|| विद्या विनयेन् शोभते ||

Mob.: 8669244522

JEEVANDEEP SHAIKSHANIK SANSTHA'S POI'S

ARTS, COMMERCE & SCIENCE COLLEGE

(Affiliated to Mumbai University)

Mumbai University Affiliation No. Aff / Recog. /6403 of 2008 dt. 17th Oct. 2008

Govt. of Maharashatra Order No. NGC 2008 / (218 / 08) MS - 3, dt. 16/6/2008

Khardi (E), Tal. Shahapur, Dist. Thane Pin 421 601. ● Website : www.jsspcollegekhardi.in ● Email: jeevandeepkhardi@gmail.com

Ref. : JSSP/ACSCK /_____/ Date : ______________

**3.3.2.1 Number of books and chapters in edited volumes/ books published and papers published in national/ international conference proceedings per teacher during last five year**

**Year 2022-23**

**INDEX**

| Sr.No | Name of the teacher | Title of the book/ chapter/ paper Published | Year of the publication | ISBN Number |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vishal Bhosle | Introduction to Geomorphology | 2022-23 | 978-93-584-0136-3 |

Jeevandeep Shaikshanik Sanstha Poi's Arts, Commerce & Science College, Khardi, Tal. Shahapur, Dist. Thane, 421 601

**Principal**

Jeevandeep Shaikshanik Sanstha Poi's

Art's, Commerce & Science College Khardi

Khardi, Tal. Shahapur, Dist. Thane 421 601

# भूरूपशास्त्र परिचय

तृतीय वर्ष
कला
सत्र पाचवे
पेपर-४

प्रा. डॉ. राजेंद्र ओंकार परमार
प्रा. डॉ. प्रज्ञाकुमार गायकवाड
प्रा. दिलीप आबा कोंगार
प्रा. संतोष ओंकार बिरारे
प्रा. आनंद किशन गायकवाड
प्रा. रामहरी जालिंदर बगाडे
प्रा. विशाल संपत भोसले



हिमालया पब्लिशिंग हाऊस
ISO 9001:2015 CERTIFIED



Jeevandeep Shaikshnik Sanstha's Arts, Com. & Science College
Khardi,
Tal Shahapur,
Dist. Thane,
421 601

प्रकरण १

# भूरूपशास्त्र परिचय
# (Interior of the Earth)

१.० प्रस्तावना
१.१ भूरूपशास्त्राचा अर्थ व व्याख्या
१.२ भूरूपशास्त्राचे स्वरूप आणि व्याप्ती
(अ) भूरूपशास्त्राचे स्वरूप
(ब) भूरूपशास्त्राची व्याप्ती
१.३ पृथ्वीचे अंतरंग
१.४ वेगनरचा खंडवहन सिद्धांत
१.५ भूपट्ट विवर्तनिकी सिद्धांत

## १.० *प्रस्तावना* (Introduction)

पृथ्वीची उत्पत्ती झाल्यानंतर सुरुवातीला पृथ्वी ही वायुरूप अवस्थेत होती. कालांतराने ती थंड होऊन तीला द्रवरूप अवस्था प्राप्त झाली. नंतर द्रवरूपातून घनरूप अवस्था प्राप्त झाली. पृथ्वीच्या या थंड होण्याच्या क्रियेमुळे तीच्या बाह्य कवचाची निर्मिती झाली. पृथ्वीची निर्मिती झाल्यानंतर कालांतराने पृथ्वीसभोवती वातावरण व पृथ्वीवर जलावरण आणि जीवावरण निर्माण झाले. पृथ्वीचे बाह्य आवरण खडकांनी बनलेले असून त्यास शिलावरण असे म्हटले जाते. शिलावरणावर वनस्पती व प्राण्यांची उत्पत्ती झाल्यानंतर त्यांचा विकास होऊन मानवाची उत्पत्ती झाली. मानवाच्या उत्पत्तीनंतर मानव प्रगत होत असतानाच त्याने विविध घटकांचा वापर व अभ्यासास सुरूवात केली. मानवाने भौगोलिक घटकांचे वर्णन करीत असताना त्यातूनच पुढे भूगोल विषयाचा जन्म झाला असावा असे मानले जाते. भूगोलाच्या अभ्यासात पृथ्वीवरील सर्वच घटकांचा समावेश होतो. या सर्वच घटकांचा अभ्यास व माहिती प्राप्त करणे क्लिस्ट होऊ लागले तेव्हा भूगोलाच्या प्राकृतीक भूगोल व मानवी भूगोल अशा प्रमुख दोन शाखा निर्माण करण्यात आल्या. प्राकृतीक भूगोलात निसर्गनिर्मित सर्वच घटकांचा समावेश होता. परंतु या घटकांचा सुत्रबद्ध अभ्यास करण्यासाठी खगोलशास्त्र, हवामानशास्त्र, भूरूपशास्त्र, सागरशास्त्र, जैविक भूगोल, मृदाभूगोल इत्यादी शाखांची निर्मिती झाली. त्यातील भूरूपशास्त्र ही शाखा अत्यंत महत्त्वाची मानली जाते.

...shik Sanstha's Arts, Com... Khardi, Tal. Shahapur Dist. Thane. 421 601

## १.१ भूरूपशास्त्राचा अर्थ व व्याख्या
## (Defination and Meaning of Geomorphology)

भूरूपशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची प्रमुख व अत्यंत महत्त्वाची शाखा असून त्यास भूरचनाशास्त्र असेही म्हणतात. भूगोलशास्त्र आणि भूगर्भशास्त्र यांच्या संबंधातून भूरचनाशास्त्राची निर्मिती झाली. भूरूपशास्त्रात प्रामुख्याने भूअंतर्गत घटक व भूपृष्ठावर आढळणाऱ्या विविध भू-आकाराची निर्मिती, प्रकार, वितरण यांचा अभ्यास केला जातो. पृथ्वी पृष्ठभागाचा म्हणजेच शिलावरणाचा अभ्यास भूरूपशास्त्रात समाविष्ठ आहे. भूरूपशास्त्रात प्रामुख्याने पृथ्वीचे अंतरंग, भूरूपाची निर्मिती व घटना, भूकंप, ज्वालामुखी, भूरूपांची निर्मिती व विकास, भूपृष्ठाची जडण-घडण व त्यास कारणीभूत ठरणाऱ्या शक्ती, भूरूपांचे वर्गीकरण, वितरण, सौम्य भूहालचाली, बाह्यकारके नदी, हिमनदी, वारा, भूमिगत पाणी, सागरी लाटा व त्यांच्या कार्यामुळे निर्माण होणारी विविध भूरूपे यांचा अभ्यास केला जातो. थोडक्यात प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासाच्या वाढत्या व्याप्तीमुळे शिलावरणाचा सखोल अभ्यास करण्यासाठी भूरूपशास्त्र ही स्वतंत्र ज्ञानशाखा निर्माण करण्यात आलेली आहे.

भूरूपशास्त्रास इंग्रजीत Geomorphology असे म्हणतात. Geomorphology या इंग्रजी शब्दाचा अर्थ, Geo म्हणजे **पृथ्वी** आणि Morphe म्हणजे **रूप किंवा आकार**, तर Logos म्हणजे शास्त्र असा होतो. याचाच अर्थ **पृथ्वीच्या रूपांचा अभ्यास** करणारे शास्त्र म्हणजे **भूरूपशास्त्र** होय.

**भूरूपशास्त्राची व्याख्या (Defination of Geomorphology) :** भूरूपशास्त्राचा अभ्यास करून अनेक शास्त्रज्ञांनी व्याख्या सांगितलेल्या आहेत. त्यातील काही महत्त्वाच्या व्याख्या खालीलप्रमाणे -

१. **डब्ल्यू. जी. मूर (W.G. Moor) :** यांच्या मते, 'पृथ्वीच्या प्राकृतिक रचनेचा किंवा भूकवचाचे स्वरूप व संरचना यांचा अभ्यास म्हणजे भूरूपशास्त्र होय.'
२. **सर डडले स्टँप (Sir Dadale Stamp) :** यांच्या मते, 'भूरूपशास्त्र हे भूरूपांच्या स्वरूपाचे शास्त्र असून त्यात प्रामुख्याने भूपृष्ठाचा आकार, उत्पत्ती व उत्क्रांती याचा समावेश होतो.'
३. **एफ. जे. माँक हाऊस (F.J. Monkhouse) :** यांच्या मते, 'पृथ्वीवरील भूरूपांची उत्क्रांती व विकास यांचे शास्त्रीय विवेचन म्हणजे भूरूपशास्त्र होय.'
४. **रील (Reel) :** यांच्या मते, 'पृथ्वीच्या आकाराचे आकलन करून देणे व भूपृष्ठावर या प्रक्रिया कशा घडतात ते विशद करणारे शास्त्र म्हणजे भूरूपशास्त्र होय.'
५. भूगर्भीय संरचना व प्राकृतिक रचना यांचा संबंध विशद करणारे शास्त्र म्हणजे भूरूपशास्त्र होय.

वरील सर्व व्याख्यांवरून आपणास असे म्हणता येईल की, भूरूपशास्त्राच्या अभ्यासात पृथ्वीवरील सर्व खंडे व त्या खंडांवरील उंचसखलपणात होणाऱ्या परिवर्तनाचा अभ्यास केला जातो.

## १.२ भूरूपशास्त्राचे स्वरूप आणि व्याप्ती
## (Nature and Scope of Geomorphology)

मानवी जीवनावर भौगोलिक घटकांचे मोठे नियंत्रण पहावयास मिळते. पृथ्वीची अंतर्गत रचना, पृथ्वीचे भूपृष्ट, भूपृष्टाची हालचाल, भूपृष्टाचा चढ-उतार, खडक, खडकांची संरचना इत्यादी भूरूपीक घटकांचा प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष परिणाम मानवी जीवनावर होतांना दिसतो. तथापि या घटकांच्या अनुषंगाने मानवी जीवन सुखकर अथवा खडतर होत असते. उदा. पर्वतीय, दऱ्या-खोऱ्यांचे प्रदेश मानवी जीवनाच्या दृष्टीने प्रतिकूल तर सपाट मैदानी प्रदेश, पठारी प्रदेश मानवी

Shaikshnik Sanstha's Arts, Com. & Science College
Khardi,
Tal. Shahapur,
Dist. Thane.
421 601

जीवनाच्या दृष्टीने अनुकूल ठरतात. म्हणूनच या भूरूपीक घटकांचे सखोल अध्ययन करणे आवश्यक ठरते. यातूनच भूरूपशास्त्र या प्राकृतिक भूगोलाच्या अध्ययन शाखेचा विकास होत गेला.

भूरूपशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची एक महत्त्वाची शाखा असून काळानुरूप या विषयाचे अभ्यासक्षेत्र मोठ्या प्रमाणात विस्तारत गेले आहे. त्यासाठी सर्वप्रथम त्याचे स्वरूप आणि व्याप्ती समजून घेणे आवश्यक ठरते.

## (अ) भूरूपशास्त्राचे स्वरूप (Nature of Geomorphology)

भूरूपशास्त्रात प्रामुख्याने पृथ्वीवरील भूरूपांचा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून अभ्यास केला जातो. भूरूपांची निर्मिती अथवा उत्क्रांती, भूरूप निर्मिती मागील कारणे, भूरूपीक रचनेत होणारे बदल, त्याचे परिणाम, प्रमुख भूरूपांचे प्रादेशिक वितरण इत्यादीचा भूवैज्ञानिक दृष्टिकोनातून भूरूपशास्त्रात आढावा घेतला जातो.

भूरूपशास्त्राचा अभ्यास करत असतांना सर्वप्रथम आपणास त्याचे स्वरूप समजून घेणे आवश्यक आहे ते आपणाला खालील प्रमाणे सांगता येते.

**१. निरीक्षणात्मक स्वरूप (Observational Nature) :** कोणत्याही विषयाच्या विकासात निरीक्षण ही पहिली पायरी असते. भूरूपशास्त्राच्या अभ्यासात पृथ्वीवरील भूपृष्ठरचना, भूमी स्वरूपे, विविध प्रकारच्या वनस्पती व प्राणी, खनिज संपदा, महासागर इत्यादी प्राकृतिक घटकांचे निरीक्षण केले जाते. म्हणून भूरूपशास्त्राला सुरवातीस निरीक्षणात्मक स्वरूप प्राप्त झाले आहे.

**२. वर्णनात्मक स्वरूप (Descriptive Nature) :** प्रारंभीच्या काळात निरीक्षणाद्वारे मिळालेली जी आकडेवारी प्राप्त झाली त्याचे विश्लेषण व वर्णन केल्यामुळे या विषयाचे स्वरूप वर्णनात्मक झाले. वर्णनात्मक स्वरूप म्हणजे या विषयाचा अभ्यास करताना एखाद्या प्राकृतिक किंवा नैसर्गिक घटकाचे फक्त वर्णनच शब्दांच्या मदतीने केले जात होते. उदा. पर्वत. पठारे. मैदाने नद्या, सागरी बेटे, समुद्र किनारे, वनस्पती व प्राणी इत्यादींचे वर्णन केले जते.

**३. वितरणात्मक स्वरूप (Distributional Nature) :** वितरणात्मक स्वरूप म्हणजे एखाद्या भौगोलिक किंवा प्राकृतिक घटकांचे वर्णन करतांना त्याचे स्थान कुठे आहे हे सांगितले जाते. तसेच विविध घटकांचे वितरण आणि त्यांचा कार्यकारण भाव लक्षात येतो. उदा. पर्वतीय भागातील भूरचना व समुद्र किनाऱ्या लगतच्या प्रदेशातील भूरचना व त्यातील बदल कशामुळे व कां आढळतो अशा प्रकारचा आशय या विषयात अभ्यासला जाऊ लागला. १८ व्या शतकाच्या सुरवातीला युरोपियन भूगोलकारांनी लिखाणाच्या माध्यमातून विविध घटकांचे वितरण कशा पद्धतीने झाले आहे ते सांगितले आहे. यामध्ये सागरी बेटे, अरण्ये, समुद्र किनारे, नद्या याविषयी अधिक अभ्यास केला गेला. सदर वितरण दर्शविण्यासाठी प्राथमिक स्वरुपात नकाशाचा वापरही करण्यात येऊ लागला.

**४. प्रादेशिक स्वरूप (Regional Nature) :** भूरूपशास्त्रात विविध भूरूपांचा शास्त्रीय पद्धतीने अभ्यास केला जातो. भूरुपांचे प्रादेशिक वितरण, त्यांची वैशिष्ट्ये व प्रादेशिक परिणाम इत्यादीचे अध्यन केले जाते. विशिष्ट प्रदेशात आढळणारी विशिष्ट भूरूपे, भूरूपांचे समूह, त्यांची स्थल-काल सापेक्ष होणारी स्थित्यंतरे, त्यांचे प्रादेशिक वितरण हा भूरूपशास्त्राचा अध्ययन विषय आहे. उदा. पर्वतीय प्रदेशात आढळणारे धबधबे, धावत्या गिरीशृंग, सर्क याशिवाय वाळवंटी प्रदेशात आढळणारे बारखान, उर्मी चिन्हे, वातघृष्ट, भूछत्र खडक इत्यादी. तर सागर किनारी प्रदेशात आढळणारे चबुतरे, सागरी गुहा, स्तंभ, कमानी इत्यादींचा प्रादेशिक दृष्टीकोनातून अभ्यास केला जातो.

**५. भूरूप निर्मिती प्रक्रियांचे स्वरूप (Landforms Formation Process Nature) :** भूरूपांची निर्मिती अथवा उत्क्रांती होण्यामागील कारणांचा व प्रक्रियांचा भूरूपशास्त्रात अभ्यास केला जातो. तसेच भूरूपांचा विकास व

Khardi, Tal. Shahapur, Dist. Thane, 421 601

ऱ्हास होण्याची प्रक्रिया, त्यामागील कारणे इत्यादींचा देखील सखोल अभ्यास केला जातो. अंतर्गत शक्ती, बहिर्गत शक्ती, मंद गतीने कार्य करणाऱ्या शीघ्र, शीघ्र गतीने कार्य करणाऱ्या शक्ती, खनन, भ्रंश अथवा प्रस्तरभंग, विदारण, विस्तृत झीज, वहन व संचयन प्रक्रिया इत्यादींचा अभ्यास हा भूरूपशास्त्राचा मुख्य गाभा आहे.

६. **आंतरविद्याशाखीय स्वरूप (Multidisciplinary Nature) :** भूरूपशास्त्राचे स्वरूप आंतरविद्याशाखीय आहे. भूरूपे, भूरूपांची उत्क्रांती, भूरूपीक प्रक्रिया, भूरूपांचे प्रादेशिक वितरण या घटकांचे अध्ययन वैज्ञानिक पद्धतीने केले जाते. भूरूपशास्त्रातील अशा अध्ययनावेळी वैज्ञानिक व वस्तुनिष्ट पद्धतीने अध्ययन होण्याकरिता इतर विद्या शाखांचा आधार घेणे आवश्यक ठरते. उदा. हवामानशास्त्रात अभ्यासले जाणारे हवामानाचे घटक, जसे तापमान, वृष्टि, वारे, आर्द्रता यासारख्या घटकांवर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध भूरूपांचे स्वरूप, त्यांचा विकास आणि ऱ्हास अवलंबून आहे. विशिष्ट हवामान प्रदेशात विशिष्ट भूआकार अथवा भूआकारांच्या मालिका निर्माण झालेल्या पहावयास मिळतात. भूकंपशास्त्राच्या अध्ययनातून पृथ्वी, पृथ्वीची अंतर्गत संरचना, विविध थर, तेथील पदार्थ, त्यांची गुण वैशिष्ट्ये इत्यादिंचे अध्ययन केले जाते. या शिवाय भूभौतिकशास्त्र, भूरसायनशास्त्र, खनिजशास्त्र, मृदाशास्त्र इत्यादि शास्त्रांच्या आधारे भूरूपीक वैशिष्ट्यांचे अध्ययन केले जाते.

७. **कार्यकारणभावात्मक स्वरूप (Causal Effect Nature) :** पृथ्वीवर घडलेली कोणतीही घटना कां व कशी घडते याचा कार्यकारणभावसंबंध भूरूपशास्त्रामध्ये अभ्यासला जातो. या घटनांमुळे पृथ्वीचे प्राकृतिक पर्यावरण व मानवी जीवनावर कसा परिणाम होतो या कारणांचा शोध यात घेतला जातो त्यामुळेच भूरूपशास्त्राचे स्वरूप कार्यकारणभावात्मक आहे.

८. **परिवर्तनशील व गतिमान स्वरूप (Changing and Dynamic Nature) :** भूरूपशास्त्राचे स्वरूप परिवर्तनशील आहे. पृथ्वीच्या अंतर्गत व बाह्य भागात सतत हालचाली घडत असतात. या हालचाली काही वेळा मंद तर काही वेळा शीघ्र गतीने कार्य करतात. त्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठ भागावर अथवा भूआकारात बदल घडून येतो. स्थल-काल परत्वे असे बदल घडून येत असल्याने भूरूपशास्त्राचे स्वरूप परिवर्तनशील आहे असे लक्षात येते.

भूरूपशास्त्रात स्थलीय भिन्नते बरोबरच कालानुरूप होणारे बदलही अभ्यासले जाऊ लागले. यामुळे या विषयाच्या स्वरूपात बदल व परिवर्तन घडून आले. हा विषय अधिक गतिमान बनू लागला. विज्ञान, तंत्रज्ञान, सुदूर संवेदन तंत्र, भौगोलिक माहिती प्रणाली, यामुळे, सदर अभ्यास अधिक अचूक व व्यापकपणे करणे शक्य झाले. नवनवीन माहिती व विज्ञानाच्या प्रगतीमुळे हा विषय गतिमान बनला. भूकंप, ज्वालामुखी, बाह्यकारकांचे कार्य, पर्वत निर्मितीची प्रक्रिया, खंडवहन यासारख्या अभ्यासघटकांबद्दल अद्यावत स्वरूपाची माहिती उपलब्ध होऊ लागली.

९. **शास्त्रीय स्वरूप (Scientific Nature) :** भूगोलाच्या अभ्यासात विज्ञानाचा उपयोग दिवसेंदिवस वाढत आहे. भूरूपशास्त्र ही याला अपवाद नाही. या विषयात विज्ञानाचा प्रवेश १८ व्या शतकापासूनच मोठ्या प्रमाणात झाला. यामुळे या विषयाला शास्त्रीय स्वरूप प्राप्त झाले आहे. म्हणजे भूरूपशास्त्रात विषयाच्या शाखांप्रमाणे वैज्ञानिक अभ्यास पद्धतीचा वापर या विषयाच्या अभ्यासासाठी केला जाऊ लागला. भूरूपशास्त्रात विविध घटकांची माहिती प्राप्त करतांना पृथ्वीची उत्पत्ती, शिलावरण, वातावरण व जिवावरणातील विविध क्रिया, प्रक्रिया व घटना यांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण केले जाऊ लागले. तसेच विविध सिद्धांत मांडले जाऊ लागले. यामुळे भूरूपशास्त्राचे स्वरूप शास्त्रीय आहे हे लक्षात येते.

१०. **क्रमबद्ध स्वरूप (Systematic Nature) :** भूरूपशास्त्राचे स्वरूप क्रमबद्ध स्वरूपाचे बनले आहे. भूरूपशास्त्राचा अभ्यास करतांना अभ्यासाच्या घटकाचे मुद्दे व उपमुद्दे एका विशिष्ट क्रमाने अभ्यासले जातात, कि ज्यामुळे

Shikshan Sanstha's Arts, Com. & Science College Khardi, Tal. Shahapur, Dist. Thane, 421 601

पहिल्या मुद्याची माहिती दुसरा मुद्दा अभ्यासतांना उपयोगी पडते आणि त्याचा अर्थ सहज व चटकन समजतो. उदा. जर भूकंपाचा सविस्तर अभ्यास करायचा असेल तर त्याच्या संबंधित मुद्यांचा विशिष्ट क्रम प्रथम लावून घेतला जातो व क्रमवार प्रत्येक मुद्याचा अभ्यास केला जातो. भूकंप म्हणजे काय, भूकंपाचे प्रकार कोणते, भूकंपाची कारणे व परिणाम कोणते, भूकंपाचे वितरण स्पष्ट करणे, भूकंपाची तीव्रता किंवा हानी कमी करण्यासाठी कोणते उपाय करता येतील, भूकंपापूर्वी, भूकंपाच्यावेळी व भूकंपानंतर आपत्ती व्यवस्थापन कसे करावे यासारख्या क्रमाने आपणास भूकंपाचा सविस्तर अभ्यास करता येईल.

## (ब) भूरूपशास्त्राची व्याप्ती (Scope of Geomorphology)

भूरूपशास्त्रात प्रामुख्याने पृथ्वीची उत्पत्ती, पृथ्वीवरील भूरूपांचा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून अभ्यास केला जातो. भूरूपांची निर्मिती अथवा उत्क्रांती, भूरूप निर्मिती मागील कारणे, भूरूपीक रचनेत होणारे बदल, त्याचे परिणाम, प्रमुख भूरूपांचे प्रादेशिक वितरण इत्यादीचा भूवैज्ञानिक दृष्टिकोनातून भूरूपशास्त्रात आढावा घेतला जातो. त्यामुळे भूरूपशास्त्राची व्याप्ती अतिशय व्यापक झालेली आहे.

भूरूपशास्त्राच्या अध्ययनात प्रामुख्याने पृथ्वीच्या पृष्ठ भागावरील विविध भू-उठावांचा अभ्यास हा मुख्य केंद्रबिंदू आहे. भूरूपशास्त्राची व्याप्ती हि प्रामुख्याने भूरूपांच्या निर्मिती श्रेणीवरून व इतर विविध घटकांवरून खालील प्रमाणे स्पष्ट करता येते.

**१. प्रथम श्रेणीच्या भूरूपांचा अभ्यास (Study of the First Order Relief Features) :** पृथ्वीचा सुमारे ७१% भाग हा जलाशयाने व २९% भाग भूखंडाने व्यापलेला आहे. भूखंड व जलखंड ही पृथ्वीवरील प्रमुख अथवा प्राथम भूरूपे म्हणून ओळखली जातात. भूखंड व महासागरतळ, त्यांची उत्क्रांती, रचना, जडण-घडण, भूआकृतीक वैशिष्ट्ये इत्यादीचे भूवैज्ञानिक दृष्टिकोनातून अध्ययन या अंतर्गत केले जाते.

**२. द्वितीय श्रेणीच्या भूरूपांचा अभ्यास (Study of the Second Order Relief Features) :** पृथ्वीवरील पर्वत, पठार, मैदाने, दऱ्या-खोऱ्यांची भूदृष्ये ही द्वितीय श्रेणी भूरूपे म्हणून ओळखली जातात. भूखंडावरील तसेच सागरतळावरील विविध भूरूपांचा, उदा. पर्वत, पठार, मैदाने, भूखंड मंच, खंडांत उतार, गर्ता, सागरी पर्वत, सागरी मैदाने, सागरी पठार इत्यादींचे द्वितीय श्रेणी भूरूपांच्या अनुषंगाने अध्ययन केले जाते. पृथ्वीवर कार्यरत असणाऱ्या अंतर्गत व बहिर्गत शक्तींच्या परिणाम स्वरूपात अशी भरूपे उत्क्रांत होतात. ज्यामुळे भूपृष्ठास समान उंचसखलपणा प्राप्त होतो.

**३. तृतीय श्रेणीच्या भूरूपांचा अभ्यास (Study of the Third Order Relief Features) :** सामान्यतः अंतर्गत व बहिर्गत कारकांच्या प्रभावामुळे द्वितीय श्रेणीच्या भूरूपांचे विदारण अथवा झीज होऊन नवीन भूरूपे निर्माण होतात. नदी, हिमनदी, वारा, सागरी लाटा, भूमिगत जल इत्यादी कारकांच्या क्षरण, वहन व निक्षेपण कार्यामुळे विविध भूरूपे विकसित होतात. उदा. नदी या कारकाच्या क्षरण, वहन व निक्षेपण कार्यामुळे व्ही आकाराची दरी, यू आकाराची दरी, रांजन खळगे, धबधबे, धावत्या, गाळाचे मैदान, त्रिभुज प्रदेश, पुरमैदाने, पूरतट इत्यादी. तसेच वाऱ्याच्या क्षरण, वहन व निक्षेपण कार्यामुळे भूछत्र खडक, यारदंग, जूज्येन, बारखान, उर्मी चिन्हे, द्विपगिरी निर्माण होतात. सागरी लाटांच्या कार्यामुळे सागरी गुहा, कमानी, स्तंभ, चबुतरे आणि भूमिगत जलाच्या कार्यामुळे पोणार, विव्हर, युवला, महाकुंड, लवण स्तंभ इत्यादीची निर्मिती होते. ही सर्व तृतीय श्रेणी भूरूपे म्हणून अभ्यासली जातात.

**४. पृथ्वीच्या अंतरंगाचे अध्ययन (Study of the Interior of the Earth) :** भूरूपशास्त्रामध्ये पृथ्वी, पृथ्वीची अंतर्गत संरचना, अंतर्गत भागातील विविध थर, या थरात आढळणारे विविध पदार्थ, त्यांची गुणवैशिष्ट्ये इत्यादीचा

Jeevandeep Shaikshnik Sanstha's Arts, Com. & Science College ★
Khardi,
Tal Shahapur,
Dist. Thane,
421 601

सखोल अभ्यास केला जातो. याशिवाय भूगर्भातील हालचाली, त्यांची कारणे, त्याचे परिणाम इत्यादीचेही अध्ययन केले जाते. अशा अध्ययना करीता विविध आधुनिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग केला जातो व त्यावरून भूरूपीक रचनेचा, त्याच्या गुण वैशिष्ट्यांचा अभ्यास केला जातो. उदा. दूर संवेदन तंत्र, भौगोलिक माहिती प्रणाली, जागतिक स्थान निश्चिती प्रणाली या सारख्या आधुनिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग हा भूरूपीक अध्ययनाकरीता केला जातो.

**५. भूआकारांचे अध्ययन (Study of the Landforms) :** पृथ्वीच्या पृष्ट भागावरील सर्व प्रकारच्या भूरूपीक आकारांचा भूरूपशास्त्रात अभ्यास केला जातो. भूआकारांचे वर्णन, विश्लेषण आणि आकलन हा भूरूपशास्त्राच्या अध्ययनाचा मुख्य विषय आहे. भूआकारांच्या स्वरूपानुसार त्याचे प्राथमिक, द्वितीय आणि तृतीय श्रेणी भूरूपे असे वर्गीकरण केले जाते. भूकंप, ज्वालामुखी, विदारण अथवा झीज, नद्या, हिमनद्या, वारे, सागरीलाटा, भूमिगत जल अशा विविध कारकांमार्फत निर्माण होणाऱ्या भूआकारांचा अभ्यास प्रामुख्याने भूरूपशास्त्रात केला जातो.

**६. भूरूपीकिय प्रक्रियांचे अध्ययन (Study of the Landforms Process) :** भूपृष्टाच्या आकारात विषमता अथवा भूउठावांची निर्मिती करणाऱ्या क्रिया-प्रक्रियांचा अभ्यास भूरूपशास्त्रात केला जातो. प्रत्येक भूरूपांच्या निर्मितीचे एक चक्र, अवस्था पहावयास मिळते. या प्रत्येक अवस्थेत भूरूपाची काही खास लक्षणे, वैशिष्ट्ये पाहावयास मिळतात. अशा सर्व प्रक्रियांचा व भूरूपीक अवस्थांचा अभ्यास भूरूपशास्त्रात केला जातो. उदा. नदीच्या कार्याच्या बाल्य अवस्था, किशोर अवस्था, प्रौढा अवस्था व वृद्धा अवस्था अशा अवस्था असून या प्रत्येक अवस्थे दरम्यान नदीचे कार्य वेगवेगळ्या प्रकारे होते. परिणामी या प्रत्येक अवस्थेत वेगवेगळी व वैशिष्ट्यपूर्ण भूआकारांची निर्मिती होते.

**७. भूआकारांच्या परिणामांचे अध्ययन (Study of the Impact of Landforms) :** विविध शक्तींच्या व कारकांच्या कार्यामुळे भूपृष्टाच्या स्वरूपात अथवा मूळ आकारात बदल घडून येतो. विविध भूउठावांची निर्मिती होते. त्याचा परिणाम भू-आकृतीक दृश्यावर तर होतोच परंतु पर्यावरण व मानवी जीवनावर देखील होतो. अशा सर्व परिणामांचा अभ्यास भूरूपशास्त्रात करणे महत्वाचे ठरते. उदा. पर्वतीय प्रदेशांचा मानवी जीवनावर होणारा प्रत्यक्ष परिणाम.

थोडक्यात, भूरूपशास्त्राच्या व्याप्तीत पृथ्वीच्या उत्पत्तीचा आणि अंतर्गत भागाचा अभ्यास केला जातो. पृथ्वीच्या अंतर्गत आणि बहिर्गत शक्ती, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तयार होणारी विविध प्रकारचे भूरूपे त्यांची वैशिष्ट्ये तसेच भूकंप, ज्वालामुखी, हवामान, विदारण, वाहत्या पाण्याचे कार्य, हिमनदीचे कार्य, भूगर्भातील पाणी, वाऱ्याचे कार्य आणि समुद्र लाटांचे कार्य इत्यादी घटकांचा अभ्यास केला जातो.

## १.३ *पृथ्वीचे अंतरंग* (Interior of the Earth)

सूर्य हा वायूचा तप्त गोळा असून त्याच्याजवळील हायड्रोजन व हेलीयमच्या संयुगामुळे सूर्य सतत उष्णता निर्माण करीत असतो. **पृथ्वीची उत्पत्ती** ही सुमारे **४५० कोटी** वर्षापूर्वी सूर्यापासून झालेली आहे असे मानले जाते. सूर्यापासून पृथ्वीची निर्मिती झालेली असल्यामुळे तीचा पृष्ठभाग जरी घन असला तरी पृथ्वीचा अंतर्भाग अत्यंत उष्ण असून गाभा अत्यंत उष्ण व प्रवरूप स्वरूपात आहे.

भूकंपलहरी व ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून जे पदार्थ व लाव्हारस बाहेर पडतो त्यावरून आपणाला पृथ्वीच्या अंतरंगाची कल्पना येते. भूपृष्ठापासून अंतर्गत भागात जसजसे खोल जावे तसतसे दर **३२ मीटरला १° सेल्सीअसने** तापमान वाढत जाते. तसेच घनताही वाढते.

Jeevandeep Shaikshnik Sanstha's Arts, Com. & Science College
Khardi,
Tal Shahapur,
Dist. Thane,
421 601

## *पृथ्वीच्या अंतर्गत रचनेसंबंधी पुरावे*

**(Evidences Regarding the Internal Structure of the Earth)**

पृथ्वीच्या अंतरंगाचे गुढ मानवास अजूनही पूर्णपणे उलगडलेले नाही. कारण प्रत्यक्षपणे पृथ्वीच्या अंतरंगात जाऊन अभ्यास करणे अशक्य आहे. भूपृष्ठावर दक्षिण आफ्रिकेत रॉबीसन येथे ५.८ कि.मी. खोल सोन्याची खाण आहे. तसेच ८ कि.मी. खोल कुपनलिका आहे. परंतु पृथ्वीची त्रिज्या ही सुमारे ६.३७१ कि.मी. आहे. तेव्हा एवढ्याश्या उत्खननावरून निश्चित अंदाज लावता येत नाही. भूगर्भात खोलीनुसार दाब आणि तापमानात प्रचंड वाढ होत असते. पृथ्वीच्या अंतरंगाविषयी प्रत्यक्ष पुरावे उपलब्ध करण्यासाठी आजपर्यंत कोणतेही उपकरण अस्तित्वात नाही. परंतु भूगर्भशास्त्रज्ञांनी पृथ्वीच्या अंतरंगासंबंधी निष्कर्ष काढण्यासाठी खालील पाच पुरावे महत्त्वाचे मानलेले आहेत.

(१) **ज्वालामुखी (Volcano) :** ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून तप्त घनरूप, द्रवरूप, वायूरूप पदार्थ बाहेर येऊन भूपृष्ठावर थंड होतात. त्यांच्यापासून खडकांची निर्मिती होते. भूभागावलील खडकाच्या घनतेपेक्षा सागरतळावरील खडकांची घनता जास्त आहे. ज्वालामुखीच्या उद्रेकावरून असे लक्षात आले की, भूकवचाच्या अंतर्गत भागात तप्त शिलारस असून तेथील पदार्थ वितळलेल्या अवस्थेत आहेत. तसेच अंतर्गत भागात तापमान जास्त असून जास्त घनतेची द्रव्य आहेत.

(२) **पृथ्वीच्या अंतरंगातील घनता (Density of the Interior of the Earth) :** पृथ्वीच्या अंतरंगात निरनिराळ्या खोलीवर घनता ही भिन्न-भिन्न आढळते. न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांतानुसार पृथ्वीची सरासरी **घनता ५.५** आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची सरासरी घनता जर २.७ आहे तर पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात ती ५.५ पेक्षा जास्तच असली पाहिजे हे स्पष्ट होते. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात खोलीनुसार घनता वाढत जाते व ती केंद्रभागात ११ पर्यंत आहे. पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रांच्या अभ्यासावरून सुद्धा असे सिद्ध होते की, पृथ्वीचा अंतर्गत भाग चुंबकीय धातूपासून (लोह-निकेल) बनलेला असावा.

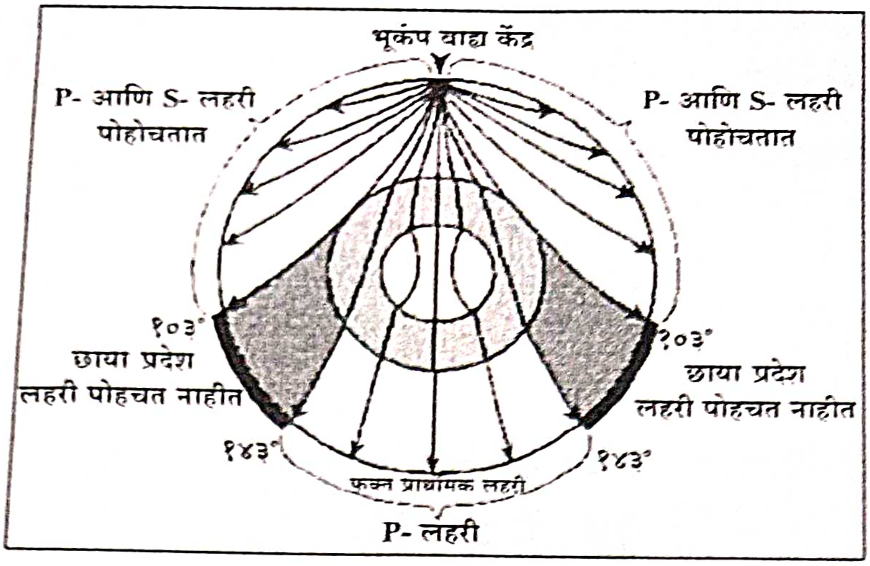
(३) **पृथ्वीच्या अंतरंगातील तापमान (Temperature) :** भूपृष्ठापासून जसजसे खोल जावे तसतसे तापमान वाढत जाते. सरासरी प्रत्येक ३२ मीटर खोलीला १° से.ग्रे. याप्रमाणे तापमान वाढत जाते. यावरून पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात कितीतरी प्रचंड तापमान असेल याची कल्पना येते. पृथ्वीच्या अंतरंगात तापमान प्रामुख्याने दोन कारणांमुळे वाढते **(i)** पृथ्वीच्या अंतरंगातील खडकांमध्ये असलेल्या किरणोत्सर्गी पदार्थांचे अपघटन होऊन प्रचंड उष्णता निर्माण होते. **(ii)** पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील खडकांवर वरील थरातील खडकांच्या दाबामुळे विलयबिंदू वाढतो. त्यामुळे तापमान वाढले तरी घनपदार्थ आपली स्थिती बदलत नाहीत.

(४) **भूकंपलहरी व पृथ्वीचे अंतरंग (Earthquake Waves and Interior of the Earth) :** भूकंपलहरी किंवा भूकंपतरंगाच्या अभ्यासावरून पृथ्वीच्या अंतरंगाविषयी अधिक विश्वसनीय माहिती उपलब्ध झाली. प्रसिद्ध भूकंपविज्ञान तज्ञ मोहोरोवीसीस (A. Mohorovicis, 1909) यांच्याद्वारा सर्वप्रथम यासंबंधीचा शास्त्रीय प्रयत्न केला गेला. पृथ्वीवर एखाद्या ठिकाणी भूकंप झाला तरी लहरीच्या स्वरूपात हादरे सर्वच भागात बसतात. त्या भूकंपलहरींची नोंद **भूकंपालेख** यंत्रावर होते. भूपृष्ठाखाली निरनिराळ्या खोलीवर भूकंप होतो, त्या ठिकाणाला **भूकंपकेंद्र** म्हणतात. भूकंपकेंद्र किती खोलीवर आहे हे भूकंपालेख यंत्राद्वारे सांगता येते. भूकंपामुळे निर्माण होणाऱ्या लहरी या खालील तीन प्रकारच्या असतात.

(i) **प्राथमिक/लांब/अनुतरंग लहरी (Primary/Longitudinal/'P' Waves) :** भूकंपकेंद्रापासून या लहरी सरळ दिशेने प्रवास करतात आणि भूपृष्ठावर येतात. या लहरींचा वेग सर्वात जास्त असल्यामुळे भूकंप नोंदित त्यांची नोंद सर्वात प्रथम होते. या लहरी सेकंदाला ५ ते १२

Shikshnik Sanstha's Arts, Com. & Science College, Khardi, Tal. Shahapur, Dist. Thane, 421 601

कि.मी. वेगाने प्रवास करतात. जास्त घनता असलेल्या भागात या लहरींचा वेग वाढतो तर द्रवपदार्थाच्या भागात वेग मंदावतो. भूकंप ज्या ठिकाणी होतो त्याच्या विरुद्ध बाजूसही या लहरी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहचतात.




**आकृती क्र. १.१ : भूकंपलहरी व पृथ्वीचे अंतरंग**

(ii) **दुय्यम/आडव्या/अवतरंग लहरी (Secondary/Transverse/ 'S' Waves) :** दुय्यम लहरींचा वेग प्राथमिक लहरींपेक्षा कमी असतो. या लहरी घनपदार्थातून प्रवास करीत असल्या तरी द्रवपदार्थांतून त्या प्रवास करीत नाहीत. द्रवपदार्थातून त्या परावर्तीत होतात. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात भूपृष्ठापासून २९०० कि.मी. पर्यंत प्रवास करतात नंतर त्या परावर्तीत होतात. म्हणजेच पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात २९०० कि.मी.च्या पुढील भाग द्रवस्थितीत असावा. भूकंपाच्या उगमस्थानापासून १०३ अंश कोन करून त्या भूपृष्ठावर परावर्तीत होतात.

(iii) **भूपृष्ठ लहरी/पृष्ठतरंग लहरी (Surface or 'L' Waves) :** पृष्ठतरंग लहरी या भूपृष्ठावर असून जास्त खोलीवर मात्र आढळत नाहीत. या लहरींचा वेग मंद असला तरी विध्वंसक असतात. या लहरींचे रॅले व लव्ह असे दोन प्रकार पडतात. या लहरी पृथ्वीतून आरपार न जाता पृथ्वीगोलाला फेरी मारतात. भूकवचातून प्रवास करताना खडकांच्या घनतेनुसार यांच्या वेगात फरक पडतो. त्यामुळे भूकवचातील खडकांचे ज्ञान मिळते.

(५) **पृथ्वीच्या अंतरंगातील रासायनिक संघटन (Chemical Organization) :** पृथ्वीच्या अंतरंगाच्या प्रत्येक थराची रासायनिक घटना भिन्न स्वरूपाची आहे. प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ **एडवर्ड स्वेस** यांनी पृथ्वीच्या अंतरंगाचे रासायनिक संघटन स्पष्ट केलेले आहे. त्यांच्या मतानुसार पृथ्वीच्या भूकवचावर सर्वात वरचा स्तरीत खडकाचा पातळ थर आहे. त्याची घनता सर्वात कमी म्हणजे २.६४ इतकी आहे. या थरात सिलिकेट्स द्रव्याचे प्रमाण जास्त आहे. या थराच्या खाली सियाल (२.९), सायमा (२.९ ते. ४.७) व निफेथर (११) आढळतात. अशाप्रकारे पृथ्वीच्या अंतर्गत रचनेसंबंधीचा स्वेस यांनी सांगितलेला रासायनिक संघटन हा पुरावा सर्वमान्य आहे.

Jeevandeep Shaikshnik Sanstha's Arts, Com.& Science College ★
Khardi,
Tal Shahapur,
Dist. Thane,
421 601