

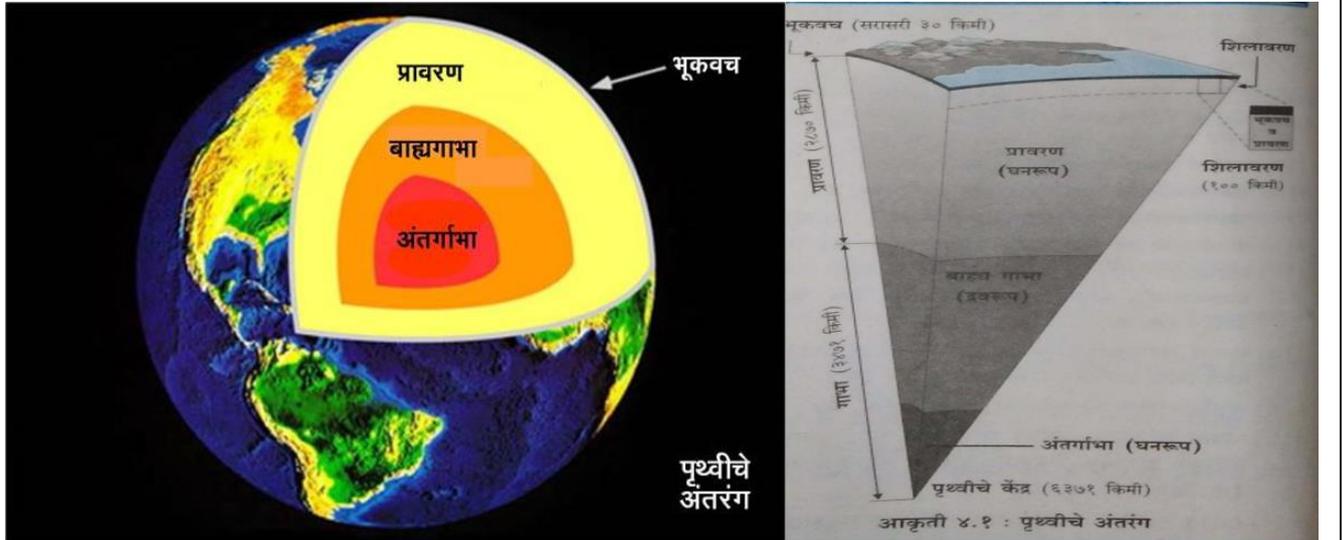
शिलावरण (Lithosphere)

- २.१ पृथ्वीचे अंतरंग
- २.२ वेगनरचा भूखंड वहन सिद्धांत
- २.३ भूकंप: कारणे आणि परिणाम
- २.४ ज्वालामुखी: कारणे आणि परिणाम

२.१ पृथ्वीचे अंतरंग (Interior of the Earth)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली नेमके काय आहे याबाबत अनेक शतकांपासून मानवाच्या मनात कुतूहल आहे यासाठी ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडलेले पदार्थ व भूकंप यांचा अभ्यास केला गेला, तापमान, घनता, गुरुत्व आकर्षण बल यांच्या अभ्यासातील अनुमान वरून देखील याबद्दलची माहिती समजण्यास मदत होते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून केंद्रभागापर्यंतचे अंतर ६३७१ किलोमीटर असून त्याचे स्वरूप खोलीनुसार बदलत जाते. या बदलत्या गुणधर्मानुसार पृथ्वीच्या अंतरंगाचे तीन विभाग पडतात

१. भूकवच किंवा शिलावरण (Crust)
२. प्रावरण किंवा मध्यावरण (Mantle)
३. गाभा (Core)



भूकवच, प्रावरण व गाभा या तीन घटकांचा अभ्यास:- व्याख्या, भौतिक स्थिती, खनिज रचना, तापमान, तरंग, घनता, जाडी व क्षेत्रफळ च्या आधारे आपण करूया:-

अ) भूकवच किंवा शिलावरण (Crust or Lithosphere):

१. व्याख्या:- पृथ्वीच्या सर्वात वरच्या बाह्य घनरूपास भूकवच किंवा शिलावरण असे म्हणतात. भूकवचाचा २९ टक्के भाग भूमीने व ७१ टक्के भाग पाण्याने व्यापलेला आहे.

२. भौतिक स्थिती(Physical State):- भूकवच घन (Solid) अवस्थेत असते

३. खनिज रचना(Mineral Composition):- या थराला सियाल (SIAL) असेही म्हणतात. सियाल थर सिलिका व अॅल्युमिनियम या मूलद्रव्यापासून बनलेला आहे

४. तापमान (Temperature):- तापमान जसजशी खोली वाढते तसतसे तापमान वाढते (0°C ते 2000°C)

५. भूकंप लहरी (Seismic Waves):- या थरांमध्ये सर्व प्रकारच्या भूकंप लहरींचा वेग कमी असतो

६. सरासरी घनता (Density):- या थरांची सरासरी घनता 2.90 ते 3.30 (g/cm^3) ग्रॅम घन सेंटीमीटर एवढी आहे

७. सरासरी जाडी (Average Thicknesses):- भूकवचाची किंवा शिलावरणाची सरासरी जाडी ३० किलोमीटर आहे. भूकवचाची किंवा शिलावरणाची जाडी सर्वत्र सारखी आढळत नाही. भूखंडाखाली ती सुमारे ४० किलोमीटर तर सागरतळाखाली ती सुमारे ८ किलोमीटर आढळते. हिमालयासारख्या पर्वत क्षेत्रात ही जाडी सुमारे ७० किलोमीटर पर्यंत आढळते

८. क्षेत्रफळ:- पृथ्वीच्या एकूण क्षेत्रफळापैकी शिलावरणाने 2 टक्के भाग व्यापलेला आहे

२. प्रावरण किंवा मध्यावरण: (Mantle)

१. व्याख्या:- भूकवचाच्या खालील थरास प्रावरण किंवा मध्यावरण असे म्हणतात

२. भौतिक स्थिती(Physical State): प्रावरण हे अर्ध-घन semi-solid अवस्थेत असते

३. खनिज रचना(Mineral Composition):- या थराला सिमा (SIMA) असेही म्हणतात. सिमा (SIMA) हा थर सिलिका व मॅग्नेशियम या मूलद्रव्यापासून बनलेला आहे

४. तापमान (Temperature):- तापमान जसजशी खोली वाढते तसतसे तापमान वाढते (2000°C ते 3000°C)

५. भूकंप लहरी (Seismic Waves):- या थरांमध्ये भूकंप लहरींचा वेग जास्त असतो

६. सरासरी घनता (Density):- या थरांची सरासरी घनता 4.3 ते 10 (g/cm³) ग्रॅम घन सेंटीमीटर एवढी आहे
७. सरासरी जाडी (Average Thicknesses):- या थराची जाडी सुमारे २८७० (३० ते २९००) किलोमीटर आहे
८. क्षेत्रफळ:- पृथ्वीच्या एकूण क्षेत्रफळापैकी प्रावरणाने ८२ टक्के भाग व्यापलेला आहे

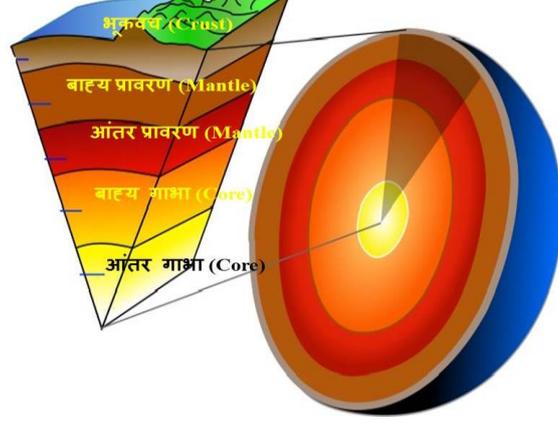
३. गाभा (Core)

१. व्याख्या:- प्रावरणाच्या खालील थरास गाभा असे म्हणतात
२. भौतिक स्थिती(Physical State): गाभा हा द्रव (liquid) अवस्थेत असतो
३. खनिज रचना(Mineral Composition):- या थराला निफे (NIFE) असेही म्हणतात. पृथ्वीचा गाभा मुख्यत्वे निकेल (Nickel (Ni) व लोह (Iron (Fe) हा घटकद्रव्यांपासून बनलेला असल्याने त्यास 'निफे' (Nife) असे म्हणतात
४. तापमान (Temperature):- तापमान जसजशी खोली वाढते तसतसे तापमान वाढते (३८०० °c ते ६००० °c)
५. भूकंप लहरी (Seismic Waves):- या थरांमध्ये भूकंप लहरींचा वेग जास्त असतो
६. सरासरी घनता (Density):- या थरांची सरासरी घनता 10 ते 13.6 (g/cm³) ग्रॅम घन सेंटीमीटर एवढी आहे
७. सरासरी जाडी (Average Thicknesses):- या थराची जाडी सुमारे ३४७१ (२९०० ते ६३७१) किलोमीटर आहे
८. क्षेत्रफळ:- पृथ्वीच्या एकूण आकारमानाच्या जवळजवळ १६ टक्के भाग गाभ्याचा आहे

विलगता (Discontinuity):-

विलगता (Discontinuity)

- 1.----- = मोहो विलगता (Moho Discontinuity)
Crust
Mantle
- 2.----- = गटेनबर्ग विलगता (Gutenberg Discontinuity)
Mantle
Core
- 3.----- = कॉनरॅड विलगता (Conrad Discontinuity)
Upper Crust
Lower Crust
- 4.----- = रेपिटी Repetti Discontinuity
Upper Mantle
Lower Mantle
- 5.----- = लेहमन(Lehman Discontinuity)
Outer Core
Inner Core



२.२ वेगनरचा भूखंडवहन सिद्धांत (Wagner's Continental Drift Theory)

आल्फ्रेड वेगनर या जर्मन हवामान शास्त्रज्ञांनी इ.स.१९१२ साली भूखंड वहन सिद्धांत मांडला. ख-या अर्थाने दुस-या महायुद्धानंतर हा सिद्धांत जगासमोर आला. त्याने सागर व भूमी खंडे या ग्रंथात हा सिद्धांत मांडला. या सिद्धांतात वेगनरने सध्याची खंड व महासागर यांची निर्मिती त्याचे वितरण हे निरनिराळ्या कालखंडात वेगवेगळ्या दिशेने वहन झाल्यामुळे झालेले आहे असे स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न प्रयत्न केला.

वेगनरने सिद्धांत मांडण्यापूर्वी केलेली निरीक्षणे

वेगनर हा हवामान शास्त्राचा अभ्यास होता त्यांनी पृथ्वीवरील भूखंड स्थिर नसून अस्थिर आहेत हे सांगण्यासाठी हवामान शास्त्रीय पुरावे गोळा केले ते पुढीलप्रमाणे:-

- १.अंटार्क्टिका खंडांवर दगडी कोळसा आढळतो याचा अर्थ पूर्वी या ठिकाणी उष्ण व आर्द्र हवामान असले पाहिजे
- २.आफ्रिका, भारत व ऑस्ट्रेलिया या ठिकाणी प्राचीन काळातील हिमावरणाची चिन्हे आढळून येतात यावरून पूर्वी हा प्रदेश शीत कटिबंधात असला पाहिजे
- ३.युरोपच्या पश्चिमेकडील काही भागात उष्ण कटिबंधीय वनस्पती आढळतात यावरून पूर्वी हा प्रदेश उष्ण कटिबंधात असला पाहिजे

गृहितके

१. खंडांचे जर स्थलांतर झाले नसेल तर हवामानाच्या परिस्थितीत मोठ मोठी परिवर्तन घडून आली असावीत

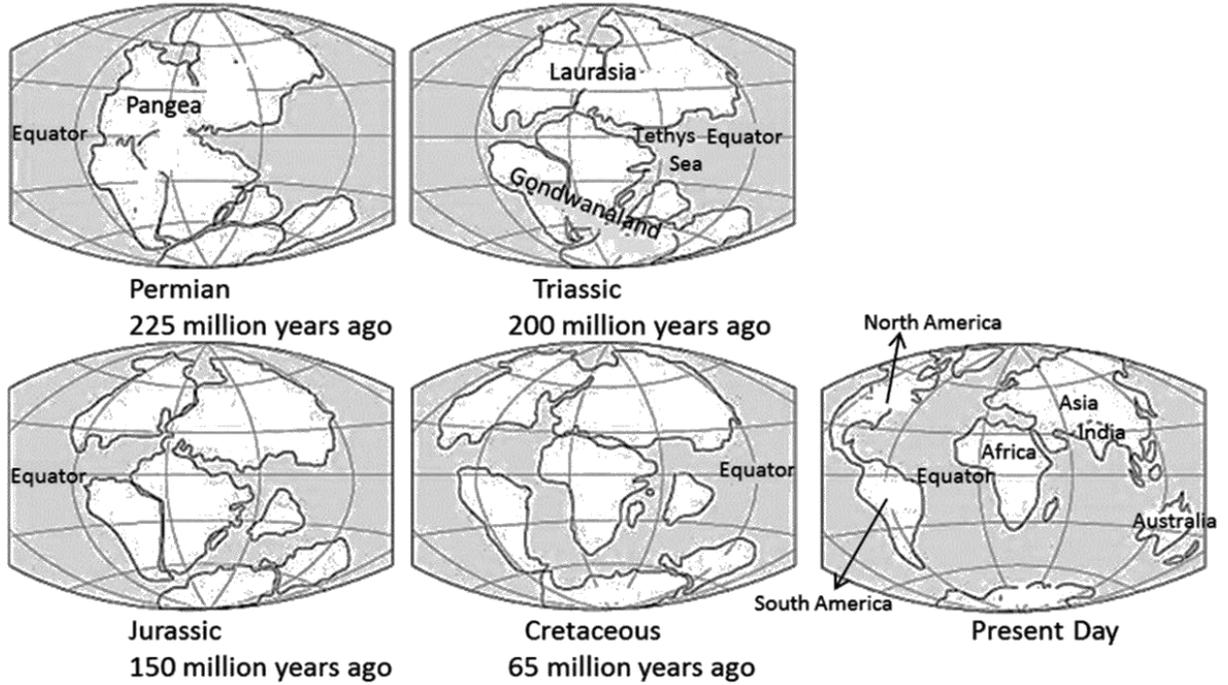
२. हवामानाच्या परिस्थितीत जर परिवर्तन झाले नसेल तर खंडाचे वाहन झाले असावे

यापैकी वेगनरने दुसऱ्या गृहितकांवर भर देऊन आपला भूखंड वहन सिद्धांत मांडला.

भूखंडवहन सिद्धांत

वेगनरने सध्याची भूखंडे सियाल थरांपासून बनलेली असून ती जास्त घनतेच्या सायमा थरावर पाण्यावरील तराफा प्रमाणे असावेत आणि भूखंडाचे हे भाग एकमेकांपासून दूर वाहत गेले व भूखंडांच्या दरम्यान सागर विभाग यांची निर्मिती झाली असावी असा सिद्धांत मांडला.

१. वेगनरच्या मते सध्याची सर्व भूमीखंडे मिळून प्राचीन काळी वीस कोटी वर्षांपूर्वी एकच मोठा सलग अशा भूमी खंड पृथ्वीवर अस्तित्वात होता त्या भूमी खंडाला वेगनरने Pangaea असे नाव दिलेले आहे.



२. ही Pangaea भूमी एका अखंड महासागराने वेढलेली होती या मूळ महासागरास वेगनरने **Panthalassa** (पन्थालासा) असे नाव दिले

३. पुढे पृथ्वीवर कार्बोनिफेरस (Carboniferous) काळात काही बदल होऊन प्राचीन भूमीखंड Pangaea चे विभाजन होऊन दोन भाग झाले

४. Pangaea च्या उत्तरेकडील भागास लॉरेशिया किंवा अंगारालँड व दक्षिणेकडील विभागास गोंडवानालँड अशी नावे दिली

५. लॉरेशिया हा विभाग उत्तर अमेरिका युरोप व आशिया यांचा बनलेला होता तर गोंडवाना लँड हा विभाग दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया व अंटार्टिका यांचा मिळून बनलेला आहे

६. वेगनरच्या मते लॉरेशिया व गोंडवानालँड या दोन विभागाच्या दरम्यान टेथिस नावाचा समुद्र तयार झाला

७. नंतर लॉरेशिया व गोंडवानालँड यांची उत्तरेकडे व पश्चिमेकडे वहन होऊन ते विखंडीत झाले व त्याचे लहान लहान तुकडे झाले यादरम्यान सागर भागाची निर्मिती झाली

खंडवहन होण्याची कारणे:

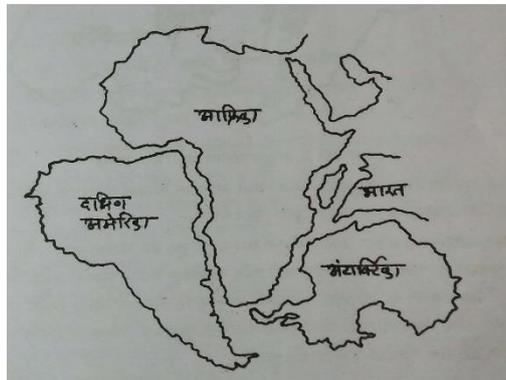
Pangaea खंडाचे विभाजन गुरुत्वआकर्षण शक्ती व भरती ओहोटी या दोन कारणांमुळे झाली आहे हे सांगितले तसेच त्यांनी खंड भाग एकमेकांकडे सरकल्याने घडी पर्वताची निर्मिती झाली आहे असे सांगितले

वेगनरच्या सिद्धांतांचे पुरावे:

वेगनरने आपल्या खंडवहन सिद्धांतांचे पुरावे खालीलप्रमाणे दिले आहेत

१. भौगोलिक पुरावा:

पृथ्वीवरील निरनिराळ्या खंडांचे आकार एकमेकांशी मिळते जुळते आहेत. सर्व खंड एकमेकांजवळ जवळ आणल्यास त्याचे किनारे परस्परांशी जुळतात याला Jig Saw Fit म्हणतात. उदा. आफ्रिकेचा पश्चिम किनारा व दक्षिण अमेरिकेचा पूर्व किनारा एकत्र आणल्यास ते एकमेकात अलगद बसतात



२. भूगर्भशास्त्रीय पुरावा:

अटलांटिक महासागराच्या पूर्व आणि पश्चिम किनाऱ्यालगतच्या प्रदेशात सापडणारे खडक हे एकाच गटातील आहेत उदा. दक्षिण आफ्रिका व ब्राझील यांच्या भू रचनेच्या दृष्टीने यांच्यात साम्य आढळते.

३. पुराजीवविज्ञान विषयक पुरावा :

अटलांटिक महासागराच्या पूर्व व पश्चिम किनाऱ्या लगतच्या प्रदेशातील खडकांमध्ये सापडणाऱ्या पुरातन वनस्पती आणि प्राण्यांच्या अवशेषात साम्य आढळते

४. जीवविज्ञानविषयक पुरावा:

युरोपातील स्कॅडिनेव्हिया जवळील बेटावरील लेमिंग नावाचे पक्षी त्यांची संख्या वाढल्यावर पश्चिमेकडे प्रवास करतात व समुद्रात पडून नाहीसे होतात यावरून त्यांची वंशपरंपरागत प्रेरणा हेच सिद्ध करते की त्यांचे पूर्वज देखील पश्चिमेकडे स्थलांतर करीत असावेत म्हणजे पूर्वी युरोप हा अमेरिकेला जोडलेला असावा

५. ज्यामितीय पुरावा:

अमेरिका व ग्रीनलँड यांच्यामधील अंतर दर वर्षाला २२ मीटर या वेगाने वाढत आहे. इंग्लंड व ग्रीनलँड यांच्यामधील अंतर मोजण्यात आले यांच्यामधील अंतर दर वर्षाला ३३ मीटर वाढल्याचे आढळते

६. हवामानशास्त्रीय पुरावा:

प्राचीन युगातील हिमावरणाची चिन्हे दक्षिण आफ्रिका आणि दक्षिण अमेरिका या दोन्ही खंडांवर स्पष्टपणे आढळतात. प्राचीन काळातील हिमनद्यापासून तयार झालेले संचयन ऑस्ट्रेलिया व भारताच्या दक्षिण भागात आढळतात. या दोन्ही प्रदेशातील हिमसंचयनाची रचना व स्वरूप यात साम्य आढळते यावरून पूर्वी हा भाग सलग आसून गोंडवाना भूमी खंडाचे भाग असावेत हे सिद्ध होते

वेगनरच्या सिद्धांतांचे टीकात्मक परीक्षण किंवा मूल्यमापन:

वेगनरच्या सिद्धांतात काही उणिवा किंवा दोष आहेत ते पुढील प्रमाणे

१. Pangaea भूमीखंडाचे विभाजन कोणत्या शक्तीमुळे झालेले आहे त्याचे स्पष्टीकरण वेगनरने दिलेले नाही त्याने सांगितलेली शक्ती सध्याच्या भरती ओहोटी शक्तीचा हजार पट जास्त असली पाहिजे. पृथ्वीवर जर एवढी शक्ती अस्तित्वात असती तर पृथ्वीचे परिभ्रमण साधारण एका वर्षातच थांबले असते परंतु असे घडून आलेले नाही

- २.प्राध्यापक हेस यांच्या मताप्रमाणे सायमा हा सियाल पे कठीण असतो त्यामुळे सियालपासून तयार झालेली भूमीखंड सायमा या थरावर तरंगू शकत नाहीत
- ३.वेगनरने आपल्या सिद्धांतात Pangaea चे विभाजन कार्बोनिफेरस कालखंडात झाले आहे असे म्हटले परंतु त्यांनी त्यापूर्वीच्या काळात Pangaea कोणत्या शक्तीमुळे स्थिर राहिला याचे स्पष्टीकरण दिलेले नाही
- ४.वेगनरने आपल्या सिद्धांतात खंडवहन क्रियेचा जो कालावधी दिलेला आहे त्याविषयी काही शास्त्रज्ञांनी शंका उपस्थित केली आहे
५. भूमीखंड काही विशिष्ट भागात एकमेकांशी जुळतात सर्वच भूमीखंडे एकमेकांस जुळत नाहीत ६.जगातील सर्वोच्च पर्वत श्रेणीच्या उत्पत्तीचे स्पष्टीकरण या सिद्धांताद्वारे होत नाही

अशाप्रकारे वेगनरने सांगितलेल्या भूखंडवहन सिद्धांतात उणिवा असल्याने अनेक शास्त्रज्ञांनी त्यावर टीका केली आहे .

वेगनरच्या सिद्धांताचे समर्थन:

वेगनरच्या सिद्धांतात काही दोष असले तरी पुढील गोष्टींमुळे त्याच्या सिद्धांताला महत्त्व प्राप्त झाले आहे

- १.प्राध्यापक लकेटी यांच्या खडकाच्या चुंबकीय विचलणावरील संशोधनांनी सिद्धांतास बळकटी मिळते या संशोधनावरून खंडाचे वहन झाले असले पाहिजे हे स्पष्ट होते
२. भूमिच विवर्तन सिद्धांतानुसार भूमीखंडे ही नेहमीच हालचाल करतात हे सिद्ध होते
- ३.उपग्रह प्रतिमेच्या अभ्यासावरून भूमी खंड सरकण्याची पुरावे मिळतात
- ४.प्राध्यापक हेस यांनी आफ्रिका व आशियातील अंतरे मोजली असता त्यामधील झालेले बदल वेगनरच्या खंडन वहन सिद्धांतास पुष्टी देतात

जगभरातील विद्यापीठांमध्ये होत असलेल्या संशोधनावरून भू-खंडाचे वहन होत असावे हे सिद्ध झाले आहे.

२.३ भूकंप (Earthquakes):

भूकंपचाखाली असणाऱ्या द्रवरूपी पदार्थांमुळे जमिनीस जे हादरे बसतात त्याला भूकंप म्हणतात. भूकंपामुळे जमिनीच्या पोटात असणारे विविध स्तर मागे – पुढे , खाली- वर सरकून जमिनीला भेगा पडल्यामुळे भूकंप होतो. भूगर्भाचा अभ्यास करणाऱ्या काही तज्ज्ञांच्या मते जगभरात दरवर्षी सुमारे ३० लाख भूकंप होतात. मात्र हे आपल्या सहजासहजी लक्षात येत नाही. कारण बऱ्याच ठिकाणच्या भूकंपाची तीव्रता कमी

असते. निरिक्षणावरून असे लक्षात येते कि बहुसंख्य भूकंप हे समुद्रात होतात. भूकंपाची नोंद करणाऱ्या यंत्रास **सेस्मोग्राफ** म्हटलं जातं. ही नोंद **रिश्टर स्केल** या गणिती एककात मोजतात.

व्याख्या (Definition)

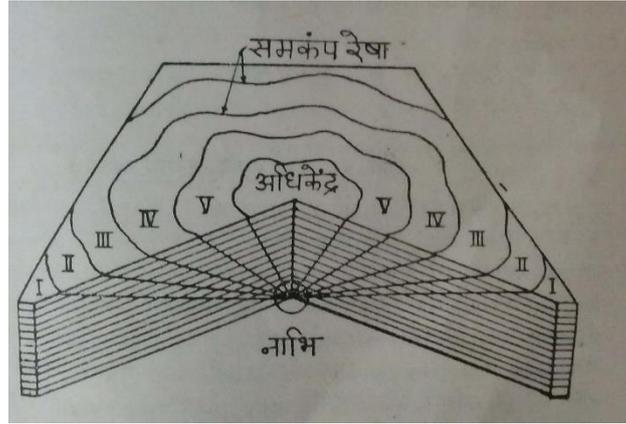
१. काही कारणामुळे भूकंपाचा हादरे बसतात यालाच भूकंप असे म्हणतात.----- पी. लेक

२. नैसर्गिक कारणामुळे भूकंपाखाली निर्माण झालेल्या हालचालीमुळे भूकंपाला हादरे बसतात याला भूकंप असे म्हणतात.----- डब्ल्यू. जी. मूर

३. भूकंपावरील किंवा भूकंपाखाली असलेल्या खडकांच्या संतुलनात क्षणिक अडथळा निर्माण होऊन भूकंप कंपायमान होते याला भूकंप म्हणतात.

भूकंपाचे परिमाण किंवा भूकंपाची तीव्रता मापन

भूकंपाचे मापन **रिश्टर स्केल** मध्ये केले जाते. हे प्रमाण चार्ल्स एफ रिश्टर यांनी १९३५ मध्ये शोधले. रिश्टर स्केलमध्ये ० ते ९ अंकांमध्ये मोजला जातो.



भूकंपकेंद्र किंवा भूकंपनाभी: (Earthquake Focus)

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात याठिकाणी भूकंप निर्माण होतो त्या ठिकाणास भूकंपकेंद्र किंवा भूकंपनाभी असे म्हणतात.

भूकंपाचे बाह्यकेंद्र किंवा अधिकेंद्र: (Epicentre)

भूकंप केंद्रापासून निघणाऱ्या भूकंप लहरी सर्वात आधी ज्या ठिकाणी पृथ्वीवर पोहोचतात त्या ठिकाणास भूकंपाचे बाह्यकेंद्र असे म्हणतात.

सहकंप रेषा : (Homoseismal line)

नकाशावर सामान वेळेला भूकंप झालेली ठिकाणे एका रेषेने जोडली जातात त्यास सहकंप रेषा असे म्हणतात.

समकंप रेषा: (Iseismic Line)

नकाशावर भूकंपाच्या सामान तीव्रतेची ठिकाणे एका रेषेत जोडली जातात त्यास समकंप रेषा म्हणतात.

सिस्मोग्राफ: (Seismogram)

भूकंप लहरीचे किंवा तीव्रतेचे मापन सिस्मोग्राफ या उपकरणाच्या साहाय्याने केले जाते.

सिस्मॉलॉजी: (Seismology)

भूकंपाचा अभ्यास सिस्मॉलॉजी मध्ये केला जातो.

भूकंपाची कारणे (Causes of Earthquakes)

मानवी व नैसर्गिक या दोन कारणामुळे भूकंप घडून येतात.

अ) मानवी कारणे

मानवाच्या चुकीमुळे होणाऱ्या भूकंपास मानवनिर्मित भूकंप असे म्हणतात.

१. रासायनिक अणुबॉम्ब स्फोट

२. आगगाड्या, मोटारी यांच्या आघातामुळे जमिनीला हादरे बसतात

३. हे भूकंप सौम्य असतात

४. प्रचंड धरणे

ब) नैसर्गिक कारणे

नैसर्गिक कारणामुळे होणारे भूकंप तीव्र स्वरूपाचे असतात. ती नैसर्गिक कारणे पुढीलप्रमाणे.

१. भूमंच विवर्तन हालचाल:

भूकंप हे स्थिर नाही. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील प्रचंड उष्णता व दाब या शक्तींच्या आघातामुळे भूकंपातील खडकावर दाब व ताण निर्माण होवून खडकांच्या सापेक्ष हालचाली होवून त्यामध्ये घर्षण होऊन भूपृष्ठाला धक्के बसतात व कंपायमान होते अशा भूकंपांना **भूविवर्तनिकी भूकंप** म्हणतात.

उदा.

१. २७ डिसेंबर २००४ मध्ये इंडोनेशियामधील सुमात्रा बेटाजवळ झालेला भूकंप

२. १५ ऑगस्ट १९५० मध्ये आसाम येथे झालेला भूकंप

३. १९४३ मधील बिहारचा भूकंप

२. ज्वालामुखीचा उद्रेक व स्फोट:

ज्यावेळी ज्वालामुखीचा उद्रेक होतो त्यावेळी पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील तृप्त पदार्थ प्रचंड वेगाने भू भूपृष्ठाकडे फेकले जातात. या पदार्थाच्या आघातामुळे भूपृष्ठाला हादरे बसून भूकंप होतात अशा भूकंपांना **ज्वालामुखीय भूकंप** असे म्हणतात

उदा. १८८३ साली क्राकाटोआ बेटावर झालेला भूकंप

३. भूपातालिक खडकाच्या संरचनेतील बदल:

भूपृष्ठापासून अति खोल पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील खडकांमधील खनिजांमध्ये रासायनिक स्फोट होऊन किंवा त्याच्या आणू रचनेत बदल होऊन भूकवच कंपायमान होते अशा भूकंपांना **पातालिक भूकंप** असे म्हणतात. हे भूकंप मात्र क्वचितच होतात.

४. भूपृष्ठाचे संतुलन बिघडणे:

बहिर्गत शक्तीच्या कारकांच्या कारकांचा खनन व संचयन कार्यामुळे पृथ्वीवरील काही भागाची झीज होते तर काही भागात भर पडते त्यामुळे भूपृष्ठाचे संतुलन बिघडून भूपृष्ठाला सौम्य असे हादरे बसतात अशा भूकंपांना **संतुलनमुलक भूकंप** असे म्हणतात.

उदा. १९४९ मध्ये हिंदू कुश पर्वतीय भागात झालेला भूकंप

५. भूपृष्ठातर्गत पाण्याची वाफ:

भूपृष्ठावरील काही पाणी जमिनीत खोलवर मुरते पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात प्रचंड उष्णतेमुळे त्या पाण्याची वाफ होते या वाफेच्या प्रचंड शक्तीमुळे आजूबाजूचे खडक दुभंगतात व भूकंप होतात.

६. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागांवर पडणारा दाब:

एखाद्या भागात मोठ्या प्रमाणात झालेल्या गाळाच्या संयमाने किंवा पाण्याच्या साठ्यामुळे पृथ्वीच्या अंतर्गत भागावर भयंकर दाब पडतो जेथे हा दाब पडतो तो भाग पूर्वस्थितीत येण्याचा प्रयत्न करतो ही क्रिया होताना भूकंपाचे धक्के बसतात.

७. अभिसरण प्रवाह:

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील उष्णतेचा अभिसरण प्रवाह निर्माण होतो. तो प्रवाह भूपृष्ठाकडे प्रवाहित होतो त्यामुळे भूकवचावर ताण निर्माण होऊन भूपृष्ठाला हादरे बसतात व भूकंप होतो.

भूकंपाचे परिणाम (effect of earthquakes)

भूकंपाचे विघातक व विधायक परिणाम घडून येतात ते पुढील प्रमाणे

अ) विघातक/ विध्वंसक परिणाम

१. जीवित व वित्तहानी होते:

भूकंपामुळे जीवित व वित्तहानी मोठ्या प्रमाणात होते दाट लोकवस्तीच्या प्रदेशात हजारो लोक भूकंपामुळे मृत्युमुखी पडतात. त्याचबरोबर वित्तहानी मोठ्या प्रमाणात होते.

२. भूपृष्ठाला भेगा पडतात:

ज्यावेळी भूकंप होतात त्यावेळी भूपृष्ठाला हादरे बसतात व कठीण भूकवचाला तडे जाऊन भेगा पडतात.

३. दरड कोसळते:

पर्वतीय प्रदेशात भूकंप झाल्यामुळे भूमीपात होऊन पर्वताचे कडे कोसळतात.

४. नद्यांना महापूर येणे:

धरण क्षेत्रात भूकंप झाल्यास धरण फुटल्यामुळे नद्यांना महापूर येतात.

५. नद्यांच्या प्रवाह मार्गात अडथळे येणे:

पर्वतीय प्रदेशात भूकंप झाल्यामुळे दरड कोसळून त्या भागात वाहणा-या नद्यांच्या मार्गात अडथळे निर्माण होतात त्यामुळे नद्यांचे प्रवाह मार्ग बदलतात.

६. घरांची पडझड:

मोठा भूकंप झाल्यास घरांची पडझड होवून जीवित व मालमत्तेची हानी होते. उदा. ३० सप्टेंबर १९९३ मध्ये किल्लारी येथे झालेला भूकंप

७. विहिरीचे व कूपनलिकेचे पाणी नाहीसे होते:

काही वेळा मोठ्या भूकंपात विहिरीच्या तळास भेगा पडून विहिरीतील पाणी नाहीसे होते उदा. १९५० मध्ये आसाम येथे झालेल्या भूकंपामुळे अशा घटना घडल्या

८. रोगराई पसरते:

अधिकांश भूकंप रात्री होतात ज्यावेळी लोक घरात झोपलेले असतात अशावेळी भूकंप होवून घराच्या ढिगाऱ्यात लोक गाडले जातात त्यामुळे माणसाची प्रेत व मेलेली जनावरे कुजून सर्वत्र दुर्गंधी पसरून साथीचे रोग पसरतात.

१. आगी लागणे:

भूकंप झाल्यानंतर विजेचे खांब वाकल्यामुळे विद्युत तारा तुटल्याने सर्किट होवून आगी लागतात व मोठी प्राणहानी व वित्त हानी होते.

१०. भूकंपामुळे पर्वतीयकडे कोसळून त्या प्रदेशातील रस्ते बंद पडतात
११. भूकंपामुळे रेल्वे रूळ उघडतात किंवा उद्ध्वस्त होतात
१२. भूकंपामुळे टेलिफोनच्या तारा तुटून पडतात त्यामुळे संदेशवहन क्रिया थांबते
१३. भूकंपामुळे विविध प्रकारच्या प्राण्यांवर व पक्षावर त्यांच्या वागणुकीवर परिणाम होतो
१४. भूकंपामुळे महासागरात सुनामीची निर्मिती होते

सुनामी (Tsunami)

सागर तळावर भूकंप होतो तेव्हा सागराच्या पृष्ठभागावर प्रचंड लाटा निर्माण होतात अशा लाटा बऱ्याच दूरपर्यंत किनाऱ्यावरील प्रदेशात येतात यालाच जपानी भाषेत सुनामी लाटा असे म्हणतात.

सुनामी ही शब्द जापनीस असून यातील Tsu म्हणजे बंदर आणि nami म्हणजे लाटा म्हणजेच बंदराकडे येणाऱ्या महाभयंकर लाटांना सुनामी म्हणतात.

सुनामी निर्मितीची कारणे

१. भूकंप

सागर तळावरील तीव्र स्वरूपाच्या भूकंपामुळे सुनामीची निर्मिती होते

उदा. १९६० मध्ये चिलीत ८.५ रिश्टर स्केलचा भूकंप झाला त्यानंतर निर्माण झालेली सुनामी प्रशांत महासागर पार करून १८ तासांनी जपान येथे २८ मीटर उंचीच्या लाटा धडकल्यामुळे जीवित हानी मोठ्या प्रमाणात झाली.

२. ज्वालामुखीचा उद्रेक

सागरतळावर जेव्हा ज्वालामुखीचा उद्रेक होतात तेव्हा सुनामीची निर्मिती होते

उदा. इंडोनेशियात २० ऑगस्ट १८८३ मध्ये जगातील सर्वात मोठा क्राकाटोआ ज्वालामुखी फुटला व त्यानंतर निर्माण झालेली सुनामी चेन्नई बंदरावर येऊन थडकल्या

३. भूमीपात

समुद्र किनाऱ्याजवळ पर्वताचे मोठमोठे कडे कोसळतात त्यामुळे सुनामीची निर्मिती होते

४. भूमच्या हालचाली

समुद्रतळावर दोन भूमंच एकमेकांवर आदळल्यास भूकंपाची निर्मिती होऊन सुनामी निर्माण होते उदा. २६ डिसेंबर २००४ मध्ये इंडोनेशियातील सुमात्रा बेटाजवळ झालेल्या भूकंपामुळे सुनामी निर्माण हून आशियातील अंदाचे १.५ लाख लोकांना जलसमाधी मिळाली

सुनामीचे परिणाम

सुनामीमुळे प्राणहानी, वित्तहानी, शेतीचे नुकसान, बंदरांना धोका व मानवी आरोग्यास धोका निर्माण होतो.

ब) भूकंपाचे विधायक परिणाम

१. भूकंपामुळे जमिनीचा विस्तृत भाग खाली खचून तेथे सरोवराची निर्मिती होते
२. नदीच्या प्रवाह मार्गातील भाग खाली खचल्यामुळे धबधब्याची निर्मिती होते
३. विहिरीचे किंवा कूपनलिकेचे पाणी काही वेळा वाढते
४. काही ठिकाणी गरम पाण्याचे झरे निर्माण होतात
५. समुद्र किनाऱ्यालगतचा भूभाग खाली खचल्यामुळे खड्ड्यांची निर्मिती होते अशा ठिकाणी बंदरांचा विकास होतो
६. नद्यांचे प्रवाह मार्ग बदलल्यामुळे शेतीसाठी नवीन जमीन तयार होत
७. भूगर्भात जास्त खोलवर असलेली मौल्यवान खनिजे वरच्या थरात येतात
८. भूकंप लहरींच्या अभ्यासावरून पृथ्वीच्या अंतरंगाविषयी माहिती मिळवता येते

भूकंप लहरी (Earthquakes Waves)

भूकंपात जेव्हा भूकंप होतो तेव्हा भूकंपाचे धक्के लहरींच्या स्वरूपात बसतात या लहरी प्रथम भूकंपाच्या बाह्य केंद्रावर व नंतर तेथून सर्वत्र पसरतात या लहरी तीन प्रकारच्या असतात

१. प्राथमिक लहरी / पी लहरी (Primary Waves or P Waves)

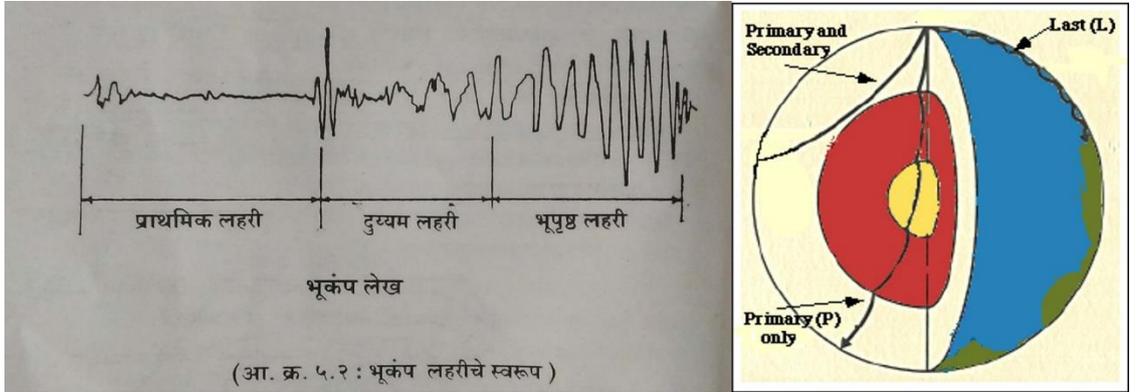
प्राथमिक लहरी भूकंप केंद्रापासून एका सरळ रेषेत भूपृष्ठाकडे प्रवास करतात. या लहरी अतिशय वेगाने प्रवास करतात याचा सरासरी वेग दर सेकंदाला ५ किलोमीटर असतो कठीण खडकाचा थरातून या लहरी दर सेकंदाला ८ ते १४.५ किलोमीटर या वेगाने प्रवास करतात.

२.दुय्यम लहरी / एस लहरी (Secondary Waves or S Waves)

या लहरींचा वेग प्राथमिक लहरी पेक्षा कमी असतो. या लहरी सरळ रेषेत प्रवास करीत नसून प्रवाशांच्या दिशेशी काटकोन करून पुढे जातात. याचा वेग प्राथमिक लहरी पेक्षा निम्मा असला तरी त्या जास्त विघातक स्वरूपाच्या असतात.

३.भूपृष्ठ लहरी/ एल लहरी (Surface Waves or Long Waves or L Waves)

भूपृष्ठ लहरी भूपृष्ठावरून सागराच्या लहरी समान प्रवाहित होतात. या अधिक खोलीवर प्रवास करू शकत नाहीत. या भूपृष्ठ लहरींचा वेग अतिशय मंद म्हणजे दर सेकंदाला ३.२ किलोमीटर असतो या भूकंप लहरी सर्व भूकंप लहरीत अधिक विनाशक असतात.



२.४ ज्वालामुखी (Volcano)

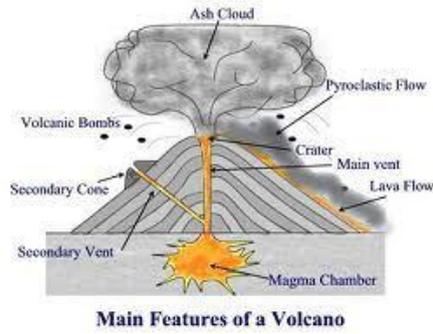
एक पर्यावरणीय आपत्ती. भूअंतरंगातून भूपृष्ठाकडे किंवा भूपृष्ठावर होणाऱ्या तप्त पदार्थांच्या हालचाली. या हालचालींमुळे भूकवचाखालील घन, द्रव आणि वायू पदार्थ भूकवचाकडे किंवा भूपृष्ठावर ढकलले जातात. याला ज्वालामुखी क्रिया म्हणतात.

पृथ्वीचा अंतर्भाग अत्यंत उष्ण आहे. भूपृष्ठाचा खडकावरील दाब कमी झाल्यास अतिउष्णतेमुळे खडक वितळून शिलारस तयार होतो. या शिलारसात अनेक वायू असतात. शिलारस खडकांना भेगा पाडून तो जमिनीवर साठतो. त्यामुळे शिलारसातील वायू वातावरणात मिसळतात. वायू बाहेर पडलेला शिलारस लाव्हारस म्हणून ओळखला जातो.

शिलारसातून बाहेर पडलेल्या वायूंत **बाष्पाचे प्रमाण** जास्त असते. याशिवाय कार्बन डाय-ऑक्साइड, सल्फर डाय-ऑक्साइड इ. वायूदेखील या वायूंच्या मिश्रणात असतात. ज्वालामुखीच्या उद्रेकांमुळे शिलारस, बाष्प, उष्ण चिखल, गंधक, इतर रासायनिक पदार्थ भूपृष्ठावर येऊन साचतात.

व्याख्या

१. भूगर्भातील तप्त शिलारस कमकुवत भागातून स्फोटाच्या स्वरूपात बाहेर तो त्याला ज्वालामुखी असे म्हणतात.
२. भूहालचालींमुळे भूगर्भातील शिलारस कमकुवत भूकवचाला पडलेल्या भेगांमधून भूपृष्ठावर येतो त्यास ज्वालामुखीचा उद्रेक असे म्हणतात
३. भूगर्भातील तप्त घनपदार्थ द्रवपदार्थ व वायुरूप पदार्थ भूकवच कडे किंवा भूपृष्ठावर फेकले जातात त्यास ज्वालामुखीचा उद्रेक असे म्हणतात
४. ज्वालामुखी हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला पडलेली भेग किंवा नळीसारखे भोक असते ज्यामधून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखालील तप्त शिलारस (मॅग्मा), उष्ण वायू, राख इत्यादी बाहेर पडतात.



ज्वालामुखी उद्रेकाची कारणे (Causes of Volcano)

ज्वालामुखीचा उद्रेक हा भूगर्भातील अंतर्गत शिघ्रगतीने कार्य करणाऱ्या शक्तींमुळे घडून येतो त्याची प्रमुख कारणे पुढीलप्रमाणे

१. भूगर्भातील उष्णता

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागामध्ये उष्णतेचे प्रमाण जास्त आहे. भूपृष्ठापासून भूगर्भाकडे जसजसे जावे तसतसे तापमान वाढत जाते. तापमान वाढण्याचे प्रमाण प्रत्येक ३२ मीटर खोलीस १ अंश सेंटिग्रेड असते. त्यामुळे पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात उष्णतेचे प्रमाण जास्त असते या भयंकर उष्णतेमुळे ज्वालामुखीचे उद्रेक घडून येतात

२. पृथ्वीच्या अंतर्गत भागांवर पडणारा दाब

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागावर पृथ्वीच्या बाह्य भागाचा प्रचंड दाब आहे. भूपृष्ठाखाली ८० किलोमीटर खोलीवर २००० वातावरणीय दाब असतो तर ८०० किलोमीटर खोलीवर ३५००००० वातावरणीय दाब असतो. या प्रचंड दाबामुळे अंतर्गत भागातील घन पदार्थ, खडक वितळतात व त्यापासून शिलारसाची निर्मिती होते. हा शिलारस भूपृष्ठावर येण्याचा प्रयत्न करतो त्यावेळी ज्वालामुखीचा उद्रेक होतो.

३.वायूचे प्रसरण

ज्यावेळी पृथ्वीच्या अंतर्गत भागावरील दाब काही कारणामुळे कमी होतो. त्यावेळी भूगर्भातील खडक वितळून त्याचे शिलारसात रूपांतर होते. या शिलारसात अनेक वायू असतात ते उच्च तापमानामुळे प्रसरण पावतात व भूपृष्ठाकडे येण्याचा प्रयत्न करतात. त्या वायूबरोबर शिलारस ही भूपृष्ठाकडे ढकलला जाऊन ज्वालामुखीचा उद्रेक होतो

४.भूकवचाचा कमकुवतपणा

पृथ्वीचे बाह्य कवच सारखे नाही काही ठिकाणी ते कमकुवत असते तर काही ठिकाणी भूकवचास भेगा पडलेल्या असतात अशा ठिकाणी भूगर्भातील तप्त वायू व शिलारस भूपृष्ठाकडे येण्याचा प्रयत्न करतात व तेथे ज्वालामुखीचा उद्रेक होतो

ज्वालामुखीचे परिणाम (effect of Volcano)

ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे विघातक व विधायक असे दोन्ही प्रकारचे परिणाम पहावयास मिळतात ते पुढीलप्रमाणे

विघातक/ विध्वंसक परिणाम

- १.ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे जीवित व वित्तहानी मोठ्या प्रमाणात होते
२. लाव्हारस आसपासच्या प्रदेशात पसरून शेती क्षेत्राची मोठ्या प्रमाणात नुकसान होते
- ३.ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे वाहतुकीचे मार्ग बंद पडतात
- ४.ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून तप्त पदार्थ बाहेर फेकले जातात त्यांच्या संपर्कामुळे वनस्पती नाहीशी होतात तर काही झाडांच्या साली जळून गळून पडतात
- ५.हवेचे प्रदूषण मोठ्या प्रमाणात होते
- ६.सागर तळावरील ज्वालामुखीमुळे जहाजांना जलसमाधी मिळते
- ७.ज्वालामुखीमुळे महासागरातील हजारो जलचर प्राणी व वनस्पती नाहीशा होतात
- ८.ज्वालामुखीमुळे सुनामी लाटांची निर्मिती होते
९. ज्वालामुखीमुळे भूमी स्वरूपामध्ये बदल होतात तर काही भुरूपे नष्ट होतात

विधायक परिणाम

- १.ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातील स्वरूप समजते

- २.ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे बाहेर पडलेल्या शिलारसाच्या संचयनापासून सुपीक जमिनीची निर्मिती होते
- ३.ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून भूगर्भातील खनिज द्रवे बाहेर पडतात
- ४.ज्वालामुखीमुळे ज्वालामुखी बेटांची निर्मिती होते
- ५.गरम पाण्याचे झरे उष्ण पाण्याचे फवारे निर्माण होतात
- ६.ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडणाऱ्या वाफेचा उपयोग विद्युत निर्मितीसाठी करता येऊ शकतो
- ७.नवीन पर्यटनस्थळे उदयास येतात

ज्वालामुखीचे प्रकार (Types of Volcano)

ज्वालामुखी उद्रेकाच्या कालावधीनुसार ज्वालामुखीचे तीन प्रकार पडतात ते पुढीलप्रमाणे

१.जागृत/ सक्रिय ज्वालामुखी

ज्या ज्वालामुखीतून सतत उद्रेक होत असतात त्यांना जागृत ज्वालामुखी असे म्हणतात. जगामध्ये साधारणपणे ५०० जागृत ज्वालामुखी आहेत. उदाहरणात जपानमधील फुजियामा, सिसिली बेटांवरील स्टॉबोली भारतातील एकमेव ज्वालामुखी जागृत

भारतातील एकमेव जिवंत ज्वालामुखी असलेला अंदमान, निकोबार बेटांवरील पुन्हा जागृत झाल्याची चिन्हे आहेत. या ज्वालामुखीच्या तोंडातून राख बाहेर पडणे सुरू झाले आहे. यापूर्वी १९९१मध्ये हा ज्वालामुखी जागृत झाला होता, अशी माहिती येथील राष्ट्रीय सागरविज्ञान संस्थतर्फे (एनआयओ) देण्यात आली. अंदमान-निकोबार बेटांवरील या ज्वालामुखी पुन्हा जागृत झाला आहे. पोर्ट ब्लेअरपासून १४० किलोमीटर ईशान्येला बॅरेन बेटांवर हा ज्वालामुखी आहे. सुमारे १५० वर्षे निद्रिस्त अवस्थेत राहिल्यानंतर १९९१ मध्ये तो जागृत झाला होता, अशी माहिती एनआयओच्या वतीने देण्यात आली.

२.निद्रिस्त ज्वालामुखी:

ज्या ज्वालामुखीतून उद्रेक व्हावयाचे थांबले आहेत परंतु अचानकपणे उद्रेक होण्याची शक्यता आहे अशा ज्वालामुखीला निद्रिस्त ज्वालामुखी किंवा सुप्त ज्वालामुखी असे म्हणतात. उदा. इटलीमधील व्हीस्यूव्हिअसज

३.मृत ज्वालामुखी

ज्या ज्वालामुखीतून उद्रेक होण्याचे थांबले आहे आणि भविष्यात उद्रेक होण्याची शक्यता नाही अशा ज्वालामुखीला मृत ज्वालामुखी असे म्हणतात. उदा. आफ्रिकेतील माऊंट किलीमांजारो