आहे आणि हा एक भौगोलिक स्थितीचा मिलाप आहे, ज्याचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलात केला जातो.''

७) विल्यम मॉरिस डेव्हिस –

विल्यम मॉरिस डेव्हिस यांनी 'अपक्षय चक्राचा' सिध्दांत मांडला. या अमेरीकन भूगोल तज्ञाने भूरुपशास्त्रांमध्ये महत्वपूर्ण कार्य केले. त्यांच्या मते, ''पृथ्वीतलावरील कोणतेही भूरुप हे कायम असत नाही तर ते नेहमीच बदलशील स्थितीत असते आणि ते रचना, कार्य व स्थिती यांचा परिणाम असते.'' ज्याचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलात केला जातो.

८) एलन चर्चिल सेंपल –

या अमेरिकन महिला, भूगोलाभ्यासक होऊन गेल्या. त्यांनी 'प्राकृतिक पर्यावरणाचा प्रभाव' हा ग्रंथ लिहिला. त्यांच्या मते, ''मानव हे पृथ्वीचे अपत्य असुन प्राकृतिक भूगोलामध्ये अस्थिर पृथ्वी आणि चंचल मानव यांच्या संबंधाचे अध्ययन केले जाते.''

९) व्हि. व्हि. डॉकुचेव्ह –

डॉकुचेव्ह हा रशियातील पहिला भूविज्ञानाचा प्राध्यापक असुन मृदा भूगोलातील त्यांचे कार्य विशेष प्रसिध्द आहे. त्यांच्या मते, ''भूपृष्ठावरील विविध नैसर्गिक घटनादृष्य ही त्या प्रदेशातील भूरूवे, हवामान, जलाशय, मृदा, वनस्पती व प्राणी या घटकांच्या एकत्रित आंतरक्रियेचा परिपाक असतात ज्यांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलात केला जातो.''

१०) रिचर्ड हार्टशॉर्न –

हार्टशॉर्न हे २० व्या शतकातील एक प्रसिध्द अमेरीकन भूगोलतज्ञ म्हणून ओळखले जातात. त्यांनी 'भुविज्ञानाचे स्वरुप' हा जगप्रसिध्द ग्रंथ लिहिला. त्यांच्या मते, ''प्राकृतिक भूगोलामध्ये भूपृष्ठावरील क्षेत्रिय भिन्नतेचे वर्णन आणि विश्लेषण केले जाते.''

थोडक्यात प्राकृतिक भूगोलामध्ये पृथ्वीचे बाहयांग (भूपृष्ठ), प्राकृतिक पर्यावरण क्षेत्रिय घटनादृष्ये आणि त्यांच्यातील आंतरक्रियांचे अध्ययन केले जाते.

विद्यार्थी मित्रांनो, प्राकृतिक भूगोलाच्या काही व्याख्या नंतर आपण प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरुप अभ्यासणार आहोत.

१.२.१.२ प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरुप –

इ.स. पुर्व ३ ऱ्या शतकापासून प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासाला सुरुवात झाल्याचे मानले जाते. गेल्या २००० वर्षांमध्ये मानवी जीवनामध्ये, विशेषत: विज्ञान व तंत्रज्ञानामध्ये प्रचंड बदल झालेले आहेत. साहजिकच प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययन पध्दती देखील बदलल्या आहेत. याचाच परिणाम म्हणून प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरुप देखील काळाच्या ओघामध्ये बदलत गेल्याचे दिसते. सुरुवातीला संकल्पनांच्या माध्यमांतून

केला जाणारा प्राकृतिक भूगोलाचा अभ्यास वर्णन, वितरण, विज्ञान, उपयोजन आणि बहुशास्त्रीय स्वरुपात बदलत गेल्याचे दिसते. विद्यार्थी मित्रांनो आपण प्राकृतिक भूगोलाचे हे बदलशील स्वरुप पुढील काही मुद्यांच्या आधारे सविस्तरपणे पाहणार आहोत.

१) संकल्पनात्मक स्वरुप –

सुरुवातीला प्राकृतिक भूगोलाचे ज्ञान हे अस्पष्ट स्वरुपात होते. ग्रिक व रोमन भूगोलकारांनी अनेक अमुर्त संकल्पनांच्या माध्यमातून प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाला सुरुवात केली होती. होमर, थेल्स, ॲनाक्झीमेंडर, हेकॅटिअस, हेरोडोट्स इरॅटोस्थेनिस, टॉलेमी, स्ट्रॅबो, या भूगोलकारांनी सुर्य, चंद्र, पृथ्वी, भूमीखंडे, महासागर, हवामान, वारे, ग्रहणे, वेळ याबाबत अनेक संकल्पना मांडल्या व त्याबाबत सविस्तर माहिती सांगितली. यातील काही संकल्पना पुढे काळाच्या कसोटीवर उतरल्या नसल्या तरी या मुलभूत संकल्पनांमुळेच सुरुवातीला प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाचा पाया घातला गेला. उदा.: पृथ्वी तबकडीसारखी आहे, पृथ्वीभोवती सर्व ग्रह तारे फिरतात. पृथ्वी महासागरात तरंगत आहे अशा अनेक संकल्पना सुरुवातीच्या कालखंडात प्रचलित होत्या.

२) वर्णनात्मक स्वरुप –

ग्रीक आणि रोमन कालखंडातच निरीक्षण आणि वर्णन हे प्राकृतिक भूगोलशास्त्राचे स्वरुप असल्याचे दिसते. होमर या महाकवीची 'इलियड आणि ओडेसी' ही महाकाव्ये, हेकेटिअस लिखित 'जिओपेरिओड्स' हा ग्रंथ, टॉलेमी यांचा 'अल्माजेस्ट' ग्रंथ, स्ट्रॅबो यांचा 'जिओग्राफिया' या सारखे ग्रंथ निरिक्षण आणि वर्णन यांची उत्तम उदाहरणे आहेत. आपल्या अवतीभोवतीच्या पर्वतरांगा, नदीखोरी, मृदा, वनस्पती, प्राणी, महासागर, वारे अशा विविध भौगोलिक आविष्कारांचे वर्णन अनेक ग्रंथांमध्ये आढळते. निरिक्षण आणि वर्णन हे प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरुप दिर्घकाळ अस्तित्वात होते.

३) वितरणात्मक स्वरुप –

मध्ययुगिन कालखंडात म्हणजेच अंधारयुगात आणि घटना अन्वेशन युगात व्यापार, धार्मिक यात्रा, धाडसी शोध सफरी यांच्या माध्यमातुन अरब भूगोलकारांनी तसेच युरोपीयन खलाशांनी अनेक प्रदेशांना भेटी दिल्या. यामुळे जगातील विविध प्रदेशातील वेगवेगळया भौगोलिक घटकांच्या माहितीचे मोठया प्रमाणात संकलन झाले. भूरूपे, हवामान, जलाशय, मृदा, खनिज, प्राणी, वनस्पती तसेच विविध शेतीप्रकार व मानवी समुह अशा भौगोलिक घटकांचे स्थान, विस्तार व वैशिष्टे या बाबतची माहिती मोठया प्रमाणात संकलीत झाली. या माहितीचे वितरण, वर्गिकरण व विश्लेषण केले गेले. हे वितरण नकाशांच्या सहाय्याने दाखवले गेले. याच काळात भूगोलाच्या अध्ययनाला अभिक्षेत्रिय वितरणाचे स्वरुप प्राप्त झाले. उदा. जगातील नदीखोरी, संस्कृती, मोसमी वारे, विषुवृत्तीय अरण्ये, ध्रुविय बर्फाळ प्रदेश इ. हा अभिक्षेत्रिय वितरणाचा अभ्यास भूगोलाचा आत्मा मानला जातो.

४) वैज्ञानिक स्वरुप –

घटनाअन्वेशन युगानंतर जगभर विशेषत: युरोपमध्ये मुलभूत वैज्ञानिक संशोधनाचे वारे वाहू लागले. शेती, उद्योग, आरोग्य, वाहतुक क्षेत्रात मुलभूत संशोधनाचा सुरुवात झाली. भूतलावरील विविधि भौगोलिक घटना व आविष्कारांच्या मागील कार्यकारणभाव शोधला जाऊ लागला. भूगोलामध्ये काय, कोठे व का

(what, where and why) या प्रश्नांच्या अध्ययनाला महत्व प्राप्त झाले. कोणतेही भौगोलिक ज्ञान निरिक्षण, वर्गिकरण, परिक्षण, विश्लेषन व निष्कर्ष या वैज्ञानिक पंचसुत्रीच्या सहाय्याने तपासले जाऊ लागले. यामुळे प्राकृतिक भूगोलाला शास्त्रीय बैठक प्राप्त झाली आणि प्राकृतिक भूगोल एक प्रगत विज्ञानशाखा म्हणून जागतिक पटलावर अभ्यासली जाऊ लागली.

५) उपयोजित स्वरुप –

२० व्या शतकामध्ये प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययन पध्दतीमध्ये अमुलाग्र बदल घडून आले. भूगोलातील संख्याशास्त्रीय क्रांती ही भूगोलाच्या उपयोजन मुल्यांच्या दृष्टीने खरोखरच क्रांतीकारी ठरली. या मुळे भूगोलाच्या अध्ययनात नियम, सिध्दांत व प्रतिमाने यांची निर्मिती झाली. विविध आकडेवारीच्या अभ्यासातून भूकंप, ज्वालामुखी, दुष्काळ, महापूर, भूस्खलन या नैसर्गिक आपत्तींचे निराकरण केले जाऊ लागले. यामुळे प्राकृतिक भूगोल एक उपयोजित विज्ञान बनले.

६) आंतर विद्याशास्त्रीय स्वरुप –

प्राकृतिक भूगोलाचे अभ्यास विषय हा भूपृष्ठीय घटना विशेषांशी संबंधीत आहे. प्राकृतिक भूगोलामध्ये नैसर्गिक पर्यावरणाचे अध्ययन विशेषत्वाने केले जाते. नैसर्गिक पर्यावरण हे सर्व ज्ञानशाखांच्या अध्ययनाचे उगमस्थान आहे. म्हणूनच प्राकृतिक भूगोल हे सर्व ज्ञानशाखांशी संबंधित असलेले विज्ञान आहे. अभिक्षेत्रिय वितरणाबरोबरच ‘समकालिन विषय समर्पकता’ हा प्राकृतिक भूगोलाचा विशेष गुण मानला जातो. सर्व नैसर्गिक व सामाजिकशास्त्रे प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाशिवाय अपुर्ण आहेत. या सर्व शास्त्रांमध्ये प्राकृतिक भूगोलाचे अध्ययन पायाभूत आहे. म्हणूनच आधुनिक भूगोल प्राकृतिक भूगोल ही खऱ्या अर्थाने आंतर विद्याशास्त्रीय स्वरुपाची ज्ञानशाखा आहे.

थोडक्यात प्राकृतिक भूगोल ही एक बदलशील, गतिशील व समकालीन विषय समर्पक ज्ञानशाखा असल्याने जागतिक स्तरावर आजही एक प्रमुख ज्ञानशाखा म्हणून विशेष प्रसिध्द आहे.

१.२.१.३ प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती –

मानवाने अभ्यासलेल्या आद्यशास्त्रांपैकी प्राकृतिक भूगोल हे एक प्रमुख शास्त्र आहे. दिर्घकालाने अध्ययनामुळे प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती किंवा अभ्यासक्षेत्र खूपच विस्तारीत बनले आहे. प्राकृतिक भूगोलामध्ये शिलावरण, जलावरण, वातावरण व जीवावरण यांचा सुसंगत व सुत्रबध्द अभ्यास केला जातो. या आवरणांमधील परस्पर संबंध, परस्परावलंबन तसेच त्यांच्यातील आंतरक्रिया यांचेही अध्ययन केले जाते. भूरूपे, हवामान, जलाशय, मृदा, वनस्पती आणि प्राणी हे प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाचे प्रमुख विषय आहेत. प्राकृतिक भूगोलाच्या या अभ्यास विषयांची माहिती आपण सविस्तरपणे या उपघटकात पाहणार आहोत.

१) शिलावरण –

पृथ्वाचे टनक बाहयावरण, बाह्य कवच म्हणजेच शिलावरण होय. शिलावरणाची निर्मिती व शिलावरणाशी संबंधित विविधि क्रिया-प्रक्रिया यांचे अध्ययन शिलावरणामध्ये होते. या शिवाय पृथ्वीचे अंतरंग व त्याची रचना, भूमिखंडे व महासागर तसेच त्यांच्याशी संबंधित भूरूपे, खडक, मृदा, भूहालचाली, विदारण व अपक्षय (क्षरण), नदी, हिमनदी, वारा, समुद्री लाटा यांचे कार्य व त्या संबंधित भूरूपे अशा भूपृष्ठाशी संबंधित घटकांचे अध्ययन शिलावरणामध्ये केले जाते.

२) जलावरण –

एकुण पृथ्वीपृष्ठाच्या साधारणपणे ७१% भाग हा पाण्याने व्यापलेला आहे. जलावरण हा भूगोलाच्या अध्ययनाचा मुख्य विषय आहे. यामध्ये पृथ्वीतलावरील समुद्र, महासागर, त्यांचे आकार, विस्तार, वितरण, सागरतळ रचना, सागरजलाचे गुणधर्म, सागरजलाच्या हालचाली, सागरी निक्षेप इ. घटकांचा समावेश होतो. सागरजलाच्या गुणधर्मांमध्ये सागरजलाची घनता, क्षारता, तापमान तर समुद्रप्रवाह यांचा समावेश होतो. या बरोबरच प्रवाळ व प्रवाळ खडक यांचाही समावेश जलावरणामध्ये होतो. सागरीतळावर असलेल्या जलमग्न पर्वतरांगा व इतर भूउठाव देखील जलावरणामध्ये अभ्यासले जातात.

३) वातावरण –

पृथ्वी भोवती असलेल्या विविध वायुंच्या आवरणाला वातावरण असे म्हणतात. वातावरणामधील विविध वायु, त्यांचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म, त्यांचे प्रमाणानुसार असलेले वितरण या बरोबरच वातावरणाची घटना, रचना, वातावरणाचे घटक, या बरोबरच हवा व हवामान, हवेचे तापमान, वायुभार, वारे, आर्द्रता, वृष्टी या घटकांचे देखील वातावरणामध्ये अध्ययन केले जाते. या शिवाय अवकाशीय ग्रह, तारे, सुर्यमाला, धुमकेतू यांचा अभ्यासही प्राकृतिक भूगोलात केला जातो.

४) जीवावरण –

शिलावरण, जलावरण व वातावरण यांच्यानंतर सर्वात शेवटी जीवावरणाची निर्मिती झाली. अमेरॉनच्या सिध्दांताप्रमाणे पहिला एकपेशीय जीव पाण्यामध्ये निर्माण झाला. त्याच्याच पासून पुढे ही आजची जीवसृष्टी विकसीत झाल्याचे दिसते. यामध्ये वनस्पती व प्राणी या दोन घटकांचा समावेश होतो. प्राकृतिक भूगोलामध्ये इतर भौतिक किंवा निसर्गनिर्मित घटकांप्रमाणेच सर्व वनस्पती व प्राण्यांचे अध्ययन केले जाते.

थोडक्यात प्राकृतिक भूगोलामध्ये पृथ्वीतलावरील सर्व निसर्गनिर्मित किंवा प्राकृतिक घटकांचे क्षेत्रिय वितरण अभ्यासले जाते. प्राकृतिक भूगोलाच्या या विषय – व्यापकतेमुळेच प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती ही दिवसेंदिवस विशालकाय होताना दिसते आहे.

विषय घटक प्रगती तपासणी.

१) खालीलपैकी कोणाला भूगोलाचे आद्यकर्ते म्हणून ओळखले जाते?

अ) ग्रिक ब) रोमन

क) अरब ड) डच

२) खालीलपैकी कोणाला भूगोलाचा जनक म्हणून ओळखले जाते?

अ) टॉलेमी ब) स्ट्रॅबो

क) इरॅटोस्थेनिस ड) हेरोडोट्स

३) कोणत्या शास्त्रज्ञाला आधुनिक भूगोलाचे शिल्पकार म्हणून ओळखतात?

अ) अलेक्झांडर व्हॉन हंबोल्ट ब) विडाल डी. ला ब्लाश

क) हेलफोर्ड मॅकिंडर ड) फ्रेड्रिक रॅटझेल

४) 'मानवी भूगोलाचे जनक' कोणास म्हटले जाते?

अ) हेलफोर्ड मकिंडर | ब) फ्रेड्रिक रॅटझेल

क) अलेक्झांडर व्हॉन हंबोल्ट | ड) विडाल डि ला ब्लाश

५) खालीलपैकी कोणता घटक प्राकृतिक भूगोलात अभ्यासला जात नाही?

अ) भूरूपे | ब) नदीप्रणाली

क) हवामान | ड) जलसिंचन

६) 'अपक्षय चक्राचा सिध्दांत' कोणी मांडला?

अ) कार्ल रिटर | ब) अल् मसुदी

क) विल्यम मॉरिस डेव्हिस | ड) हेलफोर्ड मकिंडर

७) सुरुवातीच्या काळात प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरुप कसे होते?

अ) संकल्पनात्मक | ब) वैज्ञानिक

क) उपयोजित | ड) आंतरविदयाशाखीय

८) हवा आणि हवामानाचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलाच्या कोणत्या विभागात केले जाते?

अ) शिलावरण | ब) जलावरण

क) वातावरण | ड) जिवावरण

१.२.२ प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा –

पृथ्वीपृष्ठावरील प्राकृतिक घटक हे जैवसृष्टीचा पाया किंवा मुळ आधार आहेत. अनादी कालापासून प्राकृतिक भूगोलामध्ये या भौतिक प्रकृतिचे अध्ययन केले जात आहे. प्राकृतिक भूगोलामध्ये समग्र पृथ्वीपृष्ठाचे अध्ययन होत असलेने प्राकृतिक भूगोलाचे अभ्यासक्षेत्र किंवा विषय सामग्री खूपच व्यापक बनलेली आहे. सुरूवातीच्या काळात ग्रिस, रोमन तज्ञांनी प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाचा श्रीगणेशा केला. त्या नंतर मध्ययुगीन काळात अरब भूगोलकारांनी हे भौगोलिक ज्ञान जतन करून त्याचा प्रसार आणि विकास केला. त्या नंतर घटनाअन्वेशन युगामध्ये युरोपीयन दर्यावर्दी लोकांनी जगभरातील भौगोलिक ज्ञान एकत्रित केले. पुढे विज्ञान युगात प्राकृतिक भूगोलाच्या उपयोजित मुल्यामुळे या विषयाची व्याप्ती आणखीनच वाढत गेली. याचाच परिणाम म्हणून भौगोलिक माहिती प्रचंड प्रमाणात एकत्रित झाली व तीचे अध्ययन अवघड बनले. प्राकृतिक भूगोलाचे अध्ययन सोपे, सुसंगत व शास्त्रशुध्द करण्याच्या उद्देशातूनच प्राकृतिक भूगोलाची विभागणी अनेक उपशाखामध्ये केली गेली. अवकाशीय भूगोल, भूरूपीकी भूगोल, हवामानविषयक भूगोल, सागरी भूगोल, मृदा भूगोल, जैवभूगोल आणि पर्यावरणीय भूगोल अशा प्रमुख उपशाखांची निर्मिती झाली.

१) अवकाशीय भूगोल –

अवकाशातील ग्रह – तारे हे नेहमिच भूगोलाभ्यासकांच्या जिज्ञासेचा विषय राहिलेले आहेत. विश्वाच्या निर्मिती पासून विश्वातील सुर्यमाला, गृह, तारे, उपग्रह, धुमकेतू यांची निर्मिती व गती, त्यांच्या भ्रमण कक्षा, गृहणे, कालमापण, पृथ्वी, पृथ्वीच्या गती, ॠतू इ. घटकांचे अध्ययन अवकाशीय भूगोलात केले जाते. याला खगोलीय भूगोल किंवा जोतिर्विज्ञान असेही म्हणतात.

२) भूरूपीकी भूगोल –

पृथ्वीतलावरील भूमीखंडे आणि महासागर या प्रथम श्रेणीच्या भूरूपांसह त्यावरील द्वितीय व तृतीय श्रेणीच्या भूरूपांचा अभ्यास म्हणजेच भूरूपिकी भूगोल होय. यालाच भूरूपशास्त्र असेही म्हटले जाते. यामध्ये पृथ्वीचे अंतरंग, अंतर्गत शक्ती, अंतर्गत हालचाली, बहिर्गत शक्ती व त्यांचा प्रभाव, या हालचालींचे परिणाम, खडक, मृदा, विविध भूरूपे, कालमानानुसार त्यांच्यात होणारे बदल. या बरोबरच भूकंप, ज्वालामुखी, विदारण, बाह्यशक्तीचे कारक अशा भूपृष्ठाशी निगडीत घटकांचा अभ्यास केला जातो.

३) हवामान विषयक भूगोल –

हवा व हवामानाचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजेच हवामान विषयक भूगोल होय. यालाच हवामानशास्त्र असेही म्हटले जाते. एकुण वातावरणांपैकी भूपृष्ठालगत असलेल्या वातावरणामध्ये हवेचे अविष्कार घडून येतात. या सर्व अविष्कारांचा अभ्यास हवामान विषयक भूगोलामध्ये केला जातो. पृथ्वी भोवतालचे वातावरण, त्याची रचना, घटक या बरोबरच सौरशक्ती, तापमान, वायुभार, वारे, आर्द्रता, वृष्टी, (दव, दहिवर, धुके, पर्जन्य) ढग किंवा मेघ, ध्रुविय प्रकाश वायुराशी, वादळे अशा विविध वातावरणीय घटकांचा अभ्यास हवामान विषयक भूगोलामध्ये केला जातो.

४) सागरी भूगोल –

पृथ्वीतलाचा ७१% भाग पाण्याने व्यापलेला आहे. यामध्ये महासागरांचा वाटा सर्वाधिक आहे. या महासागरांच्या भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्मांचा अभ्यास म्हणजेच सागरी भूगोल होय. सागरी भूगोलामध्ये महासागरांची निर्मिती, आकार, विस्तार, रचना या बरोबरच सागर जलाचे तापमान, क्षारता, हालचाली, सागर तळावरील भूउठाव, सागरी निक्षेप, सागरातील जैवविविधता, सागरातील खनिजे व उर्जासाधने अशा विविध घटकांचे अध्ययन केले जाते.

५) मृदा विषयक भूगोल –

एखाद्या प्रदेशातील भूरचना, जलप्रणाली, हवामान, वनस्पती व प्राणी यांच्यातील आंतरक्रियेतून मृदा किंवा जमिनी निर्माण होतात. मुदा किंवा जमीनी ह्या भूपृष्ठावरील जैवविविधतेचा किंवा जिवसृष्टीचा मुलाधार आहेत. या मृदा किंवा जमीनींची निर्मिती, त्यांचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म व त्यांचे उपयोजन यांचे अध्ययन मृदाविषयक भूगोलात केले जाते.

६) जैव भूगोल –

पृथ्वीतलावरील भौतिक किंवा नैसर्गिक घटकांची विभागणी जैविक व अजैविक घटक अशी केली जाते. अजैविक घटकांमध्ये भूरूपे, मृदा, हवा, जलाशय यांचा समावेश होतो. तर जैविक घटकांमध्ये वनस्पती व प्राणी यांचा समावेश होतो. वनस्पती व प्राणी म्हणजेच जैविक घटकांचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजेच जैवभूगोल होय. या मध्ये वनस्पती व प्राणी यांची उत्क्रांती, विकास, वितरण, स्थलांतर, प्रकार, पर्यावरणीय आंतरक्रिया इ. घटकांच्या अध्ययनाचा समावेश होतो.

७) पर्यावरणीय भूगोल –

पर्यावरणीय भूगोल ही एक प्राकृतिक भूगोलाची आधुनिक काळात विकसित झालेली महत्वाची शाखा मानली जाते. मानव आणि मानवाभोवतालचे नैसर्गिक व मानवी घटक म्हणजेच पर्यावरण होय. भूरूपे,

मृदा, हवा, पाणी, वनस्पती व प्राणी या नैसर्गिक घटकांबरोबरच मानव व मानवनिर्मित वसाहती, शेती, वाहतुक, उद्योग, जलसिंचन, विज्ञान व तंत्रज्ञान य घटकांचा मानवाच्या अनुषंगाने अध्ययन केले जाते. पर्यावरण भूगोलामध्ये मानवी घटकांचा अंतर्भाव असला तरी सर्व नैसर्गिक किंवा प्राकृतिक घटक हे पर्यावरणाचा मुलाधार आहेत.

थोडक्यात, प्राकृतिक भूगोलाच्या उपशाखांमध्ये विशेषीकरणानुसार प्राकृतिक घटकांचे अध्ययन केले जाते. प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखांमधील विभागणीमुळेच प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनामध्ये सुसुत्रता व सुसंगतपणा आलेला आहे.

विषय घटक प्रगती तपासणी –

१) खालीलपैकी कोणती शाखा प्राकृतिक भूगोलाशी संबंधित आहे?

अ) हवामान भूगोल ब) मृदा भूगोल

क) सागरी भूगोल ड) वरीलपैकी सर्व

२) अवकाशातील ग्रहगोलासंबंधीचे अध्ययन कोणत्या शाखेत केले जाते?

अ) अवकाशीय भूगोल ब) पर्यावरण भूगोल

क) सागरी भूगोल ड) हवामान भूगोल

३) तापमान, वायुभार, वारे, आर्द्रता, वृष्टी या सारखे वातावरणीय आविष्कार प्राकृतिक भूगोलाच्या कोणत्या शाखेत अभ्यासले जातात?

अ) भूरूपीकी भूगोल ब) हवामान भूगोल

क) जैव भूगोल ड) पर्यावरणीय भूगोल

४) प्रथम, द्वितीय व तृतीय श्रेणीचे भूउठाव अभ्यासणारे शास्त्र कोणते आहे?

अ) हवामान भूगोल ब) मृदा भूगोल

क) भूरूपीकी भूगोल ड) जैव भूगोल

५) महासागरांतील जलाशयांचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलाच्या कोणत्या शाखेत केले जाते?

अ) सागरी भूगोल ब) मृदा भूगोल

क) हवामान भूगोल ड) जैव भूगोल

६) भूतलावरील वनस्पती व प्राणी यांचे अध्ययन करणारी प्राकृतिक भूगोलाची शाखा कोणती आहे?

अ) सागरी भूगोल ब) जैव भूगोल

क) मृदा भूगोल ड) भूरूपीकी भूगोल

७) मानवा भोवतालचे नैसर्गिक व मानवनिर्मित घटक अभ्यासणारे शास्त्र कोणते आहे?

अ) मृदा भूगोल ब) सागरी भूगोल

क) अवकाशीय भूगोल ड) पर्यावरण भूगोल

१.२.३ प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व –

भूतलावरील पृष्ठीय विशेष आणि त्यांच्यातील आंतरक्रिया यांच्या अध्ययनाचा समावेश प्राकृतिक भूगोलात केला जातो. या मध्ये शिलावरण, जलावरण, वातावरण आणि जिवावरण यांच्या ही अध्ययनाचा समावेश होतो. या घटकांच्या आधारेच मानवाला समग्र जगाची कल्पना येते. या घटकांच्या शाश्वत विकासासाठी या घटकांचे अध्ययन व व्यवस्थापन आवश्यक आहे. प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनामुळेच भूतलावरील प्राकृतिक घटकांचे क्षेत्रिय वितरण व त्यांच्यातील आंतरक्रियांचा अभ्यास करता येतो. प्राकृतिक पर्यावरणावरतीच समस्त मानवी जीवन आधारलेले आहे. प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षरित्या मानवाची उत्क्रांती आणि मानवाचा विकास प्राकृतिक घटकांवरच आधारलेला आहे. म्हणूनच भूतलावरील विविध प्राकृतिक घटकांच्या आधारे प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व अभ्यासता येईल.

१) ग्रहतारे –

अवकाशातील ग्रहताऱ्यांचा अभ्यास अवकाशीय भूगोलामध्ये केला जातो. या मध्ये ग्रह, तारे, त्यांचे स्थान, गती, दिशा, दिवसरात्र, ऋतू, ग्रहणे यांचे अध्ययन केले जाते. या सर्वांचा संबंध मानवाशी प्रत्यक्ष स्वरुपात असलेने ग्रहताऱ्यांच्या अध्ययनालाा महत्व प्राप्त होते.

२) प्राकृतिक रचना –

भूमीखंडे व महासागर यांच्यावरती असलेले पर्वत, पठार, मैदान, उतार, गती तसेच अंतर्गत भागातील हालचाली यांचा परिणाम मानवी वसाहती, शेती, उदयोग, वाहतूक, व्यापार यांच्यावरती प्रत्यक्षपणे होत असतो. या सर्वांचा अभ्यास भूरूपीकी भूगोलामध्ये केला जातो. म्हणूनच भूरूपीकी भूगोल ही आज प्राकृतिक भूगोलाची महत्वाची शाखा मानली जाते.

३) वातावरण –

वातावरणामध्ये विविध वायू, धूर, धुके, धुलीकण, बाष्प सामावलेले असते. पृथ्वीतलावरील संदेशवहन, हवाई वाहतुक प्रत्यक्ष वातावरणाशी संबंधित असते. तर वातावरणाच्या तपांबराशी हवा व हवामान जोडले गेले आहे. ज्याचा परिणाम मानवाच्या दैनंदिन जीवनावर होत असतो. मानवी वसाहती, व्यवसाय, मानवी संस्कृती ही हवामानाशी संबंधित असलेने वातावरणाचा अभ्यास मानवी दृष्टीने महत्वाचा मानला जातो.

४) जलाशय –

नद्या, नाले, ओढे, तळी, तलाव, सरोवरे, समुद्र, महासागर यांचा समावेश जलाशयांमध्ये केला जातो. मानवी संस्कृतीचा उदय आणि विकास नदी खोऱ्यांमध्येच झाला आहे. मानवी वसाहती जलाशयांच्या सानिध्यातच विकसित झाल्याचे दिसते. शेती, उद्योग, वाहतुक तसेच मानवाच्या दैनंदिन व्यवहारात पाण्याची नितांत आवश्यकता असते. या शिवाय पृथ्वीतलावरील सजीवसृष्टी (वनस्पती व प्राणी) पाण्याच्या अस्तित्वाशिवाय केवळ अशक्य आहे. म्हणूनच जलाशयांचे अस्तित्व व त्यांचा शाश्वत विकास गरजेचा आहे. याचसाठी प्राकृतिक भूगोलातील जलाशयांचे अध्ययन महत्वाचे मानले जाते.

५) मृदा –

भूपृष्ठाच्या कठीण भागाचे क्षरण, विखंडन व विदारण होते. म्हणजेच खडक तुटतात, फुटतात आणि त्यांचे रुपांतर बारीक कणांमध्ये होते. यापासूनच मृदा निर्मिती होते. मृदा म्हणजेच भूपृष्ठावरील सुपीक सेंद्रीय मातीचा थर होय. मृदा किंवा जमिनी या वनस्पतींचा आधार मानल्या जातात व या वनस्पतींवरच संपूर्ण प्राणीजीवन आधारलेले असते. मृदा निर्मिती, वितरण, प्रकार, क्षय, व मृदांचा शाश्वत विकास या घटकांच्या अध्ययनाला अलिकडील काळात अतिशय महत्व प्राप्त झाले आहे. या मृदा किंवा जमिनींचे अध्ययन मृदाविषयक भूगोल या प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखेत केले जाते.

६) वनस्पती –

वनस्पती या भूतलावरील उर्जा उत्पत्ती करणाऱ्या एकमेव घटक आहेत. यांच्यावरतीच संपूर्ण प्राणीजीवन आधारलेले आहे. म्हणूनच त्यांना परिसंस्थेमध्ये 'उत्पादक' असे म्हटले जाते. जमीन, प्राणी व सुर्यप्रकाश यांच्या आधारे त्या ऊर्जानिर्मितीचे काम करतात. वनस्पतींचे भूतलावरील वितरण, त्यांचे प्रकार, त्यांच्यावर प्रभाव टाकाणारे घटक, त्यांचे उपयोग, पर्यावरणीय महत्व, त्यांचा शाश्वत विकास अशा अनेक घटकांचे अध्ययन वनस्पती भूगोलात केले जाते. वाढती लोकसंख्या व वाढत्या गरजा यामुळे वनस्पतींच्या अध्ययनाला आधुनिक काळात खुपच महत्व प्राप्त झाले आहे.

७) प्राणी –

भूतलावरील विविध प्राकृतिक घटकांपैकी प्राणी हे देखील निसर्गनिर्मित आहेत. परिसंस्थेच्या सर्वात वरच्या थरामध्ये प्राण्यांचा समावेश असतो. प्राण्यांना 'भक्षक' म्हणतात. कारण त्या अन्नाची गरज भागविण्यासाठी वनस्पती किंवा इतर प्राण्यांवर अवलंबून राहावे लागते. अन्न, वस्त्र व निवारा या बरोबरच, शेती, उद्योग, वाहतूक, व्यापार अशा विविध कारणांसाठी मानवाला प्राण्यांवर अवलंबून राहावे लागते. या बरोबरच पर्यावरणीय संतुलनामध्ये प्राण्यांची भूमिका निर्णायक स्वरुपाची असते. म्हणूनच प्राण्यांची उत्पत्ती, वितरण व त्यांचा शाश्वत विकास महत्वाचा आहे. याच साठी त्यांचे अध्ययन महत्वाचे आहे. प्राकृतिक भूगोलामध्ये प्राण्यांचे अध्ययन जैवभूगोलामध्ये केले जाते.

थोडक्यात, प्राकृतिक भूगोल व त्याच्या उपशाखा मानवी जीवनाशी निगडीत आहेत म्हणूनच त्यांच्या अध्ययनाला आधुनिक काळात महत्व प्राप्त झाल्याचे दिसते. मानवी वसाहती, मानवी व्यवसाय, मानवा भोवतालचे पर्यावरण, आधुनिक काळातील विज्ञान, तंत्रज्ञान तसेच पर्यावरणाचे संवर्धन, संरक्षण व व्यवस्थापक अशा विविध घटकांच्या अनुषंगाने प्राकृतिक भूगोलाचे अध्ययन आधुनिक काळात महत्वाचे मानले जाते.

विषय घटक प्रगती तपासणी –

१) खालीलपैकी दिवस रात्र, ऋतू व ग्रहणे यांच्या निर्मितीचे कोणते कारण आहे?

अ) गृह-तारे ब) जलाशय

क) मृदा ड) वनस्पती

२) प्राकृतिक रचनेमध्ये खालीलपैकी कशाचा समावेश होत नाही?

अ) पर्वत ब) मैदान

क) पठार ड) वनस्पती

३) खालीलपैकी काय वातावरणाशी संबंधित आहे?

अ) हवाई वाहतुक ब) हवामान

क) संदेश वहन ड) वरीलपैकी सर्व

४) खालीलपैकी कोणत्या घटकांनी जलाशयांचे महत्व अधोरेखित होते?

अ) शेती ब) वाहतुक

क) उद्योग ड) वरीलपैकी सर्व

५) खडकांचे विखंडन आणि विदारण होऊन काय तयार होते?

अ) वनस्पती ब) प्राणी

क) मृदा ड) जलाशय

६) ऊर्जा निर्मिती किंवा प्रकाश संश्लेशन क्रिया कोणत्या घटकाकडून केली जाते?

अ) वनस्पती ब) प्राणी

क) जलाशय ड) मृदा

७) परिसंस्थेतील अन्नसाखळीमध्ये 'भक्षक' म्हणून कोणाला ओळखले जाते?

अ) वनस्पती ब) प्राणी

क) सुक्ष्मजीव ड) यापैकी नाही

८) प्राकृतिक भूगोलाच्या विविध शाखांमध्ये खालीलपैकी कशाचा अभ्यास केला जातो?

अ) भूरूपे व हवामान ब) मृदा व जलाशय

क) वनस्पती व प्राणी ड) वरीलपैकी सर्व

१.२.४ – प्राकृतिक भूगोल आणि आपत्ती व्यवस्थापन –

भूतलावरील जैविक आणि अजैविक घटकांचे वितरण व त्यांच्यातील आंतरक्रियांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलामध्ये केला जातो. यामध्ये शिलावरण, जलावरण, वातावरण आणि जिवावरण यांच्याशी संबंधित घटकांचा समावेश होतो. पृथ्वीतलावरील विविध भूरूपे, हवामान, मृदा, जलाशय, वनस्पती, प्राणी व खनिजे हे निसर्गनिर्मित असून त्यांचा समावेश भौतिक किंवा प्राकृतिक घटकांमध्ये केला जातो. हे सर्व विषय प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाचा केंद्रबिंदू आहेत. या सर्व घटकांचे क्षेत्रिय वितरण, त्यांच्यातील आंतरक्रिया व त्या नंतरचे परिणाम यांचे एकत्रित अध्ययन प्राकृतिक भूगोलामध्ये केले जाते.

पर्यावरणीय संकट किंवा आपत्ती या दोन प्रकारच्या आहेत. या मध्ये नैसर्गिक आपत्ती व मानव निर्मित आपत्ती यांचा समावेश होतो. बहुतांशी वेळा या दोन्ही आपत्ती एकत्रितपणे कार्य करताना दिसतात.

यातील नैसर्गिक आपत्ती या पुर्णत: प्राकृतिक पर्यावरणाशी संबंधित आहेत. या मध्ये भूपृष्ठीय आपत्ती, वातावरणीय आपत्ती व जैविक आपत्ती यांचा समावेश होतो. या आपत्तींमुळे होणारी जिवित व वित्त हानी कमी करण्यासाठी जी उपाययोजना केली जाते. त्यालाच आपत्ती व्यवस्थापन असे म्हणतात.

सुमारे ४५० कोटी वर्षांपुर्वी पृथ्वीची निर्मिती झाल्याचे मानले जाते. सुर्यापासून निर्माण झालेली पृथ्वी सुरूवातीला वायुरूप अवस्थेत होती. कालांतराने ती थंड होत जाऊन, शिलावरण, जलावरण, वातावरण व जीवावरण यांची क्रमश: निर्मिती झाल्याचे दिसते. नंतरच्या काळात आल्फ्रेड वेगनरच्या भूखंडवहन सिध्दांतानुसार एकसंघ भूमीखंडांचे विभाजन होउन आजची भूमीखंडे व महासागर यांची निर्मिती झाली. आधुनिक काळातील 'भूपट्टविवर्तन सिध्दांतानुसार' पृथ्वीचे कवच हे अनेक तबकांनी बनलेले आहे, ज्यांची सातत्याने हालचाल होत असते. म्हणजेच आज देखील पृथ्वी अस्थिर असल्याचे दिसते. सुरूवातीपासून पृथ्वीच्या स्वरूपात अनेक बदल झालेले आहेत. पृथ्वीवरती अनेक हिमयुगे येऊन गेलेली आहेत. यामध्ये मोठ-मोठया डायनासोरसारख्या प्राण्यांचा अंत झाला आहे, तर अनेक संस्कृती (ग्रीक, इजिप्तशीयन, मेसापोटीयम, सिंधू) नष्ट झालेल्या आहेत. आजही आपण अनेक नैसर्गिक संकटांचा किंवा आपत्तींचा अनुभव घेताना दिसतो. यामध्ये भूपृष्ठीय आपत्ती, वातावरणीय आपत्ती व जैविक आपत्ती यांचा समावेश होतो. या सर्व आपत्ती प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासाविषयाशी संबंधित आहेत. म्हणूनच नैसर्गिक आपत्तींचे व्यवस्थापन प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाशिवाय केवळ अशक्य आहे.

१.२.४.१ भूपृष्ठीय आपत्ती आणि प्राकृतिक भूगोल –

भूकंप, ज्वालामुखी, प्रस्तरभंग व त्सुनामी या नैसर्गिक आपत्ती भूपृष्ठांतर्गत व भूपृष्ठीय हालचालींशी संबंधित आहेत. यांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलामध्ये केला जातो. म्हणूनच भूपृष्ठीय आपत्ती व्यवस्थापनांमध्ये प्राकृतिक भूगोलाचे अध्ययन आधारभूत व महत्वाचे मानले जाते. भूरूपशास्त्र किंवा भूरूपिकी विज्ञान ही प्राकृतिक भूगोलाची प्रमुख उपशाखा आहे. या मध्ये पृथ्वीची निर्मिती, पृथ्वीचे अंतरंग, भूकवच, खडक, अंतर्गत व बहिर्गत हालचाली व त्यांचे परिणाम या घटकांचे अध्ययन केले जाते. भूरूपशास्त्राचे अध्ययन हे भूपृष्ठीय आपत्ती व्यवस्थापनाचा मुलाधार आहे.

१) भूकंप –

भूपृष्ठांतर्गत किंवा भूपृष्ठीय हालचालींमुळे भूपृष्ठ कंपायमान होणे. या क्रियेला भूकंप असे म्हणतात. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील उभ्या व आडव्या हालचालींमुळे भूपृष्ठ कंपायमान होते. खडक दुभंगले जातात व खडकांमध्ये उभ्या किंवा आडव्या दिशेत स्थानांतर घडून येते. यालाच भ्रंश किंवा भूमिपात असे म्हणतात. या बरोबरच ज्वालामुखी, लाव्हा अभिसरण प्रवाह, भूखंडांच्या हालचाली यामुळे देखील भूकंपाची निर्मिती होते. भूकंप निर्मितीची कारणे, परिणाम व त्यावरील उपाययोजना या सर्वांचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलात केले जाते. या सर्वांचे उपयोजन भूकंप व्यवस्थापणामध्ये होत असते.

२) ज्वालामुखी –

पृथ्वीच्या निर्मितीच्या कराडो वर्षानंतरही पृथ्वीचा अंतर्गत भाग काही प्रमाणात द्रवरूप अवस्थेत आहे. वातावरणीय दाब व अंतर्गत भागातील प्रचंड तापमानामुळे हा तप्त द्रवरूप लाव्हा सातत्याने भूपृष्ठावर येण्याचा प्रयन्त करतो. कमकुवत भूपृष्ठ भेदून तो ज्या ठिकाणी पृथ्वी पृष्ठावर येतो या क्रियेला ज्वालामुखी

असे म्हणतात. या ज्वालामुखीय उद्रेकांमुळे मोठ्याप्रमाणात जीवीत व वित्त हानी होते. या ज्वालामुखीय क्रियांची कारणे, परिणाम व उपाययोजनांचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलामध्ये केले जाते. या ज्वालामुखीय क्रिया थांबवता आल्या नाहीत तरी त्यांची तीव्रता व त्यांच्यामुळे होणारे नुकसान टाळता येते किंवा कमी करता येते. या आपत्तीचे व्यवस्थापन व नियोजन करण्यासाठी प्राकृतिक भूगोलाचे अध्ययन महत्वाचे ठरते.

३) प्रस्तरभंग –

प्रस्तरभंग म्हणजेच खडकांवरील दाब किंवा ताण वाढल्यामुळे खडक दुभंगतात तसेच ते खाली किंवा वर सरकतात किंवा स्थानांतर करतात. ही क्रिया अचानक व कमी वेळात घडून येते. यामुळे देखील भूपृष्ठाचा मोठया आकाराचा भाग अचानक कोसळला जातो. तसेच जिवित व वित्तहाणी मोठ्या प्रमाणात घडून येते. अशा प्रदेशातील खडकांचे अध्ययन या आपत्तींच्या व्यवस्थांपनामध्ये उपयुक्त ठरू शकते. या सर्व भ्रंश किंवा प्रस्तरभंग क्रियांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलाच्या भूरूपशास्त्रामध्ये केला जातो.

४) त्सुनामी –

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील खडकांमध्ये असलेला ताण व दाब यांच्यामुळे खडकांमध्ये तडे जातात. व ते दुभंगले जातात. नंतर त्यांचे उभ्या दिशेने हालचाल किंवा स्थानांतर होते आणि भूकंपाची प्रक्रिया घडून येते. हे भूकंप जर समुद्रामध्ये झाले तर समुद्रात महाकाय लाटांची निर्मिती होते, यांनाच त्सुनामी असे म्हणतात. या लाटा कित्येक मिटर्स उंचीच्या असतात. त्या जर समुद्रकिनाऱ्याकडे आल्या तर त्यांच्यामुळे किनारवर्ती प्रदेशात मोठया प्रमाणात जिवित व वित्तहानी घडून येते. त्सुनामी या समुद्राच्या पृष्ठभागावर दिसत असल्या तरी त्यांची निर्मिती पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील हालचालीमुळे होत असते. ही सर्व प्रक्रिया भूरूपशास्त्रामध्ये सविस्तरपणे अभ्यासली जाते. याचा वापर त्सुनामींच्या पासून होणारे नुकसान टाळण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी केला जातो.

थोडक्यात, भूकंप, ज्वालामुखी, भूपटलभ्रंश आणि त्सुनामी भूपृष्ठावर विध्वंस निर्माण करत असले तरी त्यांची निर्मिती पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात होत असते. पृथ्वीची अंतर्गत रचना, अंतर्गत हालचाली व त्यांचे परिणाम हे भूरूपशास्त्रामध्ये सविस्तर अभ्यासले जात असतात. यावरुन या आपत्तीमुळे होणारे होणारे नुकसान काही प्रमाणात कमी करता येउ शकते. म्हणूनच प्राकृतिक भूगोलातील भूरुपशास्त्र ही शाखा भूपृष्ठीय आपत्तींच्या व्यवस्थापनासाठी उपयुक्त मानली जाते. तसेच यांचा अभ्यास करून आपत्ती पुर्व, आपत्ती उत्तर काळात लोकांना सुरक्षीत स्थळी हलवणे किंवा त्यांना सुरक्षीत बाहेर काढणे या क्रिया करणे सुलभ होते.

१.२.४.२ वातावरणीय आपत्ती आणि प्राकृतिक भूगोल –

महापूर, भूस्खलन (भूमिपात), दुष्काळ आणि आवर्त या वातावरणाशी संबंधित नैसर्गिक आपत्ती आहेत. प्राकृतिक भूगोलाअंतर्गत वातावरणशास्त्र व हवामानशास्त्र या दोन शाखांमध्ये वातावरण व हवामान या दोन घटकांचे अध्ययन केले जाते. यामध्ये वातावरणाची निर्मिती, वातावरणाची रचना, वातावरणाचे घटक, वातावरणातील विविध अविष्कार या बरोबरच हवा व हवामान, हवामानाचे प्रकार, हवेची अंगे, सौरशक्ती, तापमान, वायूभार, वारे, आर्द्रता, वृष्टी, ढग, पर्जन्य, दंव, दहिवर, धुके, गारा अशा विविध घटकांचे सविस्तर अध्ययन केले जाते. या घटकांच्या तिव्रतेवर आणि वितरणावरच वरील वातावरणीय आपत्तींची तिव्रता अवलंबून असते.

१) महापूर –

अतिवृष्टी, ढगफुटी किंवा बर्फविलय यांच्यामुळे जलप्रवाहांच्या आसपासच्या प्रदेशात जलप्रवाहांचे पाणी पसरते तेव्हा ती परिस्थिती पूर किंवा महापूर म्हणून ओळखली जाते. उत्तर अमेरीकेतील मिसिसीपी, दक्षिण अमेरिकेतील अमेझॉन, चीनमधील होयांगहो, इजिप्त मधील नाईल, भारतातील गंगा, सिंधू, कृष्णा या नदयांना सातत्याने महापूर येत असतात. महापूरामुळे नदी खोऱ्यातील व जवळपासच्या प्रदेशात मोठया प्रमाणात जिवीत व वित्त हानी घडून येते. महापूरामुळे त्या प्रदेशातील वनस्पती व प्राणी जीवन देखील बाधित होते. पूर किंवा महापूर ही एक वातावरणीय आपत्ती आहे. एखाद्या प्रदेशातील हवामानाशी संबंधित माहिती त्या प्रदेशातील महापूराची तिव्रता कमी करू शकते. यासाठी त्या त्या प्रदेशातील हवामान विभाग सातत्याने लोकांशी संवाद ठेवतात आणि लोकांना अद्यावत माहिती पुरवतात, प्रसंगी लोकांचे स्थलांतर करतात. या सर्व हवामानाशी संबंधित घटकांचा अभ्यास हवामानशास्त्र या प्राकृतिक भूगोलाच्या उपशाखेमध्ये केला जातो. म्हणून महापूरांच्या व्यवस्थापनाच्या दृष्टीने प्राकृतिक भूगोल ही एक महत्वपूर्ण शाखा मानली जाते.

२) भूस्खलन किंवा भूमीपात –

भूमिपात किंवा भूस्खलन ही एक नैसर्गिक आपत्ती असून ती वातावरणीय आपत्ती या प्रकारात मोडते. डोंगराळ किंवा पर्वतीय प्रदेशातील उताराचे भाग ज्या वेळी अतिवृष्टीमुळे पाण्याने संपृक्त बनतात तेव्हा उताराची जमीन उताराला अनुसरून गुरूत्वाकर्षनामुळे अचानक खालच्या दिशेने घसरते तेव्हा त्याला भूमिपात किंवा भूस्खलन असे म्हणतात. डोंगराळ प्रदेशात असे आकाराने विस्तृत जमिनीचे भाग मानवी वस्त्यांवर कोसळतात तेव्हा जिवित व वित्त हानी मोठया प्रमाणात घडून येते. डोंगर उतारावरील व घाटमाथ्यावरील वृक्षतोड, वाहतूक, उद्योग, वसाहती साठीची जमिनींची खुदाई यामुळे देखील भूस्खलनाला मदत होते. भूस्खलनासाठी कारणीभूत घटकांचे अध्ययन हवामानाशास्त्र तसेच भूरूपशास्त्र या शाखांमध्ये केले जाते.

३) दुष्काळ किंवा अवर्षण –

एखाद्या प्रदेशात सातत्यपुर्णरित्या पर्जन्यामध्ये घट होत जाते व एका ठराविक स्थितीत मनुष्य, प्राणी व वनस्पती जीवनात पाण्याचे दुर्भिक्ष/टंचाई जाणवू लागते. हवामानाची ही स्थिती दुष्काळ किंवा अवर्षण म्हणून ओळखली जाते. ही स्थिती जास्त काळ टिकून राहिल्यास तिची तिव्रता वाढत जाते आणि जीवित व वित्त हानी होते. तिव्रतेनुसार अवर्षणाचे वातावरणीय, जलीय व कृषीविषयक अवर्षण असे प्रकार केले जातात. वेगवेगळया कारणांसाठी होणारी वृक्षतोड आणि हवामानातील बदल ही अवर्षणाची प्रमुख कारणे आहेत. अवर्षणाबाबतच्या संबंधित घटकांचे अध्ययन हवामानशास्त्रामध्ये केले जाते म्हणूनच ही शाखा दुष्काळ व्यवस्थापनाचा आधार मानली जाते.

४) आवर्त किंवा वादळे –

आवर्त किंवा वादळ ही हवेची विशिष्ट स्थिती असते. यामध्ये तापमानाला अनुसरून वायूभार बदलत असतो व वायूभाराला अनुसरून त्या प्रदेशातील वाऱ्यांच्या स्थितीत बदल होतात. एखाद्या प्रदेशात जास्त तापमानामुळे वायूभार कमी होतो. या कमी वायूभार केंद्राकडे आजुबाजूच्या प्रदेशातील वारे वाहू लागतात. ही स्थिती आणखीनच तिव्र झाल्यास वारे गोलाकार स्थितीत वेगाने फिरू लागतात यालाच आवर्त म्हणतात. मोसमी हवामानाच्या प्रदेशात यांना 'चक्रिय वादळे', जपान किनाऱ्यांजवळ यांना 'टायफुन्स' तर

उत्तर अमेरिकेच्या किनाऱ्याजवळ यांना 'टोरनॅडोज' असे म्हणतात. अशा वेळी वाऱ्यांची गती ताशी २५० कि.मी. पर्यंत देखील असते. अशी वादळे जास्त विध्वंसक असतात. ही वादळे समुद्रावरून जमिनीकडे आल्यास यांच्यापासून अतिवृष्टी होते. या आवर्तांमुळे जिवित व वित्तहानी मोठया प्रमाणात घडून येते. आवर्तांशी संबंधित तापमान, वायूभार व वारे यांचे अध्ययन हवामान शास्त्रात केले जाते व हवामानाच्या अंदाजानुसार आवर्त व्यवस्थापनाच्या दृष्टीने योग्य पावले उचलता येतात.

थोडक्यात, दुष्काळ, महापूर, भूस्खलन व आवर्त या वातावरणीय आपत्ती असून वातावरण शास्त्र व हवामान शास्त्र या प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा या आपत्तींच्या व्यवस्थापनाच्या प्रमुख आधार आहेत.

१.२.४.३ – जैविक आपत्ती आणि प्राकृतिक भूगोल –

भूपृष्ठीय आणि वातावरणीय आपत्ती बरोबरच जैविक आपत्ती व्यवस्थापनामध्ये ही प्राकृतिक भूगोलाची महत्वाची भूमिका असल्याचे दिसते. या मध्ये विविध साथीचे रोग, किटकजन्य आपत्ती व प्राणीजन्य आपत्ती यांचा समावेश केला जातो. जैविक आपत्ती या परिसंस्थेतील जैविक घटकांच्या बिघाडामुळे निर्माण होतात.

१) साथीच्या रोगांची आपत्ती किंवा महामारी –

साथीच्या रोगांची निर्मिती पर्यावरणातील जिवाणू, विषाणू आणि किटक वर्गिय प्राण्यांपासून होते. या मध्ये ताप, सर्दी, खोकला, हागवण, कांजिण्या इ. प्रमुख लक्षणांच्याव्दारे हिवताप, इन्फल्युएन्झा, डेंगु, चिकनगुनिया, प्लेग, इबोला, कोरोना या प्रकारच्या रोगांचा समावेश होतो. हे साथीचे रोग मोठया प्रमाणात प्राण्यांमध्ये व मानवामध्ये प्राणहानी घडवून आणतात. प्लेग व कोविड–१९ या अलिकडील काळातील सर्वात विघातक महामारी किंवा साथिचे रोग म्हणून ओळखले जातात. कोविड–१९ मध्ये तर संपुर्ण जगभर लाखोंच्या संख्येने मृत्यु घडून आले. प्राण्यांमध्ये लाळ, खुरकत, घटसर्प, लंपी, ल्युकेमिया या सारखे साथिचे रोग होतात व मोठया प्रमाणात प्राणी मृत्युमुखी पडतात. साथीच्या रोगांची कारणे परिणाम व उपाययोजना यांचे अध्ययन जैविक भूगोलामध्ये तसेच वैद्यकिय भूगोलात केले जाते.

२) पक्षी व प्राणी या संबंधित आपत्ती –

प्राणी संरक्षित क्षेत्र तसेच जंगलांच्या जवळच्या मानवी वस्त्यांना नेहमीच प्राणी व पक्षांच्या हल्ल्यांना सामोरे जावे लागते. बऱ्याच वेळा या हल्ल्यांचे प्रमाण अतिशय तिव्र होते व त्याचे रूपांतर आपत्तींमध्ये होते. वाघ, सिंह, हत्ती या सारख्या प्राण्यांचे हल्ले होऊन मोठ्या प्रमाणात प्राणहाणी होते. प्राण्यांच्या कळप किंवा झुंडी शेती प्रदेशाचे मोठया प्रमाणात नुकसान घडवून आणतात. याशिवाय लहान किटक देखील मोठयाप्रमाणातही शेतीचे नुकसान करतात. उत्तर भारतातील 'टोळधाड' याचे उत्तम उदाहरण आहे. या शिवाय ससे, मोर, गोगलगाई मोठया प्रमाणात शेतीचे नुकसान घडवून आणतात. या प्राणी व पक्षी तसेच किटकांचा अभ्यास जैविक भूगोलामध्ये केला जातो.

थोडक्यात साथिचे रोग किंवा महामारी तसेच विविध प्राणी व पक्षी यांच्याशी संबंधित आपत्ती, या सर्वांचा अभ्यास जैविक भूगोलामध्ये केला जातो. हा अभ्यास जैविक आपत्ती व्यवस्थापनासाठी एक महत्वाचा आधार मानला जातो.

विषय घटक प्रगती तपासणी –

१) खालीलपैकी कोणत्या घटकांचा समावेश आपत्ती व्यवस्थानामध्ये होतो?

अ) आपत्तीची कारणे | ब) आपत्तीचे परिणाम

क) आपत्तीच्या उपायोजना | ड) वरीलपैकी सर्व

२) खालीलपैकी कोणती आपत्ती प्राकृतिक भूगोलाशी संबंधित नाही?

अ) भूपृष्ठीय आपत्ती | ब) वातावरणीय आपत्ती

क) जैविक आपत्ती | ड) दहशतवाद व बॉम्बस्फोट

३) खालीलपैकी कोणती भूपृष्ठीय आपत्ती नाही?

अ) भूकंप | ब) ज्वालामुखी

क) त्सुनामी | ड) दुष्काळ

४) खालीलपैकी कोणती वातावरणीय आपत्ती नाही?

अ) अवर्षण | ब) महापूर

क) भूस्खलन | ड) ज्वालामुखी

५) खालीलपैकी कोणती जैविक आपत्ती आहे?

अ) महामारी | ब) प्राण्यांचे हल्ले

क) टोळधाड | ड) वरीलपैकी सर्व

१.३ सारांश –

सदरच्या घटकामध्ये आपण प्राकृतिक भूगोल या विषयाची प्राथमिक ओळख करून घेतली. या घटकामध्ये आपण प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या, स्वरूप, व्याप्ती, शाखा, महत्व तसेच आपत्ती व्यवस्थानाचा मुलाधार या संदर्भाने माहिती पाहिली. याच अनुषंगाने शिलावरण, जलावरण, वातावरण व जिवावरण या घटकांचे प्राकृतिक भूगोलातील महत्व जाणुन घेतले. प्राकृतिक भूगोल ही एक प्राचीन ज्ञानशाखा असून आज आंतरराष्ट्रीय स्तरावर अभ्यासली जाणारी प्रमुख उपयोजित शाखा मानली जाते. प्राकृतिक पर्यावरणावरतीच मानवनिर्मित सांस्कृतिक पर्यावरणाची उभारणी केली गेली आहे म्हणूनच प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययनाला अनन्यसाधारण महत्व प्राप्त झाले आहे.

१.४ पारिभाषिक शब्द व अर्थ –

प्राकृतिक – नैसर्गिक किंवा निसर्ग निर्मित

भौगोलिक – भूगोलाशी संबंधित

अन्वेषक – शोधकर्ते

अपक्षय – झीज, विदारण

उपयोजित - उपयोगी असलेले

आंतर-विद्याशाखीय - विविध शाखांशी संबंधित

व्यवस्थापन - नियोजन

अंतरंग - अंतर्गत भाग

अवर्षण - दुष्काळ

आवर्त - वादळ

१.५ स्वयंअध्ययन प्रश्नांची उत्तरे -

१.२.१ -

१) अ- ग्रिक

२) क- इरॅटोस्थेनिस

३) अ-अलेक्झांडर व्हॉन हुबोलट

४) ब - फ्रेडरीक रॅटझेल

५) ड- जलसिंचन

६) क- विल्यम मॉरिस डेव्हिस

७) अ- संकल्पनात्मक

८) क- वातावरण

१.२.२-

१) ड - वरीलपैकी सर्व

२) अ - अवकाशीय भूगोल

३) ब - हवामान भूगोल

४) क - भूरूपीकी भूगोल

५) अ - सागरी भूगोल

६) ब - जैव भूगोल

७) ड - पर्यावरण भूगोल

१.२.३-

१) अ - ग्रहतारे

२) ड - वनस्पती

३) ड - वरीलपैकी सर्व

४) ड - वरीलपैकी सर्व

५) क - मृदा

६) अ - वनस्पती

७) ब - प्राणी

८) ड - वरीलपैकी सर्व

१.२.४-

१) ड - वरीलपैकी सर्व

२) ड - दहशतवाद व बॉम्बस्फोट

३) ड - दुष्काळ

४) ड - ज्वालामुखी

५) ड - वरीलपैकी सर्व.

१.६ अभ्यासासाठीचे प्रश्न–

गाळलेल्या जागा भरा.

१) ‘भूगोल’ (Geography) या संज्ञेचा वापर सर्वात पहिल्यांदा ………. यांनी केला.

२) भूगोलाचा जनक …… यांना म्हटले जाते.

३) पुर्व मध्ययुगीन कालखंडात ………. या भूगोल तज्ञांने भूगोलाच्या अध्ययनाचे कार्य सुरू ठेवले.

४) आधुनिक भूगालोचा शिल्पकार म्हणून ……….. या भूगोल तज्ञाचा उल्लेख केला जातो.

५) ‘मानववंश भूविज्ञान’ ग्रंथ ……… या भूगोलकाराने लिहिला आहे.

६) नैसर्गिक घटकांचे अध्ययन करणारी भूगोलाची उपशाखा ……. या नावाने ओळखली जाते.

७) मानवाचे निवासस्थान म्हणून…….. चा अभ्यास केला जातो.

८) १८ व्या शतकांच्या अगोदर भूगोलामध्ये केवळ ……..घटकांचे अध्ययन केले जात होते.

९) भूरूपांसंबंधित ‘अपक्षय’ चक्राची संकल्पना ……..या भूरूप तज्ञाने मांडली.

१०) ……… या विदुषीने पृथ्वीला अस्थिर व मानवाला चंचल म्हटले आहे.

११) प्राथमिक अवस्थेत किंवा सुरूवातीला भूगोलाचे स्वरूप……… होते.

१२) सर्व ज्ञानशाखांशी संबंधित प्राकृतिक भूगोलाचे आधुनिक स्वरूप……… या नावाने ओळखले जाते.

१३) खडक व मातीचे पृथ्वीचे बाह्यावरण ……या नावाने ओळखले जाते.

१४) पृथ्वीचा ………. भाग पाण्याने व्यापलेला आहे.

१५) विविध वायु, धूर, धूळ, बाष्प यांचे आवरण ………… या नावाने ओळखले जाते.

१६) वनस्पती व प्राणी यांच्याशी संबंधित पृथ्वीवरील आवरण ……. या नावाने ओळखले जाते.

१७) अवकाशातील गृहगोलांचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलाच्या ……..या शाखेमध्ये केले जाते.

१८) भूरूपांचा अभ्यास करणारी प्राकृतिक भूगोलाची ……… ही उपशाखा आहे.

१९) सौरशक्ती, तापमान, वायूभार, वारे, आर्द्रता, वृष्टी या हवेच्या अंगाचा अभ्यास …….. या शाखेत केला जातो.

२०) भूतलावरील महासागरांचे अध्ययन करणारी उपशाखा …….. या नावाने ओळखली जाते.

२१) जमीन किंवा मातीचे अध्ययन करणारी प्राकृतिक भूगोलाची उपशाखा …….या नावाने ओळखली जाते.

२२) वनस्पती व प्राण्यांचे अध्ययन प्राकृतिक भूगोलाच्या ……….या शाखेत केले जाते.

२३) आपत्तीची कारणे, परिणाम व उपाययोजना अशा सुत्रबध्द पध्दतीने केलेले अध्ययन म्हणजे ……. होय.

२४) जिवित व वित्त हानी टाळण्यासाठी आपत्तीपूर्व व आपत्ती उत्तर केलेल्या उपाययोजना …………..या नावाने ओळखल्या जातात.

२५) भूमिखंडाच्या निर्मितीविषयीचा 'भूखंडवहन सिध्दांत' .... या भूरूपतज्ञांने मांडला.

२६) नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित कारणांमुळे भूपृष्ठ कंपायमान होते त्याला ....म्हणतात.

२७) पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील लाव्हारस भूपृष्ठावर येतो, त्याला .... म्हणतात.

२८) खडकांना तडे जाउन, खडकांचे उभ्या दिशेतील स्थानांतर ... . या नावाने ओळखले जाते.

२९) भूकंप किंवा ज्वालामुखीय क्रियांमुळे निमाण झालेल्या महाकाय समुद्राच्या लाटांना ....म्हणतात.

३०) अतिवृष्टी किंवा ढगफुटीमुळे नदीचे पाणी पात्राबाहेर पडते व सामान्य जनजीवन बाधित करते त्याला .... म्हणतात.

३१) पावसाच्या पाण्याने जलसंपृक्त झालेली डोंगराळ जमीन उताराला अनुसरून गुरूत्वाकर्षणामुळे खाली ढासळते व जिवित - वित्तहानी करते या क्रियेला ..... म्हणतात.

३२) पर्जन्याच्या अभावामुळे मानव, वनस्पती व प्राणी यांच्याशी संबंधित पाणी टंचाई निर्माण होते, या वातावरणीय अवस्थेला .... म्हणतात.

३३) तापमान व वायुभारातील बदलामुळे गोलाकार गतिशील फिरणारे वारे मोठया प्रमाणात जीवित व वित्त हानी घडवतात, त्यांना .... म्हणतात.

३४) महामारी ही .... आपत्ती आहे.

ब) टीपा लिहा किंवा थोडक्यात उत्तरे लिहा.

१) प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या.

२) प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरूप.

३) प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती किंवा विषय सामग्री.

४) प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा.

५) प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व.

६) भूपृष्ठीय आपत्ती व्यवस्थापन व प्राकृतिक भूगोल.

७) वातावरणीय आपत्ती व्यवस्थापन व प्राकृतिक भूगोल.

८) जैविक आपत्ती व्यवस्थापन व प्राकृतिक भूगोल.

क) सविस्तर उत्तरे लिहा.

१) प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या सांगुन स्वरूप स्पष्ट करा?

२) प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या सांगुन व्याप्ती स्पष्ट करा?

३) प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखांची सविस्तर माहिती लिहा?

४) प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व आपल्या शब्दात विषद करा?

५) ''प्राकृतिक भूगोल आपत्ती व्यवस्थापनांचा आधार'' या वाक्याच्या समर्थनार्थ माहिती लिहा?

१.७ क्षेत्रिय कार्य–

१) आपल्या परिसरातील भूरूपांची माहिती घ्या.

२) आपल्या परिसरातील जलाशयांची माहिती घ्या.

३) आपल्या परिसरातील मातीचे किंवा मृदा नमुने गोळा करा.

४) आपल्या परिसरातील वनस्पतींची माहिती घ्या.

५) आपल्या परिसरातील पाळीव व जंगली प्राण्यांच्या माहितीचे संकलन करा.

६) आपल्या परिसरातील नैसर्गिक आपत्तीचे संकलित माहितीच्या आधारे विश्लेषण करा.

१.८ संदर्भ ग्रंथ सुची–

१) सवदी, ए. बी., कोळेकर, पी.एस.(२००४): ''प्राकृतिक भूगोल'', निराली प्रकाशन, पुणे.

२) खतिब, के. ए. (२००६): ''प्राकृतिक भूगोल'', मेहता पब्लिशिंग हाउस,पुणे.

३) दाते, सु. प्र. दाते. सं. सु. (२००४): ''प्राकृतिक भूगोल'', विद्या प्रकाशन, नागपूर.

४) सविंदर सिंह (१९९८): ''भूरूपशास्त्र'', प्रयाग भवन, अलाहाबाद.

५) सविंदर सिंह (२०००): ''प्राकृतिक भूगोल'', प्रयाग भवन, अलाहाबाद.

६) माजिद हुसेन (२००६):''प्राकृतिक भूगोलाची मुलतत्वे'' रावत पब्लिकेशन हाउस,नवी दिल्ली.

७) डॉ. मुसमाडे अर्जुन, डॉ. मोरे ज्योतिराम (२०१४): आपत्ती व्यवस्थापनाचा भूगोल, डायमंड पब्लिकेशन, पुणे.

८) दूरशिक्षण केंद्र (२०१९): ''प्राकृतिक भूगोल व मानवी भूगोल'' अधिक्षक, शिवाजी विद्यापीठ मुद्रणालय, कोल्हापूर.

९) दूरशिक्षण केंद्र (२०१९): ''विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि विकास'' अधिक्षक, शिवाजी विद्यापीठ मुद्रणालय, कोल्हापूर.

१०) चौधरी अर्चना, (२०१३): ''आपत्ती व्यवस्थापन'', प्रशांत पब्लिकेशन, जळगांव.

११) सप्तर्षी प्रविण, मोरे ज्योतिराम (२००९): ''भूगोल आणि नैसर्गिक आपत्ती'', डायमंड पब्लिकेशन्स, पुणे.

❏❏❏

घटक क्र. २

भूकवचातील बदल

(Transformation of the earth Surface)

घटक संरचना

२.० उद्दिष्टे

२.१ प्रस्तावना

२.२ विषय विवेचन

२.२.१ पृथ्वीच्या अंतर्गत हालचाली मंद हालचाली शिघ्र हालचाली

२.२.२ विदारण : अर्थ, प्रकार आणि नियंत्रण करणारे घटक

२.२.३ भूस्खलनः अर्थ नियंत्रण करणारे घटक आणि प्रकार

२.२.४ डेव्हिसची क्षरणचक्राची संकल्पना आणि नदीच्या कार्यातून निर्माण होणारी भूरुपे

२.३ सारांश

२.४ पारिभाषीक शब्द

२.५ स्वयंअध्ययनासाठी प्रश्नांची उत्तरे

२.६ सरावासाठी स्वाध्याय

२.७ क्षेत्रीय कार्य

२.८ संदर्भ

....

२.० उद्दिष्टे

विद्यार्थी मित्रहो या घटकाच्या अभ्यासानंतर आपणास खालील उद्दिष्टांपर्यंत पोहोचता येईल.

१. पृथ्वीच्या अंतर्गत हालचालीची माहीती होईल.

२. विदारणाचा अर्थ व विदारणाचे प्रकार समजून घेण्यास मदत होईल.

३. भूस्खलनाचा अर्थ, प्रकार आणि भूस्खलन नियंत्रीत करणाऱ्या घटकांची कल्पना होईल.

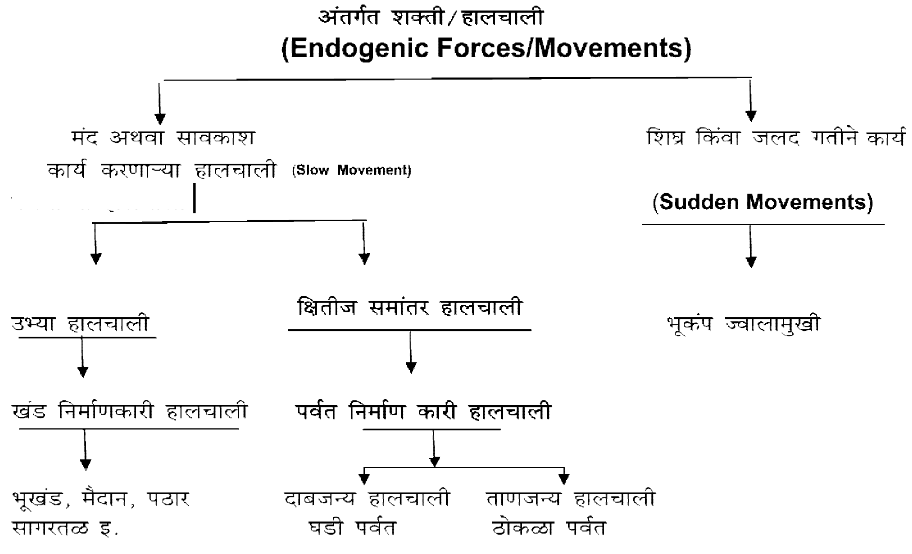
४. डेव्हिसची क्षरणचक्राची संकल्पना समजून घेता येईल तसेच नदीच्या कार्यातून निर्माण होणारी भूरुपे जाणून घेण्यास मदत होईल.

२.१ प्रस्तावना :

पृथ्वीच्या निर्मिती पासून ते आजपर्यंतच्या ४.६ अब्ज वर्षांच्या कालावधीत पृथ्वीवर अनेक बदल झाले असून पृथ्वीवर विविध भूआकारांची तसेच भूमी स्वरूपांची निर्मिती झाल्याचे दिसून येते. या विविध घटकांच्या निर्मितीवरून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सातत्याने परिवर्तन घडून येत आहे. पृथ्वीवरील होणाऱ्या विविध बदलांमध्ये पृथ्वीच्या कवचात घडणाऱ्या विविध हालचालींचे तसेच पृथ्वीवरील विविध घटकांचे कार्य महत्वाचे ठरते. पृथ्वीवर खंड व महासागर ही प्रथम श्रेणीची भूरुपे मानली जातात. भूखंडावरील पर्वत, पठार, मैदान ही प्रमुख भूरूपे तर महासागरी भागात समुद्रबुड जमीन, खंडान्त उतार, सागरी मैदाने, सागरी पठार, सागरी बेट, सागरी गर्त यासारखी द्वितीय स्वरूपाची भूरूपे आढळतात. पृथ्वीवरील प्रथम आणि द्वितीय स्वरूपाच्या भूमी स्वरूपांवर पृथ्वीवरील अंतर्गत आणि बर्हिगत शक्तींच्या/कारकांच्या माध्यमातून विविध प्रकारच्या तृतीय स्वरूपाच्या भूमीस्वरूपांची निर्मिती होताना दिसते. यामध्ये नदी, हिमनदी, वारा यासारख्या बाहय कारकांच्या परिणामामुळे क्षरण आणि संचयन कार्यानी निर्माण होणाऱ्या भूरूपांची निर्मिती होते. भूरूपशास्त्रीय घटकांचा ऐतिहासिक आढावा घेतल्यास असे लक्षात येते की, आज ज्या ठिकाणी हिमालय पर्वत स्थित आहे त्या ठिकाणी एकेकाळी टेथीस नावाचा समुद्र होता. भूपृष्ठाला पडणाऱ्या वळया/घडयांच्या माध्यमातून हिमालयाची निर्मिती झाली असावी.

२.२ विषय विवेचन

भूपृष्ठावरील तसेच भू-कवचातील विविध घटकांचे अस्तित्व धोक्यात आणण्यासाठी प्रामुख्याने काही शक्ती मोठया प्रमाणात कार्य करतात. या शक्तींच्या परिणामांमुळेच कवचाची जडण घडण होते. यामध्ये काही शक्ती पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात कार्य करतात परंतू त्यांचे परिणाम पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर दिसतात. तर काही शक्ती पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वातावरणाच्या माध्यमात निर्माण होतात व भूपृष्ठावर परिणाम करतात व बदल घडवून आणतात. भूरूपशास्त्रानुसार अशा शक्तींचे प्रामुखाने दोन प्रकार पडतात. यामध्ये अंतर्गत किंवा भूगर्भीय शक्ती तसेच बर्हिगत म्हणजेच बाह्य कारक यांचा समावेश होतो. प्रस्तृत घटकामध्ये आपण अंतर्गत शक्तींचा अभ्यास करणार आहोत.



२.२.१ पृथ्वीच्या अंतर्गत शक्ती/हालचाली (Endogenic Forces/Movements)

पृथ्वीच्या कवचाच्या खाली निर्माण होणाऱ्या शक्ती किंवा हालचालींना अंतर्गत शक्ती किंवा अंतर्गत हालचाली असे म्हणतात. पृथ्वीच्या शिलावरणाच्या खाली म्हणजेच प्रावरणाच्या थरामध्ये या शक्तीचा उगम होतो. भूगर्भातील प्रचंड उष्णता आणि दाब यांच्यातील असंतुलनामुळे उद्‌भवलेल्या परिस्थितीमुळे अंतर्गत शक्ती/हालचालींची निर्मिती होते. प्रामुख्याने अंतर्गत शक्तींचे दोन प्रकार पडतात ते खालीलप्रमाणे.

अ) मंद अथवा सावकाश कार्य करणाऱ्या हालचाली

ब) शीघ्र किंवा जलद गतीने कार्य करणाऱ्या हालचाली

२.२.१.१ मंद अथवा सावकाश कार्य करणाऱ्या हालचाली : (Slow Movements)

अंतर्गत शक्तींच्या प्रभावामुळे बऱ्याच वेळा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर उभ्या किंवा आडव्या अर्थात क्षितीज समांतर हालचालींमुळे बदल घडून येतात. यामध्ये खंड निर्माणकारी हालचाली तसेच पर्वत निर्माणकारी हालचाली यांचा समावेश होतो. यांचे कार्य आपण पाहूया.

१) खंड निर्माणकारी/ उभ्या हालचाली : (Epeirogenic Movements)

ज्या शक्ती पृथ्वीच्या त्रिजेच्या दिशेने कार्य करतात व बदल घडवून आणतात त्यांना अरिय शक्ती असेही म्हणतात. या शक्तीच्या माध्यमातून पृथ्वीच्या कवचात उभ्या दिशेने हालचाली घडून येतात म्हणून त्यांना उभ्या हालचाली असे म्हणतात. या हालचालींमुळे पृथ्वीवर भूखंड, पठार, तसेच मैदान यांची निर्मिती होते म्हणून अशा हालचालींना भूखंड निर्माणकारी हालचाली असे म्हणतात. उत्तर अमेरिकेतील मैदानी प्रदेश तसेच सैबेरिया येथील निर्माण झालेला मैदानी भाग हे मुख्यत: उभ्या दिशेने कार्य करणाऱ्या शक्तींमुळेच निर्माण झाले आहेत असे मानले जाते.

उभ्या हालचालींचे परिणाम :

पृथ्वीच्या अंतरंगात उभ्या दिशेत मंद गतीने कार्य करणाऱ्या शक्तीमुळे मैदान, पठारे, समुद्रकिनारे व सागरी बेटे यांची निर्मिती होते.

१) मैदान :

जेव्हा भूकवचातील अंतर्गत हालचालींमुळे भूपृष्ठाचा मोठा भाग वरती उचलला जातो. तेव्हा मैदानाची निर्मिती होते. भूपृष्ठ वरती उचलण्याची क्रिया ही अतिशय मंद स्वरूपाची असल्याने अशा मैदानांच्या उत्पत्तीसाठी बराच मोठा कालावधी लागतो. उत्तर अमेरिका तसेच युरोपातील काही मैदाने उभ्या दिशेत कार्य करणाऱ्या मंद हालचालींमुळे निर्माण झाली आहेत.

२) पठारे :

उभ्या दिशेतील मंद स्वरूपाच्या शक्तीच्या हालचालीमुळेच भूपृष्ठ उंचावला जातो आणि पठारांची निर्मिती होते. जगाच्या निरनिराळया भागात अंतर्गत भागातील उभ्या दिशेने कार्य करणाऱ्या मंद हालचालीमुळे पठारांची निर्मिती झाली आहे. दक्षिण अफ्रिकेमधील पठार तसेच भारतातील दख्खनचे पठार यांची उत्पत्ती या अंतर्गत शक्तींच्या हालचालीमुळेच झाली आहे.

३) समुद्र किनारे :

उभ्या दिशेने कार्य करणाऱ्या हालचालींमुळे जेथे समुद्रकिनारा वरती उचलला जातो आणि समुद्राची पाण्याची पातळी खाली जाते या क्रियेमुळे सागराचा जो भाग वरती येतो त्याला उन्मग्न सागर किनारा असे म्हणतात. तसेच ज्या ठिकाणी सागर किनारा खाली खचतो आणि समुद्राच्या पाण्याची पातळी किनाऱ्यावर उंचावते अशा समुद्रकिनाऱ्यांना जलमग्न सागर किनारे असे म्हणतात.

४) बेट :

समुद्राच्या अंतर्गत भागात बऱ्याच ठिकाणी उभ्या दिशेने कार्य करणाऱ्या हालचालींमुळे भूभाग पाण्याच्या वरती उचलला जातो अशा ठिकाणी बेटांची निर्मिती होते. अंतर्गत भागातील निर्माण झालेल्या हालचालींमुळे भूखंडाच्या किनाऱ्याजवळ उभ्या दिशेने कार्य झाल्यामुळे भूमीखंडाचा भाग खाली खचतो व लहान मोठया बेटांची निर्मिती होते. ज्यावेळी अशी बेटे भूमीखंडास लागून असतात. तेव्हा त्यांना भूखंडीय बेट म्हणून ओळखले जाते. यामध्ये युरोपच्या पश्चिम किनाऱ्यालगतची ब्रिटीश बेटे, मलेशियाच्या दक्षिणेकडील सिंगापूर तसेच भारताच्या दक्षिण टोकाजवळील श्रीलंका यांचा समावेश होतो.

२) पर्वत निर्माणकारी/ आडव्या हालचाली : (Mountain Building Movements)

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील काही हालचाली पृथ्वीच्या पृष्ठभागाशी किंवा परिघाशी समांतर किंवा आडव्या दिशेत कार्य करतात म्हणून अशा हालचालींना क्षितीज समांतर किंवा आडव्या हालचाली असे म्हणतात. या हालचालीमुळेच पर्वतांची निर्मिती होते म्हणून अशा हालचालींना पर्वतनिर्माणकारी हालचाली असेही म्हणतात. या हालचालींमुळे भूपृष्ठाला आडव्या घडया पडतात व घडी पर्वतांची निर्मिती होते. म्हणून अशा हालचालींना पर्वत निर्माणकारी हालचाली म्हणतात.

आडव्या दिशेमध्ये कार्य करणाऱ्या या हालचालीमुळे खडकांच्या थरामध्ये वळया किंवा घडया निर्माण होतात. जर आडव्या हालचालीमधील शक्ती परस्पर विरोधी असतील तर खडकांमध्ये ताण निर्माण होतो व खडकाला तडे जातात. ताण दोन्ही बाजूनी तसाच कायम राहिल्यास खडकांचे ठोकळे वर किंवा खाली सरकतात त्यामुळे पर्वतांची निर्मिती होते.

पर्वतनिर्माणकारी हालचालींमुळे कवचाच्या भागात ताण किंवा दाब निर्माण झाल्यास अशा भूकवचाला वळया पडतात. तर काही वेळा भेगा पडतात. घडीमुळे घडीपर्वत तर दाब व ताण यामुळे भेगा पडल्यास प्रस्तरभंग झाल्याने ठोकळयाचे पर्वत निर्माण होतात. म्हणून वलीकरण आणि प्रस्तरभंग या दोन महत्वाच्या हालचाली आपण याठिकाणी सविस्तर समजून घेण्याचा प्रयत्न करूया.

वलीकरण : (Folding)

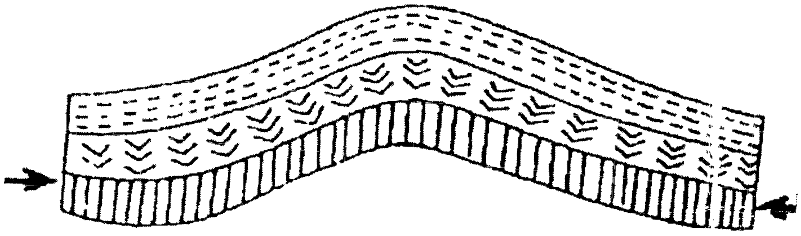
भूपृष्ठावर कार्य करणाऱ्या आडव्या हालचाली ज्यावेळी भूगर्भात कार्य करतात त्यावेळी कवचाच्या कमकुवत किंवा मृदू खडकाच्या भागाला घडया किंवा वळया पडतात. घडया किंवा वळया पडण्याची क्रिया अतिशय मंद गतीने कार्य करते. घडया किंवा वळया पडल्यानंतर. भूपृष्ठाचा भाग वरती उंचावला जातो. त्याचबरोबरच दोन घडयांच्या मधल्या भागात खोलगट भाग तयार होतो. वलीकरण प्रक्रियेमुळे निर्माण होणाऱ्या पर्वतांना वलीपर्वत असे म्हणतात. यामध्ये हिमालय, आल्पस्, रॉकी पर्वत, अँडीज पर्वत यांचा समावेश होतो.

ज्यावेळी दोन्ही बाजूने दाब पडल्यामुळे वळया निर्माण होत असताना वळीचा वरती आलेला जो भाग असतो त्याला अपनती (Anticline) तर वळीच्या खाली झुकलेल्या भागाला अभिनती (Syncline) असे म्हणतात. अपनती व अभिनती यांच्या निर्मितीमुळे वळयांची रचना लाटेसारखी भासते.

दोन्ही बाजूनी पडणाऱ्या दाबाच्या प्रमाणावरून वेगवेगळया आकाराच्या व रचनेच्या वळयांची निर्मिती होते. व त्यावरून वळयांचे विविध प्रकार पहावयास मिळतात ते खालीलप्रमाणे.

१) संम्मित वळी/समांग वळी : (Symetrical Fold)

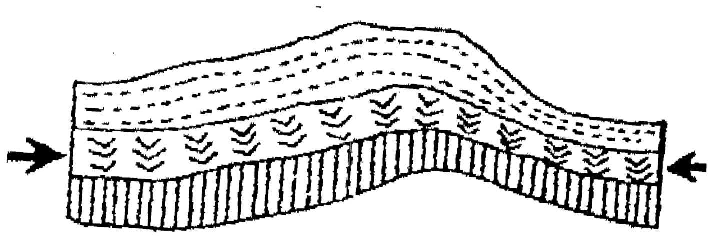
ज्यावेळी अंतर्गत हालचालीमुळे भूपृष्ठावर पडणारा दाब दोन्ही बाजूंनी जर सारख्या प्रमाणात असेल तर भूपृष्ठाला पडणाऱ्या वळीच्या दोन्ही बाजूकडील उतार समान असतो म्हणजेच वळीच्या दोन्ही भूजा सम उताराच्या असतात तेव्हा अशा वळयांना सम्मित वळया किंवा समांग वळया असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.१ संमित वळी

२) असंम्मित वळी/एकांगी वळी : (Asymetrical Fold)

ज्यावेळी भूअंतर्गत भागातील आडव्या हालचाली भूपृष्ठावर एका बाजूने जास्त दाब निर्माण करत असेल आणि दुसऱ्या बाजूने कमी दाब निर्माण करत असेल अशा वेळी निर्माण होणाऱ्या वळीच्या जास्त दाबाकडील बाजू मध्यम उताराची आणि कमी दाबावरील बाजू मंद उताराची असते त्यावेळी अशा वळीला असंम्मिंत वळी किंवा एकांगी वळी असे म्हणतात.



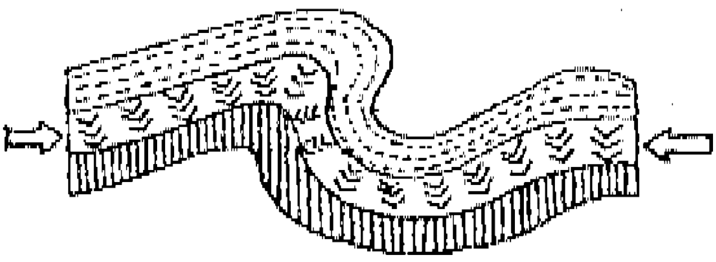
आकृती क्रमांक २.२ असंमित वळी

३) एककल वळी/ एकप्रवणक वळी : (Monoclinal Fold)

भूअंतर्गत भागातील आडव्या दिशेने कार्य करणाऱ्या हालचालीमुळे निर्माण झालेल्या दाबाला अनुसरून या वळया निर्माण होतात. जर भूपृष्ठावर एका बाजूने पडणाऱ्या दाबापेक्षा त्याच भूभागाच्या दुसऱ्या बाजूने पडणारा दाब जर जास्त असल्यास वळीची एक बाजू मंद उताराची आणि वळीची दुसरी बाजू तीव्र उताराची असते अशा वळयांना एककल वळया किंवा एक प्रवणक वळया असे म्हणतात.

४) समवाक वळी / द्विप्रवणक वळी / द्विकल वळी : (Isoclinal Fold)

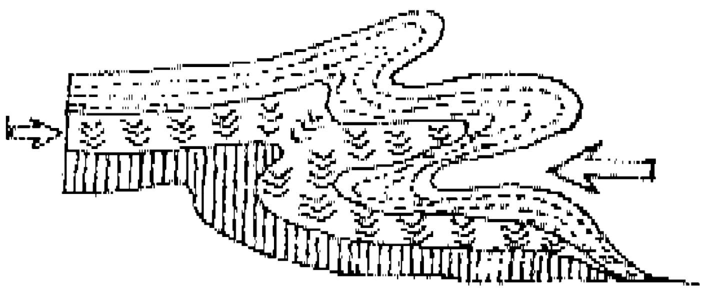
अंतर्गत हालचालीमुळे ज्यावेळी भूपृष्ठावर एका बाजूने खूपच जास्त दाब आणि त्याच भूपृष्ठावर दुसऱ्या बाजूने सौम्य दाब पडल्यास खूप जास्त दाबाकडील भूपृष्ठाची बाजू सौम्य दाबाकडील बाजूवर अशी झुकते की दोन्ही बाजू परस्परांना जवळ जवळ समांतर दिसतात व त्या समान वाकलेल्या असत अशा वेळी दोन्ही बाजूंचा उतारदेखील एकाच बाजूला असतो. तेव्हा अशा वळयांना समवाक वळी/ द्विप्रवणक वळी किंवा द्विकल वळी असे म्हणतात. त्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे दिसतात.



आकृती क्रमांक २.३ द्वि प्रवणक वळी

५) परिवलीत वळी / आडवी वळी : (Recumbert Fold)

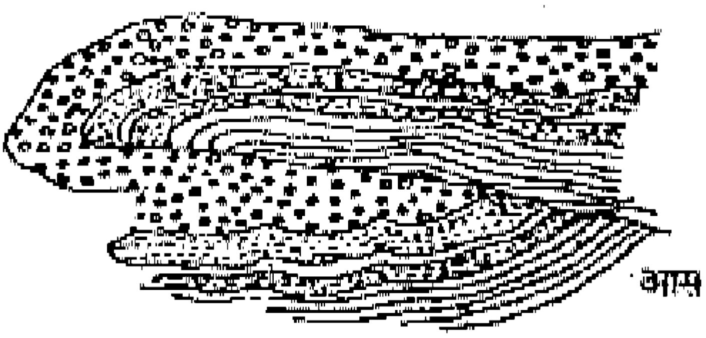
ज्या प्रदेशात भूपृष्ठावर आडव्या हालचालीमुळे समवाक वळी निर्माण झाल्यानंतर दाब पडण्याची क्रिया तशीच पुढे चालू राहिल्यास व पडणारा दाब विषम असल्यास काही वळयांच्या बाजू एकाच अंगाला इतक्या झुकतात की त्या वळया ऐकमेकांना समांतरच असतात व त्या भूपृष्ठालाही समांतर असतात म्हणून त्यांना परिवलित वळी किंवा आडवी वळी असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.४ परिवलीतवळी

६) विखंडीत वळी/ ग्रिवाखंड : (Nappes)

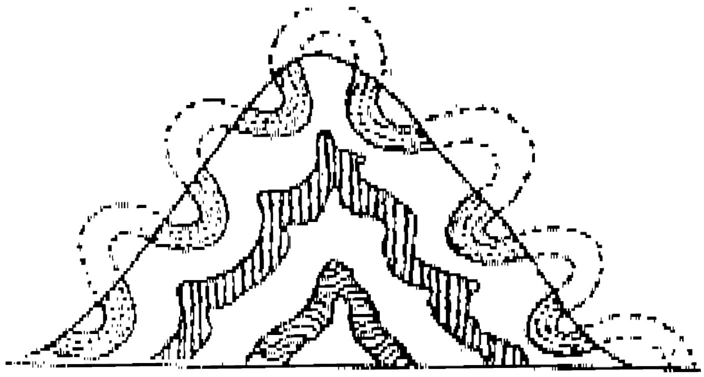
क्षितीज समांतर दिशेत भूपृष्ठावर दोन्ही बाजूंनी पडणारा दाब जास्त तीव्र स्वरूपाचा असल्यास निर्माण होणाऱ्या वळयांच्या आसावर मोठया प्रमाणावर ताण पडतो. त्यावेळी आसावरील वळयांचा भाग दुभंगतो व जास्त दाबाकडील बाजूची वळी कमी दाबाकडील वळीवर सरकते. अशा खंडीत झालेल्या वळीला विखंडीत वळी किंवा ग्रिवाखंड असे म्हणतात. अशा विखंडीत घडयांमुळे युरोपातील आल्प्स पर्वताची निर्मिती झाली आहे. या घडया तुटलेल्या असल्यामुळे त्यांना विखंडीत वळी म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.५ ग्रीवा वळी

७) पंखाकार वळी : (Fan Shaped Fold)

ज्यावेळी अंतर्गत हालचालीमुळे निर्माण झालेला दाब भूपृष्ठाच्या दोन्ही बाजूनी सारख्याच प्रमाणात परंतू जास्त तिव्र स्वरुपाचा पडत असेल तर भूपृष्ठाला अनेक वळया पडतात. पृथ्वीच्या मऊ किंवा मृदु खडकाच्या भागात होणाऱ्या क्षितीज समांतर म्हणजे आडव्या हालचालीमुळे अनेक घडयांची निर्मिती होते. घडया पडलेल्या भागावर दोन्ही बाजूनी येणार दाब कायम चालूच राहिला तर मधला भाग उचलला जातो आणि त्याला पंख्याचा आकार प्राप्त होतो म्हणून अशा निर्माण झालेल्या वळीला पंखाकार वळी असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.६ पंखाकृती वळी

८) प्रतिवलीत वळया : (Overturned Folds)

जेव्हा भू-अंतर्गत हालचाली अधिक तिव्रतेच्या असतात तेव्हा वळीच्या दोन्ही बाजू एकमेकाला समांतर असत नाहीत. एक भूजा दुसऱ्या बाजूवर उलटली जाते अशा वळीला प्रतिवलीत वळया असे म्हणतात.

९) खुल्या वळया : (Open Fold)

जेव्हा भूअंतर्गत हालचालीमुळे भूकवचावर एकाच बाजूने दाब पडला असेल तेव्हा साध्या वळया तयार होतात. अशा निर्माण झालेल्या वळया कमी उंचीच्या आणि अधिक रूंद असतात अशा वळयांना खुल्या वळया असे म्हणतात.

१०) बंदिस्त वळया :

जेव्हा भूकवचावर दोन्ही बाजूनी जास्त दाब पडून वळया निर्माण होतात. अशा वळया जास्त उंचीच्या व अरूंद असतात. दोन बाजूमधील अंशात्मक कोन हा कमी असतो. त्यावेळी अशा वळयांना बंदिस्त वळया असे म्हणतात.

प्रस्तरभंग : (Crust Faulting)

भूअंतर्गत भागातील हालचालीमुळे भूपृष्ठावर एका ठिकाणी दाब पडतो तर दुसऱ्या ठिकाणी ताण निर्माण होतो. जर भूकवच कठीण खडकाने बनलेला असल्यास अशा खडकाला वळया न पडता त्याला तडे जातात किंवा भेगा पडतात. यालाच प्रस्तरभंग असे म्हणतात.

अंतर्गत हालचालीमुळे भूपृष्ठाला तडे जाऊन भूपृष्ठाचे थर खाली वर सरकण्याची जी क्रिया घडून येते त्या क्रियेला प्रस्तरभंग असे म्हणतात.

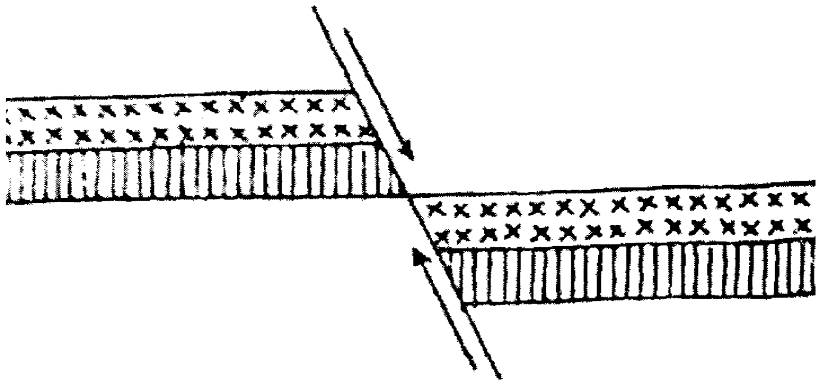
ज्यावेळी प्रस्तरभंग होतात त्यावेळी भूपृष्ठावरील खडकांचे थर खाली वर सरकतात. भूपृष्ठाच्या ज्या पृष्ठभागावरून खडकाचे थर सरकतात किंवा घसरतात त्याला पातपतल किंवा प्रस्तरभंग रेषा (Fault Plane) असे म्हणतात. प्रस्तरभंगाला मुख्यत: दोन बाजू असतात त्यांना अवक्षेपित बाजू व उत्पेक्षित बाजू असे म्हणतात. खडकांचे थर पृष्ठभागावरून घसरताना प्रस्तरभंगाची जी बाजू खाली फेकली जाते त्या बाजूला अवक्षेपित बाजू आणि जी बाजू वर फेकली जाते तिला उत्पेक्षित असे म्हणतात. प्रस्तरभंगाची उंची काही सें.मी. पासून काही मिटर्सपर्यंत असते. बऱ्याच वेळा एकाच क्षेत्रात लहान मोठे असे अनेक प्रस्तरभंग निर्माण होतात. म्हणून अशा प्रस्तरभंग झालेल्या भागाला प्रस्तरभंग विभाग असे म्हणतात.

भूकवचातील अंतर्गत हालचालीमुळे प्रस्तर भंगाच्या क्रियेत खडकांचे थर कोणत्या स्वरूपात सरकले त्या आधारावर प्रस्तर भंगाचे एकूण सात प्रकार पडतात. त्याचे सविस्तर वर्णन खालीलप्रमाणे.

१) साधा प्रस्तरभंग (Normal Fault)

भूअंतर्गत हालचालींमुळे भूपृष्ठावरील खडकांवर ताण पडतो. खडकावर पडलेला ताण जास्त असल्याने एकसंघ खडकाला तडे जातात आणि खडकाला भेगा पडतात. ज्या ठिकाणी खडकाला तडा जातो त्या ठिकाणी पडलेल्या भेगेजवळचे दोन्ही भूभाग क्षितिज समांतर परंतू एकमेकांच्या विरूध्द दिशेने सरकतात व भेग निर्माण होते. अशा प्रकारे निर्माण झालेल्या भेगेला प्रसामान्य भेग किंवा साधा प्रस्तरभंग असे म्हणतात. साध्या प्रस्तरभंगातील खडकांचे थर अलगदपणे क्षितीज समांतर दिशेत परंतू परस्पर विरोधी दिशेनी खाली वर सरकतात. या प्रस्तरभंगात खडकांचे थर वर सरकत असतील तेव्हा आतील खडकांचे थर दिसतात.

या प्रस्तरभंगात दोन्ही बाजूच्या थरांमध्ये भ्रंश पातळीचा कोण हा ३०° अंशापेक्षा मोठा असतो. अशा प्रस्तरभंगाच्या ठिकाणी गट पर्वत तसेच खचदऱ्या निर्माण होतात.

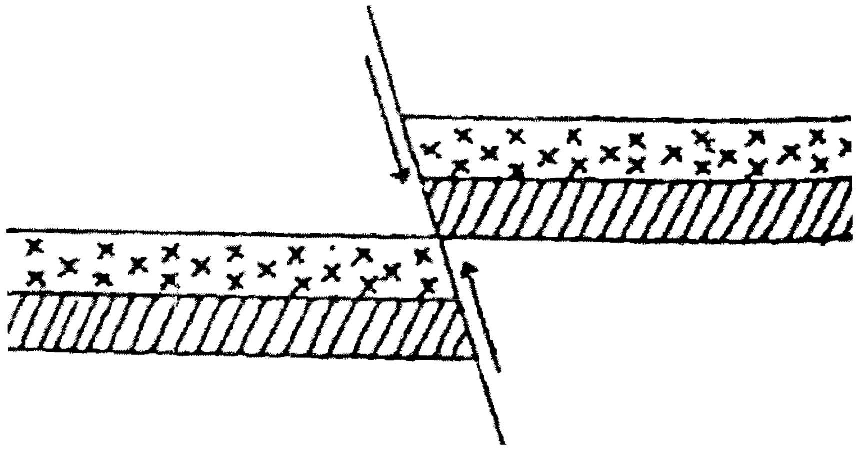


आकृती क्रमांक २.७ साधा प्रस्तरभंग

२) प्रतिकूल प्रस्तरभंग/ उलटा प्रस्तरभंग/ व्युत्क्रम प्रस्तरभंग : (Reverse Fault)

अंतर्गत हालचालीमुळे भूपृष्ठावर दाब किंवा ताण पडतो आणि भूपृष्ठावरील कठीण खडकाला तडे जातात. दोन्ही बाजूकडून दाब पडण्याची क्रिया सतत चालू राहिल्यास खडकांचे थर एकमेकांकडे सरकतात. तेव्हा तयार होणाऱ्या प्रस्तरभंगाला प्रतिकूल प्रस्तरभंग असे म्हणतात.

या प्रस्तरभंगामुळे मुळे खडकांच्या पृष्ठभागाचा विस्तार कमी होतो. अशा प्रस्तरभंगात दोन्ही बाजूंच्या खडकांच्या थरांमध्ये भ्रंशपातळीचा कोण ३०° पेक्षा कमी असतो.



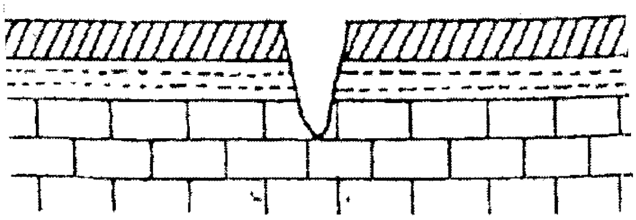
आकृती क्रमांक २.८ उलटा प्रस्तरभंग

३) पार्श्विय किंवा नतीलंब सर्पन भ्रंश : (Lateral Or Strike Slip Fault)

भूअंतर्गत भागातील आडव्या हालचालींमुळे खडकामध्ये उभ्या भेगा/तडे जातात आणि अशा भेगा किंवा तडे गेलेल्या ठिकाणी असलेले खडकांचे थर खाली किंवा वर सरकण्या ऐवजी क्षितिज समांतर दिशेत बाजूला सरकतात. अशा प्रस्तरभंगाला पार्श्विय किंवा नतीलंब सर्पन भ्रंश असे म्हणतात. यालाच अपक्षय/विदारण भ्रंश या नावाने देखील ओळखले जाते. ग्रेट ग्रेनरी हा स्कॉटलंडमधील भंश याच प्रकारचा प्रस्तरभंग आहे.

४) उभा प्रस्तरभंग/भेगरूपी प्रस्तरभंग : (vertical Fault /Tear Fault)

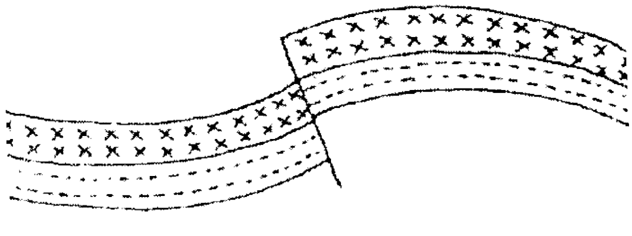
अनेकदा अंतर्गत हालचालींच्या परिणामांमुळे भूपृष्ठावरील खडकांचे थर खालीवर न सरकता ते उलटया दिशेने बाजूस सरकतात त्यावेळी उभी भेग पडते आणि रूंदावत जाते अशा वेळी तयार होणाऱ्या प्रस्तरभंगाला उभा प्रस्तरभंग किंवा भेगरूपी प्रस्तरभंग असे म्हणतात. या प्रस्तरभंगांत दोन्ही बाजूचे खडक ऐकमेकांपासून बाजूला सरकल्यामुळे कमी अधिक रूंदीच्या भेगा पडतात. अशा भेगा काही सें.मी. पासून ते काही मीटर्स अंतराच्या असतात. विशेषत: भूकंपाच्या हादऱ्याच्या वेळी अशा प्रक्रिया घडून येतात. म्हणून अशा भेगांना भेगरूपी प्रस्तरभंग असे म्हणतात. या प्रस्तरभंगात मुळ खडकाच्या विस्तारात कोणताही बदल होत नाही. अरवली पर्वताच्या पूर्वेस चंबळच्या खोऱ्यापासून आग्र्यापर्यंत अशा उभ्या भेगा पडलेल्या आढळतात.



आकृती क्रमांक २.९ भेगरूपी प्रस्तरभंग

५) दाबरूपी प्रस्तरभंग/क्षेपीत प्रणोद भ्रंश : (Thrust Fault)

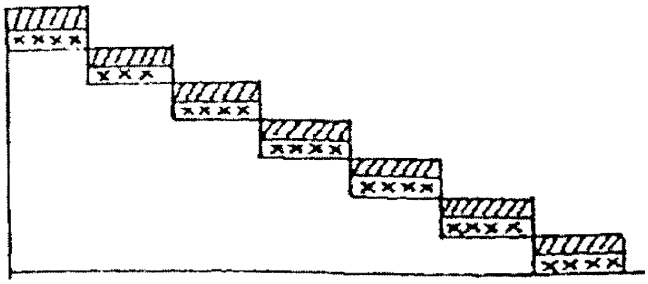
भूअंतर्गत हालचालींमुळे बऱ्याच वेळा भूपृष्ठावरील खडकांच्या थरावर प्रचंड दाब पडल्याने प्रस्तरभंग होऊन भेगेच्या एका बाजूकडील खडक दुसऱ्या बाजूवर आलेले किंवा झुकलेले दिसतात. त्यामुळे खडकांच्या एका भागाचे दुसऱ्या भागावर स्थलांतर होते. यालाच क्षेपित प्रणोद भ्रंश असे म्हणतात. या प्रस्तरभंगात भ्रंशपातळीचा कोण ४५° पेक्षा कमी असतो.



आकृती क्रमांक २.१० दाबरूपी प्रस्तरभंग

६) पायऱ्या पायऱ्याचा प्रस्तरभंग/ पदविक्षेप प्रस्तरभंग : (Step Or Terraee Fault)

अंतर्गत हालचालींच्या परिणामामुळे किंवा भूपटलभ्रंशामुळे बऱ्याच वेळा भूपृष्ठावरील उताराच्या भागात डोंगर, पर्वत किंवा टेकडीच्या भागात अंतर्गत हालचालींमुळे एकापाठोपाठ एक असे लहान मोठे प्रस्तरभंग निर्माण होऊन उतारावर पायऱ्या पायऱ्याची रचना तयार झालेली दिसून येते. उताराच्या भागात एकमेकांना समांतर अशा खडकांना अनेक भेगा पडतात आणि खडकांच्या तुकडयांचे स्थानांतर होते. त्याच तुकडयांमुळे उताराच्या भागात पायऱ्या पायऱ्याची रचना तयार झाल्यास अशा प्रस्तरभंगाला पायऱ्या पायऱ्याचा प्रस्तरभंग असे म्हणतात. ज्या ठिकाणी भेगा पडलेल्या आहेत. अशा भागातील खडकाचे थर खाली वर सरकतात व पायऱ्या तयार होतात. या पायऱ्या कमी अधिक रूंदीच्या तसेच कमी अधिक उंचीच्या असतात.



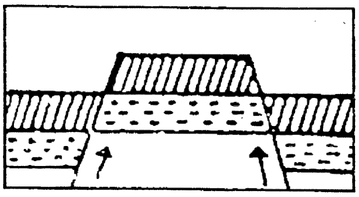
आकृती क्रमांक २.११ पायऱ्याचा प्रस्तरभंग

प्रस्तरभंगामुळे निर्माण होणारे भूआकार :

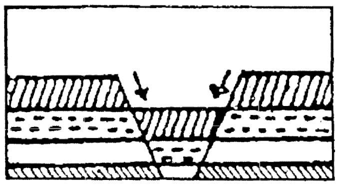
प्रस्तरभंगाच्या क्रियेमुळे प्रामुख्याने चार प्रकारचे भूआकार निर्माण होतात ते खालील प्रमाणे.

१) गट पर्वत/ अवरोधी पर्वत/घडवंची पर्वत : (Block Mountains/Horst Mountains)

भूगर्भात निर्माण झालेल्या मंद हालचालींमुळे प्रस्तरभंग होतो. या प्रस्तरभंगात समोरासमोर दोन समांतर भेगा पडल्याने दोन भेगांच्या दरम्यानचा भूखंडाचा/भूकवचाचा भाग उर्ध्वाधर दिशेने म्हणजेच वरच्या दिशेने उचलला जातो. या वरती उचललेल्या भूभागाला हॉस्ट किंवा गट पर्वत या नावाने ओळखले जाते. एखाद्या पर्वताप्रमाणे उंचावलेल्या अशा भागाला अवरोधी पर्वत किंवा गट पर्वत असे म्हणतात. अशा प्रकारच्या पर्वतांची निर्मिती दुहेरी प्रस्तरभंगाच्या मधला भूकवचाचा भाग उंचावल्याने व बाहेरील खडकांचे थर खाली सरकल्यामुळे होते. या पर्वतांच्या दोन्ही बाजूवरील उतार हा तीव्र असतो. यामध्ये निलगिरी पर्वत, सातपुडा पर्वत, विंध्य पर्वत व मेघालय पठार, यांचा समावेश होतो. या पर्वतांचा माथ्याचा पृष्ठभाग सपाट असतो व उतारावरील खडकांचे थर स्पष्टपणे दिसतात.



आकृती क्रमांक २.१२ गटपर्वत



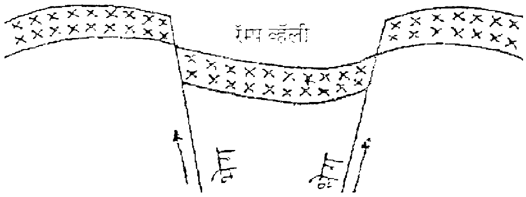
आकृती क्रमांक २.१३ खचदरी

२) खचदरी : (Rift Valley)

भूगर्भातील अंतर्गत शक्तीमुळे भूपृष्ठावर निर्माण झालेल्या दाबामुळे खडकाला दोन बाजूंनी समोरासमोर भेगा पडतात व तडे जातात. या दोन भेगांच्या दरम्यान असणाऱ्या भूकवचाचा भाग अचानक खाली खचतो व खचदरीची निर्मिती होते. खडकाचे भाग खचल्यामुळे दरीच्या दोन्ही काठावरील पृष्ठभाग उघडे पडतात व खडकांचे थर स्पष्टपणे दिसतात. अशा प्रकारे निर्माण झालेल्या दरीचा पृष्ठभाग सपाट असतो व खचदरीच्या दोन्ही बाजू तीव्र उताराच्या तयार होतात.

३) रॅम्प व्हॅली : (Ramp Valley)

प्रतिकूल प्रस्तरभंगामुळे रॅम्प व्हॅलीची निर्मिती होते. भूअंतर्गत आडव्या व मंद स्वरूपाच्या हालचालीमुळे भूकवचाला समोरासमोर पडलेल्या दोन भेगांच्या दरम्यानचा भाग खोल दरी सारखा तयार होतो. व तो रॅम्पसारखा दिसतो म्हणून त्याला रॅम्प दरी असे म्हणतात. दोन्ही बाजूला उचललेल्या भागाचा आकार रॅम्पसारखा असतो. रॅम्पच्या तीव्र उतारावर खडकांचे थर स्पष्टपणे दिसतात.



आकृती क्रमांक २.१४ रॅम्प व्हॅली

४) ग्रॅबेन (Graben) :

भूअंतर्गत हालचालीच्या परिणामामुळे ताण पडल्याने भूकवचाला समोरासमोर उभ्या दिशेत दोन तडे जातात. या दोन भेगांच्या मधला भाग खाली खचतो आणि समोरा समोरच्या दोन बाजू अलगद मंद गतीने वरती सरकतात त्यावेळी दोन भेगांच्या मधला भूकवचाचा भाग खाली खचतो व दरी तयार होते. या दरीसारख्या दिसणाऱ्या भागाला ग्रॅबेन असे म्हणतात. ग्रॅबेन या जर्मन शब्दाचा अर्थ खोलगट दरी असा असून सामान्य प्रस्तरभंगाच्या क्रियेमुळे अशा भूरूपाची निर्मिती होते. दरीच्या तळाचा व वरती उचललेल्या दोन्ही थरांचा पृष्ठभाग सपाट असतो. दरीचे दोन्ही काठावरील भ्रंशपातळीचा कोण जवळपास ९०° इतका असतो.

२.२.१.२ शिघ्र हालचाली : (Sudden Movement)

पृथ्वीच्या अंतरंगात कार्य करणाऱ्या अंतर्गत शक्तीमुळे भूपृष्ठावर व भूकवचात शिघ्र गतीने काही हालचाली होताना दिसतात. या शिघ्र हालचालीमुळे भूपृष्ठात आकस्मित व मोठे बदल घडून येतात. बऱ्याच वेळा भूकवचाला आकस्मितपणे हादरे, बसणे, ज्वालामुखीचे स्फोट होणे यासारख्या घटना घडून येतात. अशा घटना या आकस्मित व प्रचंड ताकदीच्या असतात ज्याचा भूकवचावर परिणाम होतोच त्याचबरोबर मानवी जीवनही धोक्यात येते. अशा शिघ्र गतीने कार्य करणाऱ्या अंतर्गत शक्तीमध्ये भूकंप व ज्वालामुखी या प्रमुख दोन क्रियांचा समावेश केला जातो. प्रस्तुत घटकांमध्ये आपण भूकंप, भूकंपाची कारणे, प्रकार, भूकंप अभिलेख व भूकंपाचे परिणाम यांचा विचार करणार आहोत. त्याचबरोबर ज्वालामुखी, ज्वालामुखीची कारणे, ज्वालामुखीतून बाहेर पडणारे पदार्थ, वर्गीकरण व ज्वालामुखीचे परिणाम यांची सविस्तर माहिती घेणार आहोत.

अ) भूकंप (Earthquake) :

पृथ्वी अस्थिर असून पृथ्वीच्या कवचावर सातत्याने बदल घडून येताना दिसतात. भूकवचात असे बदल होण्याठी अनेक घटक कार्यरत असतात त्यापैकी एक म्हणजे भूकंप. भूकवचाच्या काही भागात आकस्मिकपणे होणारी हालचाल व बसणारे हादरे भूकंप म्हणून ओळखले जातात. भूकंपाच्या वेळी जमिनीला हादरे बसतात. तसेच जमिनीला कंप देखील सुटतात. जमिनीला बसणारे हादरे हे काही काळासाठीच असतात परंतू त्याची तिव्रता किती आहे यावर भूपृष्ठावर त्यांचे प्रतिसाद उमटतात. भूकंपाच्या संदर्भात शास्त्रीय अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे भूकंपशास्त्र होय. भूकंपाच्या काही तज्ञांनी केलेल्या व्याख्यांचा आढावा आपण याठिकाणी घेणार आहोत.

व्याख्या :

''काही कारणामुळे भूकवचाला हादरे बसतात याला भूकंप असे म्हणतात.''

"An Earthquake, as the word implies, is the shaking of the earth crust." **- P. Lake**

''नैसर्गिक कारणाने भूपृष्ठाखाली निर्माण झालेल्या हालचालींमुळे भूपृष्ठाला हादरे बसतात याला भूकंप असे म्हणतात.'' **– डब्ल्यु. जी. मुरे.**

''भूपृष्ठावरील किंवा भूपृष्ठाखाली असलेल्या खडकांच्या संतुलनात क्षणिक अडथळा निर्माण होऊन भूपृष्ठ कंपायमान होते, याला भूकंप असे म्हणतात.'' **– वर्सेस्टर.**

''पृथ्वीच्या अंतरंगातील हालचालींमुळे, काही काळासाठी भूपृष्ठाला हादरे बसून भूपृष्ठ कंप पावणे या क्रियेला भूकंप असे म्हणतात.''

वरील विविध व्याख्यांच्या अनुषंगाने भूकंप म्हणजे नेमके काय ते समजून घेणे सोपे होते.

भूकंपाची कारणे : (Causes of Earthquake)

विविध तज्ञांनी भूकंप म्हणजे काय हे जरी स्पष्ट केले असले तरी भूकंप नेमका कोणत्या कारणांनी घडून येतो यासंदर्भात अद्यापही कोणती स्पष्टता तज्ञांनी दिलेली नाही. पूर्वीपासूनच अंतर्गत भागातील प्रचंड उष्णतेमुळे भूगर्भातील पाण्याची वाफ होते व ती वाफ भूकवचातून बाहेर येण्याचा प्रयत्न करत असताना भूपृष्ठाला हादरे बसतात. असाच समज सर्वमान्य आहे. परंतू पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील मुख्यत: प्रावरणामधील असणाऱ्या द्रव पदार्थांमध्ये औष्णिक संतूलन निर्माण होऊन अंतर्गत भागातील दाब कमी जास्त होतो आणि भूगर्भातील भूस्तरांचे संतूलन निर्माण करण्याचा प्रयत्न होतो. त्यामुळे देखील भूकंप होतो असेही कारण लक्षात आले आहे. एकूणच भूकंप ही घटना केवळ कोणत्या एका घटकांवर अवलंबून नसून त्या पाठीमागे विविध घडामोडी असल्याचे दिसून येते त्याचा थोडक्यात आढावा आपण या ठिकाणी घेणार आहोत.

१) प्रस्तरभंग (Faulting) :

पृथ्वीचे कवच हे स्थिर नाही. भूकवचावर पृथ्वीच्या अंतर्गत तसेच बाहय कारकांचा होणारा आघात सातत्याने बदल निर्माण करण्याचे कार्य करत असतो. या आघातामुळेच सातत्याने भूपृष्ठावर हालचाली होताना

दिसतात. भूकवचातील दाब व ताण निर्माण झाल्यामुळे भूकचवातील खडकांना तडे जातात किंवा वळया/घडया पडतात. अशा वेळी ज्या हालचाली होतात त्यामुळे भूपृष्ठाचे संतूलन बिघडते व भूपृष्ठाला हादरे बसून भूकंप होतो. यालाच भ्रंशमुलक भूकंप असेही म्हणतात. १६९१ चा जपानमधील भूकंप, ६ एप्रिल १९०६ रोजीचा सॅनफ्रांन्सिस्को येथे झालेला भूकंप ही याचीच उत्तम उदाहरणे आहेत. असे भूकंप प्रचंड हानीकारक असतात व यामुळे मोठया प्रमाणात प्रदेशांचे नुकसान होते.

२) ज्वालामुखीचे स्फोट (Volcanic Eruption) :

ज्वालामुखी व भूकंप यांचा जवळचा संबंध असून ज्वालामुखीच्या प्रदेशात सातत्याने भूकंपाचे हादरे बसताना जाणवतात. ज्वालामुखी प्रदेशात अंतर्गत भागातील तप्त लाव्हारस भूकवचाला पडलेल्या भेगेतून बाहेर येण्याचा, भूपृष्ठावर येण्याचा प्रयत्न करीत असतो त्यावेळी बाजूच्या भूपृष्ठाला प्रचंड हादरे बसतात त्यामुळे भूकंप जाणवतो. यालाच ज्वालामुखीय भूकंप असेही म्हणतात. ज्या ठिकाणी वारंवार ज्वालामुखीचे उद्रेक होतात त्या ठिकाणी भूकंपाचे हादरे हे सातत्याने बसत असतात. अशा प्रकारचे भूकंप हे तिव्र स्वरूपाचे असतात आणि त्यांचा परिणाम साधारणपणे १६० ते २४० कि.मी. अंतरापर्यंत जाणवतो अशा प्रकारचा भूकंप १८६३ साली क्राकाटोआ बेटावर झाला होता व त्याचे तीव्र पडसाद उमटले होते.

३) खनिजांचे पुन:स्फटीकीकरण :

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात अतीशय खोलीवर खडकातील रासायनिक घटकांमुळे स्फोट होतात किंवा खडकातील खनिज द्रव्यांचे पुन:स्फटिकीकरण होते यामुळे खनिजातील अणुंच्या रचनेत बदल होउन स्फोट होतात व भूकवचाला हादरे बसतात आणि भूकंप जाणवतात. यालाच पातालीक भूकंप असे म्हणतात. तज्ञांच्या मतानुसार असे भूकंप अंतर्गत भागात २४० ते ६७५ कि. मी. खोलीवरील खडकात हालचाल घडवून आणतात.

४) समस्थायीत्वाचे असमायोजन अथवा भूपृष्ठाचे संतूलन बिघडणे : (Isostatie Disadjustment)

पृथ्वीवर मुळातच समस्थायीत्वाचे समायोजन असते परंतु पृथ्वीवरील बाहयकारकांच्या आघातामुळे पर्वत क्षेत्रात क्षरण व झिज घडून येते. उंच भागाची झिज होउन त्यावरील पदार्थ निघून ते उंच भाग हलके होतात. व उताराच्या दिशेने आलेले झिजेतील पदार्थ खोल भागात साचतात. त्यामुळे खोल सागरी भाग अगोदर पाण्याचे असून त्यात पडलेली पदार्थांची भर यामुळे ते जड होतात व भूपृष्ठाचे संतूलन बिघडते.परिणामी भूपृष्ठाचे संतूलन बिघडल्याने भूपृष्ठाला हादरे बसतात व भूकंप जाणवतात. यालाच समस्थायित्वाचे भूकंप असेही म्हणतात.

५) विखंडीत खडकांचे स्थानांतर : (Displacement of Discontinoun Rock)

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील शक्तीमुळे निर्माण झालेल्या दाबामुळे अंतर्गत भागातील खडकावर प्रचंड दाब पडतो. त्यामुळे कवचाखालील खडक दुभंगतात/विखंडित होतात. अशा दुभंगलेल्या खडकाचे किंवा विखंडित खडकांच्या तुकडयांचे उर्ध्वगामी व अधोगामी स्थानांतर घडून येते. या प्रक्रियेमध्ये खाली गेलेले खडकाचे तुकडे पुन्हा वरती रेटले जातात व अशा रीतीने ते पूर्व स्थितीमध्ये येण्याचा प्रयत्न करतात. यावेळी होणाऱ्या हालचालींच्या कारणामुळे भूपृष्ठाला हादरे बसतात व भूकंप होतो. अशा प्रकारची भूकंप निर्माणकारी हालचाल पृथ्वीच्या अंतरंगात सुमारे ६० ते ६०० कि. मी. खोली वरील खडकामध्ये घडून येते.

६) भूमंच हालचाली : (Crust Movements)

भूमंच हे मृदावरणाचे विस्तारीत भाग असल्याने यामध्ये सागरी भूमंच व खंडीय भूमंच असे स्वतंत्र भाग आहेत. या भूमंचांची हालचाल होताना भूपृष्ठाला हादरे बसतात, भूकंप होतात. सागरी भागात झालेल्या भूकंपामुळे सागरी भागात महाभयंकर लाटांची (त्सुनामी) निर्मिती होते व अशा लाटा किनाऱ्यावर प्रलय घडवून आणतात. २६ डिसेंबर,२००४ रोजी इंडोनेशियाजवळ झालेल्या भूकंपाच्या हालचालीमुळे हिंदी महासागरात प्रचंड त्सुनामी निर्माण झाल्याची मते शास्त्रज्ञांनी व्यक्त केली आहेत.

७) भूकवचाचे आकुंचन : (Contraction of Earth crust)

प्रसिध्द अमेरिकन शास्त्रज्ञ डॅना यांच्या मतानुसार पृथ्वीचे तापमान सातत्याने विकीरणामुळे कमी कमी होत असल्याने पृथ्वीचे आकुंचन होत आहे. त्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे ही आकुंचन होत असल्यामुळे खडकांचे तणाव निर्माण होउन भूस्तरामध्ये विस्कळीतपणा निर्माण होतो व भूकंप घडून येतो.

८) भूगर्भातील तप्त वायू :

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला पडलेल्या भेगांमधून भूपृष्ठावरील पाणी अंतर्गत भागात मोठया प्रमाणात पाझरते. हे पाणी भूकवचाला पडलेल्या भेगेतून आत खोल जाते. अंतर्गत भागातील तप्त लाव्हा व प्रचंड उष्णता यामूळे हे पाणी तापून पाण्याची वाफ होते व त्या वाफेची शक्ती वाढल्याने ती वाफ भूपृष्ठाला पडलेल्या भेगेतून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करते अशा वेळी बाजूच्या भागाला हादरे बसतात व भूपृष्ठाला बसणाऱ्या हादऱ्यामुळे भूकंप जाणवतो.

९) अभिसरण प्रवाह : (Convection Currents)

पृथ्वीच्या अंतरंगातील किरणोत्सर्गी पदार्थांचे विघटन होत असताना खनिज घटकांचे तसेच किरणोत्सर्गी पदार्थांचे विघटन होताना प्रचंड उष्णता निर्माण होते व त्या उष्णतेचे अभिसरण प्रवाह तयार होतात. हे अभिसरण प्रवाह भूपृष्ठाकडे येण्याचा प्रयत्न करतात त्यावेळी भूकवचात तणावात्मक हालचाली निर्माण झाल्याने भूपृष्ठाला हादरे बसतात व भूकंप घडून येतात.

भूकंपाचे प्रकार : (Types of Earthquakes)

भूकंपाचे हादरे बसण्याच्या प्रक्रियेनुसार कारणीभूत घटकांना अनुसरून प्रमुख पाच प्रकार पडतात ते खालीलप्रमाणे आहेत त्याचे सविस्तर वर्णन आपण पाहूया.

१) भ्रंशमुलक भूकंप :

भूकवचामध्ये प्रचंड स्वरूपाचे बदल घडवून आणणाऱ्या भूअंतर्गत शक्तींमुळे भूकवचात अनेक हालचाली घडून येतात. या हालचालीमुळे भूपृष्ठाला व खडकांच्या थराला तडे जातात. त्यामुळे भूस्तरांचे संतुलन बिघडल्याने जो भूकंप होतो त्याला भ्रंशमुलक भूकंप म्हणून ओळखले जाते. इ. स. १९४३ रोजी बिहारमध्ये झालेला भूकंप तसेच ३० सप्टेंबर १९९३ मध्ये महाराष्ट्रातील लातूर -उस्मानाबाद आणि किल्लारी परिसरात झालेला भूकंप हा भ्रंशमुलक भूकंप होता असे तज्ञांचे मत आहे.

२) ज्वालामुखीय भूकंप :

ज्वालामुखी प्रदेशात उद्रेकाच्या वेळी अनेक वेळा स्फोट होत असतात. स्फोटाच्या वेळी अंतर्गत भागातील अर्थात भूगर्भातील शिलारस तसेच घनरूप, वायूरूप पदार्थ बाहेर फेकले जातात. अशा वेळी हे पदार्थ भूपृष्ठाकडे येताना भूपृष्ठाला प्रचंड हादरे बसतात. त्यामुळे भूकंप होतात. तशी या भूकंपाची तिव्रता असली तरी १५० ते २५० कि. मी. पर्यंत या लहरी जाणवतात. ज्वालामुखीचा उद्रेक जर अतिस्फोटक असेल तर मात्र या भूकंपाची तिव्रता जास्त असते.

३) पातालीक भूकंप :

भूपृष्ठाखाली अतिशय खोलीवर अंतर्गत भागातील खडकांमध्ये स्फटीकीकरणांची प्रक्रिया होऊन अणूंच्या स्थितीत बदल झाल्याने त्याचे स्फोट होतात आणि हादरे बसतात. यालाच पातालीक भूकंप असे म्हणतात. या प्रकारचे भूकंप क्वचीत प्रसंगी होत असल्यामुळे आजपर्यंत यासंदर्भातील फारसा अभ्यास पुढे आलेला नाही.

४) असंतुलनात्मक भूकंप :

पृथ्वीवरील उंच प्रदेशाचे बाहयकारकांच्या माध्यमातून खनन /क्षरण/ झिज तसेच क्षरणातील घटक पदार्थांचे दुसऱ्या खोलगट भागाकडे वहन होउन खोलगट भागात झालेले संचयन यामुळे उंचीवरील भार कमी होउन खोलगट भागावरील भार वाढतो यामुळे भूपृष्ठाचे संतूलन बिघडते व भूपृष्ठाला हादरे बसतात. अशाच प्रकारचे भूकंप अनेक मोठ्या धरण क्षेत्रात जाणवतात. धरणातील पाण्याचा साठा वाढल्याने धरण क्षेत्रात जास्त दाब पडतो व वजनदार जलाशयामुळे भूसंतूलन बिघडते त्यामुळे भूकंपाचे हादरे बसतात. याला असंतुलनात्मक भूकंप असे म्हणतात.

५) स्थिती स्थापकत्वजन्य भूकंप :

पृथ्वीच्या कवचाच्या खाली भूस्तरांच्या स्थितिस्थापकत्वामुळे अनेक वेळा भूकंपाची निर्मिती होते असे अलिकडील शास्त्रज्ञांचे मत आहे. भूपृष्ठावर एखादा वजनदार भार किंवा पाण्याचा साठा निर्माण झाल्याने भूपृष्ठावरील भार वाढतो व त्या भूपृष्ठाखालील भूस्तर कमकुवत होतो. अशा कमकुवत भुस्तराचे विखंडन होऊन त्याचे विखंडीत स्तर वर किंवा खाली सरकतात. अशा उर्ध्वगामी किंवा अधोगामी विखंडीत स्तरांच्या हालचालीमुळे घर्षण होऊन हादरे निर्माण होतात. स्थितीस्थापकत्वामुळे असे विखंडीत स्तर पूर्व पदावर येण्याचा प्रयत्न उरतात त्यावेळी प्रचंड घर्षण क्रिया होतात व हादरे बसतात व भूकंप जाणवतो. म्हणून अशा भूकंपाना स्थितीस्थापकत्वजन्य भूकंप असे म्हणतात.

*** भूकंप केंद्र / शिरोकेंद्र व भूकंप लहरी :**

भूकंपाच्या संदर्भातील भूकंप केंद्र, शिरोबिंदू व भूकंपलहरी या संकल्पना समजून घेणे गरजेचे आहे.

१) भूकंप केंद्र : (Earthquake Center)

भूगर्भात ज्या ठिकाणी भूकंपाची निर्मिती होते व ज्या ठिकाणापासून भूकंप लहरी भूकवचात पसरतात त्या ठिकाणाला भूकंप केंद्र असे म्हणतात. यालाच भूकंपनाभी असेही म्हणतात. भूकंप नाभी ही भूगर्भात खोलवर असते. साधारणपणे १५ ते २० कि.मी. पासून १५० ते ३०० कि. मी. पर्यंत हे केंद्र असू शकते. भूकंप केंद्राच्या खोलीनुसार भूकंपाची तिव्रता वाढत जाते. म्हणजेच भूकंप केंद्र किंवा भूकंप नाभी जितकी खोल तितकी भूकंपाची तिव्रता जास्त व विनाशकारी असते.

२) भूकंप शिरोबिंदू : (Epeicentre)

भूकंपाची निर्मिती जरी भूगर्भात खोलवर होत असली तरी निर्मितीच्या स्थानापासून भूकंप लहरी भूपृष्ठापर्यंत सरळ येऊन पोहोचतात. अशा भूकंप नाभी किंवा भूकंप केंद्राच्या वरती भूपृष्ठावर असलेल्या केंद्रास 'भूकंप शिरोबिंदू' असे म्हणतात. यालाच भूकंपाचे बाह्यकेंद्र असेही म्हणतात.

३) भूकंपलहरी (Earthquake Waves)

भूकंप नाभी, शिरोकेंद्र, भूकंप लहरी आणि लहरींची तिव्रता मोजण्यासाठी 'भूकंपालेख' या उपकरणाचा (Seismograph) वापर केला जातो. वेधशाळेत बसवलेल्या अशा उपकरणाद्वारे भूकंपाच्या संदर्भातील सर्व प्रकारच्या नोंदी घेता येतात.

अंतर्गत भागात निर्माण झालेल्या भूकंपाचे हादरे लहरींच्या स्वरूपात भूपृष्ठावर जाणवतात. या लहरी भूकंप नाभी पासून शिरोकेंद्राकडे येतात व तेथून सर्वदूर पसरतात. अशा भूकंपलहरींचे प्रामुख्याने तीन प्रकार पाडले जातात ते खालीलप्रमाणे.

१) अनुतरंग/प्राथमिक लहरी (Primary Waves) :

या भूकंप लहरी भूकंप नाभी मध्ये तयार होऊन सरळ भूपृष्ठावरील भूकंप शिरोकेंद्रात येउन भिडतात. या लहरी ध्वनी लहरीप्रमाणे असून त्या अतिशय वेगाने प्रवास करत शिरोकेंद्राकडे येतात. अशा लहरींचा वेग दर सेकंदाला ५ कि. मी. इतका असतो. जास्त घनतेच्या भागातून प्रवास करताना या लहरींचा वेग दर सेकंदाला ८ ते १२ कि.मी पर्यंत वाढतो. या लहरींची तिव्रता जास्त असते परंतू फारसे नुकसान होत नाही. या लहरी इंग्रजी अक्षर 'P' या नावाने P- Waves म्हणून ओळखल्या जातात. P- म्हणजेच 'Primary Waves'.

२) अवतरंग/दुय्यम लहरी (Secondary Waves) :

या लहरी भूकंप केंद्रापासून भूकंप शिरोकेंद्राकडे प्रवास करतात. या लहरींचा वेग हा प्राथमिक लहरींपेक्षा कमी असतो. या लहरी मध्ये वस्तूकणांची हालचाल लहरींच्या दिशेशी काटकोनात होते. त्यामुळे या लहरी सरळ रेषेत पुढे न जाता त्या वर खाली दिशेत हालचाल करत पुढे प्रवास करतात. या लहरी घनमाध्यमातून पुढे जातात. परंतु द्रव माध्यमातून प्रवास करू शकत नाहीत. या लहरींना Transverse Waves किंवा Shake Waves असेही म्हणतात. इंग्रजी अक्षर 'S' या नावाने त्यांना ओळखले जाते. या लहरींचा वेग प्राथमिक लहरी पेक्षा कमी असतो. परंतू प्राथमिक लहरींपेक्षा त्या जास्त विध्वंसक असतात.

३) भूपृष्ठलहरी / पृष्ठतरंग : (Surface Waves)

प्राथमिक लहरी व दुय्यम लहरी भूपृष्ठावरील शिरोकेंद्राजवळ पोहोचल्यानंतर तेथून पुढे पृष्ठतरंगाची निर्मिती होते. या लहरी प्रत्यक्ष भूपृष्ठालगत प्रवास करतात या लहरींचा वेग पहिल्या दोन लहरींपेक्षा कमी असतो. साधारणपणे दर सेकंदाला ३ कि.मी. इतक्या वेगाने त्या प्रवास करतात. त्यामुळे वेग कमी असल्याने भूपृष्ठाला जास्त हादरे बसतात. भूपृष्ठ पाण्याच्या लाटेप्रमाणे खाली वर उचलला जातो. त्यामुळे मोठया प्रमाणात विध्वंस घडून येतो. म्हणून या लहरी सर्वाधिक विध्वसंक आहेत.

※ भूकंपलहरीचे मापन :

भूकंपासंदर्भातील नोंदी (Seismograh) या यंत्रावर म्हणजेच भूकंपालेखावर घेतल्या जातात. भूकंपाची तिव्रता ही रिश्टर स्केल या प्रमाणात मोजली जाते ते प्रमाण १-१२ इतके असू शकते. आजपर्यंत जगातील सर्वात जास्त तिव्रतेचा भूकंप १९१६ मध्ये चिनमध्ये ९.६ रिश्टर स्केल इतक्या तिव्रतेचा भूकंप झाला होता.

※ भूकंपाचे परिणाम : (Effect of Earthquakes)

पृथ्वीवर कोणत्या ना कोणत्या ठिकाणी सतत भूकंपाचे धक्के बसत असतात. या भूकंपाच्या धक्यांची तिव्रता मात्र सर्वत्र सारखी नसते. अगदी अल्पावधीतच मोठया प्रमाणात विध्वंस घडवून आणण्याची ताकद भूकंपामध्ये असते. भूकंपशास्त्रातील अलिकडील अभ्यासावरून असे लक्षात आले आहे की दर अडीच तासाला जगात कोणत्या ना कोणत्या भागात भूकंपाचा धक्का बसतो. भूकंपामध्ये जिवित हानी वित्त हानी मोठया प्रमाणावर होताना दिसते. नेहमीच भूकंप विनाशकारी असतो असे म्हणता येणार नाही. काही वेळा भूकंपाचे विधायक परिणाम देखील पहावयास मिळतात. परंतु विघातक परिणामांची संख्या मात्र नेहमीच जास्त असल्याची पहावयास मिळते. विद्यार्थी मित्रहो, आपण प्रस्तूत घटकाच्या माध्यमातून भूकंपाचे विघातक आणि विधायक अशा दोन्ही परिणामांची सविस्तर माहिती घेऊयात.

अ) विघातक परिणाम :

भूकंपाच्या बाबतीत विघातक परिणाम सर्वाधिक असून तो पुढीलप्रमाणे आहेत.

१) जिवित हानी :

ज्यावेळी भूकंप होतात त्यावेळी त्याचा सर्वाधिक फटका हा मानवी जीवनावर होताना दिसतो. भूकंपाच्या हादऱ्यामुळे, इमारती, घरे, कोसळतात व ढिगाऱ्याखाली असंख्य जीव गाडले जातात. बऱ्याच वेळा दरडी कोसळून पायथ्यालगतच्या वस्त्या गाडल्या जातात. त्यामुळे प्रचंड प्रमाणात जिवित हानी होते. २६ जानेवारी, २००१ रोजी गुजराथ येथे झालेल्या भूकंपामध्ये हजारो लोकांना जीव गमवावा लागला होता.

२) आगी लागणे :

भूकंप झाल्यानंतर घरांची पडझड इमारती कोसळल्यामुळे विजेच्या तारा एकमेकांशी संपर्कात येउन शॉर्ट सर्किट मुळे आगी लागतात. त्याचबरोबर घरातील सिलेंडर तसेच ज्वालाग्राही वायूच्या पाईप फुटल्यामुळे मोठया प्रमाणात आगी लागतात. जपानमध्ये इ.स. १९२३ साली झालेल्या भूकंपाच्या वेळी आगी लागल्याने मोठया प्रमाणावर जिवीत व वित्त हानी झाली होती.

३) वित्त हानी :

भूकंपामुळे इमारतींची पडझड, रस्तेमार्ग, लोहमार्ग, नद्यांवरील पूल इ. त्यांची मोठया प्रमाणावर पडझड झाल्याने कोटयावधी रूपयांचे राष्ट्रीय नुकसान होते. याशिवाय आपत्कालीन व्यवस्थेसाठी त्याचबरोबर वाहतूक मार्गांची पुर्नबांधणी करण्यासाठी आणि वसाहतींच्या निर्मितीसाठी मोठा आर्थिक खर्च करावा लागतो.

४) भूमीपात :

पर्वतीय प्रदेशात ज्यावेळी भूकंप होतात त्यावेळी अनेक वेळा पर्वत कडे, डोंगरकडे खाली कोसळतात. अशा दरडी कोसळल्यामुळे पायथ्यालगतच्या भागात भूमीपातामुळे मोठया प्रमाणात जीवीत हानी व वित्त हानी होताना दिसते.

५) नद्यांना येणारे महापूर :

बऱ्याच वेळा भूकंपाच्या धक्क्यामुळे नद्यांवरील धरणे किंवा बांध फुटतात व नदी प्रवाहात अचानक पाण्याचा मोठा प्रवाह मार्गस्थ होतो. परिणामी नदी पात्रातील पाण्याची पातळी वाढल्यामुळे महापुराची परिस्थिती निर्माण होते. अनेकवेळा नदी पात्रात दरडी कोसळून किंवा भूभाग उंचावल्याने नदी प्रवाहाच्या मार्गात बदल होतो व महापूर निर्माण होउन जीवीत व वित्तहानीला सामोरे जावे लागते.

६) विहीरी व बोअरवेल कोरडया होणे / पाणी नाहीसे होणे :

बऱ्याच वेळा भूकंपामुळे खडकस्तरांमध्ये भेगा पडतात व खडकांचे स्तर खाली वर सरकल्याने विहीरींचे किंवा बोअरवेलचे पाणी नाहीसे होते. १९५० साली आसाममध्ये झालेल्या भूकंपाच्या वेळी अशा घटना घडल्या होत्या.

७) भूपृष्ठाला भेगा पडणे :

भूकंपाच्या वेळी जमिनीला हादरे बसल्यामुळे कठिण खडकाच्या भूभागाला तडे जातात. व लहान मोठया भेगा पडतात. १९६७ साली महाराष्ट्रातील सातारा जिल्ह्यातील कोयनानगर येथे झालेल्या भूकंपावेळी जवळपास ५० कि.मी. लांबीची व १० ते १५ सें. मी. रूंदीची भेग पाटण तालूक्यामध्ये निदर्शनास आली होती. या अशा भेगा पडल्यामुळे वाहतुकीवर त्याचा मोठा परिणाम होतो.

८) वाहतूक विस्कळीत होणे :

भूकंपाच्या वेळी भूभागाचे हादरणे, खचणे, उंचावणे, भेगा पडणे यासारख्या घटनांमुळे वाहतूकीवर विपरित परिणाम होतो. बऱ्याचवेळा रस्ते तसेच रेल्वेमार्गावरील पूल कोसळल्यामुळे रस्ते व रेल्वेवाहतूक विस्कळीत होते व प्रवाशांची गैरसोय होते. काही ठिकाणी पर्वत पायथ्याला अथवा घाट परिसरात दरडी कोसळल्यामुळे वाहतूक विस्कळीत होते.

९) भूपृष्ठ खचणे :

भूकंपाच्या वेळी बऱ्याच ठिकाणी भूपृष्ठ खचतो किंवा वरती उचलला जातो. सागरकिनारी भागात असे किनारे खचल्यामुळे किनारे जलमग्न होतात. सागराचे पाणी किनाऱ्यावर येते व नुकसानास सामोरे जावे लागते.

१०) दळणवळण यंत्रणा विस्कळीत होणे :

अनेका वेळा टेलिफोन खांब उन्मळून पडतात. त्याचबरोबर इंटरनेटच्या केबल तुटतात. त्यामुळे दळणवळण व्यवस्था विस्कळीत होते. भूकंपकाळात दळणवळण यंत्रणा विस्कळीत झाल्यास बाजूच्या प्रदेशाशी असणारा संपर्क तुटतो. संदेशवहन यंत्रणा कोलमडून पडल्यामुळे बचाव कार्यात अडथळा निर्माण होतो.

११) वीज पुरवठा खंडीत होणे :

विजेचे खांब, कोसळणे विजेच्या तारा तुटणे. तसेच शॉर्टसर्किट होणे यामुळे प्रदेशातील विद्यूत पुरवठा खंडीत होतो व सर्वत्र अंधाराचे साम्राज्य पसरते. शिवाय विजेशी संबंधित सर्व यंत्रणा कोलमडून पडतात व बचाव कार्यात अडथळा निर्माण होतो.

१२) साथीच्या रोगांचा प्रसार :

इमारती, घरे कोसळल्यामुळे मोठया प्रमाणात जीवीत हानी होते. गोठयातील जनावरे बांधलेल्या जागीच गाडली जातात. अशा परिस्थितीत भूकंप क्षेत्रात दुर्धंधी पसरते. मानवी शरीराचे व जनावरांचे सांगाडे मोठया ढिगाऱ्याखाली अडकल्याने बचाव कार्यास वेळ लागतो व मृत देहांची विल्हेवाट, लावण्यास वेळ लागत असल्याने सर्वत्र जंतूसंसर्ग तसेच दुर्गंधी यामुळे साथीच्या रोगाचा प्रसार होण्याची शक्यता असते.

१३) पर्यावरणावर होणारा परिणाम :

भूकंपामुळे भूपृष्ठात झालेले बदल कोसळलेले कडे, नदी प्रवाहात झालेले बदल इत्यादीमुळे नैसर्गिक पर्यावरण धोक्यात येते. धरण फुटणे, विज यंत्रणा विस्कळीत होणे यामुळे शेती व्यवस्था धोक्यात येते.

ब) विधायक परिणाम :

भूकंपाचे विघातक परिणाम असले तरी काही गोष्टी या फायद्याच्याही असू शकतात. ज्या गोष्टींचा मानवी जीवनासाठी फायदा होतो अशा भूकंपाशी निगडीत बाबींचा विचार विधायक परिणाम म्हणून करता येईल त्या बाबी पुढीलप्रमाणे.

१) भूपृष्ठ उंचावणे :

भूकंपाच्या वेळी भूपृष्ठाचा भाग उंचावल्याने अशा प्रदेशात शेती व्यवसायासाठी अनुकूल परिस्थिती निर्माण होते. अशा उंचावलेल्या भागाचा शेतीसाठी वापर करून घेता येतो. काही वेळा किनारी भागातील भूभाग उंचावल्यास त्सुनामी पासून बचाव देखील होत असतो.

२) नविन धबधब्यांची निर्मिती :

नदीच्या पहिल्या टप्प्यात भूकंपामुळे अचानक प्रवाहमार्गातील खडक तुटून पडलेमुळे पाणी उंचावरून खाली कोसळते व नविन धबधब्याची निर्मिती होते.

३) बंदरांचा विकास :

सागर किनारी भागात किनाऱ्याचे प्रदेश भूकंपामुळे खचल्यास खोल सागर किनाऱ्याची निर्मिती होते व बंदरांच्या निर्मितीसाठी पोषक स्थिती निर्माण होते. अशा ठिकाणी नविन बंदरांची निर्मिती करता येते.

४) भूगर्भातील खनिजे वरच्या थरात येणे :

अंतर्गत भागातील खडकाला तडे जाऊन खडकांचे, खनिजांचे स्तर खाली वर सरकतात. बऱ्याच वेळा असे खनिजांचे थर वरती सरकल्याने उत्खननासाठी सोयीचे होते.

५) विहीरी /बोअरवेलचे पाणी वाढणे :

भूकंपाच्या काळात अंतर्गत भागातील खडकांच्या स्तराला तडे गेल्यामुळे खडकांचे भूगर्भातील थर खाली वर सरकल्याने भूगर्भातील पाण्याचे प्रवाह बदलल्याने विहीरी किंवा बोअरवेलला पाणी वाढते.

५) शेतीसाठी नवीन जमीन :

भूकंपामुळे नदयांच्या पात्रात व प्रवाह मार्गात बदल झाल्याने नदयांनी वाहून आणलेल्या गाळाची नवीन मैदाने निर्माण होतात. अशी नवीन गाळाची मैदाने शेतीव्यवसायासाठी वरदान ठरतात.

६) गरम पाण्याच्या झऱ्यांची निर्मिती :

भूकंपामुळे बऱ्याच वेळा काही ठिकाणी गंधक युक्त प्रदेशात गरम पाण्याचे झरे निर्माण होतात. या झऱ्यांमध्ये येणारे पाणी गंधकाच्या थरातून येत असल्याने गंधक युक्त खनिजद्रव्ये असलेले पाणी मानवास त्वचा रोगावर उत्तम इलाज म्हणून वरदान ठरतात. अशा ठिकाणी पर्यटन व्यवसायास चालना मिळते.

७) पृथ्वीच्या अंतरंगाचा अभ्यास :

भूकंप झाल्यानंतर अनेक ठिकाणी खडकाला तडे जातात, काही ठिकाणी खडकांचे थर खाली खचतात तर काही ठिकाणी वर येतात. जेव्हा खाली किंवा वर आलेल्या भागाच्या भूजा उघडया पडतात तेव्हा खडकाचे थर सरळ सरळ नजरेस पडतात. अशा वेळी खडकांच्या थरांचा अभ्यास करता येतो.

ब) ज्वालामुखी : (Volcano)

भूपृष्ठावर बदल घडवून आणणाऱ्या शिघ्र हालचाली मध्ये ज्वालामुखी ही एक महत्वाची क्रिया मानली जाते. या क्रियेत भूगर्भातील तप्त लाव्हारस भूपृष्ठाला पडलेल्या भेगेतून भूपृष्ठावर येतो या क्रियेला ज्वालामुखी असे म्हणतात.

''भूगर्भातील तप्तशिलारस व इतर घनरूप द्रवरूप, वायुरूप पदार्थ भूकवचाला भेग पाडून बाहेर पडतात. या प्रक्रियेला ज्वालामुखी असे म्हणतात.''

ज्वालामुखीच्या पहिल्या प्रकारात तप्त शिलारस, वायुरूप व घनरूप पदार्थ भूपृष्ठाकडे फेकले जातात परंतू ते पृथ्वीपृष्ठावर येत नाहीत.

ज्वालामुखीच्या दुसऱ्या प्रकारात भूकवचाला पडलेल्या भेगेतून अंतर्गत भागात खोलवर असलेल्या भेगेतून अंतरंगातील तप्त लाव्हारस, वायुरूप, घनरूप पदार्थ बाहेर पडतात.

ज्वालामुखी क्रियेत पुढील प्रमुख घटकांचा समावेश होतो.

१) भूगर्भातील खडक वितळणे व पातळ होणे.

२) तप्त द्रवरूप लाव्हारस भूपृष्ठाला पडलेल्या भेगेतून वाहणे.

३) भेगेतून प्रवाहीत झालेले घटक भूपृष्ठावर येणे.

⁂ ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडणारे घटक :

ज्वालामुखीचा उद्रेक झाल्यानंतर, ज्वालामुखीच्या मुखातून घनरूप, द्रवरूप तसेच वायुरूप पदार्थ बाहेर पडतात व भूपृष्ठावर पसरतात त्यांचे सविस्तर वर्णन पुढीलप्रमाणे.

१) वायुरूप पदार्थ :

ज्वालामुखीच्या उद्रेकाच्या वेळी प्रथमत: स्फोटाबरोबर निरनिराळे वायू बाहेर फेकले जातात. अंतर्गत भागात तप्त शिलारसामध्ये मिश्रीत असणारे वायू जसजसा शिलारस बाहेर पडतो तसतसा शिलारसापासून हे वायू वेगळे होतात.

ज्वालामुखी उद्रेकातून कार्बन डायऑक्साईड, सल्फुरेटेड, हायड्रोजन, सल्फर डाय ऑक्साईड, हायड्रोजन हे विविध वायू मोठया प्रमाणात बाहेर पडतात. उद्रेकातून बाहेर पडणारे वायू वातावरणात लगेच विलीन होतात. त्यामुळे ज्वालामुखी शंकुच्या बाह्य भागावर या वायूंचा कोणताही परिणाम जाणवत नाही. नलिकेतून अथवा खडकाला पडलेल्या भेगेतून हे वायू वरती येताना वायूंची खडकांच्या थरासोबत रासायनिक क्रिया होते व या प्रक्रियेतून गंधक व इतर खनिज पदार्थ निर्माण होतात.

२) घनरूप पदार्थ :

ज्वालामुखीच्या मुखातून वाफ आणि विविध वायू यांच्या पाठोपाठ घट्ट पदार्थ बाहेर टाकले जातात. या घनरूप पदार्थांमध्ये खडकांचे तुकडे, धूळ, चिखल इत्यादी पदार्थ असतात. उद्रेकाच्या वेळी ज्वालामुखीच्या मुखातून बाहेर पडणाऱ्या मोठया खडकांच्या तुकडयांना 'व्हलकॅनिक बाँम्ब' असे म्हणतात. तर लहान खडकांच्या तुकडयांना 'लॅमीली' असे म्हणतात.

काही वेळा खडकांच्या तुकडयाचा आकार ६० ते ७० टनापर्यंतचा असू शकतो.

३) द्रवरूप पदार्थ :

वायूरूप आणि घनरूप पदार्थाबरोबर बाहेर पडणाऱ्या द्रवरूप पदार्थामध्ये प्रामुख्याने शिलारसाचा समावेश असतो. अंतर्गत भागातील प्रचंड उष्णतेमुळे खडक वितळून शिलारसाची निर्मिती झालेली असते. शिलारसामध्ये सिलीका, लोह, मॅग्नेशियम यासारख्या घटकांचा समावेश होतो.

*** लाव्हारस :**

ज्वालामुखीतून बाहेर पडणारा हा एक प्रमुख घटक असून त्याचे प्रमुख दोन प्रकार पडतात.

१) ॲसिडीक लाव्हा/घट्ट लाव्हारस :

घट्ट लाव्हा याला ॲसिडिक लाव्हा असे म्हणतात. अशा शिलारसामध्ये आल्मधर्मी शिलारसाचे प्रमाण अधिक असते. यामध्ये सिलीका धातूचे प्रमाण ७०% किंवा त्यापेक्षा जास्त असते त्याचा द्रवांक उच्च असतो त्यामुळे हा शिलारस घट्ट असतो. अर्थातच असा शिलारस भूपृष्ठावर आल्यानंतर दूरवर पसरत नाही.

२) बेसिक लाव्हा / पातळ शिलारस :

पातळ लाव्हा यास बेसिक लाव्हा असेही म्हणतात. या शिलारसामध्ये सिलीकाचे प्रमाण केवळ ३० ते ४० टक्के असल्याने त्याचा द्रवांक बराच कमी असतो. त्यामुळे हा शिलारस लवकर पातळ होतो. हा शिलारस ज्वालामुखीच्या मुखातून बाहेर आल्यानंतर पातळ असल्याने तो प्रवाहित होतो व उताराच्या दिशेने वाहू लागतो.

❋ ज्वालामुखीचे प्रकार

ज्वालामुखीचे प्रकार

उद्रेकाच्या स्वरूपावरून	**उद्रेकाच्या कालावधीवरून**
❋ हवाईयन ज्वालामुखी	❋ जागृत ज्वालामुखी
❋ स्ट्राम्बोलियन ज्वालामुखी	❋ निद्रीस्त ज्वालामुखी
❋ व्हलकॅनियन ज्वालामुखी	❋ मृत ज्वालामुखी
❋ पिलीयन ज्वालामुखी	

वरील प्रकारांचे सविस्तर वर्णन पाहूया.

अ) उद्रेकाच्या स्वरूपावरून :

ज्वालामुखी उद्रेक आणि त्यातून बाहेर पडणारे घटक यांचे स्वरूप तसेच त्यांचा कालावधी यांचा विचार करून लॅक्राइस या शास्त्रज्ञाने ज्वालामुखीचे प्रमुख प्रकार सांगितले आहेत. यापैकी विविध प्रकारांचे वर्णन पुढीलप्रमाणे.

१) हवाईयन ज्वालामुखी :

या प्रकारच्या ज्वालामुखी मधून कोणत्याही प्रकारचे स्फोटक घटक बाहेर येत नाहीत त्यामुळे या ज्वालामुखीचे उद्रेक शांत असतात. या ज्वालामुखी प्रकारातून स्फोटक वायूरूप पदार्थ बाहेर पडत नाहीत. तसेच घनरूप पदार्थांचेही प्रमाण अतिशय कमी असते. हवाई बेटावरील ज्वालामुखी अशा प्रकारचे आहेत म्हणून या स्वरूपाच्या ज्वालामुखी उद्रेकाला हवाईयन ज्वालामुखी असे संबोधले असावे.

२) स्ट्राम्बोलियन ज्वालामुखी :

या ज्वालामुखीचा उद्रेक भू-मध्य समुद्राच्या सिसली बेटाच्या उत्तरेकडे असलेल्या स्ट्राम्बोलियन ज्वालामुखी वरून ओळखला जातो. या ज्वालामुखी प्रकारातून निघणारा शिलारस हा बेसिक प्रकारचा असून त्याचा द्रवांक कमी असल्याने तो पातळ असतो. या प्रकारात शिलारसासोबत स्फोटक वायूंचे प्रमाण जास्त असते. हा एक जागृत ज्वालामुखी प्रकार आहे.

३) व्हलकॅनियन ज्वालामुखी :

स्ट्राम्बोली ज्वालामुखी जवळच्या भागात लिपारी बेटाजवळ व्हलकॅनो या ज्वालामुखीवरून हा प्रकार ओळखला जातो. या ज्वालामुखीतून बाहेर पडणारा लाव्हारस हा ॲसिडिक प्रकारचा असून त्यामध्ये सिलीकाचे प्रमाण ७० टक्के पेक्षा जास्त असल्याने तो घट्ट असतो. हा एक निद्रीस्त प्रकारचा ज्वालामुखी आहे. उद्रेक थांबल्यावर शिलारसाचे भेगेच्या नळीत संचयन होउन मुख बंद होते. नंतर पुन्हा उद्रेक होतो तेव्हा शिलारसापासून तयार झालेले कवच बाहेर फेकले जाते व उद्रेक पुढे चालू होतो. या ज्वालामुखीतून स्फोटक पदार्थ बाहेर पडत असल्याने हे उद्रेक बहुदा स्फोटक स्वरूपाचे असतात.

४) पिलीअन ज्वालामुखी :

हा ज्वालामुखीचा एक स्फोटक प्रकार असून या ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून विविध प्रकारचे स्फोटक वायू बाहेर पडतात. या ज्वालामुखीमध्ये उद्रेकाच्या ठिकाणी नळीच्या मुखाशी ज्वाला व आगीचे लोळ दिसतात. या प्रकारात राख व खडकांचे मोठ मोठे तुकडे बाहेर पडतात. त्यामुळे या उद्रेकाचे स्वरूप हे भयंकर असते. कॅरिबीयन समुद्रातील मार्टिनिक बेटावरील पिली नावाचा ज्वालामुखी हा या प्रकारचा आहे. या नावावरूनच पिलीअन हा प्रकार सांगितला जातो.

ब) उद्रेकाच्या कालावधीवरून :

उद्रेकाच्या कालावधीनुसार ज्वालामुखीचे प्रमुख तीन प्रकार पाडले जातात ते पुढीलप्रमाणे :

१) जागृत ज्वालामुखी :

ज्या ज्वालामुखीचे उद्रेक नियमित व वारंवार होत असतात अशा ज्वालामुखीला जागृत ज्वालामुखी असे म्हणतात. जगात जागृत ज्वालामुखीची संख्या ५०० हून अधिक आहे. पॅसिफिक महासागराच्या सभोवतालच्या भागात जागृत ज्वालामुखीचे प्रमाण सर्वाधिक असल्याने या भागाला 'अग्नीकंकन' म्हणून ओळखले जाते. जपानमधील फ्युजियामा हा जागृत ज्वालामुखी आहे.

२) निद्रिस्त ज्वालामुखी :

ज्या ज्वालामुखीचे स्फोट सद्या थांबले आहेत परंतु पुन्हा होणेची शक्यता आहे अशा ज्वालामुखी उद्रेकांना निद्रीस्त ज्वालामुखी असे म्हणतात. असे ज्वालामुखी हे सुप्तावस्थेत असतात म्हणून त्यांना निद्रीस्त ज्वालामुखी असे म्हणतात. इटलीमधील व्हेसुव्हियस हा निद्रिस्त प्रकारचा ज्वालामुखी आहे.

३) मृत ज्वालामुखी :

पूर्वी ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला होता परंतु आता यापुढे कोणत्याही प्रकारचा उद्रेक होण्याची चिन्हे दिसत नाहीत. किंबहुना उद्रेकाची संपूर्ण प्रक्रिया थांबलेली आहे अशा ज्वालामुखीच्या प्रकाराला मृत ज्वालामुखी असे म्हणतात. ज्वालामुखी उद्रेक बंद होण्यापूर्वी ज्वालामुखीतून बराच काळ पाण्याची वाफ, गंधक युक्त वायू चिखल हे पदार्थ बाहेर पडतात.

III) ज्वालामुखीचे परिणाम :

ज्वालामुखी उद्रेकाचे चांगले आणि वाईट म्हणजेच विधायक आणि विघातक असे दोन प्रकारचे परिणाम पहावयास मिळतात. ते पुढीलप्रमाणे

अ) विघातक परिणाम :

ज्वालामुखी उद्रेकाचे चांगले आणि वाईट म्हणजेच विघातक आणि विधायक असे दोन प्रकारचे परिणाम पहावयास मिळतात. ते पुढीलप्रमाणे

अ) विघातक परिणाम

ज्वालामुखीचे विघातक परिणाम खालीलप्रमाणे

१) ज्वालामुखी उद्रेकामुळे जीवीत व वित्तहानी होते.

२) ध्वनी प्रदुषण होते व मानवी जीवनात शांततेचा भंग होतो.

३) ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडणारे वायू व विविध रासायनिक घटक सागराच्या पाण्यात मिसळल्यामुळे आम्ल पर्जन्य निर्माण होते तसेच वायू प्रदूषणही होते.

४) लाव्हारसाचे संचयन झाल्यामुळे पूर्वीच्या भूरुपात बदल होतो व काही जूनी भूरुपे कायमची नष्ट होतात.

५) लाव्हारसाच्या सोबत उद्रेकातून बाहेर पडणारी राख, धूळ, ही सभोवतालच्या कृषी क्षेत्रावर पसरते व शेती क्षेत्राचे नुकसान होते.

६) उद्रेकातून बाहेर पडलेली धूळ रस्त्यावर साचल्याने उद्रेकाच्या आसपासचे वाहतूकीचे मार्ग मुजून जातात.

७) भृपृष्ठावरील ज्वालामुखी पेक्षा सागरी ज्वालामुखी हे जास्त विनाशकारी असतात. सागरामध्ये ज्वालामुखी उद्रेक झाल्यास सागर जल प्रदूषण होते. अशा ज्वालामुखींमुळे अनेक जहाजांना जलसमाधी मिळते.

८) सागरी ज्वालामुखीतून बाहेर पडणारे विषारी वायू व रसायने सागराच्या पाण्यात मिसळल्यामुळे हजारो जलचर प्राणी मृत पावतात.

ब) विधायक परिणाम :

ज्वालामुखी उद्रेकाचे विधायक परिणाम पुढीलप्रमाणे :

१) ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडणाऱ्या पदार्थाच्या अभ्यासावरुन पृथ्वीच्या अंतरंगाची माहिती मिळते.

२) ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडलेल्या शिलारसासारख्या संचयनापासून काळी कसदार मृदा शेती व्यवसायास उपयुक्त/वरदान ठरते.

३) ज्वालामुखी उद्रेकातून विविध खनिजे बाहेर पडतात. त्यातून खनिजांच्या साठ्यासंदर्भात माहिती उपलब्ध होते. शिवाय उत्खनन सोपे होते.

४) ज्वालामुखीचे उद्रेक सागरी भागात झाल्याने सागरामध्ये नविन बेटांची निर्मिती होते.

५) ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडणारी वाफ एकत्र करुन त्या वाफेपासून विद्युत निर्मिती केली जाते.

२.२.१.३ स्वयं-अध्ययन प्रश्न-१

(अ) खाली दिलेल्या पर्यायापैकी योग्य पर्याय निवडा

१) पर्वत निर्माणकारी भू हालचालींमुळे भूपृष्ठावर मृदू खडकांना वळ्या किंवा घड्या पडतात त्यांना खालील पैकी कोणत्या नावाने ओळखतात?

अ) वलीकरण　　ब) प्रस्तरभंग

क) खचदरी　　ड) यापैकी नाही

२) पर्वत निर्माणकारी भू-हालचालींमुळे दोन्ही भूजा कोणत्याही एका बाजूस इतक्या झुकलेल्या असतात की, त्या परस्परांना जवळ जवळ समांतर असतात. अशा वळ्यांना काय म्हणतात?

अ) असंमित वळ्या　　ब) एकनत वळ्या

क) परिवलीत वळी　　ड) समवाक वळी

३) भूपृष्ठाला घड्या पडलेल्या भागावर दोन्ही बाजूंनी येणारा दाब कायम चालूच राहीला तर मधला भाग वरती उचलला जातो आणि त्याला पंख्याचा आकार प्राप्त होतो. अशा घडीला काय म्हणतात?

अ) विखंडीत वळी | ब) प्रतिवलीत वळी

क) पंखाकार वळी | ड) बंदीस्त वळी

४) जर भूकवच कठीण खडकाने बनला असेल तर अशा खडकाला वळ्या न पडता त्याला तडे जातात किंवा भेगा पडतात याला काय म्हणतात?

अ) खचदरी | ब) प्रस्तरभंग

क) पंखाकार वळी | ड) यापैकी नाही

५) नैसर्गिक कारणाने भूपृष्ठाखाली निर्माण झालेल्या हालचालीमुळे भूपृष्ठाला हादरे बसतात याला भौगोलिक भाषेत काय म्हणतात?

अ) ज्वालामुखी | ब) भूकंप

क) प्रस्तरभंग | ड) वलीकरण

६) ॲसिडिक लाव्हा प्रकारात सिलीकाचे प्रमाण किती टक्के असते?

अ) ७० | ब) ३०

क) ४० | ड) ५०

७) खालीलपैकी कोणत्या भूकंपलहरी या अधिक विध्वसंक असतात?

अ) प्राथमिक | ब) दुय्यम

क) भूपृष्ठ | ड) वरील सर्व

८) खालीलपैकी कोणता देश भूकंपाचा देश म्हणून ओळखला जाता?

अ) चीन | ब) जपान

क) भारत | ड) पाकीस्तान

९) खालील पैकी कोणत्या लहरी द्रव माध्यमातून प्रवास करु शकत नाहीत?

अ) अनुतरंग | ब) अवतरंग

क) पृष्ठतरंग | ड) यापैकी नाही.

१०) भूकंप लहरीची तीव्रता मापण्यासाठी खालीलपैकी कोणत्या यंत्राचा वापर केला जातो?

अ) तापमानलेखक | ब) भूकंपालेख

क) वायुभारमापक | ड) पर्जन्यमापक

११) ज्वालामुखीचा उद्रेक एकदा झाला आहे परंतू पून्हा कधी होण्याची शक्यता नाही असा ज्वालामुखीचा प्रकार कोणता आहे?

अ) जागृत ज्वालामुखी ब) निद्रीस्त ज्वालामुखी

क) मृत ज्वालामुखी ड) यापैकी नाही

१२) ज्या ज्वालामुखीचा स्फोट सध्या थांबलेला आहे. परंतू पुन्हा स्फोट होण्याची शक्यता आहे अशा ज्वालामुखीला काय म्हणतात?

अ) जागृत ज्वालामुखी ब) निद्रीस्त ज्वालामुखी

क) मृत ज्वालामुखी ड) यापैकी नाही

२.२.२ विदारण (Weathering)

Weathering : Meaning, Types and controlling factors.

विदारण : अर्थ, प्रकार व नियंत्रण करणारे घटक

प्रस्तावना :

विदारण ही अनाच्छादन प्रक्रियेतील एक महत्वाची क्रिया मानली जाते. भूपृष्ठाच्या जडण घडणीत विदारण महत्वाची भूमिका बजावते. विविध प्रकारच्या बाह्यकारकांच्या मार्फत भूपृष्ठावर खडकांची झिज होण्याचे कार्य अविरत सुरु असते. यामध्ये सूर्याची उष्णता, तुषारपात, नदी, हिमनदी, वारा, भूमिगत पाणी, सागरी लाटा, यासोबत पाऊस यासारखा बाह्य कारकांच्या मार्फत भूपृष्ठाची झिज घडवून आणली जाते. अविरतपणे सुरु असलेली ही झिज प्रक्रिया भृष्ठावरील एक-एक थर नाहीसा करत खडकांचे बारीक कणांत रुपांतर करीत असते. या एकूण प्रक्रियेलाच 'अनाच्छादन' असे म्हणतात. विदारण हा अनाच्छादन प्रक्रियेतील एक महत्वाचा भाग आहे. प्रस्तूत घटकाच्या माध्यमातून आपण विदारण या घटका विषयी सविस्तर जाणून घेणार आहोत.

विदारणाची व्याख्या/अर्थ : (Meaning)

काही तज्ञांनी केलेल्या व्याख्या पुढीलप्रमाणे

''खडकाचे तुकडे होऊन रेती व मातीत रुपांतर होणे या क्रियेला विदारण किंवा विखंडन असे म्हणतात.'' **– चौधरी व चव्हाण**

''सूर्याची उष्णता, पाऊस, पाणी गोठण्याची क्रिया इत्यादी कारकांचा भूपृष्ठावरील खडकावर परिणाम होऊन मूळ खडक कुजतात किंवा ते जागच्या जागी फुटून त्याचे तुकडे होतात किंवा त्यांचे बारीक मातीत रुपांतर होते या क्रियेला विदारण किंवा विखंडन असे म्हणतात.'' **– दाते व सौ. दाते**

''पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील उघडे पडलेले खडक आणि वातावरणातील घटक यांच्यातील परस्पर क्रिया म्हणजे विदारण होय.'' **– हॅम्बलीन**

''विदारण ही एक अशी प्रक्रिया आहे की, ज्यामध्ये खडकांचे वहन न होता त्याची तूटफूट आणि रासायनिक विघटण होते.'' **– होम्स**

''बाह्य कारकामुळे भूकवचातील खडकांचे कायिक विखंडन व रासायनिक अपघटन होते, या क्रियेला विदारण असे म्हणतात.'' **– लोबेक**

''पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील खडकांचे भौतिक (कायीक) रासायनिक व जैविक घटकांच्या कारक शक्तीमुळे विखंडन होऊन त्यांचे वहन न होता त्याचे कण मूळ खडकांपासून वेगळे होण्याच्या क्रियेला विदारण असे म्हणतात.''

विदारणाचे प्रकार (Types of weathering)

एकूणच विविध व्याख्यांचा आधार लक्षात घेता भूरुपशास्त्रीय अभ्यासानुसार विदारणाचे प्रमुख तीन प्रकार सांगता येतील. त्याचे सविस्तर वर्णन पुढीलप्रमाणे

१) कायिक विदारण २) रासायनिक विदारण ३) जैवीक विदारण

(१) कायिक विदारण /यांत्रिक विदारण : (Physical / Mechanical Weathering)

व्याख्या :

''बाह्य कारकांच्या शक्तीमुळे मुळ खडकाची तूट फूट होऊन खडकाच्या मुळ गुणधर्मात बदल न होता त्याचे विखंडन होण्याची क्रिया म्हणजे कायिक विदारण होय'' यालाच यांत्रिक विदारण असेही म्हणतात.

कायीक किंवा यांत्रिक विदारण प्रक्रियेमध्ये पृथ्वीवरील भौतिक क्रियांचा मूळ खडकावर परिणाम होऊन खडकामध्ये दाब किंवा ताण निर्माण होऊन खडक तुटतो किंवा फुटतो व त्याचा भूगा होतो. असे विदारण अनेक कारणांनी घडून येते. कायिक किंवा यांत्रिक विदारणास प्रभावित करणाऱ्या घटकांची आपण इथे माहिती घेऊ.

कायिक किंवा यांत्रिक विदारण नियंत्रीत करणारे घटक:

१) उष्णता : (Temprature)

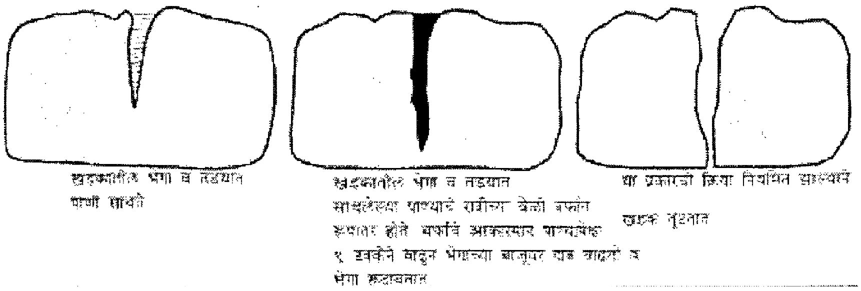
सूर्याची उष्णता हा भूपृष्ठाला उष्णता देणारा एकमेव नैसर्गिक स्त्रोत मानला जातो. सूर्याच्या उष्णतेमुळे खडकाला तापमान मिळते. दिवसा आणि रात्री मिळणाऱ्या तापमानात कमालीची तफावत असते. दिवसा सूर्याच्या तापमानामुळे खडक तापतात व प्रसरण पावतात. आणि रात्रीच्या कमी झालेल्या तापमानामुळे खडक झपाट्याने थंड होतात आणि आकुंचन पावतात. सातत्याने ही क्रिया सुरु असल्याने प्रसरण आणि आकुंचन क्रियेमुळे खडकातील खनिजकणांमध्ये तणाव निर्माण होतो. व खडकाला तडे जातात किंवा त्याला भेगा पडतात. कालांतराने खडक तूटून फुटून त्याचे विदारण होते.

अपदलन किंवा अपपर्णन विदारण | खंडिय विदारण | कणीय विदारण

आकृती क्रमांक २.१५ उष्णता

२) तुषारपात/पाणी जोठणे : (Frosl Action)

बाह्याकारकांच्या आघातामुळे भूपृष्ठावरील खडकाला असंख्य ठिकाणी लहान मोठ्या भेगा पडतात. वातावरणातील पर्जन्यामुळे पावसाचे पाणी अशा भेगांमध्ये साचते. दिवसाच्या २४ तासातील तापमानातील कमालीची तफावत कमी झाल्यामुळे पाण्याचे बर्फात रुपांतर होते. पाणी गोठल्यामुळे पाण्याच्या आकारमानात बदल होतो व बर्फ तयार झाल्यामुळे खडकाच्या दोन्ही बाजूवर दाब पडून खडकातील भेगा रुंदावतात. अशा वेळी खडक तुटतो, फुटतो यालाच पाण्याच्या गोठण्यामुळे होणारे कायिक विदारण असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.१६ तुषारपात/पाणी जोठणे

३) दाबमुक्ती

भूगर्भातील ज्वालामुखीय खडक हे भूपृष्ठाखाली असतात. असे खडक जास्त खोलीवर असल्याने आतील खडकावर भूपृष्ठावरील थरांचा दाब असतो. बाह्यकारकांच्या आघातामुळे भूपृष्ठावरील पदार्थांचे वहन आणि झिज झाल्यामुळे भूपृष्ठावरील दाब कमी होतो. ते खडक प्रसरण पावतात. अशा खडकांचे आकारमान वाढल्यामुळे तणावक क्रियेचा परिणाम होऊन खडकाला तडे जातात आणि हळूहळू खडकाचा चूरा होऊ लागतो. ग्रॅनाईट, संगमरवर अशा खडकांवर दाबमुक्तीची प्रक्रिया होऊन विदारण घडून येते.

४) स्फटिकीभवन

उष्ण कटीबंधीय वाळवंटी प्रदेशात तसेच समशितोष्ण कटिबंधातील स्टेपी विभागात विशेषत कोरड्या हवामानात खडकांचे स्पटिकीभवन घडून येते. खडकातील खनिजे व क्षार मिश्रीत पाणी खडकाला पडलेल्या भेगांमध्ये साचून राहते. दिवसा तापमानाच्या परिणामामुळे पाण्याचे बाष्पीभवन होते. खडकांच्या भेगांमध्ये क्षारांचे कण स्पटिकांच्या स्वरुपात शिल्लक राहतात. तापमानात होणारी वाढ अशा स्पटिकांचा आकार रुंदावते व त्याचा दाब खडकावर पडतो व खडकांवरील भेगा रुंदावतात. अशी क्रिया सातत्याने होत राहिली तर हळूहळू खडकांचे तुकडे होऊन खडकाचे बारीक कणात रुपांतर होते व कायीक विदारण घडून येते.

५) पर्जन्य :

सुर्याच्या उष्णतेमुळे आर्द्र प्रदेशातील खडक तापतो. अशा तापलेल्या खडकांवर पावसाचे पाणी पडल्यास खडकाला तडे जातात व कालांतराने अशा खडकाचे लहान लहान कणात रुपांतर होते. जसे तापलेल्या काचेवर पाणी पडल्यास काचेचे तुकडे होतात त्या पध्दतीने खडकाच्या बाबतीत ही विदारणाची क्रिया घडते. जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशात पाण्यामुळे खडक ठिसूळ बनतो व खडक कमकुवत होतो.

६) वारा :

वारा या बाह्य कारकामुळे खडकावर आघात होऊन खडकाचे पापुद्रे बाजूला होतात. मुळ खडकापासून बाजूला झालेल्या पापुद्र्यांचे लहान लहान कणात रुपांतर होते. या क्रियेला अपदलन असेही म्हणतात. कांद्याच्या टरफलाप्रमाणे खडकाचे पापुद्रे निघून जातात व खडकाचे विदारण होते.

(२) रासायनिक विदारण :

खडकांच्या मुळ रासायनिक गुणधर्मामध्ये आणि रासायनिक घटनेत बदल घडवू येतो. खडकातील मुळ रासायनिक खनिज द्रव्यांचे वेगळ्याच रासायनिक गुणधर्माच्या खनिज दव्यात रुपांतर होते. अशा क्रियेमुळे मुळ खडक कमकुवत होतो आणि कुजत राहतो. काही खनिज द्रव्ये ही विद्राव्य असतात आणि ती त्याच्या विद्राव्य गुणधर्मामुळे विरघळून जातात व रासायनिक विदारण घडून येते.

रासायनिक विदारणामध्ये वातावरणातील विविध वायू पावसाचे पाणी यांच्या सहभागातून रासायनिक अभिक्रिया घडून येतात व यातून खडकात परिवर्तन होतात. खडकांच्या मुलद्रव्यांमध्ये व त्यांच्या आकारमानात तसेच त्यांच्या स्वरुपात बदल झाल्यामुळे खडकाचे विघटन होण्यास सुरवात होते.

''खडकावर वातावरणीय बाष्प, विविध वायू यांच्या माध्यमातून रासायनिक क्रिया खडकाच्या मुळ घटनेत रासायनिक बदल घडवून आणतात व खडकातील खनिजांचे अन्य स्वरुपात रुपांतर होते या संपूर्ण प्रक्रियेला रासायनिक विदारण असे म्हणतात.''

रासायनिक विदारणाचे ऑक्सिडेशन, कार्बोनेशन, हायड्रेशन, सोलूशन, डिसिलीकेशन या प्रमुख पाच प्रक्रियांचा समावेश होतो त्यांचे सविस्तर वर्णन आपण पाहू.

१) ऑक्सिडेशन/भस्मीकरण (Oxidation)

पावसाचे पाणी भूपृष्ठावर येत असताना वातावरणातील ऑक्सिजन पावसाच्या पाण्यात मिसळतो. हे ऑक्सिजन मिश्रीत पाणी खडकातील खनिजावर प्रक्रिया करते. हवेतील पाण्यात मिसळलेल्या ऑक्सिजनचा खडकातील लोहयुक्त खनिज द्रव्यांशी संयोग झाल्यास भस्मीकरणाची प्रक्रिया घडून येते व खडकाच्या अपघटनाला सुरवात होते. यालाच ऑक्सिडेशन किंवा भस्मीकरण असेही म्हणतात. यामुळे खडक कमकुवत होतात. खडकाच्या लोह खनिजद्रव्यात रासायनिक बदल होऊन खडकाचे विदारण होते. उष्ण तसेच दमट हवामानाच्या प्रदेशात ऑक्सिडेशन/भस्मीकरण ही प्रक्रिया मोठ्याा प्रमाणात होताना दिसून येते.

२) कार्बोनेशन (Carbonation)

पावसाच्या पाण्यात वातावरणातील कार्बनडाय ऑक्साईड वायु विरघळतो व त्यापासून सौम्य कार्बनीक आम्ल निर्माण होते. खडकामध्ये असणारी चुनखडी सौम्य कार्बनिक आम्लच्या सानिध्यात विरघळते व त्याचे रुपांतर कॅल्शियमबाय कार्बोनेटमध्ये होते. या क्रियेमुळे मुळ खडकातील काही भाग विरघळून नविन रासायनिक पदार्थ तयार होतात व खडकाचे स्वरुप बदलते. या प्रक्रियेमुळे खडक कमकुवत होऊन खडकांचे विदारण होते.

चुनखडक, डोलोमाईट तसेच संगमरवर यासारख्या खडकांवर कार्बोनिक आम्लची अभिक्रिया जास्त प्रभावी ठरते व मोठ्या प्रमाणात रासायनिक विदारण घडून येते.

३) हायड्रेशन/जलापघटन (Hydration)

भूपृष्ठावरील खडक जेंव्हा पाणी शोषुन घेतात तेंव्हा त्यांचे आकारमान वाढते. खडकातील खनिज द्रव्यांचा हायड्रोजन मिश्रीत पाण्याशी ज्यावेळी संयोग होतो त्यावेळी खडकामध्ये असलेल्या खनिजद्रव्यात पाणी मुरल्यानंतर खनिजांचा आकार वाढतो. त्यांच्या मुळ वजनात कमालीची वाढ होते. खडकामध्ये जसजसे पाण्याचे प्रमाण वाढत जाते, तसतसे खनिज द्रव्यांवरील अंतर्गत ताण वाढतो आणि त्याला तडे जातात, त्याचे तुकडे होतात, त्यामुळे खडक फुटतो. खडकात पाणी शोषल्यामुळे खडक ठिसूळ बनतो व त्याचे कालांतराने मातीत रुपांतर होते. या क्रियेला जलापघटन असे म्हणतात.

४) सोल्युशन/द्रविकरण (Solution)

खडकामध्ये पाणी पाझरल्यानंतर खडक भिजतात व कमकुवत होतात आणि विदारण घडून येते. खडकातील काही खनिजद्रव्ये पाण्यात विरघळतात व मुळ खडकापासून वेगळी होतात. या क्रियेमुळे खडकाचे रासायनिक संघटन बदलून खडकांचे विदारण घडून येते. ज्या खडकात कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण असते अशा खडकावर द्रविकरणाची क्रिया अधिक होते. कारण खडकातील चुनखडी किंवा डोलोमाईट या घटकांमुळे अशा खडकावरील द्रविकरण मोठ्या प्रमाणावर होते व हे घटक पाण्यात लवकर विरघळतात. त्यामुळे खडक कमकुवत होतो व खडकांचे लहान लहान तुकडे होऊन खडकाचे विदारण घडून येते या एकूण क्रियेला द्रविकरण किंवा सोल्युशन असे म्हणतात.

५) डिसिलीकेशन (Desilication)

खडकामध्ये मिसळलेल्या किंवा पाझरलेल्या पाण्यमुळे खडकात असणारी सिलिका मुळ खडकापासून वेगळी होते. या क्रियेला डिसिलीकेशन असे म्हणतात. खडकातील सिलिका अर्थात वाळू पाण्यामुळे मुळ खडकापासून वेगळी झाल्यामुळे खडक कमकुवत होतो व खडक लवकर फुटतो व विदारण घडून येते या क्रियेला डिसिलीकेशन म्हणतात.

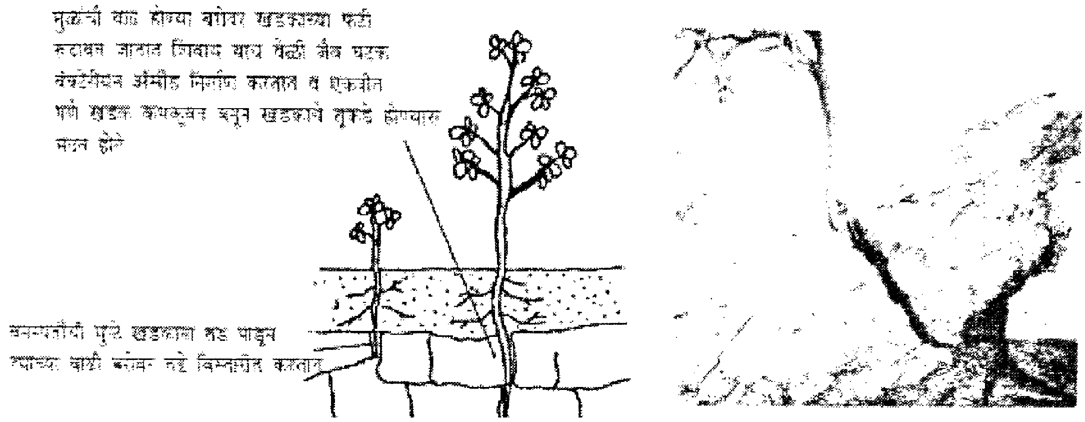
(३) जैविक विदारण : Biological weathering

वनस्पती, प्राणी, जीवजंतू आणि मानव यांच्यामुळे खडकांचे विखंडन घडून येते, खडक कमकुवत होतो व खडकाचे बारीक कणात रुपांतर होते या क्रियेला जैविक विदारण असे म्हणतात.

वनस्पती, प्राणी, जीवजंतू व मानव हे जैविक घटक भूपृष्ठाची तूटफुट घडवून आणतात. या क्रियेलाच जैविक विदारण म्हणतात. जैविक विदारणाचे कार्य समजून घेऊया.

१) वनस्पतीमुळे होणारे विदारण : (Floral Weathering)

ऊन, वारा, पाऊस यापासून वनस्पतीद्वारे जमिनीचे संरक्षण केले जाते. वनस्पतीचे जमीनीवरील अच्छादन जमीनीचे संरक्षण करते. त्यामुळे खडकांच्या विघटनाची क्रिया मंदावते. पण दुसरीकडे वनस्पती मुळेच खडकांचे कायिक विदारण तसेच रासायनिक विदारण घडून येते. याविषयी खालील मुद्द्यांच्या सहाय्याने अधिक समजून घेऊ.



आकृती क्रमांक २.१७ वनस्पतीमुळे होणारे विदारण

अ) वनस्पतींमुळे होणारे यांत्रिक विदारण :

पृथ्वीवरील वनस्पतींची मुळे जमिनीत खोलवर शिरतात. या मुळांचा जमिनीतील खडकांवर दाब पडून किंवा मुळे खडकात शिरल्याने खडक भेदून खडक दुभंगतात. खडकाला पडलेल्या भेगा रुंदावतात आणि विदारण घडून येते.

ब) वनस्पतींमुळे होणारे रासायनिक विदारण:

वनस्पतींची जमिनीवर पडलेली पाने तसेच अन्य अवशेष पाण्यामुळे कुजतात व जमिनीतील ह्युमस चे प्रमाण वाढण्यास सुरवात होते. जमिनीतील ओलावा तसेच बाष्पीभवनाचा अभाव यामुळे वनस्पतीचे अवशेष कुजतात. तसेच वनस्पतींमधील जलयुक्त बॅक्टेरिया व सूक्ष्म जिवाणू आणि खडकातील खनिज द्रव्ये यांच्यात रासायनिक अभिक्रीया घडून येते व विदारण होते.

२) प्राण्यांमुळे होणारे विदारण : (Funnel Weathring)

पृथ्वीवरील अनेक प्राण्यांमुळे जे विदारण घडून येते ते जैविक विदारण म्हणून ओळखले जाते. पृथ्वीवर अनेक प्राणी विदारण घडवून आणतात. प्राणी स्वत:चा निवारा निर्माण करण्यासाठी विवरे किंवा बिळे तयार करतात. त्यामुळे जैविक विदारण घडून येते. पृथ्वीवरील मुख्यत: उंदीर, घुशी हे जैविक विदारण घडवून आणणारे प्राणी म्हणून ओळखले जातात. हे प्राणी, जमिन खरवडून, उकरुन भुसभुशीत करतात. यांच्याशिवाय कोल्हे, लांडगे, डुक्कर, ससे, साळींदर इत्यादी प्राणी देखील जमीन पोखरुन खडक कमकुवत बनवण्याचा प्रयत्न करतात. यामुळे खडकांचे लहान लहान कणात रुपांतर होऊन जैविक विदारण होते. या प्राण्यांमुळे जमीन पोखरली गेल्यामुळे जमीनीच्या वरच्या थरातील सूपीक माती खालच्या थरात नेण्याचे कार्य केले जाते. त्यामुळे जमिनीच्या वरच्या थरातील सूक्ष्म अन्नद्रव्ये हे प्राणी जमिनीच्या खालच्या थरात नेऊन सोडतात व आतिल नविन माती वरती येते.

३) मानवामुळे होणारे विदारण : (Anthropogenic Weathering)

मानव हा पृथ्वीवरील एक जैविक घटक म्हणून ओळखला जातो. मानव भूपृष्ठावर विदारणाची क्रिया घडवून आणतो मानवाद्वारे मुख्यत: यांत्रीक स्वरुपाचे विदारण घडवून आणले जाते. परंतू मानव हा जैविक घटक असल्याने मानवाकडून होणारे हे विदारण जैविक विदारण म्हणून ओळखले जाते.

मानव स्वत:च्या हितासाठी अनेक गोष्टी निर्माण करतो. यामध्ये इमारती, रस्ते बांधणी लोहमार्ग निर्मिती, धरणे, कालवे इत्यादी घटकांच्या निर्मितीसाठी खनन कार्य करुन विदारण प्रक्रियेत सहभागी होतो.

याशिवाय खनिजांचे उत्खनन, मानवी वस्त्या, शेती, जमीन सपाटीकरण, तलांवाची बांधणी, क्रिडांगणांची निर्मिती, विमानतळाची उभारणी यासाठी जमिनीचे सपाटीकरण करतो. वाढत्या लोकसंख्येचा विचार करता वस्त्यांची वाढ, वाहतूकीचे वाढते जाळे, जलसिंचनाच्या सुविधा, कारखान्यांची उभारणी यासाठी त्याला खुदाई करणे आवश्यक ठरते. अशा खुदाईमुळे जमिनीवरील खडकांचे लहान लहान कणात रुपांतर होते व खडकांचे विदारण घडून येते.

अलिकडील काळात जेसीबी, पोकलॅन्ड यांच्याद्वारे जमीनी फोडून रस्ते निर्माण केले जातात. मानवाद्वारे होणारे हे विदारण आज मोठ्या प्रमाणात वाढताना दिसत आहे.

अशा प्रकारचे विदारण बहुदा मानवाकडूनच घडून येते. म्हणून त्याला मानवजन्य विदारण असे म्हणतात.

आकृती क्रमांक २.१८ मानवामुळे होणारे विदारण

प्रश्न –२ स्वयंअध्ययन :

१) खडकाचे विघटन होऊन चुरा होणे या क्रियेला भौगोलिक भाषेत काय म्हणतात?

अ) अनाच्छादन ब) विदारण

क) क्षरण ड) यापैकी नाही.

२) खालीलपैकी कोणती बाब रासायनिक विदारणातील एक महत्वाची प्रक्रिया आहे?

अ) वारा ब) पर्जन्य

क) सौरशक्ती ड) भस्मीकरण

३) खडकावरील दाब कमी झाल्याने तणावक क्रिया घडून आल्याने कोणत्या प्रकारचे विदारण होते?

अ) कायीक विदारण ब) रासायनिक विदारण

क) जैविक विदारण ड) वरीलपैकी नाही.

२.२.३ भूस्खलन (Mass Movement) अर्थ नियंत्रण करणारे घटक आणि भूस्खलनाचे प्रकार Meaning : Controlling factors and types of mass movement.

भूपृष्ठावर कायिक, रासायनिक आणि जैविक विदारणाच्या माध्यमातून खडकांचे लहाण लहाण कणात रुपांतर होते यालाच विदारीत द्रव असेही म्हणतात. असे विखंडीत झालेले खडकाचे भाग विदारीत घटक गुरुत्वाकर्षणाच्या जोराने उंचावरील प्रदेशाकडून, डोंगर माथ्याकडून किंवा पर्वत माथ्याकडून उताराच्या दिशेने खाली घसरुन येण्याची जी घटना घडते या प्रक्रियेला भूस्खलन असे म्हणतात.

विदारण प्रक्रियेत तयार झालेली सामग्री गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली येऊन उतारास अनुसरुन वाहत पायथ्याच्या दिशेला येते. यामध्ये माती, खडक, पाणी, बर्फ यांचा समावेश असु शकतो. विशेषत: खडक आणि माती यामध्ये पाणी किंवा बर्फ आणि हवा इत्यादी घटक मिसळले तर त्याचा वेग वाढतो.

यामध्ये दरडी कोसळणे, खडकाचे मोठे भाग घसरणे, मातीचे ढिगारे मूळ भागापासून वेगळे होऊन उताराच्या दिशेनी घसरत खाली येणे यासारख्या घटना घडतात.

अ) व्याख्या/अर्थ :

''खडकांची किंवा मातीच्या ढिगाऱ्याची उतारावरुन होणारी हालचाल एका विस्तारीत कालावधीत अचानक किंवा हळूवार घडणारी घटना असून उताराच्या दिशेने गुरुत्वाकर्षण बलाच्या सहाय्याने घडणारी घटना म्हणजे भूस्खलन होय.''

ब) भूस्खलन प्रवण क्षेत्रे :

सामान्यपणे खालील ठिकाणी भूस्खलनाची प्रक्रिया घडून येताना दिसते.

१) उंच डोंगर कडे :

डोंगराळ प्रदेशामध्ये डोंगराच्या तिव्र उतारावरुन विदारीत झालेले घटक गुरुत्वाकर्षनामुळे पायथ्याच्या भागाकडे घसरतात. बऱ्याच ठिकाणी डोंगराचे लटकलेले कडे मूळ खडकापासून लटकत असतील तर अशा भागात भूस्खलनाची शक्यता असते.

२) संधी आणि भेगा पडलेले भूभाग खडक :

बऱ्याच वेळा खडकाला संधी/जोड आणि भेगा पडलेल्या असतात. असे भाग भूस्खलनासाठी कारण ठरतात. मुळ खडकाला भेगा पडल्याने खडकांच्या भेगांमध्ये किंवा जोडांमध्ये पाणी गेल्यास असे खडक निकामी होऊन उताराच्या दिशेने खाली येतात.

३) भूसभूशीत मातीचे भाग :

भृष्ठावरील विशेषत : उताराच्या भागावरील एकसंघ नसलेली माती ही अधिक धोकादायक असते. अशा उतारावरील मातीमध्ये वरुन आलेला पाण्याचा लोंढा मिसळल्यास पाण्याबरोबर ही माती उताराच्या दिशेने खाली घसरते. व भूस्खलन घडून येते.

४) जंगल क्षेत्र :

जंगलातील वनस्पतींची मुळे जंगलातील माती घटट् धरुन ठेवतात. जंगलाला लागलेल्या आगीमुळे वनस्पती तर जळून जातातच शिवाय वनस्पती नष्ट झाल्याने मातीची पकड कमी होते. शिवाय लागलेल्या आगीमुळे जमीनीवरील माती तापते व कमकुवत हाते व त्या मातीची धूप होते. अशी माती पावसाच्या पाण्याबरोबर वाहून जाण्याची शक्यता बळावते.

५) बांधकाम क्षेत्र :

बऱ्याच वेळा जंगल तोडून बांधकाम व्यवसायासाठी जागा रिकामी केली जाते. शिवाय डोंगरकडे, टेकड्या इ. ची खुदाई करुन नवनवीन जागा इमारती बांधकामासाठी खुल्या केल्या जातात. अशा ठिकाणी उंचावरुन येणाऱ्या पाण्याचा प्रवाह हा भूस्खलनाचा धोका निर्माण करु शकतो.

६) नदी नाल्यांच्या किनाऱ्याचे प्रदेश :

नदी नाले यांचे किनारी भाग सातत्याने पाण्याच्या प्रवाहामुळे व आघातामुळे कमकुवत झालेले असतात. अशा ठिकाणी असणारी माती पाण्याबरोबर वाहून जाऊ शकते. व काही वेळा मातीचे, वाळूचे ढिगारे कोसळू शकतात.

७) पाणी साचलेली ठिकाणे :

ज्या ठिकाणी सातत्याने पाणी साचते असे भाग किंवा तिथल्या जमीनी पाण्याने संपृक्त होतात व त्यांचे वस्तूमान वाढल्याने उताराच्या दिशेने अशी पाणी संपृक्त मृदा/जमीन घसरण्याची शक्यता बळावते व भूस्खलानाचा धोका संभवतो.

अशी विविध ठिकाणे आपणास सांगता येतील. यापुढे आता आपण भूस्खलन नियंत्रित करणाऱ्या घटकांची माहिती घेऊ.

क) भू:स्खलन नियंत्रित करणारे घटक :

भू:स्खलन ही घटना वेगवेगळ्या प्रदेशामध्ये वेगवेगळ्या घटकांमुळे घडून येते. त्यासाठी वेगवेगळे घटक कारणीभूत ठरतात. प्रथमदर्शनी भू:स्खलन हे नैसर्गिक कारणांनी होत असावे असे वाटत असले तरी मानवी घटक देखील तितक्याच प्रमाणात भू:स्खलन यासाठी कारणीभूत आहेत. या ठिकाणी आपण भू:स्खलन नियंत्रित करणारे नैसर्गिक घटक व मानवी घटक यांचे सविस्तर वर्णन पाहूया.

(१) भू:स्खलनाचे नैसर्गिक घटक :

नैसर्गिक कारणामुळे भू:स्खलन घडून येते. अनेकदा नैसर्गिक शक्ती भू:स्खलनासाठी कारणीभूत ठरतात.

१) पर्जन्य :

भूस्खलनाचे हे एक सामान्य कारण असून बऱ्याच वेळा मुसळधार तसेच दिर्घकाळापर्यंत पडणाऱ्या पावसाच्या पाण्यामुळे जमीनी ओलसर होतात व पाण्यांनी संपृक्त होतात. अशा वेळी पावसाचे पाणी जमिनीला पडलेल्या छिद्रांमधून जमिनीत मुरते. मातीतील पाण्याचा दाब वाढतो आणि मातीची स्थिरता कमी होते व ती घसरु लागते. अतिरिक्त पाण्यामुळे उतार कमकुवत होतो व मातीचा भाग खाली घसरु लागतो.

२) जमिनीचा/भूपृष्ठाचा उतार :

भूपृष्ठाचा असणारा उतार जितका तिव्र तितका भू:स्खलनाचा धोका जास्त उतारावरील कमकुवत खडक आणि विदारीत सामग्री, तसेच माती उतारावरुन खाली घसरते. उतारावरील विदारीत सामग्रीवर कार्य करणारे गुरुत्वाकर्षण बल घटकांची स्थिरता कमी करते व उताराच्या दिशेने खाली घसरते.

३) धूप :

वनस्पतीची मुळे माती घटट् धरुन ठेवतात त्यामुळे मृदाकण एकसंघ राहतात. परंतू जंगलांची तोड झाल्यामुळे मातीची धूप होते व माती कमकुवत होते. अशी कमकुवत माती पावसाच्या पाण्याबरोबर वाहत उताराच्या दिशेने खाली येते अशा वेळी भूस्खलन घडून येते.

४) भूकंप :

भूकंपाच्यावेळी जमिनीला/भूपृष्ठाला अनेक कंपणे बसतात. हादरे बसतात या हादऱ्यामुळे जमिनीतील खडक, माती, यासारखे घटक अस्थिर होतात. खडक कमकुवत होतात. बऱ्याचवेळा खडकाला पडलेल्या भेगा रुंदावतात व असे खडक उतारामुळे गुरुत्वाकर्षणाच्या कक्षेत आल्याने खाली कोसळतात. त्यावेळी भू:स्खलन घडून येते.

५) ज्वालामुखीचा उदेक :

अनेक वेळा ज्वालामुखी क्षेत्रात उद्रेकाच्या वेळी मुखातून बाहेर पडलेली राख, चिखल, दगडगोटे, यांचे ढिगारे अतीवजनाने उतावरुन खाली घसरतात अशावेळी भूकंपाचे हादरे बसल्यास अस्थिरता प्राप्त होते व ते घटक उतारावरुन अधिक गतीने खाली घसरतात व भू:स्खलन घडून येते.

या व अशा अनेक नैसर्गिक कारणांनी भू:स्खलन घडून येते.

आता आपण मानवी कार्यामुळे भू:स्खलन कोणत्या पध्दतीने घडून येते याची माहिती घेऊया.

(२) भू:स्खलन नियंत्रीत करणारे मानवी घटक :

मानवाच्या अनेक क्रिया प्रत्यक्ष अप्रत्यक्षपणे भू:स्खलनासाठी कारणीभूत ठरतात. त्यातील काही महत्वाच्या घटकांचे वर्णन आपण पाहू.

१) जंगलतोड :

मानव स्वत:च्या स्वार्थापोटी वसाहती रस्ते, लोहमार्ग, निर्माण करण्यासाठी जंगलाची अमर्याद तोड करतो. जंगल तोडीमुळे भूपृष्ठावरील संरक्षणात्मक आवरण नाहिसे होते. जंगलतोडीमुळे उघड्या पडलेल्या जमीनीची धूप होते. मातीचे कण सुटे होतात त्यांचा एकसंघपणा कमी होतो व पावसाच्या पाण्याबरोबर ते वाहत उताराच्या दिशेनी जातात ही स्थिती भू:स्खलनासाठी कारणीभूत ठरते.

२) संवेदनशील भागातील अतिक्रमण :

वाढत्या लोकसंख्येसाठी राहत्या जागेच्या सुविधा पुरविणे उद्योगधंद्याची उभारणी करणे तसेच रस्ते निर्माण करणे यासाठी डोंगराळ भागालगत भू:स्खलन प्रवण क्षेत्रात अतिक्रमण करतात. डोंगराचे कडे फोडले जातात. असे कडे पावसाच्या पाण्याने कमकुवत होतात व कालांतराने मुळ भूभागापासून विलग होऊन उताराच्या दिशेने खाली येतात व भू:स्खलनाच्या घटना वाढतात.

३) अनियंत्रित उत्खनन :

बऱ्याच वेळा बांधकाम कार्यासाठी तसेच खाणकाम व्यवसायाच्या दृष्टीने उत्खनन केले जाते. असे उत्खनन अनियंत्रित असल्यास भू:स्खलनाचा धोका वाढतो. अनाधिकृत तसेच अनियंत्रित उत्खननामुळे खडकांचे कडे कमकुवत होतात व पावसाचे पाणी अशा खडकातील भेगांमध्ये शिरल्यास ते अस्थिर होऊन उताराच्या दिशेने घसरतात व भू:स्खलनाची शक्यता वाढते.

४) सिंचन प्रणाली :

अनेक वेळा जलसिंचनासाठी कालवे खोदले जातात. अशा भागात पाणी मुरल्यामुळे भूजल व्यवस्था बदलते व भूपृष्ठावरील दाबाच्या नियंत्रणात अस्थिरता निर्माण झाल्यामुळे अशा भागातील भूपृष्ठ कमकुवत होते व भूस्खलनाच्या घटना घडू शकतात.

५) खराब ड्रेनेज :

वसाहती मधील पाण्याचे ड्रेनेज यांच्या खराब डिझाईनमुळे व निकृष्ट दर्जामुळे ड्रेनेजचे पाणी जमीनीत मुरते. जमीनी, भूभाग पाण्यानी संपृक्त होतात व पाण्याचा व भूभागातील घटकांचा दाब वाढल्यास उताराच्या दिशेने असे भाग घसरतात व भू:स्खलन घडून येते.

६) हवामान बदल :

मानवी क्रियांमुळे हवामानात होणाऱ्या बदलामुळे अतिवृष्टी, ढगफुटी यासारख्या घटना वारंवार घडतात त्यामुळे भूस्खलनाचा धोका व तिव्रता वाढताना दिसत आहे.

(ड) भू:स्खलनाचे प्रकार :

भूस्खलनाची स्थिती आणि त्यामध्ये समाविष्ट असणारे घटक यांच्या अध्ययना वरुन
भू:स्खलाने विविध प्रकार पाडले जातात ते खालीलप्रमाणे

१) रॉक फॉल : (Rock fall)

भूस्खलनाचा हा एक सामान्य प्रकार असून सहज लक्षात येणारी घटना आहे. ज्यावेळी एखादा मोठा खडकाचा भाग किंवा खडकाचे तुकडे उंच उतारावरुन मूळ खडकापासून विलग होऊन उताराच्या दिशेने खाली पायथ्याकडे येऊन पडतात. तेंव्हा अशा घटनेला रॉक फॉल असे म्हणतात. अनेक वेळा, हवामानातील बदलाने झालेली अतिवृष्टी भूंकप, मृदा, धूप यासारख्या घटनांमुळे असे प्रकार घडून येतात व मार्गातील किंवा पायथ्याच्या भागातील मानवी जीवन धोक्यात आणतात.

२) घसरणे : (Slides)

यालाच स्लाईडस् असे म्हणतात. यामध्ये खडक किंवा मातीचा एकसंघ भाग अथवा एकत्रीत वस्तुमानाची हालचाल होताना दिसून येते. पृथ्वीवरील गुरुत्वाकर्षण अथवा इतर घटकांच्या प्रभावामुळे खडकाचे किंवा मातीचे कमकुवत स्तर उताराच्या दिशेने घसरतात. मातीची होणारी हालचाल यानुसार प्रमुख तीन प्रकार पडतात ते खालीलप्रमाणे.

१. रोटेशनल स्लाईडस्/फिरत्या स्लाईडस

यांना स्लॅम्स असेही म्हणतात. यालाच घसरगुंडी असेही म्हणतात. हा भूस्खलनाचा एक प्रकार असून जेंव्हा मातीचा भाग किंवा विदारीत सामग्री घर्षण प्रक्रियेदरम्यान गोलाकार गतीमध्ये उताराच्या दिशेने पृष्ठभागाच्या खालच्या भागाकडे येते.

२. ट्रान्सलेशनल स्लाईडस

याला प्लॅनर लँडस्लाईडस असे म्हणतात. ही मृदेची एक हालचाल असून जमिनीचा किंवा विदारीत सामग्रीचा भाग सपाट पृष्ठभागावरुन उताराच्या दिशेनी गुरुत्वाकर्षणाच्या जोराने खाली सरकतो. सामान्यपणे ही घटना मृदेचा उतारावरील कमकुवतपणा त्याचबरोबर वाढलेले वजन आणि त्यामध्ये मुरलेले पाणी यामुळे पाण्याबरोबर ही माती उतारावरुन खाली घसरते.

३. कंपाउंड स्लाईडस्

कंपाउंड स्लाईडस् ही भू:स्लखनातील मृदेची एक प्रकारची हालचाल असून ज्यामध्ये एकापेक्षा जास्त प्रकारच्या स्लाईडस्चा समावेश होतो. एकूणच मातीचा किंवा विदारीत सामग्रीचा भाग भूपृष्ठाशी घर्षण करीत गोलाकार गतीने उताराच्या दिशेने येत असताना पुढे तो सपाट पृष्ठभागावरुनही खाली घसरतो. म्हणून अशा एकत्रीत स्लाईडस्ना कंपाउंड स्लाईडस् असे म्हणतात.

(३) प्रवाह :

यामध्ये विविध प्रवाह समाविष्ट असल्याचे दिसून येते. भू:स्लखनामध्ये उताराच्या खाली माती, चिखल, किंवा मोडतोड झालेले खडक यासारख्या असंघटीत विदारीन सामग्रीचा समावेश असतो. अशा प्रवाहांची निर्मिती सामान्यपणे मुसळधार पाऊस, हिम वितळणे, किंवा ज्वालामुखीचा उद्रेक यामुळे होताना दिसते. प्रवाही भू:स्लखनाचे प्रामुख्याने तीन प्रकार पडतात. ते पुढीलप्रमाणे

१. चिखलाचा प्रवाह :

यालाच मडलोज किंवा मड्स्लाईडस असेही म्हणतात. वर वर पाहता हा प्रवाह मातीच्या ढिगाऱ्या सारखाच प्रवाहीत होतो. परंतू यामध्ये चिकणमाती तसेच गाळ यासारख्या सुक्ष्मे घटकांचे प्रमाण जास्त असते. मुख्यत: मुबलक पर्जन्य पडणाऱ्या भागात किंवा मृदा धूप झालेल्या जंगल क्षेत्रात या प्रकारचे प्रवाह घडून येतात. अशा भागात जंगलांना लागलेल्या आगीमुळे मृदा कमकुवत झालेली असल्याने त्या मातीची धूप अधिक प्रमाणात होते. अशा प्रवाहास अनुकूल परिस्थिती निर्माण होते.

२. मोडतोड प्रवाह :

यामध्ये, मातीचे ढिगारे दिसतात ज्यामध्ये माती, खडकाचे तुकडे आणि सेंद्रिय पदार्थ यांचे मिश्रण असते. अनेकदा उंच डोंगराळ भागात त्याचबरोबर वेगाने वाहणाऱ्या नदीभागात असे प्रवाह पहावयास मिळतात. या प्रवाहाचा वेग जास्त असतो. या प्रवाहात विदारीत सामग्रीचे प्रमाण जास्त असल्याने हे प्रवाह अत्यंत विनाशकारी असतात.

३. लाहार :

लाहार हा एक प्रकारचा प्रवाह असून जेंव्हा ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडलेले पदार्थ ज्वालामुखीच्या मुखापासून उताराच्या दिशने वाहत असताना खडकाचे तुकडे आणि नदीप्रवाहातील पाणी यांच्या संपर्कात येतात व त्यांचे मिश्रण पुढे वाहत राहते. असे लाहार ज्वालामुखीची राख, मलबा आणि पाणी यांच्या मिश्रणामुळे निर्माण होतात. त्यांचे मिश्रण उताराच्या दिशेने ज्वालामुखीच्या मुखापासून ते दूर अंतरापर्यंत वाहत जातात. असे लाहार जागृत ज्वालामुखीच्या प्रदेशात मोठ्या प्रमाणात पहावयास मिळतात व ते विनाशकारी असतात.

४. जटिल भू:स्लखन :

ज्यावेळी दोन किंवा अधिक प्रकारचे भू:स्लखन एकत्रीत होतात त्यावेळी त्यांचा अभ्यास करणे, त्यांचा अंदाज करणे यासंदर्भात संशोधकांसमोर प्रश्न उभा राहतो. यामध्ये बऱ्याचवेळा विविध हालचाली अर्थात रॉकफॉल, स्लाईडस आणि प्रवाह एकत्रीत सक्रीय होतात आणि एकत्रीतरित्या वेगाने वाहतात. अशा वेळी अचानक उद्भवलेल्या या प्रवाहांमुळे किंवा भू:स्खलनामुळे मोठ्या प्रमाणावर विनाश घडून येतो व नुकसान होते.

(इ) भू:स्खलनाचे परिणाम :

भू:स्खलन ही एक विनाशकारी क्रिया असल्याने याचा परिणामर अनेक घटकांवर पडताना दिसून येतो. यामध्ये मानवी जीवन, मानवासाठी निर्माण केलेल्या पायाभूत सूविधा, त्याचबरोबर पर्यावरण, यासारख्या अनेक घटकांवर दूरगामी परिणाम होताना दिसून येतात. आपत्ती व्यवस्थापनाच्या दृष्टीने नेमके कोणते परिणाम होतात यांची माहिती जाणून घेणे महत्वाचे ठरते. याठिकाणी आपण भू:स्खलनाच्या काही महत्वाच्या परिणांची माहिती येथे घेण्याचा प्रयत्न करुया.

(१) भू:स्खलनाचे सामाजिक व आर्थिक परिणाम :

मानवी जीवनाशी निगडीत सामाजिक आणि आर्थिक घटकावर भू:स्खलनाचा मोठा परिणाम झालेला पहावयास मिळतो. ते प्रमुख घटक खालीलप्रमाणे

१. जीवीत हानी :

भू:स्खलनाच्या वेळी भूपृष्ठावरील मानवी जीवन धोक्यात येते. भूस्खलनामुळे मोठ्या प्रमाणात जीवीत हानी होते यामध्ये मानव व प्राणी मृत पावतात. विशेषत: पायथ्यालगतच्या भागात लोकांना जीव गमवावा लागतो तर काहींना कायमस्वरुपी अपंगत्व पत्करावे लागते तसेच दुखापत होते.

२. स्थलांतर :

अनेक वेळा भू:स्खलन प्रवण क्षेत्रातील लोकांना भू:स्खलनामुळे उपजिवीकेच्या साधनांना मुकावे लागते, वसाहती, निवारा धोक्यात येतो किंबहुना नष्ट होतो. प्रसंगी लोकांना आपले मूळ ठिकाण सोडून इतरत्र स्थलांतरीत व्हावे लागते.

३. सामाजिक संबधात व्यत्यय :

अनेकदा भू:स्खलन झालेल्या भागातील लोक इतरत्र विस्थापीत झाल्यामुळे नविन ठिकाणी लोकांना सामाजिक समस्या निर्माण होतात. त्यामुळे सामाजिक संबंधात व्यत्यय येतो.

४. पायाभूत सुविधांचे नुकसान :

भूस्खलनामुळे अनेक प्रकारच्या पायाभूत सुविधा धोक्यात येतात. यामध्ये इमारती रस्ते, लोहमार्ग, वीज व्यवस्था, दुरवाणी, टेलीफोन, इत्यादी यंत्रणा कोलमडून पडतात त्यामुळे इतर क्षेत्राशी संपर्क साधण्यात बाधा निर्माण होते.

(२) भूस्खलनाचे पर्यावरणीय परिणाम :

मानवी जीवनाप्रमाणेच भूस्खलनाचा पर्यावरणावर देखील दूरगामी परिणाम झालेला पहावयास मिळतो. तो नेमका परिणाम आपण खालील मुद्द्यांच्या अनुषंगाने पाहणार आहोत.

१. जैवविविधतेचे नुकसान :

भू:स्खलनामुळे परिसरातील व प्रभाव क्षेत्रातील अनेक विविध वनस्पती गाडल्या जातात. अनेक वनस्पती उन्मळून पडतात. प्रसंगी वनस्पतीच्या अनेक जाती नामशेष होतात. भू:स्खलनामुळे भूपृष्ठावरील, वनस्पतीचे आवरणच नष्ट झाल्याने परिसंस्था धोक्यात येतात व पर्यावरणाचा ऱ्हास होतो. एकूणच वनस्पतीशी निगडीत सर्व प्रकारची जैवविविधता विस्कळीत होते.

२. मृदेची धूप :

भूस्खलनामुळे जंगलांना लागलेल्या आगीमुळे मृदा कमकुवत होते व मृदेची धूप होते. वनस्पतीचे अच्छादन निघून गेल्याने मृदेची धूप होते व मोठे नुकसान होते.

३. पुराचा धोका :

भूस्खलनाच्या वेळी आलेला मातीचा गाळ नद्यांच्या पात्रात साचल्यास नद्यांचे पाणी पात्राबाहेर येऊन पूर परिस्थिती निर्माण होते. तसेच पाण्यातील जलचरांचे अस्तित्व धोक्यात येते.

४. वन्यजीवांच्या अधिवासाचा नाश :

भूस्खलनामुळे वनस्पती तसेच प्राण्यांचे नैसर्गिक अधिवास (घरटी) नष्ट होतात. वन्यजीवांच्या अनेक प्रजातींचा नाश होतो तसेच त्यांची संपूर्ण परिसंस्था धोक्यात येते.

२.२.४ डेव्हिस यांची क्षरणचक संकल्पना आणि नदीचे क्षरण कार्य –
Davis cycle of Erosion and Fluvial Erosion

प्रस्तावना :

Eroder या लॅटीन शब्दापासून Erosion हा शब्द पुढे आला आहे. Erosion या शब्दाचा मराठी अर्थ क्षरण म्हणजेच अपक्षय किंवा झिज असा होतो. भूरुपशास्त्रामध्ये क्षरण ही एक महत्वाची संकल्पना आहे. अनेक भूरुपांची उत्क्रांती क्षरण प्रक्रियेतूनच झाली असावी असे अभ्यासातून लक्षात आले आहे.

W. M. Davis या अमेरिकन तज्ञाने क्षरण चक्राची संकल्पना १८८४ मध्ये सर्वप्रथम मांडली. डेव्हीस यांच्या मतानुसार एखादा भूभाग मुळात समुद्रसपाटीपासून उंच असतो. परंतू, ऊन, वारा, पाऊस व सागरी लाटा यासारखी बाह्यकारके अशा उंच भूभागाची झिज, क्षरण घडवून आणतात. क्रमाक्रमाणे हा उंच असणारा भूभाग, खडबडीत व नंतर सपाट होतो. उंचावलेला भूभाग कालांतराने त्याची बाह्य कारकांमार्फत झिज झाल्याने तो समुद्रसपाटीबरोबर सपाट होण्याची क्रिया म्हणजेच क्षरण चक्र होय.

क्षरण चक्रात समाविष्ट भूभाग समुद्रसपाटी पर्यंत झिज झाल्यानंतर भूगर्भातील अंतर्गत शक्तीमुळे पून्हा तो भाग उंचावला जातो व पुन्हा त्या भागाचे क्षरण चक्र सुरु होते. या एकूण चक्रालाच डेव्हिस यांनी क्षरणचक्र असे संबोधले आहे.

डेव्हीस यांच्या सिध्दांतावर अनेक तज्ञांनी टिका केल्यानंतर वारंवार त्यांनी या सिध्दांतात सुधारणा घडवून आणल्या व कालप्रवाहात सुधारीत सिध्दांत जगासमोर ठेवण्याचा प्रयत्न केला. डेव्हिस यांच्या नावावरुनच या सिध्दांताला डेव्हिस यांचा क्षरणचक्राचा सिध्दांत या नावाने ओळखले जाते.

क्षरणचक्र व्याख्या :

१) भूप्रदेश उंचावणे, त्याची झिज होणे व त्या भूभागाला समुद्रसपाटी प्राप्त होणे व पुन्हा त्याचे उत्थान होणे असे चक्र सातत्याने सुरु असते म्हणून त्याला क्षरणचक्र असे म्हणतात.

२) ''एखाद्या नवनिर्मित प्रदेशावर बाह्य कारकांच्या अपक्षरण कार्याचा परिणाम होऊन त्याचे आधारतलापर्यंत अपक्षरण होण्यासाठी लागणारा कालावधी म्हणजे अपक्षरण चक्र होय.'' **– पी.जी.वॉरसेस्टर**

३) क्षरणचक्र ही एक अशी अवस्था आहे की, ज्यामध्ये उंचावलेला भूभाग अपक्षरण कार्यात समुद्रसपाटीचे स्वरुप धारण करतो.

क्षरणचक्र संकल्पनेची गृहीतके :

१) भूमी स्वरुपाची निर्मिती अंतर्गत व बर्हिगत हालचालीमुळे होते.

२) क्षरण कार्य सुरु असताना तो भूभाग इतर कोणत्याही भू-हालचालीपासून मूक्त असावा.

३) भूरुपातील बदल हा क्रमबध्द व विशिष्ट अवस्थेतून होत असतो व त्यासाठी काही विशिष्ट कालावधी आवश्यक असतो.

४) हवामानात कोणतेही बदल नसावेत.

५) प्रदेशातील भूमीस्वरुपा वरील अन्य कारकांचे कार्य अल्प असावे.

क्षरणचक्र संकल्पना :

पृथ्वीवरील भूपृष्ठात होणाऱ्या क्षरण क्रियेचा शास्त्रीय दृष्टीकोनातून अभ्यास करुन अमेरिकन भूरुपतज्ञ डब्लू. एम. डेव्हिस यानी 'क्षरणचक्र' ही संकल्पना मांडली डेव्हिस यांनी १८८९ मध्ये ही संकल्पना संपूर्ण जगासमोर मांडण्याचा प्रयत्न केला. यापूर्वी जगप्रसिध्द स्कॉटिश शास्त्रज्ञ जेम्स हॅटन यांनी भूगर्भशास्त्रामध्ये १७८५ मध्ये शक्यतेच्या आधारावर क्षरण चक्राची संकल्पना मांडण्याचा प्रयत्न केला होता. डार्विनचा उत्क्रांतीवादाचा सिध्दांत आणि हटन यांचे क्षरणचक्र यांचा आधार घेऊन डब्ल्यु. एम. डेव्हिस यांनी क्षरणाचे भौगोलिक चक्र जगासमोर मांडले.

या संकल्पनेत डेव्हिस यांनी आपली भूमिका मांडत असताना महत्वाच्या बाबींवर प्रकाश टाकला यामध्ये कोणत्याही प्रदेशातील वाहणारी नदी प्रणाली तो प्रदेश समुद्रसपाटीपर्यंत झिजवण्याचे कार्य करत असते. ज्यावेळी नदीच्या अपक्षयचक्राला सुरवात होते. त्यावेळी त्या युवावस्थेत असतात. कार्य सुरु होऊन काही कालावधी पुढे गेल्यानंतर नद्यांना प्रौढावस्था प्राप्त होते व नद्यांना शेवटी वृध्दावस्था प्राप्त होते. नदीच्या या तीनही अवस्था पूर्ण झाल्यास त्या चक्राला नदीचे अपक्षरण चक्र पूर्ण झाले असे समजले जाते.

वरील तिन्ही अवस्थांमध्ये नद्यांचे कार्य हे भिन्न भिन्न स्वरुपाचे असते. यामध्ये युवावस्थेत नद्या खनन कार्य करतात. तर प्रौढावस्थेत खनन कार्यासहित संचयन किंवा निक्षेपणाचे कार्य करतात. शेवटी वृध्दावस्थेत नद्यांचे केवळ संचयन कार्यच प्रभावी असते. अशा संकल्पने वर आधारीत डेव्हिस यांचा हा सिध्दांत भूरुपशास्त्रातील एक महत्वाचा सिध्दांत म्हणून ओळखला जातो.

डब्ल्यू. एम. डेव्हिस यांनी क्षरणचक्राच्या संकल्पनेत एक त्रिसुत्री सांगण्याचा प्रयत्न केला आहे. नव्याने उंचावलेल्या एखाद्या भूप्रदेशाची पृथ्वीवरील विविध बाह्याकारकांच्या माध्यमातून झिज होताना भूभाग हळूहळू

झिजत जातो. शेवटी समुद्र पातळीशी एकरुप होतो. या प्रक्रियेत डेव्हिस यांच्या मते प्रदेशातील भूमीस्वरुप व संरचना, क्षरण प्रक्रिया आणि कालावधी यांच्या परिणामातूनच पुढे जावे लागते.

१) भूपृष्ठाची संरचना :

भूपृष्ठाच्या संरचनेचा प्रभाव क्षरण चक्रावर होताना दिसून येतो. प्रदेशातील जलप्रवाहांची अवस्था, नदी पात्राची खोली, नदीपात्राची रुंदी, प्रवाहाची वाहण्याची दिशा यामध्ये भूरचनेचा प्रभाव पडतो. खडकांची स्तररचना खडकातील संधी किंवा जोड, खडकांना पडलेल्या वळ्या त्याबरोबर खडकाचे स्वरुप इत्यादी घटकांचा क्षरण क्रियेवर प्रभाव पडतो.

२) प्रक्रिया :

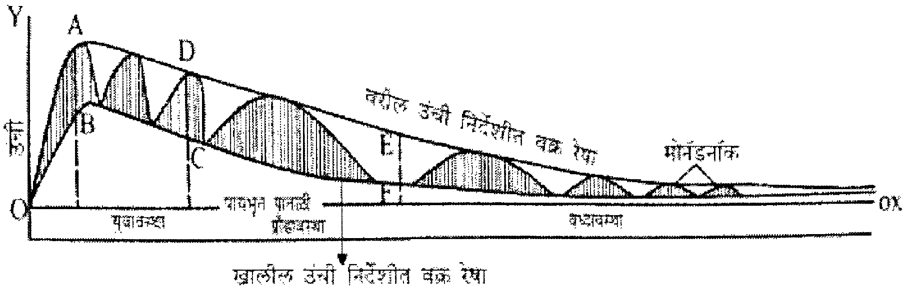
भूपृष्ठाचे क्षरण होत असताना खडकाची संरचना तसेच क्षरण व संचयन करणाऱ्या बाह्य कारकांच्या एकत्रीत कार्याचा क्षरण प्रक्रियेत काय सहभाग आहे याचा अभ्यास महत्वाचा ठरतो. पाणी, वारा, बर्फ, गुरुत्वाकर्षण व उताराचा भाग या बरोबरच हवामान यांचा क्षरण प्रक्रियेवर प्रभाव पडत असतो त्यानुसार क्षरण प्रक्रिया घडून येते. त्यानुसार विविध भूमिस्वरुपांची निर्मिती होते.

३) कालावधी :

नदीच्या अपक्षय चक्रातील युवावस्था, प्रौढावस्था तसेच वृध्दावस्था या ज्या तीन अवस्था आहेत. त्या सापेक्ष आहेत या अवस्थांचा वर्षाच्या अथवा कालावधीच्या हिशोबात विचार करणे तसे कठीण आहे. नदीचे अपक्षय चक्र पूर्ण होण्यास नेमका किती कालावधी लागेल हे त्याठिकाणी उपलब्ध असलेल्या भूप्रदेशाचा विस्तार भूपृष्ठाची संरचना, पर्जन्याचे प्रमाण, समुद्रसपाटीपासूनची उंची, प्रदेशाचा उतार प्रवाहमार्गातील खडकांचे प्रकार, पाण्याबरोबर वाहणाऱ्या पदार्थांचे स्वरुप, पाण्याचा वेग, पाण्याचे प्रमाण या सर्व गोष्टींवर अवलंबून असते.

४) क्षरणचक्राच्या विकासाच्या अवस्था :

क्षरण चक्राची प्रक्रिया पूर्ण होण्यासाठी नदीप्रवाहाला युवावस्था, प्रौढावस्था व वृध्दावस्था या तीन टप्प्यातून प्रवास करावा लागतो. या तीनही टप्प्यांचा कालावधी अथवा विभाग हे समान नाहीत. डेव्हिसनी सांगीतलेल्या तीन टप्प्यांमध्ये विकासासाठी लागणारा कालावधी वेगवेगळ्या स्वरुपाचा आहे. त्या तीन टप्प्यांची सविस्तर माहिती या ठिकाणी पाहू.



आकृती क्रमांक २.१९ क्षरणचक्राच्या विकासाच्या अवस्था

१. युवावस्था (पहिला टप्पा) : Youth stage

नदीच्या पहिल्या टप्प्यात क्षरण कार्य प्रभावी असते. या अवस्थेला अधपतन अवस्था असेही म्हणतात. या अवस्थेत पृथ्वीच्या अंतर्गत हालचालीला अनुसरुन एखादा प्रदेश उंचावला जातो. उंचावलेल्या भागावर नद्या आपले कार्य सुरु करतात. नद्यांच्या सुरवातीचा प्रवास हा उंचावरील डोंगराळ भागातूनच होत असतो. एकूणच डोंगरमाथ्यापासून मैदानी भागाकडे नदी मार्गक्रमण करत असते तिथं पर्यंतचा नदीचा टप्पा हा पहिल्या टप्पा म्हणून ओळखला जातो. या टप्प्यात नदीचे क्षरण कार्य प्रभावीपणे सुरु होते व क्षरण कार्यामुळे या टप्प्यात 'व्ही' आकाराची दरी, घळई, धबधबे, धावत्या, कुंभगर्त यासारखे भूआकार निर्माण होतात.

२. प्रौढावस्था (दुसरा टप्पा) : Mature Stage

यालाच क्षरणचक्राचा दुसरा टप्पा असे म्हणतात. या टप्प्यात प्रदेशाचा उतार मंद असल्याने नदी प्रवाहाचा वेगही मंदावतो. उभ्या खननाऐवजी आडवे म्हणजे पार्श्ववर्ती खनन जास्त होऊन नदीचे पात्र रुंदावण्याची क्रिया होते. नदीला येऊन मिळणाऱ्या अनेक उपनद्यांची संख्या वाढत जाते व त्यामुळे नदी पात्रात पाण्याची मात्रा वाढत राहते. प्रवाहाचा वेग मंदावतो व जलभार वाहून नेण्याची क्षमता कमी झाल्यामुळे अपक्षरणापेक्षा निक्षेपणाचे म्हणजे संचयणाचे कार्य वाढीस लागते. या टप्प्यात नदी पात्र रुंद व पसरट होते तसेच पुराच्या काळात गाळाचे संचयन झाल्याने पूर मैदान, पुर तट यासारखी भुरुपे निर्माण होतात. याशिवाय नागमोडी वळणे, नालाकृती सरोवर, पंख्याच्या आकाराची मैदाने यासारख्या भूरुपांची निर्मिती होते.

३. वृध्दावस्था (तिसरा टप्पा) : Old Stage

या अवस्थेत भूरुपाला गोलाई प्राप्त होते व प्रदेशाचा ओबडधोबडपणा कमी होतो. या टप्प्यात जमीनीचा उतार अतिशय मंद असल्याने नदी प्रवाहाचा वेग देखील मंद असतो. त्यामुळे या टप्प्यात नदीकडून जास्तीत जास्त गाळाच्या संचयनाचे कार्य प्रभावी केले जाते. या टप्प्यात त्रिभूज प्रदेश, समतलप्राय मैदाने यासारख्या भूरुपांची निर्मिती होते.

भूमीस्वरुपे : Landforms

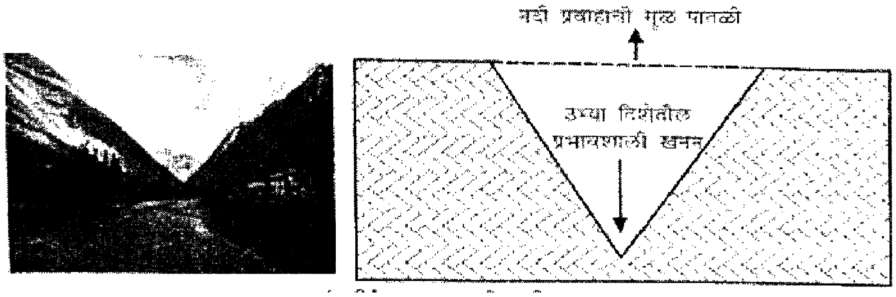
डेव्हीस यांनी सांगीतले प्रमाणे नदीचे तीन टप्प्यात कार्य सुरु असते व या कार्यातून क्षरण संचयन कार्यातून तीन टप्प्यात विविध भूरुपांची निर्मिती होते. त्यांचे सविस्तर वर्णन आपण पाहू.

अ) नदीच्या क्षरण/खणन कार्यामुळे निर्माण होणारी भूरुपे

नदीच्या पहिल्या टप्प्यात उगमापासून ते सखल भागापर्यंत प्रवास करते. या टप्प्यात संपूर्ण भाग हा डोंगराळ असल्याने प्रदेशाचा उतार तिव्र असतो. त्यामुळे नदी प्रवाहाला जास्त वेग असतो. डोंगरउतारावरील तीव्र उतार, वेगवान प्रवाह, पाण्याची गती यामुळे अनेक भूआकार निर्माण होतात. यामध्ये खालील भूरुपांचा समावेश होते.

१) व्ही आकाराची दरी : 'v' Shaped valley

पहिल्या टप्प्यात नदी प्रवाहाचा वेग जास्त असल्याने तसेच प्रवाह मार्गाचा उतार फारच तीव्र असल्याने नद्या अतिशय वेगाने प्रवास करताना या टप्प्यात नद्यांना येऊन मिळणाऱ्या उपनद्यांची संख्याही खूप कमी असते. नद्यांमधील वाहत्या पाण्याला प्रचंड वेग असल्यामुळे नद्या उभे खनन किंवा घर्षण करतात. त्यामुळे नदीच्या पृष्ठभागाची जास्तीत जास्त झिज होते. या अवस्थेत उभे खनन मोठ्या प्रमाणात होऊन इंग्रजी 'V' आकाराची दरी तयार होते.

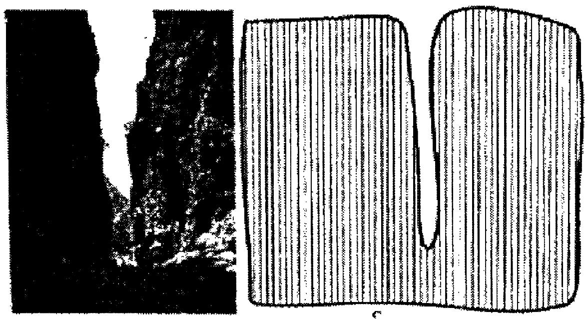


आकृती क्रमांक २.२० व्ही आकाराची दरी

२) घळई : (Canyan)

'व्ही' आकाराच्या दऱ्यांची निर्मिती झाल्या नंतर काही नद्या आपल्या पात्रात घळई निर्माण करतात. नद्यांच्या दरीच्या काठावरील खडक जर जास्त कठीण असतील तर अशा वेळी घळईची निर्मिती झालेली दिसून येते. नदीतील पाण्यामुळे बाजूच्या खडकांची झिज होण्याऐवजी नदी पात्राचे उभे खनन जास्त प्रमाणात होते. व घळईची निर्मिती होते. नदीतील पाण्याबरोबर वाहत जाणारे दगड धोंडे, खडकाचे तुकडे यामुळे नदीपात्रात उभे खनन मोठ्या प्रमाणात होते व नदीच्या तळाची खोली वाढते. अशा खोल परंतू अरुंद दरीला घळई असे म्हणतात.

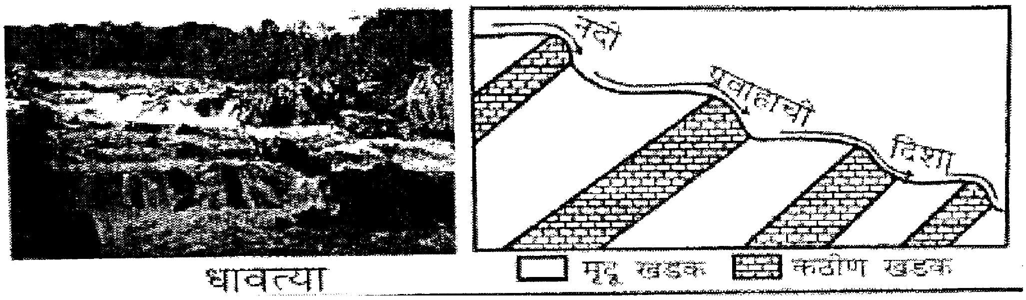
भारतातील सिंधू, नर्मदा, नद्यांच्या क्षेत्रातील घळई, तसेच कोलोरॅडो नदीची दरी घळईचे सुंदर उदाहरणे आहेत. सिंधू नदीची घळई जवळपास १००० मिटर पर्यंत खोल आहे.



आकृती क्रमांक २.२१ घळई

३) धावत्या : (Rapids)

पहिल्या टप्प्यात डोंगरउतारावरुन नदी प्रवाह पायथ्याकडे येत असताना नदी ज्या भूभागावरुन वाहते त्या प्रवाह मार्गात जर खडकाची पायऱ्यापायऱ्याची रचना असेल तर अशा पायऱ्यावरुन नदीचे पाणी उड्याा मारत पूढे जाते अशा प्रवाहाला धावत्या असे म्हणतात. नदी प्रवाह मार्गातील खडकांमध्ये प्रस्तर भंग झाल्यामुळे एका पुढे एक अशा भेगा पडल्यानंतर अशी रचना तयार होते. बऱ्याच वेळा नदी मार्गात कठीण आणि मृदू खडकाचे आडवे थर एक आड एक असतील आणि त्यातील मृदू खडकाची झिज झाल्यास नदी प्रवाहाचे पाणी उड्याा मारत पुढे जाते व धावत्या निर्माण होतात.

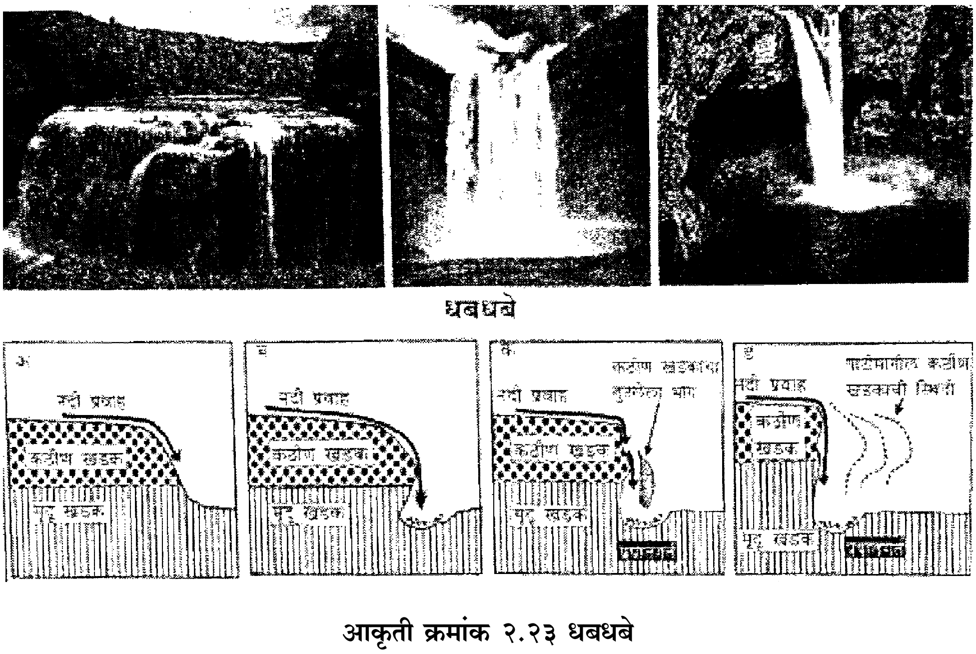


आकृती क्रमांक २.२२ धावत्या

४) धबधबे : Waterfall

नद्यांच्या प्रवाहमार्गात बऱ्याच ठिकाणी मुख्यत्वेकरुन पठारी तसेच पर्वतीय भागात वाहणाऱ्या नद्यांच्या मार्गात जलप्रपात-धबधबे निर्माण होतात. नदीप्रवाह मार्गात येणारे कठीण खडकांचे उभे किंवा आडवे थर असतात. याच मार्गात कठीण खडकाच्या खालचे मृदू खडकाचे थराची झिज झाल्यास कठीण खडक तसाच शिल्लक राहतो. कठीण खडकाच्या थरावरुन पाण्याचा प्रवाह वाहत उंचावरुन खाली कोसळतो व धबधब्याची निर्मिती होते. बऱ्याच वेळा झुलत्या दरीमुळे ही उचावरुन पाणी कोसळल्याने धबधबे निर्माण होतात.

महाराष्ट्रात वेण्णा नदीवर 'लिंगमळा' धबधबा, आंबोली क्षेत्रातील धबधबे, व्हेनेझुएला कारोनी नदीच्या उपनदीवरील 'ऐंजल' नावाचा धबधबा ही उदाहरणे सांगता येतील.



आकृती क्रमांक २.२३ धबधबे

५) प्रपातगर्त : (Plung poll)

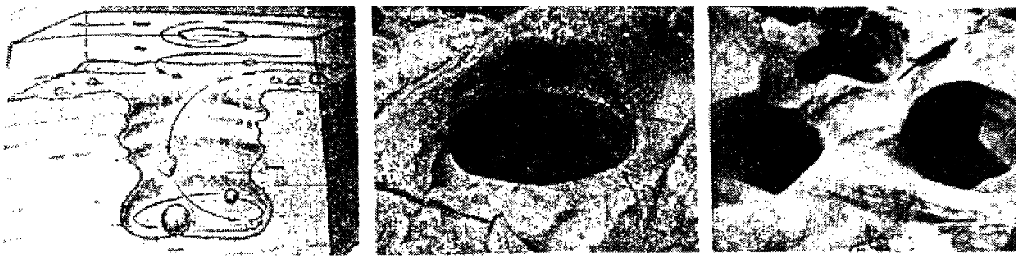
नदीच्या घर्षण कार्यामुळे मृदू खडकाची झिज होऊन कठीण खडकावरील प्रवाह उंचावरुन खाली कोसळतात.

अशा वेळी कठीण खडकावरुन वाहणारे पाणी धबधब्याच्या पायथ्याजवळ असलेल्या मृदूखडकावर मारा करतात. पाण्याबरोबर आलेले दगड गोटे, अणकुचीदार खडक यामुळे पायथ्याजवळच्या मृदू खडकाची जास्तीत जास्त झिज होते व त्या ठिकाणी विस्तीर्ण अशा खोलगट खड्यांची निर्मिती होते. यालाच प्रपातगर्त असे म्हणतात.

शरावती नदीवरील जोग धबधब्याच्या पायथ्याशी अशा प्रपातगर्तची निर्मिती झाली आहे.

६) रांजण खळगे : (Pot hole)

पर्वतीय व डोंगराळ भागातून वाहणाऱ्या नदीच्या पाण्याचा वेग हा जास्त असल्याने अशा पाण्याबरोबर वाहत आलेले दगड गोटे, खडकाचे लहान मोठे तुकडे, अनुकुचीदार खडक वाहत पुढे जातात. हे पदार्थ नदी पात्रातील पृष्ठभागावर आपटत घर्षण करत पुढे जातात. त्यामुळे ज्या ठिकाणी अशा खडकांना अडथळा प्राप्त होतो. अणुकूचीदार खडकाचे तुकडे पृष्ठभागावर गोलाकार फिरत राहतात त्या ठिकाणी कालांतराने खळगे तयार होतात. या खळग्यातील पाण्याबरोबर ते दगड गोटे गरागरा फिरत राहतात. त्या ठिकाणी कालांतराने खळगे तयार होतात. या खळग्यातील पाण्याबरोबर ते दगड गोटे गरागरा फिरत राहतात. त्यामुळे खळग्याचा आकार वाढत जातो. तो पाण्याच्या रांजणासारखा होते. म्हणून अशा खळग्यांना रांजण खळगे असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक २.२४ रांजण खळगे

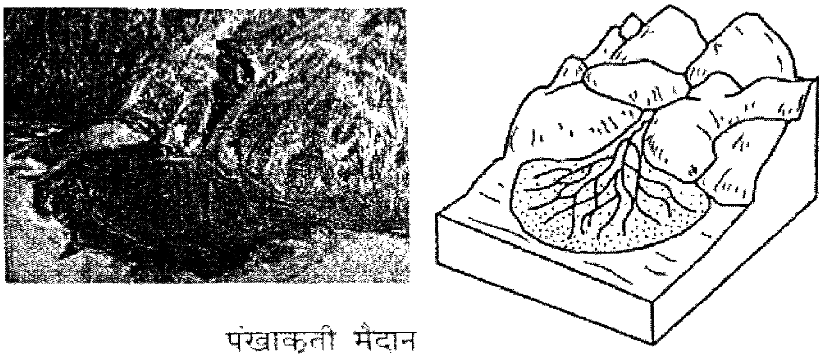
त्र्यंबकेश्वराजवळ गोदावरी नदी पात्रात असे रांजणखळगे पहावयास मिळतात. याशिवाय मार्लेश्वर येथील धबधब्याच्या पायथ्या पासून पूढच्या जवळील भागात असे रांजनखळगे पहावयास मिळतात.

(ब) नदीच्या संचयन कार्यामुळे निर्माण होणारी भूरुपे :

नदीच्या दुसऱ्या व तिसऱ्या टप्प्यात निर्माण होणाऱ्या भूरुपांचा यामध्ये समावेश होतो. प्रौढावस्थेत नदीचे पार्श्ववर्ती खनन जास्त प्रभावी असते व प्रवाह रुंद असल्यामुळे नदी प्रवाहाला वळण प्राप्त होतात. त्यामुळे यास्थितीत नागमोडी वळणे निर्माण होतात. या वळणांचा विस्तार जसजसा वाढत जातो तसतसे नद्यांच्या काठावर गाळाची मैदाने तयार होण्यास मदत होते. या टप्प्यात संचयन कार्य प्रभावी असल्याने खालील प्रकारची भूमीस्वरुपे संचयन कार्यातून निर्माण झाल्याची दिसून येतात.

१) पंखाकृती मैदाने : (Fanshaped plains)

या भूमिस्वरुपाची निर्मिती, पर्वतीय भागातून नदी ज्यावेळी पायथ्याच्या भागात प्रवेश करते त्यावेळी नदीतील पाण्याचा वेग कमी झाल्याने होते. डोंगरमाथ्यावरील विदारीत सामग्रीचे /गाळाचे नदीच्या पाण्याबरोबर वहन होते व पायथ्याच्या भागात संचयन होते. यालाच जलोढ असेही म्हणतात. ज्यावेळी अशा मैदानांचा पायथ्याजवळचा विस्तार वाढत जातो त्यावेळी त्यांना पर्वतपदीय मैदान असेही म्हणतात.



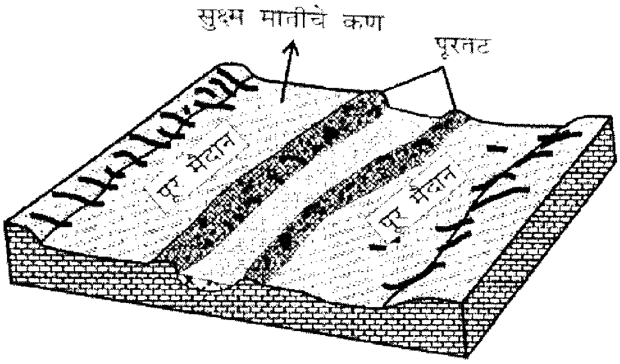
आकृती क्रमांक २.२५ पंखाकृती मैदाने

२) रुंद दरी : (Broad valley)

विशेषत प्रौढावस्थेत नदीच्या पाण्याचा वेग कमी झाल्यामुळे उभे खनन कमी होते व पार्श्ववर्ती खनन होण्यास सुरवात होते. याशिवाय नदीतील पाण्याचा वेग कमी झाल्यामुळे नदीच्या पात्रात गाळाचे संचयन होऊन पात्र उथळ होते. मात्र या प्रक्रियेमुळे दरी पुर्वीपेक्षा रुंद होते.

३) पूर मैदान : (Flood plains)

नदीच्या दुसऱ्या टप्प्यात नदी अतिशय संथ गतीने प्रवास करत पुढे सरकत असते. नदीचा वेग कमी झालेला असतो. अशा वेळी अनेक उपनद्या मुख्य प्रवाहाला येऊन मिळतात व पात्रामध्ये पाणी व गाळाचे संचयन होते. गाळाचे संचयन होऊन नदीच्या दोन्ही बाजूवर मैदाने तयार होतात यांनाच पूर मैदान असे म्हणतात. भारतात गंगा, चिंनमध्ये यांगत्सेकांग, संयुक्त संस्थानात मिसीसीपी, इजिप्तमध्ये नाईल या नद्यांच्या दोन्ही काठावर अशा प्रकारच्या पूर मैदानांची निर्मिती झाली आहे.



आकृती क्रमांक २.२६ पूर मैदाने

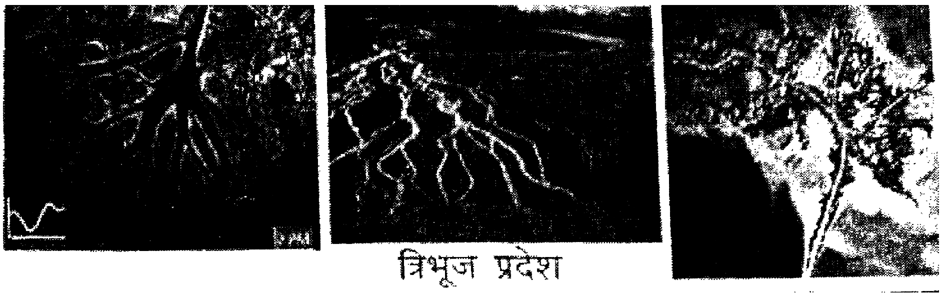
४) पूर तट : (Leveeen)

पूराच्या काळात नदीचे पाणी काठापर्यंत पोहोचुन नदीच्या दोन्ही बाजूस काठावर कचरा व नदीने वाहून आणलेला गाळ यांचे संचयन होते. दरवर्षी याच पध्दतीने गाळाचे संचयन झाल्यामुळे नदीच्या काठावर नैसर्गिक

बांध तयार होतात त्यांनाच पूर-तट असे म्हणतात. हे बांध मजबूत नसतात. वेगवान पाण्याचा तडाखा बसल्यास बांध फुटल्यामुळे नदी काठच्या भागात जीवीत हाणी व आर्थिक नुकसान होते.

५) त्रिभूज प्रदेश : Delta

नदीच्या शेवटच्या टप्प्यात म्हणजे वृध्दावस्थेत नदी समुद्राला मिळण्यापूर्वी त्रिभूज प्रदेशाची निर्मिती होते. या टप्प्यात मुख्य नदीमध्ये गाळाचे प्रमाण वाढत राहते. नदी प्रवाह मार्गाचा उतार जर कमी झाला तर पाण्याचा वेग कमी होतो. पाण्याचा वेग कमी झाल्यामुळे पाण्याबरोबर पात्रात आलेला गाळ नदीच्या मुखालगत साचून ते मुख गाळाने भरुन जाते. गाळाचे संचयन मुखालगत झाल्यामुळे मागून येणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहांना अडथळा निर्माण होतो व त्यामुळे नदी संचयनाच्या दोन्ही बाजूनी मार्ग काढत पुढे समुद्राकडे जाते. या प्रवाहाच्या मुखाशी गाळाचे पुन्हा संचयन होते. अशी क्रिया सतत चालू राहते नदी प्रवाह अनेक शाखात विभागला जातो व त्यामुळे मुखालगत झालेल्या गाळाच्या संचयनाचा विस्तार वाढत जातो. अशा वेळी त्रिभूज प्रदेशाची निर्मिती होते.



आकृती क्रमांक २.२७ त्रिभूज प्रदेश

स्वयंअध्ययन प्रश्न –३

१) युवावस्था ही क्षरण चक्रातील कोणत्या टप्प्यातील अवस्था आहे?

अ) पहिला टप्पा ब) दुसरा टप्पा

क) तिसरा टप्पा ड) चौथा टप्पा

२) नदीच्या आडव्या दिशेतील खनन कार्यापेक्षा उभ्या दिशेतील खनन कार्य अधिक प्रभावी असेल तर कोणते भूरुप निर्माण होते?

अ) धबधबा ब) धावत्या

क) नालाकृती सरोवर ड) घळई

३) त्रिभूज प्रदेश नदीच्या कोणत्या अवस्थेतील भूरुप आहे?

अ) वृध्दावस्था ब) युवावस्था

क) प्रौढावस्था ड) यापैकी नाही

४) पंखाकृती मैदाने खालीलपैकी कोणत्या ठिकाणी निर्माण होतात?

अ) पर्वत माथ्यावर ब) पर्वत पायथ्यास

क)पर्वत उतारावर ड)नदी मुखालगत

५) उंच उतारावरुन मूळ खडकापासून विलग झालेले खडकाचे तुकडे जेंव्हा पायथ्याकडे येऊन पडतात तेव्हा त्याला काय म्हणतात?

अ) घसरणे　　　　　　ब) रॉक फॉल

क) प्रवाह　　　　　　ड) लाहार

६) खडकांची किंवा मातीच्या ढिगाऱ्याची गुरुत्वाकर्षणाने उताराच्या दिशेने अचानक किंवा हळूवार होणारी हालचाल खालील पैकी कोणती आहे?

अ) प्रस्तरभंग　　　　　　ब) भूस्खलन

क) वलीकरण　　　　　　ड) भूकंप

२.३ सारांश

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील विविध हालचालींमुळे भूपृष्ठावर अनेक घडामोडी होतात यामध्ये प्रामुख्याने मंद हालचाली व शीघ्र हालचाली यांचा समावेश होतो. मंद हालचाली खंड निर्माणकारी तसेच पर्वत निर्माणकारी हालचाली म्हणून ओळखल्या जातात तर शीघ्र हालचालीमुळे भूपृष्ठावर अनेक नवीन बदल घडून येतात.

बाह्यकारकांच्या मुळे सातत्याने भूपृष्ठावर होणारा आघात विदारणासारखी क्रिया घडवून आणतो. यामध्ये कायिक, रासायनिक तसेच जैविक विदारण महत्वाची मानली जातात.

विदारणाबरोबरच क्षरण, म्हणजे अपक्षय, किंवा झिज हा देखील एक महत्वाचा भाग असून नदी प्रदेशात झिज आणि संचयन याच्या माध्यमातून अनेक भूरुपांची निर्मिती होताना दिसते.

२.४ पारिभाषीक शब्द व अर्थ

विदारण : खडकाची तूट फूट होऊन विघटन होणे

क्षरण : झीज, अपक्षय

क्षरणचक्र : क्षरणचक्र म्हणजे एखाद्या नवनिर्मित प्रदेशावर बाह्यकारकांच्या अपक्षरण कार्याचा परिणाम होऊन त्याचे आधारतलापर्यंत अपक्षरण होणेसाठी लागणारा कालावधी.

जैविक : प्राणी वनस्पती इत्यादी

गर्त : खळगा किंवा खोलगट भाग

जलप्रपात : धबधबा

त्रिभूज प्रदेश : नदी मुखालगत गाळाच्या संचयनाने तयार झालेला प्रदेश

मंद हालचाली : ज्या हालचाली सावकाशपणे होतात अशा हालचाली

शीघ्र हालचाली : ज्या हालचाची जलद गतीने होतात अशा हालचाली

रिश्टर स्केल : भूकंप मापनाचे परिमाण

वळ्या : घड्या

प्रस्तरभंग : भेगा, तडे

सरावासाठी प्रश्न :

१) जोड्या जुळवा.

अ गट	**ब गट**
१ भूकंप	A गटपर्वत
२ वलिकरण	B सिममोग्राम
३ प्रस्तरभंग	C शीघ्र हालचाल
४ भूकंपलहरी	D समीत वळी

२) खालील 'अ' गटातील पर्यायाशी ब गटातील पर्यायांच्या जोड्या जुळवा.

अ गट	**ब गट**
१ ॲसिडिक	A लाव्हा
२ पॅसिफिक	B इटली
३ व्हेसूव्हियस	C सिलिका ७०
४ फ्युजीयामा	D जपान

३) खालील 'अ' गटातील पर्यायासाठी ब गटातील पर्यायाशी ब गटातील पर्यायांच्या जोड्या जुळवा.

अ गट	**ब गट**
१ कायिक विदारण	A ऑक्सिजन, कार्बोनेशन
२ रासायनिक विदारण	B हायड्रेशन
३ जैविक विदारण	C उन, वारा, पाऊस
४ जलापघटन	D प्राणी, वनस्पती

४) जोड्या जुळवा :

अ गट	**ब गट**
१ रॉक फॉल	A भूस्खलनास कारणीभूत मानवी
२ जंगल तोड	B ज्वालामुखी क्षेत्रानंतर भूस्खलन
३ लाहार	C भूस्खलन प्रकार
४ जैवविविधतेचे नुकसान	D भूस्खलनाचा परिणाम

५) जोड्या जुळवा :

अ गट	**ब गट**
१ आकाराची दरी	A वृध्दावस्था
२ धबधबा	B त्र्यंबकेश्वर, मार्लेश्वर
३ त्रिभूज प्रदेश	C पहिला टप्पा
४ रांजण खळगे	D प्रपातगर्त

६) I)१) खालीलपैकी विधाने नीट वाचा व उत्तरे द्या.

१) घळई हे नदीच्या युवावस्थे मध्ये निर्माण होणारे भूआकार आहे.

२) त्रिभूज प्रदेश नदीच्या पहिल्या टप्प्यात पहावयास मिळतात.

पर्याय

अ) फक्त पहिले विधान बरोबर आहे व दुसरे विधान चूक आहे.

ब) दुसरे विधान बरोबर आहे व पहिले चूक आहे.

क) दोन्ही विधाने चूक आहेत.

ड) दोन्ही विधाने बरोबर आहेत.

II) १) भूस्खलन ही नैसर्गिक क्रिया नाही.

२) भूस्खलनाने जीवीत हानी होत नाही.

पर्याय –

अ) फक्त पहिले विधान बरोबर दुसरे चूक

ब) फक्त दुसरे विधान बरोबर पहिले चूक

क) दोन्ही विधाने चूक आहेत

ड) दोन्ही विधाने बरोबर आहेत.

२.५ उत्तरे :

उत्तरे : १–अ	**२–क**	**३–क**	**४–ब**
५–ब	**६–अ**	**७–क**	**८–ब**
९–ब	**१०–ब**	**११–क**	**१२–ब**
उत्तरे : १–ब	**२–ड**	**३–अ**	
उत्तरे : १–अ	**२–ड**	**३–अ**	**४–ब**
	५–ब	**६– ब**	

२.६ सरावासाठी स्वाध्याय

I) प्रश्न संक्षिप्त टिपा लिहा.

१) भू-हालचालींचे वर्गीकरण

२) उभ्या हालचालींचे परिणाम

३) वलीकरण

४) प्रस्तरभंग

५) भूकंपाची कारणे

६) भूकंपाचे विधायक परिणाम

७) भूकंपाचे विघातक परिणाम

८) ज्वालामुखीची कारणे

९) ज्वालामुखीचे परिणाम

१०) रासायनिक विदारण

११) कायिक विदारण

१२) जैविक विदारण

१३) विदारणावर प्रभाव टाकणारे घटक

१४) भू-स्खलनाची क्षेत्रे

१५) भूस्खलन नियंत्रीत करणारे नैसर्गिक घटक

१६) भूस्खलन नियंत्रीत करणारे मानवी घटक

१७) भूस्खलनाचे प्रकार

१८) भूस्खलनाचे परिणाम

१९) क्षरणचक्राच्या अवस्था

२०) नदीच्या क्षरण कार्यामुळे निर्माण होणारी भूरुपे

प्रश्न : लघुत्तरी प्रश्न

१) विदारण म्हणजे काय?

२) भूकंप म्हणजे काय?

३) अंतर्गत हालचाली म्हणजे काय?

४) प्रस्तरभंग म्हणजे काय?

५) निद्रीस्त ज्वालामुखी म्हणजे काय?

६) भ्रंशमुलक भूकंप म्हणजे काय?

७) ॲसिडिक लाव्हा म्हणजे काय?

८) जैविक विदारणात कोणत्या घटकांचा समावेश होतो?

९) मानवामुळे कोणते विदारण होते?

१०) क्षरणचक्राची संकल्पना कोणी मांडली?

II) दिर्घोत्तरी प्रश्न

१. अंतर्गत हालचाली म्हणजे काय ते सांगून मंद हालचालींची सविस्तर माहिती लिहा.

२. अंतर्गत हालचाली म्हणजे काय ते सांगून शीघ्र हालचाली संदर्भात सविस्तर लिहा.

३. भूकंप म्हणजे काय ते सांगून? भूकंपाची कारणे व परिणाम थोडक्यात लिहा.

४. ज्वालामुखीचे प्रकार सांगून ज्वालामुखीची कारणे व परिणाम लिहा.

५. विदारण म्हणजे काय ते सांगून विदारणाच्या प्रकारांचे सविस्तर वर्णन करा.

६. विदारण म्हणजे काय ते सांगुन कायिक विदारणाची प्रक्रिया सविस्तर लिहा.

७. भूस्खलन म्हणजे काय ते सांगून भूस्खलनाच्या प्रकारांचे सविस्तर वर्णन करा.

८. भूस्खलन म्हणजे काय ते सांगून भूस्खलन नियंत्रित करणाऱ्या घटकांचे सविस्तर वर्णन करा.

९. डब्ल्यू एम. डेव्हिस यांची क्षरण चक्राची संकल्पना थोडक्यात स्पष्ट करा.

१०. नदीच्या खनन व संचयन कार्यामुळे निर्माण होणाऱ्या भूरुपांचे सविस्तर वर्णन करा.

२.७ क्षेत्रीय कार्य :

१. भूकंप व ज्वालामुखी प्रवण क्षेत्रांची माहीती संकलीत करा.

२. तुमच्या परिसरातील विदारण प्रक्रियेचे निरिक्षण करा व त्याची नोंद करा.

३. तुमच्या परिसरातील नदीप्रवाहाचे निरीक्षण करा व क्षरण आणि संचयण कार्याने निर्माण होणाऱ्या विविध भूरुपांची माहीती एकत्रीत करा.

२.८ संदर्भ

१. दाते व सौ. दाते (१९७२) : प्राकृतिक भूगोल, राविल पब्लीकेशन, सातारा, पान नं ९५-२३५

२. ए.बी सवदी व पी.एस. कोळेकर (२००८): प्राकृतिक भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.

३. घारपुरे व्ही. टी. (२०१३): भूरुपशास्त्र, पिंपळापुरे ॲन्ड कंपनी पब्लीशर्स, नागपूर पान ५५ ते ८३, ११६ ते १६९

४. के. ए. खतीब (२००९) : प्राकृतिक भूगोल, संजोग प्रकाशन, कोल्हापूर पान ४४ ते १११

५. शिवाजी विद्यापीठ सीम - प्राकृतिक भूगोल व मानवी भूगोल

६. https://testbook.com/ias-preparation/landslides

७. https://www.britannica.com/science/landslide

८. https://marathi abplive.com/news/Maharashtra

❑❑❑

घटक क्र. ३

वातावरण (Atmosphere)

※ घटक संरचना :

३.० उद्दिष्ट्ये
३.१ प्रस्तावना
३.२ विषय विवेचन
    ३.२.१ वातावरण घटक
    ३.२.२ वातावरणाशी संरचना
    ३.२.३ स्वयंअध्ययन प्रश्न-१
    ३.२.४ सौरशक्ती
    ३.२.५ स्वयंअध्ययन प्रश्न-२
    ३.२.६ तापमान
    ३.२.७ स्वयंअध्ययन प्रश्न-३
    ३.२.८ वातावरणीय दाब
    ३.२.९ स्वयंअध्ययन प्रश्न-४
    ३.२.१० वृष्टी
३.३ सारांश
३.४ परिभाषिक शब्द
३.५ स्वयंअध्ययन -उत्तरे
३.६ सरावासाठी स्वाध्याय
३.७ संदर्भग्रंथ सूची

....

३.० उद्दिष्ट्ये :

प्रस्तुत घटकाचा अभ्यास केल्यानंतर आपणास

१. वातावरणाचे घटक आणि वातावरणाची रचना याबद्दलचे ज्ञान सविस्तर मिळेल.
२. सौरशक्ती व तापमान वितरण व त्यातील विविधता असण्याची कारणे समजून घेता येतील.
३. सौरशक्ती-तापमान आणि हवेचा दाब यातील परस्पर संबंध स्पष्ट करता येतील.
४. वातावरणातील हवेची अंगे आणि मानवी जिवनातील घडामोडी यांचा परस्पर संबंध समजून येईल.

३.१ प्रस्तावना : भूविज्ञानाची प्राकृतिक भूविज्ञान ही एक महत्त्वपूर्ण शाखा असून ज्यामध्ये शिलावरण, जलावरण, वातावरण व जीवावरण यातील प्राकृतिक घटकांचा अभ्यास केला जातो. मात्र आज केवळ प्राकृतिक घटकांचाच अभ्यास न करता या विषयात तांत्रिक दृष्ट्या प्रगत मानव व प्राकृतिक पर्यावरण यांच्या परस्पर संबंधाचा अभ्यास या शाखेत केला जातो. पृथ्वीच्या सभोवताली जे विविध वायुंचे वेस्टन आहे त्यास वातावरण असे म्हणतात. या वातावरणामुळेच पृथ्वीवर सजीव सृष्टी अस्तित्वात आहे. आपल्या सभोवताली

असणारे वातावरण वायु, बाष्प व धूलिकण यांच्या मिश्रणाने बनलेले असून या वातावरणाचा विस्तार तपांबर स्थितांबर आयनाबर व बाह्याबर या थरात झालेला आहे. वातावरणाची संरचना अभ्यासताना वातावरणाच्या प्रत्येक थरात असणारे वायू, इतर घटक व त्यांची वैशिष्ट्ये यांचा अभ्यास करणे आवश्यक आहे. वातावरणाचा अभ्यास करताना सौरशक्ती हा घटक संपूर्ण वातावरणाच्या विविध घटकावर नियंत्रण ठेवतो त्यामुळे तो अभ्यासणे आवश्यक आहे. कारण सौरशक्तीचा परिणाम तापमान व वायुभार या दोन्ही घटकावर होत असतो व हे दोन्ही घटक वातावरणाचे नियंत्रक असल्याचे मानले जाते. त्यामुळे वातावरण या घटकाचा अभ्यास करताना सौरशक्ती वितरणावर परिणाम करणारे घटक, तापमानाचे वितरण, पृथ्वीवरील हवेचे दाब पट्टे व ग्रहीय वारे या सर्वांचा अभ्यास या प्रकरणात अभ्यासला जाणार आहे.

३.२ विषय विवेचन :

३.२ वातावरण घटक : (Composition of Atmosphere)

पृथ्वीच्या सभोवताली जी पोकळी आहे त्या पोकळीत जी हवा आहे त्या हवेच्या वेस्टनाला वातावरण असे म्हणतात. वातावरण या शब्दाची फोड केल्यास वात म्हणजे हवा व आवरण म्हणजेच अच्छादन यास वातावरण असे म्हणतात. Atmos या ग्रीक शब्दावरून Atmosphere या शब्दाची उत्पत्ती झालेली असून वातावरणातील विविध वायू पृथ्वीवरील सजीवांना जीवदान देत असतात. याशिवाय वातावरणातील ओझोन वायूंमुळे सूर्याकडून येणारी अतिनील किरणे परत पाठवली जातात त्यामुळे पृथ्वीचे संरक्षण होते. याशिवाय या वातावरणाचे अनेक फायदे आपणास मिळतात. थोडक्यात वातावरण हे वायूचे आवरण असून पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे तेच पृथ्वी सभोवताली कायमस्वरूपी असल्याचे आढळते. वातावरणाच्या व्याख्या पुढील प्रमाणे करता येतील.

''पृथ्वीच्या सभोवताली असलेल्या गंधहीन स्वादहीन आणि रंगहीन वायूंच्या आवरणास वातावरण असे म्हणतात.''

''पृथ्वी सभोवताली असणाऱ्या वायूंच्या वेस्टनाला वातावरण असे म्हणतात.''

''पृथ्वी सभोवताली असणाऱ्या वायू बाष्प व धूलिकण यांच्या मिश्रणास वातावरण असे म्हणतात.''

The atmosphere is a gaseous envelops which surrounds the earth from all sides and is attached to the earth surface by gravitational force.

वातावरणात केवळ वायु नसून या वातावरणात अनेक घटक मिसळलेले असतात. त्यांनाच वातावरणाचे घटक असे म्हणतात. वातावरणातील प्रमुख घटक पुढील प्रमाणे आहेत.

१. वायु: (Gases):

वातावरण हे विविध वायूंचे मिश्रण बनलेले असून यातील काही वायू स्थिर प्रमाणात तर काही वायूंचे प्रमाण बदलत्या स्वरूपात असते. वातावरणातील वायूंच्या अभ्यासाची सुरुवात अठराव्या शतकात कार्बन डायऑक्साईडच्या शोधाने झाली. वातावरणातील वायूंचे शेकडा प्रमाण पुढील प्रमाणे सांगितले जाते.

वायु	वातावरणातील टक्केवारी
नायट्रोजन	७८.१०
ऑक्सिजन	२०.९
कार्बन डाय ऑक्साईड	०.००३
ऑरगॉन	०.९३
निऑन	०.००१८

i) **नायट्रोजन:** वातावरणात नायट्रोजन या वायूचे प्रमाण सर्वाधिक म्हणजेच ७८.१ टक्के इतके आहे. पृथ्वीवरील सर्व जिवावरणाच्या दृष्टीने नायट्रोजन हा वायू खूप महत्त्वपूर्ण आहे. परंतु नायट्रोजनचा प्रत्यक्ष वापर करता येत नसून वनस्पती मुळाव्दारे तर प्राणी वनस्पती खाऊन नायट्रोजन मिळवतात. वातावरणातील ऑक्सिजन वायूची तीव्रता कमी करण्याचे काम नायट्रोजन करतो. याशिवाय नायट्रोजन या वायूमुळे वनस्पतींच्या पेशी मजबूत होतात.

ii) **ऑक्सिजन:** वातावरणातील ऑक्सिजन वायू ला प्राणवायू असे म्हणतात कारण सर्व सजीवांना त्यांच्या अस्तित्वासाठी ऑक्सिजनची गरज असते. वातावरणात ऑक्सिजनचे प्रमाण २०.९ टक्के इतके असते. वातावरणाच्या खालच्या थरात ऑक्सिजनचे प्रमाण जास्त असून वातावरणात जसजसे उंच जावे तसतसे ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी कमी होत जाते. वातावरणातील ऑक्सिजन वायूंची तीव्रता कमी करण्याचे काम नायट्रोजन करतो. ऑक्सिजन हा वायू ज्वलनासाठी आवश्यक असतो.

iii) **कार्बन डाय-ऑक्साइड:** कार्बन डाय-ऑक्साइड हा वायू वातावरणातील तिसरा महत्त्वाचा वायू आहे. वातावरणातील या वायूचे प्रमाण ०.००३ टक्के इतके आहे. कार्बनडायऑक्साईडची निर्मिती ज्वालामुखीचे उद्रेक, वनस्पतींचे विघटन, प्राण्यांचे श्वसन याद्वारे होते. वनस्पतींच्या प्रकाश संश्लेषणासाठी कार्बनडाय ऑक्साइड या वायूची आवश्यकता असते. तसेच हरितगृह परिणामांमध्ये कार्बनडाय-ऑक्साइड महत्त्वाची भूमिका बजावतो. वाढत्या औद्योगीकरणामुळे तसेच स्वयंचलित वाहनांमध्ये झालेली बेसुमार वाढ यामुळे कार्बनडाय ऑक्साईडचे प्रमाण वाढत चाललेले आहे. औद्योगिक क्रांतिच्या सुरुवातीस कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण २९० पीपीएम इतके होते परंतु सध्या हेच प्रमाण ३५० पीपीएम पेक्षा जास्त आहे.

iv) **इतर वायू:** वरील प्रमुख वायू शिवाय वातावरणात अत्यंत कमी प्रमाणात आढळणारे हलके वायू असून यात ऑरगॉन, न्यूऑन, क्रिप्टॉन व हेलियम हे महत्त्वाचे वायू आहेत. वातावरणात या वायूचे प्रमाण खूपच कमी आहे. वातावरणातील ओझोन या वायूच्या थरास पृथ्वीचे संरक्षक कवच असे म्हणतात. हा ओझोन वायू जीवसृष्टीला वरदान ठरलेला आहे. पृथ्वी पृष्ठभागापासून १२ ते ३५ किलोमीटर उंचीवरील थरात ओझोन वायूचे प्रमाण सर्वाधिक आहे. म्हणूनच या थरास ओझोन थर असे म्हणतात. ओझोन वायूचा थर सूर्यापासून येणारी अतिनील किरणे किंवा जंबुपार किरणे (Altra Violet Rays) पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीला घातक असतात. ओझोन वायूचा थर या अतिनील किरणांचे शोषण करतो त्यामुळे वातावरणातील ओझोनच्या थरास पृथ्वीची संरक्षक छत्री असेही म्हटले जाते. परंतु इ. स. १९८७ पासून ओझोनच्या थरास वाढते औद्योगिकरण व प्रचंड प्रमाणात होत असलेल्या प्रदूषणामुळे छिद्रे पडत आहेत त्यामुळे वैश्विक तापमानवाढ होत असून त्याचा परिणाम संपूर्ण वातावरणाच्या प्रक्रियेवर होत असलेला आढळून येतो. यामुळेच त्वचेच्या कॅन्सरच्या प्रमाणात वाढ झालेली आहे.

२. बाष्प : वातावरणात बाष्प हे वायूरूप स्थितीत आढळत असले तरी सांद्रीभवन व वृष्टीच्या दृष्टीने बाष्पांना एक वेगळेच महत्त्व आहे . बाष्प हे पाण्याचे वायुरूप असून बाष्पीभवनाच्या क्रियेद्वारे वातावरणात बाष्पाचे प्रमाण वाढत जाते. बाष्पाचे प्रमाण स्थलकालपरत्वे बदलत जाते. वातावरणाच्या उंचीनुसार बाष्पाचे प्रमाण कमी कमी होत जाते. वातावरणातील एकूण बाष्पाच्या ९० टक्के बाष्प वातावरणाच्या पाच किलोमीटर उंचीपर्यंत आढळते. वातावरणाला बाष्पाचा पुरवठा जलाशयाच्या बाष्पीभवन व वनस्पतींच्या उत्सर्जनाव्दारे होत असतो. यामुळे वातावरणात वृष्टीची पर्जन्य,दव, दहिवर, राईम व गारा ही रूपे आढळतात तर बाष्पामुळे मानवी त्वचा मऊ व मुलायम राहते.

३. धूलिकण: वातावरणाच्या खालच्या थरात धूलिकण आढळतात. वातावरणातील वायू व बाष्प सोडून इतर जे घनरूप घटक वातावरणात मिसळलेले आढळतात त्यांना धूलिकण असे म्हणतात. धुलिकणांचे प्रमाण सर्वत्र सारखे नसते याशिवाय त्यांचा आकारही भिन्न भिन्न असतो. धूलीकणांची निर्मिती नैसर्गिक व मानवी घटकाव्दारे होते. यात मातीचे कण, धुराचे कण, तंतू, जीवजंतू व पालापाचोळ्याचे कण अशा कणांचा समावेश होतो. वजनाने जड असणारे धूलिकण वातावरणाच्या खालच्या थरात तर हलके धूलिकण वातावरणाच्या वरच्या थरात असतात. धूलिकण सूर्याकडून येणारी शक्ती वातावरणातच शोषून घेतात. याशिवाय सौरशक्तीचे विकिरण व परावर्तन धूलिकणाव्दारे होत असते. वातावरणात असणाऱ्या याच धूलिकणांमुळे आपणास सूर्योदय व सूर्यास्त यापूर्वी संधिप्रकाश दिसून येतो. वातावरणातील धुलिकणांभोवताली बाष्प आकर्षित होतात व जलबिंदू किंवा जलकण निर्माण होऊन वृष्टीची पर्जन्य, दव, धुके, दहिवर इत्यादी रुपे आढळून येतात .

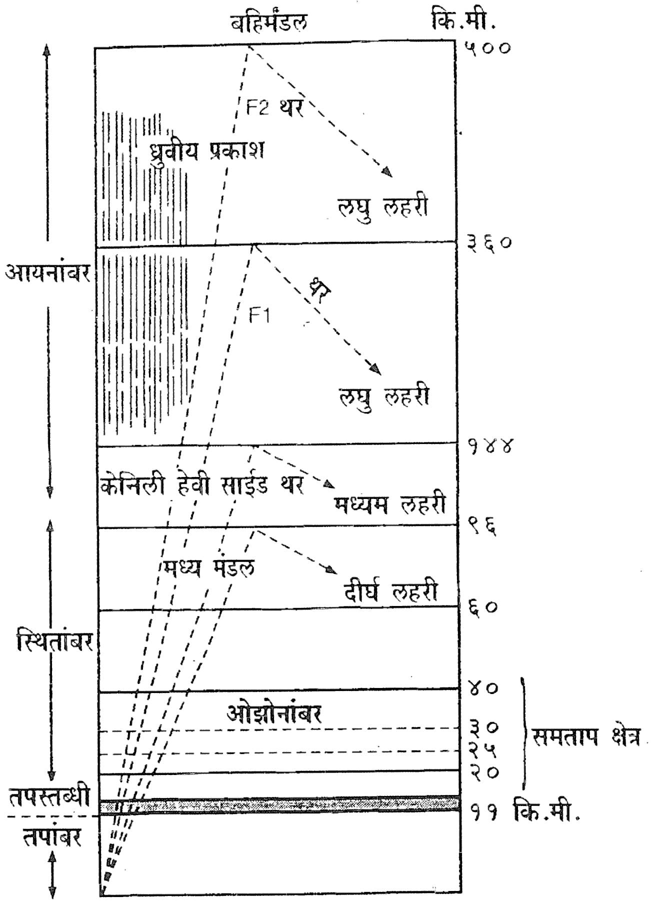
३.२.१ वातावरणाची संरचना: (Structure of Atmosphere) : पृथ्वीच्या सभोवताली विस्तारलेले वातावरण अनेक थरांनी तयार झालेले आहे. वातावरणाचा विस्तार अनेक अभ्यासकांनी कालानुरूप भिन्न भिन्न सांगितलेला आहे. कारण अवकाश व वातावरण यांची सीमारेषा खूपच अस्पष्ट अशी आहे. इ.स. १९५७ मध्ये रॉयल जिओग्राफिकल सोसायटी लंडन यांच्यामते वातावरणाच्या तीस किलोमीटर उंचीपर्यंतचा सखोल अभ्यास केलेला आहे. अंतराळ यान व आधुनिक उपकरणे यांच्या साह्याने वातावरणाची माहिती मिळविणे आज सहज शक्य व सोपे झालेले आहे. वातावरणाचे थर रचना पुढील प्रमाणे सांगितली जाते.

१. तपांबर : पृथ्वी पृष्ठभागापासून ११ किलोमीटर उंचीपर्यंत वातावरणाच्या सर्वात खालच्या थराला तपांबर असे म्हणतात. तपाबराची उंची अक्षवृत्त नुसार बदलत जाते. विषुवृत्तावर तपांबर याची उंची १६ किलोमीटर तर ४५ अंश अक्षवृत्तावर ही उंची ११ किलोमीटर तर ध्रुवावर ती ८ किलोमीटर असते. तपांबराच्या थरात वाढत्या उंचीनुसार तापमान कमी कमी होत जाते. म्हणजेच तापमानाचा सामान्य ऱ्हास दर आढळून येतो. या थरात १६० मीटर उंचीला तापमान १ अंश सेल्सिअसने कमी होते. याशिवाय वातावरणाच्या या थरात उष्णतेचे संक्रमन वहन, अभिसरण व उत्सर्जन या तिन्ही अवस्थाद्वारे होत असलेले आढळते. तपांबराच्या या थरात ढग, वादळे, पाऊस, विजा चमकणे व मेघगर्जना असे अविष्कार आढळून येतात. तपांबर व स्थितांबर यांना अलग करणाऱ्या तीन किलोमीटर जाडीच्या थरास तपस्तब्धी असे म्हणतात. तपस्तब्धीची सरासरी उंची ११ किलोमीटर इतकी असते. या विभागात हवेचे तापमान उणे ५६ अंश सेंटिग्रेड असून ते सर्वत्र सारखे असते म्हणून या थरास तपस्तब्धी असे म्हणतात.

२. स्थितांबर: तपस्तब्धी व स्थितस्तब्धी यांच्या दरम्यान असलेल्या वातावरणाच्या थरास स्थितांबर असे म्हणतात. स्थितांबर या थराचा विस्तार ८० किलो मीटर उंचीपर्यंत आहे मात्र ऋतुमानानुसार व अक्षवृत्तानुसार स्थितांबर याचा विस्तार बदलत जातो. उन्हाळ्यात स्थितांबर या थराचा विस्तार हिवाळ्यापेक्षा जास्त असतो तर विषुवृत्तावर या थराचा विस्तार सर्वाधिक असून ध्रुवाकडे मात्र तो कमी कमी होत जातो. वातावरणाच्या या थरात उष्णतेचे संक्रमण होत नाही. याशिवाय हवेची हालचाल, आर्द्रता, मेघ व धूलिकण इत्यादींचा अभाव असतो.

स्थितांबरात २५ ते ४० किलोमीटरच्या दरम्यान ओझोन या वायूचे प्रमाण सर्वाधिक असल्यामुळे वातावरणाच्या या थरास ओझोनांबर असेही म्हणतात. ओझोन हा थर सूर्याकडून येणारी अतिनील किंवा

जंबुपार (अल्ट्राव्हायलेट) या किरणांचे शोषण करतो. त्यामुळे पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीचे संरक्षण होते म्हणून या थरास पृथ्वीचे संरक्षक कवच किंवा संरक्षक छत्री असेही म्हणतात. ओझोनचा थर अतिनील किरणांचे शोषण करीत असल्यामुळे ओझोनचे तापमान वाढते परंतु अलीकडे ओझोनच्या थराला काही ठिकाणी छिद्रे पडलेली असल्यामुळे अतिनील किरणे पृथ्वीवर येऊ लागलेली आहेत. त्यामुळे वैश्विक तापमान वाढ, त्वचेचे कॅन्सर यासारख्या समस्यात वाढ होत आहे. स्थितांबराची उंची ५० किलोमीटर असून त्या उंचीवर स्थितस्तब्धी ही स्थितांबराची वरची सीमा आहे.



आकृती क्रमांक ३.१

३. आयनांबर:

स्थितस्तब्धीपासून पाचशे किलोमीटर उंचीपर्यंत असणाऱ्या वातावरणाच्या थरास आयनांबर असे म्हणतात. वातावरणाच्या या थरात मुक्त आयन असून ते विद्युतभारित असतात म्हणूनच या थरास आयनांबर असे म्हणतात. सूर्यापासून येणारी अतिनील किरणे व अंतरिक्षातून येणाऱ्या अतिनील किरणांचे विकिरण होऊन वातावरणातील ऑक्सिजन व नायट्रोजन यांच्यामध्ये विद्युतभाराची क्रिया व प्रतिक्रिया होऊन यांची निर्मिती होते. या वातावरणाच्या थरातील आयनाभोवती विद्युत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते आणि तेथूनच

विद्युत चुंबकीय लहरी निर्माण होतात. याच लहरी रेडिओ लहरी परावर्तित करीत असल्यामुळे बिनतारी संदेश पाठविणे शक्य होते. आयनांबर थराची उंची भूपृष्ठापासून ८० ते ५०० किलोमीटर पर्यंत असून या थरात हवा विरळ असून रेडिओ लहरी रॉकेट उड्डान या प्रयोगात या थराचा शोध लागलेला आहे.

आयनांबराचे उपथर असून ८० ते ९६ किलोमीटर उंची दरम्यान 'डी' थर असून या थरातून रेडिओच्या दीर्घ लहरी परावर्तित होतात. ९६ ते १४० किलोमीटर उंचीच्या दरम्यान असलेल्या आयनांबराच्या या थरास 'ई' थर किंवा केनिली हेवीसाईड थर असेही म्हणतात. या थरातून रेडिओच्या मध्यम लहरी परावर्तित होतात. त्यानंतर आयनांबराच्या तिसऱ्या उपथरास अपलटन थर किवा 'एफ' थर असेही म्हणतात. त्याची उंची १४४ ते ३६० किलोमीटरपर्यंत असते. या थरातून रेडिओच्या लघु लहरी परावर्तित होतात.

४. बहिर्मंडल

पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ५०० ते ७५० किलोमीटर व त्यापलीकडील वातावरणाच्या थरास बहिर्मंडल असे म्हणतात. इ. स. १९४९ मध्ये लेमन स्पीटझर यांनी या थरास बहिर्मंडल असे नाव दिलेले आहे. वातावरणाच्या या थरात ऑक्सिजन, हायड्रोजन व हेलियम या वायूंचे सूक्ष्म कण मुक्तपणे वावरताना आढळतात. या थरात अणूंची हालचाल ऊर्ध्वगामी दिशेने होते. वातावरणात २००० किलोमीटर उंचीपर्यंत न्यूट्रल कणांचा प्रभाव असतो. त्यापलीकडे मात्र इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन यांचे अस्तित्व ऋण विद्युत् भारित व धन विद्युत् भारित असतात म्हणून या थरास चुंबकीय मंडल असे म्हणतात.

वरील प्रमाणे वातावरणाची संरचना मुख्य चार थरांच्या साह्याने सांगितली जाते. या प्रत्येक थराचा विस्तार, त्यातील घटक व त्यांची वैशिष्ट्ये मात्र भिन्न भिन्न आढळून येतात.

३.२.३ स्वयं अध्ययन प्रश्न : १

३.४ खालील प्रश्नांसाठी दिलेल्या पर्यायामधून योग्य पर्यायची निवड करा. (बहुपर्यायी प्रश्न)

१. पृथ्वीच्या सभोवताली कोणत्या घटकाचे आवरण आहे?

अ) जल ब) मृदा

क) वनस्पती ड) हवा

२. पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वायूंच्या आवरणास काय म्हणतात?

अ) जलावरण ब) वातावरण

क) जीवावरण ड) शिलावरण

३. वातावरणात सर्वात जास्त कोणत्या वायूंचे प्रमाण सर्वाधिक असते?

अ) नायट्रोजन ब) ऑक्सिजन

क) कार्बनडाय ऑक्साईड ड) निऑन

४. खालीलपैकी कोणत्या वायुला प्राणवायू असे म्हणतात?

अ) नायट्रोजन ब) ऑक्सिजन

क) कार्बनडाय ऑक्साईड　　　　ड) निऑन

५. वातावरणातील कोणत्या वायुमुळे ऑक्सिजनची तीव्रता कमी करता येते?

अ) नायट्रोजन　　　　ब) ऑक्सिजन

क) कार्बनडाय ऑकसाईड　　　　ड) ओझोन

६) पृथ्वीचे संरक्षक कवच/संरक्षक छत्री कोणत्या वायूच्या थरास म्हणतात?

अ) नायट्रोजन　　　　ब) ऑक्सिजन

क) कार्बनडाय ऑक्साईड　　　　ड) ओझोन

७) ओझोन वायूच्या थरात कोणत्या किरणांचे शोषण केले जाते?

अ) उपारून　　　　ब) लेसर

क) जंबूपार　　　　ड) झेनॉन

८) तपांबर व स्थितांबर याना अलग करणाऱ्या वातावरणाच्या थरास काय म्हणतात?

अ) तपस्तब्धी　　　　ब) स्थितस्तब्धी

क) एफ थर　　　　ड) डी थर

९) वातावरणाच्या कोणत्या थरातून रेडीओ लहरी परावर्तीत होतात?

अ) तपांबर　　　　ब) स्थितांबर

क) आयनांबर　　　　ड) बहिर्मडल

१०) केनेली हेविसाईड थर वातावरणाच्या कोणत्या थरात आढळतो?

अ) तपांबर　　　　ब) स्थितांबर

क) आयनांबर　　　　ड) बहिर्मडल

३.२.४ सौरशक्ती :

सूर्यमालेतील सर्व ग्रहांना उर्जा केवळ सूर्यापासून मिळते. पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वातावरणास ९९.९७% उर्जा सूर्यापासून मिळते. पृथ्वी भोवतीच्या वातावरणाचे तापमान वाढीस प्रत्यक्ष सौरशक्ती कारणीभूत नसते. पृथ्वीला व पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वातावरणाला उष्णता देणाऱ्या सौरशक्तीचे स्वरुप, सौरशक्तीच्या वितरणातील भिन्नता, त्यावर परिणाम करणारे घटक, उष्णतेचे संतुलन या सर्व घटकांचा अभ्यास या प्रकरणात करणार आहोत. हवामान शास्त्रातील तापमान हे हवेचे महत्वपूर्ण अंग असून तापमानावर हवेचा दाब, वारे, आर्द्रता व पर्जन्य ही हवेची इतर अंगे अवलंबून आहेत. त्यामुळे हवेच्या तापमानाचे वितरण, तापमानाची विपरीतता हेही घटक अभ्यासणार आहोत. पृथ्वीवरील वाऱ्याची निर्मिती, दिशा व परिणाम अभ्यासण्यासाठी उपयुक्त ठरणारे पृथ्वीवरील हवेच्या दाबपट्ट्यांचे आंदोलन व परिणाम या घटकात अभ्यासले जाणार आहेत.

पृथ्वीची उत्पत्ती सूर्यापासून झालेली आहे. सूर्य पृथ्वीपेक्षा १०० पटीने मोठा असून त्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान ६००० अंश सेल्सियस इतके आहे. सूर्याच्या केंद्रभागाचे तापमान पृष्ठभागापेक्षा ८००० पटींनी अधिक आहे. त्यामुळे सूर्य हा उष्णता देणारा मुख्य घटक बनलेला आहे. परंतू सूर्यापासून बाहेर पडलेल्या उष्णतेच्या १/२,०००,०००,००० इतकी अत्यल्प सौरशक्ती पृथ्वीला मिळते.

"The radiant energy from the sun, transmitted in a form analogues to short waves and traveling at the rate of 2,97,600 kms in a second is called solar radiation or insolation" **- G. T. Trewarta**

''दर सेकंदाला २,९७,६०० कि.मी. वेगाने प्रवास करणाऱ्या व विद्युत चुंबकीय लघुलहरीद्वारे सूर्याच्या पृष्ठभागापासून अव्याहतपणे उत्सर्जित होणाऱ्या उर्जेला सौरशक्ती असे म्हणतात''– सवदी, कोळेकर

''सूर्याच्या पृष्ठभागापासून सातत्याने उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेला सौरशक्ती असे म्हणतात.''

''दर सेकंदाला ३,००,००० कि.मी. किंवा १,८६,००० मैल वेगाने प्रवास करणाऱ्या विद्युत चुंबकीय लघुलहरींच्याद्वारे सूर्याच्या पृष्ठभागापासून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेला सौरशक्ती असे म्हणतात.''– दाते

सूर्याच्या पृष्ठभागावरुन उत्सर्जित होणारी, सौरशक्ती लघुलरींच्या स्वरुपात बाहेर पडते. पदार्थाच्या अंगचे तापमान जर अत्याधिक असेल तर त्यापासून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णता शक्तीचे प्रमाणही अत्याधिक असते.

सौरशक्ती हा हवामानाचा महत्वाचा घटक असून तापमान, वायुभार, वारे व वृष्टीवर त्याचा परिणाम होतो. सौरशक्तीमुळेच जलचक्र कार्यरत असून सजीवांच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारी उष्णता सौरशक्तीद्वारेच प्राप्त होते. सौरशक्ती मानवी कार्यक्षमता, स्वास्थ्य व रोग यांच्यावर परिणाम करते.

सौरस्थिर पद किंवा सौर स्थिरांक :

सूर्य व पृथ्वी यांच्यामध्ये १५ कोटी कि. मी. अंतर असल्यामुळे पृथ्वीला फारच कमी सौरशक्ती मिळते. पृथ्वीवरील दर चौरस से.मी. क्षेत्रफळाच्या भागास प्रत्येक मिनिटाला सुमारे १.९४ कॅलरी (सरासरी २ कॅलरी) उष्णता मिळते. या उष्णतेलाच 'सौर स्थिरांक' असे म्हणतात. सूर्यापासून मिळणाऱ्या या उष्णतेमध्ये वाढ किंवा घट होत नाही. उष्णतेचे हे प्रमाण सातत्याने टिकून असते, म्हणून त्यास सौरस्थिरपद असेही म्हणतात.

दर मिनिटाला पृथ्वीला मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण जरी खूपच कमी असले तरी त्या उष्णतेमुळे पृथ्वीवर आवश्यक ते भौतिक बदल घडून येतात.

पृथ्वीची भूधवलता / अलबेडो :

सूर्याने उत्सर्जित केलेली आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पडणारी परंतू पृथ्वीचा पृष्ठभाग न तापवता परावर्तीत होणारी सौरशक्ती यांचे गुणोत्तर म्हणजे अलबेडो होय.

सर्वसाधारणपणे ३५% सौरशक्ती ही परावर्तीत केली जाते. यालाच पृथ्वीची भूधवलता असे म्हणतात.

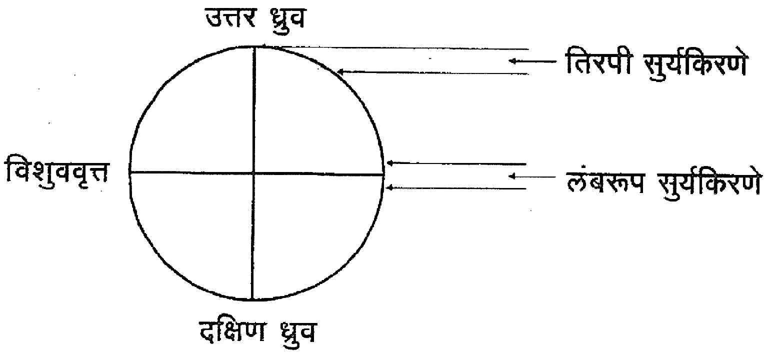
अक्षांशानुसार पृथ्वीच्या भूधवलतेत बदल होत जातो. उष्ण कटिबंधीय प्रदेशात भूधवलता ३०% पर्यंत असते, तर ध्रुवीय प्रदेशात भूधवलतेचे प्रमाण ५०% पर्यंत वाढते.

३.२.४.१ सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक :

सूर्यापासून पृथ्वीला मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे वितरण सर्वत्र सारखे नाही. सौरशक्तीच्या वितरणावर विविध घटकांचा परिणाम होतो. यातील काही प्रमुख घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन :

पृथ्वीचा बाह्य आकार वक्र असल्यामुळे व सूर्य स्थिर असल्यामुळे पृथ्वीवर पडणाऱ्या सूर्यकिरणांचा कोन सर्वत्र समान नसतो. पृथ्वीवर ज्याठिकाणी सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात तेथे कमी जागा व्यापल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. लंबरुप सूर्यकिरणे वातावरणातून कमी प्रवास करत असल्यामुळे उष्णता वाया जाण्याचे प्रमाण कमी असते. त्यामुळे लंबरुप सूर्यकिरणामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट तिरपी किरणे भूपृष्ठाचा जास्त भाग व्यापत असल्यामुळे व वातावरणाच्या जास्त भागातून प्रवास करीत असल्याने कमी सौरशक्ती मिळते. विषुवृत्तीय प्रदेशात लंबरुप सूर्यकिरणामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. तर ध्रुवीय प्रदेशात सूर्यकिरणे तिरपी पडत असल्याने सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण कमी असते.



आकृती क्रमांक ३.२ : सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन

२. दिनमान व रात्रीमान कालावधी :

पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळे पृथ्वीवर सर्वत्र दिवस व रात्र यांचा कालावधी सारखा नसतो. २४ तासाच्या कालावधीत जर दिनमान कालावधी जास्त असेल तेथे सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण जास्त असते. परंतू दिनमान लहान असेल व रात्रीमान मोठे असेल तर सौरशक्ती कमी मिळते. दिवस व रात्र यांच्या कालावधीत ऋतुनुसार फरक पडतो.

२१ मार्च व २२ सप्टेंबर या दोन्ही दिवशी विषुवदिनामुळे संपूर्ण पृथ्वीवर दिवस व रात्रीचा कालावधी १२-१२ तासांचा असतो. त्यादिवशी सूर्यकिरणे विषुववृत्तावर लंबरुप पडल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. परंतू उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे सूर्यकिरणे तिरपी पडल्यामुळे सौरशक्ती कमी मिळते.

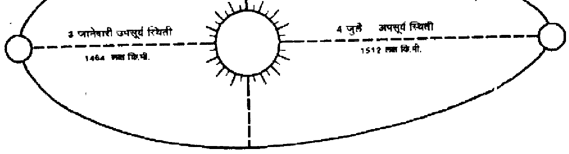
२१ जूनला सूर्य कर्कवृत्तावर असल्यामुळे कर्कवृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात. याच कालावधीत उत्तर गोलार्धात दिवसाचा कालावधी मोठा असल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट दक्षिण गोलार्धात

सूर्यकिरणे तिरपी पडल्यामुळे व दिवसांचा कालावधी लहान असल्याने सौरशक्ती कमी मिळते.

२२ सप्टेंबर नंतर सूर्याचे दक्षिणायण सुरु होऊन २१ डिसेंबरला सूर्य मकरवृत्तावर लंबरुप प्रकाशतो. या कालावधीत दक्षिण गोलार्धात दिनमान मोठे व रात्रीमान लहान असल्याने सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट उत्तर गोलार्धात सूर्यापासून दूर असल्यामुळे व तिरपी सूर्यकिरणे पडत असल्यामुळे कमी सौरशक्ती मिळते.

२. सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर :

पृथ्वी सूर्याभोवती फिरताना लंब वर्तुळाकार मार्गाने भ्रमण करते. या परिभ्रमण काळात कधी सूर्याजवळ तर कधी सूर्यापासून दूर जाते. ४ जुलै रोजी सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर १५.१२ लक्ष कि.मी. असते. हे अंतर सर्वात जास्त असल्यामुळे यास अपसूर्य स्थिती असे म्हणतात. या स्थितीत पृथ्वीच्या दर चौरस सेंटीमीटर क्षेत्राला १.८८ कॅलरी उष्णता मिळते. म्हणजेच सौरशक्ती मिळण्यात घट होते.



आकृती क्रमांक ३.३ : पृथ्वीची अपसूर्य व उपसूर्य स्थिती

३ जानेवारी रोजी सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर १४.६४ लक्ष कि.मी. असते. हे अंतर वर्षातील कमीत कमी असल्यामुळे या दिवशीच्या पृथ्वीच्या स्थितीला 'उपसूर्य स्थिती' असे म्हणतात. उपसूर्य स्थितीत पृथ्वीच्या दर चौरस सेंटीमीटरला २.०१ कॅलरी उष्णता मिळते. ही उष्णता सरासरीपेक्षा थोडीशी जास्त असते.

३. जमिन व पाणी यांचे गुणधर्म :

उष्णता ग्रहण व उत्सर्जन करण्याचे गुणधर्म जमिन व पाण्याचे भिन्न भिन्न आहेत. जमिन लवकर तापते व लवकर थंड होते. कारण जमिन घन, अपारदर्शक व स्थिर असल्यामुळे कमी जाडीचा थर लवकर तापवला जातो. मात्र कमी उष्णता साठवल्यामुळे उष्णतेचे उत्सर्जनही लवकर होऊन लवकर थंड होते. उत्तर गोलार्धात जमिनीचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे या भूगोलार्धात कमी सौरशक्ती मिळते.

पाणी उशिरा तापते व उशिरा थंड होते. कारण पाणी चल अस्थिर, पारदर्शक असल्यामुळे जास्त जाडीचा थर तापविला जातो. त्यामुळे पाणी तापण्यास उशीर लागतो. मात्र पाण्याच्या जास्त जाडीच्या थरात जास्त सौरशक्ती शोषल्यामुळे अधिक उष्णता असते. या उष्णतेच्या उत्सर्जनास जास्त कालावधी लागत असल्यामुळे पाणी सावकाश थंड होते. दक्षिण गोलार्ध महासागरांनी जास्त व्यापल्यामुळे या जलगोलार्धास जास्त सौरशक्ती मिळते.

४. जमिनीचे स्वरुप :

जमिनीच्या स्वरुपानुसार उष्णता शोषण करण्याचे प्रमाण बदलत असते. पृथ्वीवर जमिनीचे प्रकार भिन्न भिन्न असल्यामुळे खडकाळ जमिनीच्या प्रदेशात सौरशक्ती जास्त शोषून घेतली जाते. याउलट गाळाची व चिकणमातीची जमिन कमी सौरशक्ती शोषूण घेते.

५. जमिनीचा रंग :

काळ्या रंगाच्या मृदेवरुन सौरशक्ती परावर्तनाचे प्रमाण कमी असल्यामुळे काळ्या रंगाच्या मृदेच्या प्रदेशात सौरशक्तीचे वितरण जास्त होते. मात्र जमिनीचा रंग पांढरा असल्यास सौरशक्तीच्या परावर्तनाचे प्रमाण वाढत असते. त्यामुळे अशा प्रदेशात कमी सौरशक्ती शोषल्यामुळे कमी उष्णता मिळते.

६. वनस्पतीचे आच्छादन :

जमिनीवरील वनस्पतीच्या आच्छादनाचा परिणाम सौरशक्तीच्या वितरणावर होतो. वनस्पतीचे आच्छादन दाट असल्यास सौरशक्ती भूपृष्ठापर्यंत पोहचू शकत नाही. याशिवाय वनस्पतीमुळे आर्द्रता जास्त असते. त्यामुळे सौरशक्तीचे शोषण होऊन भूपृष्ठाला कमी सौरशक्ती मिळते. म्हणूनच गवताळ कुरणे व घनदाट जंगलाच्या प्रदेशात कमी सौरशक्ती मिळते. याउलट वनस्पती विरहीत ओसाड प्रदेशात सौरशक्तीस अडथळा नसल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. वाळवंटी प्रदेशात वनस्पतींच्या अभावामुळे सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण जास्त असते.

७. वातावरणाचा परिणाम :

सौरशक्ती वातावरणातून पृथ्वी पृष्ठभागाकडे येताना पुढील तीन क्रियांचा परिणाम होतो.

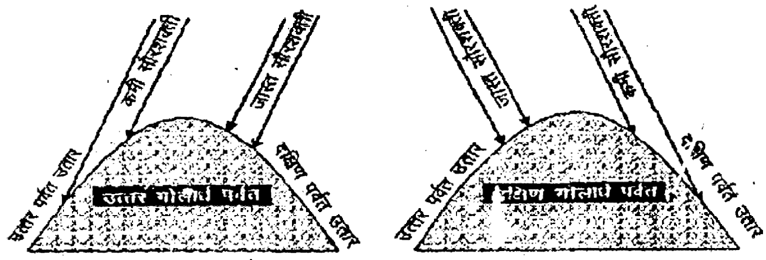
अ) विकिरण: वातावरणातील धुलीकणांचा आकार लहान असेल तर सूर्यकिरणे अडवली जाऊन सौरशक्ती वातावरणात सर्वदूर फेकली जाते, या क्रियेला विकीरण असे म्हणतात. विकिरणाचे प्रमाण जास्त असल्यास त्याठिकाणी कमी सौरशक्ती मिळते.

ब) परावर्तन: वातावरणातील धुलीकणांचा व्यास सौरशक्तीच्या लहरीपेक्षा मोठा असल्यास सूर्यकिरणांचे परावर्तन होऊन सूर्यकिरणे अवकाशाकडे फेकली जातात. ही क्रिया जेथे जास्त प्रमाणात होते त्या ठिकाणी सौरशक्ती कमी मिळते.

क) शोषण: वातावरणातील विविध वायू, धुलीकण व बाष्प यांच्याद्वारे सौरशक्ती भूपृष्ठाकडे येताना शोषूण घेतली जाते. त्यामुळे वातावरणात शोषण क्रियेद्वारे बरीचशी सौरशक्ती खर्च होते. शोषण क्रिया ज्याठिकाणी जास्त होते तेथे सौरशक्ती कमी मिळते.

८. पर्वत / डोंगराची दिशा :

पृथ्वीपृष्ठभागावरील पर्वतांची दिशा वेगवेगळी आहे. हिमालय पर्वत पूर्व-पश्चिम दिशेत पसरलेला असल्यामुळे पर्वत उताराच्या दिशा उत्तर व दक्षिण आहेत. त्यामुळे सूर्यकिरणांच्या दिशेने उतार असल्यास त्या प्रदेशातील सूर्यकिरणे कमी जागा व्यापतात. त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. हिमालय पर्वताच्या दक्षिणेकडील उतारावर याच कारणामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट उत्तरेकडील हिमालयाच्या उतारावर सूर्यकिरणे तिरपी पडत असल्यामुळे जास्त जागा व्यापतात परिणामी सौरशक्ती कमी मिळते.



आकृती क्रमांक ३.४ : सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठ उताराच्या विशनुसार होणारा कोन

९. सूर्यावरील डाग :

सूर्यावरील डागांचे चक्र दर ११ वर्षांचे असते. या चक्रानुसार सूर्यडागांचे प्रमाण जास्त असल्यास अल्ट्राव्हायोलेट किरणे अधिक प्रमाणात सूर्याच्या पृष्ठभागापासून उत्सर्जित होतात. त्यामुळे या कालावधीत सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण वाढत जाते. मात्र इतरवेळी सूर्यावरील डागांचे प्रमाण कमी असल्यामुळे काही प्रमाणात सौरशक्ती कमी मिळते.

३.२.४.२ सौरशक्तीचे वितरण :

विषुववृत्तापासुन उत्तर व दक्षिण ध्रुवापर्यंतच्या अक्षवृत्तानुसार वितरणात बदल होत जातो. अक्षांशानुसार सौरशक्ती वितरणाचे तीन विभाग पाडले जातात.

१. उष्ण कटिबंध :

विषुववृत्तापासून कर्कवृत्तापर्यंत व दक्षिणेस मकरवृत्तापर्यंत पृथ्वीचा जो प्रदेश येतो, त्याला उष्ण कटिबंध असे म्हणतात. या प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे कोणत्या ना कोणत्या तरी ठिकाणी लंबरुप पडतात, त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. या प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात.

२ समशितोष्ण कटिबंध :

दोन्ही गोलार्धात २३½° ते ६६½° या अक्षवृत्तादरम्यान असणाऱ्या प्रदेशास 'समशितोष्ण कटिबंध' असे म्हणतात. या प्रदेशात उन्हाळ्यात उष्ण तर हिवाळ्यात शीत असते. या विभागात सूर्यकिरणे साधारणत: तिरपी पडत असल्यामुळे सौरशक्ती कमी मिळते. म्हणजेच या प्रदेशाला सहा महिने सौरशक्ती कमी मिळते तर सहा महिने सौरशक्ती जास्त मिळते. म्हणून या विभागास समशितोष्ण कटिबंध असे म्हणतात.

३. शित कटिबंध :

उत्तर व दक्षिण गोलार्धातील ६६½° उत्तर (आर्क्टिकवृत्त) आणि ६६½° (अंटार्क्टिकवृत्त) ते ९०° उत्तर व दक्षिण ध्रुवाच्या दरम्यान असणाऱ्या प्रदेशाला शीत कटिबंध असे म्हणतात. या भागात वर्षभर सूर्यकिरणे खूपच तिरपी पडतात. त्यामुळे सौरशक्ती कमी मिळते. हिवाळा आणि उन्हाळा या दोन्ही ऋतुत हा प्रदेश सूर्यापासून लांब असतो त्याचाही परिणाम सौरशक्तीच्या वितरणावर होतो.

३.२.५ स्वयं अध्ययन प्रश्न : २

खालील प्रश्नांसाठी दिलेल्या पर्यायामधून योग्य पर्यायाची निवड करा. (बहुपर्यायी प्रश्न)

१. सूर्यापासून बाहेर पडलेल्या एकूण सौरशक्तीच्या किती सौरशक्ती पृथ्वीला मिळते?

अ) १ अब्जांश ब) २ अब्जांश

क) ३ अब्जांश ड) ४ अब्जांश

२. सूर्याच्या पृष्ठभागापासून उत्सर्जित होणारी सौरशक्ती दर सेकंदाला किती कि.मी. वेगाने प्रवास करते?

अ) २५,००० ब) २,८६,०००

क) ३,००,००० ड) १,८६,०००

३. सूर्याच्या पृष्ठभागापासून बाहेर पडणारी सौरशक्ती कोणत्या लहरीच्या माध्यमातून पृथ्वीला मिळते?

अ) दीर्घ ब) शीघ्र

क) मंद ड) लघु

४. सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यामधील अंतर किती कि.मी. आहे?

अ) १७ कोटी ब) १४ कोटी

क) १५ कोटी ड) १६ कोटी

५. पृथ्वीच्या दर चौ.से.मी. क्षेत्रफळाच्या भागास सौरशक्तीद्वारे दर मिनिटास किती कॅलरी उष्णता मिळते?

अ) १.९४ ब) २.९४

क) ३.९४ ड) १.९७

६. पृथ्वीच्या दर चौ.से.मी. क्षेत्रफळाच्या प्रदेशास १.९४ कॅलरी उष्णता मिळते त्यास काय म्हणतात?

अ) सौर पद ब) सौरस्थिरांक

क) सौरचल ड) सौरशक्ती

७. सर्वसाधारणपणे ३५% सौरशक्ती परावर्तीत केली जाते त्यास काय म्हणतात?

अ) भूधवलता ब) वातावरण धवलता

क) अवकाश धवलता ड) जलधवलता

८. कोणत्या अक्षवृत्तावर वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात?

अ) कर्कवृत्त ब) मकरवृत्त

क) विषुववृत्त ड) ध्रुव

९. २१ जून रोजी कोणत्या अक्षवृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात?

अ) मकरवृत्त ब) कर्कवृत्त

क) ध्रुव ड) विषुववृत्त

१०. २१ डिसेंबर रोजी कोणत्या अक्षवृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात?

अ) कर्कवृत्त ब) ध्रुव

क) मकरवृत्त ड) विषुववृत्त

११. कोणत्या दिवशी संपूर्ण पृथ्वीवर १२ तासांचा दिवस व १२ तासांची रात्र असते?

अ) २१ मार्च व २२ सप्टेंबर ब) २१ जून व २१ डिसेंबर

क) २२ मार्च व २५ डिसेंबर ड) २५ जून व १ डिसेंबर

१२. सूर्य व पृथ्वी यांच्यामधील जास्तीत जास्त अंतरास कोणती स्थिती म्हणून ओळखले जाते?

अ) उपसूर्य ब) अपसूर्य

क) स्वयंभू ड) परावलंबी

१३. सूर्य व पृथ्वी यांच्यातील कमीत कमी अंतरास काय म्हणतात?

अ) अपसूर्य ब) उपसूर्य

क) परावलंबी ड) स्वयंभू

१४. सूर्याची अपसूर्य स्थिती कोणत्या दिवशी असते?

अ) ३ जूलै ब) १५ जूलै

क) ४ जूलै ड) २५ जूलै

१५. सूर्याची उपसूर्य स्थिती कोणत्या दिवशी असते?

अ) ५ जानेवारी ब) ३ जानेवारी

क) ७ जानेवारी ड) ९ जानेवारी

१६. महासागरांनी जास्त क्षेत्र व्यापल्यामुळे कोणत्या गोलार्धास जास्त सौरशक्ती मिळते?

अ) पूर्व ब) पश्चिम

क) उत्तर ड) दक्षिण

१७. पांढऱ्या रंगाचे भूपृष्ठ सौरशक्तीचे .... मोठ्या प्रमाणात होते?

अ) शोषण ब) परावर्तन

क) विकिरण ड) अपघटन

१८. खालीलपैकी कोणत्या कारणामुळे सौरशक्ती कमी मिळते?

अ) वनस्पतीचे आच्छादन ब) वाळवंटी प्रदेश

क) लंबरुप सूर्यकिरणे ड) दिनमान मोठे

१९. हिमालय पर्वताच्या उत्तरेकडील उतारावर दक्षिणेकडील उतारापेक्षा सौरशक्ती .... मिळते?

अ) जास्त ब) मध्यम

क) कमी ड) अति जास्त

३.२.६ तापमान :

हवेच्या विविध अंगापैकी तापमान हा घटक महत्वपूर्ण असून हवेच्या इतर अंगावर (वायूभार, वारे, वृष्टी) परिणाम करीत असल्यामुळे त्याला 'नियंत्रण घटक' असेही म्हणतात. सूर्यकिरणामुळे प्रत्यक्ष हवा तापत नाही. प्रथम सौरशक्ती पृथ्वीपृष्ठभागाला मिळते. त्यानंतर भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेपासून वातावरणातील हवा तापते. हवेचे भूपृष्ठालगतचे थर अगोदर तापतात नंतर वरचे थर तापतात. वातावरण तापण्यासाठी वहन उत्सर्जन व अभिसरण या क्रियांचा वापर होत असतो.

हवेचे तापमान मोजण्यासाठी साधा तापमापक, कमाल व किमान तापमापक व तापमान लेखक या उपकरणांचा वापर केला जातो. हवेचे तापमान अंश फॅरेनाईट व अंश सेल्सियसमध्ये मोजले जाते.

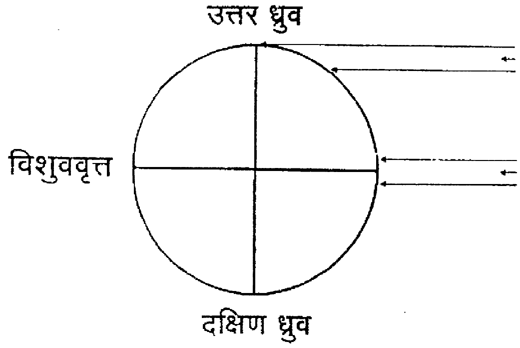
हवेच्या तापमानावर हवेचा दाब, बाष्पीभवन, आर्द्रता, वारे, ढग, वृष्टी इत्यादी घटक अवलंबून असतात. सर्व सजीवसृष्टीला जगण्यासाठी व विकसित होण्यासाठी तापमानाची आवश्यकता असते, म्हणून हवेच्या तापमानाचा अभ्यास महत्वपूर्ण ठरतो.

३.२.६.१ हवेच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक :

पृथ्वीवर सर्वत्र हवेचे तापमान सारखे आढळत नाही. कारण हवेच्या तापमानावर अनेक घटकांचा परिणाम होतो. हवेच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. अक्षांश:

पृथ्वीवरील अक्षांशानुसार तापमान बदलत जाते. विषुवृत्तापासून उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे जाताना तापमान कमी कमी होत जाते. कारण विषुवृत्तीय प्रदेशात संपूर्ण वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात व कमी जागा व्यापत असल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळून हवेचे तापमान वाढते. परंतू विषुवृत्तापासून दोन्ही ध्रुवाकडे सूर्यकिरणे तिरपी होत जातात. तिरपी सूर्यकिरणे जास्त जागा व्यापत असल्यामुळे मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण कमी असते. त्यामुळे कमी उष्णता मिळाल्याने हवेचे तापमान कमी असते.



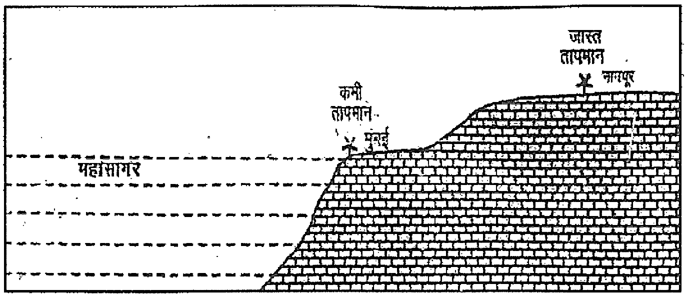
आकृती क्रमांक ३.६ :

२. समुद्रसपाटीपासून उंची :

पृथ्वीला मिळणाऱ्या उष्णतेपासून हवा खालून वर तापत जाते. त्यामुळे समुद्रसपाटीलगत तापमान जास्त असते. तर समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसे तापमान कमी होत जाते. सर्वसाधारणपणे १६० मीटर उंचीला १ अंश से.ग्रे. तापमान कमी होते. त्यामुळे वाई येथे तापमान जास्त आढळते. तर जास्त उंचीवरील महाबळेश्वर व पाचगणी येथे तापमान कमी आढळते. उंचीनुसार हवेचा दाब कमी झाल्यामुळे हवेचे प्रसरण होऊन तापमान कमी आढळते. वातावरणाच्या खालच्या थरात धुलीकण व बाष्प जास्त असल्यामुळे उष्णता जास्त ग्रहण केली जाते. त्यामुळे तापमान जास्त असते. परंतू समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसे धुलीकण बाष्प व वायुंचे प्रमाण कमी झाल्यामुळे तापमान कमी असते.

३. समुद्रसानिध्य :

समुद्रसानिध्याचा परिणाम हवेच्या तापमानावर होतो. समुद्रालगत असणाऱ्या हवेचे तापमान कमी असते, तर समुद्रापासून जसजसे दूर जावे तसतसे तापमान वाढत जाते. पाणी उशिरा तापत असल्यामुळे दिवसा तापमान कमी असते. तर पाणी सावकाश थंड होत असल्यामुळे रात्रीचे तापमान फारसे कमी होऊ दिले जात नाही. समुद्रकिनाऱ्याच्या प्रदेशात दिवसा समुद्राकडून जमिनीकडे वाहणाऱ्या खाऱ्या वाऱ्यामुळे व रात्री जमिनीवरुन समुद्राकडे वाहणाऱ्या मतलई वाऱ्यामुळे तापमान सम रहाते. मात्र समुद्रापासून दूर अंतरावर या सागरी वाऱ्याचा व समुद्रसानिध्याचा प्रभाव पडत नाही, म्हणून समुद्रापासून जसजसे दूर जावे, तसतसे तापमान वाढते. समुद्रसानिध्य लाभलेल्या मुंबईचे तापमान कमी असून खंडान्तर्गत प्रदेशात असणाऱ्या नागपूरचे तापमान मात्र जास्त आहे.



आकृती क्रमांक ३.७

४. प्रचलित वारे :

एखाद्या प्रदेशात विशिष्ठ काळ एकाच प्रकारचे वारे वाहत असतील तर त्यांचा परिणाम हवेच्या तापमानावर होत असतो. असे वारे थंड प्रदेशावरुन येत असतील तर तापमान कमी केले जाते. परंतू जर हे वारे उष्ण प्रदेशाकडून येत असतील तर तापमान वाढविले जाते. नैऋत्य मौसमी वारे समुद्रावरुन येत असल्यामुळे भारतातील हवेचे तापमान कमी होण्यास मदत होते.

५. समुद्रप्रवाह :

समुद्रातून उष्ण व थंड सागरी प्रवाह वाहत असतात. या समुद्रप्रवाहांचा लगतच्या प्रदेशाच्या तापमानावर परिणाम होतो. उष्ण प्रवाहामुळे तापमान वाढते, तर शीत प्रवाहामुळे तापमान कमी होते. उष्ण प्रवाहावरुन वाहणारे वारे उष्ण असतात. त्यामुळे लगतच्या प्रदेशाचे तापमान वाढवितात. अमेरिकेच्या संयुक्त संस्थानच्या पूर्व व आग्नेय किनाऱ्याजवळून गल्फ स्ट्रीम हा उष्ण प्रवाह वाहत असल्यामुळे किनाऱ्याचे तापमान वाढते.

शीत प्रवाहावरुन वाहणारे वारे थंड असतात. या प्रवाहावरुन जमिनीकडे येणाऱ्या वाऱ्यामुळे तापमान कमी केले जाते. कॅनडाच्या ईशान्य किनाऱ्याजवळून लॅब्राडोर शीत प्रवाह वाहत असल्यामुळे किनारी प्रदेशाचे तापमान कमी झाले आहे.

६. ढगांचे आच्छादन :

आकाश ढगाने अभ्राच्छादित असल्यास सौरशक्तीच्या परावर्तनाचे प्रमाण वाढते. त्यामुळे भूपृष्ठाला कमी सौरशक्ती मिळते व तापमान कमी असते. याउलट ज्या प्रदेशात आकाश निरभ्र असते. त्या भागात सूर्यकिरणे जमिनीपर्यंत पोहचत असल्यामुळे तापमान जास्त आढळते.

७. पर्जन्य :

जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशातील बरीचशी उष्णता ओलसर जमिनीतील पाण्याचे बाष्पीभवन करण्यात खर्च होते. त्यामुळे हवेचे तापमान कमी असते. याउलट कमी पर्जन्याच्या प्रदेशातील जमिन कोरडी असल्यामुळे तापमान जास्त असते.

८. वनस्पतींचे आच्छादन :

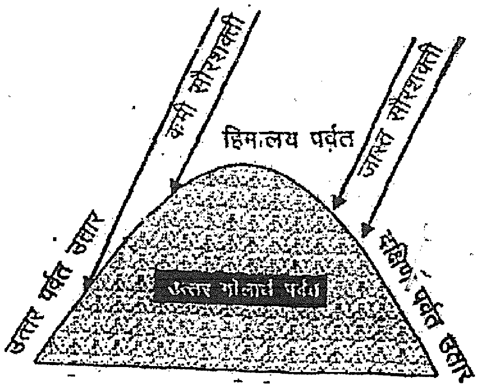
घनदाट जंगलाच्या प्रदेशात सूर्यकिरणे जमिनीपर्यंत पोहचण्यास अडथळा होतो. त्यामुळे जमिन फारशी तापत नाही. तसेच वनस्पतीद्वारे होणाऱ्या बाष्प उत्सर्जनामुळे हवेची आर्द्रता जास्त असते. हवेतील हे बाष्प उष्णतेचे शोषण करीत असल्यामुळे हवेचे तापमान फारसे वाढत नाही. याउलट नैसर्गिक वनस्पतीचे आच्छादन नसलेल्या वाळवंटी प्रदेशात तापमान जास्त असते.

९. मृदा प्रकार व रंग :

वाळुमिश्रीत खडकाळ जमिन सौरशक्ती जास्त शोषून घेत असल्यामुळे अशा प्रदेशात हवेचे तापमान जास्त असते. याउलट गाळाची व चिकणमातीची मृदा कमी सौरशक्ती शोषून घेते त्यामुळे त्याठिकाणचे तापमान कमी असते.

१०. जमिनीचा उतार :

जमिनीचा दक्षिणेकडील उतार व उत्तरेकडील उतार येथील तापमानात भिन्नता आढळते. सूर्यकिरणांच्या दिशेने भूपृष्ठाचा उतार असल्यास ती लंबरुप पडल्यामुळे कमी जागा व्यापतात त्यामुळे जास्त उष्णता मिळाल्यामुळे तापमान जास्त असते. मात्र सूर्यकिरणांच्या विरुद्ध दिशेने उतार असल्यास सूर्यकिरणे जास्त जागा व्यापतात, त्यामुळे कमी उष्णता मिळते. सहाजिकच अशा प्रदेशाचे तापमान कमी असते.



आकृती क्रमांक ३.८ : जमिनीचा उतार व तापमान

३.२.६.२ तापमानाचे वितरण : (Distribution of Temprature)

पृथ्वीपृष्ठभागावर तसेच वातावरणात हवेच्या तापमानाचे वितरण समान आढळत नाही. कारण हवेच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक असमानरित्या वितरीत झाल्यामुळे तापमानाचे वितरणही कमी जास्त प्रमाणात झालेले आहे. तापमानाचे भौगोलिक वितरण पुढीलप्रमाणे दोन प्रकारे सांगितले जाते.

अ) तापमानाचे आडव्या दिशेतील वितरण किंवा क्षितिज समांतर वितरण :

(Horizontal Distribution of Temprature)

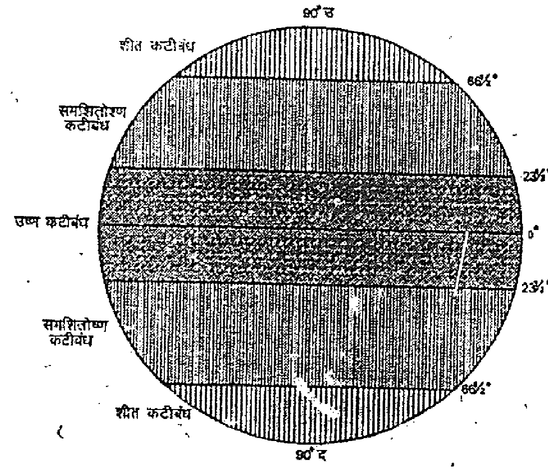
विषुववृत्तापासून उत्तर व दक्षिण ध्रुवापर्यंतच्या अक्षवृत्तानुसार तापमानात बदल होत जातो. अक्षांशानुसार तापमान वितरणाचे तीन विभाग पाडले जातात.

१. उष्ण कटिबंध :

विषुववृत्तापासून कर्कवृत्तापर्यंत व दक्षिणेस मकरवृत्तापर्यंत पृथ्वीचा जो प्रदेश येतो, त्याला उष्ण कटिबंध असे म्हणतात. या प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे कोणत्या ना कोणत्या तरी ठिकाणी लंबरुप पडतात, त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळून तापमान जास्त असते.

२. समशितोष्ण कटिबंध :

दोन्ही गोलार्धात २३$\frac{१}{२}^\circ$ ते ६६$\frac{१}{२}^\circ$ या अक्षवृत्तादरम्यान असणाऱ्या प्रदेशास 'समशितोष्ण कटिबंध' असे म्हणतात. या प्रदेशात उन्हाळ्यात तापमान उष्ण तर हिवाळ्यात शीत असते. या विभागात सूर्यकिरणे साधारणतः तिरपी पडत असल्यामुळे तापमान मध्यम असते.



आकृती क्रमांक ३.९ : तापमानाचे अक्षांशानुसार विभाग

३. शीत कटिबंध :

उत्तर व दक्षिण गोलार्धातील ६६½° उत्तर (आर्क्टिक वृत्त) आणि ६६½° (अंटार्क्टिक वृत्त) ते ९० उत्तर व दक्षिण ध्रुवाच्या दरम्यान असणाऱ्या प्रदेशाला शीत कटिबंध असे म्हणतात. या भागात वर्षभर सूर्यकिरणे खूपच तिरपी पडतात. त्यामुळे सौरशक्ती कमी मिळून तापमान अतिशय कमी असते.

पृथ्वीवरील तापमानाचे क्षितीज समांतर वितरण दर्शविण्यासाठी समताप रेषा काढल्या जातात. नकाशावर समान तापमानाची स्थळे जोडणाऱ्या रेषांना 'समताप रेषा' असे म्हणतात. नकाशावर समतापरेषा काढताना प्रत्येक स्थळाचे समुद्रसपाटीचे तापमान काढतात. उदा. समुद्रसपाटीपासून ८०० मीटर उंचीवर असणाऱ्या 'अ' या शहराचे तापमान २० से.ग्रे. आहे. १६० मीटर उंचीला १ से.ग्रे. तापमानाच्या सामान्य ऱ्हास दराप्रमाणे २० + ५ = २५ से.ग्रे. तापमान होईल. त्यामुळे समताप रेषा त्या स्थळांचे वास्तव तापमान दर्शवित नाहीत. जानेवारी व जुलै हे दोन्ही महिने अनुक्रमे हिवाळा व उन्हाळा या ऋतुचे प्रतिनिधित्व करतात.

तापमानाचे उभे वितरण : (Vertial Distribution of Temperature)

सौरशक्ती पृथ्वीपृष्ठभागाला मिळाल्यानंतर पृथ्वीपृष्ठभागापासून उष्णतेचे उत्सर्जन सुरु होते. त्यामुळे सर्वप्रथम पृथ्वीपृष्ठभागालगतच्या वातावरणाच्या थराचे तापमान वाढू लागते. त्यानंतर वातावरणाचे वरचे थर वहन, उत्सर्जन व अभिसरण क्रियेद्वारे तापविले जातात.

वातावरणीय तापमानाच्या विविध निरीक्षणावरुन असे आढळते की, समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसे तापमान कमी कमी होत जाते. १६० मीटर उंचीला १° से.ग्रे. तापमान कमी होत जाते. उंचीनुसार तापमान कमी होण्याच्या या दराला तापमानाचा सामान्य ऱ्हास दर असे म्हणतात. ऋतुमानानुसार तापमान कमी होण्याचा दर थोडाफार बदलतो. उन्हाळ्यात १६० मीटर उंचीला १.१° से.ग्रे. तापमान कमी होते. तर हिवाळ्यात ०.८° से.ग्रे. तापमान कमी होते. उंचीनुसार तापमान कमी होण्याची कारणे पुढीलप्रमाणे आहेत.

वातावरण प्रत्यक्ष सूर्यकिरणांपासून तापत नाही. सौरशक्तीद्वारे प्रथम पृथ्वी पृष्ठभाग तापविला जातो.

नंतर उष्णता उत्सर्जनाने वातावरणाचे खालचे थर तापवले जातात. नंतर त्याच्यावरचे थर तापवले जातात. त्यामुळे कमी उंचीवर जास्त तापमान आणि जास्त उंचीवर कमी तापमान असते.

वातावरणाच्या खालच्या थरात बाष्प, वायु व धुलीकणांचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणारी उष्णता या घटकापासून शोषली जाते. त्यामुळे तापमान जास्त असते. वातावरणाच्या वरच्या थरात बाष्प, वायु, धुलीकण कमी असल्यामुळे तापमान कमी असते.

समुद्रसपाटीलगत हवेचा दाब जास्त असतो. त्यामुळे हवेचे थर दाट असतात. त्यामुळे हवेचे तापमान जास्त असते. परंतू उंचीनुसार हवेचे थर विरळ होत जातात, त्यामुळे तापमान कमी असते.

तापमानाची विपरीतता :

समुद्रसपाटीपासून उंचीनुसार तापमान कमी कमी होत जाते. यालाच तापमानाचा सामान्य ऱ्हास दर असे म्हणतात. परंतू विशिष्ठ परिस्थितीत उंचीनुसार तापमान कमी होण्याच्या ऐवजी तापमान वाढत जाते, यालाच तापमानाची विपरीतता असे म्हणतात. म्हणजेच उंचीनुसार तापमान कमी होण्याऐवजी वाढलेले आढळते.

तापमानाची विपरीतता होण्यासाठी अनुकूल परिस्थिती :

तापमानाची विपरीतता सर्वठिकाणी आढळत नाही. परंतू पुढील प्रकारची परिस्थिती असल्यास तापमानाची विपरीतता घडून येते.

१. **पर्वतीय प्रदेश :** पर्वतीय प्रदेशातील दरीच्या ठिकाणी रात्रीच्या वेळी पर्वताचे माथे व दऱ्याचे काठ लवकर थंड होतात. परंतू दरीतील हवा उष्ण असते. परंतू नंतर काठावरील थंड हवा जड असल्यामुळे उतारावरुन घसरत घसरत दरीच्या तळाकडे येते. याचवेळी दरीच्या खालच्या थरात हवा थंड असून दरीमध्ये उंचीनुसार तापमान वाढताना आढळते.

२. **हिवाळा ऋतु :** हिवाळ्यात दिवसाचा कालावधी लहान असतो व रात्र मोठी असते. हिवाळ्यात रात्रीमानाचा कालावधी मोठा असल्यामुळे भूपृष्ठापासून उष्णतेच्या उत्सर्जनासाठी दीर्घ कालावधी मिळतो. त्यामुळे जमिन थंड होऊन त्यालगतचे हवेचे थर थंड होतात. परंतू त्याच्या वरच्या थरात अजून भूपृष्ठाकडून उत्सर्जित झालेली उष्णता तशीच टिकून राहिलेली असते. अशा ठिकाणी तापमानाची विपरीतता आढळते.

३. **निरभ्र आकाश :** आकाश निरभ्र असल्यास भुपृष्ठाकडून उष्णता उत्सर्जन मोठ्या प्रमाणात होते. त्यामुळे भूपृष्ठ थंड होऊन वातावरणाचे खालचे थर थंड होतात. परंतू त्यावरील वातावरणाच्या थराचे तापमान जास्त असल्यामुळे तापमानाची विपरीतता घडून येते.

४. **स्थिर हवा :** हवा स्थिर असल्यास वातावरणात उष्णतेचे वहन वेगाने होते. त्यामुळे तापमानाची विपरीतता घडून येऊ शकते. याऊलट हवा अस्थिर असल्यास भिन्न तापमानाची हवा एकत्र मिसळून तापमान सर्वत्र सारखे राखले जाते.

५. **बर्फाच्छादित प्रदेश :** बर्फाच्या सानिध्यामुळे भूपृष्ठालगतची हवा अतिशय थंड होते. परंतू उंचीवरील हवेचे थर उत्सर्जनाने उबदार राहून तापमानाची विपरितता आढळते.

तापमानाच्या विपरीततेमुळे धुके पडते. धुके पिके व वनस्पतीस मारक असते. तापमानाच्या विपरीततेमुळे हवेचे प्रदुषण होते.

तापमानाच्या विपरीततेचे प्रकार :

अ) भूपृष्ठीय विपरीतता : हिवाळा ऋतु, स्वच्छ हवा, निरभ्र आकाश व बर्फाचे आच्छादन असल्यास त्याला लागून असलेल्या वातावरणाच्या थराचे तापमान खूपच कमी होते. परंतू हवेच्या वरच्या थराचे तापमान जास्त असल्यामुळे तापमानाची विपरीतता घडून येते. त्यास भूपृष्ठीय विपरीतता असे म्हणतात.

ब) उच्च वातावरणीय विपरीतता : अतिउंचीवरील वातावरणात वायूची अस्थिरता निर्माण होते. वायुराशींची अधोगामी व उर्ध्वगामी हालचाल होऊ लागते. या हालचालीमुळे थंड हवा खालच्या बाजूस तर उष्ण हवा हलकी असल्यामुळे वरच्या बाजूस आलेली असते. यालाच उच्च वातावरणीय विपरीतता असे म्हणतात.

क) संपर्कीय विपरीतता : काही ठिकाणी उष्ण व थंड वायूराशी एकत्र आल्यामुळे या वायुराशींच्या सीमेवर थंड वायुराशी खाली येतात. तर उष्ण वायुराशी हलक्या असल्यामुळे वर जातात. त्यामुळे कमी उंचीवर तापमान कमी असते, तर जास्त उंचीवर तापमान जास्त असते. यालाच संपर्कीय विपरीतता असे म्हणतात.

३.२.७ स्वयं अध्ययन प्रश्न : ३

खालील प्रश्नांसाठी दिलेल्या पर्यायामधून योग्य पर्यायची निवड करा. (बहुपर्यायी प्रश्न)

१) पृथ्वीच्या सभोवताली असणारे वातावरण कशामुळे तापते?

अ) सूर्याच्या प्रत्यक्ष सूर्यकिरणांपासून

ब) पृथ्वी पृष्ठभागापासून होणाऱ्या उष्णतेच्या उत्सर्जनाने

क) ढगाद्वारे सूर्यकिरणांच्या होणाऱ्या परावर्तनामुळे

ड) वातावरणातील विकिरणामुळे

२. सर्वसाधारणपणे किती मीटर उंचीला तापमान १° से.ग्रे. ने कमी होते?

अ) १६० ब) २६०

क) १०८ ड) २०८

३. हवेचा दाब कमी झाल्यास त्या हवेचे काय होते?

अ) आकुंचन ब) प्रसरण

क) उत्सर्जन ड) परावर्तन

४. कोणत्या सागरी उष्ण प्रवाहामुळे संयुक्त संस्थानच्या किनारपट्टीचे तापमान वाढते?

अ) गल्फस्ट्रीम ब) लॅब्राडोर

क) बेंग्वेला ड) ड्रिट

५. सर्वाधिक तापमान कोणत्या कटिबंधात असते?

अ) शीत | ब) समशितोष्ण

क) उष्ण | ड) यापैकी नाही

६. समताप रेषांनी दर्शविलेले तापमान .... ?

अ) प्रत्यक्ष त्याच ठिकाणचे असते

ब) समुद्रसपाटीला प्रमाणित केलेले असते

क) प्रत्यक्ष त्या ठिकाणच्या तापमानात ५° से.ग्रे. वाढ केली जाते?

ड) यापैकी नाही

७. समुद्र व भूभागाच्या सीमेवर समताप रेषा कशा असतात?

अ) सरळ | ब) वाकलेल्या

क) नागमोडी | ड) काटकोनात

८. भूभागावर समताप रेषा कशा असतात?

अ) वक्राकार | ब) सरळ

क) परस्पर समांतर | ड) काटकोनात

९. समुद्रसपाटीपासून उंचीनुसार तापमान कमी होण्याऐवजी वाढत जाते यास काय म्हणतात?

अ) तापमानकक्षा | ब) तापमानातील बदल

क) तापमानाची विपरितता | ड) तापमानाचे शोषण

१०. तापमानाची विपरीतता खालीलपैकी कोणत्या परिस्थितीत आढळत नाही?

अ) हिवाळा | ब) निरभ्र आकाश

क) उन्हाळा | ड) स्थिर हवा

३.२.८ वातावणीय दाब : (Atmospherie Pressure)

हवामानशास्त्राचा अभ्यास करताना हवेच्या दाबाची माहिती असणे आवश्यक असते. हवेच्या दाबावरच वारे अवलंबून असतात. या वाऱ्याचा परिणाम तापमान व वृष्टीवर होतो. त्यामुळे हवामान नियंत्रण करणारा घटक म्हणून हवेच्या दाबाकडे पाहिले जाते. हवेला वजन असते हे सर्वप्रथम इ.स. १६५१ मध्ये ऑटो फॉन गेरीक या जर्मन शास्त्रज्ञाने सिद्ध केले.

हवेच्या वजनामुळे निर्माण होणाऱ्या दाबास 'वायुभार' असे म्हणतात. हवेचा दाब इंच, पौंड, किलाग्रॅम, से.मी. व मिलीबार इत्यादी एककात मोजतात. वायुभार मोजण्यासाठी निर्द्रव वायुभारमापक, फोर्टिन वायुभारमापक आणि वायुभारलेखक या उपकरणांचा वापर केला जातो.

हवेचा दाब नियंत्रित करणारे घटक :

पृथ्वी पृष्ठभागावर हवेचा दाब सर्वत्र सारखा नाही. माणसाच्या डोक्यावर सर्वसाधारणपणे १२५ कि.ग्रॅ. हवेचा दाब असतो. सर्वसाधारणपणे ४५° अक्षवृत्तावर समुद्रसपाटीला हवेचा दाब २९.९२ इंच किंवा ७६० मिलिमीटर अथवा १०१३.२ मिलीबार असतो. हवेचा दाब स्थल व कालसापेक्ष बदलतो. कारण हवेच्या दाबावर पुढील घटकांचा परिणाम होतो.

१. तापमान : पदार्थाचे तापमान वाढल्यास त्याचे प्रसरण होते. या नियमानुसार हवेचे तापमान वाढल्यास ती प्रसरण पावते. त्यामुळे हवा विरळ होऊन हवेचा दाब कमी होतो. हवा प्रसरण पावल्यामुळे त्याच्या जवळची हवा दाबली जाऊन आकुंचित पावते. त्यामुळे कमी दाबाच्या प्रदेशाजवळ जास्त दाबाचे प्रदेश निर्माण होतात. यालाच 'तापीय नियंत्रण' असे म्हणतात. याउलट हवेचे तापमान कमी होत गेल्यास ती हवा अकुंचित पावते व हवा दाट होऊन हवेचा दाब वाढतो.

२. समुद्रसपाटीपासून उंची : भूपृष्ठापासून जसजसे उंच जावे तसतसे हवेची घनता कमी होत जाते. कारण भूपृष्ठालगतच्या हवेच्या थरावर वातावरणाच्या वरच्या थराचा दाब पडतो. याशिवाय भूपृष्ठालगतच्या थरातील हवेत वायू, बाष्प व धुलीकण यांचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे हवेची घनता वाढते. त्यामुळे समुद्रसपाटीवर हवेचा दाब जास्त असतो. तर उंचीनुसार हवेचा दाब कमी होत जातो. समुद्रसपाटीवर हवेचा दाब २९.९२ इंच किंवा १०१३.२ मिलीबार असतो. समुद्रसपाटीपासून ५४९० मीटर उंचीपर्यंत १०८ मीटर उंचीला हवेचा दाब १ से.मी. किंवा १३.६ मिलीबार याप्रमाणे कमी होतो.

३. हवेतील बाष्पाचे प्रमाण : कोरड्या हवेचे वजन बाष्पयुक्त हवेपेक्षा जास्त असते. त्यामुळे कोरड्या हवेचा दाब बाष्पयुक्त हवेपेक्षा जास्त असतो. त्यामुळे हवेत बाष्पाचे प्रमाण वाढत गेल्यास हवेचा दाब कमी होत जातो.

४. पृथ्वीचे परिवलन व गुरुत्वाकर्षण शक्ती : पृथ्वीचे परिवलन व गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे हवेचा दाब उंचीनुसार कमी होत जातो. समुद्रसपाटीचा प्रदेश पृथ्वीच्या केंद्राजवळ असल्याने त्या ठिकाणच्या हवेवर गुरुत्वाकर्षण शक्तीचा प्रभाव जास्त असतो व त्यामुळे दाब वाढतो. समुद्रसपाटीपासून उंच ठिकाणी अंतर वाढल्यामुळे गुरुत्वाकर्षण शक्तीचा प्रभाव कमी होतो. म्हणूनच माऊंट एव्हरेस्टसारख्या उंच पर्वतशिखरावर हवेचा दाब कमी असतो. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे केंद्रोत्सारी प्रेरणा निर्माण होऊन हवेत संघर्ष निर्माण होतो व त्यामुळे हवेचा दाब कमी होतो.

पृथ्वीवरील हवेच्या दाबाचे वितरण : (Atmospherie Pressure : Belts)

हवेच्या दाबाचे वितरण दोन प्रकारे सांगितले जाते.

अ) हवेच्या दाबाचे उर्ध्वगामी वितरण :

तापमानातील बदलानुसार हवेचे आकुंचन व प्रसरण होते. समुद्रसपाटीवर हवेचा दाब २९.९२ इंच किंवा १०१३.२ मिलीबार असतो. समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसा हवेचा दाब कमी कमी होत जातो. यालाच हवेच्या दाबाचे उर्ध्वगामी/उभे वितरण असे म्हणतात. समुद्रसपाटीपासून ५४९० मीटरपर्यंत हवेचा दाब कमी होण्याचा दर सारखाच असतो. दर १०८ मीटर उंचीला हवेचा दाब १ से.मी. किंवा १३.६ मि.ली.बार याप्रमाणे कमी कमी होत जातो. उंचीनुसार हवा विरळ होत असल्याने तसेच वातावरणाचे वरच्या थरावर कमी थर असल्यामुळे हवेचा दाब उंचीनुसार कमी होतो.

ब) हवेच्या दाबाचे क्षितीज समांतर वितरण :

पृथ्वीवर हवेचे तापमान, आर्द्रता, समुद्रसपाटीपासून उंची या घटकामुळे हवेचा दाब प्रदेशानुसार बदलत जातो. हवेच्या दाबाचे क्षितिज समांतर वितरण दर्शविण्यासाठी नकाशावर समभार रेषा काढल्या जातात.

भुपृष्ठावरील विविध ठिकाणांचा हवेचा दाब वायुभार मापकाच्या सहाय्याने मोजला जातो. त्यानंतर ही आकडेवारी नकाशात नोंद केली जाते. हवेचा समान दाब असणारी ठिकाणे एका रेषेने जोडली जातात, त्यास समभार रेषा असे म्हणतात.

समभार रेषा नकाशात जवळ जवळ असल्या म्हणजे त्याठिकाणी वायुभारातील बदल शीघ्र असतात. ज्यावेळी या दोन जवळजवळच्या समभार रेषा एकमेकांपासून दूर गेलेल्या असतात, त्यावेळी वायुभारातील बदल मंद असतात.

हवेच्या दाबातील बदल समभार रेषेला काटकोन करुन जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे दर्शविलेल्या असतात, यालाच 'वायुभाराचा उतार' असे म्हणतात.

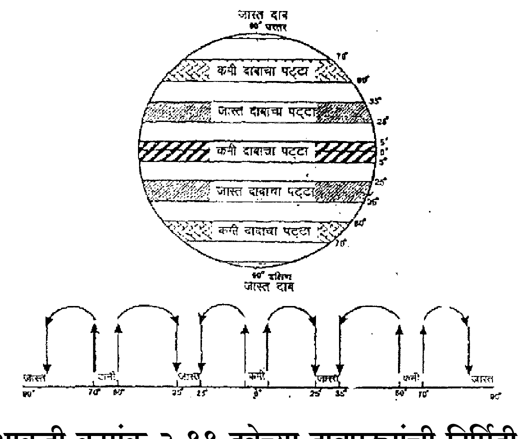
हवेच्या दाबपट्ट्यांची निर्मिती :

पृथ्वीवरील तापमानावर अक्षवृत्तांचा परिणाम झालेला आहे. हवेच्या दाबाचे वितरण पुढील दोन प्रकारे झालेले आढळते.

१) हवेच्या जास्त दाबाचा पट्टा

२) हवेच्या कमी दाबाचा पट्टा

पृथ्वीवर कमी व जास्त दाबाचे प्रदेश निर्माण झालेले आहेत, त्यांनाच वायूभार पट्टे असे म्हणतात. भूपृष्ठावर सर्वत्र एकसारखा हवेचा दाब नाही. पृथ्वीपृष्ठभागावरील तापमानात असलेला फरक व पृथ्वीचे परिवलन या दोन कारणामुळे पृथ्वीवर कमी व जास्त वायूभाराचे विशिष्ट पट्टे आढळतात. भूपृष्ठावर हवेच्या दाबाचे एकूण ७ दाबपट्टे आढळतात. यापैकी ४ पट्टे जास्त दाबाचे आणि ३ पट्टे कमी दाबाचे आढळतात. पृथ्वीवरील हवेचे दाब पट्टे व त्यांची निर्मिती पुढीलप्रमाणे आहे.



आकृती क्रमांक ३.११ हवेच्या दाबपट्यांची निर्मिती

१. विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा – (५° उ. ते ५° द.)

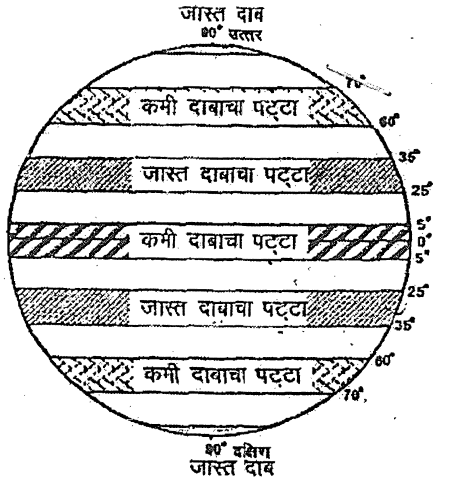
२१ मार्च व २२ सप्टेंबर या दोन्ही दिवशी सूर्यकिरणे विषुववृत्तीय भागात लंबरुप पडतात. २१ जून व २१ डिसेंबर रोजी सूर्यकिरणे अनुक्रमे कर्कवृत्त व मकरवृत्तावर लंबरुप पडतात. परंतू या दोन्ही दिवशी विषुववृत्तावर सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन ६६½° पेक्षा कमी नसतो. म्हणजेच वर्षभर विषुववृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात. लंबरुप सूर्यकिरणामुळे जास्त उष्णता मिळते. त्यामुळे विषुववृत्तीय प्रदेशात वर्षभर अत्याधिक तापमान असते. त्यामुळे भूपृष्ठाच्या संपर्कात असलेली हवा एकसारखी तापते. तापलेली हवा प्रसरण पावल्यामुळे हलकी होऊन वर जाते. त्यामुळे विषुववृत्तीय ५° उत्तर ते ५° दक्षिण प्रदेशात विरळ व हलक्या हवेचे प्रवाह सतत वर जात असल्यामुळे कमी भाराचा पट्टा निर्माण झालेला आहे.

२. कर्क व मकरवृत्तीय जास्त दाबाचे पट्टे – (२५° ते ३५° उ. व द.)

उत्तर व दक्षिण गोलार्धात कर्कवृत्त व मकरवृत्ताजवळ २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान जास्त दाबाचे पट्टे निर्माण होतात. या दाबपट्ट्याची निर्मिती पुढीलप्रमाणे होते.

विषुववृत्तीय प्रदेशातून वर जाणारी उष्ण व हलकी हवा विशिष्ट उंचीवर गेल्यानंतर उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे वाहू लागते. ही हवा ३०° उच्च अक्षवत्तावर थंड होऊन जड झाल्यामुळे ३०° अक्षवृत्ताच्या दरम्यान खाली उतरु लागते. या थंड व जड हवेच्या अधोगामी प्रवाहामुळे खाली हवा दाबली जाऊन जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो.

पृथ्वीच्या परिवलन गतीमुळे उत्तर व दक्षिण ध्रुवाजवळील हवा दूर जाण्याचा प्रयत्न करते. परंतू पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे दूर लोटलेली हवा पुन्हा पृथ्वीकडे आकर्षित होऊन २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान वरुन खाली येते. त्यामुळे जास्त दाबाचे पट्टे पृथ्वीवर २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान आढळतात. यालाच 'उपोष्ण कटिबंधीय जास्त दाबाचे पट्टे' असे म्हणतात.



आकृती क्रमांक ३.१२

३. ध्रुववृत्तावरील कमी दाबाचे पट्टे – (६० ते ७० उ. व द.)

दोन्ही गोलार्धातातील ६०° ते ७०° अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. या पट्ट्याच्या प्रदेशात तापमान कमी असूनही हवेचा दाब कमी आहे.

कर्क व मकरवृत्तीय प्रदेशात हवेचा दाब जास्त आहे. तसेच ध्रुवीय प्रदेशातही हवेचा दाब जास्त आहे. त्यामुळे या दोन जास्त दाबाच्या प्रदेशादरम्यान कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होणे स्वाभाविक आहे.

पृथ्वीच्या स्वांग परिभ्रमण गतीमुळे ६०° ते ७०° अक्षवृत्तादरम्यानची हवा बाहेर फेकली जाते. यामुळे हवा विरळ होऊन कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो.

पृथ्वीच्या या प्रदेशात अनेक उष्ण सागरी प्रवाह असल्यामुळे अनेक कमी दाबाची केंद्रे सागरी प्रदेशात निर्माण झालेली आहेत. या कमी दाबाच्या पट्ट्याला 'उपध्रुवीय कमी दाबाचे पट्टे' असेही म्हणतात.

४. ध्रुवीय जास्त दाबाचा पट्टा – (९०° उ. व द.)

ध्रुवीय प्रदेशात पृथ्वीच्या स्वांग परिभ्रमणाचा वेग शून्य असल्यामुळे हवा स्थिर असते. हवेचे कोणत्याही दिशेने हालचाल होत नाही. याशिवाय अतिथंड हवामानामुळे तेथे हवेचा जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो.

वरील विविध कारणामुळे पृथ्वीवर हवेच्या कमी व जास्त दाबाच्या पट्ट्यांची निर्मिती झालेली आहे.

वारे व वाऱ्याचे प्रकार :

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्वत्र सारखे तापमान नसते त्यामुळे तापमानाचा व वायुभाराचा परस्पर संबध आहे. सर्वसाधारणपणे ज्या ठिकाणी तापमान जास्त असते तेथे वायुभार कमी असतो याउलट जेथे तापमान कमी असते तेथे वायुभार जास्त असतो. त्यामुळे पृथ्वीवर कमी-जास्त भाराचे प्रदेश निर्माण झालेले आहेत. सहाजिकच वायुभारातील या विषमतेमुळे कमी भाराच्या प्रदेशाकडून जास्त भाराच्या प्रदेशाकडे हवा क्षितिज समांतर दिशेत गतिमान होते या गतिमान हवेला वारा असे म्हणतात. पृथ्वीवर निर्माण होणारा वारा हा वेगवेगळ्या दिशेने व वेगवेगळ्या गतीने वाहत असतो. वाऱ्याच्या गतीवर व दिशेवर वायुभार उतार, कोरिऑलीस प्रेरणा, घर्षण हे घटक परिणाम करतात. वाऱ्याच्या दिशेवर फेरेलच्या नियमाचा परिणाम होत असतो. अमेरिकन अभ्यासकाने पृथ्वीच्या परिवलनामुळे निर्माण होणाऱ्या कोरिऑलीस शक्तीचा अभ्यास करून पृथ्वीवर निर्माण झालेल्या या शक्तीमुळे जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहणारे वारे उत्तर गोलार्धात आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळतात तर दक्षिण गोलार्धात वाहणारे वारे आपल्या मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात. वाऱ्याचे प्रकार पुढील प्रमाणे सांगितले जातात.

३.१०.१ ग्रहीय वारे : (Planetory Winds)

वाऱ्यांचे ग्रहीय वारे, नियतकालिक वारे व स्थानिक वारे असे मुख्य तीन प्रकार पडतात यापैकी ग्रहीय वारे यांचा आपण सखोलतेने अभ्यास करणार आहोत.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जास्त वायुभार असणाऱ्या प्रदेशाकडून कमी वायुभार असणाऱ्या प्रदेशाकडे वर्षभर नियमितपणे जे वारे वाहतात त्यांना ग्रहीय वारे असे म्हणतात. हे वारे नियमितपणे वाहात असल्यामुळे

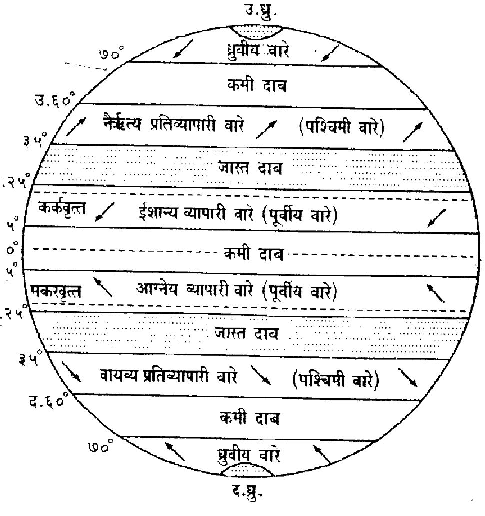
त्यांना नित्य वारे असेही म्हणतात. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे उत्तर गोलार्धात ग्रहीय वारे आपल्या मूळ दिशेच्या उजव्या बाजूस तर दक्षिण गोलार्धामध्ये आपल्या मूळ दिशेच्या डाव्या बाजूस वळतात. ग्रहीय वाऱ्यांचे मुख्य तीन प्रकार पुढील प्रमाणे सांगितले जातात.

१. व्यापारी वारे:

पृथ्वीच्या दोन्ही गोलार्धात २५ अंश ते ३५ अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान जास्त दाबाचा जो पट्टा निर्माण झालेला असतो त्या जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून ० अंश ते ५ अंश अक्षवृत्तांच्या दरम्यान जो विषुवृत्तीय कमी दाबाचा प्रदेश असतो त्या प्रदेशाकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना व्यापारी वारे असे म्हणतात. व्यापारी वारे दोन्ही गोलार्धात ५ अंश ते २५ अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान वाहत असते. प्राचीन कालखंडात व्यापारासाठी शिडाच्या जहाजांचा वापर केला जात असे व या जहाजांना प्रवासासाठी या वाऱ्याचा उपयोग होत होता म्हणूनच त्यांना व्यापारी वारे असे नाव दिलेले आहे. हे वारे सर्वसाधारणपणे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतात त्यामुळे त्यांना पूर्वीय वारे असेही म्हणतात.

पृथ्वीच्या परिवलनामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असमान दाब पट्टे निर्माण झाल्यामुळे उत्तर गोलार्धात व्यापारी वारे आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळून वाहतात. त्यामुळे उत्तर गोलार्धात वाहणाऱ्या व्यापारी वाऱ्यांची दिशा ईशान्येकडून नैऋत्येकडे असते म्हणून उत्तर गोलार्धातील व्यापारी वाऱ्यांना ईशान्य व्यापारी वारे असे म्हणतात. याउलट दक्षिण गोलार्धात वाहणारे व्यापारी वारे आपल्या मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात त्यामुळे या वाऱ्यांची दिशा आग्नेयेकडून वायव्येकडे असते म्हणून दक्षिण गोलार्धातील व्यापारी वाऱ्यांना आग्नेय व्यापारी वारे असे म्हणतात.

व्यापारी वारे हे वर्षभर नियमितपणे वाहतात. व्यापारी वाऱ्यांचा वेग भूपृष्टांपेक्षा सागरी प्रदेशावर जास्त असतो. हे वारे ताशी १५ ते ४० किलोमीटर वेगाने वाहतात. याशिवाय ऋतुमानानुसार वाऱ्याच्या वेगात बदल होतो. व्यापारी वाऱ्यांचा वेग उन्हाळ्यापेक्षा हिवाळ्यात जास्त असतो. व्यापारी वारे भूमी खंडांच्या पूर्व भागात पर्जन्य देतात तर पश्चिमेकडचे प्रदेश कोरडे राहतात त्यामुळेच व्यापारी वाऱ्यांच्या प्रदेशात खंडाच्या पश्चिम भागात वाळवंटे निर्माण झालेली आहेत.



आकृती क्रमांक ३.१३

२. प्रतिव्यापारी वारे:

पृथ्वीवरील उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धातील २५ ते ३५ अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान निर्माण झालेल्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून दोन्ही गोलार्धातील ६० ते ७० अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान निर्माण झालेल्या हवेच्या कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे जे वारे वाहतात त्यांना प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. पूर्वीच्या काळी शिडाच्या जहाजाद्वारे केल्या जाणाऱ्या व्यापारास या वाऱ्यांचा अडथळा होत असे त्यामुळे त्यांना प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. प्रतिव्यापारी वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असल्यामुळे या वाऱ्यांना पश्चिमी वारे असेही म्हणतात.

दक्षिण गोलार्धात महासागर यांनी सर्वाधिक प्रदेश व्यापलेला असल्यामुळे प्रतिव्यापारी वारे जास्त गतीने वाहतात. दक्षिण गोलार्धातील ४० अंश अक्षवृत्तावर हे वारे वेगाने वाहत असल्यामुळे त्यांना 'गर्जणारे चाळीस' असे म्हणतात तर याच गोलार्धात पन्नास अंश दक्षिण अक्षवृत्तापलीकडे त्यांना खवळलेले पन्नास असे म्हणतात. उत्तर गोलार्धाच्या तुलनेत दक्षिण गोलार्धामध्ये प्रतिव्यापारी वाऱ्यांचा वेग जास्त असल्यामुळे त्यांना शूर पश्चिमी वारे असे म्हणतात.

व्यापारी वाऱ्याप्रमाणेच प्रतिव्यापारी वारे उत्तर गोलार्धात आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळून वाहतात त्यामुळे प्रतिव्यापारी वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा नैऋत्यकडून ईशान्येकडे असते म्हणून या वाऱ्यांना नैऋत्य प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. तर दक्षिण गोलार्धात हे वारे आपल्या मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात त्यामुळे दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्यांची सर्वसाधारण दिशा वायव्येकडून आग्नेयेकडे असते त्यामुळे या वाऱ्यांना वायव्य प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात.

प्रतिव्यापारी वारे सुद्धा वर्षभर नियमितपणे वाहतात. या वाऱ्यांचा हिवाळा ऋतूत वेग जास्त असतो तर उत्तर गोलार्धात प्रतिव्यापारी वाऱ्यांच्या दिशेवर आवर्त व प्रत्यावर्त यांचा परिणाम होतो.

३. ध्रुवीय वारे :

उत्तर व दक्षिण गोलार्धात ९० अंश ध्रुवीय प्रदेशात हवेचा जास्त दाब आहे या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून दोन्ही गोलार्धात ६० अंश ते ७० अंश या अक्षवृत्तादरम्यान असणाऱ्या कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे जे वारे वाहतात त्यांना ध्रुवीय वारे असे म्हणतात. या वाऱ्यांची सर्वसाधारण दिशा पूर्वेकडून पश्चिमेकडे असते म्हणूनच या वाऱ्यांना ध्रुवीय पूर्वीय वारे असेहि म्हणतात. हे वारे ध्रुवाकडील अतिशय थंड प्रदेशाकडून येत असल्यामुळे ते खूपच थंड असतात. हे वारे ज्या प्रदेशातून वाहत जातात त्या प्रदेशाचे तापमान कमी कमी होत जाते.

विषुवृत्तीय प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरुप पडतात त्यामुळे तेथील हवेचे तापमान जास्त असल्यामुळे सहाजिकच हवा तापून प्रसरण पावते व उर्ध्वगामी दिशेने जाते. त्यामुळे विषुवृत्तीय प्रदेशात ० ते ५ अंश उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी वायुभार प्रदेश निर्माण होतो. या विषुवृत्तीय प्रदेशात वर्षातील बराच काळ हवा शांत असते हवेचे आडव्या दिशेत वहन होत नाही. त्यामुळे या प्रदेशाला विषुवृत्तीय शांत पट्टा किंवा Dold Drum असेही म्हणतात. तसेच उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धात २५ ते ३५ अंश अक्षवृत्तांच्या दरम्यान कर्कवृत्त आणि मकरवृत्त जास्त वायुभार पट्टा निर्माण झालेला आहे. या जास्त वायुभार पट्ट्यातही हवेची आडव्या दिशेत हालचाल होत नाही. या शांत पट्ट्यास 'अश्व अक्षांश'

असे म्हणतात. प्राचीन काळी घोड्यांची विक्री शिडाच्या जहाजांद्वारे केली जात असे परंतु हे जहाज शांत पट्ट्यात आल्यानंतर ते पुढे जात नसे त्यामुळे अन्न पाण्याचा साठा संपून जाऊ नये म्हणून व्यापारी घोड्यांना नाईलाजाने सागरात लोटून देत असत. त्यावरूनच या प्रदेशाला अश्व अक्षांश (Horse Latitude) असे नाव पडलेले आहे.

स्थानिक वारे –

जगातील अनेक भागामध्ये काही विशिष्ट अशा प्रकारच्या स्थानिक परिस्थितीमुळे वाऱ्यांची निर्मिती होते, त्या वाऱ्यांना स्थानिक वारे असे म्हणतात. या स्थानिक वाऱ्यांचा परिणाम तापमान तसेच आर्द्रता यांच्यावरही होत असतो. स्थानिक वारे त्याचे प्रकार पुढील प्रमाणे आहेत.

१. डोंगरी व दरीतील वारे: डोंगराळ प्रदेशात दैनंदिन तापमानातील फरकामुळे या वाऱ्यांची निर्मिती होते. पर्वताच्या उतारावरून दरीकडे रात्री वारे वाहतात त्या वाऱ्यांना डोंगरी वारे असे म्हणतात तर दिवसा दरीतील वारे पर्वताच्या शिखराकडे वाहतात त्यांना दरीतील वारे असे म्हणतात.

सूर्यापासून दिवसा मिळालेल्या उष्णतेचे सूर्यास्तानंतर उत्सर्जन सुरू होते. डोंगर अथवा पर्वताची शिखरे आणि दरी यातील तापमान कमी कमी होऊ लागते. परंतु पर्वताची शिखरे आणि उतार लवकर थंड होतात. त्यामुळे तेथे जास्त दाब आढळतो याउलट दरीमध्ये हवा उबदार असल्याने हवेचा दाब कमी असतो. साहजिकच डोंगर माथ्यावरून दरीकडे रात्री थंड वारे वाहू लागतात या वाऱ्यांना डोंगरी वारे असे म्हणतात.

डोंगर माथ्यावर सूर्योदय झाल्यानंतर सर्वप्रथम सूर्यकिरणे पडतात, त्यामुळे दरीपेक्षा डोंगर माथ्यावर हवा लवकर तापते व ती हलकी होऊन वर जाते. त्यामुळे सकाळी डोंगर माथ्यावर हवेचा दाब कमी असतो त्या तुलनेत दरीमधील हवा थंड असल्याने तेथे हवेचा दाब जास्त असतो. साहजिकच दरीमधून डोंगर माथ्याकडे वारे वाहतात त्या वाऱ्यांना दरीतील वारे असे म्हणतात.

२. फॉन वारे: युरोपमध्ये पर्वतीय भागात उष्ण आणि कोरडे वारे वाहतात त्या वाऱ्यांना फॉन वारे असे म्हणतात. युरोपमध्ये पश्चिम पूर्व दिशेने जाणाऱ्या आवर्तामुळे निर्माण होणाऱ्या वाऱ्यांना फॉन वारे असे म्हणतात. फॉन वारे उन्हाळ्यात व हिवाळ्यात वाहतात.

३. चीनुक वारे: उत्तर अमेरिकेत उत्तर दक्षिण दिशेमध्ये पसरलेल्या रॉकी पर्वताला ओलांडून पूर्वेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना चिनूक वारे असे म्हणतात. चिनूक वारे उष्ण आणि कोरडे असतात.

४. खारे वारे : समुद्राकडून जमिनीकडे जे वारे वाहतात त्या वाऱ्यांना खारे वारे असे म्हणतात. या वाऱ्यामध्ये बाष्पाचे प्रमाण जास्त असते. हे वारे दिवसा वहातात कारण जमिनीचा भूभाग लवकर तापल्याने हवेचा दाब त्याठिकाणी कमी असतो. मात्र त्याचवेळी सागरी प्रदेश थंड असल्याने हवेचा दाब जास्त असतो. हवेच्या या दाबातील फरकामुळे खारे वारे निर्माण होतात.

५. मतलई वारे: रात्रीच्या वेळी भूभाग लवकर थंड होतात त्यामुळे तेथील हवेचा दाब जास्त असतो तर सागरी प्रदेश उशिरा थंड होतात त्यामुळे रात्री ते उशिरापर्यंत उबदार असतात. त्याचा परिणाम म्हणून तेथे हवेचा दाब कमी असतो. अशावेळी जमिनीकडून समुद्राकडे जे वारे वाहतात त्यांना मतलई वारे असे म्हणतात.

६. सिरोक्को वारे: भूमध्य महासागराच्या आफ्रिकेच्या किनारपट्टीवरून युरोपच्या किनारपट्टीकडे सर्वसाधारणपणे उत्तर दक्षिण दिशेने वर्षभर वाहणाऱ्या वाऱ्यांना सिरोक्को वारे असे म्हणतात. हे वारे धूळ आणि रेतीयुक्त असतात.

७. खामसीन वारे : उत्तर आफ्रिकेत जे उष्ण आणि कोरडे वारे वाहतात त्या वाऱ्यांना खामसीन वारे असे म्हणतात.

८. हरमाटन वारे : उत्तर आफ्रिकेतील सहारा वाळवंटात डिसेंबर ते फेब्रुवारी या महिन्यात कमी तापमान असते त्यामुळे तेथे हवेचा दाब जास्त असतो या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून गिनीच्या आखाताकडे ईशान्य कडून वाहणाऱ्या वाऱ्यांना हरमाटन वारे असे म्हणतात.

९. नॉर्वेसटर्स आणि लू वारे: भारतात विशेषत: पश्चिम बंगालमध्ये नैऋत्य मोसमी वारे सुरू होण्यापूर्वी वायव्य करून येणाऱ्या वादळी वाऱ्यांना नॉर्वेस्टरस वारे असे म्हणतात. उत्तर भारतात सतलज –गंगा नदी खोरे येथे मे – जून महिन्यात विशेषत: दुपारी अत्यंत उष्ण व कोरडे वारे पश्चिमेकडून वाहतात त्या वाऱ्यास लु वारे असे म्हणतात.

३.२.९ स्वयं अध्ययन प्रश्न : ४

खालील प्रश्नासाठी दिलेल्या पर्यायामधून योग्य पर्यायची निवड करा. (बहुपर्यायी प्रश्न)

१. इ. स. १६५१ मध्ये कोणी हवेला वजन असते, हे सिद्ध केले?

अ) न्यूटन　　ब) ऑटो फॉन गेरीक

क) आईनस्टाईन　　ड) डेव्हीस

२. हवेचा दाब कोणत्या एककात मोजतात?

अ) मिलीबार　　ब) सेल्सीअस

क) टक्केवारी　　ड) फॅरनाईट

३. अक्षवृत्तावर समुद्रसपाटीला साधारणपणे हवेचा दाब किती मिलीबार .... असतो?

अ) १०३१.२　　ब) १०१३.२

क) १३१०.२　　ड) ३११०.२

४. समुद्र सपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसा हवेच्या दाबात कोणते बदल होतात?

अ) घट　　ब) वाढ

क) मध्यम वाढ　　ड) बदल नाही

५. समुद्र सपाटीपासून १०८ मीटर उंचीला हवेचा दाब किती मिलीबारने कमी होतो?

अ) १३.६　　ब) १६.३

क) ३६.१　　ड) २६.९२

६. खालीलपैकी कोणत्या हवेचे वजन जास्त असेल?

अ) बाष्पयुक्त	ब) कोरड्या

क) सम	ड) यापैकी नाही

७. नकाशावर समान हवेचा दाब असणारी ठिकाणे एका रेषेने जोडली जातात, त्यास काय म्हणतात?

अ) समतापरेषा	ब) समभाररेषा

क) समोच्चरेषा	ड) समपर्जन्यरेषा

८. पृथ्वीपृष्ठभागावर एकूण किती हवेचे दाबपट्टे आहेत?

अ) ४	ब) ५

क) ७	ड) ६

९. पृथ्वीपृष्ठभागावर एकूण किती कमी दाबाचे पट्टे निर्माण झालेले आहेत?

अ) ३	ब) ४

क) ५	ड) ७

१०. उत्तर गोलार्धात वारे आपल्या मूळ दिशेच्या कोणत्या बाजूस वळतात?

अ) डावीकडे	ब) उजवीकडे

क)उत्तरेकडे	ड) दक्षिणेकडे

३.२.१० वृष्टी :

पृथ्वी पृष्ठभागावरील असणारे जलाशय, वनस्पती आणि प्राणी यांच्याव्दारे बाष्प वातावरणात मिसळतात. हे बाष्प वातावरणात वायुरूप स्वरूपात आढळून येतात त्यामुळे हे वायुरूप जल आपणास दिसू शकत नाही. मात्र वातावरणातील तापमानात बदल झाला कि वातावरणातील हे बाष्प पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर किंवा आकाशात दृश्यमान होणाच्या रुपाला वृष्टी असे म्हणतात. वृष्टी ही घनरूप स्थितीत अथवा द्रवरूप स्थितीत असू शकते. थोडक्यात वातावरणातील वायुरूप स्थितीत असणारे पाणी/जल द्रवरूप अथवा घनरूप स्थितीत दृश्यमान होण्याच्या रुपाला वृष्टी असे म्हणतात.

वृष्टीची रूपे:

१.धुके :

वातावरणात अथवा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर धुक्याची निर्मिती बहुतांश वेळा हिवाळा ऋतूत होताना आढळते. हिवाळ्यात रात्र मोठी असते त्यामुळे भूपृष्ठ थंड होऊन त्यालगत असणाऱ्या वातावरणाच्या थरातील हवा थंड होते. अशावेळी हवेची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाऊन हि हवा बाष्प संपृक्त होते. त्यानंतरही हवेचे तापमान आणखी कमी झाल्यास हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभव होते व सूक्ष्म जलकण वातावरणात तरंगताना दिसतात. हे जलकण धुलीकणावर साचतात यालाच धुके असे म्हणतात. मेघ व पर्जन्य यांच्या पेक्षा धुके कमी महत्वाचे असले तरी धुके महत्वाचे असते. धुक्यामुळे जलवाहतूक , हवाई वहातुक व रस्ते वाहतुकीला अडथळा निर्माण होतो. धुके काही पिकांना उपयुक्त असले तरी अनेक पिकावर धुक्याचा परिणाम वाईट होतो.

धुक्याचे प्रकार :

१.विसर्जन धुके :

पृथ्वी पृष्ट्भागाला दिवसा उष्णता प्राप्त होते हि उष्णता सूर्यास्त झाल्यानंतर भूपृष्टांकडून विसर्जित केली जाते. त्यामुळे भूपृष्ठ थंड झाल्यामुळे त्यालगत असणारी हवा वहन आणि विसर्जनाने थंड होते. त्यामुळे हवेचे तापमान दवांकापर्यंत कमी झाल्यामुळे हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन जे धुके निर्माण होते त्यास विसर्जन धुके असे म्हणतात.

विसर्जन धुके निर्माण होण्यासाठी, आदल्या दिवशी आकाश ढगाळ असावे, हवेची गती मंद असावी आणि धुके पडण्याच्या वेळी आकाश निरभ्र असावे लागते. सूर्य उगवल्यानंतर तापमानात जसजशी वाढ होत जाते त्याप्रमाणे धुके नाहीसे होते. उद्योगधंद्याच्या प्रदेशात दाट धुके निर्माण होतात या दाट धुक्यास धुरके असेही म्हणतात.

२.अभिवहन –विसर्जन धुके:

उष्ण आणि बाष्पयुक्त हवा थंड पृष्ठभागावरून वाहत गेल्यास ती थंड होऊन बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन अभिवहन धुके निर्माण होते. उन्हाळ्यात महासागर आणि मोठी सरोवरे यांच्या पृष्ट्भागावर आणि हिवाळा ऋतूत पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर या प्रकारचे धुके निर्माण होते. सागर किनारी या प्रकारच्या धुक्याचे प्रमाण जास्त असते.

३. सीमांत धुके :

समशितोष्ण कटिबंधीय प्रदेशात आवर्ताची निर्मिती होत असताना उष्ण व थंड वायूराशी एकत्र आल्यास त्यांची संयुक्त सीमा निर्माण होते त्याठिकाणी धुक्याची निर्मिती होते त्यास सीमांत धुके तयार होतात.

४.वाफ धुके :

उष्ण समुद्र प्रवाहावरून थंड हवा वाहत गेल्यास बाष्पीभवन क्रिया अत्यंत जलद गतीने घडून येते आणि वाफेची निर्मिती होते त्यालाच वाफ धुके असे म्हणतात.

२. दव आणि दहीवर :

हिवाळा ऋतूत रात्रीमानाचा कालावधी हा मोठा असतो. त्यामुळे उष्णता उत्सर्जन होण्यासाठी मिळणारा कालावधी हा दीर्घ असतो. त्यामुळे भूपृष्ठ थंड होते. परंतु लोखंडाचे पत्रे, झाडांची पाने, दगड हे वातावरणापेक्षा जास्त थंड होतात. या थंड वस्तूंच्या संपर्कात येणारी हवा थंड होऊन सापेक्ष आर्द्रता १०० टक्के होते म्हणजेच ती हवा बाष्प संपृक्त होते. हवेचे तापमान आणखी कमी झाल्यास सांद्रीभवनाची क्रिया होऊन त्यातील बाष्पाचे जलकणात रुपांतर होते आणि असे जलकण थंड पदार्थावर संचयित होतात यालाच दव असे म्हणतात.

दवांची निर्मिती होण्यासाठी तापमान गोठण बिंदूच्या वर असण्याची आवश्यकता असते. मात्र तापमान जर गोठणबिंदूच्या खाली गेले तर मात्र बाष्पाचे सांद्रीभवन न होता संप्लवन घडून येते. त्याचवेळी हिमकणांची निर्मिती होते. सदरचे हिमकण हे थंड वस्तूवर साचतात यालाच दहिवर/हिम तुषार असे म्हणतात. दव आणि दहिवर यांच्या निर्मितीसाठी थंड, निरभ व शांत रात्रींची आवश्यकता असते. हिवाळा ऋतूत दव

आणि दहिवर यांची निर्मिती मोठ्या प्रमाणात होते. दवामुळे रब्बी हंगामातील पिकांना चांगल्याप्रकारे फायदा होतो. मात्र दहिवर यामुळे मात्र पिकांचे मोठ्या प्रमाणात नुकसान होते.

३. राईम:

वृष्टीच्या विविध रुपापैकी धुके हे एक महत्वाचे रूप आहे. धुके म्हणजे सूक्ष्म जलबिंदू असतात. असे सुक्ष्म जलबिंदू टेलिफोनचे लोखंडी खांब, तारा, झाडांची पाने, लोखंडी पत्रे यांच्या संपर्कात आल्यानंतर अचानक ते गोठतात. या गोठलेल्या सूक्ष्म कणांना राईम असे म्हणतात. उष्ण कटिबंध सोडून उर्वरित समशितोष्ण आणि शित कटिबंधीय प्रदेशात इमारती, वनस्पती यावर मोठ्या प्रमाणात राईमची निर्मिती होत असलेली दिसून येते.

४. हिम :

वातावरणातील हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन सुरु झाल्यावर ती हवा पृथ्वी पृष्ठ भागाकडे येत असताना उर्ध्वगामी दिशेने जाणारी हवा या बाष्पांना पुन्हा वर घेऊन जाते. अचानक तापमान कमी झाल्यामुळे म्हणजेच हे तापमान विलयबिंदूच्याही खाली गेले तर सांद्रिभवन होऊन हवेतील बाष्प हिम कणांच्या रुपात दिसू लागतात. असे हे हिमकण एकत्र आल्यामुळे त्यांचा आकार वाढतो त्यामुळे ते हवेत तरंगू शकत नाहीत. तेंव्हा ते भुपृष्टावर येऊन पडतात यालाच हिमवृष्टी असे म्हणतात.

हिमवृष्टी होताना वातावरणाचे तापमान विलयबिंदू एवढे टिकून राहिल्यास हिमकण वितळत नाहीत. हिमकणाची वृष्टी पिंजलेल्या कापसाप्रमाणे होताना आढळते. सतत हिमवृष्टी सुरु राहिल्यास हिमकणांचे थरावर थर साचून बर्फ तयार होते. ध्रुवीय प्रदेश, अति उंचीवरील पर्वतीय प्रदेश आणि शित कटिबंध या प्रदेशात हिवाळ्यात मोठ्या प्रमाणात हिमवृष्टी आढळते.

५ गारा:

वादळ व गडगडाटी पाऊस होत असताना काही वेळा गारा पडताना आढळतात. विषुवृत्तीय प्रदेशात अथवा उन्हाळी ऋतूत अनेकदा गारा पडताना आढळतात. हवेचे ऊर्ध्वगामी प्रवाह सुरु झाल्यानंतर मेघ निर्मिती होऊन पाऊस पडतो. या पावसाचे थेंब पृथ्वी पृष्ट्भागाकडे येताना ते पुन्हा वर फेकले जातात. या पावसाच्या थेंबाचे रुपांतर गारात होते अशा गारा आणखी वर वातावरणात फेकल्यामुळे त्यावर साचलेले बाष्प गोठते व या गारांचा आकार वाढल्यामुळे त्या भूपृष्टावर पडतात.

गारांच्या वर्षावामुळे पिके, फळबागा, जनावरे यांचे मोठ्या प्रमाणात नुकसान होते. गारा या उन्हाळ्यात जास्त प्रमाणात पडत असल्याने फळांचे अतोनात नुकसान होते.

६. पर्जन्य :

पृथ्वी पृष्ठभागावरील असणारे महासागर आणि इतर जलाशय यातील पाण्याचे सौरशक्तीमुळे बाष्पीभवन होते. अशी बाष्पयुक्त हवा वातावरणात उंच गेल्यानंतर ती थंड होऊन बाष्पाचे सांद्रिभवन होऊन जलकणांची निर्मिती होते. असे जलबिंदू एकत्र येऊन ढगांची निर्मिती होते. या जलबिंदूंचा व्यास हा जर ०.५ मिलीमीटर पेक्षा मोठा झाल्यास असे जलबिंदू वातावरणात तरंगू शकत नाहीत. स्वत:च्या जडत्वामुळे व गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे हे जलबिंदू पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे येऊ लागतात यालाच पर्जन्य असे म्हणतात.

पर्जन्याचे प्रकार:

१.आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य :

पृथ्वीच्या पृष्ठभागालगतची हवा तापते. हि तापलेली हवा प्रसरण पावते व हलकी होऊन वरवर वातावरणात जाते यालाच हवेचे अभिसरण प्रवाह असे म्हणतात. ही हवा वातावरणात विशिष्ट उंचीवर गेल्यानंतर ती बाष्पसंपृक्त होते म्हणजेच तिची सापेक्ष आर्द्रता १०० टक्के होते. त्यानंतरही हवा वातावरणात उंच गेल्यास त्या हवेतील बाष्पाचे सांद्रिभवन होऊन सूक्ष्म जलकण तयार होतात. या सूक्ष्म जलकणांच्या एकत्र येण्याने जलबिंदू तयार होऊन थेंबाच्या रूपाने पाऊस पडतो या पर्जन्यास आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य असे म्हणतात. ५ अंश उत्तर ते ५ अंश दक्षिण या विषवृत्तीय पट्ट्यात वर्षभर या प्रकारचा पाऊस पडतो. हा पाऊस जोरदारपणे पडत असल्याने अनेकदा पिकांचे नुकसान होते याशिवाय या पावसाव्दारे पडणारे पाणी वाहून जाते.

२.प्रतिरोध पर्जन्य :

बाष्पयुक्त हवेला अडथळा किंवा विरोध निर्माण होऊन जो पाऊस पडतो त्यास प्रतिरोध पर्जन्य असे म्हणतात. सागरी प्रदेशावरून बाष्पयुक्त वारे आपल्याबरोबर मोठ्या प्रमाणात बाष्प घेऊन येतात. अशा वाऱ्यास एखाद्या पर्वताचा अडथळा निर्माण झाल्यास पायथ्याकडून माथ्याकडे हे वारे वेगाने वर जातात. त्यावेळी या हवेचे तापमान कमी होत जाते आणि हि हवा बाष्पसंपृक्त होते म्हणजेच तिची सापेक्ष आर्द्रता १०० टक्के होते. त्यानंतरही हवा वातावरणात उंच गेल्यास त्या हवेतील बाष्पाचे सांद्रिभवन होऊन सूक्ष्म जलकण तयार होतात. या सूक्ष्म जलकणांच्या एकत्र येण्याने जलबिंदू तयार होऊन थेंबाच्या रूपाने पाऊस पडतो. हिंदी महासागरावरून येणारे मोसमी वारे सह्याद्री पर्वताकडून अडविले जातात त्यामुळे सह्याद्रीच्या पश्चिम उतारावर व सह्याद्रीच्या माथ्यावर भरपूर पाऊस पडतो यालाच प्रतिरोध पर्जन्य असे म्हणतात. मात्र सह्याद्रीच्या पूर्व उतारावर जेव्हा हे वारे येतात त्यावेळी पर्जन्याचे प्रमाण कमी कमी होत जाते. या प्रदेशाला पर्जन्य छायेचा प्रदेश असे म्हणतात.

३.आवर्त पर्जन्य :

उष्ण कटिबंधातील आवर्तात मध्यभागी हवेचा कमी भार असतो. या आवर्ताच्या सभोवताली असणाऱ्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून मध्यवर्ती कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वारे वेगाने वहाऊ लागतात. त्यामुळे आवर्ताच्या मध्यभागी असणारी हवा ऊर्ध्वगामी दिशेने वातावरणात वर वर जाते. त्यावेळी अभिसरण पर्जन्याप्रमाणे क्रिया घडून पाऊस पडु लागतो यास आवर्त पर्जन्य असे म्हणतात. हा पाऊस कमी वेळेत जोरदारपणे पडत असल्याने तो नुकसानकारक असतो.

३.२.११ स्वयं अध्ययन प्रश्न – ५

खालील प्रश्नासाठी दिलेल्या पर्यायामधून योग्य पर्यायची निवड करा. (बहुपर्यायी प्रश्न)

१. विसर्जन धुके निर्माण होण्यासाठी खालीलपैकी कोणती परिस्थिती आवश्यक असते?

अ. आदल्या दिवशी आकाश ढगाळ असावे ब. हवेची गती मंद असावी

क. धुके पडते वेळी आकाश निरभ्र असावे ड. वरील सर्व

२. तापमान जर गोठणबिंदूच्या खाली गेले तर मात्र बाष्पाचे सांद्रीभवन न होता संप्लवन घडून येते. त्याचवेळी हिमकणांची निर्मिती होते. सदरचे हिमकण हे थंड वस्तूवर साचतात याला काय म्हणतात?

अ. दव ब. धुके

ड. दहिवर ड. राईम

३. जलबिंदूंचा व्यास किती मिलीमीटर पेक्षा मोठा झाल्यास असे जलबिंदू वातावरणात तरंगू शकत नाहीत?

अ. ०.७ ब. ०.५

क. ०.९ ड. ०.०५

४. सह्याद्रीच्या पूर्व बाजूस पर्जन्याचे प्रमाण कमी कमी होत जाते त्या प्रदेशास कोणत्या नावाने ओळखले जाते?

अ. आरोह पर्जन्य प्रदेश ब. पर्जन्य छायेचा प्रदेश

क. धुक्याचा प्रदेश ड. यापैकी नाही

३.३ सारांश :

पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या निर्वात पोकळीमध्ये जे वायू, बाष्प व धुलीकण आहेत त्यांनाच वातावरण असे म्हणतात. पृथ्वीच्या सभोवताली वातावरण आहे त्यामुळेच केवळ पृथ्वीवर जीवावरण अस्तित्वात आहे . वातारणातील विविध घटक सजीवसृष्टी व निसर्गचक्र यांच्यासाठी अत्यंत उपयुक्त आहेत. वातावरणात विविध थर असून प्रत्येक थराची रचना, विस्तार, त्यातील विविध घटकांचे प्रमाण हे वेगवेगळे आहे.

सूर्यापासून पृथ्वीला लघूलहरीच्या स्वरुपात उष्णता मिळते. सूर्यापासून पृथ्वीवरील दर चौरस से.मी. भागास दर मिनिटाला १.९४ कॅलरी उष्णता प्राप्त होते. पृथ्वीवर सौरशक्तीचे वितरण मात्र विविध घटकांच्यामुळे सर्वत्र सारखे आढळत नाही. सौरशक्तीच्या वितरणानुसार पृथ्वीवर हवेच्या तापमानाचे वितरण झालेले आहे. समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे व विषुववृत्तापासून जसजसे ध्रुवाकडे जावे तसतसे तापमान कमी कमी होत जाते. तापमानाचे नकाशात वितरण दर्शविण्यासाठी समताप रेषा काढल्या जातात. तापमानाच्या कालसापेक्ष वितरणात कमाल व किमान तापमानाची नोंद होते. या कमाल व किमान तापमानातील फरकास तापमानकक्षा असे म्हणतात. तापमान कक्षेच्या सहाय्याने हवामान प्रकार निश्चित होतात.

वायूभार हे एक हवेचे महत्वाचे अंग असून वायूभारामुळे वाऱ्याची निर्मिती होते. पृथ्वीवर सर्वत्र वायूभाराचे वितरण सारखे झालेले नसून समुद्रसपाटीपासून १०८ मीटर उंचीला हवेचा दाब १३.६ मिलीबारने कमी होतो. पृथ्वीवरील तापमानाच्या वितरणानुसार हवेचे दाबपट्टे निर्माण होतात. पृथ्वीवरील जास्त भाराच्या

प्रदेशाकडून कमी भाराच्या प्रदेशाकडे वारे वाहू लागतात. हवेच्या दाबाचे क्षितिज समांतर वितरण दर्शविण्यासाठी नकाशावर समभाररेषा काढल्या जातात.

वातावरणातील दुसरा एक महत्वाचा घटक म्हणजे बाष्प हा असून बाष्पाची वेगवेगळी रूपे आढळून येतात. वातावरणातील बाष्प जेंव्हा दृश्यमान होतात त्यास वृष्टी असे म्हणतात. या वृष्टीची विविध रूपे असून त्यांचा विधायक अथवा विघातक असा परिणाम पृथ्वीपृष्ठभागावर होत असतो. वृष्टीच्या रूपांचा अभ्यास केल्याने त्याबद्दलची सविस्तर माहिती प्राप्त होत असते. सौरशक्ती व तापमान, वायुभार, वृष्टीची विविध रूपे हे सर्व घटक हवेच्या इतर अंगावर परिणाम करीत असतात. त्यामुळे या सर्व घटकांचा अभ्यास हवामानाच्या अभ्यासास उपयुक्त असतो.

३.४ पारिभाषिक शब्द :

बाष्पसंपृक्त हवा : हवेच्या बाष्प धारण क्षमते इतके बाष्प हवेत असतील तर त्यास बाष्प संपृक्त हवा असे म्हणतात.

दवांक किंवा दव बिंदू : ज्या हवेच्या तापमानाला ती हवा बाष्प संपृक्त होते त्या तापमानाच्या पातळीला दवांक किंवा दव बिंदू असे म्हणतात.

सांद्रीभवन : दव बिंदूच्या खाली हवेचे तापमान गेल्यास ती हवा आवश्यक तेवढे बाष्प धारण करून बाकीच्या जास्त बाष्पाचे जलबिंदूत किंवा हिमकणात रुपांतर होते या क्रियेलाच सांद्रीभवन असे म्हणतात.

सापेक्ष आर्द्रता: विशिष्ट आकारमानाच्या व तापमानाच्या हवेतील बाष्पाचे प्रत्यक्ष प्रमाण म्हणजेच निरपेक्ष आर्द्रता व त्याच तापमानावरील तेवढ्याच आकारमानाच्या हवेची बाष्प धारण क्षमता या दोन्हीच्या गुणोत्तरास सापेक्ष आर्द्रता असे म्हणतात.

आवर्त : ज्या ठिकाणी हवेचा कमी दाब असतो आणि चारी बाजूस हवेचा दाब जास्त असतो त्यास आवर्त असे म्हणतात.

३.५ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

३.२.३	**३.२.५**		**३.२.७**	**३.२.८**	**३.२.११**
१-ड	१-अ	११-अ	१-ब	१-ब	१-ड
२-ब	२-क	१२- ब	२-अ	२-अ	२-क
३-अ	३-ड	१३-ब	३-ब	३-ब	३-ब
४- ब	४-क	१५-ब	४-अ	४-अ	४-ब
५-अ	५-अ	१६-ड	५-क	५-अ	--
६-ड	६-ब	१७-ब	६-ब	६-ब	--
७- क	७-अ	१८-अ	७-क	७-ब	--
९-क	८-क	१९-क	८-अ	८-क	--
१०-क	९-ब	--	९-क	९-अ	--
--	१०-क	--	१०-क	१०-ब	--

३.१३ स्वाध्यायासाठी प्रश्न :

प्रश्न : १ जोड्या जुळवा :

वायू	शेकडा प्रमाण
१. नायट्रोजन	अ. २०.९४
२. ऑक्सिजन	ब. ०.९३
३. कार्बनडाय ऑक्साईड	क. ७८.०८
४. ऑरगॉन	ड. ०.०३

पर्याय : अ. १-ड, २-अ, ३-ब, ४-क ब. १-क, २-अ, ३-ड, ४-ब

क. १-ड, २-क, ३-अ, ४-ब ड. १-क, २-ड, ३-अ, ४-ब

प्रश्न : २ खालील विधानांचे निरीक्षण करा.

१. वातावरणात सर्वात जास्त प्रमाण नायट्रोजन या वायूचे आहे.

२. वातावरणातील कार्बनडाय ऑक्साईड हा वायू ऑक्सिजनची तीव्रता कमी करतो.

अ. विधान १ आणि २ बरोबर आहेत.

ब. विधान १ चुकीचे आहे आणि विधान २ बरोबर आहे.

क. विधान १ आणि २ चुकीची आहेत.

ड. विधान १ बरोबर आहे आणि विधान २ चुकीचे आहे.

खालील विधानांचे निरीक्षण करा.

१. समुद्रसपाटीपासून १६० मीटर उंच गेल्यास हवेचे तापमान १ अंश सेल्सिअसने कमी होते.

२. जास्त उंचीवर हवेचा दाब कमी असल्यामुळे हवा प्रसरण पावते त्यामुळे उंचीनुसार तापमान कमी कमी होत जाते.

अ. विधान १ बरोबर आहे व विधान २ त्याचे कारण आहे.

ब. विधान १ बरोबर आहे व विधान २ त्याचे कारण नाही.

क. विधान १ बरोबर आहे मात्र विधान २ चूक आहे.

ड. विधान १ आणि विधान २ दोन्ही चूक आहेत.

प्रश्न : खालील पैकी वातावरणाच्या थराचा चढता अचूक क्रम कोणता आहे.

अ. तपांबर -आयनांबर -स्थितांबर - बहिर्मंडल

ब. स्थितांबर - तपांबर -आयनांबर - बहिर्मंडल

क. तपांबर -आयनांबर- बहिर्मंडल -स्थितांबर

ड. तपांबर - स्थितांबर - आयनांबर- बहिर्मंडल

खालीलपैकी कोणते/कोणती विधाने बरोबर आहेत.

१. पृथ्वीवर हवेचे एकूण सात दाबपट्टे आहेत.

२. फेरेलच्या नियमानुसार उत्तर गोलार्धात वारे आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळतात.

३. व्यापारी वारे हा ग्रहीय वाऱ्याचा प्रकार आहे.

अ. १ व ३ ब. १ व २

क. १, २ आणि ३ ड. फक्त १

जोड्या जुळवा

क्रिया	वातावरणीय प्रक्रिया -
१. बाष्पीभवन	अ. बर्फाचे रुपांतर वाफेत
२. सांद्रीभवन	ब. पाण्याचे रुपांतर बाष्पात होणे
३. संप्लवन	क. बाष्पाचे रुपांतर हिमकणात
४. दहीवर	ड. बाष्पाचे रुपांतर पाण्यात
अ. १-ड, २-अ, ३-ब, ४-क	ब. १-ब, २- अ, ३-ड, ४-क
क. १-ब, २-ड, ३-अ, ४-क	ड. १-ब, २-ड , ३-क, ४-अ

टिपा लिहा.

१. वातावरणाचे घटक

२. वातावरणाची संरचना / थर

३. तापमानाचे क्षितिजसमांतर वितरण

४. हवेच्या दाब वितरणावर परिणाम करणारे घटक

५. तापमानाची विपरीतता

६. तापमानाचे उभे वितरण

दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. सौरशक्ती म्हणजे काय ते सांगून सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक स्पष्ट करा?

२. तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक लिहा.

३. पृथ्वीवरील वायूभार पट्टे सांगून त्यांची निर्मिती प्रक्रिया थोडक्यात लिहा.

४. ग्रहीय वाऱ्याचे सविस्तर वर्णन करा.

५. वृष्टीची विविध रूपे स्पष्ट करा.

६. पर्जन्याचे प्रकारांचे वर्णन करा.

संदर्भ :

१. Berry, R. J. and Chorley, P. J. (1998) : Atmosphere, wheather and climate, Routeledge Londan and New York.

२. दाते, सु. प्र. आणि दाते, संजीवनी (१९९५) : प्राकृतिक भूगोल, विद्या प्रकाशन, नागपूर.

३. घारपूरे, विठ्ठल (२००४) : हवामानशास्त्र, पिंपळापूरे प्रकाशन, नागपूर.

४. केचे, सवदी (१९९६) : भूमिस्वरुपे, निराली प्रकाशन, पुणे.

५. खतीब के. ए. (२००८) : प्राकृतिक भूगोल, संजोग प्रकाशन, कोल्हापूर.

६. कोलते, के. टी., पुराणिक, एम. जी. आणि कुबडे, सुमती (१९९१): हवामानशास्त्र व सागर विज्ञान, विद्या प्रकाशन, नागपूर.

७. Majid Hussain (2001): Principals of Physical Geography, Rawat Publication, Jaipur.

८. पवार, सी. टी., आडसूळ, इत्यादी : प्राकृतिक भूविज्ञान, सप्रेम प्रकाशन, कोल्हापूर.

९. सारंग, सुभाषचंद्र : प्राकृतिक भूविज्ञान, विद्या प्रकाशन, नागपूर

१०. सवदी, कोळेकर (२००४) : प्राकृतिक भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.

११. Singh Savindar (1998) : Physical Geography, Prayag Publication, Alahabad

१२. तावडे, मो. द. : प्राकृतिक भूविज्ञान, म. वि. ग्रंथ. नि. मंडळ, नागपूर.

१३. Triwartha, G. T. (1980) : An Indoducton to climate, Tata Mc. Graw Hill, New York.

❑❑❑

घटक क्र. – ४

प्रात्यक्षिक – तात्विक

(Practical - Only Theory)

४.० उद्दिष्टे

४.१ प्रस्तावना

४.२ विषय विवेचन

४.२.१ वातावरणीय माहितीचे स्रोत: भारतीय हवामान विभाग, AccuWeather, Windy

४.२.२ वातपुष्प / तारासदृश्य आकृती

४.२.३ तापमान - आर्द्रतादर्शक आलेख/क्लायमोग्राफ

४.२.४ चिकित्सक अभ्यास: भूस्खलन/रस्ते खड्डे किंवा आपल्या स्थानातील ताज्या घटना

४.३ सारांश

४.४ स्वयंअध्ययन प्रश्न व उत्तरे

४.५ सरावासाठी स्वाध्याय

४.६. संदर्भग्रंथ सूची

४.० उद्दिष्टे:

या घटकाच्या अभ्यासातून विद्यार्थ्यांना पुढील उद्दिष्टे साध्य करता येतील:

* विद्यार्थ्यांना वातावरणीय माहितीचे प्रमुख स्रोत ओळखता येतील आणि त्यांच्या कार्यप्रणाली समजून घेता येईल.
* विद्यार्थ्यांना वातपुष्पाची रचना आणि उपयोग कसे करावेत हे शिकता येईल.
* तापमान - आर्द्रतादर्शक आलेखाच्या मदतीने वातावरणीय माहितीचे विश्लेषण कसे करावे हे शिकता येईल.
* स्थानिक ताज्या घटनांचे चिकित्सक विश्लेषण करून त्यांच्या कारणांची आणि परिणामांची ओळख करता येईल.

४.१ प्रस्तावना:

प्राकृतिक भूगोलातील अध्ययनात वातावरणीय माहितीच्या स्रोतांची भूमिका अत्यंत महत्त्वाची आहे. भारतीय हवामान विभाग, AccuWeather आणि Windy यासारख्या प्रमुख स्रोतांच्या माध्यमातून हवामानाच्या विविध अंगांची माहिती प्राप्त करता येते. भारतीय हवामान विभाग, आपल्या देशातील हवामानाचे निरीक्षण, माहिती संकलन आणि अंदाजासाठी आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करते. AccuWeather आणि Windy

यांसारखे आंतरराष्ट्रीय प्लॅटफॉर्म्स जागतिक आणि स्थानिक हवामान घटकांची माहिती प्रदान करतात.

वातपुष्प या आकृतींच्या माध्यमातून तापमान, आर्द्रता आणि इतर हवामान घटकांचे स्वरूप समजून घेता येते. तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखांचे अध्ययन करून विद्यार्थ्यांना विविध स्थळांच्या हवामानाच्या प्रकारांची तुलना करण्याची क्षमता प्राप्त होते. यामुळे स्थानिक आणि क्षेत्रीय हवामानातील बदल समजून घेणे सुलभ होते.

भूस्खलन, रस्ते खड्डे किंवा अन्य स्थानिक ताज्या घटनांचे चिकित्सक विश्लेषण, भूगोलाच्या शिक्षणात एक व्यावहारिक दृष्टिकोन प्रदान करते. हे अभ्यास स्थानिक भूगोलाच्या संदर्भात ताज्या घटनांचा अभ्यास करून विद्यार्थ्यांना प्रत्यक्ष विश्वातील समस्यांचे समाधान शोधण्यास मदत करतात.

या सर्व घटकांच्या अभ्यासामुळे विद्यार्थ्यांना वातावरणीय माहितीच्या विविध स्रोतांचा वापर करून निसर्गातील बदल आणि त्यांचे परिणाम समजून घेता येतात, जे त्यांच्या भूगोलाच्या ज्ञानात एक महत्त्वपूर्ण योगदान देते.

४.२ विषय विवेचन:

४.२.१ वातावरणीय माहितीचे स्रोत: भारतीय हवामान विभाग, AccuWeather, Windy

हवामान माहितीचे स्रोत विविध तंत्रज्ञानाचा वापर करून हवामानाच्या स्थितीचा अचूक अंदाज देण्याचा प्रयत्न करतात. यामध्ये भारतीय हवामान विभाग (IMD), AccuWeather आणि Windy यांचा समावेश आहे. प्रत्येक संस्था किंवा प्लॅटफॉर्म आपल्या विशेष तंत्रज्ञान आणि दृष्टिकोनाचा वापर करून हवामानाची माहिती संकलित करतात आणि विविध क्षेत्रांमध्ये त्याचा उपयोग करतात.

४.२.१.१ भारतीय हवामान विभाग (India Meteorological Department - IMD):

१८७५ मध्ये भारत सरकारने भारतीय हवामान विभागाची स्थापना केली आणि देशातील सर्व हवामानविषयक कामकाज एका केंद्रीय प्राधिकरणाच्या अखत्यारित आले. १८८९ मध्ये सर जॉन इलियट यांची पहिले वेधशाळा महासंचालक म्हणून कलकत्ता येथील मुख्यालयात नियुक्ती झाली. कालांतराने मुख्यालयाचे स्थलांतर शिमला, नंतर पूना (आताचे पुणे) आणि शेवटी नवी दिल्ली येथे झाले.

१८७५ मध्ये सुरू झालेल्या छोट्या प्रवासातून भारतीय हवामान विभागाने हवामान निरीक्षण, संपर्क, अंदाज आणि हवामान सेवांसाठी पायाभूत सुविधा सातत्याने वाढवल्या आहेत आणि त्याचबरोबर वैज्ञानिक क्षेत्रातही महत्त्वपूर्ण प्रगती केली आहे. भारतीय हवामान विभागाने नेहमीच आधुनिक तंत्रज्ञानाचा अवलंब केला आहे. भारत हा आपल्या भागातील सतत हवामान निरीक्षणासाठी आणि विशेषतः चक्रीवादळाच्या इशाऱ्यांसाठी 'INSAT' नावाचा स्वतःचा भूस्थिर उपग्रह असणारा पहिला विकसनशील देश ठरला आहे.

भारतीय हवामान विभागाने आपल्या १४० वर्षांच्या इतिहासात सतत नवीन क्षेत्रांमध्ये प्रवेश केला आहे तसेच हवामानशास्त्र आणि वातावरण विज्ञानाच्या वाढीस प्रोत्साहन दिले आहे.

भारतीय हवामान विभागाची प्रमुख कार्ये:

भारतीय हवामान विभागाची प्रमुख कार्ये पुढीलप्रमाणे आहेत.

अ) माहिती प्रदान करणे: हवामानविषयक माहिती एकत्र करून कृषि, सिंचन, शिपिंग, विमानचालन, तेल अन्वेषण यांसारख्या हवामानावर अवलंबून असलेल्या क्रिया कल्पासाठी माहिती प्रदान करणे.

ब) चेतावणी देणे: उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळे, धुळीची वादळे, अतिवृष्टी, बर्फवृष्टी, थंडी आणि उष्णतेच्या लाटांसारख्या हवामानाच्या घटनांपासून जीवित आणि वित्त हानीची संभाव्यता लक्षात घेऊन चेतावणी देणे.

क) हवामान सांख्यिकी प्रदान करणे: कृषि, जलस्रोत व्यवस्थापन, उद्योग, तेल अन्वेषण आणि इतर राष्ट्रीय विकासकामांसाठी आवश्यक हवामान सांख्यिकीय माहिती उपलब्ध करणे.

ड) संशोधन आणि विस्तार: हवामानशास्त्र आणि संबंधित क्षेत्रांमध्ये संशोधन करून त्याच्या ज्ञानाचा विस्तार करणे.

※ भारतीय हवामान विभागाचे माहितीचे स्रोत:

भारतीय हवामान विभागाचे प्रमुख माहिती स्रोत खालीलप्रमाणे आहेत:

अ) हवामान निरीक्षण केंद्रे (Weather Observation Stations)**:** संपूर्ण भारतभरात विविध राज्यातील प्रदेशांत स्थापन केलेली सुमारे ५००० पेक्षा जास्त हवामान निरीक्षण केंद्रे आहेत. या निरीक्षण केंद्रामार्फत तापमान, वारा दिशा व वेग, आर्द्रता, पर्जन्यमान आणि इतर हवामान घटकांची नियमित नोंद घेतली जाते.

ब) उपग्रह (Satellites)**:** हवामान विषयक माहिती गोळा करण्यासाठी भारतीय हवामान विभाग INSAT आणि METSAT सारख्या उपग्रहांद्वारे हवामानाचे निरीक्षण केले जाते. उपग्रहांमुळे ढगांची हालचाल, वादळांची निर्मिती, पाऊस आणि इतर वातावरणीय घटकांचे दूरवरून निरीक्षण करता येते.

क) डॉपलर रडार प्रणाली (Doppler Radar Systems) **:** भारतीय हवामान विभागाच्या डॉपलर रडार नेटवर्कद्वारे भारतातील विविध भागांमध्ये पाऊस, वादळे, गारपीट आणि वाऱ्याच्या गतीचे निरीक्षण केले जाते.

ड)स्वयंचलित हवामान केंद्रे (Automated Weather Stations - AWS)**:** भारतीय हवामान विभागाकडे अनेक स्वयंचलित हवामान केंद्रे असून त्याद्वारे तापमान, पर्जन्यमान, वारा आणि इतर हवामान घटकांची स्वयंचलित नोंद ठेवली जाते.

इ) **क्लायमेटोलॉजी डाटा बँक** (Climatology Data Bank)**:** भारतीय हवामान विभागाकडे दीर्घकालीन हवामानाच्या माहितीचा संग्रह असून विविध संशोधन आणि हवामान विश्लेषणासाठी वापरला जातो.

ई) हवामान अंदाज मॉडेल्स (Weather Forecasting Models)**:** भारतीय हवामान विभाग आधुनिक संगणकीय मॉडेल्सचा वापर करून तापमान, पाऊस, वादळे आणि पूर यासारख्या हवामान घटकांचे अल्प आणि दीर्घकालीन अंदाज तयार केले जातात.

४.२.१.२ AccuWeather :

AccuWeather हे हवामान अंदाज वर्तवणारी एक अग्रगण्य जगप्रसिद्ध कंपनी आहे. १९६२ मध्ये डॉ. जोएल एन. मायर्स (Dr. Joel N. Myers) यांनी पेन्सिल्वेनिया येथे याची स्थापना केली. AccuWeather हे हवामानाच्या अचूक अंदाजासाठी प्रसिद्ध आहे. हवामानाच्या परिणामांवर आधारित महत्त्वाचे निर्णय घेण्यास लोकांना आणि व्यवसायांना मदत करतात. AccuWeather तज्ज्ञांच्या टीममध्ये १०० पेक्षा जास्त हवामानशास्त्रज्ञ, डिझायनर्स, लेखक आणि विकासक यांचा समावेश आहे जे हवामानाचे अंदाज आणि इशारे तयार करण्यात योगदान देतात. AccuWeather चे अंदाज जगभरातील प्रत्येक ठिकाणासाठी अचूक असतात. वादळ, पूर किंवा हिमवृष्टी यांसारख्या घटनांचा विविध ठिकाणांवर होणारा परिणाम वेगळा असू शकतो आणि AccuWeather हे परिणाम व्यवस्थित समजून सांगते. AccuWeather चे उद्दिष्ट लोकांचे जीवन सोपे, सुरक्षित आणि चांगले करणे हेच आहे.

❊ AccuWeather चे प्रमुख माहितीचे स्रोत:

AccuWeather चे प्रमुख माहिती स्रोत खालीलप्रमाणे आहेत:

अ) **उपग्रह आणि रडार प्रणाली:** AccuWeather विविध भू-स्थित उपग्रहांद्वारे वातावरणातील पर्जन्यमान, वादळे, ढगांची स्थिती, वाऱ्याची दिशा आणि गती यांची माहिती संकलित करते. रडार प्रणालीचा उपयोग प्रामुख्याने स्थानिक हवामान बदलांचा अंदाज घेण्यासाठी केला जातो.

ब) **आधुनिक अल्गोरिदम आणि डेटा मॉडेल्स:** हवामानाचा अचूक अंदाज देण्यासाठी AccuWeather प्रगत डेटा मॉडेल्स आणि अल्गोरिदमचा वापर करते.

क) **तज्ञ हवामानशास्त्रज्ञांचे निरीक्षण:** AccuWeather मध्ये तज्ञ हवामानशास्त्रज्ञांची टीम असून वेगवेगळ्या मॉडेल्समधील डेटा आणि उपग्रहांच्या निरीक्षणांचे विश्लेषण करते. ते हवामानातील सूक्ष्म बदलांचे सखोल निरीक्षण करून अचूक हवामान अंदाज तयार करतात.

ड) **विविध स्रोतांमधून गोळा केलेला डेटा:** हवामानाचे स्थानिक बदल समजण्यासाठी AccuWeather स्थानिक हवामान केंद्र, सरकारी संस्था आणि आंतरराष्ट्रीय हवामान संस्थांकडून डेटा गोळा करते.

AccuWeather हे एक अत्याधुनिक हवामान विषयक माहिती पुरवणारा एक महत्वपूर्ण प्लॅटफॉर्म आहे. AccuWeather उपग्रह आणि रडार प्रणालींचा वापर करून विविध हवामान घटकांचे अचूक निरीक्षण करते. दीर्घकालीन हवामान अंदाज आणि आधुनिक डेटा मॉडेल्सच्या तंत्रज्ञानामुळे सर्वसामान्य नागरिक, उद्योग, शेतकरी आणि आपत्ती व्यवस्थापन अशा विविध क्षेत्रात AccuWeather ने महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त केलेले आहे.

४.२.१.३ Windy:

२०१४ मध्ये स्थापन झालेले Windy हे एक हवामान विषयक माहिती पुरविणारे अत्याधुनिक डिजिटल प्लॅटफॉर्म आहे. Windy चे निर्माते आयव्हो (Ivo) आहेत. आयव्हो एक काइट सर्फर, हेलिकॉप्टर पायलट आणि जेट पायलट असून हवामानाचे भाकीत करणे, वाऱ्याचे व लाटांचे निरीक्षण करणे आणि पावसाच्या परिस्थितीचा अभ्यास करणे हे त्यांच्या आवडीचे कार्य आहे. Windy चे मुख्य उद्दिष्ट म्हणजे जगभरात सर्वोत्तम हवामान भाकीत सेवा प्रदान करणे.

⁕ Windy चा इतिहास:

विंडीची सुरुवात २०१४ मध्ये झाली. आयव्होने आपली आवड आणि प्रोग्रामिंगची माहिती वापरून Windyty.com सुरू केले. हा प्लॅटफॉर्म Meteoblue आणि Earth प्रोजेक्टपासून प्रेरित होते, जे वाऱ्याचे कण एका गोलावर दाखवत होते. यानंतर, आयव्होने कोड पुन्हा लिहून आणि Meteoblue सोबत भागीदारी करून Windy तयार केली. २०१५ मध्ये त्यांनी GFS (Global Forecast System) आणि NEMS (Numerical Weather Prediction Model) या भाकीत मॉडेल्सचा वापर सुरू केला. २०१६ मध्ये Android आणि iOS साठी मोबाइल ॲप्स लॉन्च करण्यात आले. Windy ने ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) मॉडेलचा वापर सुरू केला, जो जगातील सर्वात अचूक हवामान भाकीत मॉडेल मानला जातो. Windyty चे नाव बदलून Windytv ठेवण्यात आले. २०१७ मध्ये Windytv या नावाचे पुनरावलोकन करून Windy (www.windy.com) म्हणून बदल करण्यात आले. Windy हरिकेन चक्रीवादळाच्यावेळी सरकारे, संस्था आणि व्यक्तींसाठी हवामानाच्या माहितीचा प्रमुख स्त्रोत बनला, ज्यामुळे अनेक जीव वाचले. २०१८ मध्ये windy ने युरोपियन वेदर रडार, थंडरस्टॉर्मचे भाकीत आणि इतर महत्त्वाच्या सुविधा लॉन्च केल्या. त्यामुळे वापरकर्त्यांना अधिक अचूक हवामान अंदाज प्राप्त होऊ लागले. २०१९ मध्ये नवीन सॅटेलाइट ओव्हरले, रूट प्लॅनर, Windy Maps ॲप्स आणि रिअलिटी वर्सेस फोरकास्ट फीचर सुरू करण्यात आले. याशिवाय, webcams.travel आणि lookr.com वेबसाइट्सना Windy मध्ये समाविष्ट करण्यात आल्या. त्यामुळे वापरकर्त्यांना विविध हवामान संबंधी माहिती एकाच ठिकाणी मिळू लागली. २०२० मध्ये एअर क्वालिटी ओव्हरले, ऑप्टिकल फ्लो आणि सॅटेलाइट लेयरच्या सुधारणा करण्यात आल्या. Windy Premium वापरकर्त्यांसाठी दिवसातून ४ वेळा अद्ययावत केलेला १ तासाचा अंदाज डेटा उपलब्ध झाला. २०२१ मध्ये दोन नवीन ICON पूर्वानुमान मॉडेल्स - ICON-D2 (मध्य आणि पश्चिम युरोपसाठी स्थानिक कव्हरेज) आणि ICON Global (जागतिक कव्हरेज) एकत्रित केले. वायू गुणवत्ता मॉनिटरींगसाठी हजारो नवीन स्टेशन्स जोडले. दुष्काळ मॉनिटरिंगसाठी मृदा आर्द्रता, दुष्काळाची तीव्रता आणि जागतिक दुष्काळाचे निरीक्षण या नवीन लेयर्स जोडल्या. याशिवाय windy Apple watch ॲप सादर केले. २०२२ मध्ये रेडिओक्टिव्हिटी सेट, HRRR (अमेरिकेसाठी स्थानिक मॉडेल्स) आणि ACCESS (ऑस्ट्रेलियासाठी मॉडेल) तयार केले. युक्रेनमधील पर्यावरणीय डेटा स्त्रोतांचे विस्तृत स्पेक्ट्रम करून वापरकर्त्यांना उपलब्ध करून दिले. iOS16 साठी LockScreen विड्जेट्सची सुविधा सुरू करण्यात आली, ज्यामुळे वापरकर्त्यांना त्यांच्या फोनच्या लॉक स्क्रीनवर हवामान माहिती सहज प्राप्त होऊ शकते. याशिवाय फेसबुक, एप्पल आणि गुगलच्या लॉगिन माहितीचा वापर करून सामाजिक लॉगिन पर्याय उपलब्ध करून देण्यात आला, ज्यामुळे वापरकर्त्यांना लॉगिन प्रक्रिया अधिक सोपी झाली.

⁕ Windy प्लॅटफॉर्मवरील हवामान आणि पर्यावरणीय घटकांचा अभ्यास:

Windy प्लॅटफॉर्मवर वारा, पर्जन्यमान, तापमान, आर्द्रता, वादळे आणि समुद्रातील लाटा यांसारख्या हवामान घटकांचा सखोल अभ्यास केला जातो. याशिवाय, वायू गुणवत्ता, सूर्यप्रकाश, UV निर्देशांक, जमिनीतील ओलावा आणि समुद्राचे प्रवाह अशा पर्यावरणीय घटकांचे देखील सजीव नकाशांद्वारे सादरीकरण केले जाते. Windy हे हवामान आणि पर्यावरणीय घटकांचे विस्तृत चित्रण करून त्याचा अभ्यास करण्यासाठी एक महत्त्वाचे प्लॅटफॉर्म आहे.

⁎ वातावरणीय माहितीचे महत्त्व:

भारतीय हवामान विभाग, AccuWeather आणि Windy कडून मिळणाऱ्या हवामानशास्त्रीय माहितीचे विविध क्षेत्रांमध्ये महत्त्वाचे उपयोग आहेत.

अ) **शेती:** हवामान विषयक माहिती ही शेती क्षेत्रासाठी अत्यंत महत्त्वपूर्ण आहे. पावसाच्या वेळा, त्याची तीव्रता, हवामानातील बदल यांचा अंदाज घेऊन शेतकरी योग्य पिके, पाणी व्यवस्थापन आणि पिकांचे हंगामी नियोजन करू शकतात.

ब) **आपत्ती व्यवस्थापन:** हवामान अंदाजांचे चक्रीवादळ, महापूर, गारपीट आणि वादळ यांसारख्या नैसर्गिक आपत्तींमध्ये खूप महत्व आहे.

क) **जलव्यवस्थापन:** जलाशय, धरणे आणि नद्यांच्या व्यवस्थापनासाठी तसेच पावसाळ्यात पूर नियंत्रण, पाणी साठवणूक आणि योग्य पाणी व्यवस्थापन यासाठी हवामानाचे अंदाज अत्यंत महत्त्वाचे असतात.

ड) **उड्डाणसेवा:** वादळ, ढगफुटी आणि वाऱ्याच्या दिशेचे अचूक अंदाज देऊन भारतीय हवामान विभाग विमान वाहतुकीचे सुरळीत संचालन करण्यात मदत करते.

इ) **संरक्षण आणि नौदल:** देशाच्या संरक्षणात हवामानाची भूमिका खूप महत्त्वाची असते. नौदल आणि संरक्षण विभागासाठी हवामान अंदाज महत्त्वाचे असतात.

फ) **सामान्य जनता:** दैनंदिन जीवनात हवामान माहितीचा उपयोग प्रत्येक नागरिकाला होतो. पावसाळ्यातील पाऊस, गारपीट किंवा उन्हाळ्यातील तापमानाचा अंदाज घेऊन सामान्य लोक आपले नियोजन करतात.

ग) **हवामान संशोधन:** विविध वातावरणीय स्त्रोताकडुन गोळा केलेली दीर्घकालीन हवामान विषयक माहिती संशोधनासाठी वापरली जाते. या अभ्यासाद्वारे पर्यावरणीय धोरणे तयार करण्यास मदत मिळते.

भारतीय हवामान विभाग, AccuWeather आणि Windy या तीन प्रमुख स्रोतांच्या माहितीचा वापर विविध क्षेत्रांमध्ये सुधारित निर्णय घेण्यासाठी आणि हवामानाशी संबंधित समस्यांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी अत्यंत महत्वाचा आहे. प्रत्येक स्रोताचे विशिष्ट फायदे आणि तंत्रज्ञान त्याच्या माहितीच्या अचूकतेवर प्रभाव पाडतात त्यामुळे वापरकर्त्यांना त्यांच्या आवश्यकतेनुसार योग्य माहिती प्राप्त करण्यास मदत मिळते.

४.२.२ **वातपुष्प/ताराकासदृश्य आकृती** (Windrose):

वातपुष्प ही हवामानशास्त्र आणि पर्यावरण शास्त्रातील एक महत्वाची आकृती आहे. वातपुष्पामध्ये वारा वाहण्याची दिशा आणि वेग यांचा आलेख काढुन वाऱ्याच्या वितरणाचा अभ्यास केला जातो. वातपुष्पाचा वापर विमानतळे, बंदरे, सागरी आणि औद्योगिक क्षेत्रांमध्ये हवामानाचे पूर्वानुमान व नियोजन करण्यासाठी केला जातो.

⁂ वातपुष्पाची व्याख्या:

वातपुष्प हा स्तंभालेखाचाच एक प्रकार असून जो विशिष्ट कालावधीत एखाद्या विशिष्ट ठिकाणाची विविध दिशांकडून वाहणाऱ्या वाऱ्याची दिशा आणि वाऱ्याच्या वेगाची वारंवारिता दर्शवितो. या आकृतीस वातपुष्प अथवा वाऱ्याची वारंवारिता (Frequency of Wind) असेही म्हणतात.

⁂ वातपुष्पाचे प्रकार:

वातपुष्पाचे साधे वातपुष्प (Simple wind rose), संयुक्त वातपुष्प (Compound wind rose) आणि अध्यारोपित वातपुष्प (Superimposed wind rose) असे प्रकार पडतात.

⁂ वातपुष्पाची निर्मिती:

वातपुष्प तयार करण्यासाठी वाऱ्याच्या दिशेची आणि वेगाची मोजणी केली जाते. वाऱ्याची दिशा मोजण्यासाठी वायुदिशादर्शक (वातकुक्कुट / wind vane) आणि वाऱ्याचा वेग मोजणीसाठी वायुवेगमापक (anemometer) ही उपकरणे वापरली जातात. वाऱ्याची दिशा आणि वेगाची आकडेवारी गोळा केली जाते आणि नंतर त्याचे विश्लेषण करून वातपुष्प तयार केले जाते.

वातपुष्प तयार करताना:

अ) एखाद्या स्थानावर विविध दिशांकडून वाहणाऱ्या वाऱ्याचे निरीक्षण केले जाते.

ब) वारा कोणत्या दिशेला किती वेळ वाहतो हे नोंदवले जाते.

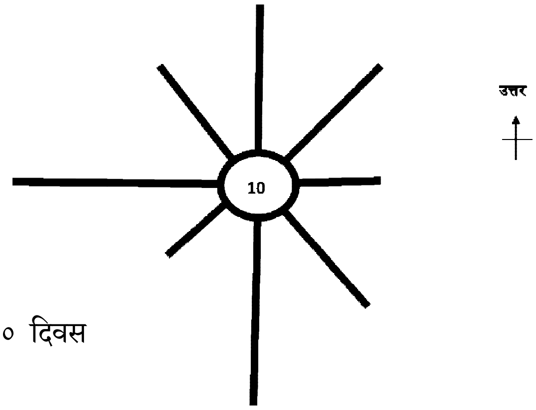
क) त्यानुसार प्रत्येक दिशेच्या वारंवारतेची टक्केवारी मोजली जाते.

ड) कंपाऊंड वातपुष्प काढवायचा असल्यास, वाऱ्याच्या वेगानुसार कमी, मध्यम, जास्त वेग असे वर्गीकरण केले जाते. प्रत्येक दिशेवर वाऱ्याचा वेग दर्शविण्यासाठी वाऱ्याच्या वेगानुसार रेषा जाडीने किंवा छायेने दर्शविले जातात.

इ) त्याच्या आधारावर एक वातपुष्प तयार होते, ज्यामध्ये दिशेनुसार वाऱ्याची वारंवारता आणि त्याचा वेग दाखवला जातो.

उदाहरण: मुंबई शहरातील वारे वाहण्याची दिशा

दिशा	उत्तर	ईशान्य	पूर्व	आग्नेय	दक्षिण	नैऋत्य	पश्चिम	वायव्य
वारंवारीता (दिवस)	१८	२६	३७	५५	११०	७३	२९	१८
वारंवारीता (%)	५.००	७.००	१०.००	१५.००	३०.००	२०.००	८.००	५.००



प्रमाण – १ सें. मी. : १० दिवस

आकृती ४.१ : वातपुष्प – कोल्हापूर शहर २०२३

⁂ वातपुष्पाचे विश्लेषण:

वातपुष्पाचे विश्लेषण करताना, वाऱ्याच्या दिशेचे, वारंवारतेचे आणि वेगाचे निरीक्षण केले जाते. यातून खालील गोष्टी समजतात:

अ) वारा कोणत्या दिशेने अधिक वेळ वाहतो.

ब) वाऱ्याचा वेग कोणत्या दिशेला जास्त असतो.

क) विशिष्ट काळात वारा कोणत्या दिशांना जास्त सक्रिय असतो.

⁂ वातपुष्पाचा उपयोग:

पर्यावरण, नागरी नियोजनांपासून ते हवाई वाहतूक आणि अक्षय ऊर्जा प्रकल्पांपर्यंतच्या अनुप्रयोगांसाठी वातपुष्प महत्त्वपूर्ण आहे. वातपुष्पाच्या वापराचे काही प्रमुख उपयोग खालीलप्रमाणे आहेत:

अ) हवामान: वातपुष्पामुळे विशिष्ट क्षेत्रांमध्ये वाऱ्याचे स्वरूप आणि हवामानाचे विश्लेषण करता येते. वाऱ्याच्या पॅटर्नच्या बदलांद्वारे हवामानातील बदल समजून घेता येतात.

ब) पारिस्थितिकी: वातपुष्पाचा उपयोग वनस्पतींच्या आणि प्राण्यांच्या वितरणाचे विश्लेषण करण्यासाठी केला जातो. वाऱ्याची दिशा आणि वेग वनस्पतींच्या बीजांची पसरवणूक आणि प्राण्यांच्या स्थलांतरणावर प्रभाव टाकू शकतात.

क) पर्यावरण: वाऱ्याच्या दिशेचा अभ्यास करून प्रदूषकांचे वायू, धूळ आणि इतर अपशिष्ट कशाप्रकारे फैलत आहे हे लक्षात घेतले जाते. यामुळे प्रदूषण नियंत्रण उपाय योजना विकसित करून प्रभावित क्षेत्रांमध्ये आवश्यक सुधारणा सुचवता येतात. याशिवाय हवा प्रदूषणाचे स्रोत आणि वाऱ्याच्या फैलावाच्या मार्गांचे विश्लेषण करण्यासाठी वातपुष्पाचा उपयोग केला जातो, जेणेकरून लोकांच्या आरोग्यावर होणाऱ्या संभाव्य परिणामांचे मूल्यांकन करता येते.

ड) कृषी आणि पीक व्यवस्थापन: वातपुष्पाच्या आधारे पिकांच्या आणि वनस्पतींच्या संरक्षणासाठी योग्य उपाययोजना सुचवता येतात. याशिवाय कृषी व्यवस्थापनात पिकांचे संरक्षण आणि उपयुक्ततेसाठी देखील वातपुष्पाचा उपयोग केला जातो.

इ) नागरी नियोजन: इमारतींच्या डिझाइनमध्ये वाऱ्याच्या दिशांचे विश्लेषण महत्त्वाचे असते. वातपुष्पाच्या आधारे इमारतींच्या उभारणीसाठी इष्टतम स्थान आणि इमारतीच्या स्थापत्याचा वेग नियंत्रित करण्यास मदत केली जाते.

ई) अक्षय ऊर्जा: वाऱ्याची दिशा आणि वेगाचा अभ्यास करून पवनचक्की स्थापनेसाठी योग्य जागेची निवड करता येतो.

फ) नौदल आणि हवाई क्षेत्रातील वापर: नौदल आणि हवाई क्षेत्रातील पायलट्स व जहाज चालकांसाठी वाऱ्याची दिशा आणि वेग समजून घेण्यासाठी वातपुष्पाचा वापर केला जातो, जेणेकरून त्यांना त्यांच्या मार्गाचे नियोजन करण्यात मदत होते.

ग) सामुद्रिक अभ्यास: वातपुष्पाचा वापर समुद्रात वाऱ्याच्या दिशांचे विश्लेषण करण्यासाठी केला जातो, ज्यामुळे जलपरिवहन आणि मच्छिमारीच्या धोरणांमध्ये सुधारणा करता येते.

ह) अध्यापन आणि संशोधन: वातपुष्पाचा वापर विविध शैक्षणिक आणि संशोधनात्मक उद्देशांसाठी केला जातो, जसे की वाऱ्याच्या पॅटर्नचे विश्लेषण, हवामानातील बदल समजून घेणे इत्यादी.

⁂ वातपुष्पाच्या मर्यादा:

वातपुष्पाच्या खालील काही मर्यादा असू शकतात:

अ) मर्यादित आकडेवारी: वातपुष्प तयार करण्यासाठी वाऱ्याच्या दीर्घकालीन निरीक्षणाची आवश्यकता असते. कमी काळासाठी मिळालेली आकडेवारी नेहमीच अचूक नसते. शिवाय आकडेवारी गोळा करण्यासाठी साधने आणि योग्य निरीक्षणे आवश्यक आहेत.

ब) दिशेचे बदल: वाऱ्याच्या दिशेचे लहान आणि तात्पुरते बदल कधी-कधी वातपुष्पात प्रतिबिंबित होत नाहीत.

क) वाऱ्याचा वेग: वातपुष्प मुख्यतः वाऱ्याच्या दिशेवर केंद्रित असते. वाऱ्याच्या वेगाच्या सर्वच स्तरांचा त्यामध्ये स्पष्टपणे समावेश होतो असे नाही.

४.२.३ तापमान – आर्द्रतादर्शक आलेख/क्लायमोग्राफ (Climograph)

तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख ही हवामानशास्त्रातील एक महत्त्वपूर्ण आकृती असून विशिष्ट ठिकाणाचे तापमान, आर्द्रता, पर्जन्यमान हे हवामानाचे विविध घटक आलेखात दाखवले जातात. तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखाचा वापर हवामानाच्या बदलत्या स्वरूपाचे निरीक्षण करण्यासाठी, विविध हवामानाच्या क्षेत्रांचे तुलनात्मक विश्लेषण करण्यासाठी तसेच मानवी जीवनावर हवामानाचा प्रभाव तपासण्यासाठी केला जातो. संशोधकांनी विविध प्रकारचे आलेख तयार करून हवामानाचे स्वरूप आणि मानवी क्रियाकलापांवरील त्याचा परिणाम समजावून घेण्याचा प्रयत्न केला आहे.

⁂ तापमान – आर्द्रतादर्शक आलेखाची व्याख्या:

तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख म्हणजे ज्यामध्ये कोणत्याही ठिकाणाच्या हवामानाशी संबंधित विविध घटक एकत्रितपणे आलेखामध्ये दाखवले जातात. हा आलेख विशिष्ट ठिकाणाच्या हवामानाचे सामान्य स्वरूप दर्शवण्यासाठी तयार केला जातो.

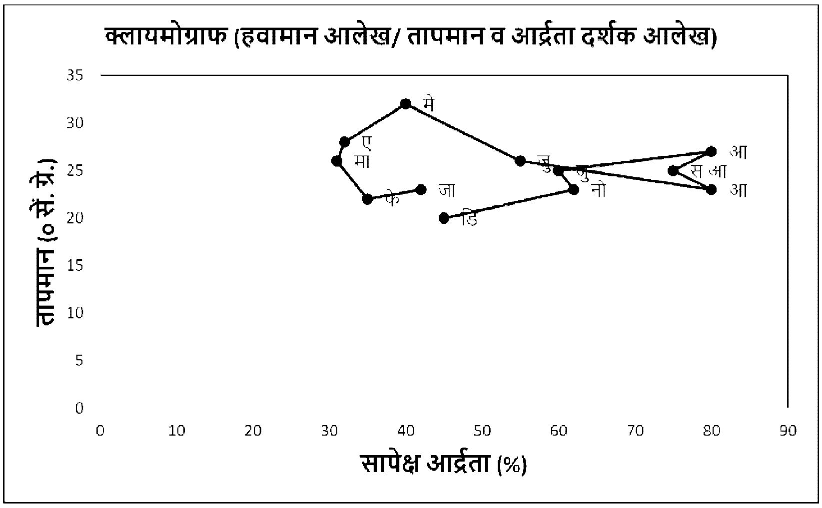
तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखामध्ये एका विशिष्ट स्थानाचे सरासरी मासिक तापमान उर्ध्वाधर (य) अक्षावर (ordinate) व सापेक्ष आर्द्रता क्षितिज (क्ष) अक्षावर (abscissa) दाखवले जाते. यालाच तापमान -आर्द्रतादर्शक आलेख असे म्हणतात.

तापमान – आर्द्रतादर्शक आलेख काढण्याची पद्धत :

तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख काढण्यासाठी सर्वप्रथम ज्या ठिकाणाचा आलेख तयार करावयाचा आहे त्या ठिकाणचे वर्षभरातील मासिक सरासरी तापमान व आर्द्रता(टक्केवारी) यांची आकडेवारी उपलब्ध करावी लागते. आलेख कागदाच्या आडव्या 'क्ष' सापेक्ष आर्द्रता तर 'य' अक्षावर मासिक सरासरी तापमान दर्शविले जाते. यासाठी सर्वप्रथम आकडेवारीच्या अनुषंगाने तापमान व आर्द्रता यासाठी स्वतंत्रपणे प्रमाण निवडावे. त्यानंतर प्रत्येक महिन्याचा सापेक्ष आर्द्रता व तापमान यांचा बिंदू जेथे येईल त्या ठिकाणी त्या महिन्याचे आद्याक्षर लिहावे. या प्रमाणे बारा महिन्याचे बारा बिंदू आपणास आलेख कागदावर मिळतील. हे सर्व बिंदू महिन्याच्या क्रमाने रेषेने जोडून घ्यावेत. शेवटी डिसेंबर महिन्याचा बिंदू जानेवारी महिन्याच्या बिंदुला एका रेषेने जोडून घ्यावा. अशा रीतीने आपणास आलेख कागदावर १२ बाजूंची आकृती तयार झालेली दिसून येईल. त्यास मुख्य व उपशिर्षक देण्यात यावे. आलेखाचे प्रमाण त्यावर नोंद करावे. आकृतीच्या त्या त्या भागातील तापमान आणि सापेक्ष आर्द्रता यांच्या प्रमाणानुसार हवेची जी सर्वसामान्य स्थिती असेल तिचा उल्लेख आकृतीच्या त्या बाजूस केला जातो.

उदाहरण: मुंबई शहराचा तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Wet Bulb Temperature (AmoC)	२०	२१	२४	२५	२६	२७	२६	२६	२६	२५	२३	२१
Relative Humidity (%)	६०	६५	७०	७५	८०	८५	९०	९०	८५	८०	७०	६५



आकृती ४.२ सांगली शहराचे तापमान व सापेक्ष आर्द्रता – २०२३

⁂ तापमान – आर्द्रतादर्शक आलेखाचे उपयोग:

तापमान –आर्द्रतादर्शक आलेखाचे प्रमुख उपयोग पुढीलप्रमाणे आहेत:

अ) **हवामान विश्लेषण:** तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाद्वारे तापमान आणि आर्द्रता यांच्या बदलाचा मागोवा घेऊन, त्या क्षेत्रातील वर्षभरातील हवामानाची स्थिती समजून घेता येते.

ब) **मानवी क्रियाकलापांवर परिणाम:** हवामानाचा शेती, उद्योग आणि इतर मानवी क्रियाकलापांवर होणारा परिणाम जाणून घेण्यासाठी तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाचा वापर केला जातो.

क) **कृषी आणि जलव्यवस्थापन:** तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाचा उपयोग पिकांच्या वाढीसाठी आवश्यक असलेल्या हवामान परिस्थितीचे विश्लेषण करण्यासाठी केला जातो. हवामानानुसार सिंचनाची आवश्यकता किंवा पिकांच्या उत्पादनात होणारे बदल याचा अंदाज लावता येतो.

ड) **मानवी आराम क्षेत्र (Human Comfort Zones):** तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाचा उपयोग मानवाच्या आराम क्षेत्राच्या (Human Comfort) अभ्यासासाठी केला जातो. ग्रिफिथ टेलर यांनी हवामान आणि मानवी आराम यांच्यातील संबंध स्पष्ट करण्यासाठी या आलेखाचा वापर केला.

हवामानाच्या अनेक घटकांचे सखोल विश्लेषण करून हवामानशास्त्र, कृषी, जलव्यवस्थापन, मानवी जीवन आणि पर्यावरणाच्या अभ्यासात तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेख अतिशय महत्त्वपूर्ण ठरतो.

⁂ तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाचे विश्लेषण:

तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाचे विश्लेषण करताना, खालील मुद्दे लक्षात घेतले जातात:

अ) **हवामानातील बदल:** आलेखामधून महिन्यानुसार तापमान आणि आर्द्रतेतील बदल स्पष्टपणे पाहता येतात.

ब) **वर्षातील विशेष ऋतू:** आलेखातून कोणत्या महिन्यात कोणत्या प्रकारचे हवामान आहे हे स्पष्ट होते.

क) **हवामान आणि मानवाचे संबंध:** आलेखाच्या आधारे हवामानाचा मानवाच्या आरोग्य आणि क्रियाकलापांवर होणारा परिणाम स्पष्ट करता येतो. काही हवामान प्रकार आरोग्यासाठी उपयुक्त असतात तर काही प्रतिकूल.

ड) **विविध हवामान प्रकारांचे तुलना:** आलेखाच्या माध्यमातून विविध भौगोलिक क्षेत्रातील हवामानाचे तुलना करता येते. यामुळे क्षेत्रातील हवामानाचे विशेषत्व समजण्यास मदत होते.

⁂ तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेखाच्या मर्यादा:

तापमान–आर्द्रतादर्शक आलेख अनेक महत्त्वाचे हवामान घटक दर्शविण्यास उपयुक्त असले तरीही काही मर्यादा आणि अडचणी त्यासोबत येतात. त्या मर्यादा पुढीलप्रमाणे आहेत:

अ) **मर्यादित घटकांचा समावेश:** या आलेखात तापमान आणि आर्द्रतेची माहिती दिली जाते परंतु वारा, सूर्यप्रकाश, ढगाळ वातावरण, वायुप्रदूषण, हवामानातील तात्पुरते बदल अशा इतर हवामान घटकांचा आलेखात समावेश नसतो.

ब) **दीर्घकालीन हवामान बदल न दर्शवणे:** तापमान – आर्द्रतादर्शक आलेखामध्ये फक्त वर्षभरातील सामान्य आकडे दिले जातात. जागतिक तापमानवाढ (Global Warming) सारखे दीर्घकालीन हवामानातील

बदल या आलेखातून दिसून येत नाहीत.

क) सामान्य स्वरूपाची माहिती: या आलेखातून मिळणारी माहिती सामान्य स्वरूपाची असते. या आलेखांमध्ये स्थानिक हवामानातील बदल, अचानक आलेले वादळ, अवकाळी पाऊस या तात्पुरत्या हवामान बदलाविषयी माहिती दर्शवीत नाही.

ड) वैज्ञानिक विश्लेषणाची आवश्यकता: तापमान - आर्द्रतादर्शक आलेखाचे सखोल विश्लेषण करण्यासाठी वैज्ञानिक माहिती आणि कौशल्य आवश्यक असते. सामान्य लोकांसाठी हा आलेख समजणे कठीण असू शकते.

इ) फक्त मासिक सरासरी दाखवते: हा आलेख मासिक सरासरी तापमान आणि आर्द्रतेवर आधारित असतो. दिवसातील बदल, रात्रीची तापमान स्थिती, अचानक होणारे तापमानातील घडामोडी आदी माहिती यात समाविष्ट नसते.

तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख हे हवामानाचे सामान्य स्वरूप जाणून घेण्यासाठी उपयुक्त साधन आहे. मात्र, त्यातील मर्यादा लक्षात घेऊन, अधिक विश्लेषण किंवा इतर हवामान संबंधित साधनांचा वापर करून संपूर्ण माहिती मिळवणे आवश्यक असते.

४.२.४ चिकित्सक अभ्यास: भूस्खलन/रस्ते खड्डे किंवा आपल्या स्थानातील ताज्या घटना:

भूस्खलन, रस्त्यावरील खड्डे किंवा तत्सम घटनांचा चिकित्सक अभ्यास म्हणजे स्थानिक किंवा क्षेत्रीय पातळीवर घडलेल्या नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित आपत्तींचा सखोल अभ्यास करणे, त्यांची कारणे आणि परिणाम विश्लेषित करणे तसेच सुधारणा आणि उपाययोजना सुचवणे. यामध्ये भूस्खलनाच्या किंवा रस्ते खड्ड्यांच्या पाठीमागील नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित कारणांचे विश्लेषण करून त्याचे मानवी जीवन, मालमत्ता आणि पर्यावरणावर होणारे परिणाम समजून घेतले जातात. त्यानुसार, सुधारणा आणि पुनर्वसनाच्या उपाययोजना सुचवून भविष्यातील संभाव्य घटनांचा सामना करण्यासाठी योग्य सल्ला दिला जातो.

४.२.४.१ माळीण गावातील भूस्खलन: एक चिकित्सक अभ्यास

※ प्रस्तावना:

माळीण गाव सह्याद्री पर्वताच्या उतारावर, महाराष्ट्रातील पुणे जिल्ह्यातील आंबेगाव तालुक्यात वसलेले आहे. माळीण गावचा अक्षवृत्तीय विस्तार $19^{o}10$ ते $19^{o}5$ उत्तर असून रेखावृत्तीय विस्तार $73^{o}40'$ ते $73^{o}45'$ पूर्व असा आहे. माळीण गावाचे क्षेत्रफळ ७३६ चौ. मी. आहे. माळीण गावाची समुद्रसपाटीपासूनची सरासरी उंची ८५० मी. आहे. येथे सरासरी तापमान $20^{o}C$ ते $28^{o}C$ दरम्यान असून वार्षिक पर्जन्यमान ११३३.७३ मिमी आहे.

माळीण गावातील भूस्खलन एक भयंकर नैसर्गिक आपत्ती आहे. ३० जुलै २०१४ रोजी या गावात भूस्खलन होऊन १५१ हून अधिक लोकांचा मृत्यू झाला आणि ४४ घरे या आपत्तीत नष्ट झाली. हे भूस्खलन मुख्यत्वे अतिवृष्टीमुळे झाले होते, मात्र मानवी हस्तक्षेपासह विविध कारणे या घटनेमागे कार्यरत होती. माळीण गावातील भूस्खलनाचा व्यापक परिणाम संपूर्ण गावावर झाला.

※ कारणे:

भूस्खलन होण्याची अनेक नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित कारणे होती. या कारणांचा तपशील पुढीलप्रमाणे आहे:

अ) **अतिवृष्टी:** भूस्खलनाच्या मुख्य कारणांपैकी अतिवृष्टी हे महत्त्वाचे कारण होते. २०१४ च्या पावसाळ्यात, विशेषतः २९ जुलैला, १०८ मिमी पाऊस २४ तासांत झाला होता. याशिवाय, मागील काही दिवसांमध्येही खूप पाऊस पडत होता, ज्यामुळे मातीतील पाण्याचे प्रमाण वाढून त्या मातीचे वजन वाढल्यामुळे ती खचली. एकूण ४१२.५ मिमी पाऊस फक्त जुलै महिन्यात नोंदवण्यात आला होता, ज्यामुळे उतारावरची माती सैल झाली.

ब) **मानवी हस्तक्षेप:** माळीण गावातील शेती क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणात सपाटीकरण आणि विकास योजना राबविण्यात आल्या होत्या. या योजनेतून शेतीसाठी जमीन सपाट करण्यात आली, ज्यामुळे उताराची नैसर्गिक संरचना बदलली आणि माती अस्थिर झाली. याशिवाय, मोठ्या प्रमाणात वृक्षतोड देखील झाली होती, ज्यामुळे भूभागात शोषण क्षमता कमी झाली. त्यामुळे पावसाचे पाणी मातीमध्ये अधिक खोलपर्यंत जाऊन माती खचण्यास कारणीभूत ठरले.

क) **भूशास्त्रीय कारणे:** माळीण गाव सह्याद्री पर्वताच्या उतारावर वसलेले आहे, ज्यात ५० ते ८५ अंशाचा उतार आहे. हा उतार नैसर्गिकरित्या अस्थिर होता, त्यामुळे अतिवृष्टीच्या काळात भूस्खलन होण्याची शक्यता अधिक होती.

※ परिणाम:

माळीण भूस्खलनाचे परिणाम अत्यंत विध्वंसक होते. या घटनेमुळे मानवी जीवन, मालमत्ता आणि पर्यावरणीय हानी मोठ्या प्रमाणात झाली. खालीलप्रमाणे काही प्रमुख परिणाम झाले:

अ) **जीवितहानी :** या भूस्खलनामुळे १५१ हून अधिक लोकांचा मृत्यू झाला. हे लोक झोपेत असताना भूस्खलन झाले, त्यामुळे त्यांना सुरक्षित ठिकाणी जाऊ शकण्याची संधी मिळाली नाही. या दुर्घटनेमुळे संपूर्ण गावच भूमीत गाडले गेले.

ब) **वित्त हानी :** ४४ घरे आणि त्यातील सर्व वस्तू या भूस्खलनात नष्ट झाल्या. यामुळे अनेक कुटुंबे बेघर झाली आणि त्यांची संपूर्ण जीवनशैली उध्वस्त झाली.

क) **पर्यावरणीय हानी :** भूस्खलनामुळे जंगलाचा नाश झाला आणि मातीतील पोषक घटक नष्ट झाले शिवाय जलप्रवाहातील गाळामुळे नद्यांचे प्रदूषण वाढले.

ड) **स्थलांतर आणि पुनर्वसन:** या घटनेनंतर माळीण गावातील लोकांना सुरक्षित ठिकाणी स्थलांतरित करण्यात आले. सरकारने पुनर्वसन योजना राबविण्याचा प्रयत्न केला, परंतु या प्रक्रियेत वेळ लागला आणि काही कुटुंबांना तात्पुरत्या निवाऱ्यांमध्ये रहावे लागले.

※ शिफारसी:

माळीण गावातील भूस्खलनाच्या घटनेनंतर काही महत्त्वाच्या शिफारसी पुढीलप्रमाणे करण्यात आल्या:

अ) **उताराचे व्यवस्थापन:** सह्याद्रीच्या उतारावर वसलेल्या गावांमध्ये उतार व्यवस्थापनासाठी योग्य तंत्रांचा अवलंब करणे आवश्यक आहे. भूगर्भीय परिस्थितीचा विचार करून रस्ते बांधकाम, घरांची उभारणी आणि शेती तंत्र यांचे नियोजन करणे अत्यावश्यक आहे. ज्यामुळे जमिनीचा तळाधार कमी होणार नाही याची काळजी घ्यावी लागेल.

ब) **जल व्यवस्थापन:** पावसाळ्यात पाण्याच्या प्रवाहाचे योग्य व्यवस्थापन करण्यासाठी जलसंवर्धनाच्या योजना राबविल्या पाहिजेत. उतारावरून वहात जाणारे पाणी यासाठी योग्य मार्ग निर्माण केले पाहिजेत. उतारांवरील मातीला धरून ठेवण्यासाठी झाडे लावण्यासाठी प्रयत्न केले जावेत.

क) **वृक्षारोपण:** वृक्षतोड थांबवणे आणि झाडांची लागवड करणे हे पर्यावरणीय संतुलन राखण्यासाठी अत्यंत आवश्यक आहे. ज्या ठिकाणी उतारावर मोठ्या प्रमाणात वृक्षतोड झाली आहे, तेथे योग्य पुनर्रोपण योजना राबवली पाहिजे.

ड) **शेतीत सुधारित तंत्राचा वापर:** शेतकऱ्यांनी उताराच्या भागात शेती करण्यापूर्वी तांत्रिक सल्ला घेतल्यास चुकीच्या पद्धतीने केली जाणारी शेती कमी होऊन भविष्यात होणाऱ्या आपत्ती टाळता येतील.

इ) **भूगर्भीय सर्वेक्षण:** गावांची वसाहत उभारण्यापूर्वी भूगर्भीय सर्वेक्षण करणे आवश्यक आहे. यामुळे संभाव्य भूस्खलनाच्या धोक्याचे आकलन होईल आणि आवश्यक ती सुरक्षात्मक पावले उचलता येतील.

⁂ निष्कर्ष:

माळीण गावातील भूस्खलन यावर नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित घटकांचा परिणाम होता. अतिवृष्टी, उतारांची अस्थिरता आणि मानवी हस्तक्षेप यामुळे ही दुर्घटना घडली. या घटनेनंतर स्थानिक प्रशासनाने उपाययोजना राबविल्या असल्या तरी भविष्यात अशा दुर्घटनांची पुनरावृत्ती होऊ नये यासाठी अधिक दक्षता आणि नियोजन आवश्यक आहे.

४.२.४.२ **कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंप:**

कोयना धरण क्षेत्रातील भूगर्भीय हालचाली आणि त्यांचे परिणाम महाराष्ट्राच्या सातारा जिल्ह्यातील भौगोलिक, आर्थिक आणि सामाजिक वातावरणावर दीर्घकाळ प्रभाव पाडत आहेत. १९६७ मध्ये झालेला भूकंप हा या भागातील सर्वात विनाशकारी भूकंपांपैकी एक मानला जातो. या भूकंपाचा इतिहास, कारणे, परिणाम आणि भविष्यातील उपाय योजनांची सविस्तर माहिती खाली दिली आहे.

⁂ प्रस्तावना:

कोयना धरण महाराष्ट्राच्या सातारा जिल्ह्यातील कोयना नदीवर बांधण्यात आले आहे. धरणाची क्षमता सुमारे १०५ TMC (Thousand Million Cubic Feet) आहे. १९६२ मध्ये हे धरण बांधण्यात आले. धरण बांधल्यानंतर या भागात भूगर्भीय हालचालीत वाढ झाल्याचे निदर्शनास आले. कोयना धरणामुळे या क्षेत्रात जलाशय प्रेरित भूकंप (Reservoir-induced seismicity) निर्माण होऊ लागले आहेत. कोयना धरण हे महाराष्ट्रातील मोठ्या जलविद्युत उत्पादन प्रकल्पांपैकी एक आहे परंतु या धरणामुळे भूगर्भीय हालचालींमध्ये वाढ झाली आहे.

⁂ कोयना परिसरातील भूकंपांचा इतिहास:

१९६२ मध्ये धरण बांधल्यानंतर या भागात वारंवार भूकंप होत गेले. ११ डिसेंबर १९६७ रोजी सर्वात मोठा भूकंप झाला, ज्याची तीव्रता ६.५ रिश्टर स्केल होती; या भूकंपात सुमारे १००० लोक मरण पावले आणि मोठे नुकसान झाले. यानंतर १९७३ मध्ये ५.२ रिश्टर स्केल, १९८० मध्ये ५.५ रिश्टर स्केल आणि १९९३ मध्ये ५.० रिश्टर स्केल इतक्या तीव्रतेचे भूकंप झाले. २००५ मध्ये ४.५ रिश्टर स्केल तर २०२१ आणि २०२३ मध्ये अनुक्रमे ४.२ आणि ३.९ रिश्टर स्केल आणि ऑगस्ट, २०२४ मध्ये ३.६ तीव्रतेचे भूकंप झाले. धरणामुळे जलाशय प्रेरित भूकंप होतात, ज्याचा सातारा जिल्ह्यावर दीर्घकालीन परिणाम झाला आहे.

⁂ कोयना भूकंपाची कारणे:

अ) **प्रस्तरभंग** (Faulting): कोयना धरण परिसरातील भूगर्भीय हालचालींमध्ये प्रस्तरभंग हा एक प्रमुख घटक आहे. एन. कृष्ण ब्रह्मन आणि जनार्दन जी. नियोगी, नॅशनल जिओफिजिकल रिसर्च इन्स्टिट्यूटचे वैज्ञानिक, यांनी कोयना धरणाच्या खालील डेक्कन ट्रॅप्सच्या भूगर्भात दोन प्रमुख रिफ्ट फॉल्ट्स आहेत:

कोयना रिफ्ट: कर्नाटकातील कालाडगीपासून सुरू होतो आणि सुमारे ५४० किमी अंतर कापत नाशिकच्या पश्चिमेकडे संपतो.

कुर्डुवाडी रिफ्ट: सोलापूरपासून ४० किमी दक्षिण-पश्चिमेकडे सुरू होतो आणि पुण्याच्या उत्तरेस कोयना रिफ्टशी विलीन होतो.

ही फॉल्ट्स भूगर्भीय हालचालींना कारणीभूत ठरतात, ज्यामुळे भूगर्भात तणाव वाढतो आणि भूकंप घडतात.

आ) जलिय दाब (Hydrostatic Pressure)**:** धरणातील पाण्याची पातळी आणि भूकंप यांचा जवळचा संबंध आढळून आला आहे. पाण्याच्या पातळीतील वाढ हायड्रोस्टॅटिक दाब वाढवते, ज्यामुळे भूगर्भातील ताण वाढतो. १९६७ च्या भूकंपाची तीव्रता धरणातील पाण्याच्या पातळीशी संबंधित होती. धरणाच्या जलाशयातील पाण्याच्या पातळीत अचानक बदल होणे हे भूकंपाचे एक महत्त्वाचे कारण आहे.

⁂ कोयना भूकंपाचे परिणाम:

अ) **जीवित हानी:** १९६७ मध्ये झालेल्या ६.५ रिश्टर स्केलच्या भूकंपात सुमारे १००० लोकांचा मृत्यू झाला आणि २०६३ जखमी झाले. या भूकंपामुळे अनेक घरांचे आणि इमारतींचे नुकसान झाले आणि सुमारे १०,००० लोक बेघर झाले.

ब) वित्त हानी: या भूकंपात शहरे, गावे, पूल आणि रस्ते मोठ्या प्रमाणावर उद्ध्वस्त झाले. पायाभूत सुविधांवर प्रचंड परिणाम झाला.

क) सामाजिक परिणाम: भूकंपामुळे लोकांमध्ये भीती आणि असुरक्षिततेची भावना वाढली. भूकंपाच्या वारंवारतेमुळे अनेक भागातील लोकांनी स्थलांतर करणे सुरू केले. तसेच भूकंपप्रवण क्षेत्रात राहणाऱ्या लोकांच्या जीवनावर दीर्घकालीन परिणाम झाले आहेत.

❊ **उपाययोजना:**

अ) **भूकंप निरीक्षण केंद्रे स्थापन करणे:** कोयना धरणाच्या आसपासच्या भागात भूगर्भीय हालचालींचे निरीक्षण करण्यासाठी अधिक केंद्रे स्थापन केली पाहिजेत.

आ) **जलाशयाचे व्यवस्थापन:** धरणातील पाण्याच्या पातळीचे योग्य नियमन करणे आवश्यक आहे, जेणेकरून भूगर्भातील तणाव कमी करता येईल. जलाशयातील पाण्याची पातळी अचानक वाढू किंवा कमी होऊ नये, याची काळजी घेतली पाहिजे.

इ) **भूकंप प्रतिरोधक पायाभूत सुविधा:** भूकंपप्रवण क्षेत्रात भूकंप प्रतिरोधक घरांचे आणि इमारतींचे बांधकाम करणे आवश्यक आहे. यामुळे भविष्यातील भूकंपांमुळे होणारी जीवित आणि वित्तहानी कमी होईल.

ई) **जनजागृती:** भूकंपप्रवण भागातील लोकांना भूकंपाच्या धोक्यांविषयी जागरूक केले पाहिजे. आपत्ती व्यवस्थापनाच्या उपाययोजनांविषयी माहिती देऊन लोकांना आपत्तीच्या वेळी कसे वागावे याचे प्रशिक्षण दिले पाहिजे.

उ) **पुनर्वसन धोरणे:** धोकादायक भागांतील लोकांना सुरक्षित स्थळी स्थलांतरित करण्यासाठी पुनर्वसन योजना तयार केल्या पाहिजेत. यामुळे भविष्यातील भूकंपांमुळे होणारी जीवितहानी कमी होऊ शकते.

कोयना धरणामुळे निर्माण झालेल्या भूगर्भीय तणावामुळे सातारा जिल्ह्यात भूकंपाची वारंवारिता वाढली आहे. या भूकंपांचा प्रभाव सामाजिक, आर्थिक आणि पर्यावरणीय पातळीवर जाणवतो. योग्य भूगर्भीय निरीक्षण, पाण्याच्या पातळीचे व्यवस्थापन आणि जनजागृती यांच्या माध्यमातून या समस्या कमी करता येऊ शकतात.

❊ **निष्कर्ष:**

माळीण गावातील भूस्खलन आणि कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंप यांमधील चिकित्सक अभ्यासानुसार, या घटनांचे मुख्य कारण नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित घटकांचा संगम आहे. माळीण गावातील भूस्खलनात अतिवृष्टी, मानवी हस्तक्षेप आणि भूगर्भीय अस्थिरता यांचा समावेश होता, ज्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर जीवित व वित्त हानी आणि पर्यावरणीय हानी झाली. याउलट, कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंप जलाशय प्रेरित भूकंपांचे उदाहरण आहे, ज्यामुळे भूगर्भीय तणाव आणि सामाजिक असुरक्षितता वाढली. या घटनांमधून मिळालेल्या शिकवणीनुसार, उताराचे योग्य व्यवस्थापन, जलसंवर्धन, वृक्षारोपण आणि भूकंप प्रतिरोधक उपाय यांचा अवलंब करणे अत्यावश्यक आहे. स्थानिक प्रशासनाने या समस्यांवर उपाययोजना राबविल्या असल्या तरी भविष्यातील आपत्तीसाठी सुदृढ नियोजन आणि जनजागृती आवश्यक आहे.

४.३ सारांश:

प्राकृतिक भूगोलात वातावरणीय माहितीचे स्रोत, वातपुष्प, तापमान-आर्द्रता आलेख आणि भूस्खलन, भूकंप यांचा चिकित्सक अभ्यास हे महत्वपूर्ण घटक आहे. यातील प्रत्येक घटक भूगोल आणि वातावरणशास्त्रातील विशिष्ट कार्ये आणि महत्वाचे अंगे स्पष्ट करतो.

वातावरणीय माहितीच्या अचूक अंदाजांसाठी विविध तंत्रज्ञानांचा वापर केला जातो. भारतीय हवामान विभाग (IMD), AcuWeather आणि Windy हे हवामानविषयक माहितीचे प्रमुख स्रोत आहेत.

१९५७ मध्ये स्थापन झालेला भारतीय हवामान विभाग, हवामान निरीक्षणासाठी उपग्रह, रडार, आणि स्वयंचलित हवामान केंद्रे वापरतो. याच्या अंदाजांचा वापर शेती, आपत्ती व्यवस्थापन आणि उड्डाणसेवा यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये महत्त्वाचा ठरतो. AccuWeather, एक जागतिक हवामान प्लॅटफॉर्म, उपग्रह व रडार प्रणालींच्या आधारे दीर्घकालीन हवामान अंदाज प्रदान करतो. याचे अंदाज जागतिक स्तरावर हवामानाच्या बदलांचा सखोल अभ्यास करतात. थळपवू हे प्लॅटफॉर्म वाऱ्याची गती आणि समुद्र स्थितीचे अचूक नकाशे दाखवतो.

वातपुष्प, वाऱ्याच्या दिशेची आणि वारंवारतेची दृश्यात्मक आकृती आहे. या आकृतीमध्ये वाऱ्याच्या दिशेची आणि त्या दिशेने वाहण्याच्या वेळेची माहिती दिली जाते. वातपुष्पाचे विविध प्रकार आहेत: साधे, संयुक्त, आणि अध्यारोपित वातपुष्प. साध्या वातपुष्पात वाऱ्याच्या दिशा आणि वारंवारता दर्शवली जाते, तर संयुक्त वातपुष्प वाऱ्याच्या वेगाचे विभाजन करते. अध्यारोपित वातपुष्प विविध काळातील वाऱ्याच्या बदलांचे विश्लेषण करते. वातपुष्पाचा उपयोग हवामानशास्त्र, पर्यावरणशास्त्र, आणि नागरी नियोजन अशा विविध क्षेत्रांमध्ये महत्त्वपूर्ण आहे.

तापमान-आर्द्रता आलेख हवामानशास्त्रातील एक अत्यंत महत्त्वाचे साधन आहे. या आलेखात विशिष्ट ठिकाणाचे मासिक तापमान आणि आर्द्रता एकत्रितपणे दर्शवली जाते, ज्यामुळे हवामानाच्या विविध घटकांचे तुलनात्मक विश्लेषण करता येते. उदाहरणार्थ, कोपेनने उष्ण आणि थंड महिन्यांचे तापमान दाखवणारा आलेख तयार केला, तर ग्रिफिथ टेलरने हवामानाच्या मानवी क्रियाकलापांवर होणाऱ्या प्रभावांचे विश्लेषण केले. या आलेखाचा वापर हवामान बदलांचे निरीक्षण, मानवी जीवनावर हवामानाचा प्रभाव आणि हवामानातील विविध घटकांच्या आकलनासाठी केला जातो.

भूस्खलन आणि भूकंप यांचा चिकित्सक अभ्यास स्थानिक किंवा क्षेत्रीय पातळीवर नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित आपत्तींचा सखोल अभ्यास करण्यास मदत करतो. उदाहरणार्थ, माळीण गावातील भूस्खलनाने २०१४ मध्ये १५१ लोकांचा मृत्यू झाला आणि ४४ घरे नष्ट झाली. याचे मुख्य कारण अतिवृष्टी आणि मानवी हस्तक्षेप होते, ज्यामुळे उताराच्या नैसर्गिक संरचनेत बदल झाला आणि माती अस्थिर झाली. कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंपांचा इतिहास १९६२ पासून सुरू झाला आहे, विशेषतः १९६७ च्या भूकंपामुळे सुमारे १००० लोकांचा मृत्यू झाला. धरणामुळे जलाशय प्रेरित भूकंप होतात, ज्याची कारणे प्रस्तरभंग आणि जलिय दाब आहेत. या समस्यांवर उपाययोजना म्हणून भूकंप निरीक्षण केंद्रे स्थापन करणे, जलाशयातील पाण्याच्या पातळीचे योग्य नियमन करणे, भूकंप प्रतिरोधक पायाभूत सुविधा तयार करणे आणि जनजागृती वाढवणे आवश्यक आहे. यामुळे भविष्यातील आपत्तींना कमी करता येईल.

या सर्व घटकांचा एकत्रितपणे अभ्यास केल्यास, वातावरणीय माहितीचे अचूक विश्लेषण आणि आपत्ती व्यवस्थापनात सुधारणा होऊ शकते. यामुळे स्थानिक समाजाच्या सुरक्षा आणि पर्यावरणीय स्थिरतेला मोठा फायदा होईल.

४.४ स्वयंअध्ययन प्रश्न व उत्तरे:

※ योग्य पर्याय निवडा:

१. भारतीय हवामान विभागाचे मुख्यालय कोठे आहे?

a) पुणे　　b) नवी दिल्ली

c) सिमला　　d) कोलकाता

२. भारतीय हवामान विभाग कधी स्थापन झाला?

a) १८७०　　b) १८७५

c) १८८०　　d) १८९०

३. भारतीय हवामान विभाग खालीलपैकी कोणत्या उपग्रहामार्फत हवामान विषयक माहिती संकलित करतो?

a) INSAT　　b) GOES

c) IRS　　d) Landsat

४. AccuWeather ची स्थापना कोणी केली?

a) जोएल मायर्स　　b) ग्रीफिथ टेलर

c) आयव्हो　　d) पी एन होरे

५. AccuWeather कोणत्या वर्षी स्थापन झाले?

a) १९५०　　b) १९६०

c) १९६२　　d) १९७०

६. Windy हा प्लॅटफॉर्म कधी स्थापन झाला?

a) २००५　　b) २०१०

c) २०१२　　d) २०१४

७. भारतीय हवामान विभागाचे प्रमुख माहितीचे स्रोत कोणते आहेत?

a) उपग्रह, रडार, स्वयंचलित हवामान केंद्रे, हवामान बलून

b) उपग्रह, डॉपलर रडार, रस्ते निरीक्षण केंद्रे

c) गाड्या, जहाजे, विमान

d) ग्रामीण आस्थाने, संशोधन केंद्रे, शाळा

८. AccuWeather च्या अंदाजात कोणते मुख्य तंत्रज्ञान वापरले जाते?

a) लोकल हवामान केंद्रे　　b) उपग्रह आणि रडार प्रणाली

c) मानवी निरीक्षण　　d) आंतरराष्ट्रीय हवामान संस्था

९. वातपुष्प म्हणजे काय?

a) वाऱ्याच्या दिशा आणि वेगाचे चित्रण करणारी आकृती

b) फक्त वाऱ्याच्या दिशेचे मापन करणारे उपकरण

c) वाऱ्याच्या वेगाचे विश्लेषण करणारी आकृती

d) वाऱ्याच्या विविध प्रकारांचे चित्रण करणारे साधन

१०. तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख (Climograph) हा कोणत्या प्रकारचा आलेख आहे?

a) तापमान आणि पर्जन्यमानाचे विश्लेषण करणारा आलेख

b) तापमान आणि आर्द्रतेचे विश्लेषण करणारा आलेख

c) वाऱ्याचा वेग आणि दिशा दाखवणारा आलेख

d) हवामानातील सर्व घटकांचे तुलनात्मक विश्लेषण करणारा आलेख

११. डब्ल्यू. कोपेन यांच्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखात कोणत्या दोन महिन्यांचे तापमान दाखवले जाते?

a) सर्वात उष्ण आणि सर्वात थंड महिन्यांचे

b) सर्वात आर्द्र आणि सर्वात कोरडे महिन्याचे

c) वारा असलेल्या आणि सर्वात शांत महिन्याचे

d) सर्वात पावसाळी आणि सर्वात कोरडे महिन्याचे

१२. ग्रिफिथ टेलरच्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखात कोणते दोन घटक मुख्यतः दर्शवले जातात?

a) तापमान आणि वारा — b) पर्जन्यमान आणि आर्द्रता

c) तापमान आणि आर्द्रता — d) आर्द्रता आणि ढगांचे प्रमाण

१३. ई. फोस्टरच्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखात उर्ध्वाधर अक्षावर कोणते मूल्य दर्शवले जाते?

a) पर्जन्यमान — b) तापमान

c) आर्द्रता — d) वारा

१४. माळीण गावातील भूस्खलनाचा मुख्य कारण काय होते?

a) भूगर्भीय कारणे — b) मानवी हस्तक्षेप

c) अतिवृष्टी — d) वाऱ्याची वेगवेगळी दिशा

१५. कोयना धरण क्षेत्रातील १९६७ मध्ये झालेल्या भूकंपाची तीव्रता किती रिश्टर स्केलवर होती?

a) ५.२ — b) ६.५

c) ४.५ — d) ३.९

१६. कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंपाचे प्रमुख कारण कोणते आहे?

a) पाण्याची पातळी कमी होणे — b) प्रस्तरभंग

c) उष्णतेचा प्रभाव — d) हवा दबाव

१७. कोयना धरणाच्या जलाशयामुळे निर्माण होणाऱ्या भूकंपांना काय म्हणतात?

a) भूकंप प्रेरित b) धरण प्रेरित

c) पावसाळी d) नैसर्गिक

स्वयंअध्ययन प्रश्नांची उत्तरे :

१-b	२-b	३-a	४-a	५-c
६-d	७-a	८-b	९-a	१०-b
११-	१२-	१३-	१४-c	१५-b
१६-b	१७-b			

⁂ एका वाक्यात उत्तरे द्या:

१. भारतीय हवामान विभाग कोणत्या तंत्रज्ञानाचा वापर करून हवामानाचे अचूक अंदाज देतो?

उत्तर: भारतीय हवामान विभाग उपग्रह, डॉपलर रडार, स्वयंचलित हवामान केंद्रे आणि हवामान बलून यांचा वापर करून हवामानाचे अचूक अंदाज देतो.

२. AccuWeather कडून हवामान अंदाजांसाठी कोणत्या प्रमुख तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो?

उत्तर: AccuWeather उपग्रह आणि रडार प्रणाली, आधुनिक अल्गोरिदम आणि डेटा मॉडेल्स शिवाय तज्ञ हवामानशास्त्रज्ञांचे निरीक्षण यांचा वापर करतो.

३. Windy प्लॅटफॉर्म कोणत्या प्रकारची हवामान माहिती प्रदान करत असतो?

उत्तर: Windy वाऱ्याची गती, समुद्राची स्थिती आणि ढगांची हालचाल यांचे नकाशे प्रदान करतो.

४. वातपुष्पाचे तत्व काय आहे?

उत्तर: वातपुष्पाचे मुख्य तत्त्व म्हणजे वाऱ्याच्या वेग आणि दिशेच्या मापनाचा एकत्रित विचार करणे.

५. वातपुष्पाचा उपयोग कोणत्या क्षेत्रात केला जातो?

उत्तर: वातपुष्पाचा उपयोग हवामानाचे पूर्वानुमान, पर्यावरण शास्त्र, कृषी, नागरी नियोजन, अक्षय ऊर्जा प्रकल्प आणि सामुद्रिक अभ्यासामध्ये केला जातो.

६. तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख (Climograph) काय दर्शवतो?

उत्तर: तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख तापमान आणि आर्द्रता हे हवामान घटक एका आलेखात दर्शवतो.

७. डब्ल्यू. कोपेनच्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखाचा मुख्य उद्देश काय आहे?

उत्तर: डब्ल्यू. कोपेनच्या आलेखाचा मुख्य उद्देश जागतिक हवामानाचे तापमानाच्या दृष्टीने विभाजन करणे आहे. या आलेखात सर्वात थंड आणि सर्वात उष्ण महिन्यांचे तापमान दाखवले जाते.

८. ग्रिफिथ टेलरने तयार केलेल्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखामध्ये कोणत्या चार विभागांचे वर्णन केले आहे?

उत्तर: ग्रिफिथ टेलरच्या आलेखात उत्तर-पश्चिम (उष्ण आणि कोरडे), उत्तर-पूर्व (उष्ण आणि आर्द्र), दक्षिण-पश्चिम (थंड आणि कोरडे), आणि दक्षिण-पूर्व (थंड आणि आर्द्र) विभागांचे वर्णन केले आहे.

९. ई. फोस्टरच्या तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखात पर्जन्यमानाचे मूल्य किती दर्शवले जाते?

उत्तर: ई. फोस्टरच्या आलेखात पर्जन्यमानाचे मूल्य क्षैतिज अक्षावर दर्शवले जाते, जो ० ते १८ इंच पर्यंत असते.

१०. संयुक्त तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेखाचा मुख्य उपयोग कोणत्या क्षेत्रात केला जातो?

उत्तर: हा आलेख हवामानातील विविध घटकांचे एकत्रित विश्लेषण करण्यासाठी वापरला जातो, ज्यामुळे स्थानिक हवामान, शेती, मानवी क्रियाकलाप समजणे सोपे होते.

११. माळीण गावातील भूस्खलनामुळे कोणकोणते परिणाम झाले?

उत्तर: माळीण गावातील भूस्खलनामुळे मानवी जीवन, मालमत्ता आणि पर्यावरणीय नुकसान झाले. १५१ हून अधिक लोकांचा मृत्यू झाला, ४४ घरे नष्ट झाली, जंगलाचा नाश झाला आणि मातीतील पोषक घटक नष्ट झाले. याशिवाय, जलप्रवाहातील गाळामुळे नद्यांचे प्रदूषण वाढले.

१२. कोयना धरणाच्या जलाशयात पाण्याची पातळी कशी प्रभावित करते?

उत्तर: कोयना धरणातील पाण्याची पातळी वाढल्यामुळे हायड्रोस्टॅटिक दाब वाढतो, ज्यामुळे भूगर्भातील ताण वाढतो. या दाबामुळे भूगर्भीय हालचालींमध्ये वाढ होते आणि भूकंप होण्याची शक्यता असते.

४.५ सरावासाठी स्वाध्याय:

१. भारतीय हवामान विभागाची स्थापना आणि त्याचे प्रमुख कार्ये स्पष्ट करा.

२. भारतीय हवामान विभाग कसे हवामान माहिती संकलित करतो?

३. AccuWeather च्या हवामान अंदाज प्रणालीचे तंत्रज्ञान आणि फायदे स्पष्ट करा.

४. वातपुष्पाचे प्रकार आणि त्यांचा उपयोग विस्तारपूर्वक वर्णन करा.

५. वातपुष्प तयार करण्याची प्रक्रिया आणि त्याचे विश्लेषण कसे केले जाते ते विस्तृतपणे स्पष्ट करा.

६. तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख म्हणजे काय आणि त्याचा उपयोग कसा केला जातो? याचे महत्व स्पष्ट करा.

७. फोस्टरचा तापमान-आर्द्रतादर्शक आलेख कसा कार्य करतो आणि त्याचा उपयोग कोणत्या क्षेत्रात केला जातो?

८. माळीण गावातील भूस्खलनाच्या घटनेचे सखोल विश्लेषण करा.

९. कोयना धरण क्षेत्रातील भूकंपांचा इतिहास आणि त्याचे कारणे आणि परिणाम सांगा.

१०. https://windrose.xyz/ या संकेतस्थळाच्या सहाय्याने वातपुष्प तयार करा.

४.६ संदर्भग्रंथ सूची:

1. AccuWeather. (n.d.). Local, national, global daily weather forecast. https://www.accuweather.com/
2. India Meteorological Department. (n.d.). Home. https://mausam.imd.gov.in/
3. Midwest Regional Climate Center. (n.d.). Website. https://mrcc.purdue.edu/
4. NDTV News Desk. (2024, July 30). एक होतं माळीण...; दहा वर्षांनंतरही जखम भळभळतेय; कशी आहे सद्यस्थिती? NDTV News. https://marathi.ndtv.com/cities/malin-landslide-10-years-completed-how-is-the-current-situation-6220793
5. Patil, V., Gopale, R. (2018). A geographical study of landslide: A case study of Malin village of Ambegaon Tahsil in Pune district, Maharashtra. Maharashtra Bhugolshastra Sanshodhan Patrika, 35(1), 55-60.
6. Saha, P., Basu, P. (2013). Advanced practical geography. Books and Allied (P) Ltd.
7. Singh, S. (2016). Environmental geography. Pravalika Publications.
8. Singh, S. (2016). Physical geography. Prayag Pustak Bhavan.
9. The complete Satara, Maharashtra earthquake report. (2024). Up-to-date. https://earthquakelist.org
10. Windy.app. (n.d.). Live wind map and wind forecast. https://windy.app/map/
11. सवदी ए. बी., कोळेकर पी. एस., पाटील, एच. (2023). भूगोल पेपर क्रमांक-२ भाग-पहिला. निराली प्रकाशन.

❑❑❑

प्रकरण– १

मानवी भूगोलाचा परिचय

घटक संरचना :

* मानवी भूगोलाची व्याख्या, स्वरुप, व्याप्ती
* मानवी भूगोलाच्या उपशाखा
* मानव व पर्यावरण संकल्पना
* मानवी भूगोलाचे महत्त्व

....

उद्देश :

१. मानवी भूगोलाच्या व्याख्या, व्याप्ती व स्वरूप जाणणे.

२. मानवी भूगोलाची व्याप्ती व स्वरूप समजून घेणे.

३. मानवी भूगोलाच्या उपशाखा विस्ताराने अध्ययन करणे

४. मानवी भूगोलाचे महत्व सखोलपणे अभ्यासणे.

५. मानव व पर्यावरण सहसंबंध सिद्धांताद्वारे समजून घेणे.

१. प्रस्तावना

मित्रांनो, या वर्षी म्हणजेच २०२४ साली आपण सांगली व कोल्हापूर येथे कृष्णा, पंचगंगेचा पूर अनुभवला. समजा हाच पूर २०० वर्षापूर्वी आला असता तर नेमका या घटनेत काय बदल झाला असता? २०० वर्षांपूर्वी आणि सद्याच्या परिस्थितीत नेमका काय बदल आहे व त्यामुळे घटनेतील परिणामामध्ये काय बदल होतील याचा सहसंबंध जाणून घेण्याची क्षमता भूगोलाच्या अभ्यासाने विद्यार्थ्यांना प्राप्त होते.

प्राकृतिक रचनेची माहिती व हवामानाची माहिती सद्या आधुनिक उपग्रह तंत्रज्ञानामुळे जी उपलब्ध झालेली आहे, ती २०० वर्षापूर्वी उपलब्ध झाली नसती आणि पूर्वीची व सद्याच्या वाहतूक व्यवस्था, माध्यमे यात मोठी तफावत आहे. २०० वर्षापूर्वी सर्वात जलद व मोठे वाहतुकीचे साधन वाफेची इंजिन असणारी जहाजे हे होते. घोड्यावरून मालाची व मानवी वाहतूक जलद केली जात असे ती सद्या विमाने व बुलेट ट्रेन, द्रुतगती रस्ते यामुळे देशाअंतर्गत व आंतरदेशीय पातळीवर कित्येक पटीने वेगाने होत आहे.

पूराची माहिती व धोक्याची सूचना पोस्ट व तारखाते ऐवजी संदेशवहनासाठी मोबाईल, इंटरनेट, व्हॉटसअप सारख्या प्रभावी सोशल मिडियाचा वापर यामुळे तात्काळ माहिती उपलब्ध झाली. साथीचे रोग व इतर रोगराईवर नियंत्रण ठेवणे शक्य झाले. उत्तम माहितीमुळे योग्य ठिकाणी मदतकार्य पुरविणे व मानवी स्थलांतर योग्य ठिकाणी करणे हे शक्य झाले.

२०० वर्षांपूर्वीपेक्षा वैद्यकीय सुविधा बरीच तफावत आहे. मृदा व शेतीचे नुकसान, दळणवळण सुविधा, स्वच्छ पाणी पूरवठा, पुनर्वसन कार्य आणि मृत्यूदर याबाबतचे परिणामही २०० वर्षापूर्वी निराळे असले असते. यावरून एक लक्षात येते की पृथ्वीवरील एखाद्या भौगोलिक घटनेचे अंतरसंबंध विविध

घटकांशी असतात. यांचे परिणाम मानवी कार्ये व भूरूपे यावर होतात. या अंतरसंबंधाचा अभ्यास भूगोलाच्या मानवी भूगोल या शाखेत केला जातो.

बदल हा निसर्गाचा नियम आहे. मानव आणि प्राकृतिक परिस्थिती या दोन गोष्टी क्रियाशील असल्याने पृथ्वीवरील परिस्थितीत नेहमीच बदल जाणवतो. पृथ्वीवरील विविध नैसर्गिक बदलांचा वेगवेगळ्या प्रदेशातील मानवी जीवनावर होणाऱ्या परिणामाचा अभ्यास प्रामुख्याने मानवी भूगोलात केला जातो. १९ व्या शतकापासून मानवी भूगोलाचा अभ्यास शास्त्रीय दृष्टीकोनातून केल्याने त्याच्या विकासाला चालना मिळाली. फ्रेडरिक रॅटझेल यांनी मानवी भूगोल ही भूगोलाची स्वतंत्र उपशाखा व शास्त्रीय बैठक प्राप्त करून दिली, म्हणून त्यांना मानवी भूगोलाचे जनक म्हणतात.

२०२० साली संपूर्ण जग कोरोना विषाणुच्या प्रसारामुळे हतबल झाले आहे. या रोगापासून स्वत:चा बचाव करण्यासाठी माणसाने स्वत:ला घरात कोंडून घेतले. मानवी अर्थिक व्यवसाय कारखाने बंद झाले. मानवी व्यवसाय ठप्प झाल्यावर पर्यावरणात अनेक सकारात्मक बदल दिसून आले. गंगा नदी स्वच्छ झाली, वातावरण स्वच्छ झाले, त्यामुळे हिमालय पर्वत २०० किमी अंतरावरुन दिसू लागला. मानव आणि सभोवतालची नैसर्गिक परिस्थिती यांच्यातील परस्परसंबंध मानवी भूगोलात अभ्यासले जातात.

मानव आपले जीवन सभोवतालच्या प्रदेशानुसार कसे जगतो, हा मानवी भूगोलाच्या अभ्यासाचा प्रमुख विषय आहे. उदा. महाराष्ट्रातील कोकण आणि पठारावरील लोकजीवन यामध्ये फरक आहे. पठारावरील जीवनामध्ये हवामानानुसार (पर्जन्य प्राप्तीनुसार) लोकजीवनात फरक आहे, कारण त्यांच्या सभोवतालची नैसर्गिक परिस्थिती भिन्न आहे. याशिवाय त्या प्रदेशातील आर्थिक, सामाजिक व राजकीय परिस्थितीचाही विचार करावा लागतो. अशाप्रकारे मानवी जीवनावर विविध घटकांचा परिणाम होत असल्याने मानवी भूगोलाच्या अभ्यासाच्या मर्यादा ठरविणे कठीण जाते. मानवी भूगोलाचा परिचय सक्षिप्तपणे आपण व्याख्याव्दारे जाणून घेऊ.

२.१ आशय १

अ.मानवी भूगोलाची व्याख्या

मानवी भूगोलाच्या अनेक तज्ज्ञांनी केलेल्या व्याख्या खालीलप्रमाणे आहे. त्याव्दारे अध्ययनाविषयी निरनिराळे दृष्टीकोन व मानवी भूगोलाचा अर्थ आपण समजावून घेऊ.

व्याख्या:

१. **कु. एलेन सेम्पल :** ''मानवी भूगोल म्हणजे अस्थिर पृथ्वी व कृतिशील मानव यांच्यातील बदलत्या संबंधाचा अभ्यास होय.''

२. **एल्सवर्थ हटिंग्टन :** मानवी भूगोल म्हणजे भौगोलिक पर्यावरण, मानवी क्रिया व गुण यांच्या पारस्परिक संबंधांचे स्वरूप व वितरण यांचे अध्ययन होय.

३. **दमॅंजिऑ :** या फ्रेंच भूगोलकाराच्या मतानुसार, मानवी भूगोल हे मानव समूह व समाज यांचे नैसर्गिक पर्यावरणाशी असणारे संबंध अध्ययन करणारा विषय होय.

४. **व्हाईट व रेनर :** यांच्या मतानुसार, मानवी भूगोलात पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला अनुसरून मानवी समाजाचे

अध्ययन केले जाते.

५. **जीन्स ब्रुनहॅन्स :** 'मानवी व्यवसाय व नैसर्गिक घटक यांच्या संबंधांचा अभ्यास मानवी भूगोलात केला जातो'.

६. **डब्ल्यू.एम.डेव्हीस :** 'भौगोलिक पर्यावरणाशी सतत समायोजन व संघर्ष करुन मानवाने स्वत:ची प्रगती केली या यशस्वी प्रयत्नांची माहिती मानवी भूगोलातून स्पष्ट केली जाते'.

७. **विडाल-डि-ला-ब्लाश :** 'निसर्गाचे नियम स्पष्ट करणारे मानवी भूगोल हे शास्त्र आहे. मानवाच्या हितांच्या दृष्टिने पृथ्वीचा मानवाने जो उपयोग करून घेतला आहे, त्याच्या माहितीचे शास्त्र म्हणजे मानवी भूगोल होय'.

८. **डीकेन व पीट्स :** 'मानवी भूगोलात मानव व त्याची कार्ये यांचा समावेश होतो.'

९. **झीन ब्रूइज :** मानवी क्रिया व प्राकृतिक भूगोलाची दृश्ये यांच्यातील संबंधांचा अभ्यास करणे हा मानवी भूगोलाचा हेतू व उद्देश आहे.

१०. **प्रो. एरीज जोन्स :** यांच्या मतानुसार, मानवाच्या बहुविध अंगांपैकी जी अंगे सतत बदलणाऱ्या मानव व निसर्ग यांच्यातील परस्परसंबंधांमुळे एखाद्या प्रदेशात विशिष्ट प्रकारचे निसर्गचित्र निर्माण करतात त्यांचा अभ्यास मानवी भूगोलात करण्यात येतो.

११. **लेयॉन :** यांनी सांगितले की, मानव व पर्यावरणाशी संबंधित समस्या यांचा अभ्यास म्हणजे मानवी भूगोल होय.

१२. **प्रा. डॉ. कॉक्स :** यांच्या मते. भूपृष्ठावरील चल किंवा अचल विषयांच्या अभिक्षेत्रीय आकृतिबंधाचे वर्णन व स्पष्टीकरण हा भूगोलाचा अभ्यासविषय आहे. म्हणून मानवी जीवनातून निर्माण झालेल्या पृथ्वीपृष्ठावरील चल व अचल विषयांच्या अभिक्षेत्रीय आकृतिबंधाचे वर्णन, विश्लेषण व स्पष्टीकरण करणारे शास म्हणजे मानवी भूगोल होय.

थोडक्यात, मानवी भूगोलाच्या निरनिराळया व्याख्या केलेल्या आढळतात. परंतु या सर्व व्याख्यांवरून असे स्पष्ट होते की, 'मानवी भूगोल म्हणजे मानव व त्याच्या सभोवतालचे पर्यावरण यांचा परस्परसंबंध व त्यातून निर्माण होणाऱ्या क्रिया-प्रतिक्रिया यांचा अभ्यास करणारे शास्त्र होय'.

ब. मानवी भूगोलाचे स्वरुप

मानवी भूगोलामध्ये प्राचीन काळापासून आजपर्यंत अभ्यासपद्धती मध्ये झालेला बदल जाणणे म्हणजेच मानवी भूगोलाचे स्वरुप जाणणे होय. विविध तज्ञांच्या विचारशैलीचा प्रभाव त्यांच्या कालखंडातील अभ्यासपद्धतीवर पडत असतो. यामधून अध्ययनामध्ये वेगवेगळ्या दृष्टीकोन निर्माण होतात. काळानुरुप प्राप्त माहितीनुसार ही अभ्यासपद्धती बदलत जाते व अधिक चांगली होते. त्याचा आढावा मानवी भूगोलाचे स्वरुप यामधून जाणून घेऊ.

१. वर्णनात्मक स्वरुप

हे स्वरुप मानवी भूगोलाच्या अभ्यासाचे प्राथमिक स्वरुप आहे. यात भूभागाचे वर्णन केले जाते. अलेक्झांडर फॉन हम्बोल्टच्या मते वर्णनात्मक भूगोल हे भूगोलाचा आत्मा आहे. विविध स्थानांचे मानवी

घटकांचे, लोकसंख्येचे, संस्कृतीचे वर्णन हे वर्णनात्मक स्वरुपात केले गेले. उदाहरणार्थ, एखाद्या प्रदेशातील नैसर्गिक संसाधने, खनिजे, नद्या, डोंगर, प्राणी, हवामान, वसाहती, लोकसंख्या, सण, परंपरा, वेषभूषा व आहार इत्यादींचे तपशीलवार वर्णन मानवी भूगोलामध्ये केले जाते.

२. निरीक्षणात्मक स्वरुप

कार्ल रिटरच्या मते, निरीक्षणाशिवाय भूगोलाची संकल्पना तयार होऊ शकत नाही. वारंवार घडणाऱ्या घटकांचे निरीक्षण मानवाने केले. निरीक्षणात्मक स्वरुपात निरीक्षणाच्या आधारे माहिती गोळा केली जाते. यात प्राकृतिक घटक, वनस्पती, पीके, पर्जन्य, मासेमारी, खाणकाम, वाहतूक मार्ग, नद्याचे पूर, पूरमैदाने व मानवी घटकांचे निरीक्षण केले जाते आणि त्यानुसार निष्कर्ष काढले जातात. उदा. मानवाने कोणती पीके कोणत्या हवामानामध्ये घ्यावी? व्यापारीमार्गाची निवड किंवा सुरक्षित वसाहतक्षेत्र निवड यासारख्या घटकांचा अभ्यास भूगोलातील निरीक्षणात्मक स्वरुपाने करतात.

३. विश्लेषणात्मक स्वरुप

जीन ब्रुन्हेसने म्हटल्याप्रमाणे, भूगोलाचे विश्लेषण ही एक वैज्ञानिक प्रक्रिया आहे जी आपल्याला जगाच्या गूढांचा उलगडा करते. विश्लेषणात्मक स्वरुपात, गोळा केलेल्या माहितीचे विश्लेषण केले जाते. यामध्ये स्थानानुसार, काळानुसार, कारणे आणि परिणाम यांचा विचार करून निष्कर्ष काढले जातात. उदाहरणार्थ, शहराच्या वाढीवर प्रभाव टाकणाऱ्या कारणांचे विश्लेषण करणे.

४. प्रादेशिक स्वरुप

मानवी जीवन प्रादेशिक विविधतेनुसार विकसित होते. प्रादेशिक स्वरुपामध्ये, विशिष्ट प्रदेशाच्या भूगोलाचा अभ्यास केला जातो. रिचर्ड हार्टशॉर्नच्या मते, प्रत्येक प्रदेशाचा आपला एक विशिष्ट स्वरुप असतो, जो त्या क्षेत्राच्या एकात्मतेने बनतो. एका प्रदेशातील विविध घटकांचे, जसे की पर्यावरण, अर्थव्यवस्था, सामाजिक घटक आणि मानवी जीवन इत्यादींचे परस्पर संबंध प्रादेशिक स्वरुपामध्ये तपासले जातात. उदाहरणार्थ, कोकण विभागातील मानवी जीवनाचा अभ्यास.

५. शास्त्रीय स्वरुप

अल्फ्रेड वेगेनरच्या मते, भूगोल हा शास्त्र आहे कारण तो पृथ्वीवरील घटकांच्या परस्पर संबंधांचा सैद्धांतिक आधारावर विचार करतो. शास्त्रीय स्वरुपात भूगोलाचे सैद्धांतिक आधारावर अध्ययन केले जाते. यात शास्त्रीय पद्धती, सिद्धांत, प्रतिमान आणि संकल्पनांचा वापर करून भूगोलाच्या तत्त्वांचा अभ्यास केला जातो. उदाहरणार्थ, क्षरणचक्राचा सिद्धांतामध्ये नदीच्या तीन अवस्थाव्दारे खनन, वहन व संचयन कार्याचा अभ्यास होतो.

६. सांख्यिकीय स्वरुप

संख्याख्यीय स्वरुपात विविध घटकांची केवळ गुणात्मक माहिती न घेता संख्यात्मक माहिती गोळा केली जाते, यामुळे अभ्यासात अचूकता व सुक्ष्मता प्राप्त होते. उदा. लोकसंख्येचा अभ्यास करीत असताना जनगणना केली जाते. सांख्यिकी पद्धतींचा वापर करून जन्मदर, मृत्यूदर, लोकसंख्येची घनता, वितरण, व्यवसायानुसार वर्गीकरण, प्राप्त सुविधा, लोकसंख्येची वाढ, स्थलांतर अशा विविध घटकांचा भूगोलामध्ये संख्यात्मक अभ्यास केला जातो. या स्वरुपात गणितीय मॉडेल्स, ग्राफ्स, चार्ट्स आणि आकड्यांचा वापर करून विविध घटकांचा अभ्यास केला जातो.

७. उपयोजनात्मक स्वरुप

उपयोजनात्मक स्वरुपात, भूगोलाच्या ज्ञानाचा प्रत्यक्ष उपयोग केला जातो. यात मानवाच्या संबंधात विविध समस्यांचे समाधान करण्यासाठी भूगोलाच्या तत्त्वांचा वापर केला जातो. उदाहरणार्थ, शहरी नियोजन, जलसंपत्ती व्यवस्थापन, आणि आपत्ती व्यवस्थापनासाठी भूगोलाचे ज्ञान उपयुक्त ठरते.

थोडक्यात, मानवी भूगोलाचे हे विविध स्वरुप, भूगोलाच्या विस्तृत आणि विविध अंगांचा अभ्यास करण्यासाठी वापरले जातात, ज्यामुळे भूगोल अधिक व्यापक आणि समग्र बनतो.

क. मानवी भूगोलाची व्याप्ती

कोणत्याही विषयाची व्याप्ती म्हणजे त्याविषयात समाविष्ट होणाऱ्या सर्व घटकांचा किंवा विषयसामग्रीचा अभ्यास होय. त्याचप्रमाणे मानवी भूगोलात भौतिक परिस्थितीबरोबर, सांस्कृतिक परिस्थिती, लोकसंख्या, कार्यक्षमता, शिक्षण, विज्ञान, नीती, धर्म, स्वास्थ, आचार-विचार, राज्यघटना इत्यादी गोष्टींचा समावेश होतो. प्रामुख्याने पुढीलप्रमाणे मानवी भूगोलातील विषय सामग्री आपणांस विशद करता येईल. हंटिंग्टन यांनी नैसर्गिक पर्यावरणावर मानवाचा कसा प्रभाव पडतो याचा अभ्यास केला. मानवी भूगोलात पृथ्वीचा अभ्यास हा मानवाला केंद्रबिंदू मानून केला जातो. असे मत त्यांनी व्यक्त केले.

१) **पृथ्वी मानवाचे घर :** मानवाने पृथ्वीवर जन्म घेतला; तेव्हापासून पृथ्वीवरील नैसर्गिक पर्यावरणाचा मानवाने बुध्दीनुसार उपयोग करुन जीवन जगण्याची एक पध्दत अंगिकारली. मानव जे नैसर्गिक पर्यावरणात बदल घडवून आणतो त्यातून सांस्कृतिक भूदृश्ये निर्माण करतो. त्याने वेगवेगळ्या भागात वेगवेगळया प्रकारची सांस्कृतिक भूदृश्ये निर्माण केली आहेत.

२) **पृथ्वीवरील बदल:** पृथ्वीवरील बदलाचा मानवी जीवनावर परिणाम होत असतो. उदा.महापूर, दुष्काळ, भूकंप, त्सुनामी, ज्वालामुखी, चक्रीय वादळे इत्यादी नैसर्गिक आपत्तीचा मानवी अर्थव्यवस्थेवर विपरीत परिणाम होऊन त्याचे दृश्य परिणाम देशातील राजकीय परिस्थितीवर होतात. २०१९ सालच्या कृष्णा नदीच्या पूराचे परिणाम सांगली, सातारा व कोल्हापूर येथील लोकजीवन विस्कळीत होण्यावर झाला.

३) **पृथ्वीवर कच्च्या मालाची देणगी:** पृथ्वीवरील निरनिराळया भागांतून कच्चा माल उपलब्ध होतो. त्यामुळे कोणत्याही प्रदेशातील मानवी जीवन बदलण्यास नैसर्गिक पर्यावरणाचे घटक उपयोगी पडतात. उदा. उपलब्ध कच्च्या मालावर आधारित बांधकाम व्यवसाय

४) **मानवी कृती :** पृथ्वीवरच मानवी क्रिया व प्रतिक्रिया घडतात. मानव जी जी कृती करीत असतो त्या ठसे नेहमीसाठी पृथ्वीवर कायमपणे टिकून राहतात. कारखान्यामधून बाहेर पडणारी विविध प्रदुषके यांचे ठसे

५) **जलभाग:** जसा भू भागाचा परिणाम मानवी जीवन पध्दतीवर होतो तसाच जलभागाचा परिणाम देखील मानवी जीवनावर होतो. उदा.जपान, पूर्व संयुक्त संस्थाने, कोकण इत्यादी किनारपट्टीवरील प्रदेशातून सागर जलसंपत्ती मोठया प्रमाणात मिळते. याशिवाय शेतीसाठी पाणीपुरवठा, मानवास पिण्यासाठी, कारखानदारीसाठी, जलवाहतूकीसाठी जलभाग उपयोगी पडतात.

६) **मृदा:** मृदेचा मानवी जीवनावर व मानवी क्रियांचा मृदेवर असा एकमेकांस पूरक प्रभाव आहे. लोकसंख्येचे वितरणसुध्दा मृदेवर अवलंबून आहे.

७) **खनिजसंपत्ती:** औद्योगिकरण, लोकसंख्येचे वितरण, प्रगती यावर खनिजांचा परिणाम होतो.

८) **हवामान:** मानवीक्रियांवर हवामानाचा परिणाम होतो. मृदा, वनस्पती, लोकसंख्या यांच्या वितरणावर हवामानाचा परिणाम होतो.

९) **मानवी क्रिया:** मानव आपल्या गरजा भागविण्यासाठी वेगवेगळया क्रिया करतो यालाच हालचाली, व्यवसाय असेही म्हणतात. मानव आपल्या अन्न, वस्त्र, निवारा, पाणी या भौतिक किंवा प्राथमिक गरजा भागविल्याशिवाय जिवंत राहू शकत नाही. त्यासाठी तो विविधक्रिया- शिकार, मासेमारी, पशुपालन, कृषी, लाकूडतोड, खाणकाम, उद्योगधंदे, व्यापार यासारखे व्यवसाय करतो.

प्रगती तपासा

अ) खालील बहूपर्यायी प्रश्नाची उत्तरे लिहा.

१. .... यांनी मानवी भूगोल ही भूगोलाची स्वतंत्र उपशाखा व शास्त्रीय बैठक प्राप्त करून दिली.

अ. फ्रेडरिक रॅटझेल ब. विडाल-डि-ला-ब्लाश

क. हटिंग्टन ड. कार्ल रिटर

२. ....यांच्या मते मानवी भूगोलात पृथ्वीचा अभ्यास हा मानवाला केंद्रबिंदू मानून केला जातो.

अ. फ्रेडरिक रॅटझेल ब. विडाल-डि-ला-ब्लाश

क. हटिंग्टन ड. कार्ल रिटर

३. ''मानवी भूगोल म्हणजे अस्थिर पृथ्वी व कृतिशील मानव यांच्यातील बदलत्या संबंधांचा अभ्यास होय.'' ही व्याख्या..........यांनी केली आहे.

अ. ॲलन सेंपल ब. विडाल-डि-ला-ब्लाश

क. हटिंग्टन ड. कार्ल रिटर

४. ....यांना मानवी भूगोलाचे जनक संबोधले जाते.

अ. फ्रेडरिक रॅटझेल ब. विडाल-डि-ला-ब्लाश

क. हटिंग्टन ड. कार्ल रिटर

५. सांख्यिकीय स्वरुपात विविध मानवी घटकांची .... माहिती गोळा केली जाते,

अ. गुणात्मक ब. संख्यात्मक

क. रचनात्मक ड. राजकीय

६. मानवाच्या संबंधात विविध समस्यांचे समाधान करण्यासाठी.........स्वरूपाचा अभ्यास भूगोलात करतात.

अ. उपयोजनात्मक ब. शास्त्रीय

क. रचनात्मक ड. वर्णनात्मक

२.२ आशय-२

अ.भूगोलाच्या उपशाखा

मानवी भूगोलाच्या विषय सामग्रीला मर्यादा नाहीत. हे आपल्या लक्षात आले. मानव आणि सभोवतालची परिस्थिती यांच्या सहसंबंधातून अनेक मानवी क्रिया घडतात; यातून एखाद्या घटकाचा सखोल, उपयोगात्मक अभ्यास होऊन त्याचे शाखेत रुपांतर होते. भूगोलतज्ज्ञांकडून मान्यता मिळालेल्या शाखा पुढीलप्रमाणे:

१) आर्थिक भूगोल: ही मानवी भूगोलाची प्रमुख व महत्त्वाची शाखा मानली जाते. सभोवतालच्या परिस्थितीचा म्हणजेच साधनसंपत्तीचा मानवी जीवनावर परिणाम होऊन त्याच्या व्यवसायात भिन्नता आली. विनिमयाचे साधन म्हणून पैशाला महत्त्व आल्यानंतर मानव पैसा म्हणजेच अर्थप्राप्तीसाठी विविध क्रिया किंवा व्यवसाय करु लागला. तो ज्या प्रदेशात राहतो त्या प्रदेशातील नैसर्गिक घटकांचा व साधनसंपत्तीचा परिणाम अर्थप्राप्तीवर होऊन विविध व्यवसायांची निर्मिती झाली. त्यामधून मानव विविध आर्थिक उत्पादने घेतो. याचा अभ्यास करणाऱ्या शाखेस आर्थिक भूगोल म्हणतात. एखाद्या प्रदेशातील वस्तू व सेवा यांचे उत्पादन, विनियोग, उपयोग यांच्यातील क्षेत्रिय भिन्नता आणि त्या प्रदेशातील आर्थिक हाचालींचा कार्यात्मक सहसंबंध हा आर्थिक भूगोलाच्या अभ्यासाचा केंद्रबिंदू आहे.

आर्थिक भूगोलाच्या कृषी भूगोल, औद्योगिक भूगोल, साधनसंपत्ती भूगोल, व्यापारी भूगोल, वाहतूक व दळणवळण भूगोल, विपणन भूगोल व पर्यटन भूगोल अशा सात उपशाखा आहेत. या सर्व उपशाखात वेगवेगळया प्रदेशातील नैसर्गिक परिस्थितीनुसार प्रत्येक उपशाखेतील विवेचनात प्रदेशानुरूप भिन्नता अढळते. उदा. कृषी भूगोल या उपशाखेमध्ये हवामानानुसार व प्राकृतिक रचनेनुसार प्रत्येक प्रदेशात पिक संरचना वेगळी असते. राजस्थानच्या वाळवंटात नारळ, सुपारी, सफरचंद यासारखी पिके येणार नाहीत तसेच कोकणात कापूस, द्राक्षे, खजूराची पिके घेता येणार नाहीत. प्रदेशानुरुप साधनसंपत्तीमध्ये, व्यापारामध्ये विविधता आढळते. मैदानी प्रदेशात वाहतूक व दळणवळणाचा विकास झाल्याने साधनसंपत्तीचा विकास होतो. असे प्रदेश दाट लोकवस्तीचे असतात. निसर्गसृष्टीतील मुबलक सौंदर्य, दुर्मिळता व धार्मिकता असलेल्या ठिकाणी पर्यटनाचा विकास झालेला आहे.

२) सामाजिक भूगोल: सन १८०६ मध्ये कार्ल रिटर यांनी 'भौगोलिक प्रदेशाची जैविक एकात्मता' ही संकल्पना मांडली. यामध्ये प्रदेशातील नैसर्गिक परिस्थिती, तेथील लोकसंख्या संस्कृती यांच्यात एकात्मता आढळते असे स्पष्ट केले आहे. फ्रेडरिक रॅटझेल यांनी 'ॲन्थ्रोपोजिऑग्राफि' या ग्रंथात प्राकृतिक पर्यावरणाचा व्यक्ती व समाजावर होणारा परिणाम स्पष्ट केला आहे. मानवी समाजाचा अभ्यास सामाजिक भूगोलात केला जातो.

मानवी वसाहती, लोकसंख्या यांचा अभ्यास सामाजिक भूगोलात केला जातो म्हणून वसाहत भूगोल

व लोकसंख्या भूगोल या दोन त्याच्या शाखा आहेत.लोकसंख्या भूगोलात लोकसंख्येचे प्रादेशिक विश्लेषण, तिची वाढ, वितरण, घनता, लोकसंख्या स्थलांतर,राहणीमानाचा दर्जा, लोकसंख्येची आर्थिक रचना इत्यादी घटकांनी सभोवतालच्या पर्यावरणाशी केलेले समायोजन यांचा अभ्यास केला जातो. लोकसंख्या भूगोलाचे ग्रामीण व नागरी लोकसंख्या असे प्रकार आहेत. वसाहत भूगोलामध्ये वस्तीचे स्थान, भोवतालची परिस्थिती त्यावर परिणाम करणारे घटक, त्यानुसार वसाहतीची कार्ये, आकार किंवा प्ररुप, प्रकार, समस्या इत्यादींचा अभ्यास करतात. वसाहत भूगोलाचे नागरी वसाहत व ग्रामीण वसाहत असे दोन प्रकार पडतात. नागरी वसाहतीमध्ये नगराचे स्थान व स्थिती, नगराचा विकास, नगरसंरचना, नागरी कार्ये, एका नगराचे दुसऱ्या नगराशी असलेले संबंध, नागरांचे वर्गीकरण, नागरी प्रभावक्षेत्र, नागरी समस्या, नगरश्रेणीरचना इत्यादी घटकांचा अभ्यास केला जातो. ग्रामीण वसाहतीमध्ये वसाहतीचे स्वरुप, कार्ये, प्ररुप, वैशिष्टे सभोवतालच्या परिस्थितीचा परिणाम इत्यादींचा अभ्यास करतात. प्रामुख्याने कृषीव्यवसाचे चित्रण हे ग्रामीण वसाहतीचे प्रमुख वैशिष्टय आहेत. सांस्कृतिक भूगोल ही एक सामाजिक भूगोलाची उपशाखा आहे.

३) ऐतिहासिक भूगोल: ऐतिहासिक अभ्यास या कालप्रवाहात मागे जाऊन तत्कालीन भूगोल कसा असेल याचा विचार करणे म्हणजे ऐतिहासिक भूगोल होय, असे मॅकिंडर यांनी सांगितले आहे. कोणत्याही देशाच्या इतिहासामागे तेथील भौगोलिक परिस्थिती कारणीभूत असते. इतिहास भौगोलिक पार्श्वभूमीवर घडतो. म्हणून प्राचीन काळी बांधलेले गड, किल्ले तेथील भौगोलिक परिस्थितीचा विचार करुन बांधलेले आहे. ऐतिहासकि भूगोलात

ऐतिहासिक घटना, प्राचीन काळापासून ते आजअखेर विविध देशांचा विस्तार यांचे अध्ययन केले जाते. वर्तमानकाळाची समज भूतकाळातील अभ्यासशिवाय येत नाही.

४) राजकीय भूगोल: फ्रेडरिक रॅटझेल यांनी खऱ्या अर्थाने राजकीय भूगोलास चालना दिली. त्यांनी राज्य व समाजाचा जैविक सिध्दांत मांडला. 'राज्य ही अभिक्षेत्रीय जीवित संस्था' आहे ही नवीन संकल्पना मांडून राजकीय भूगोलास उच्च प्रतिष्ठा मिळवून दिली. ब्रिटिश भूगोलकार हलफोर्ड मॅकिन्डर यांनी सन १९०४ साली 'हृदयस्थल सिध्दांत मांडला. हार्टशॉर्न यांनी १९३४ मध्ये राजकीय भूगोलाचा आधुनिक विकास' हा ग्रंथ प्रकाशित केला. राजकीय भूगोलात राज्याच्या सीमा, सरहद्द, प्रांत, त्यांचे अंतर व भौगोलिक संपर्क राज्याराज्यातील संबंध, विदेशी धोरण, राजकीय संघटीत क्षेत्र, त्यांची साधनसंपत्ती, त्यांचा विस्तार, विभाजनाची कारणे, त्यांचे भौगोलिक स्वरुप इत्यादी घटकांचा समावेश होतो. लष्करी भूगोल ही राजकीय भूगोलाचीच एक उपशाखा आहे.

५) वैद्यकीय भूगोल: वैद्यकीय भूगोल ही एक मानवी भूगोलाची तज्ज्ञांनी मान्य केलेली नवीन शाखा आहे. वेगवेगळया प्रदेशात विशिष्ट रोग वाढणे किंवा व्याधी होणे, ऋतुनुसार व प्रदेशानुसार रोगराईचा प्रसार होणे, इत्यादींचा अभ्यास वैद्यकीय भूगोलात केला जातो. एखादी नैसर्गिक आपत्ती आल्यास त्या प्रदेशात नंतर रोगांचा प्रसार होतो. महापूर आल्यांनतर काही काळ त्याप्रदेशात कावीळ, अतिसार, हिवताप यासारखे विकार सुरु होतात. गजबजलेल्या औद्योगिक प्रदेशातून अनेक प्रकारचे विषारी वायूबाहेर पडतात. फुप्फुसाचे विकार जडलेली कितीतरी उदाहरणे देता येतील या सर्वांचा अभ्यास वैद्यकीय भूगोलात केला जातो.

प्रगती तपासा

ब) खालील प्रश्नाची उत्तरे लिहा

१. खालीलपैकी कोणती अर्थिक भूगोलाची उपशाखा नाही?

कृषी भूगोल, औद्योगिक भूगोल, साधनसंपत्ती भूगोल, व्यापारी भूगोल, वाहतूक व दळणवळण भूगोल, विपणन भूगोल, पर्यटन भूगोल

२. लष्करी भूगोल ही कोणत्या भूगोलाची एक उपशाखा आहे?

३. हृदयस्थल सिध्दांत कोणी मांडला?

४. मानवी वसाहतीचा अभ्यास मानवी भूगोलाच्या कोणत्या शाखेत केला जातो?

५. लोकसंख्या विषयक अभ्यास मानवी भूगोलाच्या कोणत्या शाखेत केला जातो?

६. कोरोना विषयक अभ्यास मानवी भूगोलाच्या कोणत्या शाखेत केला जातो?

२.३ आशय

अ. मानव व पर्यावरण सहसंबंध– निसर्गवाद (Determinism), शक्यतावाद (Possibilism), संभाव्यतावाद (Probabilism)

पृथ्वीच्या निर्मितीपासून आजपर्यंत तिच्या पृष्ठभागावर खूप बदल झाले आहेत. हे बदल काही नैसर्गिक आहेत, तर काही मानवाच्या क्रियांमुळे झालेले आहेत. मानव हा पृथ्वीचाच एक सक्रिय घटक आहे, आणि अस्थिर पृथ्वी व सक्रिय मानव यांचा संबंध भूगोलात अभ्यासला जातो. प्राचीन काळापासून भूगोलाच्या अभ्यासात अनेक बदल आणि विकास झाले आहेत.

भूगोलात अभ्यासासाठी वेगवेगळ्या पद्धती विकसित झाल्या, पण कोणती पद्धत योग्य आहे यावर भिन्न मते आहेत. काही भूगोलतज्ञ निसर्गाला केंद्रबिंदू मानून मानवावर त्याचा प्रभाव कसा आहे, याचा अभ्यास करतात, तर काहींनी मानवाला केंद्रस्थानी ठेवून निसर्गावर केलेल्या प्रभावाचा अभ्यास केला. काही तज्ञांनी निसर्ग आणि मानव दोन्ही एकमेकांशिवाय अपूर्ण असल्याचे सांगितले आणि मानव–निसर्ग समायोजनाचा अभ्यास केला.

१) निश्चयवाद/ निसर्गवाद

निश्चयवाद या विचारसरणीचा उगम जर्मनीत झाला. १८व्या शतकाच्या उत्तरार्धात कांट यांनी या विचारसरणीचा पाया घातला, तर १९व्या शतकात हंबोल्ट, रिटर, आणि रॅटझेल यांनी तिचा विकास केला. या विचारानुसार, भूगोलाच्या अभ्यासात निसर्गाला केंद्रस्थानी ठेवण्यात आले. मानवी जीवनावर निसर्गाचा खूप मोठा प्रभाव असतो, आणि नैसर्गिक घटक मानवी क्रिया नियंत्रित करतात.

निश्चयवादाच्या विचारानुसार, मानवी जीवनातील घटनांमध्ये निसर्गाचे नियंत्रण असते, त्यामुळे मानवाला स्वतःच्या इच्छेप्रमाणे जीवन जगण्याचा किंवा व्यवसाय निवडण्याचा अधिकार नाकारला जातो. उदाहरणार्थ, कोणत्याही प्रदेशातील नैसर्गिक साधनसंपत्तीवर (जसे भू-रचना, जलसंपदा, हवामान, वनस्पती,

प्राणी, खनिजे इत्यादी) अवलंबून मानवाला आपले जीवन, व्यवसाय, घरांची रचना, खाण्यापिण्याच्या सवयी आणि वस्त्र निवडावी लागतात.

उष्ण प्रदेशातील व्यक्तीला त्याच्या सवयींमध्ये फारसा बदल करण्याची गरज नसते, परंतु शीत प्रदेशात गेल्यावर तो शीत हवामानाच्या परिस्थितीनुसार जीवनशैलीत बदल करतो. याचा अर्थ, मानवाचे जीवन पूर्णपणे पर्यावरणावर अवलंबून आहे. उदाहरणार्थ, टुंड्रा प्रदेशातील एस्किमो, कांगो खोऱ्यातील पिग्मी, कलहरी वाळवंटातील बुशमेन, आणि भारतातील नागा, गोंड, संथाल, तोडा इत्यादी जमाती भिन्न पर्यावरणात राहतात, त्यामुळे त्यांचे जीवन एकमेकांपेक्षा वेगळे आहे.

निश्चयवादाच्या विचारसरणीला ग्रीक, रोमन, अरब, जर्मन, आणि अमेरिकन भूगोलतज्ज्ञांनीही समर्थन दिले. अरिस्टॉटल यांनी आपल्या 'पॉलीटीज' या ग्रंथात लिहिले की, युरोपच्या थंड हवामानात राहणारे लोक शूर असले तरी वैचारिक व तांत्रिक क्षेत्रात कमी पडतात, तर आशियाई लोक विद्वान आणि कुशल असतात, परंतु त्यांच्यात चैतन्य नसल्यामुळे त्यांना गुलामगिरी पत्करावी लागते.

स्ट्रॅबो या रोमन भूगोलतज्ज्ञाने सांगितले की, प्रदेशाचा उतार, भूउठाव, हवामान हे घटक मानवाच्या जीवन पद्धतीवर कसे परिणाम करतात. अरब भूगोलतज्ज्ञांनी जगाचे सात हवामान विभागात विभाजन केले आणि त्या विभागातील राष्ट्रांची व वंशांची प्राकृतिक व सांस्कृतिक गुणवैशिष्ट्ये स्पष्ट केली. हिपोक्रेटस या शास्त्रज्ञाने आशियातील आळशी व विलासी लोक आणि युरोपातील कर्तव्यदक्ष व उद्योगी लोकांच्या जीवनाचा संबंध हवामानाशी जोडला.

हंबोल्ट आणि रिटर यांनी १९व्या शतकात निश्चयवादाला अधिक प्रोत्साहन दिले. हंबोल्ट यांनी सांगितले की, भूरचना, नैसर्गिक वनस्पती, आणि हवामान मानवी जीवनावर मोठा प्रभाव टाकतात. रिटर यांनी मानव व निसर्गाची पारस्पारिक प्रतिक्रिया या विचारसरणीस प्राधान्य दिले. त्यांनी समुद्रकिनाऱ्यावरील पर्यावरणाचा परिणाम तेथील लोकांवर मोठ्या प्रमाणात होतो असे दाखवून दिले.

रॅटझेल यांनी 'New Determinism' या विचारसरणीचा विकास केला. त्यांच्या मते, ठराविक पर्यावरणात ठराविक जीवनशैली तयार होते. त्यांनी ब्रिटिश बेटे आणि जपानचे उदाहरण दिले, जिथे सागरीय स्थानामुळे परकीय आक्रमणापासून नैसर्गिक संरक्षण मिळते.

ॲलेन सेंपल यांनी निसर्गवाद विचारसरणीचा पुरस्कार करताना म्हटले की, मानव हा पृथ्वीचे मूल आहे, आणि पृथ्वी त्याला शारीरिक व मानसिकदृष्ट्या तयार करते. पर्वतीय प्रदेशातील लोकांचे स्नायू पोलादासारखे मजबूत असतात, तर किनारी प्रदेशातील लोकांचे हात नौकानयनासाठी ताकदवान असतात.

ऐलस्वर्थ हंटींग्टन यांनी जागतिक हवामानाचे सौम्य व विषम असे दोन विभाग पाडले. त्यांचे मत असे होते की, प्राचीन संस्कृती ज्या नदीखोऱ्यात निर्माण झाल्या तिथे हवामान सौम्य होते, तर मध्य आशियातील मोघल टोळ्यांनी सातत्याने आक्रमणे केली, कारण तिथले हवामान अतिकोरडे होते.

निश्चयवादाच्या विचारसरणीला विसाव्या शतकानंतर टीकेला सामोरे जावे लागले. फ्रेंच भूगोलतज्ज्ञांनी पर्यावरणाला दिलेले अवास्तव महत्व आणि मानवाच्या कार्यक्षमतेकडे केलेले दुर्लक्ष अमान्य केले, ज्यातून शक्यतावाद या नवीन विचारसरणीचा जन्म झाला.

२) शक्यतावाद

शक्यतावाद ही एक महत्त्वपूर्ण विचारसरणी आहे जी निश्चयवादाच्या विपरीत आहे. निश्चयवादाच्या विचारसरणीमध्ये, मानवाचे जीवन व विकास हे निसर्गाच्या नियमांनी ठरलेले मानले जाते. परंतु, शक्यतावादाच्या विचारसरणीत, मानवाची कार्यक्षमता आणि त्याची निसर्गावर मात करण्याची क्षमता अधिक महत्वाची ठरते. या विचारसरणीचा उगम फ्रान्समध्ये झाला असून, ती पूर्णतः मानवकेंद्री आहे.

शक्यतावादाच्या विचारसरणीमध्ये, मानवाला निसर्गावर मात करण्याची आणि त्याच्या विकासासाठी निसर्गाचा वापर करण्याची क्षमता आहे, असा विश्वास आहे. मानव हा पृथ्वीवरील सर्वात क्रियाशील घटक आहे, जो निसर्गाच्या अडचणींवर विजय मिळवू शकतो. इतिहास काळापासून मानवाने निसर्गाच्या मर्यादा ओळखून, त्याचे नियंत्रण घेतले आहे आणि निसर्गाचा वापर मानवाच्या कल्याणासाठी केला आहे.

पर्यावरणाने मानवासाठी अनेक संधी उपलब्ध करून दिल्या आहेत आणि मानवाने या संधींचा उपयोग स्वतःच्या विकासासाठी केला आहे. उदाहरणार्थ, एका प्रदेशात उपलब्ध असणारी साधनसंपत्ती ओळखून, मानवाने आपल्या सामर्थ्याचा वापर करून त्या साधनसंपत्तीचा विकास केला आहे. म्हणूनच, शक्यतावादी लोक मानवाच्या सामर्थ्याला अधिक महत्त्व देतात. ज्ञान आणि विज्ञानाच्या आधारे, मानवाने अनेक अशक्य गोष्टी शक्य करून दाखवल्या आहेत.

उदाहरणार्थ, वाहतुकीच्या साधनांत प्रगती करून मानवाने पूर्वी जेथे पोहोचणे शक्य नव्हते अशा प्रदेशांत पोहोचले आहे. अशा दुर्गम प्रदेशांमध्ये वसाहती, शेती, उद्योग इत्यादींचा विकास केला आहे. प्रतिकूल हवामानाच्या प्रदेशांमध्ये खाणकाम व्यवसाय सुरू केला आहे. अरबस्तानच्या वाळवंटी प्रदेशात खनिज तेलाचे उत्खनन, अलास्कामध्ये सोन्याचे उत्खनन, कोलोराडोच्या वाळवंटात जलसिंचनाचा विकास, इजिप्त व सुदान मधील शुष्क हवामानाच्या प्रदेशात कृत्रिम दमटपणा निर्माण करून सुती कापड उद्योग अशा अनेक उदाहरणांमधून संभावतावादाची विचारसरणी दिसून येते.

शक्यतावादाच्या विचारसरणीचे प्रणेते म्हणून काही भूगोलतज्ञांचे योगदान विशेष महत्त्वाचे आहे. फ्रेंच भूगोलतज्ञ विदाल-द-ला-ब्लाश, जीन ब्रून्हस, अमेरिकन भूगोलतज्ञ बाऊमन आणि सॉर यांनी या विचारसरणीचा प्रचार केला.

१. फेब्व्रे (Febvre)

फेब्व्रे यांनी १९३२ साली आपल्या 'जिऑग्राफीकल इंट्रोडक्शन टू हिस्ट्री' या ग्रंथात प्रथम 'शक्यतावाद' या संकल्पनेचा उल्लेख केला. त्यांच्या मते, मानव हा एक भौगोलिक घटक असून त्याने भूपृष्ठावर अनेक बदल घडवून आणले आहेत. हे बदल त्याच्या शतकानुशतकाच्या धाडसपूर्ण कार्यामुळे आणि निर्णयांमुळे झालेले आहेत. त्यांच्या मतानुसार, मानवाला परिस्थितीत सुधारणा करण्यासाठी विविध संभावनांची निवड करण्याचे स्वातंत्र्य आहे. उदाहरणार्थ, मानवाने छोटा नागपूरच्या पठारावर गेल्यानंतर तिथे जंगल, सुपीक जमीन आणि खनिजे उपलब्ध झाली. त्या परिस्थितीत काहींनी जंगलातील लाकूडतोड आणि उत्पादनाचा व्यापार केला, तर काहींनी खनिजांचा शोध घेऊन उत्खनन केले, आणि काहींनी शेती सुरु केली.

२. विदाल–द–ला–ब्लाश (Vidal-da-la-Blash)

शक्यतावाद ही संकल्पना फ्रेंच भूगोल संप्रदायाशी अधिक निगडीत आहे. विदाल–द–ला–ब्लाश यांनी त्यांच्या 'प्रिन्सिपल ऑफ ह्युमेन जिओऑग्राफी' या ग्रंथात ही संकल्पना विस्ताराने मांडली. त्यांच्या मतानुसार, जीवन शैली ही सभ्यतेचे उत्पादन आणि प्रतिबिंब आहे. त्यांनी भिन्न पर्यावरणातील गटांमधील फरकाचे स्पष्टीकरण देताना हे फरक प्राकृतिक पर्यावरणामुळे नसून वृत्ती, मुल्ये व सवयी यांच्यातील फरकांमुळे होत असल्याचे दाखवून दिले. त्यांनी सांगितले की, निसर्गाने काही मर्यादा निश्चित केल्या आहेत, परंतु मानव त्यावर प्रतिक्रिया देतो आणि त्या परीस्थितींशी जुळवून घेतो. त्यांनी हे देखील स्पष्ट केले की, मानवाच्या उपस्थितीमुळे मानवी वस्तीच्या क्षेत्रात निसर्गात लक्षणीय बदल होतात. त्यांच्या मते, हे बदल समाजाच्या भौतिक संस्कृतीच्या पातळीवर अवलंबून असतात.

३. जीन ब्रून्हस (Jean Brunhes)

विदाल–द–ला–ब्लाश यांच्या नंतर जीन ब्रून्हस यांनी शक्यतावादाचा जोरदार पुरस्कार केला. त्यांच्या 'ह्युमन जिऑग्राफी' या ग्रंथात त्यांनी या विचारसरणीला विस्ताराने मांडले आहे. त्यांनी भूगोल हा तीन भागात विभागला आणि मानवाच्या कार्याला विशेष महत्व दिले. त्यांच्या मते, मानव नेहमीच सक्रीय असतो आणि त्याच्या शास्त्रीय व तांत्रिक ज्ञानाच्या विकासामुळे निसर्गाच्या प्रभावातून तो पूर्णपणे मुक्त होऊ शकत नाही. उदाहरणार्थ, किनाऱ्यावरील नद्यांमुळे सखल भागात पाणी भरते, ज्यामुळे सुपीक जमिनीचा वापर करण्यास अडचण येते.

४. बोमेन (Bowmen)

अमेरिकन भूगोलतज्ञ बोमेन यांनी त्यांच्या 'जिऑग्राफी अॅड सोशल सायन्सेस' या ग्रंथात शक्यतावादी विचार मांडले आहेत. त्यांनी युरोपमध्ये बटाटे व मका यासारख्या पिकांची लागवड मानवाने आपल्या ज्ञानाच्या बळावर यशस्वीरित्या केली आणि तेथील आर्थिक परिस्थिती बदलली असे स्पष्ट केले. त्यामुळे मानवाने निसर्गातील विविधता एकात्मतेत बदलवली आहे.

५. गोल्डन बिजर (Golden Bijar)

गोल्डन बिजर यांच्या मते, मानव पर्यावरणावर मात करू शकतो. त्यांनी म्हटले आहे की, पर्यावरणामुळे माणसाचे जीवन ठरत नाही, तर माणूस स्वतःच्या इच्छेनुसार पर्यावरणाचा उपयोग करून स्वतःला घडवतो.

३) संभाव्यतावाद

संभाव्यतावाद संकल्पना ओ एच के. स्पॅट (१९५७) यांनी मांडली होती, ही कल्पना आहे की भौतिक वातावरण मानवी क्रियांना निश्चित करत नाही, परंतु ते इतर क्रियांना प्रतिसाद देते. संभाव्यतावाद हा शब्द रॅटझेलच्या पर्यावरणीय निश्चयवाद आणि फेब्रे, लाब्लाश आणि सॉयरच्या क्रांतिकारी शक्यतावादाच्या दरम्यानचा मध्य मार्ग म्हणून प्रस्तावित करण्यात आला होता. डार्विनच्या विचार प्रभावामुळे आणि परिणामामुळे प्रभावित झालेल्या पर्यावरणवाद्याच्या मते मानवी क्रिया भौतिक वातावरणाद्वारे नियंत्रित केले जातात, मात्र संभाव्यतावादानुसार, भौतिक वातावरण अनेक संभाव्य मानवी प्रतिक्रियांना संधी प्रदान करते आणि निवडण्यासाठी पुरेशी विवेकबुद्धी लोकांमध्ये आहे.

स्पेटच्या मतानुसार, मानवाच्या सर्व किंवा काही प्रकारच्या कृती सक्तीने केल्या जात नाहीत, तर शक्यतांच्या समतोलने कृती केली जाते. उदाहरणार्थ, सतलज-गंगा क्षेत्रातील भूमीचा वापर हा बाजारपेठेच्या अंतरानुसार बदलला जाण्याची शक्यता आहे; नगराच्या मध्यवर्ती स्थानापासून लोकसंख्येची घनता सर्व दिशांनी कमी होते; गावाच्या वस्तीमुळे काही चालण्याच्या अंतरावर पीक कमी येते. या सर्व उदाहरणाव्दारे अनेक शक्यता उपलब्ध असतात व मानवाच्या क्रिया विवेकबुद्धीने योग्य पर्याय निवडत होत असतात.

तथापि, या प्रत्येक सामान्यीकरणासाठी अपवाद असू शकतात आणि बऱ्याच बाबतीत, मानव क्रिया करीत असताना योग्य सीमा किंवा मर्यादा असते. भूवैज्ञानिकांनी मानवी आणि पर्यावरणीय संबंध निश्चित करण्यासाठी संभाव्यता सिद्धांत वापरण्यास सुरुवात केली आणि भूभागाचा वैज्ञानिक अभ्यास देखील केला. संभाव्यतावादावर अनेक कारणास्तव टीका केली गेली. उदाहरणार्थ, पर्यावरणाविषयी संपूर्ण ज्ञान उपलब्ध होऊ शकत नाही; संसाधने आणि त्यांच्या वापराविषयी उपलब्ध माहिती विश्वसनीय असू शकत नाही; संसाधने (पर्यावरण) बद्दलची धारणा मानवाकडून समुदाय, समुदायाकडून प्रदेश आणि देशानुसार भिन्न असते, संभाव्य मॉडेलचा वापर, या मर्यादांमुळे, कठीण असू शकतो आणि त्यामुळे प्राप्त झालेले परिणाम वास्तविक असू शकत नाहीत.

थोडक्यात, नैसर्गिक घटक मानवी क्रियावर परिणाम करतात, परंतु त्या मर्यादांमध्ये माणूस विविध पर्यायांपैकी एक निवड करून त्याचे जीवन चालवतो. पर्यावरण माणसाला काही प्रमाणात नियंत्रित करते, पण माणूस त्याच्या ज्ञानाचा वापर करून योग्य निवडी करतो. उदाहरणार्थ. एका प्रदेशात जमिनीची सुपीकता कमी असली, तरी शेतकरी आधुनिक तंत्रज्ञान वापरून योग्य पीक घेण्याचा निर्णय घेतो.

ब. मानवी भूगोलाचे महत्व

उपलब्ध पर्यावरणामध्ये मानवाचा शाश्वत विकास साधण्यासाठी भूगोलाच्या अभ्यासाचा उपयोग होतो.

१. मानव व पर्यावरण सहसंबंध अभ्यासण्यासाठी

२. शाश्वत पर्यावरण विकास

३. वसाहत नियोजन (नगर विकास ग्रामीण विकास)

४. लोकसंख्या गुणवत्ता वाढविणे

५. लोकसंख्या स्थलांतर व समस्या सोडविण्यासाठी

६. मानवी आरोग्यदायी ठिकाणे यांचा शोध

७. इको फ्रेंडली पर्यटन सुरू करण्यास आणि सुरक्षित पर्यटन

८. नविन उद्योगधंदे व व्यापार स्थान निश्चितीसाठी

९. राजकीय सबंध दृढ व सलोख्याचे करण्यासाठी

१०. वाहतूक व्यवस्था सुधारण्यासाठी

११. सांस्कृतिक देवाणघेवाण

१२. शेती विकास व सेंद्रिय शेती व्यवसायातील संधी जाणून घेणे.

आपण हेच मध्ये जरासं सविस्तरपणे समजून घेऊ

मानवी आर्थिक क्रिया यांच्यामुळे पृथ्वीवर अनेक पर्यावरणीय बदल होत असलेले दिसतात. मानव खाणकाम व्यवसाय करतो, साधन संपत्तीचा पुरेसा वापर करतो, मात्र या साधनसंपत्तीचा वापर केल्यानंतर टाकाऊ पदार्थ ही पर्यावरणात टाकून दिले जातात. त्याचा परिणाम होऊन मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषण झालेली दिसून येते. जगात लोकसंख्याही वेगाने वाढत आहे यामुळे साधनसंपदावर ताण पडतो. पर्यायाने पर्यावरणावरही ताण पडलेला दिसतो. मृदा वहन आणि मृदेची धूप यासारख्या समस्या या पर्यावरणात आढळून आलेल्या दिसून येतात. यामुळे जमिनीची उत्पादन क्षमता घटलेली दिसून येते. यामधूनही मानव आणि पर्यावरणाचा संबंध दिसून येतो. मानवाने निर्माण केलेले विविध कारखाने त्याचबरोबर या कारखान्यातून टाकले जाणारे टाकाऊ पदार्थ यामुळे जल मृदा प्रदूषण होत असलेली दिसून येते. त्याचबरोबर मोठ्या महानगरांमधून टाकला जाणारा घनकचरा याचे व्यवस्थापन करत असताना पर्यावरणावर विपरीत परिणाम झालेले दिसून येतात. मानवाने आपल्या उपयुक्ततेसाठी मोठी जंगले तोडली आणि त्याचा परिणाम निर्वनीकरणामध्ये झालेला दिसून येतो. या निर्वनीकरणामुळे जगातील जंगलाचे प्रमाण दिवसेंदिवस घटत आहे अशा विविध क्रिया जर का जाणून घ्यायचे असतील तर मानवी भूगोलाचा अभ्यास हा उपयुक्त ठरलेला दिसतो.

मानवी भूगोलाचा अभ्यास केल्यानंतर आपल्याला शाश्वत विकास करणे शक्य आहे. या दृष्टीने युनेस्कोने १७ विविध उद्देश हे ठरवले आहे. पहिला उद्देश जगातील गरिबी दूर करायची, दुसरा उद्देश कोणी उपाशी राहणार नाहीत याची काळजी घ्यायची, लोकांचे आरोग्य चांगले राखले जाईल असा विकास करायचा आहे, शैक्षणिक गुणवत्ता वाढविणे, स्त्री पुरुष समानता राखणे, स्वच्छ पाणीपुरवठा, चांगली सांडपाणी व्यवस्था, उद्योगधंद्यांमध्ये नाविन्यता, विषमता दूर करण्याचा उद्देश असे युनेस्कोने दिलेले सतरा उद्देशाची परिपूर्णता करायचे असेल तर मानवी भूगोलाचा अभ्यास उपयुक्त ठरतो. कारण मानवी भूगोलामध्ये या सगळ्या उद्देशांचा अभ्यास केला जातो आणि तो अभ्यास जर तुम्हा विद्यार्थ्यांना समजला तर जगाचा शाश्वत विकास करणं शक्य होईल.

ग्रामीण व नागरी विकास करण्यासाठी वसाहत भूगोल यांचा अभ्यास उपयुक्त ठरतो. निसर्गाचा आस्वाद घेऊन नागरी जीवन कसे जगावे यासाठी नियोजनबद्ध वसाहती आवश्यक आहे. पुण्याच्या शेजारी लवासा नावाची नागरी वसाहत या पद्धतीची आहे. निसर्गरम्य ठिकाणी प्रत्येकालाच राहायला आवडतं आणि ही निसर्गरम्य ठिकाणे जगात कोठे आहेत हे शोधण्याचे कार्य किंवा प्राकृतिक घटक आणि मानवी वसाहती यांचा व्यवस्थित सुवर्णमध्य साधायचा असेल तर वसाहतींचे नियोजन करणे गरजेचे आहे.

लोकसंख्येची गुणवत्ता वाढवणे गरजेचे आहे. गुणवत्ता ही शैक्षणिक, धार्मिक, शारीरिक व नैतिक असते. विविध अंगांनी ही गुणवत्ता तपासली जाते. विविध देशातील शैक्षणिक गुणवत्ता ही त्या देशाने लावलेल्या शोधांची मार्फत दिसून येते. गुणवत्ता मापन करण्याचा हा एक निकष आहे. जगातला सगळ्यात जास्त शोध लावणारा देश, की ज्याच्या नावावर ती सगळ्यात जास्त पेटंट आहेत असा देश म्हणजे यूएसए आहे. १९७८ ते २०२० च्या दरम्यान सगळ्यात जास्त जगातील पेटंट हे यूएसए राष्ट्राने नोंदवलेले दिसून येतात. दुसऱ्या क्रमांकावर लोकसंख्या सर्वाधिक जास्त असणारा देश चीन याने हे पेटंट नोंदवलेले दिसून येतात. चौथ्या क्रमांकावर जपान देश आहे. सन २०२१ मध्ये जगातला सर्वात जास्त पेटंट नोंदवणार देश

म्हणून जपान याची नोंद झालेली दिसून येते. यावरून आपल्याला समजते की लोकसंख्या वाढ महत्त्वाची नाही तर त्या लोकसंख्येची गुणवत्ता वाढवणे गरजेचे आणि ही गुणवत्ता वाढवायची असेल तर इतर भौगोलिक अभ्यास करणे गरजेचे आहे.

एखाद्या व्यक्तीची गुणवत्ता भौगोलिक रचनेनुसार तयार झालेली दिसते. ग्रामीण भागातील लोक शहरी भागापेक्षा काटक आहे. त्यानुसार जर व्यक्तीचे गुण हे समजून घेतले तर त्या लोकसंख्येची गुणवत्ता वाढवणे शक्य आहे, म्हणूनच भौगोलिक दृष्टिकोनातून अभ्यास केल्याशिवाय लोकसंख्येची गुणवत्ता वाढवणे शक्य होत नाही. २०१४ साली रिओ येथे झालेल्या ऑलिंपिक स्पर्धेमध्ये सर्वाधिक गोल्ड मेडल यूएसए ने पटकावले होते. त्यानंतर ग्रेट ब्रिटन, फ्रान्स, जर्मनी, हंगेरी या सारख्या देशांचा क्रमांक लागतो. जगात दुसऱ्या क्रमांकाचा सर्वात जास्त लोकसंख्या असणारा आपला देश आहे परंतु शैक्षणिक गुणवत्तेत व खेळामध्ये आपल्याला त्याची आघाडी दिसून येत नाही. जर आघाडी घ्यायची असेल तर लोकसंख्या भूगोलाचा अभ्यास करणे आवश्यक आहे.

सद्या स्थलांतर ही समस्या दिसते. कोरोना साथीच्या रोगांमुळे प्रचंड मोठ्या प्रमाणावर भारतातील राज्या राज्यातील स्थलांतर मोठया प्रमाणावर झाले. लोक या कालावधीत शेकडो किलोमीटर त्यांनी पायी प्रवास करून त्यांच्या मूळ गावी गेले. कारण अर्थव्यवस्था कोलमडली होती, कारखाने बंद पडले होते, रोजगारा अभावी जीवन जगणे शक्य नाही. यामुळे मोठ्या प्रमाणावर लोक स्थलांतर करून आपल्या मूळ गावाकडे निघाले आणि त्याच कारणामुळे मोठ्या प्रमाणावर मृत्यू दरही वाढला. लोकसंख्या स्थलांतर समस्या सोडवायची असेल तर त्या ठिकाणाचा भौगोलिक अभ्यास करणे गरजेचे आहे भारतामध्ये मोठ्या प्रमाणावर नेपाळमधून व भूतान मधून स्थलांतर होते. हे प्रमाण कमी करायचे असेल आणि स्थलांतराची समस्याही सोडवायची असेल तर त्या ठिकाणाचा मानवी भूगोल अभ्यासला पाहिजे आणि त्यांना त्या ठिकाणी रोजगार उपलब्ध करून देण्यासाठी मानव व पर्यावरण संबंध अभ्यासणे गरजेचे आहे.

जगात मानवास आरोग्यदायक अशी विविध ठिकाणे आहेत. कोणत्या ठिकाणी वास्तव्य केल्यास मानव जास्त काळ जगू शकतो याचा शोध घेणं गरजेचं आहे. कारण मानवी आरोग्यावर तेथील हवामानाचा परिणाम होत असतो. मानवी भूगोलाची वैद्यकीय भूगोल ही शाखा अशाच पद्धतीने अभ्यास करते. संपूर्ण महाराष्ट्रात कोल्हापूर हे पैलवान व कुस्तीसाठी प्रसिद्ध आहे. तेथील हवामान आरोग्य सुधारण्यासाठी व शरीर बलशाली करण्यास उपयुक्त असलेले दिसून येते. आरोग्य आणि हवामान यांचा सहसंबंध यामधून दिसतो.

इको फ्रेंडली पर्यटन हे सद्या वाढत आहे. पर्यटनामध्ये नियमित वापरात असणारी स्वयंचलित यंत्रे टाळून निसर्गामध्ये पायी फिरणे, निसर्गामधील झाडे वनस्पती यांना धक्का न लावता निसर्गाचा आस्वाद घेणे, नद्यांचा आस्वाद घेणे ही घटना आपल्याला त्या ठिकाणी दिसते. अशी सुरक्षित पर्यटन स्थळे जगामध्ये कोठे आहे यांचा मानवी भूगोलाच्या पर्यटन भूगोल या शाखेत होत असल्याने मानवी भूगोलाचे महत्व वाढले आहे.

उद्योगधंद्याच्या स्थानावर परिणाम करणारे विविध घटक पाणी, मार्केट, भांडवल, मजूर, कच्चामाल, ऊर्जा साधने, जमीन वाहतूक व्यवस्था आणि दळणवळण यांचा अभ्यास हा मानवी भूगोलात होत असलेला दिसून येतो. नवीन उद्योगधंद्यांचे स्थान कोठे असावे मानवी भूगोलाचा अभ्यास केल्यास समजणे शक्य आहे. यासाठी वाणिज्य शाखेमध्ये देखील मानवी भूगोलाची व्यापारी भूगोल या शाखेचे अध्ययन होते.

सद्याला राजकीय संबंध प्रत्येक देशाचे सलोख्याचे असलेले दिसून येत नाही. काही ठिकाणी मोठ्या प्रमाणावर युद्धजन्य परिस्थिती आहे. कोरोना रोगावर मात करण्यासाठी व औषधाची गरज भागविण्यासाठी विविध देशांबरोबर मैत्रीचे संबंध असणे गरजेचे आहे. भूराजनीती या मानवी भूगोलाच्या शाखेत याचा अभ्यास होतो. मानवी भूगोलामध्ये विविध देशांची सांस्कृतिक जडणघडण अभ्यासली जाते. या अभ्यासामुळे सांस्कृतिक देवाण-घेवाण ही जगामध्ये करणे शक्य आहे. कारण पर्यटन, व्यापार यामधून एका ठिकाणच्या वस्तू आणि चालीरीती या दुसऱ्या देशापर्यंत पोहोचतात.

रासायनिक खताचे दुष्परिणाम जगाने अनुभवल्यानंतर जग सेंद्रीय शतीकडे वळले आहे. मानवी भूगोलाच्या कृषी भूगोल या उपशाखेत कृषी वर परिणाम करणाऱ्या विविध घटकांचा अभ्यास केला जातो व त्याचबरोबर कृषी व्यवसायामध्ये केल्या जाणाऱ्या शेतीच्या पद्धती, समस्या यांचा प्राकृतिक घटकांच्या उपयुक्ततेबाबत अभ्यास केलेला दिसून येतो. यामुळे सेंद्रिय शेती आणि शेती विकास हा देखील करणे शक्य आहे. अशा विविध घटकांचा अभ्यास करण्यासाठी मानवी भूगोलाचा अभ्यास उपयुक्त ठरतो.

३. सारांश

या मोडूलमध्ये विविध भूगोलतज्ञांच्या विचार व्याख्या, स्वरुप व व्याप्ती यामधून जाणून घेतल. भूगोलात मानव व निसर्ग यांना समान महत्व दिले पाहिजे. त्यांना एकमेकांपासून वेगळे करता येणार नाही. हे दोन्ही घटक एकमेकांवर अवलंबून आहेत. निसर्गातील घटकांचा विकास मानवाशिवाय शक्य नाही, आणि या विकासाची तीव्रता निसर्गावर अवलंबून असते. याचबरोबर मानवाचा शाश्वत विकास करण्यासाठी मानवी भूगोलाचा अभ्यास महत्वाचा आहे.

४. संकल्पना उजळणी

मानवी भूगोलाची व्याप्ती : कोणत्याही विषयाची व्याप्ती म्हणजे त्याविषयात समाविष्ट होणाऱ्या सर्व घटकांचा किंवा विषयसामग्रीचा अभ्यास होय.

मानवी भूगोलाचे स्वरुप : मानवी भूगोलामध्ये प्राचीन काळापासून आजपर्यंत अभ्यासपद्धती मध्ये झालेला बदल जाणणे म्हणजेच मानवी भूगोलाचे स्वरुप जाणणे होय. १. वर्णनात्मक स्वरुप; २. निरीक्षणात्मक स्वरुप; ३. विश्लेषणात्मक स्वरुप ; ४. प्रादेशिक स्वरुप ; ५. शास्त्रीय स्वरुप ; ६. संख्याख्यीय स्वरुप ; ७. उपयोजनात्मक स्वरुप

निसर्गवाद (Determinism): हा दृष्टिकोन सांगतो की, मानवाचे सर्व क्रियाकलाप आणि जीवनशैली मुख्यत्वे नैसर्गिक वातावरणावर आधारित असते. पर्यावरणाचा मानवाच्या निर्णयांवर आणि विकासावर संपूर्ण नियंत्रण असतो.

शक्यतावाद (Possibilism): या सिद्धांतानुसार, पर्यावरण मानवी जीवनाला काही मर्यादा घालते, परंतु माणूस आपल्या बुद्धीच्या आणि तंत्रज्ञानाच्या आधारे त्या मर्यादांवर मात करू शकतो.

संभाव्यतावाद (Probabilism): हा दृष्टिकोन निसर्गवाद आणि शक्यतावाद यांच्यामधील संतुलित विचार आहे. या विचारानुसार, नैसर्गिक घटक काही प्रमाणात मानवी क्रियाकलापांना आकार देतात, पण माणूस आपले निर्णय त्याच्या बुद्धी आणि पर्यायांच्या आधारे घेतो.

५. बहुपर्यायी प्रश्न उत्तरे

अ) खालील बहूपर्यायी प्रश्नाची उत्तरे लिहा.

१. अ. फ्रेडरिक रॅटझेल

२. क. हटिंग्टन

३. अ. लन सेंपल

४. अ. फ्रेडरिक रॅटझेल

५. ब. संख्यात्मक

६. अ. उपयोजनात्मक

ब) खालील प्रश्नाची उत्तरे लिहा

१. सर्व

२. राजकिय भूगोलाची

३. हलफोर्ड मॅकिन्डर

४. वसाहत भूगोल

५. लोकसंख्या भूगोल

६. वैद्यकिय भूगोल

६. प्रश्न :

दिर्घोत्तरी प्रश्न

१. मानवी भूगोलाची व्याख्या लिहा व मानवी भूगोलाची व्याप्ती लिहा.

२. मानवी भूगोलाची व्याख्या लिहा व मानवी भूगोलाचे स्वरुप लिहा.

३. मानवी भूगोलाची व्याख्या लिहा व मानवी भूगोलाच्या विविध शाखा विस्ताराने लिहा.

४. मानवी भूगोलाचे महत्व सविस्तर लिहा.

टिपा लिहा

१. निसर्गवाद

२. निश्चयवाद

३. मानवी भूगोलाचे महत्व

७. संदर्भ

1 Hussain, M. (2012). Human Geography. Rawat Publications.

2 Gregory, D., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M. J., Whatmore, S. (2009). The Dictionary of Human Geography (5th ed.). Wiley-Blackwell.

3 Rubenstein, J. M. (2019). An introduction to human geography: The cultural landscape (12th ed.). Pearson Education.

4 Short, J. R. (2020). Human Geography: A short introduction. Oxford University Press.

5 सवदी व कोळेकर (२०१२) मानवी भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.

६ रत्नदीप जाधव (२०१९) मानवी भूगोल, प्रारुप पब्लिकेशन, कोल्हापूर.

❑❑❑

प्रकरण – २
लोकसंख्या

घटक संरचना :

* जागतिक लोकसंख्या वाढ व वितरण
* लोकसंख्येची वैशिष्ट्ये
* भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्या
* माल्थस लोकसंख्या वाढीचा सिद्धांत

....

उद्देश :

१. जागतिक व भारतीय लोकसंख्येची वाढ व वितरण समजून घेणे

२. भारताच्या लोकसंख्येची वैशिष्टे समजून घेणे.

३. माल्थसचे विचार आणि सद्यपरिस्थिती याच्यातील सहसंबध शोधणे.

४. लोकसंख्या वाढ संबंधित समस्यांचे समाधान शोधणे.

२.० प्रस्तावना :

मागील घटकात (घटक क्र. १) मध्ये आपण मानवी भूगोलाचा परिचय, त्याच्या शाखा यांची माहिती करून घेतली आहे. त्यापैकी मानवी भूगोलाची प्रमुख शाखा, सामाजिक भूगोलाची उपशाखा म्हणून आपण लोकसंख्या भूगोलाचा अभ्यास करतो. याच शाखेच्या अनुषंघाने या घटकात आपण लोकसंख्या व तिच्या विविध घटकांचे अध्ययन करणार आहोत, जे समाजाच्या विकासासाठी अत्यंत महत्वाचे आहे. कारण यामुळे सामाजिक आणि आर्थिक योजनांची प्रभावी तयारी केली जाऊ शकते, संसाधनांवरील ताणाचे मूल्यांकन करता येते, सामाजिक समानता व विकास सुधारता येतो, भविष्यकालीन आवश्यकता ओळखता येतात, आणि अर्थशास्त्रीय धोरणे ठरवता येतात. यामुळे लोकसंख्या व त्याच्या घटकांचे विश्लेषण समाजातील समस्यांचे निराकरण, प्रभावी योजनांची अंमलबजावणी आणि टिकाऊ विकास सुनिश्चित करण्यासाठी मदत करते.

२.१ जागतिक आणि भारतीय लोकसंख्येची वाढ आणि वितरण

जागतिक आणि त्याचबरोबर भारतीय लोकसंख्येची वाढ आणि वितरण ही एक अत्यंत महत्त्वाची समस्या बनली आहे. जागतिक स्तरावर लोकसंख्या वेगाने वाढत आहे, ज्याचा परिणाम पर्यावरण, अर्थव्यवस्था, संसाधनांचा वापर इत्यादी विविध क्षेत्रांवर होत आहे. २० व्या शतकाच्या मध्यापासून जागतिक लोकसंख्येत प्रामुख्याने विकसनशील देशांमध्ये मोठ्या प्रमाणात वाढ झाली. याचा परिणाम म्हणून, संसाधनांवरील ताण, पर्यावरणीय असमतोल, तसेच शहरीकरणाची आव्हाने अधिक तीव्र झाली आहेत.

भारत, जो जागतिक लोकसंख्येत पहिल्या क्रमांकाचा देश आहे, त्याची लोकसंख्या देखील खूप जलद गतीने वाढत आहे. तसेच येथील लोकसंख्येचे वितरणामध्ये देखील प्रचंड विषमता आढळून येते. ज्यामध्ये शहरी आणि ग्रामीण भागात मोठी तफावत दिसून येते. शहरीकरणाच्या प्रक्रियेमुळे भारतामध्ये मोठ्या शहरांकडे लोकसंख्या आकर्षित होताना दिसते. ज्यामुळे या मोठ्या शहरांवर लोकसंख्येचा ताण वाढत आहे. याच परिणामातून वरील गोष्टींचा विचार करता, जागतिक आणि भारतीय लोकसंख्येची वाढ आणि वितरण यांचा अभ्यास महत्वपूर्ण ठरतो. आणि या भागात आपण याच गोष्टींवर सविस्तर चर्चा करणार आहोत.

२.१.१ जागतिक लोकसंख्येची वाढ

जागतिक लोकसंख्या वाढीचा इतिहास हा मानवाच्या सामाजिक, आर्थिक, आणि तांत्रिक प्रगतीचा एक महत्त्वाचा भाग आहे. तसेच याचा संबंध पर्यावरणीय समस्यांशी देखील येतो. लोकसंख्या वाढीचा वेग, जन्म दर, आणि मृत्यू दर यातील बदलामुळे भौगोलिक, सामाजिक, आणि आंतरराष्ट्रीय धोरणांमध्ये मोठे बदल घडू शकतात. म्हणूनच जागतिक लोकसंख्या वाढीचा अभ्यास करणे महत्त्वाचे आहे.

खालील तक्त्यामध्ये इ.स. १९०१ ते २०२१ या कालावधीत म्हणजेच १२० वर्षांमध्ये जगाची लोकसंख्या वाढ स्पष्ट केली आहे. या लोकसंख्या वाढीचे तीन टप्प्यात सखोल निरीक्षण आपण जाणून घेणार आहोत.

तक्ता २.१ : जागतिक लोकसंख्येची वाढ

वर्ष	लोकसंख्या (कोटीमध्ये)	वाढीचा दर
१९०१	१६०	–
१९११	१७५	९.३८
१९२१	१८६	६.२९
१९३१	२०७	११.२९
१९४१	२३०	११.११
१९५१	२५९	१२.६१
१९६१	३०६	१८.१५
१९७१	३७७	२३.२०
१९८१	४५३	२०.१६
१९९१	५४२	१९.६५
२००१	६२५	१५.३१
२०११	७११	१३.७६
२०२१	७९५	११.८१

अ) २० व्या शतकाचा पूर्वार्ध (१९०१ ते १९५०) :

इ.स. १९०१ ते १९५० या कालावधीत जागतिक लोकसंख्या हळूहळू वाढली. १९०१ मध्ये लोकसंख्या १६० कोटी होती, आणि १९५१ मध्ये ही संख्या २५९ कोटीपर्यंत पोहोचली, याचा अर्थ या पन्नास वर्षांच्या कालावधीत सुमारे ६२ % वाढ झाली. १९०० च्या दशकात उच्च मृत्यू दर, अस्वच्छता, आणि जीवनमान कमी असणे यामुळे लोकसंख्या वाढीचा वेग कमी होता. याच काळात औद्योगिक क्रांतीची सुरवात झाली, यामुळे आरोग्यसेवा आणि उत्पादन प्रक्रियेत सुधारणेला सुरवात झाली, पण त्या काळात त्याचा प्रभाव मर्यादित होता. १९१० ते १९५० या कालावधीत पहिले (१९१४-१९१८) आणि दुसरे (१९३९-१९४५) जागतिक युद्ध यामुळे सामाजिक आणि आर्थिक अस्थिरता निर्माण झाली, ज्यामुळे लोकसंख्या वाढीवर, विशेषत: युद्धग्रस्त क्षेत्रांमध्ये याचा थेट प्रभाव पडला. या काळात आरोग्यसेवेत सुधारणा आणि काही प्रमाणात औषधशास्त्रातील प्रगतीमुळे मृत्यूदर कमी झाला, पण आर्थिक मंदी आणि संघर्षामुळे लोकसंख्या वाढीचा वेग स्थिर राहिला. दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतरच्या काळात सामाजिक आणि आर्थिक पुनर्निर्माणामुळे लोकसंख्या वाढीस गती मिळाली, औद्योगिक उत्पादन आणि कृषी तंत्रज्ञानातील सुधारणा यामुळे जीवनमान सुधारले. जागतिक आरोग्यसेवा

सुधारणांमुळे आणि मोठ्या प्रमाणावर लसीकरणामुळे अनेक संसर्गजन्य रोग कमी झाले, आणि लोकसंख्या वाढीला गती मिळाली. यामुळे १९५० पर्यंत जागतिक लोकसंख्या वाढीचा दर हळूहळू सुधारला, तरीही संघर्ष आणि आर्थिक अडचणीमुळे वाढीचा वेग अजूनही पूर्णपणे स्थिर झाला नव्हता.

ब) २० व्या शतकाचा उत्तरार्ध (१९५१ ते २०००)

इ.स. १९५१ ते २००० या कालावधीत जागतिक लोकसंख्या वाढीचा वेग अत्यंत गतीला गेला. १९५१ मध्ये लोकसंख्या २५९ कोटी होती, आणि २००१ मध्ये ती ६२५ कोटीपर्यंत पोहोचली, ज्याचा अर्थ या पन्नास वर्षांच्या कालावधीत लोकसंख्या सुमारे १४२ % वाढली. या कालावधीत औद्योगिक आणि तांत्रिक प्रगतीचा मोठा प्रभाव पडला. १९५० ते १९७० च्या दशकात औषधशास्त्रात आणि आरोग्यसेवेत झालेल्या सुधारणांमुळे, जसे की लसीकरण कार्यक्रम आणि नवनवीन औषधे यामुळे मृत्यूदर कमी झाला आणि लोकसंख्या वाढीला गती मिळाली. कृषी तंत्रज्ञानातील प्रगतीने अन्नधान्याच्या उत्पादनात सुधारणा झाली, ज्यामुळे अन्नसुरक्षा वाढली आणि जीवनमान सुधारले. १९७० ते १९९० या काळात लोकसंख्या वाढीचा दर अत्यंत उच्च होता, विशेषत: विकसनशील देशांमध्ये उच्च जन्मदर आणि कमीमृत्यू दरामुळे लोकसंख्या गतीने वाढली. काही देशांनी कुटुंब नियोजन कार्यक्रमांची अंमलबजावणी सुरू केली, पण त्याचा प्रभाव अधिक स्पष्टपणे नंतरच्या दशकात दिसला. १९९० नंतर, लोकसंख्या वाढीचा वेग कमी झाला, विकसित देशांमध्ये जन्मदर कमी झाला, आणि कुटुंब नियोजनाच्या उपाययोजना प्रभावी झाल्या. जागतिक आरोग्य संघटना आणि विकास संस्थांनी जनसंख्या नियंत्रण आणि आरोग्य सुधारणा यासाठी प्रभावी कार्यक्रम राबवले, ज्यामुळे मृत्यूदर आणखी कमी झाला. महिलांचे सशक्तीकरण, शिक्षणातील सुधारणा, आणि जागतिक आरोग्य सेवांमध्ये गुंतवणूक यामुळे लोकसंख्या वाढीचा वेग मंदावला, यामुळे २००० च्या सुमारास लोकसंख्या वाढ कमी होण्यास सुरवात झाली.

क) २१ व्या शतकाचा पूर्वार्ध (२००१ ते २०२१)

इ.स. २००१ ते २०२१ या कालावधीत जागतिक लोकसंख्या वाढीचा वेग कमी झाला आहे. २००१ मध्ये लोकसंख्या ६२५ कोटी होती आणि २०२१ मध्ये ती ७९५ कोटीपर्यंत पोहोचली, म्हणजेच या २० वर्षांच्या कालावधीत २७ % वाढ झाली. या कालावधीत जन्मदरामध्ये झालेली घट स्पष्टपणे दिसून येते. आर्थिक विकास, शिक्षणातील सुधारणा, महिलांचे सशक्तीकरण, आणि कुटुंब नियोजनाच्या उपाययोजनांच्या प्रभावामुळे जन्मदर कमी झाला. अनेक विकसनशील देशांमध्ये कुटुंबांची आकार कमी झाला, आणि लोकसंख्या वाढीचा वेग मंदावला. २०११ नंतर, हवामान बदल, संसाधनांची तुटवडा, इ. पर्यावरणीय समस्यांमुळे लोकसंख्या वाढीवर थोडा नकारात्मक परिणाम झाला. आंतरराष्ट्रीय स्थलांतरामुळे आणि दशकाच्या उत्तरार्धात कोविड–१९ महामारीने आर्थिक आणि आरोग्य क्षेत्रावर प्रचंड ताण निर्माण केला, ज्यामुळे मृत्यूदर वाढला आणि जन्मदर कमी झाला. भविष्याच्या दृष्टीने, वाढत्या वृद्धापकाळाशी संबंधित समस्यांसोबत शिक्षण, आरोग्यसेवा, आणि सामाजिक समर्थन प्रणालीमध्ये सुधारणा झाल्यास लोकसंख्या वाढीचा वेग आणखी कमी होण्याची शक्यता आहे. तथापि, पर्यावरणीय तणाव आणि जागतिक बदल यामुळे निरंतर उपाययोजना आणि सुधारणा आवश्यक ठरतात.

२.१.२ जागतिक लोकसंख्येचे वितरण

जागतिक लोकसंख्येचे वितरण हे अतिशय असमान असून, विविध ते भौगोलिक, पर्यावरणीय, आणि ऐतिहासिक घटकांवर आधारित असते. पृथ्वीवरील लोकसंख्या मोठ्या प्रमाणात सुसंगत आणि विविध प्रकारच्या

वातावरणीय परिस्थितींनुसार वसली आहे. उष्णकटिबंधीय क्षेत्रातील घनदाट जंगले, उष्ण व समशितोष्ण गवताळ प्रदेश आणि खनिज संपन्न पठारी प्रदेश यामध्ये लोकसंख्या वितरणाचे वैशिष्ट्यपूर्ण उदाहरणे आहेत. याशिवाय, शहरीकरण, औद्योगिकीकरण, आणि आर्थिक विकास यामुळे काही ठिकाणी लोकसंख्या घनता अधिक आहे. यामुळे लोकसंख्या वितरणाच्या विविधतेचा अभ्यास केल्यास मानववंशशास्त्राच्या व पर्यावरणीय बदलांच्या संपूर्ण परिस्थितीचा अभ्यास केला जातो.

जागतिक लोकसंख्येचे खंडानुसार वितरण

खंड	लोकसंख्या (कोटीमध्ये)	जागतिक लोकसंख्येतील वाटा
आशिया	४६८	५८.८०
आफ्रिका	१४६	१८.३५
युरोप	७४.८	९.४०
उत्तर अमेरिका	५९.४	७.४६
दक्षिण अमेरिका	४३.४	५.४५
ओशिनिया	४.३	०.५४

अ) दाट लोकवस्तीचे प्रदेश (प्रति चौ. कि. मी. ४५१ पेक्षा जास्त घनता)

ज्या प्रदेशांची लोकसंख्येची घनता ही ४५१ पेक्षा जास्त असते असे सर्व प्रदेश हे दाट लोकवस्तीचे प्रदेश म्हणून ओळखले जातात. जगातील दाट लोकवस्तीच्या प्रदेशांचे वितरण आपण या भागात पाहणार आहोत :

१) नद्यांची खोरी: नद्यांच्या खोरी नेहमीच मानवी वसाहतींच्या विकासासाठी केंद्रबिंदू ठरली आहेत. पाण्याचा मुबलक पुरवठा, सुपीक जमीन, आणि जलसिंचनाच्या सोयीमुळे येथे शेती करणे सोपे होते. याशिवाय, नद्या वाहतुकीचे आणि व्यापाराचे महत्त्वपूर्ण साधन आहेत, ज्यामुळे या भागात आर्थिक क्रियांना चालना मिळते. या सर्व कारणांमुळे नद्यांच्या खोऱ्यामध्ये दाट लोकसंख्या आढळते. नद्यांच्या काठावर वसलेल्या शहरांमध्ये उद्योगधंदे, शेती, आणि व्यापार या सर्वांमध्ये मोठ्या प्रमाणात प्रगती होते, ज्यामुळे अधिक लोक या भागांमध्ये वसण्यासाठी आकर्षित होतात. गंगा-ब्रह्मपुत्रा नदीखोरे (भारत, बांगलादेश), नाईल नदीखोरे (इजिप्त), यांगत्से नदीखोरे (चीन) ही जगातील सर्वात जास्त लोकसंख्येची ठिकाणे आहेत.

२) मैदानी प्रदेश: मैदानी प्रदेशांमध्ये सपाट आणि सुपीक जमिनी असल्यामुळे शेतीसाठी अतिशय अनुकूलता असते. या प्रदेशांत शेती, पाण्याचा पुरवठा, वाहतूक, आणि उद्योगधंद्यांच्या विकासासाठी उत्तम सुविधा उपलब्ध असतात. त्यामुळे या भागांमध्ये मोठ्या प्रमाणात मानवी वसाहती विकसित होतात. याशिवाय, मैदानी प्रदेशांमध्ये पायाभूत सुविधा, रस्ते, रेल्वे आणि इतर आवश्यक गोष्टींची सोय अधिक सुलभ होते, ज्यामुळे लोकसंख्येची घनता वाढते. सपाट भूभागावर बांधकाम करणे आणि मोठ्या प्रमाणात शेतीचे उत्पादन घेणे सोपे असते, ज्यामुळे या भागांमध्ये लोक मोठ्या प्रमाणात स्थायिक होतात. उदा. गंगा-सिंधूचे मैदान (भारत, पाकिस्तान, बांगलादेश), गंगा-यमुना दुआब (भारत), पॅरिस खोरे (युरोप), उत्तर चीनचे मैदान, युक्रेनचे काळ्या मातीचे

मैदान, पंजाब मैदान (भारत आणि पाकिस्तान), मिसिसिपी नदीचे मैदान (संयुक्त संस्थाने), ग्रेट प्लेन्स (संयुक्त राज्ये आणि कॅनडा), इ.

३) प्राचीन संस्कृतीचे प्रदेश: प्राचीन संस्कृतींचा विकास ज्या प्रदेशांमध्ये झाला, तेथे लोकसंख्येची घनता नेहमीच जास्त आढळते. हे प्रदेश सांस्कृतिक, ऐतिहासिक, आणि धार्मिकदृष्ट्या महत्त्वपूर्ण असल्यामुळे येथे लोक मोठ्या प्रमाणात वसतात. या भागांमध्ये प्राचीन काळापासून मानवी वसाहती स्थिरावल्या असून, त्या संस्कृतींचा वारसा आजही या ठिकाणी आढळतो. ऐतिहासिकदृष्ट्या महत्त्वाचे असलेले हे प्रदेश आजही लोकसंख्येच्या दृष्टिकोनातून घनदाट आहेत, कारण येथे पर्यटन, व्यापार, आणि सांस्कृतिक वारसा यांमुळे मोठ्या प्रमाणात लोकसंख्या आकर्षित होते. उदा. मेसोपोटेमिया (इराक), सिंधू नदीखोरे (भारत-पाकिस्तान), रोम (इटली), एथेंस (ग्रीस), कायरो (इजिप्त), इस्तंबूल (तुर्की), बिजिंग (चीन), वाराणसी (भारत), जेरूसलेम (इस्राएल), बगदाद (इराक), क्योटो (जपान), इ.

४) मोसमी हवामानाचे प्रदेश: मोसमी हवामानाचे प्रदेश म्हणजे जिथे तापमान योग्य आणि पावसाचे प्रमाण संतुलित असते, अशा ठिकाणी मानवी जीवनासाठी आदर्श वातावरण असते. या प्रदेशांमध्ये शेती, व्यापार, आणि उद्योगधंद्यांच्या वाढीसाठी अनुकूल परिस्थिती असते. उबदार तापमान आणि नियमित पर्जन्यमान यामुळे येथील नैसर्गिक संसाधनांचा उत्तम उपयोग करता येतो. त्यामुळे या भागांमध्ये मानवी वसाहती अधिक प्रमाणात आढळतात, ज्यामुळे लोकसंख्येची घनता जास्त असते. उदा. जपानचे किनारी भाग, चीनचा पूर्व किनारा, भारताची पश्चिम किनारपट्टी, कॅलिफोर्नियाचा किनारी भाग (संयुक्त संस्थाने), ब्राझीलचा दक्षिण-पूर्व किनारा, थायलंडचा मध्य भाग, ऑस्ट्रेलियाचा पूर्व किनारा, इ.

ब) मध्यम लोकवस्तीचे प्रदेश (प्रति चौ. कि. मी. १५१ ते ४५० घनता)

मध्यम लोकसंख्येची घनता असलेले प्रदेश म्हणजेच असे प्रदेश जिथे प्रति चौ. कि. मी. १५१ ते ४५० लोकसंख्या असते. या प्रदेशांचा विकास, स्थानिक संसाधनांचा उपयोग, आणि आर्थिक क्रिया यांवर आधारित असतो. या प्रदेशांमध्ये विशेषतः तीन प्रकारच्या भौगोलिक आणि पर्यावरणीय प्रदेशांची आपण माहिती घेऊ.

१) उष्ण व समशितोष्ण गवताळ प्रदेश: उष्ण व समशितोष्ण गवताळ प्रदेश म्हणजेच असे विशाल गवताळ क्षेत्रे जिथे गवतांची आच्छादन मुख्य आहे. हे प्रदेश वातावरणीय परिस्थितीप्रमाणे विविध असतात, परंतु सामान्यतः येथे सुसंगत व मध्यम हवामान असते. याठिकाणी मोठ्या प्रमाणात शेती व पशुपालन हा व्यवसाय चालतात. त्यामुळे याप्रदेशात स्थानिक लोक मोठ्या प्रमाणात स्थायिक होतात. प्रेअरी (उत्तर अमेरिका), पंपाज (अर्जेंटिना), स्टेप्स (युरेशिया), व्हेल्ड (दक्षिण आफ्रिका), डाउन्स (ऑस्ट्रेलिया) ही काही मध्यम लोकवस्ती असलेली उष्ण व समशितोष्ण गवताळ प्रदेशांची उदाहरणे आहेत.

२) सूचिपर्णी जंगलांचा प्रदेश: सूचिपर्णी जंगल म्हणजेच थंड हवामान, सौम्य उन्हाळा, अल्प पाऊस अशा हवामानात वाढणारे जंगल, ज्यामध्ये प्रमुखतः सुचीपर्णी वृक्षांचे प्रमाण सर्वाधिक असते. अशा प्रदेशात जंगलतोड करून तेथील क्षेत्र शेतीखाली आणले जात आहे, तसेच या क्षेत्रात लाकूड व फर्निचर उद्योग मोठ्या प्रमाणात चालतो. त्यामुळे अशा प्रदेशात मध्यम लोकवस्ती आढळते. उदा. उत्तर अमेरिका आणि युरेशिया येथील सूचिपर्णी जंगलांच्या प्रदेशांमध्ये देखील लोकसंख्येची घनता मध्यम प्रमाणात असते. तसेच कॅनडा, अलास्का (संयुक्त संस्थाने), सैबेरिया (रशिया), नॉर्वे, स्विडन, फिनलंड, कझाकिस्तानचा उत्तर भाग, मंगोलियाचा उत्तर

भाग, इ, येथील सुचीपर्णी अरण्यामध्ये मध्यम लोकवस्ती आढळते.

३) खनिज संपत्तीचे प्रदेश: खनिज संपत्ती असलेल्या प्रदेशांमध्ये खनिजांच्या खाणी आणि त्याअनुषंघाने होणारा औद्योगिक विकास यामुळे लोकसंख्या वाढते. हे प्रदेश आधुनिक औद्योगिकीकरणासाठी प्रसिद्ध असतात. उद्योग, राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय व्यापार व परिणामस्वरूप होणारा आर्थिक विकास यामुळे या ठिकाणी लोकसंख्या स्थिरावते. संयुक्त संस्थानचा मध्य भाग, रशियाचा पश्चिम भाग, कझाकस्तानचा काही भाग, जोहान्सबर्ग, प्रिटोरिया (दक्षिण आफ्रिका), या क्षेत्रामध्ये लोकसंख्या घनता मध्यम आहे.

क) विरळ लोकवस्तीचे प्रदेश (दर चौ.कि. मी. ला १५० पेक्षा कमी लोक)

ज्या प्रदेशात लोकसंख्येची घनता ही दर चौ. की. मी. ला १५० पेक्षा कमी असते असे प्रदेश विरळ लोकवस्तीचे प्रदेश म्हणून ओळखले जातात. वाळवंटी, ध्रुवीय, उंच पर्वतीय, घनदाट अरण्ये, इ. ठिकाणी विरळ लोकवस्ती आढळते. या ठिकाणी कठीण हवामान, अत्यंत कमी तापमान, पाण्याची कमी, वाहतूक अडचणी, आणि मर्यादित संसाधनांमुळे मानवी जीवन जगणे अत्यंत आव्हानात्मक ठरते. त्यामुळे या प्रदेशांमध्ये लोकसंख्या कमी असते, आणि फक्त तेच लोक तिथे राहतात जे त्या कठीण परिस्थितींशी जुळवून घेऊ शकतात.

१) उष्णकटिबंधीय वनांचा प्रदेश: घनदाट वनस्पती आणि प्रचंड जैवविविधता असणारा उष्णकटिबंधीय वनांचा प्रदेश हा जगाच्या सुमारे १०% भागावर पसरलेला आहे. यामध्ये अमेझॉन सदाहरीत वने (द. अमेरिका) आणि कांगो सदाहरीत वने (आफ्रिका) या प्रमुख उष्णकटिबंधीय अरण्यांचा समावेश होतो. हा प्रदेश मानवी जीवनासाठी अत्यंत प्रतिकूल असून मानवी वसाहतींना अडथळा ठरतो. या भागात आढळणारी घनदाट वनस्पती आणि उष्णकटिबंधीय हवामानामुळे या प्रदेशात कायमस्वरूपी वसाहती, शेती या गोष्टी शक्य होत नाहीत. याशिवाय साल्वाडोर (मध्य अमेरिका), इंडो-मलेशियन (आग्नेय आशिया), पश्चिम पॅसिफिक (न्यू गिनी, पॅसिफिक आइलंड्स) या उष्णकटिबंधीय जंगलामध्ये सुद्धा विरळ लोकवस्ती आढळते.

३) वाळवंटी प्रदेश: जगाच्या सुमारे ३३% भागावर वाळवंटी प्रदेश पसरलेला आहे. हा शुष्क हवामान आणि पावसाचे अत्यल्प प्रमाण असे वैशिष्ट्य असलेला प्रदेश. सहारा (उत्तर आफ्रिका), कलहारी (दक्षिण आफ्रिका), गोबी (मंगोलिया,चीन), अरब (मध्य पूर्व देश), ग्रेट व्हिक्टोरिया (ऑस्ट्रेलिया), अटकामा (दक्षिण अमेरिका), थर (भारत, पाकिस्तान) ही काही वाळवंटी प्रदेशांची उदाहरणे आहेत. या भागात अतिउष्ण तापमान, पाण्याची तीव्र कमतरता, मृदेची धूप, मर्यादित साधनसंपत्ती, पायाभूत सुविधांचा अभाव, इ. अडचणींमुळे मानवी जीवन असह्य होते, मानवी वसाहती विकसित होत नाहीत. शिवाय, वाळवंटी प्रदेशांमध्ये कृषी आणि स्थायी मानवी जीवनासाठी आवश्यक ती संसाधने उपलब्ध नाहीत, ज्यामुळे लोकसंख्या कमी आहे.

४) पर्वतीय प्रदेश : जगाच्या एकूण भूभागाच्या सुमारे २४% भाग वेगवेगळ्या पर्वतरांगांनी व्याप्त आहे. याठिकाणी मानवी जीवनासाठी अतिशय खडतर व कठीण परिस्थिती असते. हिमालय, आल्पस, रॉकी, आणि अँडीज या जगातील काही उंच पर्वतरांगामध्ये कमी तापमान, प्रचंड वेगवान वारा, ऑक्सीजनची कमतरता, पायाभूत सुविधांचा अभाव, पाण्याची कमतरता, मर्यादित शेती, नैसर्गिक आपत्तींचा जास्त धोका, इ अडचणी मोठ्या प्रमाणात उद्भवतात. या पर्वतांबरोबारच जगातील अनेक छोट्या मोठ्या पर्वतांमध्ये थोड्याफार फरकाने हीच परिस्थिती आढळते. यामुळे, अशा उंच पर्वतरांमध्ये मानवी वस्ती अत्यंत कमी, अवघड जीवनशैली, यामुळे लोकसंख्या कमी आहे.

५) थंड हवामानाचे प्रदेश : मानवी जीवनास अतिशय प्रतीकूल अशा अतिथंड हवामानाच्या प्रदेशात लोकवस्ती अत्यंत विरळ असते. हे प्रदेश जगाच्या सुमारे २०% भागावर पसरलेले आहेत. प्रतिकूल हवामान, अत्यंत कमी तापमान, मर्यादित कृषी उत्पादन, आणि वाहतूक तसेच संपर्काच्या अडचणी यामुळे या प्रदेशात मानवी जीवन जगणे आव्हानात्मक ठरते. या प्रदेशांमध्ये आरोग्याच्या समस्या उद्भवू शकतात, तसेच अस्थायी जीवनशैली, मर्यादित आर्थिक संधी, हिमस्खलन आणि बर्फाचे तुफान यांसारख्या प्राकृतिक आपत्तींचा धोका, इ. मुळे लोक तिथे वस्ती करण्यास कचरत असतात. अंटार्कटिका (दक्षिण ध्रुव), सैबेरिया (रशिया), ग्रीनलँड (उत्तर अटलांटिक), उत्तर कॅनडा (कॅनडा), इ. भागात हवामान अत्यंत थंड आणि कठीण आहे, ज्यामुळे स्थायी मानवी वसाहतींचे अस्तित्व कमी आहे.

तुमची प्रगती तपासा :

१. जागतिक लोकसंख्या वाढीचा वेग १९५१ ते २००० या काळात कसा होता?

(अ) कमी झाला (ब) स्थिर राहिला

(क) अत्यंत गतीला गेला (ड) कमी झाला आणि नंतर वाढला

२. १९०१ ते १९५० या काळात जागतिक लोकसंख्या किती टक्के वाढली?

(अ) सुमारे ३०% (ब) सुमारे ४२%

(क) सुमारे ६२% (ड) सुमारे ७५%

३. जगात कोणत्या प्रदेशात दाट लोकवस्ती आढळते?

(अ) वाळवंटी प्रदेश (ब) ध्रुवीय प्रदेश

(क) नद्यांची खोरी (ड) पर्वतीय प्रदेश

४. उष्णकटिबंधीय वनांचा प्रदेश हा कोणत्या वैशिष्ट्यामुळे मानवी वसाहतींसाठी प्रतिकूल असतो?

(अ) उष्ण हवामान (ब) थंड हवामान

(क) अत्यंत कमी तापमान (ड) घनदाट वनस्पती

५. वाळवंटी प्रदेशात लोकसंख्या कमी असण्याचे मुख्य कारण काय आहे?

(अ) पाण्याची कमतरता (ब) थंड हवामान

(क) घनदाट वनस्पती (ड) पर्वतीय परिस्थिती

६. जागतिक लोकसंख्येच्या खंडानुसार वितरणात आशियाचा वाटा किती आहे?

(अ) ४५.८०% (ब) ५८.८०%

(क) ६२.२५% (ड) ५५.४५%

उत्तरे:

१. (क) अत्यंत गतीला गेला २. (क) सुमारे ६२%

३. (क) नद्यांची खोरी ४. (ड) घनदाट वनस्पती

५. (अ) पाण्याची कमतरता ६. (ब) ५८.८०%

२.१.३ भारतीय लोकसंख्येची वाढ

जागतिक लोकसंख्येच्या बाबतीत भारताची लोकसंख्या सर्वाधिक आहे. जागतिक लोकसंख्या वाढ ज्या गतीने होत आहे. त्या तुलनेत भारतातील लोकसंख्या अधिक गतीने नोंदविली जात आहे.

भारतीय लोकसंख्या वाढीचा अभ्यास करणे गरजेचे आहे कारण यामुळे संसाधनांवर दबाव येतो, आर्थिक अस्थिरता निर्माण होऊ शकते, आणि शिक्षण व रोजगाराच्या संधींची आवश्यकता वाढते. वाढती लोकसंख्या पर्यावरणीय समस्यांसारख्या प्रदूषण, वनतोड आणि हवामान बदलांशी संबंधित आव्हानांना जन्म देते. यामुळे सामाजिक बदलांची आणि संसाधनांचे प्रभावी वितरण कसे असावे हे समजून घेणे आवश्यक आहे. तसेच, लोकसंख्या वाढीचे कल काय आहेत त्याआधारे प्रभावी धोरणे आणि योजना तयार करणे शक्य होते. भारतातील लोकसंख्या वाढीचा एकंदरीत आढावा घेतल्यास १९०१ ते २०२१ या कालावधीत भारताच्या लोकसंख्येतील वाढीचे विविध टप्पे स्पष्ट लक्षात येतात. यामध्ये १९०१ ते १९२१ हा स्थिरतेचा टप्पा, १९२१ ते १९५१ हा स्थिर वाढीचा टप्पा, १९५१ ते १९८१ हा लोकसंख्या विस्फोटाचा टप्पा आणि १९८१ नंतरची मंदावणारी वाढ यांचा समावेश होतो. पुढील तक्त्यामध्ये या आकडेवारीचे निरीक्षण तुम्ही करा.

तक्ता २. ३ भारतीय लोकसंख्येची वाढ

वर्ष	लोकसंख्या (कोटीत)	लोकसंख्या वाढीचा दर (%)
१९०१	२३.८४	-
१९११	२५.२१	५.७५
१९२१	२५.१३	-०.३२
१९३१	२७.९०	११.०२
१९४१	३१.८७	१४.२३
१९५१	३६.११	१३.३०
१९६१	४३.९२	२१.६३
१९७१	५४.८२	२४.८२
१९८१	६८.३३	२४.६४
१९९१	८४.६३	२३.८५
२००१	१०२.८६	२१.५४
२०११	१२१.०८	१७.७१
२०२१	१४२.८६ (अंदाजित)	१७.९९

१) २० व्या शतकाचा पुर्वाध (१९०१ ते १९५१)

२० व्या शतकाच्या पूर्वार्धात, १९०१ ते १९५१ या कालावधीत भारताच्या लोकसंख्येत महत्त्वपूर्ण बदल झाले, ज्यामध्ये विविध सामाजिक, आर्थिक आणि आरोग्यविषयक कारणांचा प्रभाव होता. १९०१ मध्ये ब्रिटिश भारतात पहिली जनगणना झाली, त्यावेळी लोकसंख्या २३.८४ कोटी होती, परंतु या वर्षासाठी वाढीचा दर मोजला गेला नाही. १९११ मध्ये, लोकसंख्या २५.२१ कोटीपर्यंत वाढली, आणि ५.७५% वाढीचा दर

नोंदवला गेला, जो प्रामुख्याने आरोग्यसेवा सुधारणा आणि वाढत्या जन्मदरामुळे झाला. तथापि, १९२१ मध्ये लोकसंख्येत प्रथमच घट झाली, ती २५.१३ कोटी इतकी झाली, आणि वाढीचा दर -०.३२% नोंदला गेला. ही घट १९१८ मध्ये आलेल्या मोठ्या प्लेगच्या साथीसह इन्फ्लूएंझा महामारीमुळे झाली होती, ज्यामुळे मृत्यूदर वाढला. १९३१ मध्ये लोकसंख्या पुन्हा वाढली आणि २७.९० कोटी झाली, ११.०२% वाढीसह, जो साथीच्या रोगानंतरच्या शांततेच्या काळात आणि आरोग्यसेवा सुधारल्यामुळे झाला. १९४१ मध्ये लोकसंख्या ३१.८७ कोटीपर्यंत पोहोचली, वाढीचा दर १४.२३% झाला, ज्यामध्ये औद्योगिकीकरण आणि आरोग्य सुविधांमधील सुधारणांनी महत्त्वाची भूमिका बजावली. अखेरीस, १९५१ मध्ये स्वतंत्र भारताच्या पहिल्या जनगणनेत, लोकसंख्या ३६.११ कोटीवर पोहोचली, आणि १३.३०% वाढीचा दर नोंदवला गेला. स्वातंत्र्यानंतरच्या काळातील सामाजिक आणि आर्थिक सुधारणांनी या वाढीला चालना दिली.

थोडक्यात, २० व्या शतकाच्या पूर्वार्धात, भारताची लोकसंख्या वाढत गेली, काही वर्षांत चढ-उतार दिसून आले. साथीच्या रोगांच्या परिणामस्वरूप काही काळ लोकसंख्येत घट झाली असली तरी, एकूणच या काळात वाढ कायम राहिली. वाढीचा दर मात्र साधारणपणे स्थिर होता. स्वातंत्र्यानंतरच्या काळात, विशेषतः १९४१ ते १९५१ दरम्यान, वाढीचा दर अधिक गतीने वाढल्याचे दिसून आले.

२) २० व्या शतकाचा उत्तरार्ध (१९५१ ते २००१)

भारताच्या लोकसंख्येचा आढावा घेतल्यास, २० व्या शतकाच्या उत्तरार्धात देशाच्या लोकसंख्येत मोठी वाढ झाल्याचे दिसते, ती ४४ कोटीवरून १०३ कोटीपर्यंत पोहचली. विशेष म्हणजे या संपूर्ण कालावधीत लोकसंख्या वाढीचा दर मात्र प्रत्येक दशकात २० % च्या पुढे राहिला. त्यामुळे या कालावधीतील लोकसंख्या वाढ ही सर्वात वेगवान मानली जाते.

१९६१ मध्ये भारताची लोकसंख्या ४४ कोटींच्या आसपास होती. स्वातंत्र्यानंतर देशाने औद्योगिकीकरण आणि कृषी विकासावर लक्ष केंद्रित केले होते. याच काळात आरोग्य सेवा आणि मूलभूत सुविधांचा प्रसार सुरू झाला. परिणामी बालमृत्यू दरात घट झाली आणि सरासरी आयुर्मान वाढले, ज्यामुळे लोकसंख्येत वाढ झाली.

१९६१ ते १९७१ या दशकात भारतात आरोग्य सेवांमध्ये मोठी सुधारणा झाली. लसीकरण मोहिमा, स्वच्छतेचे महत्त्व, आणि अन्न पुरवठा सुधारल्यामुळे लोकांचे आरोग्य सुधारले. या दशकात विविध सरकारी योजनांमुळे मृत्यूदर कमी झाला आणि लोकसंख्या वाढीचा दर वाढला. परिणामी १९७१ मध्ये लोकसंख्या ५४.८२ कोटींवर पोहोचली.

१९७१ ते १९८१ या दशकातही आरोग्यसेवांचा विस्तार होत राहिला, परंतु साथीच्या रोगांचा प्रभाव कमी झाल्यामुळे लोकसंख्या वाढीचा दर स्थिर राहिला. कुटुंब नियोजनाच्या जागरूकतेसाठी मोहिमा सुरु झाल्या होत्या, परंतु त्यांचा प्रभाव या काळात पूर्णपणे दिसला नाही. त्यामुळे वाढीचा दर जास्तच राहिला आणि १९८१ मध्ये लोकसंख्या ६८.३३ कोटी झाली.

१९८१ ते १९९१ या दशकात लोकसंख्या नियंत्रणावर भर दिला गेला. कुटुंब नियोजन मोहिमा, शिक्षण, आणि महिला सशक्तीकरणाच्या प्रयत्नांमुळे लोकसंख्या वाढीचा दर थोडा कमी झाला. तरीही, मोठ्या संख्येने जन्म होत राहिल्यामुळे लोकसंख्या वाढ कायम राहिली. १९९१ मध्ये भारताची लोकसंख्या ८४.६३ कोटी झाली.

१९९१ ते २००१ या दशकात आर्थिक उदारीकरणामुळे देशाच्या विकासात गती आली. शिक्षणाची पातळी वाढली आणि आरोग्यसेवा अधिक सुलभ झाली. यामुळे लोकसंख्या वाढीचा दर कमी झाला, पण एकूण लोकसंख्येने मात्र १०० कोटींचा टप्पा ओलांडला. २००१ मध्ये भारताची लोकसंख्या १०२.८६ कोटींवर पोहोचली, ज्यामुळे हे दशक भारताच्या लोकसंख्यावाढीच्या दृष्टीने महत्त्वाचे ठरले.

थोडक्यात, २० व्या शतकाच्या उत्तरार्धात, भारताच्या लोकसंख्येची वाढ सर्वात जास्त होती. सुरुवातीच्या काळात आरोग्य सेवा आणि जीवनमान सुधारणेमुळे मृत्यूदर कमी झाला आणि लोकसंख्या वाढली. १९८० नंतर कुटुंब नियोजन आणि महिला सक्षमीकरणाच्या प्रयत्नांमुळे वाढीचा दर कमी झाला, पण लोकसंख्येची एकूण वाढ मात्र कायम राहिली.

३) २१ व्या शतकाचा पुर्वाध (२००१ ते २०२१)

भारताच्या लोकसंख्या वाढ २१ व्या शतकाच्या पूर्वाधात देखील सुरूच आहे. २००१ साली भारताची लोकसंख्या १०२.८६ कोटी होती, आणि त्या दशकात लोकसंख्या वाढीचा दर २१.५४% होता. हे दशक म्हणजे आर्थिक उदारीकरणानंतरच्या काळातील कालावधी, ज्यामुळे देशाच्या विकासाला गती मिळाली. शिक्षण, आरोग्यसेवा, आणि आर्थिक सुधारणा यांचा परिणाम लोकसंख्येवरही दिसून आला.

२०११ मध्ये लोकसंख्या १२१.०८ कोटींवर पोहोचली, आणि वाढीचा दर १७.७१% झाला. या दशकात लोकसंख्या नियंत्रणाच्या मोहिमांना थोडाफार यश आले. आर्थिक आणि सामाजिक परिस्थिती सुधारली, ज्यामुळे वाढीचा दर कमी झाला, परंतु लोकसंख्येत महत्त्वपूर्ण वाढ झालीच.

२०२१ मध्ये लोकसंख्या १४२.८६ कोटींवर (अंदाजे) पोहोचली आहे, आणि वाढीचा दर १७.९९% राहण्याचा अंदाज आहे. जरी वाढीचा दर पूर्वीपेक्षा कमी होत असला तरी, लोकसंख्येचे एकूण प्रमाण अजूनही जास्तच आहे. भारतातील जीवनमान, शिक्षण, आरोग्यसेवा या घटकांमध्ये सुधारणा झाली असली तरीही देशाची लोकसंख्या स्थिर करण्यासाठी अजूनही व्यापक प्रयत्नांची गरज आहे.

थोडक्यात, २१ व्या शतकाच्या सुरवातीच्या काळात भारताची लोकसंख्या १०२.८६ कोटींवरून १४२.८६ कोटींवर पोहोचली. या कालवधीत वाढीचा दर कमी होत गेल्याचे दिसून येत असले तरी तो अजून न्यूनतम पातळीवर आलेला नाही, परिणामी लोकसंख्येतील एकूण वाढ अद्यापही जास्त आहे.

तुमची प्रगती तपासा :

१. १९५१ ते १९८१ या कालावधीस भारताच्या लोकसंख्या बदलाचा कोणता टप्पा म्हणतात?

(अ) स्थिरतेचा टप्पा (ब) स्थिर वाढीचा टप्पा

(क) लोकसंख्या विस्फोटाचा टप्पा (ड) मंदावणारी वाढ

२. १९११ मध्ये भारताची लोकसंख्या किती होती?

(अ) २३.८४ कोटी (ब) २५.२१ कोटी

(क) २७.९० कोटी (ड) ३१.८७ कोटी

३. १९८१ ते १९९१ या दशकात भारताच्या लोकसंख्या वाढीचा दर कसा होता?

(अ) स्थिर (ब) कमी होत गेला

(क) उच्च (ड) नियमित

४. २००१ मध्ये भारताची लोकसंख्या किती होती?

(अ) १०२.८६ कोटी (ब) ८४.६३ कोटी

(क) १२१.०८ कोटी (ड) १४२.८६ कोटी

उत्तरे:

१. (क) लोकसंख्या विस्फोटाचा टप्पा २. (ब) २५.२१ कोटी

३. (क) उच्च ४. (अ) १०२.८६ कोटी

२.१.४ भारतातील लोकसंख्येचे वितरण

भारताची लोकसंख्या भौगोलिक, सामाजिक आणि आर्थिक विविधतेवर आधारित आहे. राज्यांमधील लोकसंख्या घनता, जनसंख्या वृद्धी दर, आणि सामाजिक संरचना यावर विविधता दिसून येते. या विविधतेमुळे प्रत्येक क्षेत्राच्या विकासाच्या गरजा आणि संसाधनांचे व्यवस्थापन आव्हानात्मक ठरते. याचा विचार करता या भागात आपण भारतीय लोकसंख्येचे राज्यनिहाय व घनतेनुसार वितरण पाहणार आहोत.

तक्ता २. ४ भारतातील राज्यनिहाय लोकसंख्या व लोकसंख्येची घनता

अ. क्र.	राज्य/केंद्रशासित प्रदेश	लोकसंख्या (कोटींमध्ये)	लोकसंख्येची घनता (प्रति चौ.कि.मी.)
१	उत्तर प्रदेश	१९.९८	३७१
२	महाराष्ट्र	११.२४	३६५
३	बिहार	१०.४१	१,११६
४	पश्चिम बंगाल	९.१३	१,०४१
५	आंध्र प्रदेश (तेलंगणा समाविष्ट)	८.४६	३०८
६	मध्य प्रदेश	७.२६	२३५
७	तामिळनाडू	७.२१	५५४
८	राजस्थान	६.८५	२१०
९	कर्नाटक	६.११	३१८
१०	गुजरात	६.०४	३०५
११	ओडिशा	४.२	२७०

१२	केरळ	३.३४	८६१
१३	झारखंड	३.३	४१४
१४	आसाम	३.१२	३९८
१५	पंजाब	२.७७	५५१
१६	छत्तीसगड	२.५५	१९०
१७	हरियाणा	२.५४	५७३
१८	दिल्ली (एनसीटी)	१.६८	१,१३१
१९	जम्मू आणि काश्मीर	१.२५	५६३
२०	उत्तराखंड	१.०१	१८२
२१	हिमाचल प्रदेश	०.६९	१२४
२२	त्रिपुरा	०.३७	३५२
२३	मेघालय	०.३	१३३
२४	मणिपूर	०.२७	१२१
२५	नागालँड	०.२	१२१
२६	गोवा	०.१५	४००
२७	अरुणाचल प्रदेश	०.१४	१६
२८	पुदुचेरी	०.१२	३००
२९	मिझोराम	०.११	४०
३०	चंदीगड	०.११	१०
३१	सिक्कीम	०.०६	८२
३२	अंदमान आणि निकोबार बेटे	०.०४	५
३३	दादरा आणि नगर हवेली	०.०३	६२
३४	दमण आणि दीव	०.०२	४७
३५	लक्षद्वीप	०.००६	२०

लोकसंख्या घनतेनुसार वितरण :

भारतातील राज्याचे लोकसंख्या घनतेनुसार वर्गीकरण करणे हे त्यांच्या सामाजिक आणि भौगोलिक परिस्थितींचे योग्य मूल्यांकन करण्यास मदत करते. वरील माहितीच्या आधारे, आपण या भागात लोकसंख्येचे घनतेनुसार वर्गीकरण करणार आहोत.

१) दाट लोकवस्तीचे प्रदेश (घनता ४५१ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी. पेक्षा जास्त)

२०२१ सालामध्ये मुंबई महानगराची लोकसंख्येची घनता २१,००० प्रतिचौरस किलोमीटर नोंदविली गेली आहे.

दिल्ली (एनसीटी) हे भारताच्या राजधानीचे ठिकाण असून, ते अत्यंत उच्च लोकसंख्या घनतेचे राज्य आहे. दिल्लीमध्ये प्रति चौरस किलोमीटरला सुमारे ११३१ लोक राहतात. ही अत्यंत उच्च घनता दर्शवते की, दिल्लीमध्ये क्षेत्रफळाच्या तुलनेत लोकसंख्या अत्यंत जास्त आहे. दिल्लीचे क्षेत्रफळ कमी असून लोकसंख्या खूपच अधिक आहे, ज्यामुळे येथे मोठ्या प्रमाणात दाट लोकवस्ती आहे. दिल्ली व्यतिरिक बिहार आणि पश्चिम बंगाल या राज्याची घनता देखील १००० पेक्षा जास्त आहे.

केरळच्या बाबतीत, विचार केल्यास तेथे प्रति चौरस किलोमीटर ८६१ लोक राहतात. हे दर्शवते की, या येथे देखील लोकसंख्या घनता अधिक आहे.

हरियाणा, जम्मू आणि काश्मीर, तामिळनाडू, आणि पंजाब यांची लोकसंख्या साधारणपणे ५०० पेक्षा जास्त आहे. हरियाणामध्ये ती ५७३, जम्मू आणि काश्मीरमध्ये ५६३, तामिळनाडूमध्ये ५५४ तर पंजाबमध्ये ५५१ प्रति चौरस किलोमीटर आहे.

२) मध्यम लोकवस्तीचे प्रदेश (घनता १५१ ते ४५० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.)

झारखंड, गोवा आणि आसाम या राज्यांची लोकसंख्या घनता साधारणपणे ४०० व्यक्ती प्रति चौरस किलोमीटर आहे झारखंडची लोकसंख्या घनता ४१४ आहे, झारखंडचा क्षेत्रफळ ७९,७१४ चौरस किलोमीटर असून, याची घनता मोठ्या लोकसंख्येच्या आधारे आहे. गोवा, क्षेत्रफळाचा विचार करता एक छोटे राज्य असून, त्याची लोकसंख्या घनता ४०० आहे. या राज्याचे क्षेत्रफळ केवळ ३,७५६ चौरस किलोमीटर आहे, त्यामुळे लोकसंख्या घनता जास्त आहे. आसामची लोकसंख्या घनता ३९८ आहे, ज्याचे कारण राज्याचे क्षेत्रफळ ७८,४३२ चौरस किलोमीटर आहे आणि येथे लोकसंख्या मोठ्या प्रमाणात आहे.

उत्तर प्रदेश आणि महाराष्ट्र यांसारख्या मोठ्या राज्यांची लोकसंख्या घनता सुसंगत असली तरी अधिक आहे. उत्तर प्रदेशची लोकसंख्या घनता ३७१ आहे आणि राज्याचे क्षेत्रफळ ५,३८,३१३ चौरस किलोमीटर आहे. महाराष्ट्रची लोकसंख्या घनता ३६५ आहे, याचे क्षेत्रफळ ३,०७,७७४ चौरस किलोमीटर आहे. या राज्यांमध्ये भौगोलिक क्षेत्रफळ मोठे असल्याने लोकसंख्या घनता सुसंगत आहे.

त्रिपुरा आणि कर्नाटक या राज्यांची लोकसंख्या घनता तुलनेने कमी आहे. त्रिपुरा, ज्याचे क्षेत्रफळ १०,४९२ चौरस किलोमीटर आहे, त्याची लोकसंख्या घनता ३५२ आहे. कर्नाटकचे क्षेत्रफळ १,९१,७९० चौरस किलोमीटर असून, लोकसंख्या घनता ३१८ आहे. आंध्र प्रदेश (तेलंगणा समाविष्ट) आणि गुजरातची लोकसंख्या घनता अनुक्रमे ३०८ आणि ३०५ आहे. याचे कारण या राज्यांचे भौगोलिक क्षेत्रफळ मोठे आहे – आंध्र प्रदेशाचे २,७४,०१९ चौरस किलोमीटर आणि गुजरातचे १,९८,०१९ चौरस किलोमीटर आहे.

पुदुचेरी आणि ओडिशा यांची लोकसंख्या घनता ३०० च्या जवळपास आहे. पुदुचेरीचा क्षेत्रफळ केवळ ४०० चौरस किलोमीटर आहे आणि लोकसंख्या घनता ३०० आहे, तर ओडिशाचा क्षेत्रफळ १,५५,८७० चौरस किलोमीटर असून, लोकसंख्या घनता २७० आहे.

मध्य प्रदेश आणि राजस्थान यांची लोकसंख्या घनता २०० ते २५० च्या दरम्यान आहे, कारण त्यांचे क्षेत्रफळ मोठे आहे. मध्य प्रदेशाचे क्षेत्रफळ ३,०८,३५० चौरस किलोमीटर आहे आणि लोकसंख्या घनता २३५

आहे, तर राजस्थानाचे क्षेत्रफळ ३,२७,००० चौरस किलोमीटर आहे आणि लोकसंख्या घनता २१० आहे.

छत्तिसगढ (१९० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.) आणि उत्तराखंड (१८२ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.) या राज्याची लोकसंख्या घनता २०० पेक्षा कमी आहे मात्र १५० पेक्षा जास्त असल्याने ते या गटात येतात.

या राज्यांची लोकसंख्या घनता भौगोलिक क्षेत्रफळ आणि लोकसंख्येच्या अनुपातावर आधारित आहे, आणि याच कारणांमुळे घनतेमध्ये भिन्नता आढळते. मध्यम श्रेणीतील या सर्व राज्यांमध्ये एक प्रकारचे भौगोलिक व लोकसंख्यात्मक संतुलन दिसून येते.

३) विरळ लोकवस्तीचे प्रदेश (घनता १५० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी. पेक्षा कमी)

हिमाचल प्रदेशाची लोकसंख्या घनता १२४ व्यक्ती प्रति चौ. किमी आहे. हे एक पर्वतीय राज्य असून येथील लोकसंख्या तुलनेने कमी आहे. त्यामुळे येथील लोकसंख्या घनता इतर भारतीय राज्यांच्या तुलनेत कमी आहे.

भारताच्या ईशान्येकडील आसाम वगळता मेघालय (१३३ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), मणिपूर (१२१ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), नागालँड (१२१ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), सिक्कीम (८२ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), मिझोराम (४० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.) आणि अरुणाचल प्रदेश (१६ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.) या राज्यांची एकूण लोकसंख्या कमी असल्याने हे भाग विरळ घनतेच्या प्रदेशात येतात. यापैकी अरुणाचल प्रदेश या घटक राज्याची घनता ही भारतात सर्वात कमी आहे.

केद्रशासित प्रदेशांचा विचार केल्यास दादरा आणि नगर हवेली (६२ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), दमण आणि दीव (४७ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), लक्षद्वीप (२० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.), चंदीगड (१० व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.) आणि अंदमान-निकोबार बेटे (५ व्यक्ती प्रति चौ. कि.मी.),

भारतातील विविध राज्यांमध्ये लोकसंख्या घनतेमध्ये मोठ्या प्रमाणात बदल होत असल्याचे दिसून येतात. लोकसंख्या घनता राज्यांच्या भौगोलिक आकार, नगरीकरणाची पातळी, आणि लोकसंख्या वाढीच्या नमुन्यांवर अवलंबून असते. क्षेत्रफळ व एकूण लोकसंख्या या दोन्हीचा परिणाम लोकसंख्येच्या घनतेवर होताना दिसतो. काही राज्यांमध्ये, घनता जास्त आहे कारण कमी क्षेत्रफळात अधिक लोकसंख्या आहे. याउलट, काही मोठ्या राज्यांमध्ये लोकसंख्या घनता कमी आहे कारण एकूण लोकसंख्येच्या तुलनेत त्यांचे क्षेत्रफळ मोठे आहे. लोकसंख्या घनतेतील या विविधतेमुळे पायाभूत सुविधा, संसाधन व्यवस्थापन, आणि विकास धोरणांवर प्रभाव पडतो, त्यामुळे धोरणे तयार करताना राज्यांच्या विशिष्ट गरजा लक्षात घेणे महत्त्वाचे आहे.

तुमची प्रगती तपासा :

१. भारताच्या कोणत्या राज्याची लोकसंख्या घनता सर्वाधिक आहे?

अ) उत्तर प्रदेश, ब) दिल्ली (एनसीटी),

क) महाराष्ट्र, ड) बिहार

२. खालीलपैकी कोणत्या राज्यातील लोकसंख्या घनता १५० पेक्षा कमी आहे?

अ) झारखंड, ब) हिमाचल प्रदेश,

क) तामिळनाडू, ड) गोवा

३. खालीलपैकी कोणत्या राज्यामध्ये ग्रामीण लोकसंख्या मोठ्या प्रमाणावर असून कृषी हा मुख्य व्यवसाय आहे?

अ) जम्मू काश्मीर, ब) दिल्ली,

क) ओडिशा, ड) झारखंड

४. कोणत्या केंद्रशासित प्रदेशाची लोकसंख्या घनता २० पेक्षा कमी आहे?

अ) लक्षद्वीप, ब) चंदीगड,

क) पुदुचेरी, ड) दादरा आणि नगर हवेली

५. कोणत्या राज्यात पर्यटन व व्यापार क्षेत्रात वाढल्यामुळे लोकसंख्या स्थिर राहते?

अ) गोवा, ब) महाराष्ट्र,

क) बिहार, ड) गुजरात

६. कोणत्या राज्याची लोकसंख्या घनता सर्वात कमी आहे?

अ) मध्य प्रदेश ब) उत्तर प्रदेश ,

क) हिमाचल प्रदेश ड) अरूणाचल प्रदेश

उत्तरे:

१. ब) दिल्ली (एनसीटी) २. ब) हिमाचल प्रदेश

३. क) ओडिशा ४. अ) लक्षद्वीप

५. अ) गोवा ६. ड) अरूणाचल प्रदेश

२.२ लोकसंख्येची वैशिष्ट्ये – जन्मदर, मृत्यूदर, लोकसंख्या घनता आणि साक्षरता

लोकसंख्या हा समाजाच्या अथवा देशाच्या सामाजिक, सांस्कृतिक आणि आर्थिक स्थितीचे प्रतिनिधित्व करणारा एक महत्त्वपूर्ण घटक आहे. प्रत्येक प्रदेशाची लोकसंख्या ही विविध वैशिष्ट्यांनी, गुणधर्मांनी परिपूर्ण असते. मात्र प्रदेशानुसार ही वैशिष्टे भिन्न असतात. आणि या वैशिष्ट्यांचा अथवा यांच्यातील भिन्नतेचा अभ्यास करून आपण त्या प्रदेशाच्या सामाजिक समस्यांचे निराकरण करू शकतो. तसेच प्रदेशाच्या विकासाचे धोरण निश्चित करताना हा अभ्यास महत्वपूर्ण ठरतो. यामध्ये जन्मदर, मृत्यूदर, लोकसंख्या घनता, साक्षरता याबरोबरच वय संरचना, लिंग गुणोत्तर, शैक्षणिक पातळी, नागरीकरण, आर्थिक स्थिती, इ. वैशिष्ट्यांचा समावेश होतो. यापैकी काही वैशिष्ट्यांची सविस्तर माहिती आपण या भागात घेणार आहोत.

२.२.१ जन्मदर

जन्मदर हा एक महत्वाचा लोकसंख्याशास्त्रीय दर्शक आहे. जो विशिष्ट कालावधीत जन्माला आलेल्या अर्भकांची संख्या व विशिष्ट लोकसंख्या आकार यांच्या गुणोत्तरावरून ठरवला जातो. म्हणजेच 'एका कॅलेंडर वर्षामध्ये दर १००० लोकसंख्येचा प्रमाणात जन्माला आलेल्या अर्भकांची संख्या म्हणजे त्या प्रदेशाचा जन्मदर होय.' जन्मदरातील वाढ किंवा घट ही त्या प्रदेशातील लोकसंख्या संरचनेवर देखील परिणाम करते. ज्या

ठिकाणी जन्मदर जास्त असतो त्या ठिकाणी तरुणांची संख्या वाढते व भविष्यातील श्रमशक्तीसाठी आधार निर्माण होतो. याउलट जर जन्मदर कमी असेल तर त्याठिकाणी वृद्ध लोकसंख्येमध्ये वाढ होते. परिणामी आरोग्य सेवा व सामाजिक सुरक्षा प्रणालीवर ताण निर्माण होतो. जन्मदराचे विश्लेषण करून धोरणकर्ते व संस्था यांना सामाजिक धोरणे ठरविण्यासाठी व प्रदेशाच्या विकास योजनांची आखणी करण्यास मदत होते. तसेच भविष्यातील लोक्संख्याशात्रीय बदलांना तोंड देणे सोपे होते.

प्रदेशातील लोकसंख्येच्या स्थितीचे समर्पक विश्लेषण करण्यासाठी, विकासात्मक धोरणे आखण्यासाठी जन्मदराचे विविध निकषांवर आधारित वेगवेगळे प्रकार केले जातात.

अ) ढोबळ जन्मदर :

एखाद्या प्रदेशात एका कॅलेंडर वर्षामध्ये दर १००० लोकसंख्येमागे जन्माला आलेल्या अर्भकांची संख्या म्हणजे त्या प्रदेशाचा ढोबळ जन्मदर होय.

ब) सामान्य जन्मदर :

एखाद्या प्रदेशात एका कॅलेंडर वर्षामध्ये एकूण प्रजननक्षम स्त्रियांच्या तुलनेत त्यांनी जन्म दिलेल्या अर्भकांचे दर हजारी प्रमाण म्हणजे त्या प्रदेशाचा सामान्य जन्मदर होय.

क) वयसापेक्ष जन्मदर :

एखाद्या प्रदेशात एका कॅलेंडर वर्षामध्ये विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांच्या एकूण लोकसंख्येच्या तुलनेत त्यांनी जन्म दिलेल्या अर्भकांचे दर हजारी प्रमाण म्हणजे त्या प्रदेशाचा वयसापेक्ष जन्मदर होय.

ड) एकूण जन्मदर :

एकूण जन्मदर म्हणजे, एक स्त्री तिच्या एकूण आयुष्यातील प्रजननक्षम कालावधीत किती मुलांना जन्म देऊ शकते त्याची सरासरी होय. तिचा प्रजननक्षम कालावधी हा १५ ते ४९ वर्षे गृहीत धरला जातो. एकूण जन्मदर हा जर २.१ पेक्षा कमी असेल तर त्या प्रदेशाची लोकसंख्या कमी होण्याची शक्यता असते. याउलट जर तो २.१ पेक्षा जास्त असेल तर लोकसंख्या वाढत जाते.

२.२.१.२ जन्मदराच्या अभ्यासाचे महत्त्व:

एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्या वाढ, सामाजिक सुविधा, आर्थिक धोरणे आणि आरोग्य सेवांची आवश्यकता इ. बाबी समजून घेण्यासाठी जन्मदर हा एक महत्त्वाचा सांख्यिकीय निर्देशक आहे. याच्या आधारे सरकारे, सामाजिक संस्था आणि धोरणकर्त्यांना धोरणात्मक निर्णय अधिक प्रभावीपणे घेता येतात. जन्मदराचे महत्व अनेक प्रकारे विशद करता येईल.

१. **लोकसंख्या वाढीचा अंदाज:** जन्मदराच्या आधारावर भविष्यातील लोकसंख्या वाढीचा अंदाज लावता येतो, ज्यामुळे संसाधनांची गरज आणि आवश्यकता ओळखता येते.

२. **आर्थिक योजना आणि धोरणे:** जन्मदराची आकडेवारी वापरून सरकारे, सामाजिक संस्था आणि धोरणकर्ते आर्थिक धोरणे, शैक्षणिक व आरोग्य सुविधा आणि कुटुंब नियोजन कार्यक्रम यांची प्रभावी योजना बनवू शकतात.

३. **विकास व सामाजिक पायाभूत सुविधा:** जन्मदराच्या आकडेवारीवरून प्रदेशाच्या विकासाच्या अनुषंघाने सामाजिक पायाभूत सुविधा जसे की शाळा, आरोग्य सेवा यांची स्थिती लक्षात येते. यामध्ये वाढ करण्याची गरज लक्षात येते.

४. **आर्थिक स्थिरता:** जन्मदरामुळे प्रदेशातील संसाधनावर निर्माण होणारा ताण लक्षात येतो. तो कमी करून प्रदेशाच्या आर्थिक विकासासाठी, आर्थिक स्थिरतेसाठी प्रयत्न केले जातात.

५. **कुटुंब नियोजन धोरणे:** जन्मदराच्या विश्लेषणाद्वारे कुटुंब नियोजनाच्या कार्यक्षमता आणि प्रभावाचा आढावा घेतला जाऊ शकतो व त्याआधारे कुटुंब नियोजन धोरण ठरवले जाऊ शकते.

६. **शहरीकरण आणि ग्रामीण विकास:** जन्मदरामुळे ग्रामीण भागातील लोकसंख्येची स्थिती, तेथील विकासाची आवश्यकता समजून घेता येते. तसेच शहरीकरणाचे परिणाम लक्षात येऊ शकतात. शहरी व ग्रामीण भागांमध्ये संतुलन राखण्यासाठी योजना तयार केली जाऊ शकते.

७. **आंतरराष्ट्रीय भांडवल आणि व्यापार:** विविध देशांतील जन्मदराचे विश्लेषण आंतरराष्ट्रीय भांडवल आणि व्यापाराच्या संभाव्य परिणामांचे अनुमान लावण्यासाठी उपयोगी असते. उच्च जन्मदर असलेल्या देशांमध्ये भविष्यकालीन बाजारपेठेच्या विकासाची अपेक्षा असू शकते.

८. **स्वास्थ्य सेवा आणि संसाधनांची आवश्यकता:** जन्मदरामुळे शिशू आणि मतांच्या स्वास्थ्य सेवांची गरज लक्षात येते. या गरजांची पूर्तता करण्यासाठी आवश्यक उपाययोजना आणि संसाधनांचे नियोजन करता येते.

९. **शिक्षण आणि रोजगार:** जन्मदराच्या विश्लेषणाद्वारे दीर्घकालीन शिक्षण आणि रोजगार व्यवस्थापनातील आव्हाने लक्षात येतात. शिक्षण प्रणालीला सुधारित करून आणि रोजगार संधी वाढवून याचे निराकरण केले जाऊ शकते.

१०. **लोकसंख्या धोरणांचे मूल्यांकन:** जन्मदराच्या माहितीच्या आधारे लोकसंख्या धोरणांचे मूल्यांकन करून त्यांच्या प्रभावशीलतेची तपासणी करता येते. यामुळे भविष्यकालीन धोरणांमध्ये सुधारणा करता येते.

११. **परिवार आणि समाजिक संरचना:** जन्मदराचे विश्लेषण करून कुटुंबांची संरचना आणि समाजातील विविध घटकांच्या गरजांचा अंदाज घेता येतो, ज्यामुळे कुटुंब संरचना आणि सामाजिक न्यायासाठी योग्य उपाययोजना करणे शक्य होते.

जन्मदराचा सखोल अभ्यास करून समाजातील विविध अंगांची गरज आणि आव्हाने ओळखता येतात, ज्यामुळे अधिक प्रभावी आणि दीर्घकालीन योजनांची रचना करता येते. जन्मदराचे विश्लेषण करणे समाजाच्या विविध आयामांवर प्रभाव टाकते आणि भविष्यातील योजनांसाठी उपयुक्त माहिती प्रदान करते.

२.२.१.३ जन्मदरावर परिणाम करणारे घटक :

जन्मदर म्हणजे एका विशिष्ट कालावधीत एका देशात किंवा प्रदेशात जन्मलेल्या अर्भकांची संख्या. जन्मदर हा समाजाच्या जनसांख्यिक स्थितीवर आणि आर्थिक विकासावर थेट प्रभाव टाकतो. जन्मदरावर प्रभाव टाकणारे विविध घटक आहेत, ज्यात जीवशास्त्रीय, प्राकृतिक, आर्थिक, सामाजिक यांचा समावेश होतो. हे घटक जन्मदर वाढ किंवा घट याला कारणीभूत ठरू शकतात आणि समाजाच्या एकूण विकासाच्या प्रक्रियेत महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

१) जीवशास्त्रीय घटक

- प्रजनन क्षमता: स्त्रियांच्या गर्भधारणेच्या क्षमतेनुसार जन्मदर ठरतो.
- आयुर्मान: उच्च आयुर्मानामुळे कुटुंब नियोजनाला महत्त्व दिले जाते, परिणामी जन्मदर कमी होतो.
- आरोग्य समस्या: हार्मोनल असंतुलन, अनुवांशिक विकार इत्यादी जन्मदरावर प्रभाव टाकतात.
- गर्भधारणेची वयोमर्यादा: २०-३५ वर्षे हा महिलांसाठी जास्त प्रजननक्षम कालावधी असतो.

२) लोकसंख्याशास्त्रीय घटक

- वयसंरचना: प्रजननक्षम वयोगटातील लोकसंख्या जास्त असल्यास जन्मदर वाढतो.
- लिंगसंरचना: स्त्रियांचे प्रमाण कमी असल्यास जन्मदरही कमी असतो.
- साक्षरता: शिक्षणामुळे कुटुंब नियोजनाला चालना मिळते.
- विवाहाचे वय: उशिरा विवाह झाल्यास जन्मदर कमी होतो.

३) प्राकृतिक घटक

- हवामान: उष्ण हवामानात जन्मदर अधिक असतो.
- भूरचना: दुर्गम भागांत जन्मदर अधिक राहतो.
- नैसर्गिक आपत्ती: पूर, भूकंप, दुष्काळ यामुळे जन्मदर कमी होतो.

४) सामाजिक घटक

- शिक्षण: उच्च शिक्षणामुळे संतती नियमनाची जाणीव वाढते.
- सांस्कृतिक-धार्मिक परंपरा: काही समाज मोठ्या कुटुंबांना प्राधान्य देतात.
- महिला सशक्तीकरण: महिलांच्या आर्थिक स्वातंत्र्यामुळे जन्मदर कमी होतो.

५) आर्थिक घटक

- आर्थिक स्थिरता: सुस्थितीत जन्मदर कमी होतो, कारण लोक नियोजन करतात.
- औद्योगिकीकरण व नागरीकरण: या प्रक्रियेमुळे कुटुंबाचा आकार मर्यादित ठेवण्याची प्रवृत्ती वाढते.
- आरोग्यसेवा: गर्भनिरोधक साधनांची उपलब्धता जन्मदर कमी करू शकते.

तुमची प्रगती तपासा :

१. ढोबळ जन्मदर कसा मोजला जातो?

अ) एका वर्षात जन्मलेल्या अर्भकांची संख्या,

ब) प्रत्येक १००० लोकसंख्येमागे जन्मलेले अर्भकांचे प्रमाण,

क) प्रजननक्षम स्त्रियांची संख्या,

ड) एकूण जन्मदराचे सरासरी प्रमाण

२. एका कॅलेंडर वर्षामध्ये प्रजननक्षम स्त्रियांच्या तुलनेत जन्मलेल्या अर्भकांचे दर हजारी प्रमाण म्हणजे काय ?

अ) सामान्य जन्मदर ब) एकूण जन्मदर,

क) वयसापेक्ष जन्मदर ड) ढोबळ जन्मदर

३. विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांच्या तुलनेत जन्मलेले अर्भकांचे प्रमाण म्हणजे काय?

अ) सामान्य जन्मदर ब) एकूण जन्मदर,

क) वयसापेक्ष जन्मदर ड) ढोबळ जन्मदर

४. एक स्त्री तिच्या प्रजननक्षम कालावधीत किती मुलांना जन्म देऊ शकते यावरून काढलेल्या जन्मदरास काय म्हणतात? एकूण जन्मदर म्हणजे काय?

अ) सामान्य जन्मदर ब) एकूण जन्मदर,

क) वयसापेक्ष जन्मदर ड) ढोबळ जन्मदर

५. खालीलपैकी जन्मदरावर प्रभाव टाकणारा जीवशास्त्रीय घटक कोणता?

अ) प्रजनन क्षमता ब) शैक्षणिक स्तर

क) औद्योगिकीकरण ड) हवामान

६. खालीलपैकी जन्मदरावर प्रभाव टाकणारा सामाजिक घटक कोणता?

अ) शैक्षणिक स्तर ब) प्रजनन क्षमता

क) आर्थिक स्थिरता ड) प्राकृतिक रचना

७. खालीलपैकी जन्मदरावर प्रभाव टाकणारा आर्थिक घटक कोणता?

अ) औद्योगिकीकरण, ब) सांस्कृतिक आणि धार्मिक मूल्ये

क) गर्भधारणेची वयोमर्यादा ड) नैसर्गिक आपत्ती

उत्तरे:

१. ब) प्रत्येक १००० लोकसंख्येमागे जन्मलेले अर्भकांचे प्रमाण

२. अ) सामान्य जन्मदर

३. क) वयसापेक्ष जन्मदर

४. ब) एकूण जन्मदर

५. अ) प्रजनन क्षमता

६. अ) शैक्षणिक स्तर

७. अ) औद्योगिकीकरण

२.२.२ मृत्युदर (Mortality Rate)

दिलेल्या कालावधीत एखाद्या विशिष्ट लोकसंख्येत होणाऱ्या मृत्यूंची संख्या दर्शविणारे एक सांख्यिकीय मोजमाप म्हणजे मृत्युदर होय. जो. सामान्यतः हा दर प्रति १००० व्यक्तींवर मोजला जातो. म्हणजेच ङ्गएका कॅलेंडर वर्षामध्ये दर १००० लोकसंख्येचा प्रमाणात मृत्युमुखी पडलेल्या व्यक्तींची संख्या म्हणजे त्या प्रदेशाचा मृत्युदर होय. मृत्युदराचा अभ्यास एखाद्या प्रदेशाच्या अथवा समाजाच्या आरोग्य स्थितीचे आणि त्या प्रदेशातील अथवा समाजातील वैद्यकीय सेवांच्या गुणवत्तेचे प्रतिबिंब असतो. यामुळे एका विशिष्ट क्षेत्रातील मृत्यूंच्या संख्येवर प्रभाव टाकणारी विविध कारणे समजण्यास मदत होते, जसे की रोग, अपघात, महामारी, युद्ध, किंवा इतर सामाजिक–आर्थिक घटक.

मृत्युदराच्या अभ्यासाद्वारे कोणत्या आजारांमुळे किंवा परिस्थितींमुळे लोकांचे मृत्यू होत आहेत हे ओळखता येते, ज्यामुळे त्या समस्या दूर करण्यासाठी आरोग्यसेवा आणि योजना सुधारण्यासाठी उपाययोजना करता येतात. शिवाय, मृत्युदराचे विश्लेषण करून विकसित आणि विकासशील देशांमधील आरोग्यविषयक असमानता ओळखणे शक्य होते. ज्या क्षेत्रांमध्ये मृत्युदर जास्त आहे, तिथे सुधारणा करण्यासाठी प्रयत्न करता येतात.

२.२.२.१ मृत्युदराचे प्रकार :

अ) ढोबळ मृत्युदर :

एका विशिष्ट प्रदेशातील दर १००० लोकांमागे एका विशिष्ट कालावधीत, सहसा एका कॅलेंडर वर्षात, होणाऱ्या मृत्यूंची संख्या म्हणजे ढोबळ मृत्युदर होय. याला ढोबळ मृत्युदर म्हणतात कारण हा दर लोकसंख्येच्या वय किंवा लिंग वितरणाचा विचार करत नाही.

ब) वयसापेक्ष मृत्युदर (Age-Specific Death Rate - ASDR):

वयसापेक्ष मृत्युदर हा प्रदेशातील विशिष्ट वयोगटातील १००० लोकांमागे एका विशिष्ट कालावधीत, सहसा एका कॅलेंडर वर्षात होणाऱ्या मृत्यूंची संख्या दर्शवतो. वयसापेक्ष मृत्युदर हा ढोबळ मृत्युदरापेक्षा मृत्युदराचे अधिक सखोल मोजमाप आहे कारण यामध्ये लोकसंख्येच्या वय वितरणाचा विचार केला जातो.

क) कारण–सापेक्ष मृत्युदर (Cause-Specific Death Rate - ASDR):

प्रदेशामध्ये एका कॅलेंडर वर्षामध्ये विशिष्ट कारणामुळे किंवा रोगामुळे होणाऱ्या मृत्युमुखी पडणाऱ्या व्यक्तींची दर हजारी संख्या म्हणजे कारण–सापेक्ष मृत्युदर होय.

ड) अर्भक मृत्युदर (Infant Mortality Rate):

प्रदेशामध्ये एका कॅलेंडर वर्षामध्ये दर हजारी जीवित अर्भकांच्या (एक वर्षाच्या आतील) तुलनेत मृत्युमुखी पडणाऱ्या अर्भकांची संख्या म्हणजे अर्भक मृत्युदर होय. हा दर लोकसंख्येच्या विशेषतः बालकांच्या आरोग्य आणि कल्याणाचा एक प्रमुख निर्देशक आहे. तसेच अर्भक मृत्युदरामुळे गर्भधारणेपूर्वी आणि गर्भधारणेनंतरची काळजी, पोषण, आणि संपूर्ण आरोग्यसेवा याची गुणवत्ता समजण्यास मदत होते.

इ) माता मृत्युदर (Infant Mortality Rate):

प्रदेशामध्ये एका कॅलेंडर वर्षामध्ये प्रसूती कालावधीतील महिलांच्या मृत्यूचे त्या वर्षातील जन्माला आलेल्या जीवित अर्भकांच्या संख्येशी असलेले गुणोत्तर म्हणजे माता मृत्युदर होय. हे प्रमाण दर १,००,००० जीवित अर्भकांच्या तुलनेत काढले जाते.

२.२.२.२ मृत्युदराच्या अभ्यासाचे महत्व :

मृत्युदर म्हणजे एका विशिष्ट कालावधीत एका ठराविक लोकसंख्येत झालेल्या मृत्यूंची संख्या. मृत्युदर हा आरोग्य, सामाजिक-आर्थिक परिस्थिती, आणि एकूणच जीवनशैलीचे प्रतिबिंब असतो. मृत्युदराचे महत्व खालील प्रकारे स्पष्ट करता येते:

१. **लोकसंख्येच्या गतिशीलतेचा मापक :** मृत्यूदर लोकसंख्या वाढ, घट, किंवा स्थिरता समजून घेण्यास मदत करतो. त्यामुळे प्रदेशातील लोकसंख्येची गतिशीलता समजण्यास मदत होते.

२. **रोगप्रसार आणि प्रतिबंधन:** मृत्युदराच्या विश्लेषणातून काही विशिष्ट रोग किंवा आजारांचा प्रसार समजता येतो. उदा. हृदयविकार, कर्करोग किंवा संसर्गजन्य रोगांमुळे मृत्युदर वाढतोय का हे समजल्यास, प्रतिबंधात्मक उपाययोजना करता येतात.

३. **आरोग्य सेवा प्रणालींचे मूल्यांकन:** मृत्यूदर आरोग्यसेवेचा दर्जा, उपलब्धता, आणि परिणामकारकता याचे सूचक असतात. उच्च मृत्युदर दर्शवतो की, आरोग्यसेवा पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नाही किंवा ती प्रभावी नाही. तर कमी मृत्युदर सुचवतो की, आरोग्य सेवा प्रभावी आणि लोकांना सहज उपलब्ध आहेत.

४. **सार्वजनिक धोरणांचे मार्गदर्शन:** मृत्युदराच्या माहितीवर आधारित धोरणे आणि कार्यक्रम आखता येतात. उदाहरणार्थ, जर एखाद्या प्रदेशात बालमृत्युदर जास्त असेल, तर त्या प्रदेशात बालसंगोपनासाठी विशेष उपाययोजना केल्या जाऊ शकतात.

५. **शाश्वत विकासाचे उद्देश :** संयुक्त राष्ट्रांचे शाश्वत विकासाचे ध्येय (SDGs) साध्य करण्यासाठी मृत्युदराचे निरीक्षण करणे आवश्यक असते. यामुळे आरोग्य सेवा सुधारणेत प्रगती झाली आहे का हे कळते.

६. **वातावरणीय परिणाम:** मृत्युदरातून वातावरणीय घटकांचा आरोग्यावर होणारा परिणाम देखील लक्षात येतो. उदा., प्रदूषणामुळे श्वसनाचे आजार होऊ शकतात ज्यामुळे मृत्युदर वाढू शकतो. तसेच, नैसर्गिक आपत्तीमुळे झालेल्या मृत्यूंचे प्रमाण देखील वातावरणीय बदलाचे परिणाम दर्शवते.

७. **सामाजिक-आर्थिक असमानता:** मृत्युदर सामाजिक-आर्थिक स्थितीशी जोडला जातो. गरीब किंवा मागासलेल्या समाजांमध्ये मृत्युदर जास्त असतो, कारण तिथे आरोग्यसेवा, शिक्षण, आणि पोषण यांचा अभाव असतो. त्यामुळे, मृत्युदराच्या आधारे सामाजिक-आर्थिक सुधारणा साधता येतात.

८. **संशोधन आणि विकासास चालना देणे:** अचूक मृत्यूदराची माहिती रोग, महामारी, साथीचे रोग, आरोग्य, ध्येयधोरणे व उपाययोजना, त्यांची अंमलबजावणी, इ. गोष्टींवर संशोधन करण्यासाठी उपयुक्त ठरते.

९. **संसाधनांचे वाटप सुधारणा:** मृत्यूदर विश्लेषणामुळे मृत्यूच्या प्रमुख कारणांवर लक्ष केंद्रित करून संसाधने प्रभावीपणे वाटता येतात.

१०. **आयुर्मानात सुधारणा:** मृत्यूदरांवर परिणाम करणारे घटक समजून आणि त्यांना संबोधित करून, एकूणच आयुर्मानात सुधारणा करण्यासाठी प्रयत्न करता येतात.

मृत्यूदरांचा अभ्यास करून प्रत्येक देशाला अथवा समाजाला आपल्याला लोकसंख्येच्या आरोग्याबद्दल मौल्यवान अंतर्दृष्टी मिळू शकते. सुधारणा करण्यासाठी नेमकी क्षेत्रे ओळखता येतात, आणि एक आरोग्यदायी समाज निर्माण करण्यासाठी काम करता येते.

२.२.२.३ मृत्युदरावर परिणाम करणारे घटक :

मृत्युदरावर अनेक घटकांचा प्रभाव पडत असतो. या घटकांचे सखोल ज्ञान आपल्याला मृत्युदर कमी करण्यासाठी आणि लोकसंख्येच्या आरोग्यामध्ये सुधारणा करण्यासाठी आवश्यक आलेल्या क्षेत्रांची ओळख करून देऊ शकते. त्याअनुषंघाने मृत्युदरावर परिणाम करणारे घातक खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

अ) जैविक घटक:

- अनुवांशिकता: काही अनुवांशिक दोषामुळे ह्रदयविकार, मधुमेह, कर्करोग यांसारखे रोग होऊ शकतात, ज्यामुळे मृत्युदर वाढतो.
- वय: वृद्ध व्यक्तींमध्ये मृत्युदराचे प्रमाण अधिक असते कारण त्यांच्या रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होते.
- लिंग: पुरुषांमध्ये अपघात आणि ह्रदयविकारांचे प्रमाण जास्त असते, तर महिलांमध्ये प्रसूतीशी संबंधित मृत्यू होण्याची शक्यता असते.
- पोषण: अपुरा आहार आणि कुपोषण यामुळे मृत्युदर वाढतो.
- रोगप्रतिकारक शक्ती: कमकुवत रोगप्रतिकारक शक्ती असलेल्या व्यक्तींना संसर्गजन्य रोगांचा जास्त धोका असतो.
- दीर्घकालीन आजार: मधुमेह, उच्च रक्तदाब आणि ह्रदयविकार यांसारखे आजार मृत्युदर वाढवतात.

ब) पर्यावरणीय घटक:

- प्रदूषण: हवेतील आणि पाण्यातील प्रदूषणामुळे श्वसनाचे विकार आणि जलजन्य आजार वाढतात.
- हवामान बदल: उष्णतेच्या लाटांमुळे उष्माघात, ह्रदयविकार वाढतात.
- नैसर्गिक आपत्ती: भूकंप, पूर, दुष्काळ यामुळे मोठ्या प्रमाणावर जीवितहानी होते.
- आरोग्य सेवांची उपलब्धता: आरोग्य सेवा सहज उपलब्ध नसल्यास मृत्युदर वाढतो.

क) सामाजिक घटक:

- गरीबी: आरोग्यसेवा, पोषक आहार आणि स्वच्छ पाणी यांचा अभाव असल्याने मृत्युदर वाढतो.
- शिक्षण: आरोग्यविषयक जागरूकतेच्या अभावामुळे आरोग्याच्या समस्या वाढतात.
- आरोग्यसेवा उपलब्धता: वेळेवर वैद्यकीय उपचार न मिळाल्यास मृत्युदर वाढतो.
- सामाजिक आधार: सामाजिक एकाकीपणामुळे मानसिक आणि शारीरिक आजार वाढतात.
- अन्नसुरक्षा: कुपोषणामुळे बालमृत्युदर आणि स्त्रियांचा मृत्युदर वाढतो.
- सामाजिक असमानता: आर्थिक आणि सामाजिक असमानतेमुळे काही गटांमध्ये आरोग्य समस्या वाढतात.
- सांस्कृतिक परंपरा: अपुरे आहार, लवकर विवाह, आणि अंधश्रद्धा यामुळे आरोग्य धोक्यात येते.
- राजकीय धोरणे: प्रभावी आरोग्य धोरणे नसल्यास मृत्युदर वाढतो.

ड) आर्थिक घटक:

- आर्थिक असमानता: गरीब लोकसंख्येला आरोग्यसेवा, पोषण आणि राहण्याची सुविधा कमी प्रमाणात मिळते.
- रोजगार: बेरोजगारीमुळे मानसिक तणाव वाढतो आणि आरोग्यावर परिणाम होतो.
- आरोग्यसेवेचा खर्च: महागड्या उपचारांमुळे अनेकांना योग्य वैद्यकीय सेवा मिळत नाही.
- कर्जबाजारीपणा: आर्थिक संकटामुळे मानसिक तणाव वाढतो आणि मृत्युदर वाढतो.
- आर्थिक विकास: सुस्थित अर्थव्यवस्थेमुळे आरोग्य सुधारते आणि मृत्युदर कमी होतो.
- आरोग्यविमा: परवडणाऱ्या आरोग्य विम्यामुळे गरीब गटांना आरोग्यसेवा मिळते आणि मृत्युदर कमी होतो.

तुमची प्रगती तपासा

१. एका कॅलेंडर वर्षामध्ये दर १००० लोकसंख्येचा प्रमाणात होणाऱ्या मृत्यूंची संख्येस काय म्हणतात?

अ) जन्मदर ब) प्रजनन दर

क) मृत्युदर ड) जनसंख्या

२. खालीलपैकी वयसापेक्ष मृत्युदराचे कोणता फायदा आहे?

अ) रोगप्रसाराच्या विश्लेषणासाठी.

ब) आरोग्य सेवा प्रणालींचे मूल्यांकन करण्यासाठी.

क) विशिष्ट वयोगटांमधील मृत्युदराच्या विश्लेषणासाठी.

ड) समाजातील सामाजिक-आर्थिक असमानतेचा आढावा घेण्यासाठी.

३. विशिष्ट रोगामुळे किती लोक दगावले यासाठी कोणत्या प्रकारचा मृत्युदर काढला जातो?

अ) वयसापेक्ष मृत्यूदर ब) माता मृत्यूदर

क) कारणसापेक्ष मृत्यूदरऋ ड) ढोबळ मृत्यूदर

४. एका कॅलेंडर वर्षामध्ये १००० अर्भकांच्या तुलनेत होणाऱ्या अर्भकांच्या मृत्यूंची संख्या म्हणजे काय?

अ) माता मृत्युदर ब) अर्भक मृत्युदर

क) ढोबळ मृत्युदर ड) कारणसापेक्ष मृत्युदर

५. माता मृत्युदराचे विश्लेषण कशासाठी उपयोगी आहे?

अ) गर्भधारणेपूर्व काळजी आणि आरोग्य सेवांच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन.

ब) लोकसंख्येच्या वय वितरणाचे मूल्यांकन.

क) विशिष्ट कारणाच्या मृत्युदराचे विश्लेषण.

ड) एकूण मृत्युदराचे विश्लेषण.

६. खालीलपैकी कोणता पर्यावरणीय घटक मृत्युदरावर परिणाम करतो?

अ) प्रदूषण　　　　ब) सामाजिक आधार

क) शिक्षणाची पातळी　　　　ड) गरीबी

७. खालीलपैकी कोणत्या सामाजिक घटकामुळे मृत्युदर वाढतो?

अ) गरीबी　　　　ब) प्रदूषण

क) हवामान बदल　　　　ड) नैसर्गिक आपत्ती

८. खालीलपैकी कोणता जैविक घटक मृत्युदरावर परिणाम करतो?

अ) अनुवांशिकता　　　　ब) प्रदूषण

क) शिक्षणाची पातळी　　　　ड) सार्वजनिक धोरणे

उत्तरे :

१. क) मृत्युदर

२. क) विशिष्ट वयोगटांमधील मृत्युदराच्या विश्लेषणासाठी.

३. क) कारणसापेक्ष मृत्यूदर

४. ब) अर्भक मृत्युदर

५. अ) गर्भधारणेपूर्व काळजी आणि आरोग्य सेवांच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन.

६. अ) प्रदूषण

७. अ) गरीबी

८. अ) अनुवांशिकता

२.२.३ साक्षरता

साक्षरता हा लोकसंख्येच्या अभ्यासाचा एक महत्वाचा निर्देशक आहे. साक्षरतेच्या प्रमाणावरच प्रदेशाचा सामाजिक व आर्थिक विकास अवलंबून असतो. यावरून प्रदेशातील लोकांचा राहणीमानाचा दर्जा, महिलांची सामाजिक स्थिती, शैक्षणिक सुविधांची उपलब्धता, तसेच सरकारच्या धोरणाविषयी माहिती मिळते.

'साक्षरता एका व्यक्तीची लिखाण व वाचन करण्याची क्षमता, त्याचबरोबर लिखित अथवा वाचलेल्या माहितीचा अर्थ समजून घेण्याची व तिचा वापर करण्याची क्षमता होय.' एखाद्या प्रदेशात लोकसंख्येच्या तुलनेत किती लोकांच्याकडे ही क्षमता आहे यावरून त्या प्रदेशाचे साक्षरतेचे प्रमाण ठरते. हे प्रमाण ठरवत असताना प्रदेशातील ० ते ७ वर्षे वयोगटातील लोकसंख्येचा विचार केला जात नाही. साक्षरतेचे प्रमाण हे टक्केवारी मध्ये ठरविले जाते.

साक्षरतेचे मोजमाप करण्यासाठी खालील सूत्राचा वापर करतात,

$$\text{ससाक्षरता} = \frac{\text{७ वर्षावरील एकूण साक्षर}}{\text{७ वर्षावरील एकूण लोकसंख्या}} \times \text{१००}$$

उदाहरणार्थ : एखाद्या प्रदेशाची ७ वर्षावरील एकूण साक्षर लोकसंख्या ४६०००० आहे. व त्या प्रदेशातील ७ वर्षावरील एकूण लोकसंख्या ५०००००० असेल तर,

$$\text{ससाक्षरता} = \frac{४६०००}{५०००००} X १०० = ९२$$

म्हणजेच त्या प्रदेशातील साक्षरतेचे प्रमाण ९२ टक्के इतके आहे.

२.२.३.१ साक्षरतेचे प्रकार

साक्षरतेचा समाजाच्या एकूण विकासावर मोठा परिणाम होतो. यामुळे साक्षरतेचे विविध प्रकार समजून घेणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. साक्षरतेचे विविध प्रकारांचे सखोल विवरण आपण या भागात करणार आहोत.

१. लिंग आधारित साक्षरता (Gender-based Literacy)**:**

लिंग आधारित साक्षरता म्हणजे समाजातील पुरुष आणि महिलांमधील साक्षरतेतील फरक. अनेक देशांमध्ये आणि समाजांमध्ये महिलांची साक्षरता पातळी कमी असते, कारण त्यांना शिक्षणाच्या संधी कमी दिल्या जातात. लिंगभेद आणि परंपरागत मूल्ये यामुळे महिलांना शिक्षणापासून वंचित ठेवले जाते.

२. प्रादेशिक साक्षरता (Regional Literacy)**:**

प्रादेशिक साक्षरता म्हणजे शहरी आणि ग्रामीण भागांमधील साक्षरतेतील फरक. शहरी भागात शैक्षणिक सुविधा, शिक्षणाच्या संधी, आणि आर्थिक संसाधने अधिक उपलब्ध असतात, त्यामुळे तेथे साक्षरतेची पातळी जास्त असते. ग्रामीण भागात मात्र शैक्षणिक सुविधा आणि संधी कमी असतात, ज्यामुळे तेथील साक्षरता पातळी कमी राहते.

३. आर्थिक स्थितीवर आधारित साक्षरता (Economic Status-based Literacy)**:**

आर्थिक स्थितीवर आधारित साक्षरता म्हणजे समाजातील गरीब आणि श्रीमंत लोकांमधील साक्षरतेतील फरक. आर्थिकदृष्ट्या दुर्बल असलेल्या लोकांना शिक्षणाच्या संधी कमी मिळतात कारण त्यांना शिक्षण घेण्यासाठी आवश्यक असलेले आर्थिक संसाधन कमी असते. त्यामुळे, गरीब लोकांमध्ये साक्षरतेची पातळी कमी राहते.

४. वयावर आधारित साक्षरता (Age-based Literacy)**:**

वयावर आधारित साक्षरता म्हणजे लहान मुलांपासून ते वृद्धांपर्यंतच्या विविध वयोगटांमध्ये असलेली साक्षरतेतील पातळी. लहान मुलांना शिक्षणाच्या संधी अधिक मिळतात, त्यामुळे त्यांची साक्षरता पातळी सामान्यतः जास्त असते. पण, वृद्ध व्यक्तींमध्ये साक्षरतेची पातळी कमी असू शकते, कारण त्यांच्या काळात शैक्षणिक सुविधा मर्यादित होत्या.

५. जातीय आणि भाषिक साक्षरता (Ethnic and Linguistic Literacy)**:**

जातीय आणि भाषिक साक्षरता म्हणजे विविध जातीय आणि भाषिक गटांमधील साक्षरतेतील फरक. समाजातील काही गटांमध्ये जातीय भेदभावामुळे किंवा भाषिक अडचणींमुळे शैक्षणिक संधी कमी मिळतात, ज्यामुळे त्यांच्या साक्षरतेची पातळी कमी राहते.

६. स्थलांतरावर आधारित साक्षरता (Migration-based Literacy)**:**

स्थलांतरावर आधारित साक्षरता म्हणजे स्थलांतरित लोकांच्या साक्षरतेची पातळी. स्थलांतरित लोक अनेकदा नव्या ठिकाणी भाषा आणि सांस्कृतिक अडचणींमुळे शिक्षणाच्या संधी गमावतात, ज्यामुळे त्यांच्या साक्षरतेची पातळी कमी राहते.

साक्षरतेचे विविध प्रकार समाजाच्या एकूण प्रगतीवर महत्त्वपूर्ण प्रभाव टाकतात. साक्षरतेचे हे प्रकार विचारात घेऊन, शिक्षणाच्या संधींमध्ये सुधारणा केल्यास समाजातील विविध गटांना प्रगतीची समान संधी दिली जाऊ शकते. साक्षरता ही केवळ शैक्षणिक नाही तर सामाजिक, आर्थिक, आणि सांस्कृतिक प्रगतीची गुरुकिल्ली आहे, आणि समाजाच्या सर्वांगीण विकासासाठी ती आवश्यक आहे.

२.२.३.२ साक्षरतेचे महत्व

साक्षरतेचे महत्त्व अपार आहे कारण ती समाजाच्या सर्वांगीण विकासासाठी आणि व्यक्तीच्या जीवनातील प्रत्येक अंगासाठी अत्यंत आवश्यक आहे. साक्षरता केवळ वाचन, लेखन आणि गणितातील कौशल्यांपुरती मर्यादित नाही, तर ती व्यक्तीच्या ज्ञानाच्या वाढीसाठी, सामाजिक सहभागासाठी, आणि आर्थिक उन्नतीसाठी आवश्यक असते. साक्षरतेचे विविध अंग आणि तिचे महत्त्व खालीलप्रमाणे स्पष्ट केले जाऊ शकते:

१. व्यक्तिगत विकास :

- **ज्ञान आणि माहितीची प्राप्ती:** साक्षरता व्यक्तीला वाचन, लेखन आणि विचार करण्याची क्षमता देते. यामुळे व्यक्तीला अधिकाधिक ज्ञान मिळवणे सोपे होते आणि माहितीच्या आधारावर योग्य निर्णय घेता येतात.
- **स्वावलंबन आणि आत्मविश्वास:** साक्षर व्यक्ती स्वतःच्या गरजा पूर्ण करू शकते, सरकारी कागदपत्रे वाचू शकते, फॉर्म भरू शकते, आणि दैनंदिन जीवनातील अनेक कामे स्वावलंबीपणे पार पाडू शकते. यामुळे तिचा आत्मविश्वास वाढतो.
- **मानसिक आणि भावनिक विकास:** साक्षरता व्यक्तीला आपल्या भावनांचा आणि विचारांचा योग्य प्रकारे व्यक्त करण्यास मदत करते. तिला भावनिक स्थैर्य प्राप्त करण्यासाठी आणि जीवनातील आव्हानांचा सामना करण्यासाठी सक्षम करते.

२. सामाजिक विकास :

- **समाजातील सहभाग:** साक्षरता व्यक्तीला समाजातील घडामोडी समजून घेण्यास आणि त्यात सहभागी होण्यास मदत करते. तिला मतदानाचा हक्क, सामाजिक आंदोलन, आणि लोकशाही प्रक्रियेत भाग घेण्यासाठी सज्ज करते.
- **सामाजिक एकात्मता:** साक्षरता सामाजिक विषमता कमी करण्यास मदत करते. सर्व समाजातील लोकांना साक्षरतेच्या आधारावर समान संधी मिळतात, ज्यामुळे सामाजिक सलोखा आणि एकात्मता वाढते.
- **आरोग्य सुधारणा:** साक्षर व्यक्ती आरोग्याच्या बाबतीत अधिक जागरूक असते. ती वैयक्तिक स्वच्छता, पौष्टिक आहार, आणि योग्य औषधोपचाराचे महत्त्व समजून घेते, ज्यामुळे एकूण समाजाचे आरोग्य सुधारते.

३. आर्थिक विकास :

- **रोजगाराच्या संधी:** साक्षरता ही रोजगार मिळवण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे. शिक्षणामुळे व्यक्तीला कौशल्ये मिळतात, ज्यामुळे ती विविध प्रकारच्या नोकऱ्यांसाठी पात्र होते. यामुळे तिचे आर्थिक जीवन उन्नत होते.
- **आर्थिक स्वावलंबन:** साक्षर व्यक्ती आर्थिक व्यवहार समजून घेऊ शकते, बचत आणि गुंतवणूक करू शकते, आणि आर्थिक व्यवस्थापन करणे सोपे होते. यामुळे तिची आर्थिक स्थिती सुधारते.
- **उद्योग आणि व्यापार:** साक्षरता उद्योगधंद्यांना चालना देते कारण ती उद्योजकतेसाठी आवश्यक ज्ञान आणि कौशल्ये प्रदान करते. साक्षर उद्योजक अधिक प्रभावीपणे आपल्या व्यवसायाचे नियोजन आणि व्यवस्थापन करू शकतात.

४. सांस्कृतिक विकास :

- **संस्कृतीचे संवर्धन:** साक्षरता व्यक्तीला आपल्या परंपरा, कला, आणि संस्कृती समजून घेण्यास मदत करते. ती या गोष्टींचे संवर्धन करण्यासाठी आणि पुढील पिढ्यांपर्यंत पोहोचवण्यासाठी आवश्यक असते.
- **सांस्कृतिक आदान-प्रदान:** साक्षरता व्यक्तीला विविध संस्कृतींचे ज्ञान आणि आदान-प्रदान करण्यास सक्षम करते. विविध भाषा, साहित्य, आणि कला यांचे ज्ञान साक्षरतेच्या माध्यमातून मिळते, ज्यामुळे समाजात सांस्कृतिक समृद्धी होते.

५. राजकीय विकास :

- **लोकशाही प्रक्रियेत सहभाग:** साक्षरता व्यक्तीला मतदान, निवडणुका, आणि सरकारी धोरणांची समज देते. ती व्यक्ती आपल्या हक्कांबद्दल सजग होते आणि लोकशाही प्रक्रियेत सक्रियपणे सहभागी होऊ शकते.
- **राजकीय साक्षरता:** साक्षरता व्यक्तीला राजकीय विचार, सामाजिक सुधारणा, आणि शासनाच्या कार्यप्रणालीचे ज्ञान देते. यामुळे तिला देशाच्या राजकीय घडामोडींमध्ये भूमिका निभावण्याची संधी मिळते.

साक्षरता हे समाजाच्या सर्वांगीण विकासासाठी आणि व्यक्तीच्या उन्नतीसाठी अत्यंत महत्त्वाचे साधन आहे. साक्षरतेमुळे व्यक्तीचे जीवनमान सुधारते, समाजात समानता आणि न्यायाची वाढ होते, आणि एकूण देशाच्या विकासात ती प्रमुख भूमिका बजावते. म्हणूनच, साक्षरतेच्या प्रसारासाठी आणि साक्षरतेची पातळी वाढवण्यासाठी सर्वतोपरी प्रयत्न करणे आवश्यक आहे.

२.२.३.३ साक्षरतेवर परिणाम करणारे घटक :

साक्षरतेवर परिणाम करणारे विविध घटक असतात, जे समाजातील व्यक्तींच्या साक्षरतेची पातळी निश्चित करतात. हे घटक आर्थिक, सामाजिक, सांस्कृतिक, भौगोलिक, आणि राजकीय असू शकतात. प्रत्येक घटकाचा साक्षरतेवर वेगळा आणि महत्त्वपूर्ण प्रभाव असतो. खाली साक्षरतेवर परिणाम करणारे काही प्रमुख घटकांचे वर्णन केले आहे:

अ) आर्थिक घटक:

१. **कुटुंबाचे उत्पन्न:** आर्थिक परिस्थिती साक्षरतेवर मोठा प्रभाव टाकते. उच्च उत्पन्न असलेल्या कुटुंबांतील व्यक्तींना चांगल्या शाळांमध्ये जाण्याची संधी मिळते, तसेच शैक्षणिक साधनसंपत्ती उपलब्ध होते. याउलट, गरीब कुटुंबातील मुलांना शिक्षण घेण्यात अडचणी येतात.

२. **शैक्षणिक साधनसंपत्तीची उपलब्धता:** काही ठिकाणी शाळा, पुस्तके, आणि शिक्षणाच्या अन्य साधनांची कमतरता असू शकते. याचा परिणाम म्हणून त्या ठिकाणच्या लोकांची साक्षरता पातळी कमी असू शकते.

३. **रोजगाराची गरज:** अनेक गरीब कुटुंबांतील मुलांना लहान वयातच काम करावे लागते, रोजगारास जावे लागते, ज्यामुळे त्यांचे शाळेत जाणे किंवा शिक्षण पूर्ण करणे कठीण होते.

ब) सामाजिक आणि सांस्कृतिक घटक :

१. **लिंगभेद :** काही समाजांमध्ये मुलींच्या शिक्षणावर मर्यादा घातल्या जातात. मुलींच्या शिक्षणाला कमी महत्त्व दिल्यामुळे त्यांची साक्षरता पातळी कमी राहते.

२. **परंपरा आणि रूढी:** काही ठिकाणी पारंपरिक रूढी आणि समजुतींमुळे मुलांना शिक्षण घेण्यास अडचणी येतात. उदाहरणार्थ, शिक्षणाला दुय्यम मानणे किंवा शिक्षणावर खर्च न करणे यासारख्या विचारांचा प्रभाव असतो.

३. **सामाजिक विषमता:** समाजातील आर्थिक, सामाजिक, आणि जातीय विषमता देखील साक्षरतेवर परिणाम करते. दुर्बल घटकांतील व्यक्तींना शिक्षणाची संधी कमी मिळते.

क) भौगोलिक घटक :

१. **ग्रामीण आणि शहरी भागातील तफावत:** ग्रामीण भागात शाळांची कमतरता, शिक्षणासाठी आवश्यक साधनसंपत्तीची अभाव, आणि शिक्षणाची गुणवत्ता कमी असण्यामुळे साक्षरतेची पातळी शहरी भागाच्या तुलनेत कमी असते.

२. **दुर्गम भाग:** डोंगराळ, जंगलातील, किंवा दुर्गम भागातील मुलांना शाळेत जाणे कठीण होते. शैक्षणिक सुविधांमधील असुगामतेमुळे साक्षरतेवर परिणाम होतो.

ड) शैक्षणिक धोरणे आणि प्रशासकीय घटक :

१. **शिक्षणाचे सरकारी धोरण:** शासकीय धोरणे आणि कार्यक्रम साक्षरतेच्या प्रसारात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. जर सरकारने शिक्षणासाठी पुरेशी गुंतवणूक केली नाही किंवा शाळा आणि शिक्षकांची गुणवत्ता राखली नाही, तर साक्षरतेची पातळी घसरू शकते.

२. **शिक्षणाच्या सुविधांची उपलब्धता:** शैक्षणिक संस्थांची उपलब्धता, शिक्षकांची गुणवत्ता, आणि शैक्षणिक साहित्याची पूर्तता यावरही साक्षरतेचा प्रभाव पडतो.

३. **प्रशासनाची अकार्यक्षमता:** शिक्षण व्यवस्थेत भ्रष्टाचार, अपूर्ण धोरणे, किंवा अकार्यक्षमता असेल तर शाळांच्या गुणवत्तेवर परिणाम होतो, आणि त्यामुळे साक्षरतेवर प्रतिकूल परिणाम होतो.

इ) कौटुंबिक घटक :

१. **पालकांचे शिक्षण:** पालकांच्या साक्षरतेचा थेट परिणाम मुलांच्या शिक्षणावर होतो. साक्षर पालक त्यांच्या मुलांच्या शिक्षणाकडे अधिक लक्ष देतात आणि शिक्षणासाठी प्रोत्साहन देतात.

२. **कौटुंबिक वातावरण :** घरातील वातावरण शिक्षणासाठी अनुकूल नसेल, तर मुलांचे शिक्षण आणि साक्षरता कमी होऊ शकते. उदाहरणार्थ, जर घरात अभ्यासासाठी शांत वातावरण उपलब्ध नसेल, तर मुलांना अभ्यासात अडचणी येतात.

फ) राजकीय घटक :

१. **स्थिरता आणि शांतता:** देशातील राजकीय स्थिरता आणि शांतता हे साक्षरतेवर परिणाम करणारे प्रमुख घटक आहेत. युद्ध, संघर्ष, आणि राजकीय अस्थिरता असलेल्या ठिकाणी शिक्षण संस्था चालवणे कठीण होते.

२. **राजकीय इच्छाशक्ती:** शासकीय धोरणे, योजना, आणि त्यांची अंमलबजावणी यावर साक्षरतेचे प्रमाण अवलंबून असते. जर राजकीय इच्छाशक्ती असेल, तर साक्षरता प्रसाराच्या कार्यक्रमांना गती मिळते.

ग) शारीरिक व मानसिक आरोग्य :

१. **आरोग्य समस्यांचा प्रभाव:** शारीरिक किंवा मानसिक आरोग्याच्या समस्या असलेल्या मुलांना शिक्षण घेण्यास अडचणी येतात. अक्षम मुलांना शाळेत जाणे किंवा शिक्षण घेणे अधिक कठीण असू शकते.

२. **पोषणाची स्थिती:** कुपोषणामुळे शारीरिक आणि मानसिक विकासात अडथळे निर्माण होतात, ज्याचा परिणाम मुलांच्या साक्षरतेवर होतो.

साक्षरतेवर परिणाम करणारे हे सर्व घटक एकत्रितपणे कार्य करतात. त्यातील काही घटक सुधारले जाऊ शकतात, तर काही घटकांवर दीर्घकालीन प्रयत्न करणे आवश्यक असते. साक्षरता वाढवण्यासाठी आर्थिक गुंतवणूक, सामाजिक आणि सांस्कृतिक परिवर्तन, आणि प्रभावी शैक्षणिक धोरणांची आवश्यकता आहे.

तुमची प्रगती तपासा

१. साक्षरता म्हणजे काय?

अ) वाचन, लेखन आणि गणितातील कौशल्ये

ब) लेखन, वाचन आणि विचार करण्याची क्षमता

क) फक्त वाचन आणि लेखन

ड) फक्त गणिताचे ज्ञान

२. लिंग आधारित साक्षरता म्हणजे काय?

अ) शहरी आणि ग्रामीण भागांमधील साक्षरतेतील फरक

ब) गरीब आणि श्रीमंत लोकांमधील साक्षरतेतील फरक

क) पुरुष आणि महिलांमधील साक्षरतेतील फरक

ड) वयोगटांमधील साक्षरतेतील फरक

३. शैक्षणिक साधनसंपत्तीची कमतरता कोणत्या प्रकारच्या साक्षरतेला प्रभावित करते?

अ) लिंग आधारित साक्षरता

ब) आर्थिक स्थितीवर आधारित साक्षरता

क) प्रादेशिक साक्षरता

ड) वयावर आधारित साक्षरता

४. लिंगभेदामुळे साक्षरतेच्या पातळीत काय फरक पडतो?

अ) पुरुषांची साक्षरता कमी होते

ब) महिलांची साक्षरता कमी होते

क) पुरुष आणि महिलांमधील साक्षरतेतील फरक कमी होतो

ड) लिंगभेदाचा साक्षरतेवर कोईही परिणाम होत नाही

५. आर्थिक स्थितीवर आधारित साक्षरता म्हणजे काय?

अ) शहरी आणि ग्रामीण भागांमधील साक्षरतेतील फरक

ब) गरीब आणि श्रीमंत लोकांमधील साक्षरतेतील फरक

क) पुरुष आणि महिलांमधील साक्षरतेतील फरक

ड) वयोगटांमधील साक्षरतेतील फरक

६. खालीलपैकी साक्षरतेवर परिणाम करणारा सामाजिक घटक कोणता?

अ) सरकारी धोरणे

ब) लिंगभेद

क) भौगोलिक स्थान

ड) आर्थिक स्थिती

उत्तरे :

१. ब) लेखन, वाचन आणि विचार करण्याची क्षमता

२. क) पुरुष आणि महिलांमधील साक्षरतेतील फरक

३. क) प्रादेशिक साक्षरता

४. ब) महिलांची साक्षरता कमी होते

५. ब) गरीब आणि श्रीमंत लोकांमधील साक्षरतेतील फरक

६. ब) लिंगभेद

२.२.४ लोकसंख्येची घनता (Population Density)

'लोकसंख्येची घनता म्हणजे प्रति चौरस किलोमीटर क्षेत्रफळावर राहणाऱ्या लोकांची सरासरी संख्या होय.' लोकसंख्येची घनता हे एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्येचे वितरण दर्शविण्यासाठी वापरले जाणारे प्रमाण आहे. कोणत्या ठिकाणी लोकसंख्येची दाटी आहे व कोणत्या ठिकाणी लोकसंख्या विरळ प्रमाणात आढळते याची माहिती आपल्याला त्या प्रदेशाच्या लोकसंख्येच्या घनतेवरूनच मिळते. तसेच लोकसंख्येच्या घनतेवरूनच एखाद्या प्रदेशातील साधनसंपत्तीचा वापर, आर्थिक विकास, नागरीकरण आणि मानवी जीवन यावर कशा प्रकारे परिणाम होऊ शकतो याचा अंदाज बांधता येतो, आणि त्यानुसार धोरणात्मक निर्णय घेता येतात.

२.२.४.१ **लोकसंख्येच्या घनतेचे प्रकार** (Types of Population Density)

लोकसंख्येच्या घनतेचे प्रकार हे क्षेत्राच्या आकाराच्या तुलनेत लोकसंख्येच्या वितरणावर आधारित असतात. साधारणपणे, लोकसंख्येची घनता मोजण्यासाठी क्षेत्राच्या प्रति चौरस किलोमीटर मध्ये किती लोक राहतात हे मोजले जाते. लोकसंख्येच्या घनतेचे मुख्य प्रकार पुढीलप्रमाणे आहेत:

अ) गणिती घनता (Arithmetic Density)

गणिती घनता ही लोकसंख्येची घनता मोजण्याची एक सोपी पद्धत आहे. ती एखाद्या देशाच्या किंवा प्रदेशाच्या क्षेत्रफळाच्या प्रति एककावर (प्रति चौ. कि. मी.) किती लोक राहतात हे दर्शवते.

गणिती घनता ही लोकसंख्येचा वितरणाचा सरासरी मोजमाप देते, परंतु ती भौगोलिक विविधता, संसाधने, किंवा लोकसंख्येचे वितरण यांबाबतची माहिती देत नाही. उदाहरणार्थ, काही शहरी भागात गणिती घनता खूप जास्त असू शकते, तर ग्रामीण भागात ती खूप कमी असू शकते.

ब) लोकसंख्या पोषणविषयक घनता (Physiological Density) **:**

लोकसंख्या पोषणविषयक घनता ही लोकसंख्येची घनता मोजण्याची एक पद्धत आहे, जी एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्येच्या वितरणावर आणि त्या प्रदेशातील शेतीसाठी योग्य असलेल्या क्षेत्रावर आधारित असते. या घनतेत केवळ शेतीयोग्य जमिनीचा विचार केला जातो, ज्यावर त्या प्रदेशातील लोकसंख्या आपले अन्नधान्य उत्पादन करते.

क) कृषी/शेतकी घनता (Agricultural Density) :

एखाद्या प्रदेशातील शेतकरी लोकसंख्या आणि शेतीयोग्य जमिनीचे क्षेत्रफळ यांचे गुणोत्तर म्हणजे कृषी घनता होय. यालाच शेतकी घनता असे देखील म्हटले जाते. या घनतेत केवळ शेती करणाऱ्या लोकसंख्येचा विचार केला जातो, म्हणजेच किती शेतकरी किंवा शेतीशी संबंधित लोक उपलब्ध शेतीयोग्य जमिनीवर अवलंबून आहेत हे मोजले जाते.

कृषी/शेतकी घनता हे मोजमाप शेतीयोग्य जमिनीवर किती शेतकरी अवलंबून आहेत हे दर्शवते. या घनतेमुळे देशातील किंवा प्रदेशातील कृषी उत्पादकता, तंत्रज्ञानाचा वापर, आणि कृषी क्षेत्रात रोजगाराच्या संधी याबाबत माहिती मिळू शकते. जिथे कृषी/शेतकी घनता कमी असेल, तिथे आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून कमी लोकसंख्येने जास्त क्षेत्राचे उत्पादन घेणे शक्य होऊ शकते.याउलट जिथे कृषी/शेतकी घनता जास्त असेल, तिथे अधिक लोकसंख्या शेतीवर अवलंबून असेल, ज्यामुळे शेतीयोग्य जमिनीवर ताण पडू शकतो.

ड) आर्थिक घनता (Economic Density)

आर्थिक घनता ही संकल्पना प्रदेशातील अथवा देशातील प्रति चौरस किलोमीटर क्षेत्रात निर्माण होणाऱ्या आर्थिक उत्पादनाचे मोजमाप करते. साध्या शब्दात सांगायचे झाले, तर आर्थिक घनता म्हणजे एक विशिष्ट क्षेत्रात उत्पन्न होणारे आर्थिक उत्पादन (उदा. GDP) किती आहे, हे दर्शविणारे मोजमाप आहे. आर्थिक घनता ही संकल्पना प्रदेशाच्या आर्थिक विकासाचे आणि त्या क्षेत्रातील लोकसंख्येच्या आर्थिक योगदानाचे विश्लेषण करण्यासाठी उपयोगी पडते.

आर्थिक घनता ही संकल्पना कोणत्याही प्रदेशाच्या आर्थिक क्षमतेचे आणि त्याच्या क्षेत्रफळाच्या तुलनेत होणाऱ्या उत्पादनाचे मोजमाप करते. यामुळे आर्थिक धोरणे आणि विकासाचे नियोजन करण्यात मदत होते.

२.२.४.२ लोकसंख्येच्या घनतेचे महत्व (Types of Population Density)

लोकसंख्येची घनता ही कोणत्याही प्रदेशाच्या आर्थिक, सामाजिक, आणि पर्यावरणीय विकासाचा मूलभूत आधार आहे. लोकसंख्येच्या घनतेचा अभ्यास हा समाजाच्या प्रत्येक स्तरावर महत्त्वाचा आहे, कारण यामुळे विकासाच्या प्रत्येक क्षेत्रात योग्य आणि प्रभावी योजना आखता येतात. या अभ्यासाच्या आधारे, संसाधनांचे योग्य वाटप, सेवा आणि सुविधा पुरवणे, आणि समाजाच्या सर्वांगीण प्रगतीसाठी आवश्यक ते निर्णय घेता येतात. म्हणूनच, लोकसंख्येच्या घनतेचे सम्यक विश्लेषण हे समाजाच्या सर्वांगीण प्रगतीसाठी अत्यावश्यक आहे.

१. **पायाभूत सुविधांचा विकास :** लोकसंख्येची घनता किती आहे हे समजल्यास त्या भागात शाळा, रुग्णालये, रस्ते, पाणीपुरवठा, वीज यांसारख्या सुविधा किती असाव्यात हे ठरवता येते. जिथे अधिक लोकसंख्या आहे, तिथे अधिक सुविधा पुरवण्याची गरज असते.

२. **आर्थिक विकास:** घनतेचा अभ्यास केल्याने ज्या भागात रोजगाराच्या अधिक संधी निर्माण कराव्यात, उद्योगधंदे सुरु करावेत किंवा गुंतवणूक करावी, हे ठरवता येते. यामुळे स्थानिक अर्थव्यवस्थेला चालना मिळते.

३. **आरोग्य व्यवस्थापन:** घनतेचा अभ्यास करून आरोग्याच्या दृष्टीने आवश्यक त्या सेवांची योजना करता येते. अधिक लोकसंख्या असलेल्या भागात रोगांचा प्रसार जास्त होऊ शकतो, म्हणून तिथे आरोग्यसेवा मजबूत असणे आवश्यक आहे.

४. **पर्यावरणीय परिणाम:** लोकसंख्या अधिक असलेल्या भागात पर्यावरणावर अधिक ताण येतो, जसे की प्रदूषण, हवामान बदल, आणि नैसर्गिक संसाधनांचा वापर. घनतेचा अभ्यास केल्याने पर्यावरणाचे संरक्षण कसे करावे, हे ठरवता येते.

५. **शहरी आणि ग्रामीण विकास:** लोकसंख्येची घनता समजल्यास शहरीकरण, ग्रामीण भागाचा विकास, आणि संसाधनांचे समान वाटप यांसारख्या मुद्द्यांवर योग्य धोरणे बनवता येतात.

६. **सामाजिक न्याय:** जिथे लोकसंख्या घनता अधिक आहे, तिथे लोकांना सर्व सेवा आणि साधने मिळत आहेत का, हे पाहण्यासाठी घनतेचा अभ्यास महत्त्वाचा आहे. यामुळे समाजातील सर्व घटकांना समान संधी उपलब्ध करून देणे शक्य होते.

७. **घरांची उपलब्धता:** ज्या भागात लोकसंख्या घनता जास्त असते, तिथे घरांची मागणी अधिक असते. घनतेचा अभ्यास केल्यास, त्या भागात किती घरांची गरज आहे, हे समजून घरबांधणीचे योग्य नियोजन करता येते. यामुळे परवडणाऱ्या घरांची उपलब्धता वाढते.

संपूर्णतः, लोकसंख्येच्या घनतेचा अभ्यास केल्याने विविध क्षेत्रांमध्ये शाश्वत आणि संतुलित विकास साधण्यास मदत होते, ज्यामुळे लोकांचा जीवनमान उंचावतो.

२.२.४.३ लोकसंख्येच्या घनतेवर परिणाम करणारे घटक (Factors affecting on Population Density)

लोकसंख्येच्या घनतेवर अनेक भौगोलिक, पर्यावरणीय, आर्थिक, सामाजिक आणि राजकीय घटक प्रभाव टाकतात. याचे विस्तृत वर्णन खालीलप्रमाणे:

- प्राकृतिक रचना: पर्वतीय भागांत कमी घनता तर मैदानी भागांत जास्त लोकसंख्या आढळते.
- हवामान: सौम्य हवामान असलेल्या भागांत लोकसंख्या जास्त, तर कठीण हवामानाच्या भागांत कमी.
- पाण्याची उपलब्धता: मुबलक पाणी असलेल्या ठिकाणी लोकसंख्या वाढते.
- मृदेची सुपीकता: सुपीक जमिनीच्या भागांत लोकसंख्या घनता जास्त असते.

२.३ भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येची समस्या आणि उपाययोजना

भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्या ही एक गंभीर समस्या बनली आहे, जी साधनसंपत्तीवर ताण, सार्वजनिक सेवांमध्ये गोंधळ, आणि आर्थिक प्रगतीस अडथळा निर्माण करते. अतिरिक्त लोकसंख्या आरोग्य, शिक्षण, आणि रोजगार क्षेत्रांमध्ये ताण वाढवते, ज्यामुळे गरीब आणि दुर्बल घटकांवर याचा अधिक परिणाम होतो. यामुळे देशातील दीर्घकालीन स्थिरता आणि सर्वसमावेशक विकास या हेतूंसाठी या समस्येवर वेळीच लक्ष देणे गरजेचे आहे. याअनुषंघाने भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येची करणे, परिणाम आणि उपाययोजना यांची सविस्तर चर्चा आपण पुढील भागात करणार आहोत.

२.३.१ भारतातील अतिरक्त लोकसंख्या वाढीची कारणे :

सामाजिक आणि आर्थिक समस्यांना जन्म देणाऱ्या भारतातील अतिरक्त लोकसंख्येच्या कारणांचा आढावा घेणे आणि यावर उपाययोजना सुचवणे आवश्यक आहे, ज्यामुळे दीर्घकालीन विकास साधता येईल.

१. उच्च जन्मदर:

पारंपारिक सामाजिक आणि सांस्कृतिक मूल्ये, जसे की मोठ्या कुटुंबाचा आदर्श, लहान वयात विवाह, आणि मुलांवर अवलंबून असलेली वृद्धापकाळाची सुरक्षा, यामुळे भारताचा जन्मदर आजही जास्त आहे. साधारणपणे तो १६.१ (२०२३ - अंदाजे) इतका असला, तरी तुलनेने जास्त आहे. ग्रामीण भागांत, शैक्षणिक आणि आरोग्य सेवांचा कमी प्रवेश आणि प्रजनन नियंत्रणाबद्दल कमी जागरूकता यामुळे जन्मदर उच्च राहतो. याशिवाय, काही कुटुंबांनी मुलांची संख्या वाढवणे ही सामाजिक आणि आर्थिक सुरक्षा मानली जाते. त्यामुळे, उच्च जन्मदरामुळे भारतामध्ये लोकसंख्या वाढीचा वेग वाढला आहे.

२. कमी मृत्यू दर:

जन्मदराच्या तुलनेत भारतामध्ये मृत्युदाराचे प्रमाण कमी होत आहे. आजमितीस ते साधारणपणे ६.६ (२०२३ - अंदाजे) इतके आहे. आरोग्य सेवांमध्ये सुधारणा, आधुनिक वैद्यकीय तंत्रज्ञानाचा वापर, आणि रोग प्रतिबंधक लसीकरण कार्यक्रमांच्या प्रभावामुळे, एकूण मृत्यूदर कमी झाला आहे. प्राथमिक आणि दुय्यम आरोग्य सेवांचा वाढलेला प्रभाव, असामान्य रोगांची कमी, आणि जीवनमान सुधारल्यामुळे लोकांच्या जीवनाची गती वाढली आहे. यामुळे, जन्मदर कमी असला तरीही, लोकसंख्येची वाढ होते कारण अधिक लोक दीर्घकाळ जगतात आणि वाढलेला जीवनकाल नवे जन्म घेणाऱ्या लोकांच्या प्रमाणात भर घालतो. परिणामी, कमी मृत्यूदरामुळे भारतामध्ये लोकसंख्या वाढीचा वेग वाढला आहे.

३. सुधारलेली आरोग्यसेवा:

सुधारलेल्या आरोग्यसेवेमुळे भारतात नागरिकांच्या आरोग्याची परिस्थिती सुधारली आहे. आरोग्यसेवांचा वाढलेल्या प्रभावामुळे ग्रामीण आणि शहरी भागात लोकांच्या आरोग्यामध्ये मोठी सुधारणा झाली आहे. रोगांचे व आजारांचे योग्य व्यवस्थापन आणि उपचारांमधील प्रगती यामुळे गंभीर आजारांवर देखील प्रभावीपणे नियंत्रण ठेवता येऊ लागले आहे. तसेच, लसीकरण कार्यक्रमांमुळे बालकांमध्ये रोग प्रतिकारक शक्ती वाढविण्यास मदत झाली आहे, ज्यामुळे अनेक संसर्गजन्य रोगांवर नियंत्रण मिळवता आले आहे. एकूणच, सुधारलेली आरोग्यसेवा नागरिकांचे जीवनमान उंचावण्यास आणि देशाच्या आरोग्याच्या स्थितीत सकारात्मक बदल घडवून आणण्यास किफायतशीर ठरली आहे. परिणामी मृत्यूदरामध्ये घट होऊन लोकसंख्येमध्ये मात्र प्रचड वाढ होत आहे.

४. आयुर्मानात वाढ:

भारतातील व्यक्तींचे सरासरी आयुर्मान सुमारे ७० ते ७२ वर्षांच्या दरम्यान आहे. आयुर्मानात वाढ होण्याचे प्रमुख कारण म्हणजे सुधारलेली आरोग्यसेवा आणि स्वच्छता. आधुनिक वैद्यकीय सेवा आणि औषधोपचार यामुळे अनेक आजारांवर नियंत्रण मिळाले आहे. चांगले राहणीमान आणि पोषणाच्या उपलब्धतेमुळे लोकांचे आरोग्य सुधारले आहे. यासोबतच, बालमृत्यू दर आणि एकूण मृत्यू दर कमी झाल्याने नागरिकांचे आयुर्मान वाढले आहे. या सर्व घटकांनी एकत्रितपणे लोकांचे दीर्घायुष्य सुनिश्चित केले आहे, ज्याचा समाजावर आणि देशाच्या लोकसंख्येवर सकारात्मक तसेच आव्हानात्मक परिणाम होत आहे.

५. कुटुंब नियोजन शिक्षणाचा अभाव:

कुटुंब नियोजन शिक्षणाचा अभाव हा भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येचे एक मुख्य कारण आहे. निरक्षरता अथवा अपुरे शिक्षण, विशेषतः ग्रामीण भागातील महिलांमधील निरक्षरता, यामुळे कुटुंब नियोजनाबद्दलची जागरूकता कमी आहे. अनेक ठिकाणी सांस्कृतिक आणि सामाजिक अडथळे, जसे की मोठ्या कुटुंबाला प्राधान्य देणे किंवा मुलांच्या जन्माला शुभ मानणे, हे कुटुंब नियोजनाच्या प्रयत्नांना रोखण्याचे काम करतात. याशिवाय, आरोग्यसेवा प्रदात्यांचे अपुरे प्रशिक्षण आणि कुटुंब नियोजन साधनांचा अभाव यामुळे प्रभावी कुटुंब नियोजन अंमलबजावणी करण्यात अडचणी येतात. या सर्व कारणांमुळे देशात उच्च जन्मदर कायम राहतो, ज्याचा परिणाम अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येवर होतो.

६. सांस्कृतिक आणि सामाजिक घटक:

काही सांस्कृतिक आणि सामाजिक घटक देखील भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येस कारणीभूत ठरतात. मुलगा हवाच या मानसिकतेमुळे अनेक कुटुंबे मुलींच्या जन्मानंतरही मुलाच्या अपेक्षेने अधिक मुलांना जन्म देतात. यासोबतच, लवकर विवाह आणि बालजन्माच्या प्रथा महिलांच्या प्रजनन काळात वाढ करतात, ज्यामुळे लोकसंख्या वाढते. महिलांच्या सक्षमीकरणाचा अभाव आणि स्वायत्ततेचा कमीपणा यामुळे त्यांना कुटुंब नियोजनाचे निर्णय घेण्यात अडचणी येतात, आणि त्यामुळे कुटुंबांचे आकार मोठे राहतात. हे सांस्कृतिक आणि सामाजिक घटक लोकसंख्या नियंत्रणाच्या प्रयत्नांना अडथळा आणतात आणि देशातील अतिरिक्त लोकसंख्येची समस्या अधिक तीव्र करतात.

७. गर्भनिरोधक साधनांचा मर्यादित वापर :

गर्भनिरोधक साधनांची अपुरी उपलब्धता आणि वितरण यामुळे अनेक कुटुंबे या साधनांचा उपयोग करु शकत नाहीत. सुरक्षित गर्भपात सेवांचा अभावही एक मोठा मुद्दा आहे, ज्यामुळे नको असलेल्या गर्भधारणांवर प्रभावीपणे नियंत्रण ठेवता येत नाही. याशिवाय, गर्भनिरोधक साधनांच्या वापराविषयीच्या वाईट धारणांमुळे या साधनांचा वापर कमी होतो. या सर्व अडथळ्यामुळे कुटुंब नियोजनाची अंमलबजावणी कठीण होते आणि लोकसंख्या वाढीस गती मिळते.

८. गरिबी आणि आर्थिक संधींचा अभाव:

शिक्षण आणि रोजगाराच्या संधींचा अभाव असलेल्या कुटुंबांमध्ये, मुलांच्या जन्माचे प्रमाण अधिक असू शकते कारण मुलांना आर्थिक सहाय्यक म्हणून पाहिले जाते. गरिबीमुळे अनेक कुटुंबे सामाजिक सुरक्षा आणि निवृत्तीवेतन प्रणालींच्या अभावात असतात, ज्यामुळे वृद्धापकाळात आर्थिक अडचणींचा सामना करावा लागतो. त्यामुळे, कुटुंबे आपल्या वृद्धापकाळासाठी आर्थिक सुरक्षा मिळविण्यासाठी अधिक मुलांना जन्म देतात. याशिवाय, आर्थिक संसाधनांच्या कमतरतेमुळे कुटुंब नियोजनाचे साधन आणि सेवा उपलब्ध नसतात, ज्यामुळे लोकसंख्या वाढीस गती मिळते.

९. सरकारी धोरणे आणि कार्यक्रम:

काही ठिकाणी, कुटुंब नियोजनाच्या कार्यक्रमांची अंमलबजावणी योग्यरित्या होत नाही किंवा त्यात गरजेच्या संसाधनांचा अभाव असतो. स्थानिक स्तरावर असलेल्या अकार्यक्षमतेमुळे, आरोग्यसेवेतील कमीवेत आणि माहितीचा अभाव यामुळे लोकसंख्या नियंत्रणाच्या प्रयत्नांना अडथळा येतो. जरी काही धोरणे आणि कार्यक्रम लोकसंख्येचा ताण कमी करण्यासाठी असले तरी त्यांची प्रभावी अंमलबजावणी, जागरूकता आणि संसाधनांची पुरेशी उपलब्धता सुनिश्चित करणे आवश्यक आहे. त्यामुळे, योग्य धोरणे आणि कार्यान्वयनाच्या अभावामुळे भारतात अतिरिक्त लोकसंख्येची समस्या अजूनही कायम आहे.

१०. शहरीकरण आणि स्थलांतर:

शहरीकरण आणि स्थलांतर भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येला अधिक तीव्र करतात. ग्रामीण भागातून शहरी भागात स्थलांतरामुळे शहरांमध्ये लोकसंख्येची अत्यधिक वाढ झाली आहे. यामुळे शहरी भागात आरोग्यसेवा आणि कुटुंब नियोजन सेवांचा मर्यादित प्रभाव असतो, जो लोकसंख्या नियंत्रणाच्या प्रयत्नांना अडथळा आणतो. तसेच, शहरी भागातील बदलणारे सामाजिक आणि सांस्कृतिक नियम, जसे की उच्च जीवनशैली आणि कुटुंब नियोजनाच्या जागरूकता अभाव, लोकसंख्या वाढीला गती देतात. हे सर्व घटक एकत्र येऊन शहरीकरणाच्या प्रक्रियेत लोकसंख्येवर ताण आणतात आणि संसाधनांच्या व्यवस्थापनास अवघड करतात.

हे सर्व घटक एकमेकांशी परस्पर संबंधित आहेत आणि यामुळे भारताच्या अतिरिक्त लोकसंख्या वाढीस कारणीभूत ठरतात. या कारणांचा सामना करण्यासाठी सरकारी धोरणे, शिक्षण, आरोग्यसेवा, आणि सामुदायिक सहभाग यांचा समन्वय आवश्यक आहे.

२.३.२ भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येचे परिणाम खालीलप्रमाणे आहेत:

एक सुसंगत, समावेशक, आणि स्थिर समाज निर्माण करण्यासाठी भारतातील लोकसंख्या वाढीचे परिणाम अभ्यासणे अत्यंत महत्वाचे आहे. अतिरिक्त लोकसंख्येचा विविध सामाजिक, आर्थिक, आणि पर्यावरणीय घटकांवर मोठा प्रभाव पडतो. या सर्व घटकांचा आढावा घेवून त्यासाठी आवश्यक असलेली योग्य धोरणे राबवण्याचा प्रयत्न करणे शक्य होईल.

१. पर्यावरणाचा ऱ्हास:

भारतातील लोकसंख्या वाढीमुळे पर्यावरणाच्या समस्या गंभीर बनल्या आहेत. वाढत्या लोकसंख्येमुळे मानवी वसाहती, शेती आणि औद्योगिकीकरण या गोष्टींच्या पूर्ततेसाठी जंगलांची मोठ्या प्रमाणात तोड होत आहे, ज्यामुळे वन्यजीवांचे निवासस्थान नष्ट होत आहे. पाणी आणि वायू प्रदूषणाची पातळी वाढत आहे, परिणामी पिण्यायोग्य पाण्याची कमतरता आणि हवामान बदलाचे दुष्परिणाम दिसून येत आहेत. तसेच, मृदेची धूप होऊन जमीन नापिक बनत चालली आहे, ज्यामुळे कृषी उत्पादनावर आणि पर्यावरणाच्या संतुलनावर वाईट परिणाम होत आहेत.

२. साधनसंपत्तीवर ताण :

भारतातील लोकसंख्या वाढीमुळे साधनसंपत्तीवर प्रचंड ताण पडत आहे. अन्न, पाणी, ऊर्जा, आणि इतर आवश्यक साधनसंपत्तीची मागणी वेगाने वाढत असल्याने, त्यांची उपलब्धता कमी होत चालली आहे. परिणामी, अन्नधान्याची कमतरता, पिण्यायोग्य पाण्याची टंचाई, आणि वीजपुरवठ्याच्या अडचणी निर्माण होत आहेत. अन्न सुरक्षा आणि कुपोषण यासारख्या समस्या देखील वाढत आहेत. यामुळे साधनसंपत्तीच्या शाश्वत वापरावर परिणाम होत असून, भविष्यातील पिढ्यांसाठी साधनसंपत्ती उपलब्ध ठेवण्याचे मोठे आव्हान आपल्यासमोर असणार आहे.

३. गरिबी आणि बेरोजगारीत वाढ :

भारतातील लोकसंख्या वाढीमुळे गरिबी आणि बेरोजगारीत लक्षणीय वाढ झाली आहे. मर्यादित रोजगार संधी आणि वाढत्या लोकसंख्येच्या प्रमाणात अपुरी साधनसंपत्ती यामुळे बेरोजगारी आणि अस्थिर रोजगाराचे प्रश्न गंभीर झाले आहे. कमी असलेल्या साधनसंपत्तीसाठी वाढती स्पर्धा निर्माण होत असून, यामुळे उत्पन्नातील विषमता वाढली आहे. गरीब आणि श्रीमंत यांच्यातील अंतर अधिक वाढत आहे, ज्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर लोकसंख्येचे जीवनमान खालावत आहे, आणि गरिब श्रीमंत ही दरी आणखीच खोल होत आहे.

४. पायाभूत सुविधांवर ताण:

भारतातील लोकसंख्या वाढीमुळे पायाभूत सुविधांवर प्रचंड ताण पडत आहे. शिक्षण, आरोग्य सेवा, स्वच्छता व कचरा व्यस्थापन, वाहतूक, वीज, पाणीपुरवठा, आणि गृहनिर्माण या क्षेत्रांमध्ये संसाधने अपुरी ठरत आहेत. शाळा, रुग्णालये, रस्ते, आणि सार्वजनिक वाहतूक व्यवस्था लोकसंख्येच्या गरजा पूर्ण करण्यात अपयशी ठरत आहेत, ज्यामुळे त्यांच्या गुणवत्तेत घट येत आहे. या पायाभूत सुविधांवरील भाराचा मनवो जीवनमानावर विपरीत परिणाम होत असून, विकास प्रक्रियेत अडथळे निर्माण होत आहेत.

५. आरोग्यावर नकारात्मक परिणाम:

भारतात वाढत्या लोकसंख्येमुळे आरोग्य सेवांवर गंभीर नकारात्मक परिणाम होत आहेत. रुग्णालये, वैद्यकीय सुविधा, आणि आरोग्य सेवा पुरवठ्याची मर्यादित क्षमता वाढत्या रुग्णसंख्येला पुरेशी नाही. परिणामी, प्रत्येकाला योग्य वेळेत आणि गुणवत्तापूर्ण आरोग्य सेवा मिळणे कठीण बनले आहे. वाढलेल्या गर्दीमुळे रोग प्रसार आणि साथींची वाढ होण्याचा धोका अधिक झाला आहे. याशिवाय, कुपोषण आणि संबंधित आरोग्य समस्याही वाढत आहेत, ज्यामुळे मुलांच्या आणि प्रौढांच्या शारीरिक आरोग्यावर गंभीर परिणाम होत आहेत. वाढत्या ताणामुळे मानसिक आरोग्याच्या समस्यांमध्येही वाढ होत आहे.तसेच संसाधनांची कमतरता, स्वच्छतेचा अभाव, आणि तातडीच्या वैद्यकीय सेवा मिळण्यात होणारी अडचण यामुळे आरोग्याचे प्रश्न गंभीर बनत आहेत. विशेषतः गरीब आणि ग्रामीण भागातील लोकांना या परिस्थितीचा सर्वाधिक फटका बसत आहे, ज्यामुळे आरोग्यदायी जीवनशैली राखणे आव्हानात्मक ठरत आहे.

६. शिक्षणावर परिणाम:

भारतातील वाढत्या लोकसंख्येमुळे शिक्षण क्षेत्रावर देखील नकारात्मक परिणाम होताना दिसून येत आहे. शाळा, महाविद्यालये, आणि शिक्षणसंस्था यांच्यात विद्यार्थ्यांची संख्या वाढल्यामुळे शिक्षणाच्या गुणवत्ता आणि संसाधनांमध्ये घट झाली आहे. शिक्षकांची अनुपलब्धता, वर्गखोल्यांची कमतरता, आणि शिक्षण साहित्याचा अभाव यामुळे विद्यार्थ्यांना दर्जेदार शिक्षण मिळणे कठीण झाले आहे. वाढत्या स्पर्धेमुळे आणि शिक्षण प्रणालीवरील ताणामुळे, अनेक विद्यार्थ्यांना उच्च शिक्षण आणि रोजगाराच्या संधी मिळवण्यात अडचणींचा सामना करावा लागत आहे, ज्यामुळे देशाच्या एकूण विकास प्रक्रियेत अडथळे निर्माण होत आहेत.

७. सामाजिक आणि सांस्कृतिक परिणाम:

सामाजिक आणि सांस्कृतिक क्षेत्रांवरही वाढत्या लोकसंख्येमुळे अनेक परिणाम होत आहेत. सामाजिक असमानता, जातीय आणि धार्मिक तणाव यामध्ये वाढ होताना दिसून येत आहे, ज्यामुळे सामाजिक सलोखा धोक्यात आला आहे. संसाधनांची कमतरता आणि बेरोजगारीमुळे लोकांमध्ये असंतोष पसरत आहे, ज्यामुळे गुन्हेगारी आणि सामाजिक असुरक्षितता वाढत आहे, महिलांचे सक्षमीकरण आणि स्वायत्तता कमी होत आहे. तसेच, शहरीकरणाच्या वेगाने पारंपरिक जीवनशैली आणि सांस्कृतिक मूल्यांमध्ये बदल होत आहेत, ज्यामुळे समाजातील सांस्कृतिक विविधतेचे जतन करण्याचे आव्हान उभे राहिले आहे.

८. आर्थिक परिणाम:

भारतातील वाढत्या लोकसंख्येमुळे आर्थिक क्षेत्रावर गंभीर परिणाम होत आहेत. रोजगार संधींच्या मर्यादित असण्यामुळे बेरोजगारी वाढते, आणि संसाधनांची मागणी प्रचंड वाढते, ज्यामुळे महागाई वाढते. सार्वजनिक सेवा आणि पायाभूत सुविधांवर ताण वाढल्यामुळे सरकारला मोठ्या प्रमाणावर खर्च करावा लागतो, ज्यामुळे आर्थिक विकासावर प्रतिकूल परिणाम होतो. तसेच, अपारंपरिक स्रोतांच्या वाढत्या वापरामुळे पर्यावरणावर ताण येतो, जो दीर्घकालीन आर्थिक स्थिरतेला धोका निर्माण करतो. कुल मिळकतीत विषमता वाढते, आणि सामाजिक व आर्थिक असमानता वाढल्याने एकूणच आर्थिक प्रगतीला अडथळे निर्माण होतात.

९. अन्न सुरक्षा चिंता :

लोकसंख्येच्या वाढत्या मागणीमुळे अन्नधान्याची उत्पादन क्षमता आणि पुरवठा व्यवस्थापनावर दबाव येतो, ज्यामुळे अन्नधान्याची टंचाई आणि महागाई वाढते. याशिवाय, कृषी संसाधनांचा अपवय, मृदेची धूप, आणि हवामान बदल यामुळे उत्पादनक्षमतेत घट येत आहे. अन्नाच्या वितरण प्रणालीमध्ये तुटवडा आणि अकार्यक्षमता असल्यामुळे गरीब आणि दुर्बल घटकांना अन्न मिळवण्यात अडचणी येतात, ज्यामुळे अन्नसुरक्षेच्या धोक्यांमध्ये वाढ होते.

१०. राजकीय आणि राष्ट्रीय सुरक्षेवर परिणाम:

भारतातील वाढत्या लोकसंख्येमुळे राजकीय आणि राष्ट्रीय सुरक्षेवर विविध परिणाम होत आहेत. लोकसंख्येच्या वाढीमुळे संसाधनांची असमानता, सामाजिक तणाव, आणि असंतोष वाढतो, ज्यामुळे राजकीय स्थिरता धोक्यात येते. वाढत्या आर्थिक आणि सामाजिक तणावामुळे भूराजकीय ताण, जातीय संघर्ष, आणि सामाजिक आंदोलनांचा धोका वाढतो, जो राष्ट्रीय सुरक्षेला आव्हान निर्माण करतो. तसेच, अत्यधिक लोकसंख्या असलेल्या क्षेत्रांमध्ये गुन्हेगारी आणि दहशतवादाची समस्या अधिक तीव्र होऊ शकते, ज्यामुळे सुरक्षात्मक उपाययोजना अधिक कठीण बनतात आणि राजकीय निर्णय प्रक्रियेला अडथळा येतो.

भारतातील लोकसंख्या वाढीचे हे परिणाम अनेक पातळ्यांवर प्रभावी आहेत आणि ते समाज, पर्यावरण, आणि अर्थव्यवस्थेच्या विविध पैलूंवर परिणाम करतात. लोकसंख्या वाढीचा सामना करण्यासाठी सरकारी धोरणे, शिक्षण, आरोग्यसेवा, आणि सामुदायिक सहभाग यांचा समन्वय आवश्यक आहे.

२.३.३. भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येचे निराकरण करण्यासाठी उपाययोजना:

भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येचे प्रभावीपणे निराकरण करण्यासाठी उपाययोजना करणे आवश्यक आहेत, कारण या समस्येचा सामाजिक, आर्थिक, आणि पर्यावरणीय क्षेत्रांवर मोठा परिणाम होतो. त्यमुळे अशा सर्वे उपाययोजना एकत्रितपणे राबवून अतिरिक्त लोकसंख्येच्या आव्हानांना तोंड देणे आणि एक समृद्ध, स्थिर आणि सशक्त समाज निर्माण करणे शक्य होईल.

१. कुटुंब नियोजन शिक्षण:

भारतातील अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येला तोंड देण्यासाठी कुटुंब नियोजन शिक्षण एक महत्त्वपूर्ण उपाय आहे. यामध्ये लोकांना कुटुंब नियोजनाच्या विविध पद्धती, गर्भधारणेची नियंत्रण यंत्रणा, आणि सुरक्षित गर्भधारणेबद्दल माहिती देणे आवश्यक आहे. याशिवाय, जनजागृती कार्यक्रमांद्वारे वडीलधाऱ्यांना आणि तरुणांना कुटुंब नियोजनाचे महत्त्व समजावून सांगितले पाहिजे. या शिक्षणामुळे लोकसंख्येचा वेग नियंत्रित होण्यास मदत होईल आणि संसाधनांचा अधिक प्रभावी वापर सुनिश्चित होईल.

२. आरोग्यसेवा सुधारणा :

आरोग्यसेवा सुधारणे हा अतिरिक्त लोकसंख्येच्या समस्येला निपटण्यासाठी एक महत्त्वपूर्ण उपाय आहे. या सुधारणांमध्ये प्राथमिक आरोग्यसेवेच्या उपलब्धतेत सुधारणा, रुग्णालये आणि दवाखाने सुसज्ज बनवून त्याठिकाणी असलेल्या सुविधांमध्ये वाढ, आणि अधिक प्रशिक्षित वैद्यकीय कर्मचाऱ्यांची नियुक्ती करणे यासारख्या गोष्टींचा समावेश आहे. तसेच, कुटुंब नियोजन सेवा, गर्भवती महिलांसाठी देखरेख, आणि रोगप्रतिकारक कार्यक्रमांचे नियोजन यामुळे लोकांच्या आरोग्याच्या गुणवत्तेत सुधारणा होईल. यामुळे कमी जन्मदर आणि मृत्यूदर कमी होईल, आणि लोकसंख्येचा वेग नियंत्रित होण्यास मदत होईल.

३. महिलांचे सशक्तीकरण:

महिलांचे सशक्तीकरण करत असताना यामध्ये महिलांना शिक्षण, रोजगार, आणि आर्थिक स्वतंत्रता मिळवण्यासाठी समर्थन देणे आवश्यक आहे. महिलांसाठी योग्य कुटुंब नियोजन सेवा आणि आरोग्य संसाधने उपलब्ध करून देणे, तसेच सामाजिक आणि सांस्कृतिक पातळीवर समानतेची संधी प्रदान करणे महत्वाचे आहे. महिलांचे सशक्तीकरण त्यांना स्वतंत्र निर्णय घेण्याची क्षमता देते, ज्यामुळे जन्मदर कमी होण्यास मदत होते आणि त्यांच्या जीवनमानात सुधारणा होते, परिणामी समाजातील लोकसंख्येवर थेट प्रभाव पडतो.

४. आर्थिक संधी:

रोजगाराच्या संधींमध्ये वाढ, आर्थिक स्वावलंबनासाठी प्रशिक्षण कार्यक्रम, आणि छोटे व्यवसाय सुरू करण्यासाठी समर्थन यांद्वारे लोकांना आर्थिक स्थिरतेची संधी मिळू शकते. आर्थिक संधींच्या सुधारणा लोकसंख्येच्या वाढीचा दर कमी करू शकतात, कारण लोक आर्थिक सुरक्षिततेच्या दिशेने वळतात आणि कुटुंब नियोजनाची गरज समजून घेतात. यामुळे आर्थिक प्रगतीला चालना मिळेल आणि समाजातील अडचणी कमी होतील.

५. लोकसंख्या नियंत्रण धोरणे :

लोकसंख्या नियंत्रण धोरणांमध्ये विविध उपाययोजनांचा समावेश असावा, जसे की कुटुंब नियोजनासाठी प्रोत्साहन, गर्भनिरोधक साधनांची सहज उपलब्धता, आणि जनजागृती कार्यक्रमांच्या माध्यमातून लोकांमध्ये जागरूकता निर्माण करणे. तसेच, सरकारने लोकसंख्या नियंत्रणास प्रोत्साहन देणारी धोरणे आणि योजना तयार करणे, जसे की कर लाभ, आर्थिक प्रोत्साहन, आणि शैक्षणिक व आरोग्य सेवांमध्ये सुधारणा करणे आवश्यक आहे. यामुळे लोकसंख्या वाढीचा वेग कमी होईल आणि दीर्घकालीन सामाजिक व आर्थिक विकास साधता येईल.

६. शाश्वत साधनसंपत्ती व्यवस्थापन:

शाश्वत साधनसंपत्ती व्यवस्थापन यामध्ये नैसर्गिक संसाधनांचा दीर्घकालीन वापर सुनिश्चित करण्यासाठी प्रभावी व्यवस्थापन पद्धतींचा समावेश आहे. पाणी, ऊर्जा, मृदा, आणि वनसंपत्तींचा वापर आणि संरक्षण अधिक कार्यक्षमतेने करणे आवश्यक आहे. रिसायकलिंग, पुनर्वापर, आणि हरित तंत्रज्ञानाचा वापर करून संसाधनांचा अतिरेक टाळता येऊ शकतो. तसेच, पर्यावरणीय संरक्षण आणि विकासाचे संतुलन राखणे, शाश्वत कृषी पद्धतींचा वापर, आणि नूतनीकरणीय ऊर्जा स्रोतांचा वापर यामुळे लोकसंख्येच्या वाढीचा प्रभाव कमी केला जाऊ शकतो, आणि पर्यावरणीय असंतुलन टाळता येऊ शकते.

७. नागरी नियोजन:

नागरी नियोजनामध्ये शहरांच्या विकासाची योजनाबद्ध व कुशल व्यवस्था तयार करणे, औद्योगिक क्षेत्रांच्या विस्ताराची नियोजनपूर्वक आखणी, आणि सार्वजनिक वाहतूक व्यवस्थेमध्ये सुधारणा करणे यांचा समावेश आहे. सक्षम पायाभूत सुविधा, गृहनिर्माण, आणि सार्वजनिक सेवा क्षेत्रे विकसित करणे, तसेच लोकसंख्या घनता लक्षात घेता त्यासाठी उपयुक्त प्रकल्प हाती घेणे आणि खुली जागा निर्माण करणे महत्वाचे आहे. यामुळे नागरीकरणाचा दबाव कमी होईल, संसाधनांचा प्रभावी वापर सुनिश्चित होईल, आणि एकूणच शहरांच्या जीवनमानात सुधारणा होईल.

८. शिक्षण आणि जागरूकता:

व्यापक शिक्षण प्रणालीद्वारे लोकांना कुटुंब नियोजन, आरोग्य, आणि संसाधन व्यवस्थापनाच्या महत्वाबद्दल माहिती देणे आवश्यक आहे. विशेषत: ग्रामीण आणि कमी शिक्षित समुदायांमध्ये जनजागृती कार्यक्रम चालवून लोकांना त्यांच्या अधिकारांबद्दल, उपलब्ध सेवांबद्दल, आणि योग्य निर्णय घेण्याच्या पद्धतींबद्दल माहिती देणे महत्त्वाचे आहे. शिक्षणाच्या वाढत्या स्तरामुळे लोक अधिक सुज्ञ होतात, आणि त्यांच्या जीवनशैलीत सुधारणा करतात, ज्यामुळे जन्मदर कमी होतो आणि समाजात समतोल साधता येतो.

९. शासकीय उपक्रम:

एक प्राथमिक पाऊल म्हणून लोकसंख्या नियंत्रणासाठी विविध योजना आणि धोरणांचा समावेश असणारे राष्ट्रीय लोकसंख्या धोरण (२०००) लागू करणे गरजेचे आहे. त्याअनुषंघाने कुटुंब नियोजन कार्यक्रमांसाठी निधी वाढवून, गर्भनिरोधक साधनांची उपलब्धता सुधारता येईल आणि जनजागृती कार्यक्रम अधिक प्रभावीपणे राबवता येतील. शासकीय विभागांमधील समन्वय सुधारून, विविध सेवांचे समन्वयित वितरण सुनिश्चित करता येईल, ज्यामुळे कार्यक्षमता आणि परिणामकारकता वाढेल. सार्वजनिक-खाजगी भागीदारीचे प्रोत्साहन देऊन, अधिक संसाधने आणि तज्ञता उपलब्ध करून देणारे उपक्रम चालवता येतील, ज्यामुळे अधिक प्रभावीपणे आणि परिणामकारकरित्या लोकसंख्या नियंत्रण करता येईल.

१०. समुदाय सहभाग:

समुदाय सहभाग लोकसंख्या वाढीच्या समस्यांवर प्रभावी उपाय ठरू शकतो. यामध्ये स्थानिक समुदायांना कुटुंब नियोजन, आरोग्य, आणि शाश्वत विकासाबद्दल जागरूक करणे आणि त्यांचा सक्रिय सहभाग सुनिश्चित करणे आवश्यक आहे. समुदाय नेत्यांना आणि स्थानिक संघटनांना शिक्षण कार्यक्रम, कार्यशाळा, आणि जनजागृती मोहिमांमध्ये सहभागी करून, त्यांच्या स्थानिक समस्या आणि गरजांनुसार उपाययोजना लागू करता येतात. समुदायांच्या सहभागामुळे लोकसंख्या नियंत्रणाच्या उपाययोजनांची स्वीकार्यता वाढते, सामाजिक समर्थन मिळवता येते, आणि एकत्रित प्रयत्नांद्वारे समस्यांवर अधिक प्रभावीपणे उपाय सापडतात. यामुळे स्थानिक पातळीवर सुसंगतता साधता येते आणि एकूणच प्रकल्पांच्या यशस्वी अंमलबजावणीसाठी आधार मिळतो.

भारतातील वाढती लोकसंख्या एक गंभीर आव्हान आहे ज्यावर अनेक स्तरांवर कार्यवाही आवश्यक आहे. कुटुंब नियोजन शिक्षण, आरोग्यसेवा सुधारणा, महिलांचे सशक्तीकरण, आर्थिक संधी निर्माण करणे, लोकसंख्या नियंत्रण धोरणे, शाश्वत संसाधन व्यवस्थापन, नागरी नियोजन, शिक्षण आणि जागरूकता, शासकीय उपक्रम, आणि समुदाय सहभाग यासारख्या उपाययोजना प्रभावीपणे राबवून या समस्येवर नियंत्रण मिळवता येईल. या सर्व उपाययोजनांद्वारे एकीकृत दृष्टिकोन स्वीकारून, संसाधनांची कार्यक्षम वापर, समाजातील असमानता कमी करणे, आणि दीर्घकालीन विकास सुनिश्चित करणे शक्य होईल. या समन्वयित प्रयत्नांद्वारे भारत एक सशक्त, स्थिर, आणि प्रगतिशील समाज म्हणून पुढे जाऊ शकतो.

तुमची प्रगती तपासा

१. भारतामध्ये अतिरिक्त लोकसंख्या वाढीचे एक मुख्य सामाजिक कारण काय आहे?

अ) वयोमानानुसार समाजातील वृद्धांची संख्या कमी होणे

ब) उच्च जन्मदरामुळे

क) शहरीकरणामुळे

ड) कुटुंब नियोजनाच्या साधनांची भरपूर उपलब्धता

२. भारतामध्ये मृत्यूदर कमी होण्याचे मुख्य कारण कोणते आहे?

अ) कुटुंब नियोजन सेवांचा विस्तार ब) सुधारलेली आरोग्यसेवा

क) सांस्कृतिक आणि सामाजिक घटक ड) उच्च जन्मदर

३. खालीलपैकी कोणता घटक भारतातील लोकसंख्येच्या वाढीवर सकारात्मक परिणाम करतो?

अ) गर्भनिरोधक साधनांचा मर्यादित वापर ब) कुटुंब नियोजन शिक्षणाचा अभाव

क) शहरीकरण ड) आयुर्मानात वाढ

४. शासनाच्या लोकसंख्या नियंत्रण धोरणांच्या प्रभावी अंमलबजावणीसाठी काय आवश्यक आहे?

अ) फक्त अधिक कुटुंब नियोजन शिक्षण ब) आर्थिक संधींची वाढ

क) योग्य धोरणे आणि कार्यान्वयन ड) शहरीकरणाचे प्रोत्साहन

५. कुटुंब नियोजन शिक्षणामुळे कोणते परिणाम साधता येतात?

अ) उच्च जन्मदराची कायम राहणारी समस्या ब) संसाधनांचा कमी प्रभावी वापर

क) लोकसंख्येचा वेग नियंत्रित होण्यास मदत ड) आरोग्य सेवा कमी होणे

६. भारतातील वाढत्या लोकसंख्येमुळे खालीलपैकी कोणती पायाभूत सुविधा अधिक ताणली जाते?

अ) सार्वजनिक वाहतूक व्यवस्था ब) इंटरनेट सुविधा

क) वैज्ञानिक संशोधन केंद्र ड) सायंटिफिक लॅबोरेट्री

७. खालीलपैकी कोणत्या गोष्टीमुळे महिलांचे सशक्तीकरण कशामुळे होते?

अ) कमी शिक्षणाची उपलब्धता ब) कुटुंब नियोजनाच्या साधनांची कमी उपलब्धता

क) शिक्षण आणि आर्थिक स्वतंत्रता ड) उच्च मृत्यू दर

८. शाश्वत साधनसंपत्ती व्यवस्थापन कशास मदत करते?

अ) संसाधनांची कमी उपलब्धता

ब) संसाधनांचा दीर्घकालीन वापर सुनिश्चित करणे

क) शहरीकरणाच्या प्रक्रियेत अडथळा निर्माण करणे

ड) पायाभूत सुविधांवर अधिक ताण

उत्तरे :

१. ब) उच्च जन्मदरामुळे
२. ब) सुधारलेली आरोग्यसेवा
३. ड) आयुर्मानात वाढ
४. क) योग्य धोरणे आणि कार्यान्वयन
५. क) लोकसंख्येचा वेग नियंत्रित होण्यास मदत
६. अ) सार्वजनिक वाहतूक व्यवस्था
७. क) शिक्षण आणि आर्थिक स्वतंत्रता
८. ब) संसाधनांचा दीर्घकालीन वापर सुनिश्चित करणे

२.४ माल्थसचा लोकसंख्या वाढीचा सिद्धांत (Malthus Theory of Population) **:**

पूर्वीच्या काळी युरोपातील बहुतांश देश शेतीप्रधान होते. मात्र अन्नधान्याचे उत्पादन मर्यादित होते व त्यामध्ये वाढ व्हावी यासाठी काही विशेष प्रयत्न होताना दिसत नव्हते. लोक कमी शिक्षित व प्रचंड धार्मिक वृत्तीचे होते. गुन्हेगारीचे प्रमाण देखील प्रचड होते. या सर्व गोष्टींचा विचार करून इ. स. १७९८ मध्ये ब्रिटीश अर्थशात्रज्ञ 'थॉमस रॉबर्ट माल्थस' यांनी युरोपातील काही देशांच्या लोकसंख्येचा अभ्यास केला व त्याआधारे एक ग्रंथ लिहला. त्या ग्रंथाचे नाव होते, "An Essay on Principles of Population". या ग्रंथात माल्थस यांनी लोकसंख्या वाढीचे तत्वज्ञान स्पष्ट केले व त्या अनुषंघाने लोकसंख्या व अन्नधान्याचा पुरवठा यामध्ये कालांतराने असंतुलन निर्माण होते. व त्यामुळे सामाजिक व आर्थिक समस्यांचा सामना करावा लागतो, हे स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न केला. याच तत्वज्ञानाला पुढे 'माल्थस यांचा लोकसंख्या वाढीचा सिद्धांत' म्हणून ओळखले गेले.

२.४.१ माल्थस यांच्या सिद्धांताची कारणमीमांसा

माल्थस यांनी आपल्या सिद्धांतात दोन कारणांची मीमांसा केली आहे. त्याच्या मते,

अ) सर्व समस्यांचे प्रमुख कारण म्हणजे वाढती लोकसंख्या :

आपण वर उल्लेख केल्याप्रमाणे माल्थस यांनी आपला सिद्धांत मांडत असताना युरोपातील काही देशांचा अभ्यास केला होता. त्या अनुषंघाने हे जे कारण आहे ते इंग्लडच्या तत्कालीन परिस्थितीशी निगडीत आहे. त्याकाळी इंग्लंडमध्ये अन्नधान्य टंचाई, जुनाट श्रद्धा, धार्मिक रूढी परंपरा, बेकारी, रोगराई, समाजिक कलह, इ. समस्यांचे प्रमाण वाढत होते आणि या सर्व समस्यांचे प्रमुख कारण वाढती लोकसंख्या आहे असे माल्थस यांचे मत होते.

ब) दु:ख व दारिद्र्य यांच्या मुळाशी वाढती लोकसंख्या हा विचार :

साधारणपणे इ. स. १७९३ मध्ये गॉडवीन या विचारवंताने दु:ख व दारिद्र्य यांचे मूळ कारण राज्यसंस्था आहे असे मत मांडले होते. मात्र यावर टीका करत गोडवीनचे हे मत खोडून काढताना दु:ख व दारिद्र्य यांच्या मुळाशी वाढती लोकसंख्या असते हा विचार माल्थस यांनी लोकांसमोर मांडला.

२.४.२ सिद्धांताची गृहीत तत्वे :

माल्थस यांनी आपला लोकसंख्या सिद्धांत मांडत असताना दोन गृहीत तत्वांचा विचार केला.

अ) मानवाच्या अस्तित्वासाठी अन्नधान्याची गरज :

अन्नाशिवाय मानवाचे जीवन संभवत नाही. अन्नधान्यातूनच मानवाच्या शरीराच्या मुलभूत रसद्रव्यांची पूर्तता होत असते. आणि यामुळेच मानवाच्या अस्तित्वासाठी अन्नधान्याची गरज असते. हे माल्थस यांनी मांडलेले गृहीत तत्व कोणीही अमान्य करण्यासारखे नाही.

ब) दोन भिन्न लिंगी व्यक्तीमधील कायमस्वरूपी लैंगिक आकर्षणामुळे लोकसंख्या सतत वाढत असते :

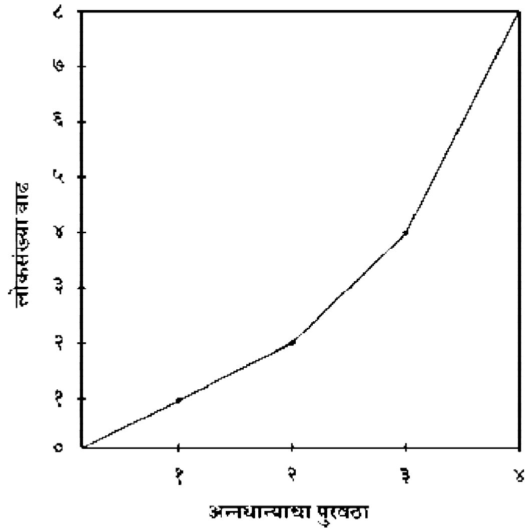
दोन भिन्न लिंगी व्यक्तीमधील असणाऱ्या लैंगिक आकर्षणामुळे सामाजिक आणि जैविकदृष्ट्या प्रजनन क्रिया साधली जाते. आणि यामुळेच लोकसंख्येमध्ये सततची वाढ होत जाते. हीच गोष्ट माल्थस यांनी आपल्या सिद्धांताचे गृहीत तत्व म्हणून मांडली.

२.४.३ माल्थस यांच्या सिद्धांताचे स्वरूप :

माल्थस यांनी आपला लोकसंख्या वाढीचा सिद्धांत एकूण पाच मुद्द्यांमध्ये स्पष्ट केला आहे. यापैकी पहिल्या तीन मुद्द्यांमध्ये लोकसंख्येमध्ये कशाप्रकारे वाढ होत जाते? अन्नधान्याचे उत्पादन व पुरवठा यामध्ये कशाप्रकारे घट होत जाते व याचे परिणाम काय होतात या गोष्टींची चर्चा केली आहे. तर वाढत्या लोकसंख्येच्या नियंत्रणाकरिता नैसर्गिक व प्रतिबंधात्मक उपयांची मांडणी केली आहे.

अ) लोकसंख्या वाढ :

माल्थस यांच्या मतानुसार लोकसंख्येची वाढ ही भूमितीय श्रेणीने होते. म्हणजेच काही ठराविक कालखंडानंतर ती पूर्वीपेक्षा दुप्पट होते यासाठी माल्थस यांनी २५ वर्षाचा कालावधी निश्चित केला. म्हणजेच त्यांच्या मते, दर २५ वर्षांनी लोकसंख्या आहे त्यापेक्षा दुप्पट होत जाते. उदा. १, २, ४, ८, १६, ३२, ६४, ...



ब) अन्नधान्याची वाढ :

माल्थस यांनी अन्नधान्याची वाढ व पुरवठा स्पष्ट करीत असताना ती अंकगणितीय पद्धतीने होते असे मत मांडले. म्हणजेच ती १, २, ३, ४, ५, ६, ७,........ अशा प्रकारे सलग वाढत जाते.

क) परिणाम :

लोकसंख्येमध्ये भूमितीय पद्धतीने वाढ होत असल्याने ती झपाट्याने वाढत जाते. याउलट अन्नधान्याचे उत्पादन व पुरवठा हा अंकगणितीय पद्धतीने वाढत असल्याने वाढत्या लोकसंख्येचा तुलनेत ते फार अपुरे पडते. परिणामी समाजात उपासमारी, बेकारी, सामाजिक तंटे, इ. सारख्या समस्या देखील मोठ्या प्रमाणात वाढत जातात. याबरोबरच समाजातील गरीब-श्रीमंत ही दरी आणखी वाढत जाते व यामुळे भांडवलशाही व्यवस्था निर्माण होते. हे माल्थस यांनी सपष्ट केले.

ड) नैसर्गिक नियंत्रण :

लोकसंख्या जरी झपाट्याने वाढत असली तरी माल्थस यांच्या मते, लोकसंख्या वाढीला नैसर्गिक अडथळे असतात आणि यामुळेच ती नियंत्रणात राहते. निसर्ग स्वतःहून वाढत्या लोकसंख्येला आळा घालण्याचा प्रयंत्न करतो. नैसर्गिक अडथळे म्हणून माल्थस यांनी रोगराई व इतर साथीचे रोग, दारिद्र्य व कुपोषण, तसेच पूर, दुष्काळ व इतर नैसर्गिक आपत्ती यांचा उल्लेख केला आहे. थोडक्यात या सर्व गोष्टींमुळे मृत्युदर वाढतो व

लोकसंख्या नियंत्रणात आणली जाते. माल्थस यांच्या मतानुसार, लोकसंख्या एका ठराविक मर्यादेपर्यंतच वाढते त्यानंतर निसर्ग लोकसंख्या वाढीवर नियंत्रण आणतो. मात्र हे नियंत्रण खूप गंभीर स्वरूपाचे असते व त्यापूर्वीच मानवाने लोकसंख्या वाढ नियंत्रणात आणली पाहिजे.

इ) प्रतिबंधात्मक उपाय :

नैसर्गिक नियंत्रणाच्या पूर्वीच वाढत्या लोकसंख्येचा धोका ओळखून मानवाने स्वतःहून प्रतिबंधात्मक उपायांचा अवलंब करून लोकसंख्या नियंत्रणात आणणे आवश्यक बनते असे माल्थस यांचे मत होते. यासाठी त्यांनी उशिरा विवाह, जन्मदरावर नियंत्रण आणणे, ब्रह्मचर्याचे पालन करणे, विवाहानंतर संयम पाळणे, गर्भनिरोधक उपायांचा वापर करणे यासारखे प्रतिबंधात्मक उपाय सुचवले.

२.४.४ माल्थस यांच्या सिद्धांताचे टीकात्मक परीक्षण :

नंतरच्या काळात माल्थस यांच्या सिद्धांताचे अनेक तज्ञांनी खंडन केले, त्यातील बऱ्याच मुद्द्यांवर आपत्ती दर्शवली. साधारणपणे सिद्धांताचे टीकात्मक परीक्षण करीत असताना काही ठळक मुद्दे समोर येतात. या मुद्द्यांचा थोडक्यात आढावा आपण या भागात घेणार आहोत.

अ) कालावधीची विसंगती :

लोकसंख्येची भूमितीय श्रेणीने होणारी वाढ व अंकगणितीय पद्धतीने वाढणारे अन्नधान्याचे उत्पादन यांच्या वाढीचा जो दर व कालावधी माल्थस यांनी सांगितला त्यावर अनेक तज्ञांनी टीका केली. त्यांच्या मते, माल्थस यांनी सांगितलेला हा कालावधी सद्य परिस्थितीशी अजिबात सुसंगत नाही.

ब) तांत्रिक विकास :

माल्थस यांच्या काळात पारंपारिक पद्धतीने केल्या जाणाऱ्या शेतीची उत्पादकता फारच कमी होती. मात्र नंतरच्या काळात तंत्रज्ञानाच्या प्रगतीमुळे अन्नधान्याच्या उत्पादनात कमालीची वाढ झाली. तसेच हरितक्रांतीमुळे देखील अन्नधान्याच्या उत्पादन मोठ्या प्रमाणात वाढले आहे.

क) आर्थिक विकास व सामाजिक बदल :

एखाद्या प्रदेशातील आर्थिक विकास व त्या ठिकाणच्या सामाजिक बदलामुळे लोकसंख्या वाढीचा दर नियंत्रणात आणला जातो. नंतरच्या काळात अशी अनेक उदाहरणे देता येतील. काही विकसित देशांमध्ये तर जन्मदारामध्ये कमालीची घट होऊन लोकसंख्या वाढ आटोक्यात आली आहे. तसेच यामुळे तेथील लोकांच्या रहाणीमानाचा दर्जा देखील सुधारला आहे.

ड) विविधता :

माल्थस यांचा हा सिद्धांत जगाच्या संदर्भात लागू होत नाही. प्रत्येक देशाची आर्थिक व सामाजिक स्थिती, तसेच तेथील साधनसंपत्तीची उपलब्धता ही वेगवेगळी असते. या सर्व बाबींचा परिणाम त्या देशाच्या प्रत्यक्ष लोकसंख्या वाढीवर होत असतो. त्यामुळे प्रत्येक देशातील लोकसंख्या वाढ देखील भिन्न असते.

इ) शाश्वत विकासाचे तत्व :

शाश्वत विकासाच्या तत्वानुसार साधनसंपत्तीचा योग्य वापर व व्यवस्थापन करून वर्तमान पिढीच्या गरजा पूर्ण करता येतात. तसेच भविष्यकालीन पिढीसाठी साधनसंपत्ती टिकवून ठेवता येते. यामुळे माल्थस यांच्या सिद्धांतातील अन्नधान्याच्या टंचाईचा मुद्दा मागे पडतो.

वरील गोष्टींचा विचार करता असे लक्षात येते की, आधुनिक काळात तांत्रिक प्रगती, आर्थिक व सामाजिक बदल यामुळे माल्थस यांच्या सिद्धांताची अंमलबजावणी कमी झाली असली तरी या सिद्धांतानेच लोकसंख्या व अन्नधान्याचा पुरवठा यांच्यातील असंतुलनाची कल्पना सर्वात प्रथम प्रस्तुत केली. तसेच यामुळे उद्भवणाऱ्या आर्थिक व सामाजिक समस्यांची चर्चा केली. यामुळे माल्थस यांच्या लोकसंख्या वाढीच्या सिद्धांताचा अभ्यास लोकसंख्याशास्त्रात आजही महत्वाचा आहे.

२.४.५ सारांश :

माल्थस यांच्या सिद्धांताने प्रारंभिक काळात अनेक विचारवंत आणि अर्थशास्त्रज्ञांचे लक्ष वेधले. त्याच्या सिद्धांताने अनेक समाजशास्त्रज्ञांनी तात्त्विक विचारांच्या विविध गोष्टींचा अभ्यास केला. तथापि, यातील काही तत्त्वे बदललेल्या समाजिक आणि तांत्रिक परिस्थितींमध्ये प्रमाणित झाली नाहीत. अन्न उत्पादनामध्ये तांत्रिक प्रगती आणि विज्ञानामुळे माल्थसच्या भविष्यवाण्या काही प्रमाणात प्रतिकूल ठरल्या आहेत. मात्र या सिद्धांताने लोकसंख्या व अन्नधान्याच्या उत्पादनाच्या संबंधातील भयानक ताण व अपूर्णतांचे विश्लेषण केले. आधुनिक लोकसंख्याशास्त्राच्या अध्ययनास एक नवा दृष्टिकोन दिला. तसेच समाजशास्त्रज्ञांना लोकसंख्या नियंत्रणाच्या समस्येवर विचार करण्यास प्रवृत्त केले. यामुळे या सिद्धांताने आधुनिक युगातही विचारांची गती आणि समाजातील समस्या समजून घेण्याची दृष्टी साकारली आहे असे म्हणणे चुकीचे ठरणार नाही.

तुमची प्रगती तपासा

१. माल्थसने लोकसंख्या वाढीचा सिद्धांत कोणत्या वर्षी मांडला?

अ) १७९० ब) १७९८

क) १८०१ ड) १८१५

२. माल्थस यांच्या सिद्धांतानुसार लोकसंख्या किती कालावधीत दुप्पट होते?

अ) १० वर्षे ब) १५ वर्षे

क) २५ वर्षे ड) ५० वर्षे

३. माल्थस यांच्या सिद्धांतानुसार अन्नधान्याची वाढ कशा पद्धतीने होते?

अ) अंकगणितीय पद्धतीने ब) भूमितीय पद्धतीने

क) स्थिर पद्धतीने ड) प्रगत पद्धतीने

४. माल्थसच्या सिद्धांतानुसार लोकसंख्या वाढीला कोणते नैसर्गिक अडथळे असतात?

अ) प्रदूषण ब) जंगली प्राणी

क) रोगराई आणि दुष्काळ ड) तंत्रज्ञानाची प्रगती

५. माल्थसने लोकसंख्या वाढीला नियंत्रित करण्यासाठी कोणते प्रतिबंधात्मक उपाय सुचवले?

अ) नवा तंत्रज्ञान वापरणे ब) गर्भनिरोधक उपायांचा वापर करणे

क) शहरीकरण ड) साक्षरतेची वाढ

६. माल्थसच्या सिद्धांताच्या अनुसार लोकसंख्येच्या झपाट्याने वाढण्याचे मुख्य कारण कोणते आहे?

अ) अन्नधान्याची उत्पादन कमी होणे ब) तंत्रज्ञानाचा विकास

क) अन्नधान्याच्या उत्पादनात वाढ ड) अधिक आर्थिक विकास

७. माल्थसच्या सिद्धांताची प्रमुख टीका कोणत्या मुद्द्यावर आधारित आहे?

अ) अन्नधान्याची उत्पादन पद्धती ब) लोकसंख्या वाढीच्या मापनाची पद्धत

क) तांत्रिक आणि वैज्ञानिक प्रगती ड) नैसर्गिक संसाधनांचे व्यवस्थापन

८. माल्थसच्या सिद्धांतानुसार लोकसंख्येची वाढ कशा पद्धतीने होईल?

अ) स्थिर पद्धतीने ब) अंशतः वाढ

क) भूमितीय पद्धतीने ड) अंकगणितीय पद्धतीने

उत्तरे :

१. ब) १७९८ २.क) २५ वर्षे

३. अ) अंकगणितीय पद्धतीने ४. क) रोगराई आणि दुष्काळ

५. ब) गर्भनिरोधक उपायांचा वापर करणे ६. अ) अन्नधान्याची उत्पादन कमी होणे

७. क) तांत्रिक आणि वैज्ञानिक प्रगती ८. क) भूमितीय पद्धतीने

संदर्भ ग्रंथ :

१. नवरे, डॉ. शं. ना. (२०१०). लोकसंख्याशास्त्र. भारत प्रकाशन, मुंबई.

२. सावरकर, डॉ. रमेश (२०१२). भौगोलिक लोकसंख्या व विकास. ज्ञानप्रकाशन, पुणे.

३. राव, डॉ. सुधाकर (२०१५). लोकसंख्याशास्त्र आणि पर्यावरण. विचार प्रकाशन, नाशिक.

४. वाघ, डॉ. संतोष (२०१८). लोकसंख्याशास्त्र: सिद्धांत व प्रथा. सृजन प्रकाशन, औरंगाबाद.

५. देशमुख, डॉ. माधव (२०११). लोकसंख्याशास्त्र: मूलभूत तत्त्वे. भारतीय प्रकाशन, मुंबई.

६. पाटील, डॉ. वसंत (२०१३). भारतातील लोकसंख्या व समाजशास्त्र. नवा दृष्टिकोन प्रकाशन, पुणे.

७. जोशी, डॉ. पल्लवी (२०१६). लोकसंख्याशास्त्र: विकास व तांत्रिक प्रगती. आदर्श प्रकाशन, नागपूर.

८. शर्मा, डॉ. राम (२०१८). माल्थसचा लोकसंख्या सिद्धांत आणि आधुनिक विचार. समाजविज्ञान प्रकाशन, मुंबई.

९. यादव, डॉ. शं.र. (२०२०). लोकसंख्या व संसाधन व्यवस्थापन. विज्ञान वि. प्रकाशन, पुणे.

१०. कुलकर्णी, डॉ. सिमा (२०२२). भारतीय समाजात लोकसंख्या आणि विकास. शैक्षणिक प्रकाशन, नाशिक.

Websites :

https://population.un.org/wpp/

United Nations Department of Economic and Social -ffairs, Population Division (2024): World Population Prospects

https://censusindia.gov.in/census.website/CENSUSšques

❑❑❑

प्रकरण– ३

वाहतूक आणि मानवी विकास निर्देशांक

(Transportation and Human Development Index HDI)

३.१ वाहतुकीचे प्रकार (Modes of Transportation)

३.२ सुलभता आणि सुगमता– गुगल नकाशा (Accessibility and Connectivity - Google Map)

३.३ वेबरचा उद्योगधंद्यांच्या स्थान निश्चितीकरणाचा सिद्धांत (Weber Theory of Industrial Location)

३.४ मानवी विकास निर्देशांकाचे घटक आणि महत्त्व (Components of HDI and Importance of HDI)

....

३.१ वाहतूक (Transportation):

जगातील प्रत्येक देशाच्या आर्थिकच नव्हे तर सर्वांगीण विकासामध्ये वाहतुक क्षेत्राचे महत्त्व हे अनन्यसाधारण आहे. भूमी, जल आणि अवकाश या मार्गांनी होणारी वाहतूक ही देशाच्या शेती, उद्योग, सेवा या क्षेत्रांची जीवन वाहिनीच असते. कच्चा माल उत्पादन क्षेत्रापासून कारखान्यापर्यंत व कारखान्यातील पक्का माल बाजारपेठेपर्यंत व तेथून ग्राहकांपर्यत व कारखान्यातील पक्का माल बाजापेठेपर्यंत व तेथुन ग्राहकांपर्यंत पोहचविण्यामध्ये वाहतुकीची महत्वाची भूमिका असते. जगामध्ये रस्ते, लोहमार्ग, जलमार्ग व हवाईमार्गाचे चांगले जाळे विकसित झालेले असुन त्याद्वारे सर्व क्षेत्रात विविध वस्तु व प्रवाशी यांची वाहतुक केली जाते.

वाहतुकीचा अर्थ (Meaning of Transportation):

वाहतूक (Transportation) या शब्दाची उत्पत्ती Transportare या लॅटीन शब्दापासून झालेली आहे. 'Trans' म्हणजे 'across' (ओलांडून किंवा पलीकडे) आणि 'Portare' म्हणजे 'Carry' (वाहून नेणे) म्हणजे वाहतूक होय. वाहतूक या शब्दाचा अर्थ 'एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेणे.' वाहतूकीच्या या क्रियेमध्ये वस्तु, सेवा तसेच मानवी श्रम एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी घेऊन जाणे. डॉ. मार्शल यांनी १९१९ साली लिहिलेल्या Industry and Trade या आपल्या ग्रंथात एकूणच मानवी संस्कृतीच्या विकासामध्ये असलेले योगदान अधोरेखित केलेले आहे. ते म्हणतात, आजवरच्या मानवी संस्कृतीतील वाहतुक एक महत्त्वपूर्ण कृती ठरली आहे जी वस्तु, सेवा आणि मानवी श्रमाची ने-आण करणे एवढे काम करते.

वाहतुकीच्या व्याख्या (Definition of Transportation):

१. मानव, प्राणी आणि विविध प्रकारची वाहने वापरून व्यक्ती आणि माल एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेण्याची सेवा किंवा सुविधा म्हणजे वाहतूक होय.

२. वस्तू किंवा प्रवासी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेणे यास वाहतूक असे म्हणतात.

वाहतुकीचे महत्त्व :

वाहतुकीचे महत्त्व पुढीलप्रमाणे आहे.

१) माणसे आणि कच्च्या व पक्क्या मालाची ने-आण करण्यासाठी वाहतुकीचा उपयोग होतो.

२) हे विनिमयाचे माध्यम आहे.

३) वाहतुकीमुळे व्यापारात प्रगती होते.

४) लोकांचा एकमेकांशी संबंध येऊन आचारविचारांची देवाणघेवाण होते.

५) आंतरराष्ट्रीय एकात्मता वाढीस लागण्यास मदत होते.

६) वाहतुकीमुळे शेती, खाणकाम व उद्योगधंद्यांचा विकास होतो.

७) नैसर्गिक आपत्तीच्या वेळी आपद्ग्रस्त लोकांना त्वरित साहाय्य पोहोचविण्यास वाहतुकीच्या साधनांचा उपयोग होतो.

८) संरक्षणाच्या दृष्टीने वाहतुकीच्या साधनांना अनन्यसाधारण महत्त्व आहे.

९) आंतरराष्ट्रीय पर्यटनाच्या विकासास वाहतुकीच्या साधनांची मदत होते.

वाहतुकीचे प्रकार (Modes of Transportation):

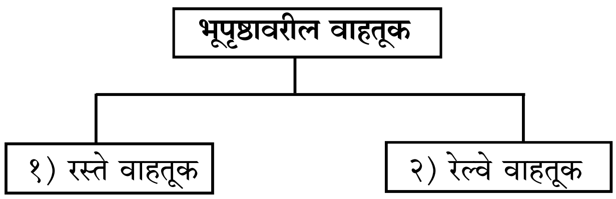
भौगोलिक निकषांवर आधारीत वाहतुकीचे प्रमुख तीन प्रकार पडतात, ते पुढीलप्रमाणे सांगितलेले आहेत.

अ) स्थलमार्ग / भू-पृष्ठावरील वाहतुक (Land Transportation)

ब) जल वाहतुक (Water Transportation)

क) हवाई वाहतुक (Air Transportation)

अ) भू-पृष्ठावरील वाहतुक (Land Transportation): भू-पृष्ठावरील वाहतूक म्हणजेच जमीनीवरील वाहतुक होय. भू-पृष्ठावरील वाहतुकीचे प्रमुख दोन प्रकार पडतात.



१) रस्ते वाहतुक (Road Transportation):

रस्ते वाहतुक हा वाहतुकीचा सर्वात प्राचीन प्रकार आहे. रस्ते वाहतुकीचा इतिहास हा आपल्या मानवी संस्कृती एवढाच पुरातन व सर्वात जुना आहे. जेंव्हा वाहतुकीची कोणतीच साधने अस्तित्वात नव्हती, तेव्हा मानव आपल्या पायांनी चालत डोके, पाठ, खांदे व हातांवर वस्तूंची वाहतुक करीत होता. रस्ता हा मानवी संस्कृतीच्या प्रगतीचा अविभाज्य भाग बनला आहे. अलिकडील काळात विज्ञान-तंत्रज्ञानात जी प्रगती घडून आली आहे, त्यामुळे रस्त्यांचे प्रकार, स्वरूप, वाहने यांमध्ये अमुलाग्र बदल घडून येत आहेत. देशाच्या आर्थिक प्रगतीचा पाया रस्ते वाहतुकीतून घातला जात आहे.

रस्ते वाहतुकीचे प्रकार–

विभाग व प्रदेशांच्या आधारावर रस्त्यांचे मुख्यत्वेकरून ग्रामीण रस्ते व शहरी रस्ते असे दोन प्रकार पडतात. मात्र १९४३ च्या नागपूर योजनेनुसार रस्त्यांचे प्रदेशांनुसार पुढील प्रकार पाडले जातात.

i) **राष्ट्रीय महामार्ग** (National Highways)

राज्या-राज्यांना जोडणारी बंदरे, विदेशी महामार्ग, रेल्वे स्थानके, विमानतळे, विविध राज्यांच्या राजधान्या, महानगरे, औद्योगिक व व्यापारी केंद्रे यांना एकमेकांशी जोडणारे रस्ते म्हणजे राष्ट्रीय महामार्ग होय. देशाला संरक्षणाच्या दृष्टीने सीमाभागापर्यंत हे महामार्ग तयार केले जातात. भारतीय राष्ट्रीय महामार्गांचे व्यवस्थापन हे केंद्र शासनाच्या आखत्यारित असते.

ii) **राज्य महामार्ग** (State Highway)

राज्यातील व्यापार, वाणिज्य व उद्योगांची महत्त्वाची केंद्रे, राष्ट्रीय महामार्ग, शेजारील राज्यांचे राज्य महामार्ग यांना जोडण्याचे काम राज्य महामार्ग करतात. राज्य महामार्गांची बांधणी व व्यवस्थापन ही त्या घटक राज्यांची जबाबदारी असते.

iii) **जिल्हा रस्ते** (District Roads)

जिल्ह्यातील उत्पादन, व्यवसाय व व्यापाराची केंद्रे, रेल्वे, एस.टी. स्टँड, विमानतळे यांना जोडणारे हे मार्ग असतात. शेजारील जिल्ह्यांना, राष्ट्रीय व राज्य महामार्ग यांना देखील हे रस्ते जोडलेले असतात.

iv) **ग्रामीण रस्ते** (Village Roads)

खेड्यांचे विविध समूह जिल्ह्यांशी जोडणारे व खेड्यांना परस्परांशी जोडणारे रस्ते म्हणजे 'ग्रामीण रस्ते' होय.

रस्त्यांच्या विकासावर परिणाम करणारे घटक:

जगात रस्त्यांचा सर्वत्र सारख्या प्रमाणात विकास झालेला नाही. कारण रस्त्यांच्या विकासावर भौगोलिक व आर्थिक घटकांचा परिणाम होतो.

i) **भौगोलिक घटक-**

१. भूरचना : भूरचनेचा रस्त्यांच्या विकासावर मोठा प्रभाव पडतो. मैदानी भागात रस्ते बांधणे कमी खर्चाचे व कमी त्रासाचे असते, म्हणून मैदानी भागात रस्त्यांची अधिक प्रगती होते. उदा. गंगेचे मैदान. पर्वतीय क्षेत्रात रस्ते बांधणे त्रासाचे व खर्चाचे असते, म्हणून पर्वतीय भागात रस्ते कमी असतात. उदा. हिमाचल प्रदेश.

२. नद्या, खाड्या, दलदल, पाणी साठणारे पूरग्रस्त भाग: रुंद पात्र असलेल्या नद्या, खाड्या, दलदलीचे भाग तसेच पाणी साठणारे सखल भाग रस्त्यांच्या दृष्टीने उपयुक्त नसतात. म्हणून अशा भागात रस्त्यांचा विकास होत नाही. उदा. बांग्लादेश.

३. वाळवंटी व बर्फाळ प्रदेश: वाळवंटी व बर्फाळ प्रदेशात रस्त्यांचा विकास होत नाही; कारण हे भाग आर्थिकदृष्ट्या अतिशय मागासलेले असतात. शिवाय या भागातून रस्ते तयार करणे. उदा. भारतातील थरचे वाळवंट

४. हवामान : हवामानाचाही रस्त्यांच्या विकासावर मोठा प्रभाव पडतो. अनुकूल हवामानाच्या प्रदेशात रस्त्यांची प्रगती होते. परंतु प्रतिकूल हवामानाचे प्रदेश (अति उष्ण, अति थंड, अतिपर्जन्य, बर्फवृष्टी व वादळी प्रदेश) रस्त्याच्या दृष्टीने अनुकूल नसतात. म्हणून अशा भागात रस्त्यांचा विकास होत नाही.

५. जमीन : सुपीक जमिनीच्या प्रदेशात शेतीचा विकास होतो. म्हणून या भागात रस्त्यांची प्रगती होते. उदा. पंजाबमधील दोआब प्रदेश (रावी, बियास, सतलज, चिनाब, झेलम नद्यांचा प्रदेश). याउलट नापीक जमिनीच्या प्रदेशात रस्त्यांचा विकास होत नाही.

६. जंगले : घनदाट जंगले असलेल्या प्रदेशात रस्त्यांची प्रगती होत नाही. उदा. ईशान्येकडील राज्यातील जंगलव्याप्त प्रदेश.

ii) **आर्थिक घटक–**

१. खनिज संपत्ती: जेथे विविध खनिजे सापडतात व त्यांचे उत्खनन होते, तेथे रस्त्यांचा विकास होतो. उदा. प. बंगाल व बिहारमधील खनिजांची क्षेत्रे.

२. उद्योगधंदे : रस्त्यांच्या विकासावर परिणाम करणारा हा एक महत्त्वाचा आर्थिक घटक आहे. जेथे उद्योगधंद्यांचा विकास होतो. तेथे रस्त्यांची प्रगती होते. उदा. प. बंगाल व गुजरातमधील औद्योगिक क्षेत्रे.

रस्त्यांचे फायदे / गुण:

१) रस्त्याने जलद वाहतूक होते.

२) रस्त्याने मालाची वाहतूक सुरळीतपणे होते.

३) रस्त्याने मालाची वाहतूक थेट इच्छित स्थळापर्यंत करता येते.

४) रस्त्याने खतांचे वितरण करता येते. त्यामुळे रस्त्यांच्या बाजूस शेतीचा विकास करता येतो.

५) रस्त्याने ग्रामीण भागातील उत्पादने बाजारपेठेपर्यंत पोहोचविता येतात.

६) पक्क्या रस्त्यांमुळे खाणकाम व उद्योगधंद्यांचा विकास करता येतो.

७) रस्त्यांमुळे देशांतर्गत व्यापाराची प्रगती होते.

८) पक्या रस्त्यांमुळे कोणत्याही पर्यटन स्थळापर्यंत थेट जाता येते. त्यामुळे पर्यटनाची प्रगती होते.

९) नैसर्गिक आपत्तीच्या वेळी (पूर, भूकंप, वादळे, आदी) लोकांना त्वरित मदत पोहोचविता येते.

रस्त्यांचे तोटे / दोष:

१) रेल्वेप्रमाणे रस्त्याने मालाची मोठ्या प्रमाणात वाहतूक करता येत नाही.

२) रेल्वेप्रमाणे रस्त्याने अवजड मालाची (उदा. मोठी यंत्रसामग्री) वाहतूक करता येत नाही.

३) पावसाळ्यात ग्रामीण भागातील रस्ते निकामी झाल्याने ते वाहतुकीसाठी उपयोगी पडत नाहीत.

२) लोहमार्ग / रेल्वे वाहतुक (Railway Transportation):

वाहतुकीच्या सर्व साधनांमध्ये रेल्वेचे स्थान महत्त्वाचे ठरते. औद्योगिकीकरणानंतर युरोपमध्ये सर्वप्रथम रेल्वेची सुरूवात झाली. आज जगभरातील सर्वच देशांतील वाहतुकीमध्ये 'रेल्वे वाहतुक' महत्त्वाची ठरत आहे. कारण कच्चा माल, धान्य, भाजीपाला, खनिज तेल व इतर खनिजे, कारखान्यातील पक्का माल, प्रवासी, अवजड वस्तु इ. अनेक गोष्टींच्या मोठ्या प्रमाणावरील व दूर अंतरावरील वाहतुकीसाठीचे ते एक महत्त्वाचे साधन ठरले

आहे. रेल्वेच्या प्रचंड गतीमुळे व उच्च वाहन क्षमतेने दिवसेंदिवस वाढणाऱ्या वाहतुकीच्या गरजांवर मात करणे शक्य झाले आहे. भारत, चीन, रशिया, कॅनडा, अमेरिका यांसारख्या सपाट व विस्तीर्ण भू-प्रदेशांच्या अफाट लोकसंख्येच्या अवजड वाहतुक लागणाऱ्या देशांची वाहतुकीची गरज मोठ्या प्रमाणात रेल्वेच पूर्ण करू शकते. रेल्वे वाहतुकीसाठी मोठ्या प्रमाणावर भांडवल गुंतवणूक करावी लागते. मात्र ही सुरूवातीची गुंतवणूक असल्याने प्रवासी व मालवाहतूकीचे प्रमाण वाढल्यानंतर ती गुंतवणूक हळूहळू वसुल होते. विरळ लोकसंख्या, औद्योगिक विकास, विस्तीर्ण भू- प्रदेश असणाऱ्या देशांना रेल्वे वाहतूक फायदेशीर ठरते. आता तर विद्युत व डिझेलवर चालणाऱ्या रेल्वे वाहतुकीने कमी खर्च, आकर्षक सोयी-सुविधा, जलद वेग इ. फायदे मिळत आहेत.

रेल्वे मार्गाचे प्रकार-

रेल्वेचे तिच्या मार्गाच्या स्वरूपावरून तीन प्रकार पडतात, ते पुढीलप्रमाणे आहेत.

१) अरुंद रेल्वे (Narrow Guage Railway)

२) मीटर गेज रेल्वे (Meter Guage Railway)

३) रुंद रेल्वे (Broad Guage Railway)

वरील तीन प्रकारांपैकी रुंद रेल्वे ही अरुंद व मीटर गेज रेल्वेपेक्षा अधिक खर्चिक असते. मात्र तिची गती प्रचंड असते. रेल्वे वाहतुक ग्रामीण भागासाठी उपयुक्त नसते. ती घरोघरी सेवा देऊ शकत नाही. डोंगराळ व दुर्गम भाग, शहरी भाग याठिकाणी ती सोयीची नसते. रेल्वेसाठी लागणारी मोठी गुंतवणूक, तिच्या उभारणीसाठी पर्यावरण व मानवी वस्तीचा ऱ्हास, शहरांमधील केंद्रीकरण इ. समस्या रेल्वेमुळे निर्माण होत आहेत.

रेल्वेमार्गाच्या विकासावर प्रभाव टाकणारे घटक:

रेल्वेमार्गाच्या विकासावर भौगोलिक व आर्थिक घटकांचा घटकांचा प्रभाव पडतो.

I) **भौगोलिक घटक-**

१) भूरचना : भूरचना हा लोहमार्गाच्या विकासावर प्रभाव टाकणारा एक अतिशय महत्त्वाचा घटक आहे. रस्त्यांप्रमाणे प्रतिकूल भूरचनेच्या प्रदेशात लोहमार्गाची प्रगती होत नाही; कारण पर्वतीय भागात लोहमार्ग काढणे हे अतिखर्चाचे व कष्टाचे काम असते. उदा. काश्मीर, हिमाचल प्रदेश. मैदानी भागातून लोहमार्ग सुलभतेने काढता येतात व त्याला खर्चही कमी येतो; म्हणून मैदानी भागात लोहमार्ग जास्त असतात. उदा. उत्तर प्रदेश, बिहार व पश्चिम बंगाल.

२) हवामान : लोहमार्गाच्या विकासावर हवामानाचा मोठा परिणाम होतो. प्रतिकूल हवामानाचे प्रदेश लोहमार्गाच्या दृष्टीने योग्य नसतात. उदा. अतिउष्ण व थंड हवामानाचे तसेच विषुववृत्तीय हवामानाचे प्रदेश. अनुकूल प्रदेशात मात्र लोहमार्गाचा जास्त विकास होतो. उदा. पश्चिम युरोपीय हवामानाचे प्रदेश

ii) **आर्थिक घटक-**

१) खनिजांचे उत्खनन : जेथे विविध प्रकारची खनिजे विपुल प्रमाणात सापडतात व खनिजांचे उत्खनन होते, तेथे लोहमार्गांचा विकास होतो. उदा. पश्चिम बंगाल व बिहार इत्यादी राज्यांतील खनिज क्षेत्रे.

२) औद्योगिक विकास: जेथे उद्योगांचा विकास होतो, तेथे लोहमार्गांची प्रगती होते; म्हणून औद्योगिकदृष्ट्या विकसित भागात लोहमार्ग जास्त असतात. उदा. पश्चिम बंगाल, बिहार, उत्तर प्रदेश व गुजरातमधील औद्योगिक क्षेत्रे. औद्योगिकदृष्ट्या मागासलेल्या भागात लोहमार्ग कमी असतात.

लोहमार्गाचे फायदे / महत्त्व / गुण:

१) जलमार्गापेक्षा रेल्वेमार्गाने होणारी वाहतूक अधिक जलद गतीने होते.

२) पक्क्या रस्त्यांवरील वाहतुकीपेक्षा ही वाहतूक अधिक जलद गतीने होते.

३) लोहमार्गामुळे खाणकाम व उद्योगधंद्यांच्या विकासाला चालना मिळते.

लोहमार्गाचे तोटे / दोष–

१) सर्वच भागांत रेल्वेमार्गाचा विकास करता येत नाही.

२) रेल्वेमार्ग बांधणीला खूप खर्च येतो.

३) देशात एकाच प्रकारचे गेज नसल्यास वाहतुकीस बराच त्रास होतो.

४) रेल्वेमार्गाने मालाची थेट (घरापर्यंत) वाहतूक करता येत नाही.

ब) जलवाहतूक (Water Transportation):

जलवाहतूक हे वाहतुकीचे प्राचीन काळातील प्रसिद्ध साधन आहे. अगदी प्राचीन काळातही नौकानयनासाठी जलमार्गाचा वापर होत होता. एका अर्थाने हे जलमार्ग म्हणजे मानवी संस्कृतीची उगमस्थानेच आहेत. कारण मोठ-मोठ्या प्राचीन संस्कृती या जलमार्गाच्या भोवताली वाढत गेल्या. नद्या, सरोवरे यांचा अंतर्गत जलवाहतूकीसाठी वापर केला जातो. तर समुद्रातील वाहतुकीचा वापर हा किनाऱ्यावरील आणि आंतरराष्ट्रीय वाहतुकीसाठी केला जातो. आजवर जगातील व्यापार व उद्योगांचा विकास जलवाहतूकीद्वारेच घडून आलेला आहे. पिण्यासाठी, शेती व उद्योगासाठी पाण्याची उपलब्धता व्हावी, याकरिता प्राचीन संस्कृती या नद्या, सरोवरे व समुद्रकिनारी बसविण्यात आल्या होत्या. पाण्यावर लाकूड तरंगू शकते याचा आदिम काळातील मानवाला शोध लागला. मानव व वस्तू यांच्या वाहतुकीकरता त्याने जलवाहतूक विकसित केली. प्रारंभीच्या काळात तराफे व पडाव यांचा जलवाहतुकीसाठी वापर केला गेला. पुढे वैज्ञानिक शोधांमुळे प्रचंड आकाराची जहाजे समुद्र प्रवास करू लागली आहेत. निसर्गनिर्मित समुद्र मार्गाप्रमाणेच दोन समुद्रांना वा सरोवरांना जोडणाऱ्या कृत्रिम कालव्यांमधून देखील जलवाहतूक होते. उदा. सुएझ, पनामा, स्टेलीन कालवे इत्यादी. जलमार्गांची बांधणी, स्वरूप, साधने, त्यासाठीची इंधन शक्ती यामध्ये अलिकडील काळात बरेच बदल घडून आलेले आहेत. मानवी प्रयत्नांतून हे नैसर्गिक जलमार्ग विविध सोयी-सुविधांनी अद्ययावत केलेले आहेत. अनेक नद्यांमधील जलपर्णी, गवत, गाळ काढून त्यांची रुंदी व खोली वाढवून त्यांमधील धोक्याची ठिकाणे शोधून त्यामध्ये उत्तम जलमार्ग तयार केलेले आहेत. तसेच सागरी वाहतूकीबाबत सुरक्षा यंत्रणांचे जाळे, समुद्रांचे अद्ययावत नकाशे, जलमार्गांचा आराखडा, धोक्याच्या ठिकाणांची माहिती, जुन्या व नव्या बंदरांचा विकास इ. गोष्टी केल्या जात आहेत. जलवाहतूकीच्या स्वरूपानुसार तिचे पुढील दोन प्रकार पडतात.

जलवाहतूक

१) अंतर्गत जलवाहतूक | **२) सागरी जलवाहतूक**

१) अंतर्गत जलवाहतूक (Inland Transportation)-

अंतर्गत जलवाहतूक ही नद्या, कालवे व सरोवरे यांतून केली जाते. नद्या व सरोवरे हे जलवाहतूकीचे स्त्रोत नैसर्गिक असल्याने त्यांच्या निर्मितीला काहीच खर्च येत नाही. मात्र कालवे हे कृत्रिम असल्याने त्यांच्या निर्मिती व देखभालीवर प्रचंड खर्च करावा लागतो. अंतर्गत जलवाहतूक हा जलवाहतूकीचा फार पुरातन प्रकार आहे. जवळपास सर्वच प्राचीन संस्कृती या जलमार्गालगतच वाढल्या व विस्तारल्या होत्या. उदा.रोमन, ग्रीक व सिंधू संस्कृती इत्यादी. देशांतर्गत भागांमध्ये वस्तु व प्रवाशांची ने-आण करण्याचे काम अंतर्गत जलवाहतूक करते. उदा. भारतात आसाम, प. बंगाल, बिहार, ओरिसा, आंध्र प्रदेश व तामिळनाडूमध्ये काही प्रमाणात अंतर्गत जलवाहतूक केली जाते.

२) सागरी जलवाहतूक (Ocean Transportation)

समुद्र ही नैसर्गिक देणगी असल्यामुळे सागरी वाहतुकीत बांधणी व देखभालीचा खर्च नसतो. सागरी वाहतुकीच्या स्वरूपावरून सागरी वाहतुकीचे किनाऱ्यावरील वाहतुक व आंतरराष्ट्रीय वाहतुक असे दोन प्रकार पडतात.

i) **किनाऱ्यावरील जलवाहतूक :** किनाऱ्यावरील वाहतुक ही देशाच्या किनारपट्टीवरील एका बंदरातून दुसऱ्या बंदरात वस्तू व प्रवाशी यांच्या वाहतुकीसाठी केली जाते.

ii) **आंतरराष्ट्रीय जलवाहतूक :**

किनाऱ्यावरील वाहतुक ही देशाच्या किनारपट्टीवरील एका बंदरातून दुसऱ्या बंदरात वस्तू व प्रवाशी यांच्या वाहतुकीसाठी केली जाते. तर आंतरराष्ट्रीय सागरी वाहतुक ही देशा-देशांमध्ये वस्तुंच्या आयात-निर्यातीसाठी व प्रवासी वाहतुकीसाठी केली जाते. अलिकडे उर्जेवर व तंत्रज्ञानावर चालणारी प्रचंड आकाराची जहाजे वाहतुकीकरिता वापरली जातात.

जलवाहतूक / जलमार्गाच्या विकासावर परिणाम करणारे घटक:

जलमार्गाचा विकास खालील घटकांवर अवलंबून आहे.

१) समुद्र किनाऱ्याचे स्वरूप : जलवाहतूकीच्या दृष्टीने समुद्र किनाऱ्याचे स्वरूप महत्त्वाचे आहे. समुद्र किनारा दंतुर असल्यास बंदरांचा विकास होतो. उदा. जपान व ग्रेट ब्रिटन या देशांचे किनारे दंतुर असल्याने येथे बंदरांचा विकास होऊन जलवाहतुकीचा विकास झालेला आहे.

२) समुद्राची खोली: जलवाहतूकीसाठी समुद्राची खोली जास्त असावी लागते; म्हणून खोल सागरात जलवाहतुकीचा विकास होतो.

३) हिमनग: समुद्रात शीत प्रवाहाबरोबर हिमनग वाहत असतात. हिमनग पाण्यात असल्यामुळे नाविकाला हिमनगाची कल्पना येत नाही; त्यामुळे या हिमनगावर जहाज आदळून अपघात होण्याची शक्यता असते; म्हणून ज्या भागातून हिमनग वाहतात ते भाग टाळून जलमार्ग नेले जातात.

४) वादळी वारे व धुके: काही समुद्रांवर वारंवार वादळी वारे निर्माण होतात. या वादळात बोट किंवा जहाज सापडले तर मोठा अपघात होण्याचा संभव असतो. शिवाय काही ठिकाणी धुके निर्माण होते. विशेषतः जेथे उष्ण व शीत प्रवाह एकत्र येतात त्या ठिकाणी धुके पडते. जलमार्ग आखताना वादळी वारे व धुके या दोन गोष्टींचा विचार केला जातो.

५) इंधन-पाणी घेण्याच्या सोई : जहाजांच्या मार्गात इंधन-पाणी घेण्याच्या सोई आवश्यक असतात. ज्या समुद्रात किंवा महासागरात बेटे असतात, त्या बेटांजवळून इंधन-पाणी घेण्याच्या दृष्टीने जलमार्ग योजिले जातात.

६) अंतर : जलमार्ग आखताना कमी अंतराचाही विचार केला जातो; म्हणून जलमार्ग हे बृहद्वृत्त (Great Circle) अनुसरून आखण्यात येतात; कारण महावर्तुळावर दोन ठिकाणांमधील अंतर कमी असते.

जलवाहतूकीचे फायदे/महत्त्व:

i) जलवाहतूक ही इतर वाहतुक साधनांच्या तुलनेत खूप स्वस्त असते.

ii) जलवाहतूकीमध्ये माल वाहतुकीची क्षमता प्रचंड असते.

iii) राष्ट्रीय संरक्षणाच्या दृष्टिने जलवाहतुकीचे महत्त्व जास्त आहे.

iv) भौगोलिक संशोधनात जलवाहतुकीचा उपयोग होतो.

v) देशांतर्गत व परकीय व्यापारासाठीही ही वाहतुक मोलाची ठरते.

vi) मत्स्य उद्योग व इतर सागरी उद्योगांना जलवाहतुकीमुळे चालना मिळते.

vii) जलवाहतुकीमुळे सागरी पर्यटनामध्ये देखील वाढ होते.

viii) देशादेशांतील परराष्ट्रीय संबंध जलवाहतूकीने अधिक दृढ होतात.

जलवाहतूकीचे तोटे /दोष:

i) जलवाहतुकीत आंतरराष्ट्रीय नियम, विविध देशांच्या सागरी सीमा यांचा अडसर असतो.

ii) वादळे, पाऊस, भूकंप इ. चा मोठा धोका असतो.

iii) जलमार्गाने होणारी वाहतूक मंद गतीने होते.

iv) जलमार्गाने थेट वाहतूक करता येत नाही.

v) जलमार्गाने वाहतूक करताना माल चढविणे-उतरविणे यांत वेळ जातो व त्रासही होतो.

क) हवाई वाहतुक (Air Transportation):

हवाई वाहतुकीची सुरूवात सर्वप्रथम अठराव्या शतकाच्या मध्यास युरोपात झाली. १७३३ मध्ये फ्रान्समधील मॉन्टगोल्फीयर बंधूनी फुग्यांमध्ये उष्ण हवा भरून पहिला प्रयोग केला. त्यामुळे संपूर्ण जगाचे लक्ष त्यांनी वेधले. तसेच प्रयोग विविध देशांमध्ये केले गेले. अनेक प्रयोगांवर ऑरवीक व विलबर या राईट बंधूंनी १९०३ मध्ये विमानाचे यशस्वी उड्डाण केले. पुढे झालेल्या दोन महायुद्धांमध्ये तर विमानांच्या विकासाला अधिक गती मिळाली. सुरूवातीच्या काळात जो विमानांचा विकास झाला तो युद्धसज्जतेच्या दृष्टिने, अलिकडे मात्र अंतरखंडीय प्रवासी व वाणिज्यदृष्ट्या उपयुक्त वाहतुकीवर देखील भर दिला जात आहे. यामध्ये लष्करी, वाणिज्य, क्रिडा, औद्योगिक व वैज्ञानिक हेतुंसाठी विमानसेवा विकसित केली गेली आहे. प्रगत विज्ञान व तंत्रज्ञानाद्वारे हवाई वाहतूकीने अत्यंत जलद व सुरक्षित वाहतुकीच्या सोयी देत वाहतूक क्षेत्रात आपले भक्कम स्थान निर्माण केले आहे. इतर वाहतूक साधनांच्या तुलनेत हवाई वाहतुक ही वैज्ञानिकदृष्ट्या अत्यंत प्रगत व गुंतागुंतीची असते. सर्वच वाहतुक प्रकारांमध्ये हवाई वाहतुक जास्त खर्चीक असते. प्रशासकीय अधिकारी, व्यापारी, श्रीमंत प्रवासी, उद्योजक, कलाकार, खेळाडू इत्यादीना हा प्रवास परवडतो. आंतरराष्ट्रीय राजकीय संबंध व सैनिकी संघटन विकसित करण्यात हवाई वाहतुक महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. शिवाय पर्यटनाच्या दृष्टीने

सामाजिक व सांस्कृतिक दृष्टीने देखील हवाई वाहतूक महत्त्वाची ठरते. हवाई वाहतुकीच्या स्वरूपानुसार तिचे पुढील दोन प्रकार पडतात.

हवाई मार्ग

१) देशांतर्गत हवाई वाहतुक | **२) आंतरराष्ट्रीय हवाई वाहतुक**

विमानतळे व हवाई मार्ग हे हवाई वाहतुकीचे प्रमुख घटक आहेत.

हवाई वाहतुकीचा विकासावर परिणाम करणारे घटक–

हवाई वाहतूक महत्त्वाची असली तरी हवाई वाहतुकीचा जगाच्या सर्व भागांत सारख्या प्रमाणात विकास झालेला नाही; कारण हवाई वाहतुकीवर पुढील घटकांचा प्रभाव पडतो.

१) अरण्य : घनदाट अरण्ये विस्तृत भागात असतील तर तेथे हवाई वाहतुकीचा विकास होत नाही. म्हणून विषुववृत्तीय अरण्याच्या प्रदेशात हवाई वाहतुकीचा जास्त विकास झालेला नाही.

२) नेहमी ढगाळलेले प्रदेश : ज्या प्रदेशात आकाश नेहमी ढगाळलेले असते अशा भागातही हवाई वाहतुकीची जास्त प्रगती होत नाही. उदा. विषुववृत्तीय प्रदेश.

३) धुके : धुक्यामुळे दृश्यता कमी होते. याचा विमानाच्या उड्डाणावर परिणाम होतो. म्हणून ज्या भागात वारंवार धुके पडते, अशा भागातदेखील हवाई वाहतुकीचा विकास होत नाही. उदा. उत्तर अमेरिकेचा ईशान्य भाग.

हवाई वाहतुकीचे फायदे / महत्त्व–

१) हवाई मार्गे होणारी वाहतूक अतिशय जलद गतीने होते.

२) हवाई वाहतूक ही सर्वांत आरामदायी असते.

३) लांब पल्ल्यांच्या वाहतुकीच्या दृष्टीने हवाई वाहतुकीला महत्त्व आहे.

४) संरक्षणाच्या दृष्टीनेही हवाई वाहतुकीला महत्त्व आहे.

५) हवाई वाहतुकीमुळे आंतरराष्ट्रीय पर्यटनास चालना मिळाली.

हवाई वाहतुकीचे तोटे / दोष–

१) हवाई वाहतूक अतिशय खर्चिक असते.

२) हवाई वाहतुकीचा सर्व भागात विकास करता येत नाही. (घनदाट अरण्य, ढग, धुके, बर्फवृष्टी, अतिपाऊस, वादळे यांसारख्या प्रदेशांत हवाई वाहतुकीचा विकास होत नाही.)

३) हवाई मार्गे अवजड मालाची वाहतूक करता येत नाही.

३.२ सुलभता आणि सुगमता– गुगल नकाशा (Accessibility and Connectivity - Google Map)

दळणवळण आणि नागरी नियोजनात वाहतूक माध्यमाच्या सहाय्याने सुगमता (Connectivity) आणि सुलभता (Accessibility) या दोन मुख्य व वेगवेगळ्या संकल्पना आहेत. बऱ्याचदा वाहतूक व दळणवळण मार्गांचा प्रभाव आणि कार्यक्षमता मूल्यांकन करण्यासाठी आणि सुधारण्यासाठी सुगमता आणि सुलभता या दोन्ही संकल्पना अभ्यासल्या जातात. सामान्यत: वाहतूक भूगोलात सुगमता आणि सुलभता दोन्ही महत्वाचे घटक आहेत. कारण, यामध्ये लोकांची, मालाची किंवा माहितीच्या देवाण घेवाण करण्याशी थेट संबंध येत असतो. गुगल नकाशा हे वाहतुकीची सुलभता आणि सुगमता अभ्यासण्यासाठी एक शक्तिशाली साधन आहे

अ) सुलभता (Accessibility):

सुलभता (Accessibility) म्हणजे वाहतूक मार्गांचा वापर करून एखाद्या ठिकाणाहून इच्छित ठिकाणी विविध पर्यायांच्या सहाय्याने पोहोचण्याची सुविधा अथवा सोय होय. म्हणजेच, एखाद्या ठिकाणी वेगवेगळ्या ठिकाणांहून पोहोचण्याच्या क्षमतेचे मोजमाप होय. त्यामुळे वाहतुकीच्या पायाभूत सुविधांची क्षमता आणि व्यवस्था हे सुलभतेच्या निर्धारणातील महत्त्वाचे घटक आहेत. यात एखाद्या ठिकाणी पोहोचण्यासाठी शारीरिक क्षमता, वेळ, खर्च आणि सोय-सुविधा या सर्वांचा विचार केला जातो. सुलभता मध्ये खालील बाबींचा समावेश होतो.

i) **प्रवासाची वेळ:** प्रवास साधनांचा प्रवासासाठी लागणारा वेळ विचारात घेतला जातो.

ii) **प्रवास खर्च:** कोणत्याही माध्यमाने प्रवास करताना येणारा आर्थिक खर्च किती असेल हाही विचार केला जातो.

iii) **सेवा उपलब्धता:** विविध ठिकाणी वाहतूक सेवेची उपलब्धता आणि वारंवारिता विचारात घेतली जाते. उदा. आज महाराष्ट्रात सर्व खेड्या-पाड्यात पोहचलेली परिवाहन सेवा.

iv) **अडथळे:** प्राकृतिक, सामाजिक किंवा आर्थिक घटक हे प्रवासाला अडथळा आणू शकतात. उदा. पर्वतीय भागात पायाभूत सुविधांचा अभाव, उच्च खर्च किंवा भेदभावपूर्ण पद्धती इत्यादीमुळे होणारा अडथळा, इत्यादी.

सुलभतेच्या दोन महत्वाच्या स्थानिक श्रेणी आहेत. या दोन्ही श्रेणी परस्परावलंबी आहेत, त्या पुढीलप्रमाणे-

i) **क्षेत्रीय सुलभता:** क्षेत्रीय सुलभता म्हणजे जे ठिकाण आणि प्रवास मार्ग सुलभता मोजण्याशी संबंधित आहे. यामध्ये एखाद्या ठिकाणी (विमानतळ, बंदरे किंवा भुयारी मार्ग, स्थानके) वाहतूक व्यवस्था (वेगवेगळ्या मार्गे) विशिष्ट घटकांसाठी कशी महत्त्वपूर्ण आहे, हे पाहिले जाते. उदा. मुंबई शहरात येणारे वेगवेगळे मार्ग.

ii) **सलग प्रवेश योग्यता:** यामध्ये प्रवासाच्या प्रत्येक टप्यावर सर्व प्रकारच्या लोकांना अखंडित व सुलभ प्रवेश मिळणे येते. प्रवासाची सुरुवात, मध्य, शेवट या सर्व टप्यावर अडथळे मुक्त वाहतूक मार्ग व इतर सुविधा उपलब्ध असणे अपेक्षित असते.

गुगल नकाशा (Google Map) हे वाहतुकीची सुलभता अभ्यासण्यासाठी महत्त्वपूर्ण साधन आहे. गुगल नकाशाचे योगदान खालील प्रमाणे सांगता येईल.

I) **विविध ठिकाणांचा परिचय/ ओळख:** गुगल नकाशा उपग्रह आणि रस्ते यांची प्रतिमा प्रदान करतो, त्यामुळे लोकांना अनोळखी क्षेत्रांची ओळख होणे सोपे होते.

II) **दिशा आणि प्रवास मार्गदर्शक:** गुगल मॅप्स आपल्याला प्रवास करताना दिशा दर्शवत असते, त्यामुळे गतिशीलता कमतरता असलेल्या व्यक्तींना अधिक सहजपणे रस्त्याने प्रवास करताना मदत होते.

III) **सार्वजनिक वाहतुकीची माहिती:** गुगल नकाशामुळे सार्वजनिक वाहतुकीचे वेळापत्रक आणि मार्ग या संदर्भात माहिती मिळते, ज्यामुळे खाजगी वाहने नसलेल्यांसाठी प्रवासाची सोय होते.

ब) सुगमता (Connectivity):

वाहतुकीच्या सुगमतामध्ये विविध ठिकाणे किती चांगल्या प्रकारे एकमेकांशी जोडली गेली आहेत यांचा अभ्यास केला जातो. यामध्ये प्रमुखाने विविध प्रकारचे वाहतूक मार्ग (जलमार्ग, भूमार्ग, हवाईमार्ग व पाईपलाईन मार्ग) आणि ठिकाण (जसे की चौक, स्थानके किंवा इतर महत्वाची ठिकाणे) ही एकमेकांशी किती प्रमाणात जोडली गेली आहेत, ज्यामुळे लोक आणि वाहतुकीतील मालाची कार्यक्षम वाहतूक होऊ शकते हे अभ्यासले जाते. यामध्ये एखादे ठिकाण जेवढे जास्तीत जास्त उपरोक्त पर्यायी मार्गांनी (जलमार्ग, भूमार्ग, हवाईमार्ग) जोडले गेले असेल, तेवढे ते वाहतूक सुगमताच्या दृष्टीने महत्वपूर्ण आहे असे समजले जाते. उदा. मुंबई शहर हे ठिकाण रेल्वेमार्ग, जलमार्ग, हवाईमार्ग तसेच पाईपलाईन मार्ग या सर्व वाहतूक मार्गांनी देशातील मोठ-मोठ्या शहरांना जोडले गेले आहे, म्हणून सुगमता संकल्पनेच्या दृष्टीने मुंबई हे शहर फार महत्वपूर्ण आहे, याउलट एखाद्या पर्वतीय अथवा वाळवंटी भागातील ठिकाणे यापैकी कोणतेही एक वाहतुक पर्याय नसेल तर सुगमताच्या दृष्टीने कमी महत्वाचे ठरते. उदा. भारताच्या पूर्वेकडील राज्यातील ठिकाणे.

सुगमताच्या दृष्टीने मुख्य पैलूंमध्ये खालील बाबींचा समावेश होत असतो;

i) **दळणवळण मार्गांची घनता:** विशिष्ट क्षेत्रातील मार्ग आणि स्थानांची/ठिकाणाची संख्या.

ii) **थेटपणा:** प्रवासाचे मार्ग किती प्रमाणात थेट त्या शहरातून जातात, कि त्यामुळे ते शहर थेट इतर शहरांशी जोडल जाते.

iii) **वाहतूक कोंडी:** एकाच स्थानाकडे जाण्यासाठी अनेक मार्ग उपलब्ध असतात. त्यामुळे जास्तीत जास्त पर्यायी मार्ग सुद्धा उपलब्ध होतात. जर असे पर्यायी मार्ग उपलब्ध नसतील तर एकाच मार्गावर खूप ताण येऊ शकतो.

iv) **एकत्रित येण्याचे ठिकाण:** जेव्हा सर्व वाहतुकीच्या विविध मार्गांचे (उदा. बस, रेल्वे, इत्यादी.) एकत्रीकरण होते, अशा ठिकाणी नेहमी जास्त वर्दळ पहायला मिळते. म्हणजेच, जास्तीत-जास्त साधने पर्यायी मार्गाने विविध वाहनांसाठी उपलब्ध असतील तेव्हा त्या ठिकाणाचा विकास मोठ्या गतीने होतो. उदा. मुंबई, न्यूयॉर्क इत्यादी.

वाहतुकीची सुगमता अभ्यासण्यासाठी गुगल नकाशाचे (Google Map) योगदान खालील प्रमाणे सांगता येईल.

१. **स्थान-आधारित सेवा:** गुगल नकाशामुळे वापरकर्त्यांना व्यवसाय, सेवा आणि सुविधा यासारख्या जवळच्या आवडीचे ठिकाण शोधण्यास मदत होते.

२. **प्रवासमार्गाचे नियोजन:** गुगल नकाशामुळे कमी अंतर दर्शवणारा प्रवासमार्ग शोधून, प्रवासाचा वेळ कमी करता येतो त्यामुळे गतिशीलताही वाढते.

३. **रिअल-टाइम ट्रॅफिक अपडेट्स:** गुगल नकाशामुळे वेळोवेळी प्रवास मार्गातील अडथळ्यांची व वाहतूक कोंडीची माहिती मिळते, त्यामुळे लोकांना त्यानुसार त्यांचे मार्ग आणि वेळापत्रक नियोजित करण्यास मदत होते, तसेच पर्यायी मार्ग वापरण्याविषयी माहिती मिळते.

४. **इतर सेवांसह एकत्रीकरण:** गुगल नकाशामुळे सार्वजनिक वाहतूक आणि इतर वाहतूक पद्धतींसह विविध सेवा पुरवणाऱ्या ठिकाणांची माहिती मिळते.

५. वाहतूक मार्ग नियोजन मोबाईलद्वारे इतरांना पाठवता येतो.

६. वाहतूक मार्गाच्या तोंडी सूचना उपलब्ध होतात.

भूगोलामध्ये गुगल नकाशाचा वापर प्रामुख्याने खालील कारणांसाठी केला जातो.

१. नागरी नियोजन व विकासाचा अभ्यास करण्यासाठी.

२. वाहतूक मार्ग आणि पायाभूत सुविधांचे विश्लेषण व नियोजन करण्यासाठी.

३. भौगोलिक सुलभता आणि विषमता तपासण्यासाठी.

४. भौगोलिक वैशिष्ट्ये आणि भूउठाव कल्पना येते.

गुगल नकाशाचा वापर करून, भूगोलशास्त्रज्ञ आणि संशोधक सुलभता आणि सुगमताशी संबंधित समस्या अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेऊ शकतात आणि त्यांचे निराकरण करू शकतात आणि अधिक समावेशक आणि शाश्वत नागरी नियोजन आणि विकासास हातभार लावू शकतात.

सुगमता व सुलभता यांचे वाहतूक नियोजनात महत्त्व:

१. **कार्यक्षमता सुधारणे:** चांगली सुगमता आणि सुलभता यामुळे प्रवासाचा वेळ, त्यासाठी येणारा खर्च आणि गर्दी आपण कमी करू शकतो, ज्यामुळे वाहतूक अधिक कार्यक्षम होऊ शकते.

२. **समान वितरण:** कमी उत्पन्न असलेल्या आणि दुर्गम भागातील तसेच वेगवेगळ्या लोकसंख्येच्या गटांना आवश्यक ती सेवा आणि संधी मिळवून देण्याचे काम करते.

३. **आर्थिक विकास वाढविणे:** वस्तू आणि लोकांची वाहतूक सुलभ केल्यास आर्थिक विकास वाढतो आणि प्रादेशिक विकासाला चालना मिळू लागते. प्रादेशिक समतोल राखण्यास मदत होते.

४. **पर्यावरणीय फायदे:** चांगल्या प्रकारे जोडलेले आणि प्रवेशयोग्य प्रवास मार्ग हे सार्वजनिक वाहतुकीच्या वापरास प्रोत्साहन देऊ शकतात उदा. महाराष्ट्रात एस.टी. महामंडळाच्या सहाय्यने केला जाणारा प्रवास आणि हे खाजगी वाहनांवरील अवलंबित्व कमी करू शकतात, ज्यामुळे वाहनातून होणारे विषारी वायूचे उत्सर्जन आपण कमी करू शकतो आणि पर्यावरणीय समतोल राखण्यास मदत होऊ शकते.

५. **जीवनावश्यक सोयी-सुविधा:** नोकऱ्या, शिक्षण, आरोग्य सेवा आणि करमणुकीच्या क्रिया यामुळे राहणीमानाचा दर्जा सुधारणे यामुळे रहिवाशांचे एकूण जीवनमान वाढू शकते.

गुगल नकाशा (Google Maps) **च्या सहाय्याने सुगमता व सुलभता अभ्यासणे:**

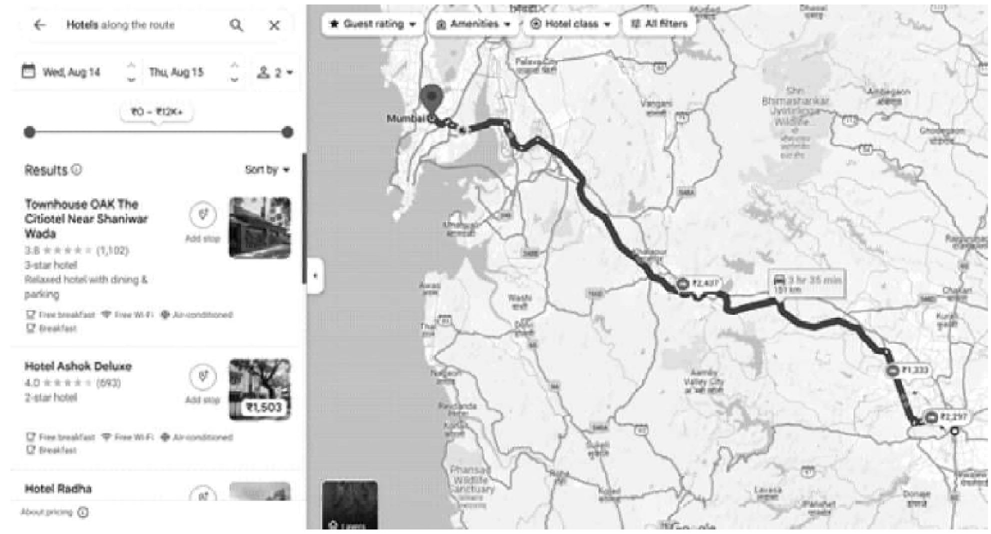
आज माहिती आणि तंत्रज्ञान यामध्ये अमुलाग्र बदल झाल्याचे आपल्याला पहायला मिळते. सुलभता आणि सुगमता गुगल नकाशाच्या (Google Maps) माध्यमातून आपल्याला अभ्यासता येते. यामध्ये आपल्याला एखादे ठिकाण जास्तीत जास्त कसे जोडता येईल व जास्तीत जास्त प्रवास मार्गाने कसे सुलभ करता येईल या

दोन्ही गोष्टी आपल्याला अभ्यासता येतात. उदा. आपण एखादे शहर निवडले तर त्या शहराला इतर शहरांमधून वेगवेगळ्या पर्यायी मार्गाने जाता येते किंवा नाही यावरून आपल्याला ते ठिकाण सुगमता आणि सुलभतेच्या दृष्टीने किती महत्वपूर्ण आहे हे शोधता येते. उदा. एखाद्या बेटावरील ठिकाण आपल्याला शोधायचे असेल तर तिथे पोहोचण्यासाठी कोणता पर्याय मार्ग अचूक ठरेल हे सुद्धा आपल्याला गुगलच्या माध्यमातून दर्शवता येते. तसेच, एखादे पर्वतीय प्रदेशातील ठिकाण असेल, तर त्या ठिकाणी पोहचण्यासाठी कोणता पर्यायी मार्ग आहे किंवा नाही हे सुद्धा आपल्याला पाहता येते. एखाद्या ठिकाणी जास्तीत जास्त पर्यायाने वाहतूक व दळण-वळण होत असेल तर ते ठिकाण अधिक सुलभ समजले जाते व एखाद्या ठिकाणी वाहतूक व दळण-वळण करताना जास्तीत-जास्त ठिकाणे कशी जोडता येतील त्यास सुगमताच्या दृष्टीने महत्वपूर्ण ठिकाण समजले जाईल.

उदा. गुगल नकाशाच्या सहाय्याने मुंबई आणि पुणे दरम्यान सुगमता व सुलभता शोधणे.

याकरिता प्रथमतः गुगल नकाशा (Google Maps) वरती जाऊन आपल्याला ठिकाण शोधावे लागेल. ते आपल्यासाठी शोधताना आपल्याला आपले ठिकाण सुद्धा नमूद करावे लागेल. (From City to City) या नंतर आपल्याला नकाशावर किती पर्यायी मार्ग उपलब्ध होतात ते दिसून येईल (नकाशा क्र.३.१). त्यानंतर सर्वात कमी अंतराचा व जास्त अंतराचा मार्ग कोणता आहे हे सुद्धा दर्शविलेले असते. तसेच त्या मार्गावर कोणकोणती ठिकाणे जोडली गेली आहेत ते आपण पाहू शकतो. या मार्गावर प्रवास करताना पर्यायी वाहनास त्यांच्या गतीनुसार पोहोचण्यास किती वेळ लागेल हे सुद्धा दर्शविलेले असते. उदा. चालत, दुचाकीवरून, सायकलवरून, मोटार गाडीने, रेल्वेने हे पर्याय उपलब्ध होतात. या शिवाय या प्रवास मार्गावर कोणकोणत्या सुविधा उपलब्ध आहेत ते आपल्या सोयीने आपण पाहू शकतो. उदा. रेस्टॉरंट, हॉटेल, पार्किंग, पेट्रोल, इत्यादी. टोल असणारे व टोल नसणारेही पर्यायी मार्ग आपल्याला दिसतो. पर्यायी सोयी सुविधांच्या शिवाय सुलभतेच्या दृष्टीनेही शोध घेता येतो. उदा . जर आपण हॉटेल शोधत असल्यास ते किती तारांकित श्रेणीतील पाहिजेल ते सुद्धा आपण शोधू शकतो. याशिवाय जेवण हा पर्याय शोधत असल्यास कोणत्या प्रकारचे जेवण कोणत्या हॉटेल अथवा रेस्टॉरंट मध्ये आहे, हा सुलभतेचा पर्याय आपल्याला गुगल च्या माध्यमातून शोधता येते (नकाशा क्र.३.२).

नकाशा क्र.३.१ गुगल नकाशाच्या (Google Maps) **सहाय्याने ठिकाणे जोडणे.**



नकाशा क्र.३.२ गुगल नकाशाच्या (Google Maps) **सहाय्याने पर्यायी सुलभता शोधणे.**

३.३ वेबरचा उद्योगधंद्यांच्या स्थान निश्चितीकरणाचा सिद्धांत (Weber Theory of Industrial Location)

सन १९०९ साली आल्फ्रेड वेबर यांनी जर्मन भाषेत उद्योगधंद्यांच्या स्थाननिश्चितीकरणाचा सिद्धांत मांडला. हा सिद्धांत १९२९ साली इंग्रजीमध्ये द थेरी ऑफ लोकेशन ऑफ इंडस्ट्रीज या पुस्तकामध्ये प्रकाशित झाला. या सिद्धांताला किमान खर्चाचा सिद्धांत (Least cost location theory) असे देखील म्हणतात. उद्योगधंद्यांना पूरक असणाऱ्या भौगोलिक घटकांचा अभ्यास करून कमीत कमीत खर्चावर आधारित उत्पादन केंद्रांचे आदर्श स्थान स्पष्ट करणे हे या सिद्धांताचे उदिष्ट्ये होते.

सिद्धांताची गृहीतके:

१. क्षेत्रामध्ये भूरचना, हवामान, माती, आर्थिक व्यवस्था, तंत्रज्ञान व लोकसंख्या वितरणाबाबतीत एकसमानता आहे.

२. उत्पादन केंद्रात एकावेळी एकच उत्पादन घेतले जाते व ते उत्पादन एकाच बाजारपेठेमध्ये पोहोचविले जाते.

३. प्रदेशामध्ये कच्चा माल असमान वितरित झालेला आहे. परंतु काही ठराविक ठिकाणी कच्चा माल समान वाहतुक खर्चावर उपलब्ध आहे.

४. बाजारपेठेचे स्थान निश्चित आहे. बाजारपेठांमध्ये स्पर्धा आहे.

५. विविध ठिकाणी मजूरांना देण्यात येत असलेला मोबदला वेगवेगळा आहे.

६. वाढते अंतर माणि मालाचे वाढते वजन यांसोबत वाहतूक खर्च वाढत जातो.

७. सर्व बाजारपेठांमध्ये समान मागणी आणि समान किंमत असेल.

वेबरने सिद्धांतामध्ये खालील दोन प्रकारचा माल गृहीत धरला आहे:

१. विशिष्ट भागात सापडणारा कच्चा माल: यात दगडी कोळसा, खनिज तेल, कच्चे लोखंड, कापूस, रेशीम, ज्यूट, ऊस इ.चा समावेश होतो. याचे दोन उपप्रकारामध्ये वर्गीकरण केले आहे.

अ) अशुद्ध किंवा वजन कमी होणारा कच्चा माल: लोहखनिज, ऊस इ. पक्क्या मालात रूपांतर झाल्यावर वजन कमी होते, जसे १ टन लोहखनिजातून १/२ टन शुद्ध लोखंड मिळते.

ब) शुद्ध किंवा वजन कायम राहणारा कच्चा माल: कापूस, लोकर, ज्यूट इ. पक्क्या मालात रूपांतरानंतर वजन कायम राहते, जसे १ किलो लोकरीपासून तेवढ्याच वजनाचे कापड मिळते.

२. सर्वत्र सापडणारा कच्चा माल: हवा, पाणी, माती इ. हा माल सर्वत्र उपलब्ध असतो.

सिद्धांतामधील मुख्य घटक:

१. **वाहतूक खर्च:** कच्चा माल उत्पादनकेंद्रापर्यंत आणणे व तयार झालेल्या पक्का माल बाजारपेठांपर्यंत पोहचविण्यासाठी येणारा खर्च म्हणजे वाहतुक खर्च होय.

२. **मजूर खर्च :** उद्योगधंद्यांच्या स्थानिकीकरणावर मजूर किंवा श्रमशक्तीवरील खर्च कसा परिणाम करतो, हे सांगण्यासाठी वेबरच्या सिद्धांतामध्ये स्थानिक त्रिकोण एककेंद्री वर्तुळाकार रचनेमध्ये ठेवला आहे. यात वाहतुकीचा खर्च केंद्रापासून बाहेर वाढता जातो.

३. **उद्योगांचे एकत्रीकरण:** एकाच ठिकाणी दोन किंवा अधिक उद्योग एकत्र आल्याने उत्पादन खर्चात कपात होते. उदा. उद्योगधंद्याचे केंद्रीकरण झाल्यामुळे आर्थिक सेवा, सार्वजनिक सुविधा, सहाय्यक उद्योग इ. चा सामूहिक वापर केला जातो, त्याचप्रमाणे, विविध सयांत्रिक उद्योग परस्पर साहाय्याने उत्पादन वाढीसाठी प्रयत्नशील राहतात.

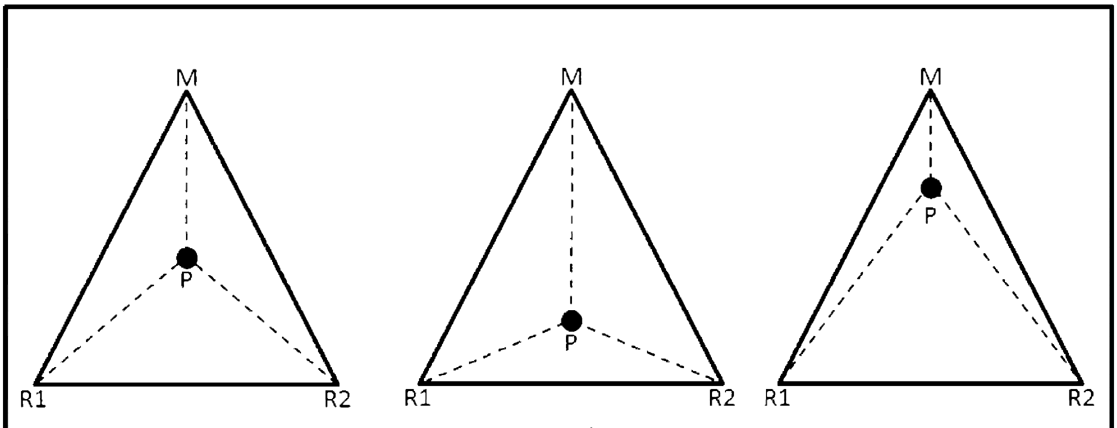
उद्योगधंद्यांचे आदर्श स्थान:

वेबरने उद्योगांसाठी लागणारा कच्चा माल आणि बाजारपेठ यांच्या आधारावर उद्योगधंद्यांचे आदर्श स्थान खालील प्रमाणे स्पष्ट केले आहे:

	परिस्थिती	उद्योगधंद्यांचे आदर्श स्थान
एक बाजारपेठ व एक प्रकारचा कच्चा माल		
अ)	सर्वत्र उपलब्ध असणारा कच्चा माल	बाजारपेठेजवळ
ब)	ठराविक ठिकाणी मिळणारा व शुद्ध कच्चा माल	बाजारपेठेजवळ किंवा कच्चा माल क्षेत्रामध्ये
क)	ठराविक ठिकाणी मिळणारा व अशुद्ध कच्चा माल	कच्चा माल क्षेत्रामध्ये
एक बाजारपेठ व दोन प्रकारचा कच्चा माल (R1, R2)		
अ)	R1, R2 सर्वत्र उपलब्ध	बाजारपेठेजवळ (कारण, वाहतूक खर्च कमी होईल)
ब)	R1 ठराविक ठिकाणी मिळणारा आणि R2 सर्वत्र मिळणारा व दोन्ही कच्चा माल शुद्ध	बाजारपेठेजवळ (कारण, वाहतूक शुल्क फक्त R1 साठी भरावे लागेल)
क)	R1, R2 दोन्ही ठराविक ठिकाणी मिळणारा व शुद्ध कच्चा माल	बाजारपेठेजवळ (कारण, वाहतूक खर्च कमी होईल)
ड)	R1, R2 ठराविक ठिकाणी मिळणारा व अशुद्ध कच्चा माल	स्थानिक त्रिकोण संकल्पना

स्थानिक त्रिकोण संकल्पना (Locational Triangle):

एक बाजारपेठ व दोन प्रकारचा ठराविक ठिकाणी मिळणारा व अशुद्ध कच्चा माल अशा जटील परिस्थितीमध्ये उद्योगधंद्यांच्या स्थान निश्चितीसाठी वेबरने स्थानिक त्रिकोण संकल्पना मांडली. याचा उपयोग वाहतूक खर्च कमी करून उद्योगधंद्यांसाठी सर्वोत्तम स्थान ठरवण्यासाठी केला जातो. या मॉडेलचे प्रतिकृत त्रिकोण म्हणून प्रतिनिधित्व केले जाते, ज्याच्या प्रत्येक कोनात उत्पादन प्रक्रियेशी संबंधित एक वेगळे ठिकाण दर्शविले जाते.



आकृती क्र. ३.१ स्थानिक त्रिकोण

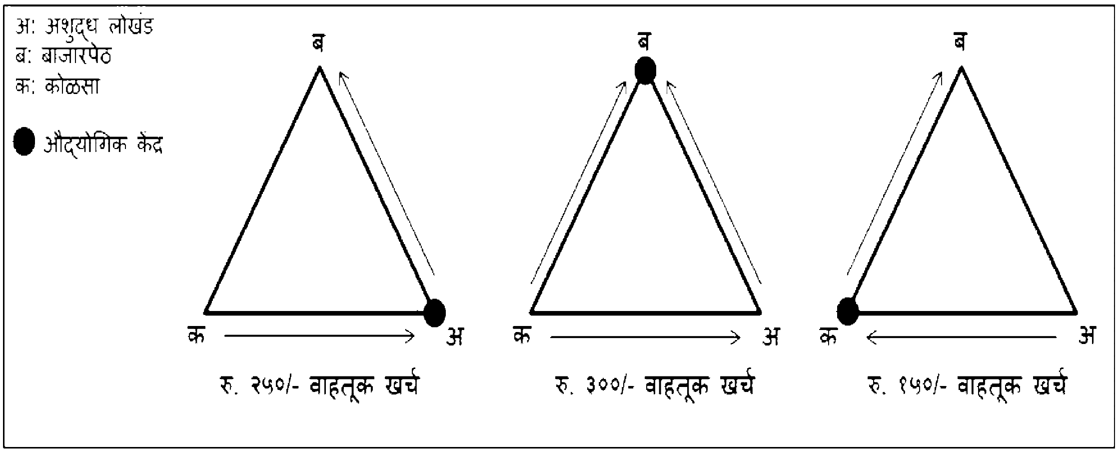
वेबरच्या सिद्धांताचे टीकात्मक परीक्षण:

गुण/फायदे :

वेबरच्या सिद्धांताचे टीकात्मक परीक्षण लोहपोलाद उद्योगांच्या आणि सुती कापड गिरण्यांच्या स्थानिकीकरणाची उदाहरणे घेऊन केले जाते.

१. लोहपोलाद उद्योग: समजा, एका प्रदेशात 'अ' ठिकाणी अशुद्ध लोखंड, 'ब' ठिकाणी बाजारपेठ आणि मकफ ठिकाणी कोळसा आहे. १/२ टन शुद्ध लोखंड तयार करण्यास १ टन अशुद्ध लोखंड व २ टन कोळसा लागतो. या खनिजांचा प्रत्येक ठिकाणापर्यंतचा वाहतूक खर्च दर टनाला १०० रुपये आहे.

याप्रमाणे १/२ टन शुद्ध लोखंड तयार करण्यासाठी 'अ' ठिकाणी लोहपोलादाच्या कारखान्यांचे स्थानिकीकरण केल्यास बाजारपेठेपर्यंत येणारा वाहतूक खर्च २५० रुपये येतो. 'ब' ठिकाणी स्थानिकीकरण केल्यास वाहतूक खर्च ३०० रुपये येतो, तर 'क' ठिकाणी स्थानिकीकरण केल्यास १५० रुपये येतो. या प्रकारे 'क' ठिकाणी लोहपोलादाचा कारखाना सुरू केल्यास कच्चा माल कारखान्यापर्यंत नेण्यास आणि पक्का माल बाजारपेठेपर्यंत नेण्यास एकूण वाहतुकीवरील खर्च फक्त १५० रुपये येतो. याकरिता 'क' हे ठिकाण म्हणजे दगडी कोळसा क्षेत्र लोखंड-पोलादाच्या स्थानिकीकरणासाठी सर्वांत जास्त आदर्श राहील.



आकृती क्र. ३.२ वाहतूक खर्च

२. सुती कापड उद्योग: कापूस हा शुद्ध माल असल्याने कापड गिरण्यांचे स्थानिकीकरण कच्चा माल क्षेत्रात किंवा बाजारपेठेत करणे, दोन्ही सारखेच फायद्याचे असते. उदा., भारतात कापसाचे उत्पादन होत असल्याने कापड उद्योगाचा विकास झाला आहे, तर जपान आणि ग्रेट ब्रिटनमध्ये कापूस आयात करून गिरण्या चालविल्या जातात. लोहपोलाद व सुती कापड उद्योगाच्या बाबतीत सांगितलेले वरील मुद्दे म्हणजे वेबरच्या सिद्धांताचे गुण आहेत.

दोष/तोटे :

वेबर यांच्या सिद्धांताने उद्योगधंद्यांचे आदर्श स्थान समजून घेण्यासाठी महत्त्वपूर्ण योगदान दिले असले तरी त्यावर काही टीका देखील झाल्या आहेत त्या खालीलप्रमाणे:

१. हा सिद्धांत प्रामुख्याने कच्च्या मालावर अवलंबून असलेल्या मोठ्या प्रमाणात उत्पादन करणाऱ्या उद्योगांसाठी उपयुक्त आहे, परंतु आधुनिक तंत्रज्ञान उद्योगांसाठी योग्य नाही.

२. वेबरने कोळशावर आधारित स्थानिकीकरणावर भर दिला, परंतु आधुनिक ऊर्जा स्रोत, विशेषतः जलविद्युत, यामुळे उद्योग कोळसा स्रोतानजीक असण्याचे महत्त्व कमी झाले आहे.

३. आजकाल ऊर्जा दीर्घ अंतरावर नेली जाऊ शकते, त्यामुळे उद्योगांना ऊर्जेच्या स्रोतांच्या जवळ असण्याची आवश्यकता नाही.

४. वेबरने प्रामुख्याने वाहतूक खर्च कमी करण्यावर लक्ष केंद्रित केले, त्यामुळे मागणी, सरकारी धोरणे, आणि पायाभूत सुविधा यासारख्या इतर महत्त्वाच्या घटकांकडे दुर्लक्ष झाले.

५. वेबरच्या सिद्धांतात वाहतूक आणि दळणवळण तंत्रज्ञान प्रगतीचा विचार नाही, ज्यामुळे कच्च्या मालाच्या आणि बाजाराच्या निकटतेचे महत्त्व कमी झाले आहे.

६. वेबरच्या मॉडेलमध्ये श्रम खर्च निश्चित मानला आहे, परंतु प्रत्यक्षात श्रमिक स्थलांतरित होऊ शकतात आणि उद्योग कमी श्रम खर्च किंवा अधिक कुशल श्रमिक असलेल्या ठिकाणी स्थलांतर करतात.

७. यांत्रिकीकरणामुळे मोठ्या श्रमिकांवरील अवलंबित्व कमी होते, ज्यामुळे श्रम खर्चाचा उद्योगधंद्यांच्या स्थानिकीकरणावर कमी परिणाम होतो.

८. वेबरचा सिद्धांत जागतिकीकरणाच्या परिणामांचा विचार करत नाही, ज्यामुळे उद्योगाचे स्थानिकीकरणाचे तंत्र बदलते.

९. या सिद्धांतात पर्यावरणीय नियमावली किंवा शाश्वततेचा विचार नाही, जे आजच्या औद्योगिक स्थानिकीकरण निर्णयांमध्ये अत्यंत महत्त्वाचे झाले आहे.

१०. राजकीय स्थिरता, कर सवलती, आणि सामाजिक पायाभूत सुविधा हे देखील आजच्या औद्योगिक स्थानिकीकरणाचे प्रमुख घटक आहेत, जे वेबरच्या सिद्धांतात सामाविष्ट नाहीत.

एकूणच, वेबरचा सिद्धांत वाहतूक आणि मजूर खर्च कमी करण्यावर आधारित उद्योगधंद्यांचे स्थानिकीकरण समजून घेण्यासाठी उपयुक्त असला तरी, आधुनिक, गतिशील, आणि जागतिकीकृत अर्थव्यवस्थांमध्ये त्याची मर्यादा आहे.

३.४ मानवी विकास निर्देशांकाचे घटक आणि महत्त्व (Components of HDI and Importance of HDI)

मानवी विकास निर्देशांक हे देशाच्या आर्थिक आणि सामाजिक मोजमापांवर आधारित विकास मोजण्याचे साधन आहे. एखाद्या देशाच्या सर्वांगीण विकासाचे मूल्यांकन केवळ त्याच्या आर्थिक वाढीच्या आधारे केले जात नाही, तर लोक आणि त्यांच्या क्षमतांच्या आधारे देखील मूल्यांकन केले जाते, हे सत्य मांडण्यासाठी हे साधन विकसित केले गेले. मानव विकास निर्देशांकाची गणना देशाचे सामाजिक आणि आर्थिक परिमाण व लोकांचे आरोग्य, त्यांची शैक्षणिक क्षमता, त्यांचे जीवनमान आणि दरडोई सकल राष्ट्रीय उत्पन्न (GNI) या तीन घटकांपैकी प्रत्येकाच्या सामान्य निर्देशांकांद्वारे केली जाते. याचा वापर एखाद्या देशाच्या राष्ट्रीय धोरणावर प्रश्नचिन्ह निर्माण करण्यासाठी आणि दरडोई समान (GNI) असलेल्या देशांची तुलना करण्यासाठी समान सकल राष्ट्रीय उत्पन्न (GNI) दरडोई असतानाही या देशांचा मानवी विकास का वेगळा आहे हे प्रश्न विचारण्यासाठी देखील होतो. मानव विकास निर्देशांक हा लोकाभिमुख, निसर्गाभिमुख, रोजगाराभिमुख आणि जीवनाभिमुख असावा. मानव विकास निर्देशांक सुनिश्चित करून मानवी विकास केला जाऊ शकतो यामध्ये खालील पैलुंचा समावेश होतो;

i) सर्वांना संधीची समानत, शिक्षण आणि आरोग्य सेवा उपलब्ध करून देणे.

ii) प्रत्येकासाठी संधीची शाश्वतता

iii) वाजवी उत्पन्नासह सर्व लोकांना रोजगार

iv) गरिबांचे सक्षमीकरण

v) प्रत्येकासाठी निवड आणि संधी

vi) निर्णयांमध्ये लोकांचा सहभाग सुनिश्चित करणे

मानवी विकास निर्देशांक:

मानवी विकास निर्देशांक देशाच्या सर्वांगीण विकासाचे मूल्यांकन करण्यासाठी देशाच्या महत्त्वपूर्ण सामाजिक आणि आर्थिक पैलूंना एकत्रित करते. मानवी विकास निर्देशांक सामान्यत: देशाच्या लोकसंख्येच्या विकासाचे तीन घटक वापरते, यामध्ये त्यांचे शिक्षण, त्यांचे राहणीमान आणि लोकांचे आरोग्य यांचा समावेश होतो, याच आधारावर देशाच्या विकासाचे मूल्यांकन केले जाते. १९९० मध्ये, मानवी विकास निर्देशांक प्रथम पाकिस्तानी अर्थशास्त्रज्ञ महबूब उल हक यांनी वापरला होता. निर्देशांकाचा वापर संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रमाद्वारे

देशांच्या क्रमवारीत करण्यासाठी केला जातो आणि देशाच्या आर्थिक आणि सामाजिक मोजमापांच्या आधारे देशाच्या विकासाचे मूल्यांकन करण्यासाठी सर्वोत्तम साधनांपैकी एक साधन मानले जाते.

अ) मानवी विकास निर्देशांकाचे घटक (Components of HDI):

जीवनाच्या विविध पैलूंचे प्रतिनिधित्व करणारे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

i) **सरासरी आयुर्मान:**

नवीन जन्मलेल्या व्यक्तीने या जगात किती वर्षे जगणे अपेक्षित आहे. हे मानवी विकास निर्देशांकात आरोग्याचा घटक दर्शविते.

ii) **शिक्षण:**

हे शाळेतील प्रवेशाच्या वयातील मुलाच्या शालेय जीवनाची अपेक्षित वर्षे आणि प्रौढ लोकसंख्येच्या शालेय शिक्षणाची सरासरी वर्षे याद्वारे मोजले जाते.

iii) **शालेय शिक्षणाची सरासरी वर्षे:**

हे एकूण शालेय प्रौढ (वय २५ वर्षे आणि त्याहून अधिक) प्राप्त झालेल्या वर्षांची सरासरी संख्या निर्धारित करते.

iv) **शालेय शिक्षणाची अपेक्षित वर्षे:**

शालेय प्रवेशाच्या वयातील मुलाला किती वर्षे शालेय शिक्षण मिळण्याची अपेक्षा आहे याचा अंदाज आहे.

v) **राहणीमानाचा दर्जा:**

लोकांच्या राहणीमानाचे मोजमाप देशाच्या किमतीच्या पातळीनुसार दरडोई सकल राष्ट्रीय उत्पन्नाद्वारे केले जाते.

ब) मानवी विकास निर्देशांकाचे महत्त्व (Importance of HDI):

मानवी विकास निर्देशांक हे एखाद्या राष्ट्राच्या आणि तेथील रहिवाशांच्या एकूण सामाजिक-आर्थिक परिस्थितीचे आवश्यक सूचक आहे. त्या क्षेत्रांचा विकास ठरवण्यासाठी विविध बाबी विचारात घेतल्यामुळे, प्रत्येक राष्ट्राच्या कामगिरीचे मूल्यमापन करण्याचा हा एक प्रभावी मार्ग आहे. परिणामी, सर्वेक्षणानंतर, प्रत्येक देशाला दरवर्षी संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रमाद्वारे एक श्रेणी दिली जाते. ज्याने सर्व किंवा बहुतेक निर्देशाकांमध्ये चांगली कामगिरी केली आहे त्याला उच्च श्रेणीचे वाटप केले जाते. त्याचप्रमाणे, ज्या राष्ट्रांनी सर्व किंवा बहुतेक निर्देशाकांमध्ये चांगली कामगिरी केली नाही ते खालच्या श्रेणीत आहेत. थोडक्यात दरवर्षी राष्ट्रांच्या सामाजिक-आर्थिक परिस्थितीचे मापन करण्यास एचडीआय मदत करते आणि त्याचा मागोवा ठेवते. मानव विकास निर्देशांक (HDI) हे आर्थिक निर्देशांकांच्यापुढे देशाचे कल्याण आणि प्रगती मोजण्यासाठी एक महत्त्वाचे एकक आहे. आपल्याला त्याचे महत्त्व खालीलप्रमाणे सांगता येईल:

१. **समग्र दृष्टिकोन :** मानव विकास निर्देशांक आरोग्य, शिक्षण आणि उत्पन्न यांचा एकत्रित विचार करते, मानवी विकासाचे सर्वसमावेशक चित्र आपल्यासमोर मांडते.

२. **जागतिक तुलना:** मानव विकास निर्देशांक आंतरदेशीय तुलना करण्यास महत्वाचे एकक आहे, आंतरराष्ट्रीय सहकार्य आणि धोरणत्मक शिक्षण सुलभ करते.

३. **विषमता ओळखणे:** देशांमधील विकासातील त्रुटी लक्षात आणून देऊन, विकासाची धोरणे आखण्यास मदत करते.

४. **धोरण मूल्यमापन :** मानवी विकास सुधारण्याच्या उद्देशाने धोरणे आणि कार्यक्रमांच्या परिणामकारकतेचे मूल्यमापन करते.

५. **उद्दिष्टे निश्चित करणे :** शाश्वत विकासाची उद्दिष्टे निश्चित करणे.

६. **प्रगतीवर लक्ष ठेवणे:** वेळोवेळी प्रगतीचा मागोवा घेणे, धोरणे आणि धोरणांमध्ये समायोजन करणे.

७. **उत्तरदायित्व वाढविणे :** मानवी विकासाला प्राधान्य देण्यासाठी आणि त्या पूरक कार्यक्रमांची अंमलबजावणीसाठी सरकारांना प्रोत्साहित करते.

८. **गुंतवणुकीला प्रोत्साहन देणे :** मानवी विकासात गुंतवणूक आकर्षित होते. आर्थिक वृद्धी आणि दारिद्र्य निर्मूलनास चालना मिळते.

९. **जीवनमान सुधारणे :** केवळ आर्थिक वाढीपेक्षा लोकांचे जीवनमान उंचावण्यावर भर दिला जातो.

मानवी विकास निर्देशांकाचे परिणाम:

एचडीआयचा वापर धोरणकर्ते, मीडिया आणि गैर-सरकारी संस्थांचे लक्ष वेधण्यासाठी आणि सामान्य आर्थिक आकडेवारीपासून मानवी परिणामांपर्यंतचा दृष्टिकोन बदलण्यासाठी केला जातो. लोक आणि त्यांची प्रवीणता ही देशाच्या विकासासाठी अंतिम मार्गदर्शक तत्त्वे असली पाहिजेत, आर्थिक वाढ नाही, हे पुन्हा मांडण्यासाठी सुरू करण्यात आले.

मानव विकास निर्देशांकाचा उपयोग राष्ट्रीय धोरणाच्या पर्यायांचे निदान करण्यासाठी आणि प्रति व्यक्ती समान पातळीवरील उत्पन्न असलेल्या दोन देशांचे मानवी विकासाचे वेगवेगळे परिणाम कसे होऊ शकतात हे शोधण्यासाठी देखील केला जातो. उदाहरणार्थ, दोन भिन्न देशांचे प्रति व्यक्ती समान उत्पन्न असू शकते परंतु त्यांचे आयुर्मान आणि साक्षरतेचे स्तर भिन्न असू शकतात, जसे की एका देशाचे एचडीआय दुसऱ्यापेक्षा जास्त आहे. एका देशात काय साध्य करता येईल हे दुसऱ्या देशाच्या आवाक्याबाहेर आहे हे ठरवण्यासाठी या विषमता आरोग्य आणि शिक्षणाशी संबंधित सरकारी धोरणांवर चर्चेला प्रोत्साहन देतात.

एचडीआयचा वापर देशांतर्गत, लिंगांमध्ये, राज्ये किंवा प्रांतांमधील, वांशिक आणि इतर सामाजिक-आर्थिक गटांमधील विसंगतीचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी केला जातो. अशा प्रकारे विरोधाभासांना प्रोत्साहन दिल्याने अनेक देशांमध्ये राष्ट्रीय चर्चेला उधाण आले आहे.

मानव विकास निर्देशांकाच्या मर्यादा:

मानवी विकास निर्देशांकाच्या संकल्पनेमागे साम्यवादी विचार असूनही, सांख्यिकीय मोजमाप मोठ्या प्रमाणात सरलीकृत आहे. एचडीआय गणनेची सध्याची आवृत्ती देशाच्या विकासावर परिणाम करणाऱ्या काही घटकांचा विचार करते. देशाच्या विकासाचे अधिक अचूक विश्लेषण करण्यासाठी, इतर घटक जसे की रोजगाराच्या संधी, सशक्तीकरण चळवळ आणि सुरक्षिततेची भावना निर्देशांक गणनेमध्ये विचारात घेणे आवश्यक आहे.

संदर्भग्रंथ सूची:

१. प्रकाश सावंत (१९९८) भारताचा भूगोल, फडके प्रकाशन, कोल्हापूर.
२. खतीब के. ए.(२००७) आर्थिक भूगोल, मेहता पब्लिशिंग हाउस, पुणे
३. दूर शिक्षण केंद्र (२०१९) वाहतूक व दळणवळणाचे अर्थशात्र, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर.
४. खतीब के. ए. आर्थिक भूगोल, अजब प्रकाशन, कोल्हापूर
५. सवदी, कोळेकर आधूनिक भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे
६. सवदी कोळेकर (२००८) भूगोलाची मुलतत्वे, खंड दुसरा, निराली प्रकाशन
७. Padmanabhan Nair (2007) Human Development Index: An Introduction (Economy Series)

स्वाध्याय

अ) खाली दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्यायाची निवड करून विधाने पूर्ण करा.

१. खेड्यांचे विविध समूह जिल्ह्यांशी जोडणारे व खेड्यांना परस्परांशी जोडणारे रस्ते म्हणजे .... होय.

अ) ग्रामीण रस्ते ब) जिल्हा रस्ते

क) राज्य रस्ते ड) यापैकी नाही.

२. सन १९०९ साली .... यांनी उद्योगधंद्यांच्या स्थाननिश्चितीकरणाचा सिद्धांत मांडला.

अ) ऑगस्ट लॉस ब) आल्फ्रेड वेबर

क) क्रिस्टलर ड) व्हॉन थुनेन.

३. वेबरच्या मते,...........क्षेत्र लोह पोलाद उद्योग स्थानिकीकरणासाठी सर्वांत जास्त योग्य असते.

अ) दगडी कोळसा ब) बाजारपेठ

क) अशुद्ध लोखंड ड) यापैकी नाही.

४. वेबर यांनी उद्योगधंद्यांच्या स्थाननिश्चितीकरण सांगताना...........संकल्पना मांडली.

अ) स्थानिक त्रिकोण ब) स्थानिक वर्तुळ

क) स्थानिक चौकोन ड) यापैकी नाही.

ब) दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. वाहतुकीची व्याख्या व अर्थ सांगून वाहतुकीचे प्रकार स्पष्ट करा.

२. वेबरच्या सिद्धांत सांगून त्याचे टीकात्मक परीक्षण करा.

क) टीपा लिहा.

१. जलवाहतूक

२. रस्त्यांच्या विकासावर परिणाम करणारे घटक

३. कच्चा माल आणि बाजारपेठ आधारित उद्योगधंद्यांचे आदर्श स्थान

४. मानवी विकास निर्देशांकाचे घटक व महत्व

५. सुलभता आणि सुगमता

❑❑❑

प्रकरण– ४
प्रात्यक्षिक

घटक संचरचना :

* जन्मदर आणि मृत्युदर
* लोकसंख्या वाढीचा दर
* लोकसंख्येची घनता
* वाहतूक जाळी आलेख सिद्धांत

....

४.० उद्दिष्टे

हा घटक प्रात्यक्षिकाचा घटक आहे या खालील उद्दिष्ट आपणास साध्य करावयाची आहेत

१. जन्मदर व मृत्युदर, लोकसंख्या घनता आणि लोकसंख्या वाढ सांख्यिकीय पद्धतीने अभ्यासणे.

२. लोकसंख्या सांख्यिकीचा योग्य अर्थबोध जाणणे

३. वाहतूक जाळी आलेख सिद्धांत याची माहिती प्राप्त करून घेणे.

४. वाहतूक जाळी आलेख तयार करण्यासाठीची सविस्तर माहिती प्राप्त करून घेणे.

५. लोकसंख्या वाढीचा दर कोणत्या पद्धतीने काढला जातो यासंबंधी माहिती करून घेणे.

६. लोकसंख्येच्या घनते संदर्भात माहिती प्राप्त करून घेणे.

४.१ प्रस्तावना

विद्यार्थी मित्रांनो घटक दोन मध्ये आपण जन्मदर, मृत्युदर, लोकसंख्येची वाढ व घनता या संदर्भात चर्चा केलेली आहे. सदर प्रकरण हे प्रात्यक्षिकासाठी असल्याने या प्रकरणांमध्ये आपल्याला जन्मदर, मृत्युदर लोकसंख्येची वाढ, लोकसंख्येची घनता व वाहतूक जाळी आलेख हे प्रत्यक्षात कशाप्रकारे तयार केले जातात किंवा त्याचे आकडेवारी कशाप्रकारे काढली जाते पाहणार आहोत.

भूगोलशास्त्र विषयात प्रात्यक्षिकाला अनन्य साधारण महत्त्व आहे. भूगोलात सांख्यिकी क्रांतीचा उदय झाला त्यावेळी विविध प्रकारची आकडेवारी अविरतपणे भूगोलाच्या अभ्यासात येत होती. सदर आकडेवारी कोष्टकाच्या स्वरूपात मांडली जाते. बऱ्याच वेळा ही कोष्टकातील आकडेवारी समजण्यास किचकट असते. या आकडेवारीवर विविध प्रकारच्या प्रक्रिया करण्यात आल्या. विविध शास्त्रज्ञांनी यामध्ये अत्यंत मोलाचे योगदान दिले आहे. आज लोकसंख्याशास्त्र स्वतंत्र विषय म्हणून मोठ्या प्रमाणामध्ये अभ्यासला जातो. जगामध्ये यासंदर्भात अभ्यास करणाऱ्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या संस्था सध्या कार्यरत आहेत. त्यामध्ये कच्च्या आकडेवारीवर प्रक्रिया केली जाते. ते सर्वसामान्यांना समजण्याकरिता विविध संज्ञा पुढे आलेल्या आहेत. आपण या घटकामध्ये जन्मदर व मृत्युदर, लोकसंख्या वाढीचा दर, लोकसंख्येची घनता, वाहतूक जाळी आलेख सिद्धांत याविषयी सविस्तर चर्चा करणार आहे. आपण यामध्ये प्रत्यक्षात कच्च्या आकडेवारीवर कशाप्रकारे प्रक्रिया केली जाते याच्यावर सविस्तर चर्चा करणार आहोत तसेच काही उदाहरणे घेऊन प्रत्यक्षात आकडेमोड करणार आहोत. सदर घटकांमध्ये प्रामुख्याने लोकसंख्येच्या गतिशीलतेची चर्चा करणार आहोत. कालमानानुसार लोकसंख्येत बदल होत असतात. परिवर्तन किंवा गतिमानता हा लोकसंख्येचा गुणधर्म आहे. काही ठिकाणी एकदम लोकसंख्या वाढते किंवा कमी होते. जन्मदर मृत्युदर लोकसंख्येची घनता अभ्यासत असताना जन्मदर किंवा मृत्युदर स्वतंत्र अभ्यासणे योग्य ठरणार नाही. त्याकरिता स्त्रीची जननक्षमता अभ्यासणे अभिप्रेत आहे.

४.२ विषय विवेचन

जननक्षमता

जनन म्हणजे स्त्री आपल्या आयुष्यात किती अर्भकांना जन्म देऊ शकते यावरून स्त्रीची प्रजोत्पादन क्षमता स्पष्ट केली जाते. एखाद्या ठिकाणच्या जन्माला आलेल्या बालकांच्या नोंदीवरून जनन प्रमाण सहज स्पष्ट करता येते. पण मातेची योग्य वयातील अपत्याची जन्म देण्याची क्षमता मात्र मोजणे अवघड असते. त्यासाठी स्त्रीच्या वयातील जननक्षम काळ विचारात घेतला जातो. १५ ते ४९ या वयोगटाचा काळ हा स्त्रीच्या जननक्षमतेचा काळ समजला जातो.

खालील सूत्रावरून जननक्षमता काढता येते

सूत्र

जननक्षमता =(Po-4)/(Pf 15-49) X 1000

Po-4 = 5 वर्षाखालील बालकांची संख्या

Pf 15-49 = जननक्षम मातांची संख्या

वरील सूत्राच्या आधारे दर १००० जननक्षम मातांची जननक्षमता काढता येते.

उदाहरणार्थ

एखाद्या ठिकाणी ५ वर्षाखालील बालकांची संख्या ७० आहे व त्या ठिकाणी १५ ते ४९ वयोगटातील जननक्षम मातांची संख्या २१० आहे, यावरून आपण वरील सूत्राच्या आधारे प्रदेशातील स्त्रियांची जननक्षमता काढू शकतो.

सूत्र

जननक्षमता = (Po-4)/(Pf 15-49) X 1000

= 70/210 X 1000

= 333.33

या ठिकाणी जननक्षम स्त्रियांचे प्रमाण दर हजारी ३३३.३३ आहे

४.२.१ जन्मदर आणि मृत्युदर

अ) जननदराचे प्रकार

१. ढोबळ जन्मदर (Crude Birth Rate) CBR

२. साधारण जन्मदर (General Fertility Rate) GFR

३. वय सापेक्ष जन्मदर (Age Specific Fertility Rate) ASFR

४. एकूण जन्मदर (Total Fertility Rate) TFR

१) ढोबळ जन्मदर (Crude Birth Rate) CBR

एखाद्या विशिष्ट प्रदेशातील विशिष्ट वर्षातील १००० लोकसंख्येमागे जन्मलेल्या अर्भकांची संख्या म्हणजे त्या प्रदेशातील त्या वर्षाचा ढोबळ जन्मदर होय. त्यावर्षी जन्माला येणाऱ्या अर्भकांच्या एकूण संख्येला त्या वर्षाच्या मध्यकाळातील लोकसंख्येने भागून आलेल्या भागाकाराला १००० ने गुणल्यास ढोबळ जन्मदर निघतो.

सूत्र

$$\textbf{ढोबळ जन्मदर} = \frac{\textbf{त्या वर्षात जन्माला येणाऱ्या एकूण अर्भकांची संख्या}}{\textbf{(त्या वर्षातील मध्यकाळातील एकूण लोकसंख्या)}} \times 1000$$

मध्य काळातील लोकसंख्या म्हणजे त्या वर्षातील सरासरी लोकसंख्या होय म्हणजे ०१ जानेवारी अधिक (+) ३१ डिसेंबरची लोकसंख्या भागिले (÷) २

ढोबळ जन्मदरामध्ये एकूण लोकसंख्येचा विचार केला जातो. परंतु सर्वच लोकसंख्या जननक्षम नसते यामध्ये फक्त पंधरा ते ४९ वयोगटातील स्त्रिया जननक्षम असतात.

उदाहरणार्थ

एखाद्या ठिकाणची ०१ जानेवारी रोजीची लोकसंख्या समजा ३५,४०,००,००० आहे व त्याच वर्षातील ३१ डिसेंबरची लोकसंख्या ३८,४०,००,००० लाख आहे. त्यावर्षी त्या ठिकाणी एकूण जन्माला

आलेल्या अर्भकांची संख्या ३,००,००० आहे. खालील सूत्रानुसार या आकडेवारीचा ढोबळ जन्मदर काढता येतो.

सूत्र

$$\text{ढोबळ जन्मदर} = \frac{\text{(त्या वर्षात जन्माला येणाऱ्या एकूण अर्भकांची संख्या)}}{\text{(त्या वर्षातील मध्यकाळातील एकूण लोकसंख्या)}} \times 1000$$

$$\text{ढोबळ जन्मदर} = \frac{(3,00,000)}{(36,90,000)} \times 1000$$

ढोबळ जन्मदर = ८१.३० दर हजारी

२. साधारण जन्मदर (General Fertility Rate) GFR

साधारण जन्मदर हा प्रजनन क्षम वयातील स्त्रियांनी एका वर्षात जन्म दिलेल्या अर्भकांची संख्या होय.

सूत्र

$$\text{साधारण जन्मदर} = \frac{\text{एकूण अर्भकांची संख्या}}{\text{जननक्षम वयातील स्त्रियांची संख्या}} \times 1000$$

जन्मदरापेक्षा हे परिमाण सुधारित असले तरी या परिमाणांमध्ये जननक्षम वयोगटातील सर्व स्त्रियांचा विचार केला जातो. परंतु जननक्षम वयोगटातील सर्व स्त्रिया विवाहित नसतात सर्व स्त्रियांचा जन्मदर एक सारखा नसतो. शिवाय काही स्त्रिया घटस्फोटीत विधवा किंवा त्या जननक्षम नसतात, त्याचाही साधारण जन्मदरावर परिणाम होतो.

उदाहरणार्थ

एखाद्या ठिकाणी अर्भकांची संख्या १०० आहे व त्या ठिकाणी १५ ते ४९ वयोगटातील जननक्षम मातांची संख्या २१० आहे यावरून आपण वरील सूत्राच्या आधारे प्रदेशातील स्त्रियांची जननक्षमता काढू शकतो.

सूत्र

$$\text{साधारण जन्मदर} = \frac{\text{एकूण अर्भकांची संख्या}}{\text{जननक्षम वयातील स्त्रियांची संख्या}} \times 1000$$

$$\text{साधारण जन्मदर} = \frac{100}{210} \times 1000$$

= 476 दर हजारी

३. वय सापेक्ष जन्मदर (Age Specific Fertility Rate) ASFR

हा विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांनी जन्म दिलेल्या मुलांच्या संख्येच्या संदर्भात सांगितला जातो. वय सापेक्ष जन्मदर पुढील सूत्राने काढला जातो.

सूत्र

$$\text{वय सापेक्ष जन्मदर} = \frac{\text{विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांनी जन्म दिलेल्या अर्भकांची संख्या}}{\text{त्याच वयोगटातील स्त्रियांची एकूण संख्या}} \times 1000$$

उदाहरणार्थ

समजा एखाद्या ठिकाणी विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांनी जन्म दिलेल्या अर्भकांची संख्या १२,००० आहे, त्याच वयोगटातील एकूण स्त्रियांची संख्या ३५००० आहे. अशावेळी वय सापेक्ष जन्मदर पुढील सूत्राच्या सहाय्याने काढता येईल.

सूत्र

$$\text{वय सापेक्ष जन्मदर} = \frac{\text{विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांनी जन्म दिलेल्या अर्भकांची संख्या}}{\text{त्याच वयोगटातील स्त्रियांची एकूण संख्या}} \times 1000$$

$$\text{वय सापेक्ष जन्मदर} = \frac{\text{१२०००}}{\text{३५०००}} \times 1000$$

वय सापेक्ष जन्मदर = ३४२.८५ दर हजारी

४) एकूण जन्मदर (Total Fertility Rate)TFR

स्त्रियांच्या संपूर्ण प्रजननक्षम काळात तिला एकूण किती मुले होऊ शकतील, हे काढण्यासाठी एकूण जन्मदर पद्धतीचा उपयोग केला जातो. हे एकूण जन्मदरामध्ये विविध वयसापेक्ष जन्मदराची बेरीज करून येणाऱ्या बेरजेस एका वयोगटातील वर्षाने भागून येणारे लोकसंख्या संख्येला १००० ने गुणले जाते.

सूत्र

$$\text{एकूण जन्मदर} = \frac{\text{वयसापेक्ष जन्मदराची बेरीज}}{\text{त्याच वयोगटातील वर्षे}} \times 1000$$

ब) मृत्युदर

मृत्युदर ही संकल्पना समजण्याच्या अगोदर आपणास मर्त्यता या शब्दाचा अर्थ समजून घेणे अत्यंत गरजेचे आहे . जन्म व मृत्यू या दोन्ही जीवन विषयक घटना असून जन्म ही घटना मानवी जीवनातील जीवन अस्तित्वाची सुरुवात असते, तर मृत्यू आयुष्याचा शेवट असतो. मर्त्यता संदर्भात संयुक्त राष्ट्र संघटना (United Nation) व जागतिक आरोग्य संघटना (World Health Organization) यांनी काही संज्ञा तयार केल्या आहेत.

(a) जीवित जन्म (Live Birth)

मानवी गर्भधारणेचे फक्त निसर्गतः किंवा मानवी प्रयत्नाने मातेपासून अलिप्त झाल्यावर या गर्भफलाने जर जिवंतपणाची लक्षणे-श्वसन, नाडीचे ठोके, स्पंदन, स्नायूंची हालचाल इ. दर्शविली तर त्या गर्भफलास 'जीवीत जन्म' असे म्हणतात.

(b) मृत्यू (Death)

व्यक्तीच्या जन्मानंतर व्यक्तीच्या जिवंतपणाची सर्व लक्षणे नष्ट झाली तर त्या घटनेला 'मृत्यू' असे म्हणतात.

(c) गर्भमृत्यू (Foetal Death)

मानवी गर्भधारणेच्या फलावस्थेतच किंवा गर्भावस्थेतच मृत्यू झाला तर त्यास 'गर्भमृत्यु' असे म्हणतात. गर्भपात (Abortion) व मृतजन्म (Still Birth) यांचा यातच समावेश होतो

(d) अर्भक मृत्यू (Infant Death)

जन्मलेले बालक एक वर्षाच्या आत मृत पावल्यास त्यास अर्भक मृत्यू (Infant Death) असे म्हणतात.

(i) ढोबळ मृत्यूदर (Crude Death Rate) :

मर्त्यता मोजण्याचे सर्वात सोपे व सोयीस्कर परिमाण म्हणजे ढोबळ मृत्युदर होय. यालाच अशोधित मृत्यूदर असेही म्हणतात. ढोबळ मृत्यूदर म्हणजे दर हजार व्यक्तीमागे घडणारे मृत्यू होय. ढोबळ मृत्यूदर खालील सूत्राने काढतात.

सूत्र

$$\text{ढोबळ मृत्यूदर} = \frac{\text{विशिष्ट प्रदेशातील संपूर्ण वर्षातील एकूण मृत्यू}}{\text{त्याप्रदेशाची वर्षमध्यास असलेली लोकसंख्या}} \times 1000$$

सर्वसाधारणपणे ढोबळ मृत्यूदर हा वार्षिक दर असतो. पण कधी कधी मासिक दरही काढतात. कारण एका वर्षातील मृत्यूचे प्रमाण १२ महिन्यांत समान नसते. काही वेळा साथींच्या रोगांमुळे (गॅस्ट्रो, कावीळ, प्लेग इत्यादी) काही महिन्यांत मृत्यूंची संख्या वाढते. अशावेळी मासिक ढोबळ मृत्यूदर काढण्याची पद्धत आहे. ढोबळ मृत्युदर हा एकूण लोकसंखेसाठी असल्यामुळे काही समस्या निर्माण होतात. उदा. विविध वयोगटातील लोकसंख्येमागे मर्त्यतेचे प्रमाण नेमके किती आहे, याची कल्पना येत नाही. त्यासाठी लोकसंख्याशास्त्रज्ञ वयसापेक्ष मृत्युदर काढतात.

(ii) **वयसापेक्ष मृत्युदर** (Age Specific Death Rate)

मृत्यू आणि व्यक्तीचे वय यांचा अत्यंत जवळचा संबंध असल्यामुळे वयसापेक्ष मृत्युदर काढणे आवश्यक ठरते. वयसापेक्ष मृत्युदर देखील ढोबळ मृत्युदराप्रमाणेच निश्चित करतात. प्रदेशातील लोकसंख्येचे विविध वयोगटात विभाजन केल्यानंतर प्रत्येक वयोगटासाठी मृत्युदर नेमका किती आहे हे ठरविले जाते यालाच वयसापेक्ष मृत्युदर म्हणतात. हा मृत्युदर खालील सूत्राच्या साहाय्याने काढता येतो.

सूत्र

$$\text{वयसापेक्ष मृत्युदर} = \frac{\text{विशिष्ट वर्षातील मृतांचा विशिष्ट प्रदेशातील लोकसंख्येच्या विशिष्ट वयोगटातील आकडा}}{\text{त्या विशिष्ट प्रदेशातील वर्षाच्या मध्यकाळातील त्या वयोगटांत असणारी लोकसंख्या}} \times 1000$$

वयसापेक्ष मृत्युदर ठरवितांना विशिष्ठ वयोगटातील मृतांच्या संख्येचे त्या वयोगटातील लोकसंख्येशी गुणोत्तर काढले जाते व त्यास १००० ने गुणले, की त्या वयोगटाचा मृत्युदर म्हणजेच एक हजार लोकसंखेमागे असलेला मृतांचा वयोगटातील मृत्युप्रमाण स्पष्ट होत असल्यामुळे विविध वयोगटांतील मृत्युप्रमाणाची तुलना करून त्या दृष्टीने शासनाला काही नियोजनात्मक हालचाली करता येतात.

(iii) **लिंग-वयोगट सापेक्ष मृत्युदर** (Age and Sex Specific Death Rate)

मृत व्यक्तीच्या वयाप्रमाणेच मृत व्यक्तीच्या लिंगाला देखील मर्त्यतेच्या अभ्यासात महत्त्व आहे. कारण मृत्युदरांत लिंगानुसार देखील भिन्नता आढळते. त्यामुळे वयोगटासापेक्ष मृत्युदर पुरुष व स्त्रियांसाठी वेगवेगळे निश्चित करण्याची पद्धत आहे. लिंग-वयोगट सापेक्ष मृत्युदर खालील सूत्राने काढतात.

सूत्र

$$\text{पुरुष वयोगट सापेक्ष मृत्युदर} = \frac{\text{एका विशिष्ट प्रदेशातील विशिष्ट वयोगटातील पुरुषांची मृत्युसंख्या}}{\text{त्याच विशिष्ट वयोगटातील पुरुषांची मध्यवर्षीय लोकसंख्या}} \times 1000$$

$$\text{स्त्री वयोगट सापेक्ष मृत्युदर} = \frac{\text{एका विशिष्ट प्रदेशातील विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांची मृत्युसंख्या}}{\text{त्याच विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांची मध्यवर्षीय लोकसंख्या}} \times 1000$$

लिंग-वयोगट सापेक्ष मृत्युदर वयोगट सापेक्ष मृत्युदराप्रमाणेच परंतु स्त्री-पुरुषांकरीता वेगवेगळे निश्चित करतात. लिंग व वयोगट सापेक्ष मृत्युदर काढताना पुरुषांसाठी जो विशिष्ठ प्रदेश व विशिष्ठ वयोगट गृहीत धरला असेल तोच विशिष्ट प्रदेश व विशिष्ठ वयोगट स्त्रियांसाठी देखील गृहीत धरावा लागतो. म्हणजेच पुरुष व स्त्रिया यांच्या मृत्यूदराची तुलना करणे सोपे होते. सर्वसाधारणपणे जगात पुरुष मृत्यूदर बहुतेक तुलनेने अधिक असतात.

(iv) **अर्भक मृत्युदर** (Infant Mortality Rates)

अर्भक मृत्युदर ठरवितांना वय हा घटक महत्त्वाचा असतो. साधारणपणे १ वर्षे वयापर्यंतच्या मुला-मुलींना बालके किंवा अर्भके असे संबोधिले जाते. अर्भक मृत्युदर काढतांना याच वयोगटातील लोकसंख्या व त्यातील मृत्यु विचारात घेतले जातात. मृत झालेल्या अर्भकांच्या संख्येचे त्या वयोगटातील अर्भकांच्या एकूण लोकसंख्येशी गुणोत्तर काढून त्यास १००० ने गुणले, की अर्भक मृत्युदर समजतो. अर्भक मृत्युदर म्हणजे एक वर्ष वयापर्यंतच्या बालकांमधील एक हजारी अर्भकांमागे असलेला सरासरी मृत बालकांचा आकडा होय.

सूत्र

$$\text{अर्भक मृत्युदर} = \frac{\text{(एका कॅलेंडर वर्षातील एक वर्षापेक्षा कमी वयात मृत्यु पावलेल्या अर्भकांची संख्या)}}{\text{(त्याच वर्षातील एक वर्षाखालील एकूण जीवित अर्भकांची संख्या)}} \times 1000$$

यावरून मृत अर्भकाच्या संख्येचे त्याच वयोगटातील अर्भकांच्या संख्येचे त्याच वयोगटातील अर्भकाच्या एकूण लोकसंख्येशी गुणोत्तर काढून त्यास १०० ने गुणतात. बालमृत्युदर हा कुपोषण, साथीचे रोग, लसींचा अभाव शोधून काढण्यासाठी महत्त्वाचा ठरतो.

४.२.२ **लोकसंख्यावाढीचा दर** (Populatin Growth Rate)

भारतासारख्या जास्त लोकसंख्या असणाऱ्या देशामध्ये प्रत्येक वर्षी जनगणना घेणे अतिशय अवघड कार्य ठरते. त्यामुळे लोकसंख्येत दरवर्षी दर शेकडा कोणत्या दराने बदल होत आहे याचे परिमाण जनगणनेच्या आकडेवारीवरूनच काढावे लागते. यासाठी लोकसंख्यावाढीचा शेकडा दर काढल्यावर दोन जनगणना कालावधी म्हणून १० वर्षांने भागले जाते. यातून येणारा आकडा हा वार्षिक दर असतो. यापेक्षा वार्षिक दर काढण्यासाठी चक्रवाढव्याज या गणिती पद्धतीने काढलेले आकडे जास्त अचूक असतात. या पद्धतीनुसार दरवर्षी लोकसंख्येत झालेली वाढ मूळ लोकसंख्येत मिळवून तो पाया गृहीत धरून पुढच्या वर्षीचा वाढीचा दर काढला जातो. त्यासाठी पुढील सूत्राचा वापर करतात.

सूत्र–

लोकसंख्यावाढीचा दर $r = \frac{(P1-P0)/P0 \times 100)}{n}$

Po = आधीच्या जनगणनेनुसार असलेली लोकसंख्या.

P1 = नंतरच्या जनगणनेनुसार असलेली लोकसंख्या.

n = दोन जनगणनेमधील (१० वर्षे) कालखंड.

r = लोकसंख्या वाढीचा वार्षिक दर.

हा दर प्रतिव्यक्ती असतो. म्हणून त्याला १०० ने गुणून शेकडा दर काढतात.

उदाहरणार्थ

भारतातील १९९१ च्या जनगणनेनुसार ८४३९३०२ लोकसंख्या होती व २००१ च्या जनगणनेनुसार १०२०१५२४७ कोटी होती. या दशकातील लोकसंख्यावाढीचा वार्षिक दर सूत्राच्या आधारे टक्केवारीमध्ये पुढीलप्रमाणे काढता येईल.

सूत्र–

लोकसंख्यावाढीचा दर $r = \frac{(P1-P0)/P0 \times 100)}{n}$

लोकसंख्यावाढीचा दर $r = \frac{\left(\frac{11.088 \times 100}{10}\right) \times 100}{10}$

लोकसंख्यावाढीचा दर $r = 110.88$

लोकसंख्यावाढीचा सरासरी वार्षिक दर ११०.८८ टक्के आहे.

४.२.३ लोकसंख्येची घनता (Density of Population)

लोकसंख्या भूगोलाच्या अभ्यासामध्ये लोकसंख्या वितरणाला जितके महत्त्व दिले जाते तितकेच महत्त्व लोकसंख्येच्या घनतेला दिले जाते. कारण जागतिक लोकसंख्या वितरण असमान आहे; पण ते कसे व किती प्रमाण आहे, याची निश्चित सांख्यिकीय माहिती घनतेद्वारे प्राप्त होते. घनता ही संख्याशास्त्रीय पद्धत असून ती लोकसंख्येच्या अभिक्षेत्रीय वितरणाच्या अभ्यासासाठी उपयुक्त परिमाण म्हणून उपयोगात आणली जाते.

लोकसंख्येची घनता ही कल्पना सर्वप्रथम इ.स. १८३७ मध्ये हेन्री ड्युरी–हनेंस या अभ्यासकांनी मांडली. त्यांनी आयर्लंडमधील लोकसंख्येचे केंद्रीकरण जाणून घेण्यासाठी दरचौरस मैलास किती लोक राहतात याचा अभ्यास केला. परंतु त्यांच्या अभ्यासाचा हेतू रेल्वेमार्गाचा नकाशा तयार करणे हा होता. लोकसंख्या भूगोलामध्ये लोकसंख्येची घनता या संकल्पनेमध्ये लोकसंख्या व भूभाग यांचे गुणोत्तर अपेक्षित आहे. एक चौरस किमी किंवा चौरस मैल क्षेत्रफळ असलेल्या भूभागावर किती लोक राहतात हे दर्शविणाऱ्या संख्येला लोकसंख्येची घनता असे म्हणतात. लोकसंख्येची घनता ही एकूण लोकसंख्येच्या संबंधित क्षेत्राने भाग देऊन प्राप्त केली जाते.

सूत्र –

$$\text{लोकसंख्येची घनता} = \frac{\text{विशिष्ट प्रदेशातील एकूण लोकसंख्या}}{\text{त्याच विशिष्ट प्रदेशाचे क्षेत्रफळ (चौरस किमी किंवा चौरस मैलातील}}$$

ज्या प्रदेशातील लोकसंख्येची घनता काढावयाची आहे त्या प्रदेशातील एकूण लोकसंख्येची संख्या अंशस्थानी ठेवून प्रदेशाचे क्षेत्रफळ किमी किंवा चौरस मैल या संख्येने भाग देऊन जी संख्या मिळेल ती संख्या त्या प्रदेशातील लोकसंख्येची घनता समजली जाते.

उदाहरणार्थ

तुम्हाला दिलेल्या आकडेवारीवरून कोल्हापूर जिल्ह्यातील तालुक्यांची लोकसंख्येची घनता काढा?

तालुका	लोकसंख्या	क्षेत्रफळ (चौरस किमी)
करवीर	१०३७७१३	६६४.६५
हातकणंगले	८०७७५१	६१२.५७
शिरोळ	३९१०१५	५०३.३९
कागल	२७५३७२	५४५.२३
पन्हाळा	२५९४१७	५६६.६७
गडहिंग्लज	२२५७३४	४७२.३८
राधानगरी	१९९७१३	८८०.७५
चंदगड	१८७२२०	९५६.४८
शाहूवाडी	१८५६६१	१०२५.२७
भुदरगड	१५०३६८	६३५.६३
आजरा	१२०२६५	५४३.९६
गगन बावडा	३५७७२	२७८.०२

सूत्र –

$$\text{लोकसंख्येची घनता} = \frac{\text{विशिष्ट प्रदेशातीलएकूण लोकसंख्या}}{\text{त्याच विशिष्ट प्रदेशाचे क्षेत्रफळ (चौरस किमी किंवा चौरस मैलातील)}}$$

१) करवीर तालुका लोकसंख्येची घनता $= \frac{१०३७७१३}{६६४.६५} = १५६१$

२) हातकणंगले तालुका लोकसंख्येची घनता $= \frac{८०७७५१}{६१२.५७} = १३१९$

३) शिरोळ तालुका लोकसंख्येची घनता $= \frac{३९१०१५}{५०३.३९} = ७७७$

अशाप्रकारे इतर सर्व तालुक्यांची लोकसंख्येची घनता काढणे.

a) **लोकसंख्या घनतेचे प्रकार** (Types of Population Density)

लोकसंख्येच्या घनतेमुळे केवळ प्रदेश किंवा क्षेत्र व लोकसंख्या यांचे गुणोत्तर एवढेच पाहिले जात नाही तर लोकसंख्या व प्रदेशातील जमिनीची उत्पादन क्षमता, लागवडीयोग्य जमीन, शेती करणारी लोकसंख्या व पोषण क्षमता यांचेही गुणोत्तर काढले जाते. यासंदर्भात संशोधकांनी आवश्यकतेनुसार लोकसंख्येची घनता मोजण्याचे खालील पाच प्रकार सांगितले आहेत.

१) गणिती घनता.

२) पोषण किंवा आहारविषयक घनता.

३) शेतकी घनता किंवा कृषी घनता.

४) आर्थिक घनता.

५) संतुलित घनता.

१) गणिती घनता (Arithemetic Density)

या घनता प्रकारामध्ये प्रदेशाची एकूण लोकसंख्या व त्याच प्रदेशाचे एकूण क्षेत्रफळ यांच्यामधील गुणोत्तर काढले जाते. दर चौरस किमी किंवा दर चौरस मैल प्रदेशामध्ये किती लोक राहतात त्यांचे प्रमाण गणिती घनतेमध्ये दर्शविले जाते.

उदाहरणार्थ

तुम्हाला दिलेल्या आकडेवारीवरून भारताच्या लोकसंख्येची गणितीय घनता काढा?

भारताची लोकसंख्या = १४२८६२७६६३

भारताचे क्षेत्रफळ (चौरस किमी) = ३२८७२६३

सूत्र –

$$\text{लोकसंख्येची गणिती घनता} = \frac{\text{(एकूण लोकसंख्या)}}{\text{(एकूण क्षेत्रफळ)}}$$

सूत्र –

$$\text{भारताची लोकसंख्येची गणितीय घनता} = \frac{\text{भारताची लोकसंख्या}}{\text{भारताचे क्षेत्रफळ (चौरस किमी)}}$$

$$\text{भारताची लोकसंख्येची गणितीय घनता} = \frac{\text{१,४२,८६,२७,६६३}}{\text{३२,८७,२६३}} = \text{४३४.५९}$$

२) लोकसंख्या पोषण किंवा आहारविषयक घनता (Physiological or Nutrilional Density)

एकूण लोकसंख्या व लागवडीखालील क्षेत्र यांच्या गुणोत्तरास लोकसंख्या पोषण किंवा आहारविषयक घनता असे म्हणतात. या प्रकारामध्ये प्रदेशातील एकूण क्षेत्र विचारात न घेता केवळ लागवडीखालील क्षेत्र विचारात घेतले जाते. कृषिप्रधान देशामध्ये या पद्धतीच्या घनतेचा उपयोग केला जातो. या घनतेमध्ये लागवडीखालील सर्वच क्षेत्रे सारखीच उत्पादनक्षम म्हणून गृहीत धरली जातात. परंतु प्रत्येक लागवडीखालील क्षेत्राची उत्पादनक्षमता एकसारखी असत नाही. म्हणून हा दोष या घनता प्रकारामध्ये असल्याचे मानले जाते.

उदाहरणार्थ

कोल्हापूर जिल्ह्याची लोकसंख्या ३८७६००१ आहे व तेथील लागवडीखालील क्षेत्र ३९१० चौरस किमी तर आहे तर त्या ठिकाणची पोषण क्षमता पुढील सूत्रात साह्याने काढता येईल

सूत्र –

$$\text{लोकसंख्येची पोषण घनता} = \frac{\text{एकूण लोकसंख्या}}{\text{लागवडीखालील एकूण क्षेत्र}}$$

$$\text{कोल्हापूर जिल्ह्याची लोकसंख्येची पोषण घनता} = \frac{\text{३८७६००१}}{\text{३९१०}} = \text{९९१.३०}$$

३) शेतकी किंवा कृषी घनता (Agricultural Density)

ज्या प्रदेशाची किंवा क्षेत्राची कृषी घनता काढावयाची आहे त्या प्रदेशातील शेती व्यवसायात गुंतलेल्या लोकांची संख्या व शेतीखालील क्षेत्र माहीत असणे आवश्यक असते. या दोन्ही घटकांचे गुणोत्तर म्हणजे शेतकी किंवा कृषी घनता होय. दुसऱ्या शब्दांत शेती योग्य जमिनीच्या एकर किंवा हेक्टरमागे शेतकऱ्यांचे प्रमाण किती आहे ते काढणे म्हणजेच त्या प्रदेशाची कृषी घनता काढणे.

उदाहरणार्थ

सांगली जिल्ह्यात एकूण ५ लाख ५७ हजार शेतकरी आणि ७२९० चौरस किलोमीटर शेतीयोग्य जमीन आहे. यावरून कृषी घनता काढता येते

सूत्र –

$$\text{कृषी घनता} = \frac{\text{एकूण शेतकऱ्यांची संख्या}}{\text{एकूण शेतीयोग्य जमीन}}$$

$$\text{सांगली जिल्ह्या कृषी घनता} = \frac{५,५७,०००}{७२९०} = ७६.४०$$

४) आर्थिक घनता (Econmic Density)

आर्थिक घनता काढण्याचा सर्वप्रथम प्रयत्न सीमन या अभ्यासकाने केला. घनतेच्या या प्रकारामध्ये त्या प्रदेशातील लोकसंख्येच्या एकूण गरजा व त्या प्रदेशाची एकूण उत्पादकता (Productivity) यांचा विचार केला जातो. उत्पादकता ही मृदा, खनिजे, वनस्पती, हवामान व भूरचना यावर अवलंबून असते.

उदा. लहान पण सुपीक मैदानी क्षेत्र जेवढी लोकसंख्या सामावून घेऊ शकते त्यापेक्षा मोठे पण डोंगराळ क्षेत्र कमी लोकसंख्याही सामावून घेऊ शकणार नाही. म्हणून उत्पादकता व लोकसंख्येची घनता यांचा निकटचा संबंध आहे. लोकसंख्येची एकूण गरज ठरवताना दरडोई गरजा विचारात घेऊन लोकसंख्येची गरज काढली जाते. तसेच एकूण उत्पादकता ठरविताना एकूण क्षेत्रफळ व दरचौरस कि.मी.ची उत्पादकता विचारात घेतली जाते..

सूत्र –

$$\text{आर्थिक घनता} = \frac{\text{लोकसंख्येच्या एकूण गरजा}}{\text{एकूण उत्पादकता)}}$$

गुणोत्तराची निष्कर्षता :

आर्थिक घनता सूत्रानुसार काढल्यानंतर जेव्हा गुणोत्तर १ येते त्यावेळी त्या प्रदेशातील लोकांच्या एकूण गरजा व त्या प्रदेशाची उत्पादकता योग्य आहे असे समजले जाते. जेव्हा गुणोत्तर १ पेक्षा कमी असते तेव्हा प्रदेशाची उत्पादकता जास्त असते. गुणोत्तर १ पेक्षा जास्त असल्यास एकूण गरजांच्या मानाने त्या प्रदेशाची उत्पादकता कमी असते.

५) संतुलित घनता (Critical Density)

कृषी घनता काढण्याच्या पद्धतीमध्ये काही संशोधनपर सुधारणा करून महेवनफ या शास्त्रज्ञाने संतुलित घनता काढण्याची पद्धत शोधून काढली. संतुलित घनता म्हणजे विशिष्ट भूमी आयोजन पद्धतीच्या संदर्भात त्या क्षेत्राची पोषण करण्याची क्षमता होय. दरचौरस किमीला किंवा दरचौरस मैल असलेल्या लोकसंख्येच्या स्वरूपात व्यक्त केली जाते. दिलेल्या पर्यावरणामध्ये जमिनीला इजा न होता. कायमस्वरूपाची पालनपोषण करण्यास समर्थ असलेली लोकसंख्येची कमाल घनता ही पद्धत दर्शविते.

सूत्र –

संतुलित घनता $= १०० \times \frac{अ}{ब} \times \frac{क}{ड}$

अ = लागवडीलखालील जमिनीचे प्रमाण

ब = पडीक जमिनीचे प्रमाण

क = दरडेई लागवडीखालील क्षेत्र

ड = पारंपरिक पद्धतीने कसता येण्याजोगे क्षेत्र

वरीलप्रमाणे बदलत्या गरजेनुसार घनतेच्या अभ्यासामध्ये व्यापक सुलभता यावी म्हणून अभ्यासकांनी लोकसंख्येची घनता मोजण्याचे प्रकार सांगितले आहेत. या प्रमुख घनता प्रकारांशिवाय औद्योगिक घनता, अधिवास घनता व नागरी आणि ग्रामीण घनता काढण्याचेही प्रकार आहेत.

लोकसंख्या घनतेचे महत्त्व

१) लोकसंख्येच्या घनतेवरून लोकसंख्येचे वितरण (प्रदेश, देश, खंड) समजते. घनतेवरून विरळ, मध्यम व दाट लोकसंख्येचे प्रदेश अशी विभागणी करता येते.

२) ज्या प्रदेशात नैसर्गिक साधनसंपत्तीची पुरेशी उपलब्धता व लोकसंख्येची घनता त्यास साजेशीच असते अशा प्रदेशामध्ये प्रगती करणे शक्य होते. विकासाला वाव मिळतो. याउलट नैसर्गिक साधनसंपत्तीच्या तुलनेत लोकसंख्येची घनता जास्त असते तेथे लोकसंख्येच्या समस्या निर्माण होऊन संबंधित प्रदेश विकास प्रक्रिया पूर्ण करण्यास असमर्थ ठरतो. यावरून हे स्पष्ट होते की, घनता किती प्रमाणात व कशा स्वरूपामध्ये आहे याआधारे विकासाच्या अवस्था सांगता येतात.

३) प्रदेशातील एकूण लोकसंख्या व उपलब्ध साधनसंपत्ती यांच्या संबंधातील प्रमाण घनतेच्या साहाय्याने माहीत होते. या माहितीच्या आधारे त्या प्रदेशातील लोकसंख्या रिक्त (न्यूनतम), पर्याप्त किंवा अतिरिक्त आहे याची कल्पना येते.

४) घनतेच्या विविध प्रकारांपैकी पोषण घनता, कृषी घनता, आर्थिक घनता इत्यादींच्या साहाय्याने प्रदेश किंवा देशातील लागवडीखालील क्षेत्र, पडीक क्षेत्र, उत्पादन क्षमता, शेती करणारे व व्यवसाय करणारे लोक यांची माहिती प्राप्त होत राहिल्याने कृषी संदर्भात नियोजन करून कृषी विकास साध्य करणे शक्य होते.

४) लोकसंख्येची घनता प्रगतीसाठी प्रदेश, देश अनुकूल आहे किंवा नाही ते दर्शविते. या माहितीच्या आधारे स्थलांतराविषयीची कल्पना स्पष्ट होते.

६) लोकसंख्येच्या सामाजिक, आर्थिक व सांस्कृतिक योजनेमध्ये लोकसंख्येची घनता मार्गदर्शक ठरते.

४.२.४ वाहतूक नेटवर्क आलेख

Accessibility सूगमता

connectivity संलग्नता / संपर्कता

वाहतूक (नेटवर्क) जाळे विश्लेषणामध्ये, संलग्नता (कनेक्टिव्हिटी) मोजण्यासाठी अल्फा, गॅमा आणि बीटा निर्देशाक वापरले जातात. हे निर्देशांक एकूण वाहतूक जाळ्यातील संलग्नता कशी आहे हे मोजण्यासाठी वापरले जातात. चला प्रत्येक निर्देशांक समजून घेऊया.

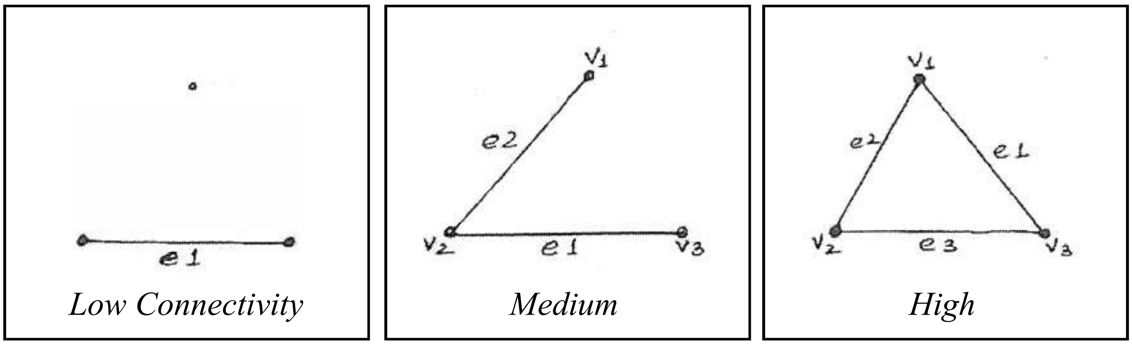
१. बीटा निर्देशांक (Beta Index)

बीटा निर्देशांक एक साधा निर्देशांक आहे जो वाहतूक जाळ्यातील रेषा कनेक्शन्स (Edges) आणि बिंदू /जंक्शन्स (nodes) यांचा संबंध दर्शवतो.

बीटा निर्देशांक हा वाहतूक जाळ्यातील रेषांच्या (Edges) प्रमाणात बिंदू/जंक्शन्सच्या (nodes) प्रमाणाशी असलेल्या संबंधाचे मोजमाप करतो. बीटा निर्देशांक जितका जास्त, तितकी वाहतूक जाळ्यातील संलग्नता जास्त.

" The degree of commection between all vestices
is defined as the comuniety of the ----"

(Saafle and ----, 1979)



Low Connectivity | *Medium* | *High*

सूत्र :

बीटा निर्देशांक $\beta = \frac{E}{V}$

β बीटा निर्देशांक

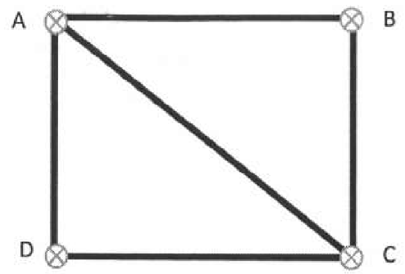
E = नेटवर्कमधील एकूण कनेक्शन्स (Edges) ची संख्या

v = नेटवर्कमधील एकूण जॅक्शन्स (nodes) ची संख्या

अर्थ : बीटा निर्देशांक जितका जास्त, तितकी नेटवर्कची जोडणी जास्त.

उदा. आपण ४ जंक्शन्स (Edges) आणि ५ कनेक्शन्स (nodes) असलेल्या एका साध्या वाहतूक नेटवर्कचा विचार करु.

उदा. आपण ४ जंक्शन्स (nodes) आणि ५ कनेक्शन्स (Edges) असलेल्या एका साध्या वाहतूक नेटवर्कचा विचार करु.



※ जंक्शन्स (nodes) = 4 (A, B, C, D)

※ जंक्शन्स (nodes) = 4 (A, B, C, D)

सूत्र :

बीटा निर्देशांक $\beta = \frac{E}{V}$

β बीटा निर्देशांक $\beta = \frac{5}{4}$

बीटा निर्देशांक $\beta = 1.25$

अर्थ : या नेटवर्कमध्ये प्रत्येक जंक्शनला सरासरी १.२५ कनेक्शन जोडलेले आहेत. बीटा निर्देशांक जितका जास्त, तितके नेटवर्कचे कनेक्शन घनता जास्त आहे.

२. **गॅमा निर्देशांक** (Gamma Index)

गॅमा निर्देशांक हे नेटवर्कमध्ये प्रत्यक्षात असलेल्या कनेक्शन्सचे प्रमाण मोजतो, जे शक्य असलेल्या कनेक्शन्सच्या तुलनेत असते.

गॅमा निर्देशांक हे नेटवर्कमध्ये प्रत्यक्षात असलेल्या कनेक्शन्सची तुलना शक्य असलेल्या कनेक्शन्सशी करतो.

सूत्र :

गॅमा निर्देशांक $V = \frac{E}{3(v-2)}$

E = नेटवर्कमधील एकूण कनेक्शन्स (Edges) ची संख्या

v = नेटवर्कमधील एकूण जॅक्शन्स (nodes) ची संख्या

अर्थ : गॅमा निर्देशांक ० ते १ या श्रेणीत असतो. १ म्हणजे परिपूर्ण नेटवर्क.

उदाहरण :

गॅमा निर्देशांक $y = \frac{E}{3(v-2)}$

गॅमा निर्देशांक $y = \frac{E}{3(4-2)}$

गॅमा निर्देशांक $y = 53$

गॅमा निर्देशांक $y = 0.83$

अर्थ : गॅमा निर्देशांक $y = 0.83$ म्हणजे 83% पूर्ण आहे. 1 म्हणजे पूर्ण नेटवर्क

३. अल्फा निर्देशांक (Alpha Index)

अल्फा निर्देशांक नेटवर्कमधील बंद सायकल्स (loops) ची संख्या मोजतो. हे नेटवर्कच्या युक्तींचे प्रमाण दर्शवते.

अर्थ : अल्फा निर्देशांक ० ते १ श्रेणीत असतो. १ म्हणजे पूर्णतः युक्त नेटवर्क.

सूत्र :

अल्फ निर्देशांक $a = \frac{(E-V+1)}{2V-5}$

E = नेटवर्कमधील एकूण कनेक्शन्स (Edges) ची संख्या

v = नेटवर्कमधील एकूण जॅक्शन्स (nodes) ची संख्या

अल्फा निर्देशांक नेटवर्कमधील बंद सायकल्स (loops) ची संख्या मोजतो.

उदाहरण :

अल्फा निर्देशांक $a = \frac{(E-V+1)}{2V-5}$

अल्फा निर्देशांक $a = \frac{(5-4+1)}{2*3-5} = \frac{2}{3}$

अल्फा निर्देशांक $a = 0.67$

अर्थ : अल्फ निर्देशांक ०.६७ म्हणजे हे नेटवर्क ६७% जटिल आहे. अल्फा निर्देशांक जितका जास्त तितका नेववर्क जटिल असतो.

सारांश :

हे तीन निर्देशांक नेटवर्कच्या कनेक्टिव्हिटीची मोजमापे देतात. बीटा निर्देशांक जोडणीची घनता दर्शवतो. गॅमा निर्देशांक नेटवर्कची पूर्णता मोजतो आणि अल्फा निर्देशांक नेटवर्कच्या जटिलतेचे मोजमाप करतो.

❊ **बीटा निर्देशांक :** १.२५ (जोडणीची घनता)

❊ **गॅमा निर्देशांक :** ०.८३ (नेटवर्कची पूर्णता)

❊ **अल्फा निर्देशांक :** ०.६७ (नेटवर्कची जटिलता)

हे निर्देशांक आपल्याला नेटवर्कच्या विविध गुणधर्मांचे मोजमाप करण्यात मदत करतात. जेणेकरुन आपण त्याचे विश्लेषण करुन त्याची कार्यक्षपता सुधारु शकतो.

स्वयं–अध्ययनासाठी प्रश्न

खालील दिलेल्या पर्यायातून योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा.

१) .... म्हणजे स्त्री आपल्या आयुष्यात किती अर्भकांना जन्म देऊ शकते.

अ) जनन　　　　ब)मृत्युदर

क) जन्मदर　　　　ड)घनता

२) ....या वयोगटाचा काळ हा स्त्रीच्या जननक्षमतेचा काळ समजला जातो.

अ)१५ ते ४९　　　　ब) २० ते ४०

क) २५ ते ५०　　　　ड) १८ ते ४०

३) एखाद्या विशिष्ट प्रदेशातील विशिष्ट वर्षातील १००० लोकसंख्येमागे जन्मलेल्या अर्भकांची संख्या म्हणजे त्या प्रदेशातील त्या वर्षाचा जन्मदर होय.

अ)ढोबळ जन्मदर　　　　ब)साधारण जन्मदर

क)वयसापेक्ष जन्मदर　　　　ड)एकूण जन्मदर

४) जन्मदर हा प्रजननक्षम वयातील स्त्रियांनी एका वर्षात जन्म दिलेल्या अर्भकांची संख्या होय.

अ)ढोबळ जन्मदर　　　　ब) साधारण जन्मदर

क)वयसापेक्ष जन्मदर　　　　ड)एकूण जन्मदर

५) ....जन्मदर हा विशिष्ट वयोगटातील स्त्रियांनी जन्म दिलेल्या मुलांच्या संख्येच्या संदर्भात सांगितला जातो.

अ)ढोबळ जन्मदर　　　　ब)साधारण जन्मदर

क)वयसापेक्ष जन्मदर　　　　ड)एकूण जन्मदर

६) स्त्रियांच्या संपूर्ण प्रजननक्षम काळात तिला एकूण किती मुले होऊ शकतात म्हणजेच .... जन्मदर होय.

अ)ढोबळ जन्मदर　　　　ब)साधारण जन्मदर

क)वयसापेक्ष जन्मदर　　　　ड)एकूण जन्मदर

७) मानवी गर्भधारणेचे फक्त निसर्गतः किंवा मानवी प्रयत्नाने मातेपासून अलिप्त झाल्यावर या गर्भफलाने जर जिवंतपणाची लक्षणे श्वसन, नाडीचे ठोके, स्पंदन, स्नायूंची हालचाल इत्यादी दर्शवली तर त्या गर्भफलास .... असे म्हणतात.

अ)जीवित जन्म　　　　ब)गर्भमृत्यू

क)अर्भक मृत्यू　　　　ड)मृत्युदर

८) व्यक्तीच्या जन्मानंतर व्यक्तीच्या जिवंतपणाची सर्व लक्षणे नष्ट झाली तर त्या घटनेला .... असे म्हणतात.

अ)जन्म　　　　ब)मृत्यू

क) घनता　　　　ड) जननक्षमता

९) मानवी गर्भधारणेच्या फलावस्थेतच किंवा गर्भावस्थेतच मृत्यू झाला तर त्यास असे म्हणतात.

अ)जीवित जन्म	ब)गर्भमृत्यू

क)अर्भक मृत्यू	ड)मृत्युदर

१०) जन्मलेले बालक एक वर्षाच्या आत मृत पावल्यास त्यास मृत्यू असे म्हणतात.

अ) जीवित जन्म	ब)गर्भमृत्यू

क)अर्भक मृत्यू	ड)मृत्युदर

११) मृत्युदर म्हणजे दर हजारी व्यक्ती मागे घडणारे मृत्यू होय.

अ) ढोबळ मृत्युदर	ब)वयसापेक्ष मृत्युदर

क)अर्भक मृत्यूदर	ड)लोकसंख्या वाढ

१२) मृत झालेल्या अर्भकांच्या संख्येचे त्या वयोगटातील अर्भकांच्या एकूण लोकसंख्येशी गुणोत्तर काढून त्यास १००० ने गुणले की मृत्युदर मिळतो.

अ) ढोबळ मृत्युदर	ब)वयसापेक्ष मृत्युदर

क)अर्भक मृत्यूदर	ड) लोकसंख्या वाढ

१३) एक चौरस किमी किंवा चौरस मैल क्षेत्रफळ असलेल्या भूभागावर किती लोक राहतात हे दर्शवणाऱ्या संख्येला लोकसंख्येची .. असे म्हणतात.

अ)घनता	ब)वाढ

क)घट	ड) सापेक्षता

१४) एकूण लोकसंख्या व लागवडीखालील क्षेत्र यांच्या गुणोत्तरास .. घनता असे म्हणतात.

अ) आहाराविषयक घनता	ब)कृषी घनता

क) गणितीय घनता	ड)आर्थिक घनता

१५) एखाद्या प्रदेशातील शेती व्यवसायात गुंतलेल्या लोकांची संख्या व शेतीखालील असलेले क्षेत्र यावरून आपणास .. घनता काढता येते.

अ) आहाराविषयक घनता	ब)कृषी घनता

क) गणितीय घनता	ड)आर्थिक घनता

टिपा लिहा.

१) जननक्षमता	२) जनन दराचे प्रकार

३) ढोबळ जन्मदर	४) साधारण जन्मदर

५) वयसापेक्ष जन्मदर	६) एकूण जन्मदर

७) मृत्युदर	८) ढोबळ मृत्युदर

९) वयसापेक्ष मृत्यू दर

१०) लिंग वयोगट सापेक्ष मृत्युदर

११) अर्भक मृत्युदर

१२) लोकसंख्या वाढीचा दर

१३) लोकसंख्येची घनता

१४) लोकसंख्या घनतेचे प्रकार

१५) गणिती घनता

१६) लोकसंख्या पोषण किंवा आहार विषयक घनता

१७) शेतकी किंवा कृषी घनता

१८) आर्थिक घनता

१९) संतुलित घनता

२०) लोकसंख्या घनतेचे महत्व

दीर्घोत्तरी प्रश्न

१) जननक्षमता म्हणजे काय ते सांगून जननदराचे प्रकार स्पष्ट करा.

२) मृत्युदर म्हणजे काय ते सांगून मृत्युदराचे प्रकार स्पष्ट करा.

३) लोकसंख्येची घनता म्हणजे काय? लोकसंख्या घनतेचे प्रकार स्पष्ट करा.

४) लोकसंख्येची घनता म्हणजे काय ते सांगून लोकसंख्येच्या घनतेचे महत्व स्पष्ट करा.

स्वयं–अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) जनन

२) १५ ते ४९

३) ढोबळ जन्मदर

४) साधारण जन्मदर

५) वयसापेक्ष जन्मदर

६) एकूण जन्मदर

७) जीवित जन्म

८) मृत्यू

९) गर्भ मृत्यू

१०)अर्भक मृत्यू

११) ढोबळ मृत्युदर

१२)अर्भक मृत्यूदर

१३) लोकसंख्येची घनता

१४)आहारविषयक घनता

१५) कृषी घनता

अधिक वाचनासाठी संदर्भ

१. ए.बी.सवदी, पी.एस.कोळेकर (२००९) : 'मानवी भूगोल'

२. प्रा. के. ए. खतीब (२००६) : 'मानवी भूगोल'

३. डॉ. प्रकाश सावंत (२००९) : 'मानवी भूगोल'

४. प्रा. के. ए. खतीब (२०१४) : 'मानवी भूगोल'

५. प्रा. जोगेंद्र गायकवाड (२००५) : 'लोकसंख्या भूगोल'

६. डॉ. विठ्ठल घारपुरे (२००५) : 'लोकसंख्या भूगोल'

७. प्रा. के. ए. खतीब (२०१२) : 'आर्थिक भूगोल'

८. डॉ. प्रकाश सावंत (२०१४) : 'मानवी भूगोल'

९. दिपक उध्दव गुरव, स्वाती नामदेव चव्हाण (२०२३) : 'मानवी भूगोल'

१०. डॉ. प्रकाश सावंत (१९९७) : 'मानवी भूगोल'
११. डॉ. शंकर रा. चौधरी, डॉ. मिश्रीलाल भा. चव्हाण (२००७) 'मानवी भूगोल व महाराष्ट्राचे मानवी पर्यावरण'
१२. श्री. व सौ. पाटील : 'लोकसंख्या भूगोल'
13. Mrs. P. N. Pandey, Mrs. M. R. Fernandes (2007) : "Principles of Human Geography'
14. R. P. Misra (1985) : "Contribution to Indian Geography'
15. R. C. Chandana (1986) : "A Geography of Population'
16. Dr. S. B. Sawant, Prof. A. S. Athavale (1994) : "Population Geography'.

❑❑❑