

भूरूपशास्त्र परिचय

तृतीय वर्ष
कला
सत्र पाचवे
पेपर-4



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

हिमालया पब्लिशिंग हाऊस

ISO 9001:2015 CERTIFIED



मुंबई विद्यापीठाच्या तृतीय वर्ष कला, भूगोल पेपर क्रमांक ४ (सेमेस्टर-५) साठी, शैक्षणिक वर्ष २०२३-२४ पासून बदललेल्या नवीन सुधारित अभ्यासक्रमानुसार लिहिलेले 'भूरूपशास्त्र परिचय' या विषयाचे एकमेव पाठ्यपुस्तक, महाराष्ट्रातील विविध विद्यापीठातील पदवी व पदव्युत्तर अभ्यासक्रमाचा समावेश असलेले तसेच नेट/सेट आणि स्पर्धात्मक परीक्षांकरिता उपयुक्त संदर्भ ग्रंथ

भूरूपशास्त्र परिचय

(INTRODUCTION TO GEOMORPHOLOGY)

• लेखक •

प्रा.डॉ. राजेंद्र ओंकार परमार

(एम.ए., बी.एड., पीएच.डी.)

संशोधन मार्गदर्शक

भूगोल विभाग

चांगु काना ठाकूर महाविद्यालय, नवीन पनवेल, नवी मुंबई.

प्रा.डॉ. प्रज्ञाकुमार गाथाडे

(एम.ए., बी.एड., पीएच.डी.)

भूगोल विभाग प्रमुख

लक्ष्मीबाई सीताराम हाळबे कला,
वाणिज्य व विज्ञान महाविद्यालय,
दोडामार्ग, जि. सिंधुदुर्ग.

प्रा. दिलीप आबा केंगार

(एम.ए., बी.एड.)

भूगोल विभाग प्रमुख

वीर वाजेकर कला, वाणिज्य व
विज्ञान महाविद्यालय, फुडे.
ता. उरण, जि. रायगड.

प्रा. संतोष ओंकार बिरारे

(एम.ए., बी.एड.)

भूगोल विभाग प्रमुख

लक्ष्मी शालिनी कला, वाणिज्य व
विज्ञान महिला महाविद्यालय,
पेझारी, जि. रायगड.

प्रा. आनंद किशनराव गायकवाड

(एम.ए., नेट)

भूगोल विभाग प्रमुख

कोकण ज्ञानपीठ उरण वाणिज्य व कला
महाविद्यालय, उरण, जि. रायगड.

प्रा. रामहरी जालिंदर बगाडे

(एम.ए., नेट)

भूगोल विभाग

डॉ. पतंगराव कदम कला आणि
वाणिज्य महाविद्यालय,
पेण, जि. रायगड.

प्रा. विशाल संपत भोसले

(एम.ए., नेट)

भूगोल विभाग प्रमुख

जीवनदीप शिक्षण संस्थेचे कला,
वाणिज्य व विज्ञान महाविद्यालय,
खर्डी, जि. ठाणे.



Himalaya Publishing House

ISO 9001:2015 CERTIFIED



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 इत्यादींचा 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 प्रथम 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 भूरूपे 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 इत्यादींचा



६ • भूरूपशास्त्र परिचय

सखोल अभ्यास केला जातो. याशिवाय भूगर्भातील हालचाली, त्यांची कारणे, त्याचे परिणाम इत्यादीचेही अध्ययन केले जाते. अशा अध्ययना करिता 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 अध्ययनाकरिता केला जातो.

५. भूआकारांचे अध्ययन (Study of the Landforms) : पृथ्वीच्या पृष्ठ 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) : भूपृष्ठाच्या 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 भूपृष्ठाच्या स्वरूपात अथवा मूळ आकारात बदल घडून येतो. विविध भूउठावांची निर्मिती होते. त्याचा परिणाम भू-आकृतीक दृष्ट्यावर 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 करित असतो. पृथ्वीची उत्पत्ती ही सुमारे ४५० कोटी वर्षांपूर्वी 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.



पृथ्वीच्या अंतर्गत रचनेसंबंधी पुरावे

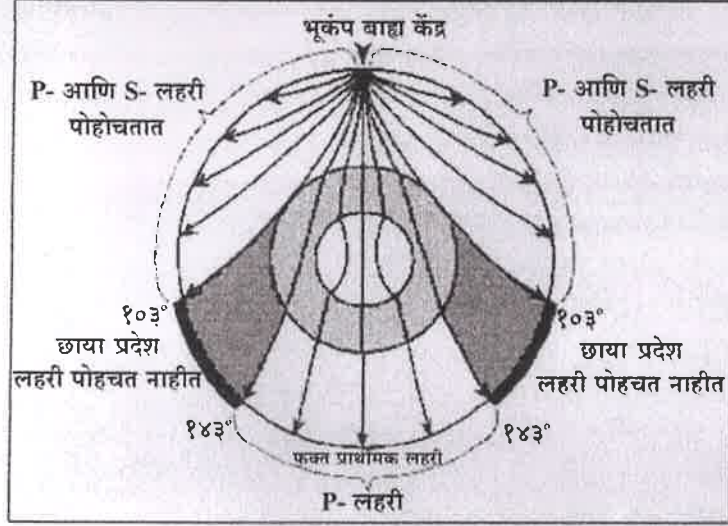
(Evidences Regarding the Internal Structure of the Earth)

पृथ्वीच्या अंतरंगाचे गुढ मानवास अजूनही पूर्णपणे उलगडलेले नाही. कारण प्रत्यक्षपणे पृथ्वीच्या अंतरंगात जाऊन 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 अंदाज लावता येत नाही. भूगर्भात खोलीनुसार दाब आणि तापमानात प्रचंड वाढ होत असते. पृथ्वीच्या अंतरंगाविषयी 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. भूभागावरील 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 भूकंपतरंगांच्या अभ्यासावरून पृथ्वीच्या अंतरंगाविषयी अधिक विश्वसनीय माहिती उपलब्ध झाली. प्रसिद्ध भूकंपविज्ञान तज्ञ मोहोरोवीसीस (A. Mohorovicic, 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

८ • भूरूपशास्त्र परिचय

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 द्रवपदार्थातून 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. भूकंपातून प्रवास करताना खडकांच्या घनतेनुसार यांच्या वेगात फरक पडतो. त्यामुळे भूकंपातील 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 भूकंपावर 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.

