

खेड तालुका शिक्षण प्रसारक मंडळाचे
हुतात्मा राजगुरू महाविद्यालय, राजगुरूनगर

ता. खेड, जि. पुणे. ४१० ५०५

NEP 2020 – 2024 Pattern - SYBA Major Core (GEO-201-MJ)

Fundamentals of Geomorphology

भूरूपशास्त्राची मूलतत्त्वे

प्रा. डॉ. दिलीप ज्ञानेश्वर मुळूक

भूगोल विभाग प्रमुख

हुतात्मा राजगुरू महाविद्यालय, राजगुरूनगर

नवीन अभ्यासक्रमानुसार पाठयक्रम

प्रकरण तिसरे

विदारण

अभ्यास घटक

१. खंड आणि महासागरांची उत्पत्ती

१. भूपट्ट विवर्तनिकी सिध्दांत

२. सागरतळ पसरण संरचना सिध्दांत

२. भूप्रक्षोभक हालचालींचे वर्गीकरण

संथ/मंद हालचाली – वलीकरण आणि प्रस्तरभंग (प्रकार)

शिघ्र हालचाली – ज्वालामुखी आणि भूकंप (कारणे आणि परीणाम)

प्रकरण तिसरे – विदारण

अपक्षय (विदारण)

प्रस्तावना

अनाच्छादन

अनाच्छादन अर्थ

१. विदारण/अपक्षय
२. अपक्षरण/क्षरण
३. वहन
- ४.संचयन/निक्षेपण

विदारण

व्याख्या

१. कणी/कणीय विघटन
- २.अपदलन/अपपर्णन
- ३.खंड विखंडन/खंड विघटन
- ४.तुकडीकरण/खडकविखंडन

विदारणाचे प्रकार

१. कायिक/यांत्रिक/भौतिक विदारण
 - अ).तापमानातील विषमता/
 - औष्णीक प्रसरण/सौरशक्ती
 - ब).हिमिभवन/जलगोठणे
 - क).केशाकर्षण/स्फटीकीभवन
 - ड).दाबमुक्त होणे
 - इ).पर्जन्य
 - ई).वारा

२. रासायनिक विदारण

- अ).ऑक्सीडेशन
- ब).कार्बोनेशन
- क).हायड्रेशन
- ड). द्रवीकरण

३. जैविक विदारण

- अ). प्राणीजन्य विदारण
- अ). वनस्पतीजन्य विदारण

४. मानवप्रणीत विदारण

विदारण नियंत्रित करणारे घटक

- १.खडकांची रचना आणि प्रकार
२. हवामान
३. जमिनीचा उतार/उंचसखलता
४. वनस्पतींचे आच्छादन

जलचक्र

१. महासागर
२. हिम
३. भूमिगत जल
४. तळी आणि सरोवरे
५. नद्या
६. वातावरण
७. वनस्पती आणि प्राणी

अनाच्छादन (Denudeation)

अनाच्छादन अर्थ:—

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर विविध प्रक्रियांचा एकत्रित परिणाम म्हणजेच अनाच्छादन होय. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जो शिलावरणाचा थर आहे तो नाहीसा होण्याची प्रक्रिया म्हणजेच अनाच्छादन होय. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर अंतर्गत शक्तीच्या कार्यामुळे जी विषमता किंवा उंचसखलपणा तयार होतो तो नाहीसा करण्याचे कार्य अनाच्छादनामध्ये घडून येते. अनाच्छादन अतिशय संथ गतीने घडून येत असते. अनाच्छादन ही प्रक्रिया बाह्य कारकांमुळे घडून येत असते. सूर्याची उष्णता, पर्जन्य, वाहते पाणी, वारा, हिमनदी, सागरी लाटा, तुषारपात, भूमिगत जल या सर्वांचा एकत्रित परिणाम होऊन पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची झीज घडून येते. अनाच्छादन प्रक्रियेमुळे संपूर्ण भूपृष्ठाचे स्वरूप पालटून जाते. थोडक्यात पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर शिलावरणाचे जे अनाच्छादन आहे ते नाहीसे होण्याच्या क्रियेलाच अनाच्छादन असे म्हणतात. अनाच्छादनाची प्रक्रिया जरी भूपृष्ठावर घडून येत असली तरी ती घडून येण्यास बहुतांशी वातावरणीय घटना कारणीभूत असल्याचे दिसून येते. अनाच्छादन प्रक्रियेचे स्वरूप भूप्रदेशाचे पृष्ठभागावरिल स्थान, हवामान, भूपृष्ठाचे स्वरूप या घटकांवर अवलंबून असते. अनाच्छादन प्रक्रियेमध्ये विदारण/अपक्षय, [अपक्षरण/क्षरण](#), वहन व संचयन/निक्षेपण या क्रियांचा समावेश होतो. या क्रिया पुढीलप्रमाणे —

१. विदारण/अपक्षय — (Weathering)

बाह्य कारकांच्या शक्तीमुळे भूपृष्ठाची झीज होते, किंवा प्रदेशातील जनक खडकांचे अपघटन होते, तो खडक झीजतो. त्या खडकामधील एकसंधपणा नाहीसा होतो, त्या खडकाचे लहान लहान कणांत रूपांतर घडून येते. या क्रियेलाच अपक्षय किंवा विदारण असे म्हणतात. विदारण क्रियेमध्ये खडकांचे सुटे झालेले कण त्याच ठिकाणी पडून राहतात.

२. अपक्षरण/क्षरण —(Erosion)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील बाह्य कारके जेव्हा गतिमान होतात, तेव्हा त्या गतिमान कारकांबरोबर विस्थापित होत असलेले खडकांचे तुकडे, दगड गोटे, वाळूचे व मृत्तिकेचे कण आपसात तसेच मार्गात येणाऱ्या अडथळांवर आपटतात आणि त्यांचे लहान कणांमध्ये रूपांतर घडून येते यालाच अपक्षरण किंवा क्षरण असे म्हणतात.

३. वहन — (Transportation)

अपक्षयामुळे निर्माण झालेले खडकांचे तुकडे, लहान लहान कण वाहते पाणी, वारा, हिमनदी, सागरी लाटा, भूमिगत जल याद्वारे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहू लागतात यालाच वहन असे म्हणतात. वहनाच्या क्रियेवर भूप्रदेशाचा उतार आणि गुरुत्वाकर्षण शक्ती यांचा परिणाम होत असतो.

४.संचयन/निक्षेपण –(Deposition)

अपक्षरण क्रियेमुळे निर्माण झालेले खडकांचे सुटे कण म्हणजेच गाळ ज्या ठिकाणी बाह्य कारकांचा प्रभाव कमी होतो किंवा मार्गात अडथळा येतो त्या ठिकाणी ते संचित होतात. या क्रियेलाच निक्षेपण किंवा संचयन असे म्हणतात. संचयनाची क्रिया प्रामुख्याने सखल मैदानी प्रदेशात घडून येत असते.

अशा प्रकारे अपक्षय, अपक्षरण, वहन व निक्षेपण या क्रियांमुळे भूपृष्ठाच्या स्वरूपामध्ये बदल घडून येतात या संयुक्त क्रियेलाच अनाच्छादन असे म्हणतात.

विदारण (Weathering)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सातत्याने विविध नैसर्गिक प्रक्रिया घडत असतात, ज्यामुळे भूगोलाच्या स्वरूपात बदल घडून येतात. या प्रक्रियांमध्ये विदारण प्रक्रियेचे विशेष महत्त्व आहे. विदारण ही खडकांच्या तुकड्यांमध्ये किंवा त्यांच्या रासायनिक संरचनेत बदल घडवणारी एक नैसर्गिक आणि सातत्यपूर्ण प्रक्रिया आहे. या प्रक्रियेमुळे खडकांचे लहान तुकडे तयार होतात, जे पुढे वाहून जाऊन मृदा निर्मितीस मदत करतात. विदारण प्रक्रियेचा अभ्यास केल्याने आपल्याला पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर होणाऱ्या बदलांची, मातीच्या निर्मितीची आणि पर्यावरणातील संतुलनाची समज मिळते. त्यामुळे विदारण प्रक्रिया ही भूगोल आणि पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासात अत्यंत महत्त्वाची मानली जाते.

व्याख्या

“ऊन, वारा, पाऊस, या सारख्या बाह्य कारकांमुळे भूपृष्ठावरील खडक झिजतात, कमकुवत होतात, त्याचे बारीक मातीत किंवा रेतीत रूपांतर होते या क्रियेला विदारण असे म्हणतात.”

“भूपृष्ठावरील खडकांवर कायिक, रासायनिक व जैविक क्रिया होऊन त्यांचे लहान – लहान कणांत रूपांतर होण्याच्या क्रियेला विदारण असे म्हणतात.”

“खडकांचे त्याच जागी विघटन किंवा अपघटन होते या क्रियेला विदारण असे म्हणतात.”

—थॉर्नबरी

“पृथ्वीच्या भूकवचावर भौतिक कारकांच्या साहाय्याने खडकांचे कायिक विखंडन किंवा रासायनिक अपघटन होते या क्रियेला अपक्षय किंवा विदारण असे म्हणतात.” —लोबेक

विदारण प्रक्रियेमध्ये जनक खडक कुजतात व त्याच ठिकाणी त्यांचे लहान लहान कणांमध्ये रूपांतर होते या क्रियेला विदारण म्हणतात. विदारण प्रक्रिया घडून येण्यामध्ये बाह्यकारकांची भूमिका अतिशय महत्वाची असते. यामध्ये उन, वारा, पाऊस, हवामान, वनस्पतींची आच्छादने आणि मानवी क्रिया यासारख्या मुलभूत बाह्यकारकांचा समावेश होतो. विदारण प्रक्रिया घडून येत असताना कोणत्या प्रकारे घडून आली आहे त्यावरून विदारणाचे कायिक विदारण, रासायनिक विदारण, जैविक विदारण आणि मानवनिर्मित विदारण असे प्रकार होतात. एखाद्या प्रदेशामध्ये या चारही क्रिया एकाच वेळी किंवा स्वतंत्रपणे सुरू असतात. विदारण किंवा झीज पुढील प्रकारे घडून येते.

१. कणी/कणीय विघटन

विदारण क्रियेमुळे काही खडकातील कण एकमेकांपासून विलग होऊन मुळ खडक नाहीसा होतो किंवा खडकाचे लहान लहान कण सुटे होतात. वाळवंटी प्रदेशात खडकांमध्ये आकुंचन प्रसरणाची क्रिया होऊन खडक कमकुवत होतात आणि खडकांपासून कण विलग होतात यालाच कणी विघटन असे म्हणतात.

२. अपदलन/अपपर्णन

विदारणाच्या कायिक, रासायनिक आणि जैविक प्रक्रियेमुळे खडकाच्या पृष्ठभागापासून निरनिराळ्या जाडीचे व विस्ताराचे पापुद्रे अलग होतात. कांद्याच्या साली निघाल्याप्रमाणे ही क्रिया घडून येत असते. उष्ण कटीबंधीय प्रदेशात ओली जमिन वाळल्यानंतर अशा प्रकारचे पापुद्रे सुटे होतात. तसेच वाळवंटी प्रदेशात वा—यामुळे पापुद्रे सुटे होतात.



छायाचित्र – अपदलन/अपपर्णन

३.खंड विखंडन/खंड विघटन

काही वेळेस मुळ खडकात आडव्या व उभ्या दिशेने मोठमोठ्या भेगा किंवा जोड निर्माण होऊन मुळ खडकापासून मोठमोठे खंड विलग होतात. याचे आकार ब-याचदा सारखेच असतात, या क्रियेला खंड विखंडन किंवा खंड विघटन असे म्हणतात. ही क्रिया वाळवंटी प्रदेशात अधिक प्रमाणात घडून येते.



छायाचित्र – खंड विखंडन

४. तुकडीकरण / खडक विखंडन

काही ठिकाणी मुळ खडकावर ताण पडून ते खडक फुटतात. त्याचे अनियमित आकाराच्या तुकड्यांत विखंडन होते या क्रियेला तुकडीकरण असे म्हणतात. या प्रकारचे विदारण वाळवंटी प्रदेशात हिमीभवनाची क्रिया होऊन घडून येते. या क्रियेमध्ये खडकांचे तुकडे अनियमित तसेच त्रिकोणाकृती असतात.



छायाचित्र – खडकांचे तुकडीकरण

विदारणाचे प्रकार

विदारण प्रक्रियेचे कायिक/यांत्रिक/भौतिक विदारण, रासायनिक विदारण, जैविक विदारण, खनिज विदारण आणि मानवप्रणित विदारण असे विविध प्रकार होतात त्यापैकी प्रमुख प्रकार पुढीलप्रमाणे

१. कायिक/यांत्रिक/भौतिक विदारण (Mechanical Weathering)

कायिक विदारणाची क्रिया प्रामुख्याने उष्ण वाळवंटी व हिमाच्छादीत प्रदेशात घडून येत असते. उन, वारा, पाऊस, हिमीभवन यासारख्या बाह्यशक्तीमुळे भूपृष्ठावरील खडक फुटतात त्यांचे बारीक मातीत रूपांतर होते परंतु या प्रकारची क्रिया होत असताना मुळ खडकातील खनिजांचे गुणधर्म बदलत नाहीत. खडकांमधील खनिजद्रव्यात कोणत्याही प्रकारचा बदल होत नाही. मुळ खडक आणि त्यापासून अलग झालेले सुटे कण यांचे गुणधर्म सारखेच असतात. ही क्रिया यंत्रवत होत असल्याने त्यास यांत्रिक विदारण असेही म्हणतात. या विदारण

क्रियेत खडकांचे केवळ बाह्य रूप बदलते पण त्यांची रासायनिक घटना बदलत नाही. यांत्रिक विदारणाची क्रिया वाळवंटात तसेच बर्फाच्छादीत प्रदेशात घडून येते. कायिक विदारणात पुढील घटकांचा सहभाग असतो.

अ) तापमानातील विषमता/औष्णिक प्रसरण/सौरशक्ती

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सूर्यापासून उष्णता मिळते. हि उष्णता मिळण्याचे प्रमाण सर्वत्र सारखे नाही. उष्ण कटीबंधीय प्रदेशात उष्णता मिळण्याचे प्रमाण सर्वाधिक आहे. या आयनिक प्रदेशातील खडकांवर उष्णतेचा परिणाम होत असतो. या प्रदेशातील अत्याधिक उष्णतामानामुळे दिवसा खडक तापून खडकांमधील खनिजे प्रसरण पावतात व रात्री तापमान कमी झाल्यानंतर खडकांमधील खनिजे आकुंचन पावतात.

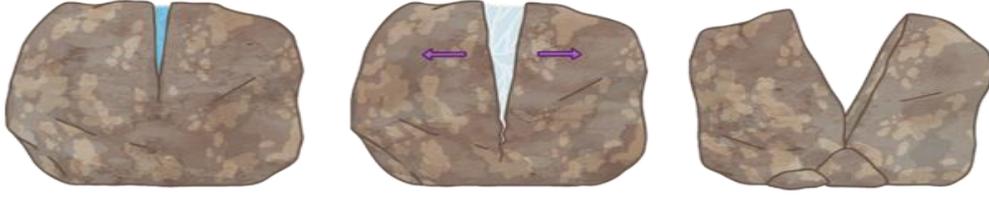


छायाचित्र – औष्णिक प्रसरणामुळे खडकांचे तुकडीकरण

ही आकुंचन प्रसरणाची क्रिया सतत घडत असल्याने खडक कमकुवत होतात आणि खडक फुटतात व खडकांपासून कण सुटे होतात. त्याचप्रमाणे या प्रदेशात सौरशक्तीमुळे जंगलाना वणवे लागतात या वणव्यांमध्ये प्रचंड उष्णता निर्माण होते या उष्णतेचा खडकांवर परिणाम होऊन खडकांना तडे जातात. त्यामुळे तापमानातील विषमता हे एक यांत्रिक विदारणाचे प्रमुख कारण आहे.

ब).हिमिभवन/जलगोठणे

बर्फाच्छादीत तसेच वाळवंटी प्रदेशात हिमिभवनाची क्रिया घडून येत असते. हिमाच्छादीत प्रदेशात तापमान गोठणबिंदूच्या खाली जाते, तसेच वाळवंटी प्रदेशात रात्रीचे तापमान गोठणबिंदूच्या खाली जाते. तेव्हा खडकांच्या फटीत जमा झालेले पाणी गोठण्याची क्रिया होते. पाण्याचे बर्फात रूपांतर होत असताना त्याचे आकारमान वाढते. त्यामुळे खडकांवरील दाब वाढून भेगा रूदावल्या जातात.



छायाचित्र – हिमीभवन क्रियेमुळे झालेले खडकाचे विदारण

जेंव्हा बर्फाचे पुन्हा पाणी होते तेंव्हा खडकांवरील दाब कमी होतो. या क्रिया सतत घडल्यामुळे खडकांना कमकुवतपणा येतो आणि खडक फुटतात त्यांना भेगा पडतात.

क).केशाकर्षण/स्फटीकीभवन

उष्ण आणि कोरड्या हवामानाच्या प्रदेशात भूपृष्ठावर सतत बाष्पीभवन होत असते. त्यामुळे भूपृष्ठाखालून पाणी केशाकर्षणाने वर सरकते. या पाण्याबरोबर क्षारही वर येतात. वर आलेल्या पाण्याचे सौरशक्तीमुळे बाष्पीभवन होते पण खडकांच्या वरील थरात खडकांच्या पोकळ्यात क्षार तसेच शिल्लक राहतात. सूर्याच्या उष्णतेमुळे या क्षारांचे स्फटीकीभवन होते. या प्रक्रियेमध्ये खडकांवर दाब पडून खडकांचे कण सुटे होतात आणि खडकांचे विदारण होते.

ड).दाबमुक्त होणे

पृथ्वीच्या अंतरंगात खोल असलेल्या खडकांवर वरच्या प्रदेशाचा भार पडलेला असतो. अनाच्छादन प्रक्रियेमुळे असे खडक उघडे पडून पृष्ठभागावर येतात आणि खडकांवरील दाब कमी होतो. या खडकांवरील भार हालका झाल्यामुळे त्यांचे प्रसरण होते व त्यांना भेगा पडतात. त्यामुळे खडकांचे विदारण होते कारण दाब असताना खडकांची रचना आणि दाबमुक्त झाल्यामुळे खडकांची असणारी रचना यामध्ये बदल होतो व खडकांमध्ये जोड व तडे निर्माण होऊन अपक्षय लवकर होते.

इ).पर्जन्य

आयनिक प्रदेशात उष्णतेमुळे बाष्पीभवनाचा दर जास्त असतो, त्यामुळे आर्द्रतेचे प्रमाण जास्त असते. आर्द्रतेचे प्रमाण अधिक असल्यामुळे पर्जन्याचे प्रमाणही जास्त असते. आयनिक प्रदेशात सूर्याच्या उष्णतेमुळे खडक अतिशय तापलेले असतात. अशा तप्त खडकांवर पाणी पडल्यास खडकांना तडे जातात व त्याचे लहान लहान कणांत रूपांतर घडून येते. जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशात पर्जन्याच्या आघातामुळेही खडकांचे विदारण होते.



आकृती – पर्जन्याच्या परिणामुळे झालेले खडकांचे विदारण



छायाचित्र – पर्जन्यामुळे खडकांच्या भेगा रुंदावल्याने झालेले विदारण

ई). वारा

वा-यामुळे विदारणाची क्रिया वाळवंटी प्रदेशात घडून येते. वाळवंटात वा-याचा वेग जास्त असतो. जास्त वेगामुळे वा-याबरोबर वाहून येणारी वाळू मार्गात येणा-या खडकांवर सतत आघात करते. त्यामुळे खडक कमकुवत होतात आणि खडकांचे विदारण होण्यास मदत होते.



छायाचित्र – वाऱ्याच्या कार्यामुळे झालेले विदारण

२. रासायनिक विदारण (Chemical Weathering)

रासायनिक विदारणाची क्रिया प्रामुख्याने उष्ण आणि दमट हवामानाच्या प्रदेशात घडून येत असते. रासायनिक अपक्षयामध्ये मुळ खडकांच्या रासायनिक गुणधर्मात, खडकांच्या घटनेत बदल घडून येतो. मुळ खडकांवर रासायनिक क्रिया होऊन त्याचे वेगळ्याच रासायनिक गुणधर्म असलेल्या खडकांमध्ये रूपांतर घडून येते. या प्रक्रियेमध्ये मुळ खडक कुजतो व कमकुवत होतो. खडकांमध्ये रासायनिक परिवर्तने घडून आणण्याचे कार्य वातावरणातील आर्द्रता, विविध प्रकारचे वायू करतात. जास्त तापमान आणि आर्द्रतायुक्त प्रदेशात रासायनिक अभिक्रिया जलद गतीने घडून येतात. या प्रकारचे रासायनिक विदारण घडून येत असताना प्राणवायू (ऑक्सिजन), कार्बनडाय ऑक्साइड, नायट्रोजन, हायड्रोजन यापैकी कोणत्या वायूचा सहभाग अधिकतम आहे त्यावरून रासायनिक विदारण क्रियेचे खालील प्रकार होतात.

अ).ऑक्सीडेशन (Oxidation)

भूपृष्ठावर पडणा—या पावसाच्या पाण्यामध्ये हवेतील प्राणवायू (ऑक्सिजन) काही प्रमाणात विरघळलेला असतो. या ऑक्सिजनचा उष्ण व दमट हवामानाच्या प्रदेशात लोहखनिजयुक्त खडकांवर परिणाम होतो आणि खडकांमधील लोहाचे ऑक्साइडमध्ये (प्राणीद) रूपांतर होते. ऑक्सीडेशन ही रासायनिक विदारणाची एक

महत्त्वाची प्रक्रिया आहे. या प्रक्रियेत खडकांतील किंवा खनिजांतील घटकांचे वातावरणातील प्राणवायू (ऑक्सिजन) बरोबर रासायनिक संयोग होतो. त्यामुळे त्या घटकांच्या रासायनिक संरचनेत बदल होतो आणि खडक किंवा खनिजांचे विघटन होते. उदाहरणार्थ, लोखंड किंवा फेरिक खनिजे जेव्हा प्राणवायूच्या संपर्कात येतात, तेव्हा त्यांचे ऑक्सिडेशन होऊन लोखंडाचे ऑक्साईड (गंज) तयार होते. ही प्रक्रिया विशेषतः दमट व उष्ण हवामानात जलद गतीने घडते. ऑक्सिडेशनमुळे खडकांची रंग, मजबुती आणि रचना बदलते; खडक मऊ, भुसभुशीत व झीज होणारे बनतात. ऑक्सिडेशनच्या प्रक्रियेमुळे खडकातील लोखंड, मॅग्नेशियम, तांबे इ. धातूंच्या खनिजांचे ऑक्साईड्स तयार होतात. यामुळे खडकांची झीज होते आणि ते लवकर विघटित होतात. ही प्रक्रिया रासायनिक विदारणाच्या इतर प्रक्रियांप्रमाणेच खडकांच्या नैसर्गिक झीजित मोठी भूमिका बजावते.



छायाचित्र – अतिरिक्त पर्जन्यामुळे ऑक्सीडेशन

ही क्रिया लोखंडाला गंज लागल्यासारखी होते. म्हणजेच खडकांमधील लोहाचे भस्मीकरण घडून येते. या प्रक्रियेमध्ये खडकांचे मूळ गुणधर्म बदलून लोह ऑक्साईडची निर्मिती होते. उदा.— बेसॉल्ट या खडकांपासून जांभा या प्रकारच्या खडकाची निर्मिती होते.

ब). कार्बोनेशन (Carbonation)

भूपृष्ठावर पडणा—या पावसाच्या पाण्यामध्ये हवेतील कार्बनडॉय ऑक्साईड वायू विरघळून सौम्य कार्बोनिक आम्ल तयार होते. या कार्बोनिक आम्लाची क्रिया चुनखडक, संगमरवर, ग्रॅबो गटातील अग्निजन्य खडक, डोलोमाईट या खडकांवर होऊन त्यापासून कॅल्शियम कार्बोनेट, सोडियम, मॅग्नेशियम, सिलिका व माती

ही विविध गुणधर्माची घटकद्रव्ये बाहेर पडतात. या प्रकारे सौम्य कार्बोनिक आम्लाची भूपृष्ठातील खडकांवर रासायनिक अभिक्रिया होऊन ते कुजून नाहीसे होतात. कार्बोनेशन प्रक्रिया ही रासायनिक विदारणातील एक महत्त्वाची प्रक्रिया आहे, ज्यामध्ये खडक किंवा खनिज हवेतील कार्बन डायऑक्साइड आणि पाण्याच्या संयोगाने रासायनिक बदलांना सामोरे जातात. कार्बोनेशन प्रक्रियेत, वातावरणातील कार्बन डायऑक्साइड पाण्यात विरघळून कार्बोनिक आम्ल (H_2CO_3) तयार होते. हे सौम्य आम्ल खडकांमधील विशिष्ट खनिजांवर, विशेषतः चुनखडक (लायमस्टोन) किंवा कार्बोनेट खडकांवर, प्रभाव टाकते. कार्बोनिक आम्ल खडकांतील कॅल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) या घटकाशी प्रतिक्रिया करून कॅल्शियम बायकार्बोनेट ($Ca(HCO_3)_2$) तयार करते, जो पाण्यात सहज विरघळतो. त्यामुळे चुनखडक किंवा कार्बोनेट खडक हळूहळू विरघळतात व झीज होतात.

ही प्रक्रिया विशेषतः आर्द्र हवामानात वेगाने घडते कारण पाण्याची उपलब्धता जास्त असते. कोरड्या प्रदेशात पाण्याचा अभाव असल्याने कार्बोनेट खडकांचे कडे तयार होतात आणि हे खडक विदारणास प्रतिरोध करतात. कार्बोनेशनमुळे भूगर्भात गुहा, खाच, शिलाखंड, भूमिगत नद्या आणि स्रोत तयार होतात, जे कार्स्ट भू-आकार (Karst Topography) म्हणून ओळखले जातात.

कार्बोनेशन प्रक्रियेची वैशिष्ट्ये म्हणजे मुख्यत्वे पाणी आणि कार्बन डायऑक्साइडच्या संयोगाने कार्बोनिक आम्ल तयार होते. हे आम्ल चुनखडकातील कॅल्शियम कार्बोनेटला विरघळवते. परिणामी, चुनखडकाचे विघटन व झीज होते. या प्रक्रियेमुळे भूमिगत गुहा, खाच, स्रोत, शिलाखंड इ. भू-आकार तयार होतात.

पावसाचे पाणी जेव्हा हवेतून कार्बन डायऑक्साइड शोषून जमिनीवर पडते, तेव्हा ते कार्बोनिक आम्ल बनवते. हे आम्ल चुनखडकावर पडल्यावर, त्या खडकातील कॅल्शियम कार्बोनेट विरघळवते आणि हळूहळू खडक झिजू लागतो. कार्बोनेशन ही प्रक्रिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील खडकांच्या नैसर्गिक झीजित आणि मृदा निर्मितीत अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावते. या प्रकारची क्रिया चुनखडीचे खडक असलेल्या प्रदेशात अधिक प्रमाणात होते. चुनखडीच्या प्रदेशावरून वाहणारे पाणी अंतर्गत भागातून वाहू लागल्यास चुनखडीचे खडक विरघळून गुहांची निर्मिती होते व या प्रदेशाला कार्स्ट प्रदेश असे म्हणतात.



छायाचित्र – चुनखडीच्या प्रदेशातील कार्बोनेशन क्रिया

क). हायड्रेशन (Hydration)

हायड्रेशन क्रियेला जलअपघटन असेही म्हणतात. भूपृष्ठावर असलेल्या खनिज द्रव्यांचा हायड्रोजन मिश्रीत पाण्याशी संयोग झाल्याने त्याचप्रमाणे खडकांमध्ये पाणी मुरल्यानंतर या खनिज द्रव्यांवर रासायनिक परिणाम होऊन खनिज द्रव्यांचे आकारमान वाढते. खनिज द्रव्यावर दाब पडून खडकांचे विखंडन होते. ही प्रक्रिया घडून येत असताना खडकांमध्ये रासायनिक बदलही घडून येतात. व शेवटी खडकांचे मातीत रूपांतर होते.

हायड्रेशन प्रक्रिया ही रासायनिक विदारणातील एक महत्त्वाची प्रक्रिया आहे. या प्रक्रियेत खडकांतील किंवा खनिजांतील काही घटक पाण्याशी संयोग करतात आणि त्यांच्या रासायनिक संरचनेत बदल घडवून आणतात. पाण्याचे रेणू खनिजांच्या संरचनेत सामील होतात, त्यामुळे त्या खनिजांचे नवीन रासायनिक संयुग तयार होते. या बदलामुळे खडक किंवा खनिज मऊ, भुसभुशीत आणि झीज होणारे बनतात. उदाण फेल्डस्पार हे खनिज पाण्याच्या संयोगाने क्ले (मृत्तिका) किंवा शिलामृत्तिका (Clay minerals) मध्ये रूपांतरित होते. या प्रक्रियेमुळे खडकांचे विघटन वेगाने होते आणि ते लवकर भंगतात.

हायड्रेशन प्रक्रियेमुळे खडकांची रासायनिक रचना बदलते. खडक मऊ, भुरभुरीत व कमकुवत बनतात. खडकांचे विघटन आणि झीज वेगाने होते. ही प्रक्रिया विशेषतः आर्द्र आणि पावसाळी हवामानात प्रभावी असते, कारण पाण्याची उपलब्धता जास्त असते. हायड्रेशनमुळे तयार झालेले मृत्तिकाजन्य खनिजे मातीच्या निर्मितीसाठी महत्त्वाची भूमिका बजावतात. रासायनिक विदारणातील हायड्रेशन ही प्रक्रिया खडकांच्या नैसर्गिक झीजीत आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील बदलात मोठा वाटा उचलते.



ड). द्रवीकरण (Solution)

सोल्यूशन/द्रवीकरण प्रक्रिया ही रासायनिक विदारणातील एक महत्त्वाची प्रक्रिया आहे. या प्रक्रियेत खडकांतील काही खनिजे किंवा क्षार पाण्यात पूर्णपणे विरघळतात आणि मूळ खडकापासून वेगळे होतात. यामुळे खडक ठिसूळ, मऊ किंवा झीज होणारे बनतात. द्रवीकरण प्रक्रियेत, पावसाचे पाणी किंवा भूमिगत पाणी खडकांमध्ये प्रवेश करते. पाण्यातील घुलनशील क्षार किंवा कार्बन डायऑक्साइडसारख्या वायूंच्या उपस्थितीत, खडकातील विशिष्ट खनिजे (जसे की सोडियम, पोटॅशियम, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम) पाण्यात सहज विरघळतात. हे विरघळलेले क्षार पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वाहून नेले जातात, परिणामी खडकाची रचना बदलते आणि तो ठिसूळ बनतो. उदा, चुनखडक (लायमस्टोन) किंवा खडकातील रॉक सॉल्ट, जिप्सम, हॅलाइट इ. खनिजे पाण्यात सहज विरघळतात. या प्रक्रियेमुळे खडकांचे विघटन वेगाने होते आणि भूभागावर गुहा, खाच, शिलाखंड, भूमिगत नद्या यांसारखे भू-आकार तयार होतात. ही प्रक्रिया विशेषतः पावसाळी आणि आर्द्र हवामानात प्रभावी असते.

द्रवीकरणामुळे खडकांचे रासायनिक विदारण वेगाने होते आणि निसर्गातील मृदा निर्मिती, भूमिगत जलस्रोतांची निर्मिती आणि भू-आकारांच्या बदलात मोठा वाटा उचलला जातो.

३. जैविक विदारण (Biological Weathering)

भूपृष्ठावरील जैविक घटकांच्या क्रियेमुळे जे विघटन होते त्यालाच जैविक विदारण असे म्हणतात. वनस्पती, प्राणी, कृमी, किटक, मानव यांच्या क्रियेमुळे हे विदारण घडून येते. जैविक विदारण हे यांत्रिक तसेच रासायनिक स्वरूपाचे असते. या विदारण प्रक्रियेत कोणता घटक अधिक प्रभावी आहे त्यावरून त्याचे खालील प्रकार होतात. जैविक विदारण प्रक्रिया म्हणजे पृथ्वीवरील सजीव घटकांच्या कृती विशेषतःचा परिपाक होय. वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्मजीव आणि मानव क्रियेमुळे खडकांचे विखंडन किंवा झीज होणे. या प्रक्रियेत वनस्पतींच्या मुळांचे वाढणे, प्राणी किंवा कीटकांचे बिळे तयार करणे, तसेच सूक्ष्मजीवांद्वारे रासायनिक बदल घडवणे यांचा समावेश होतो.

वनस्पतींच्या मुळे पाण्याच्या शोधार्थ खडकांच्या भेगांमध्ये खोलवर शिरतात. जसजशी मुळे वाढतात, तसतसा त्या भेगांवर दाब वाढतो आणि खडक फुटू लागतात. ही एक कायिक (भौतिक) प्रक्रिया आहे. दुसरीकडे, मुळांभोवती असणारे पाणी काही प्रमाणात आम्लधर्मी असते, त्यामुळे त्या भागातील खडक रासायनिक विदारणासही बळी पडतात. प्राणी आणि कीटक जसे मुंग्या, उंदीर, किंवा गांडूळ जमिनीत बिळे तयार करतात, त्यामुळे खडकांचे छोटे तुकडे होतात आणि त्यांच्या रचनेत बदल होतो.

मानवाच्या विविध क्रियाही (उदा. बांधकाम, खाणकाम, शेती) जैविक विदारणास कारणीभूत ठरतात. जैविक विदारण प्रक्रियेमुळे खडकांचे विघटन वेगाने होते, माती तयार होते आणि पर्यावरणातील पोषणचक्र चालू राहते. या प्रक्रियेला कायिक आणि रासायनिककृदोन्ही स्वरूप असू शकते, कारण सजीवांच्या क्रियेमुळे खडकांचे तुकडे होतात तसेच त्यांच्या रासायनिक संरचनेतही बदल घडतो. जैविक विदारणाचे प्राणीजन्य विदारण आणि वनस्पतीजन्य विदारण असे दोन प्रमुख प्रकार होतात. तसेच मानवी क्रियांमुळे विदारण होत असल्याने मानवप्रणित विदारण हा तिसरा प्रकारही करता येऊ शकतो.

अ). प्राणीजन्य विदारण (Faunal Weathering)



छायाचित्र – मुंग्याचे वारूळ

प्राणीज किंवा प्राणीजन्य विदारण म्हणजे प्राणी, कीटक, सूक्ष्मजीव आणि मानव यांच्या विविध क्रियेमुळे खडकांचे विखंडन किंवा झीज होणे. या प्रक्रियेत प्राणी थेट किंवा अप्रत्यक्षपणे खडकांच्या तुकड्यांमध्ये किंवा त्यांच्या रचनेत बदल घडवतात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आढळणारे विविध प्राणी, जीव जंतु, कृमी, कीटक भूपृष्ठाला बिळे पाडून विदारण घडवून आणतात. उष्ण कटीबंधीय व उपोष्ण कटीबंधीय प्रदेशात एक एकर क्षेत्रामध्ये दीड लाखाहून अधिक प्राणी व जीवजंतु आढळतात. या प्राण्यांमध्ये खेकडे, मुंग्या, उंदीर, घुशी, गांडूळ, गोगलगायी, खोकड, ससे यांचा समावेश होतो. हे प्राणी जमिन भुसभुशीत करण्याचे काम करतात. भूपृष्ठावर विवरे तयार केल्यामुळे पावसाचे पाणी सहजतेने खडकांपर्यंत पोहचते आणि विदारण घडून येण्यास मदत होते.

प्राणीज विदारणात, उंदीर, ससे, घुशी, मुंग्या, गांडूळ, वारूळ, इ. जमिनीत बिळे तयार करतात किंवा खणतात. या बिळ्यांमुळे खडकांमध्ये भेगा, छिद्रे किंवा तडे पडतात, ज्यामुळे खडकांचे तुकडे होतात. काही प्राणी खडकांच्या पृष्ठभागावर किंवा मातीमध्ये सतत हालचाल करतात, त्यामुळे खडकांचे छोटे तुकडे वेगळे होतात आणि मृदा तयार होते. सूक्ष्मजीव तसेच प्राण्यांच्या मलमूत्रामुळे किंवा झावांमुळे खडकांच्या रासायनिक संरचनेतही बदल होऊ शकतो.

जैव रासायनिक विदारण

जैव रासायनिक विदारण म्हणजे सजीव घटकांच्या (वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्मजीव) क्रियेमुळे खडकांचे रासायनिक आणि भौतिक विघटन किंवा झीज होणे. या प्रक्रियेत सजीव घटक थेट किंवा अप्रत्यक्षपणे खडकांच्या रचनेत बदल घडवतात आणि त्यांची झीज करतात. जैव रासायनिक विदारणात वनस्पती, प्राणी आणि सूक्ष्मजीवांचे योगदान महत्त्वाचे असते. या प्रक्रियेत प्रामुख्याने पुढील क्रिया घडतात

वनस्पतींच्या मुळांद्वारे आम्लनिर्मिती – वनस्पतींच्या मुळांभोवती असणाऱ्या सूक्ष्मजीव आणि सडणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांमुळे ह्युमिक, कार्बोनिक आणि इतर आम्ले तयार होतात. ही आम्ले खडकांमधील खनिजांशी प्रतिक्रिया करून त्यांचे रासायनिक विघटन करतात. त्यामुळे खडक मऊ, भुसभुशीत व झीज होणारे बनतात.

प्राण्यांचे मलमूत्र व स्राव – प्राणी आणि कीटक जमिनीत बिळे तयार करतात, मलमूत्र किंवा इतर स्राव सोडतात. या स्रावांमध्ये असणारी आम्ले किंवा रासायनिक घटक खडकांची रासायनिक रचना बदलतात, त्यामुळे खडकांचे विघटन वेगाने होते.

सूक्ष्मजीवांचे कार्य – सूक्ष्मजीव (बॅक्टेरिया, फंगस) खडकांवर वाढतात आणि विविध प्रकारची आम्ले निर्माण करतात. या आम्लांमुळे खडकांचे रासायनिक विघटन होते.

मानवजन्य क्रिया – शेती, खाणकाम, बांधकाम यांसारख्या मानवी क्रियेमुळेही खडकांचे जैव रासायनिक विदारण वेगाने होते.

या प्रक्रियेमुळे खडकांचे कायिक (भौतिक) आणि रासायनिक दोन्ही प्रकारचे विघटन होते. जैव रासायनिक विदारणामुळे मृदा निर्मिती, पोषणचक्राची पूर्तता आणि पर्यावरणातील संतुलन राखले जाते. त्यामुळे ही प्रक्रिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या बदलात आणि मातीच्या सुपीकतेत अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावते.

अ). वनस्पतीजन्य विदारण (Floral Weathering)

वनस्पतींचे प्रमाण ज्या प्रदेशात अधिक आहे त्या प्रदेशात बाह्य कारकांचा प्रभाव फारसा होत नाही परंतु, वनस्पतींमुळे यांत्रिक तसेच रासायनिक विदारण घडून येते. पाण्याच्या शोधार्थ वनस्पतींची मुळे खोलवर जातात. अगदी कठीण खडकांच्या प्रदेशात खडकांना जेथे जोड किंवा संधी असतात तेथे मुळे खोलवर गेल्यावर खडकांच्या भेगा रुंदावल्या जातात. व यांत्रिक विदारणाची क्रिया घडून येते. आर्द्रतायुक्त आणि भूमिगत जल

असलेल्या प्रदेशात वनस्पतींची मुळे खोलवर जातात. या मुळावर नायट्रोजन, कार्बनयुक्त गाठी असतात या वायुंचा अंतर्गत खडकांवर परिणाम घडून येऊन रासायनिक विदारण घडून येते.



छायाचित्र – वनस्पतीजन्य विदारण

४. मानवप्रणीत विदारण (Anthropogenic Weathering)

मानवप्रणीत विदारण म्हणजे मानवी क्रियाकलापांमुळे खडकांचे किंवा भूभागाचे विखंडन, झीज किंवा बदल होणे. ही प्रक्रिया नैसर्गिक विदारणापेक्षा वेगाने आणि मोठ्या प्रमाणात घडते, कारण मानव विविध कारणांसाठी जमिनीचा आणि खडकांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर करतो. मानव हा देखिल एक प्राणी आहे. मानवाच्या निसर्गातील क्रियांमुळे भूपृष्ठावर विदारण घडून येते. मानवी क्रियामुळे भूपृष्ठावर जे बदल घडून येतात ते विदारणास कारणीभूत असतात. मानवी क्रियामुळे जे विदारण घडून येते त्या क्रिया पुढीलप्रमाणे

खाणकाम – खनिजे, दगड, वाळू, माती मिळवण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर खडक फोडले जातात. या प्रक्रियेत खडकांचे तुकडे होतात, त्यांची रचना बदलते आणि मोठ्या प्रमाणावर भूभागाची झीज होते.

बांधकाम व शहरीकरण – रस्ते, पूल, इमारती, धरणे, कालवे बांधताना खडक फोडणे, उत्खनन करणे, सपाटीकरण करणे या क्रिया मोठ्या प्रमाणावर केल्या जातात. त्यामुळे खडकांचे नैसर्गिक स्वरूप बदलते.

शेती — नवीन जमीन मिळवण्यासाठी जंगलतोड, जमीन सपाट करणे, नांगरणी, सिंचन यांसारख्या क्रियांनी माती आणि खडकांवर परिणाम होतो. त्यामुळे भूभागाची झीज वाढते.

वाहतूक आणि औद्योगिक क्रिया — वाहतूक मार्ग, रेल्वे, औद्योगिक प्रकल्प यांसाठी मोठ्या प्रमाणावर खडकांचे कापणे, उत्खनन करणे, विस्थापन करणे या क्रिया केल्या जातात.

मानवप्रणीत विदारणामुळे भूभागाचा झपाट्याने बदल होतो, नैसर्गिक संतुलन बिघडते, मृदा धूप, भूजल स्तरात घट, भू-स्खलन, पूर, वाळवंटीकरण यांसारख्या समस्या निर्माण होतात. त्यामुळे मानवी क्रियांचा भूभागावर आणि पर्यावरणावर मोठा परिणाम होतो. मानवप्रणीत विदारण ही विदारण प्रक्रियेतील एक महत्त्वाची आणि वेगाने घडणारी प्रक्रिया मानली जाते, जी नैसर्गिक विदारणाच्या तुलनेत अधिक तीव्र आणि व्यापक असते.



छायाचित्र — खाणकाम मानवी क्रिया

१. खाणकाम उद्योगासाठी जमिनीचे होणारे उत्खनन त्यामुळे खननाची क्रिया होऊन विदारण होते.
२. अदिवासी समाजाकडून केल्या जाणा-या स्थलांतरीत शेतीमुळे जमीन उघडी पडते आणि विदारणास मदत होते.
३. वनांवर अधारीत उद्योगामुळे मोठ्या प्रमाणात जंगलतोड केली जाते त्यामुळे विदारण होते.
४. बांधकाम क्षेत्रामध्ये भूपृष्ठावर मोठ्या प्रमाणात खनन होते तसेच बांधकामासाठी जी दगड, माती, विटा, सिमेंट ही साधनसामुग्री उपयोगात आणली जाते ती प्राप्त करतानाही खनन होते.
५. रस्ते, रेल्वे यांची बांधणी करत असताना डोंगर, टेकड्या यांचे होणारे खनन यामुळेही विदारण घडून येते.

६. मानवाकडून केल्या जाणा—या पशुपालनामुळे गवताळ कुरणांचा अतिवापर होतो व जनावरांच्या खुरांमुळे उघडी जमिन खरवडली जाऊन विदारण घडून येते.
७. धरण, कालवे यांचे बांधकाम करत असताना मोठया प्रमाणात खनन होते व विदारण घडून येते.
८. आधुनिक मानवाकडून जी उत्खननसाठी यंत्रसामुग्री वापरली जाते त्यामुळे विदारण जलद गतीने घडून येते.

विदारण नियंत्रित करणारे घटक (Controlling Factor Of Weathering)

विदारण क्रियेवर परिणाम करणारे किंवा विदारण नियंत्रित करणारे घटक पुढीलप्रमाणे

१. खडकांची रचना आणि प्रकार (Rock Type and Structure)

खडकांची रचना म्हणजे त्यातील खनिजे, पोत, सच्छिद्रता, जोड, भेगा, प्रस्तरभंग इत्यादी भौतिक गुणधर्म होय. खडकातील खनिजांच्या रचनेवरून त्याची काठीण्य पातळी ठरते. कठीण स्वरूपाचे खडक लवकर विदारीत होत नाही याउलट मृदु खडकांचे विदारण जलद होते. खडकांमध्ये जर जोड, भेगा किंवा थर असतील तर खडकांचे विदारण लवकर होते. खडकांची रचना आणि प्रकार हे विदारण प्रक्रियेवर थेट परिणाम करणारे महत्त्वाचे घटक आहेत. पृथ्वीवर मुख्यतः अग्निज, गाळाचे (स्तरित) आणि रूपांतरित असे तीन प्रकारचे खडक आढळतात, आणि प्रत्येक खडकाची रचना, घटक खनिजे, स्फटिकांची घनता, रंग, कठीणपणा, छिद्रांचे प्रमाण, तसेच त्यातील रासायनिक संयुगे विदारणाच्या वेगावर व स्वरूपावर प्रभाव टाकतात.

१. **अग्निज खडक** (जसे ग्रॅनाइट, बेसॉल्ट) हे सामान्यतः कठीण, सघन आणि कमी छिद्रयुक्त असतात. त्यामुळे या खडकांचे विदारण तुलनेने मंद गतीने होते. त्यातील खनिजे पाण्याशी किंवा हवेशी कमी प्रमाणात प्रतिक्रिया करतात.
२. **गाळाचे किंवा स्तरित खडक** (जसे वाळूचा खडक, चुनखडी, शेल) हे सैल, सच्छिद्र व मऊ असतात. त्यातील खनिजे पाण्यात सहज विरघळतात किंवा हवेशी रासायनिक प्रतिक्रिया देतात, त्यामुळे या खडकांचे विदारण वेगाने होते. विशेषतः चुनखडीसारख्या कार्बोनेट खडकांमध्ये कार्बोनेशन आणि द्रवीकरण प्रक्रिया जलद घडतात.
३. **रूपांतरित खडक** (जसे संगमरवर, स्लेट) हे मूळ खडकांच्या स्फटिकीकरणामुळे तयार होतात. त्यांची रचना बदललेली असते; काही रूपांतरित खडक (उदा. संगमरवर) विदारणास प्रतिकार करतात, तर काही (उदा. स्लेट) तुलनेने झिजतात.

खडकातील खनिजांचे प्रकार, त्यांची रासायनिक संयुगे, छिद्रांचे प्रमाण, स्फटिकांची घनता, आणि रंग यावरून त्या खडकाचा विदारणासंबंधी प्रतिकार किंवा संवेदनशीलता ठरते. उदा., ग्रॅनाइटसारखे कठीण खडक हळूहळू झिजतात, तर चुनखडी किंवा शेलसारखे सच्छिद्र खडक जलद झिजतात. याशिवाय, खडकांमध्ये असणाऱ्या भेगा, तडे, छिद्रे, आणि त्यातील पाण्याचा प्रवेशही विदारण प्रक्रियेला गती देतो. तापमानातील बदल, पाण्याचे झिरपणे, किंवा हवेमधील रासायनिक घटकांशी प्रतिक्रिया यामुळे खडकांचे विघटन किंवा तुकडे होतात. थोडक्यात खडकांची रचना (घटक खनिजे, छिद्रांचे प्रमाण, स्फटिकांची घनता) आणि प्रकार (अग्निज, गाळाचे, रूपांतरित) हे विदारणाचा वेग, स्वरूप आणि परिणाम ठरवणारे मूलभूत घटक आहेत. खडक जर सपाट प्रदेशात, मातीखाली, असतील तर विदारण लवकर होत नाही याउलट खडक उतारावर, बाह्य कारकांच्या प्रभावाखाली असतील तर विदारणाची क्रिया जलद गतीने घडून येते.

२. हवामान

वेगवेगळ्या प्रकारच्या हवामानात विदारणाचा वेग वेगवेगळा असतो व विदारणाचा प्रकारही भिन्न असतो. उष्ण व कोरड्या हवामानाच्या प्रदेशात कायिक विदारणाची क्रिया जलद गतीने घडून येते. उष्ण व दमट हवामानाच्या प्रदेशात रासायनिक विदारणाची क्रिया प्रभावी असते. थंड व बर्फाच्छादीत हवामानाच्या प्रदेशात कायिक तसेच रासायनिक विदारण घडून येते. हवामान हा विदारण प्रक्रियेवर अत्यंत महत्त्वाचा घटक आहे कारण तो खडकांच्या विघटनाचा वेग, स्वरूप आणि प्रकार ठरवतो. हवामानातील तापमान, आर्द्रता, पर्जन्यमान (पाऊस), वारा यांचा खडकांच्या विदारणावर थेट परिणाम होतो.

१. **तापमान** — उष्ण आणि आर्द्र हवामानात रासायनिक विदारण (जसे की ऑक्सिडेशन, कार्बोनेशन, हायड्रेशन) जलद होते कारण उष्णतेमुळे रासायनिक प्रतिक्रिया जलद घडतात. थंड हवामानात तापमानातील मोठे फरक (दिवस—रात्र, हिवाळा—उन्हाळा) खडकांच्या कायिक (भौतिक) विदारणाला चालना देतात, उदा. गोठणे—वितळणे प्रक्रियेमुळे खडक फुटतात.
२. **आर्द्रता (Humidity)** — हवामानातील आर्द्रतेमुळे खडकांवर पाणी सतत राहते, ज्यामुळे रासायनिक विदारणासाठी अनुकूल वातावरण तयार होते. जास्त आर्द्रतेमुळे खडकांवरील झीज वाढते.
३. **पर्जन्यमान (पाऊस)** — पावसामुळे खडकांवर पाणी पडते, जे खडकांच्या विघटनासाठी आवश्यक आहे. पावसाच्या जलाशयामुळे खडकांमध्ये घुसखोरी होते, ज्यामुळे कायिक आणि रासायनिक दोन्ही प्रकारचे

विदारण होते. तसेच, पावसातील कार्बन डायऑक्साइडमुळे तयार होणारे कार्बोनिक आम्ल खडकांचे रासायनिक विघटन वाढवते.

४. **वारा** — वाऱ्यामुळे खडकांचे कायिक विदारण होते, विशेषतः वाळवंटात किंवा कोरड्या भागात. वारा खडकांचे तुकडे उडवून नेतो आणि त्यांच्या पृष्ठभागाला घासून झीज करतो.

५. **हवामानातील बदल** — हवामान बदलामुळे तापमान, पाऊस आणि आर्द्रतेच्या पॅटर्नमध्ये बदल होतो, ज्यामुळे विदारण प्रक्रियेच्या गतीत आणि स्वरूपात फरक पडतो. उदा., वाढती उष्णता आणि अतिवृष्टी विदारण वाढवू शकतात, तर कोरड्या हवामानात कायिक विदारण अधिक होते.

हवामानातील घटक विदारण प्रक्रियेचा वेग आणि प्रकार ठरवण्यात प्रमुख भूमिका बजावतात. उष्ण आणि आर्द्र हवामानात रासायनिक विदारण वाढते, तर थंड आणि कोरड्या हवामानात कायिक विदारण अधिक होते. त्यामुळे हवामान विदारण नियंत्रित करणारा एक महत्त्वाचा घटक आहे.

३. जमिनीचा उतार/उंचसखलता

जमिनीचा उतार किंवा उंचसखलता हा विदारण प्रक्रियेवर थेट आणि प्रभावी परिणाम करणारा घटक आहे. उताराच्या प्रदेशात गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे पावसाचे पाणी, वाहणारे पाणी किंवा वारा यांचा वेग जास्त असतो, त्यामुळे खडकांचे, मातीचे किंवा इतर पदार्थांचे वाहून नेणे (वाहन कार्य) वेगाने होते. उतार जितका तीव्र, तितकी वाहून नेण्याची क्षमता आणि विदारणाचा वेग वाढतो. त्यामुळे डोंगराळ, पर्वतीय किंवा उताराच्या भागात विदारण आणि मातीची धूप मोठ्या प्रमाणावर होते. उताराच्या प्रदेशात पावसाचे पाणी थेट खाली वाहते, त्यामुळे पृष्ठभागावरील माती, खडकांचे तुकडे, सेंद्रिय पदार्थ हे सहजपणे वाहून जातात. हे वाहून नेलेले कण सखल भागात साचतात, ज्याला संचयन किंवा भरण कार्य म्हणतात. उताराच्या भागात मातीतील पाण्याचे प्रमाण जास्त झाल्यास, किंवा उतारावर अतिरिक्त भार (उदा. बांधकाम, जंगलतोड) आल्यास, भूस्खलन, सखलन, सरक, पंकप्रवाह यांसारख्या भू-अपघटनाच्या घटना घडतात.

उताराच्या प्रदेशात विदारणाचा वेग वाढण्याची कारणे

१. पावसाचे पाणी किंवा वारा वेगाने वाहतो आणि अधिक प्रमाणात माती व खडकांचे तुकडे घेऊन जातो.
२. मातीतील पाण्याचे प्रमाण जास्त झाल्यास घर्षण कमी होते, परिणामी माती किंवा खडक उताराच्या दिशेने घसरतात.

३. उतारावर बांधकाम, वणवे, जंगलतोड, किंवा अतिरिक्त पाणी मिसळले गेल्यास उतारावरील पदार्थांचे वजन वाढते आणि घसरणीची शक्यता वाढते.

४. सखल (सपाट) भागात मात्र पावसाचे पाणी संध गतीने वाहते, त्यामुळे विदारणाचा वेग कमी असतो आणि वाहून आलेले कण तेथेच साचतात.

जमिनीचा उतार जितका तीव्र, तितकी विदारणाची प्रक्रिया वेगवान व तीव्र असते; तर सपाट किंवा सखल भागात विदारणाचा वेग कमी आणि संचयनाची प्रक्रिया जास्त असते. त्यामुळे जमिनीचा उतार हा विदारण नियंत्रित करणारा अत्यंत महत्त्वाचा घटक आहे. थोडक्यात जमिनीचा उतार तीव्र असेल तर विदारणाची क्रिया जलद होते. व मंद उतार व सपाट पृष्ठभागावर विदारण सावकाश होते. कारण तीव्र उतारावर खडकांचे सुटे झालेले कण गुरुत्वाकर्षण व बाहय कारकांमुळे वहन होऊन उताराला अनुसरून खाली घरगळतात व खडक उघडे पडतात. व विदारण जलद होते.

४. वनस्पतींचे आच्छादन

हवामानाबरोबर वनस्पतीही विदारणाला हातभार लावतात व विदारणावर नियंत्रणही ठेवतात. मोठ्या प्रमाणात वनस्पतींचे आच्छादन असलेल्या प्रदेशात विदारणाचे कार्य सावकाश होते कारण बाह्यकारकांचा प्रभाव कमी होतो. वनस्पतीमुळे भूपृष्ठाचे बाह्यकारकांपासून संरक्षण होते. परंतु वनस्पतींचे प्रमाण अधिक असलेल्या प्रदेशात जैविक विदारणाची क्रिया घडून येते.

थोडक्यात विदारणाचे कायिक, रासायनिक, जैविक असे तीन प्रकार आहेत. विदारण क्रियेमुळे भूपृष्ठाची झीज घडून येते. त्यामुळे मृदा निर्मिती होण्यास मदत होते. एखाद्या प्रदेशात कोणत्या प्रकारचे विदारण प्रभावी आहे, त्यावर मृदा निर्मिती व मृदेचा प्रकार ठरलेला असतो.

सरावासाठी महत्वाचे प्रश्न

प्रश्न : १ ला. खालील प्रश्नांची प्रत्येकी २० शब्दांत उत्तरे लिहा.

१. विदारणची व्याख्या लिहा.
२. कायिक विदारणाची व्याख्या लिहा.
३. रासायनिक विदारणाची व्याख्या लिहा.
४. जैविक विदारणाची व्याख्या लिहा.
५. अनाच्छादनामध्ये कोणकोणत्या क्रियांचा समावेश होतो.
६. ऑक्सीडेशनची व्याख्या लिहा.
७. कार्बोनेशन म्हणजे काय.
८. जलचक्राची व्याख्या लिहा.
९. वातावरणाला बाष्पाचा पुरवठा करणाऱ्या स्रोतांची नावे लिहा.
१०. विदारण नियंत्रित करणाऱ्या घटकांची नावे लिहा.

प्रश्न : २ रा. खालील प्रश्नांची प्रत्येकी ५० शब्दांत उत्तरे लिहा. अनाच्छादन प्रक्रिया.

१. जैविक विदारण प्रक्रिया
२. ऑक्सीडेशन
३. कार्बोनेशन
४. जलचक्र
५. वनस्पतीजन्य विदारण
६. प्राणीजन्य विदारण.

प्रश्न : ३ रा. खालील प्रश्नांची प्रत्येकी १५० शब्दांत उत्तरे लिहा.

१. कायिक विदारण प्रक्रिया सविस्तर स्पष्ट करा.
२. विदारणावर परिणाम करणारे घटक स्पष्ट करा.
३. ऑक्सीडेशन ही संकल्पना सविस्तर स्पष्ट करा.
४. जलचक्राची माहिती लिहा.
५. मानवप्रणित विदारणाची सविस्तर माहिती लिहा.

६. जैविक विदारण प्रक्रियेची सविस्तर माहिती लिहा

प्रश्न : ४ रा. खालील प्रश्नांची प्रत्येकी ५००शब्दांत उत्तरे लिहा.

१. विदारणाची व्याख्या लिहून कोणत्याही एका विदारण प्रक्रियेची सविस्तर माहिती लिहा.

२. जलस्थित्यंतर चक्राची सविस्तर माहिती लिहा.

संदर्भ ग्रंथ

१. प्राकृतिक भूगोल — सवदी, कोळेबर, निराली प्रकाशन

२. प्राकृतिक भूगोल — दाते सौ. दाते.

३. भूरूपशास्त्राची मूलतत्वे — भागवत, कार्लेकर

४. मराठी विश्वकोश