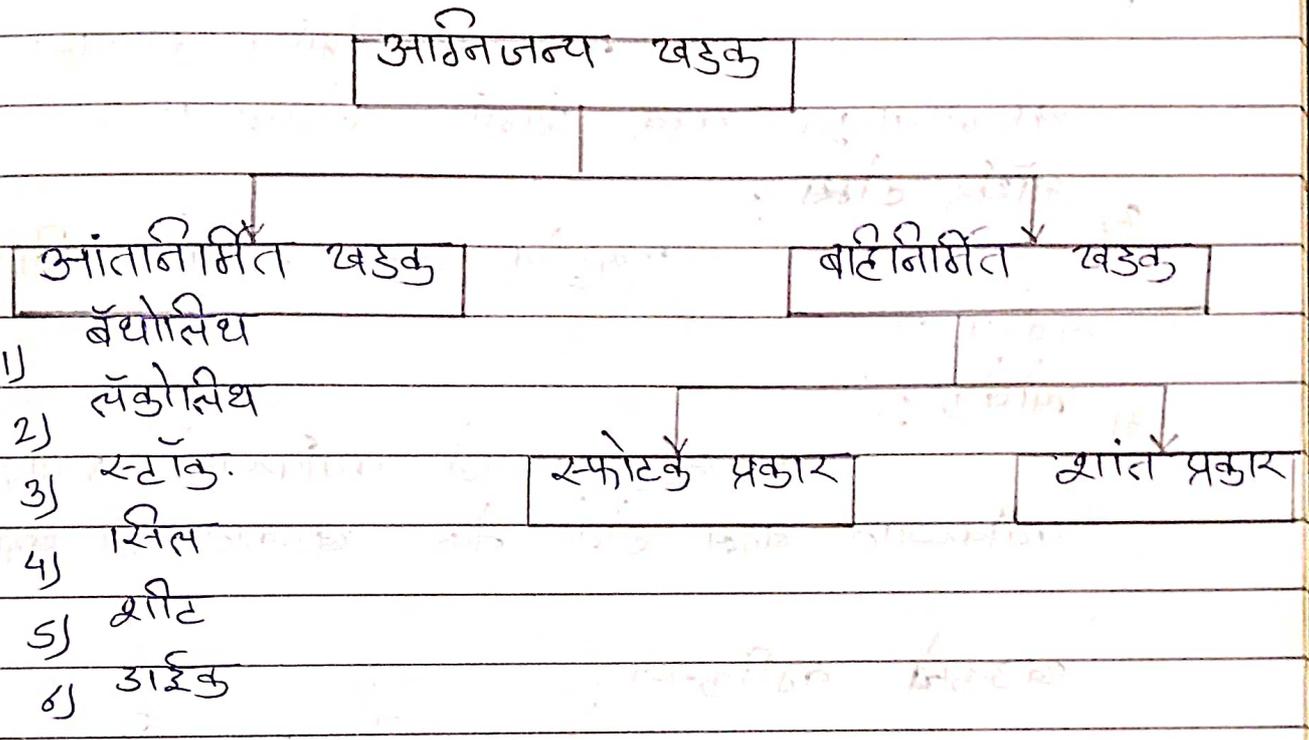


### 3. खडकुची उत्पत्ती Endogenic forces

Q. 1. खडकुची व्याख्या सांगून त्याचे प्रकार स्पष्ट करा.



प्रस्तावना :-

यामध्ये खडकुच्या रासायनिक खनिजात्मक, संरचनात्मक गुणधर्म हे खडकुची उत्पत्ती व खडकुच्या विविध प्रक्रियेशी संबंध या सर्वांचा अभ्यास यामध्ये केला असतो. जलजन्य व रूपांतरीत प्रकारच्या खडकुची उत्पत्ती अप्रत्यक्षपणे म्हणजे आग्निजन्य खडकुपासून झाली आहे. आग्निजन्य खडकुचे विदारन व संचयन होवून जलजन्य व गाळ्याचा खडकु निर्माण होतात. तर यावर प्रक्रिया होवून टागीक व तापीय) जलजन्य खडकु हे रूपांतरीत खडकुमध्ये परावर्तीत होतात. यावरून असे लक्षात येते की, खडकुच्या

उत्पत्तीची प्रक्रिया व अवस्था ही एक सक्रीय अवस्थातून दिसून येते.

व्याख्या :-

१) वर्सेस्टर च्या मते :-

“खडक निर्माण कुरणाच्या काही खनिजापासून खडक निर्माण होतात.”

२) ऑर्थर टोम्स :-

“बहुतेक खडक म्हणजे खनिजाचे संमिश्र

च होय.”

३) लोषेक :-

“खडक म्हणजे पर्यावरणाचे उत्पादन, जेव्हा पर्यावरणात बदल होतो तेव्हा खडकात ही बदल होतो.”

खडकाचे वर्गीकरण :-

भूपृष्ठावरील खडकाची उत्पत्ती, भौतिक गुणधर्म, रासायनिक गुणधर्म व स्थिती यात फार मोठ्या प्रमाणात भिन्नता आढळते. खडकाचे वर्गीकरण हे खडकाचे वय, त्यातील खनिजे, त्याची चढाई हे घटक घेवून केले जाते. परंतु सर्वसामान्यपणे खडकाचे वर्गीकरण हे त्याच्या उत्पत्ती प्रक्रियेनुसार केल्या जायते असते. उत्पत्ती प्रक्रियेनुसार खडकाचे तीन प्रकार पडतात.

१) अग्निजन्य खडक / प्राथमिक खडक

२) जलजन्य खडक / गाळाने खडक / दुर्यम खडक

३) रूपांतरीत खडक.

## 1. आग्निजन्य खडकु :-

ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून जेव्हा तप्त द्रव रूप लाव्हाबाहेर पडतो व थंड होतो, तेव्हा त्यापासून तयार होणाऱ्या खडकूला तसेच ज्यावेळी शिलारस भूपृष्ठाखाली थंड होवून त्यापासून निर्माण होणाऱ्या खडकूला आग्निजन्य खडकु म्हणतात. पृथ्वीच्या अंतरंगातील शिलारस ज्या ठिकाणी थंड होतो, त्या स्थळानुसार आग्निजन्य खडकुचे दोन प्रकार पडतात. तसेच आग्निजन्य खडकूमध्ये प्राचीन व अर्वाचीन असे दोन खडकु आढळतात. आग्निजन्य खडकुचे दोन प्रकार पुढील प्रमाणे.

- 1) आंतरनिर्मित (प्राचीन)
- 2) बहिर्निर्मित (अर्वाचीन)

## 1) आंतरनिर्मित खडकु :-

ज्वालामुखीय उद्रेकातून शिलारस जमिनीच्या अंतर्गत भागात खडकुच्या भूगोममध्ये किंवा थरात थंड होतो. या संन्यत झालेल्या शिलारसापासून हे खडकु तयार होतात. हे खडकु भूपृष्ठाच्या अंतर्गत भागात लाव्हा थंड होवून निर्माण होत असल्यामुळे या खडकूला अंतर्निर्मित खडकु म्हणतात. या खडकातील स्पष्टीक आकाराने मोठे असतात.

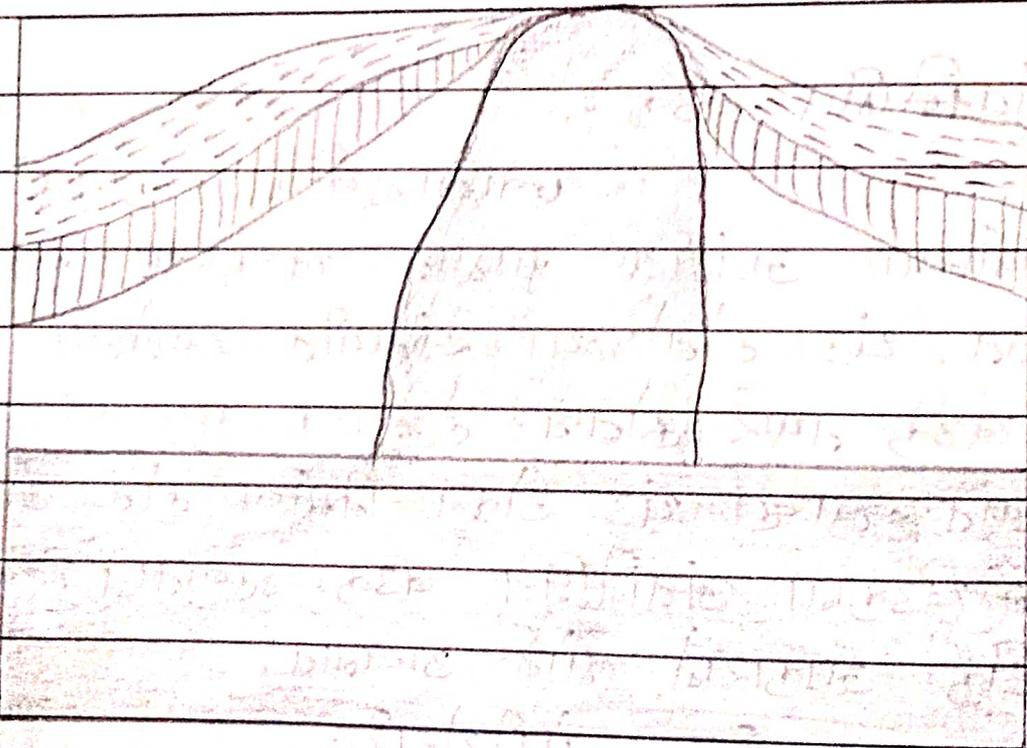
उदा ; ग्रानाईट, पेरीडोराईट,

आंतरनिर्मित आग्निजन्य खडकुचे पुढील प्रमाणे काही प्रकार पडतात.

\* आग्निजन्य खडकुचे प्रकार :-

i) बॅथोलिथ :-

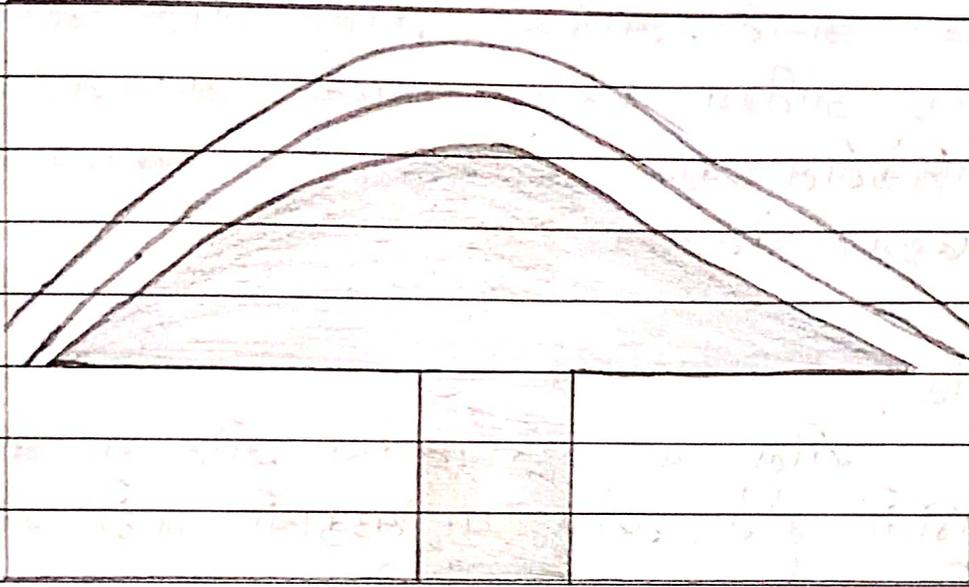
भूपृष्ठापासून जास्त खोलीवर हे खडकु निर्माण होतात. या खडकुचा आकार आवाढव्य असून या खडकुतील स्फटिक याचा आकार मोठा असतो. ज्यावेळी बाह्यकारकांच्या कारण, वहन या क्रियेमुळे वरच्या थरांनी झीज झाल्यानंतर जो खडकु उघडा पडतो. त्या खडकुला बॅथोलिथ म्हणतात. हे खडकु भूपृष्ठापासून इतक्या जास्त खोलीवर असतात की, त्या खडकुच्या जवळ तळाजवळील गाढा असून ही बघायला येत नाही. हे खडकु नेहमी पर्वत रंगामध्ये आढळतात. या खडकुचा पृष्ठभागा खडबडीत असतो.



ii) लॅकोलिथ :-

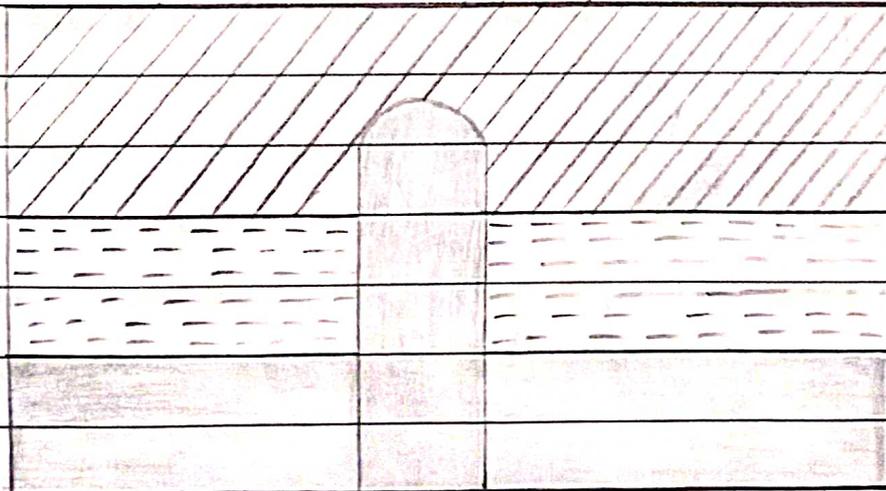
हे खडकु नेहमी स्थरीत खडकुत आढळतात. या खडकुचा आकार एका घुमटाप्रमाणे दिसून येतो. तसेच हा खडकु खडबडीत स्वरूपाचा असतो. हे

खडक आकाराने बॅथोलिथ खडकापेक्षा लहान असतात. लॅथोलिथ खडक हे भूपृष्ठापरसून जास्त खोलीवर असतात. या प्रकारचे खडक संयुक्त संरचनातील उठार राज्यातील ला-सात पर्वत व टेबरी पर्वतावर आढळतात.



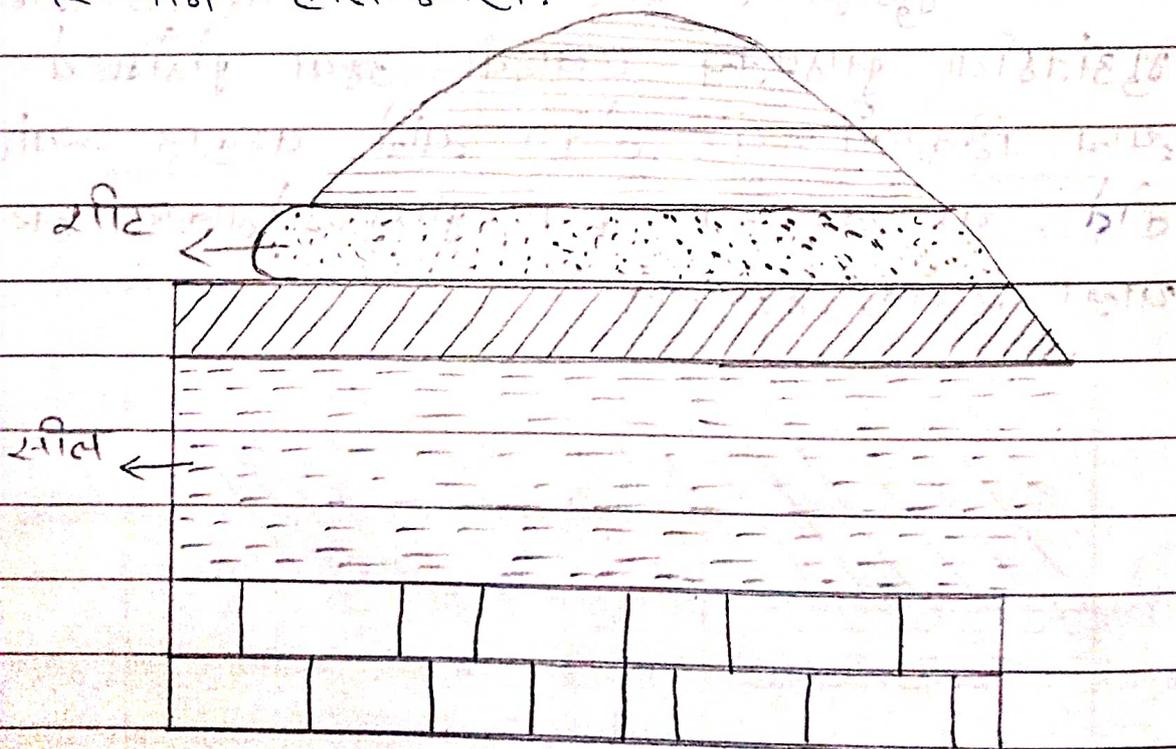
iii) स्टॉक :-

भूभागातील शिलारस वर घेत असताना भूअंतर्गत भागातच एखाद्या उष्ण भूगोमध्य साजतो. त्याच ठिकाणी थंड होवून त्यांचे खडकात रूपांतर होते. या खडकांच्या वरचा भाग गोलाकार असल्याने याला स्टॉक म्हणतात.



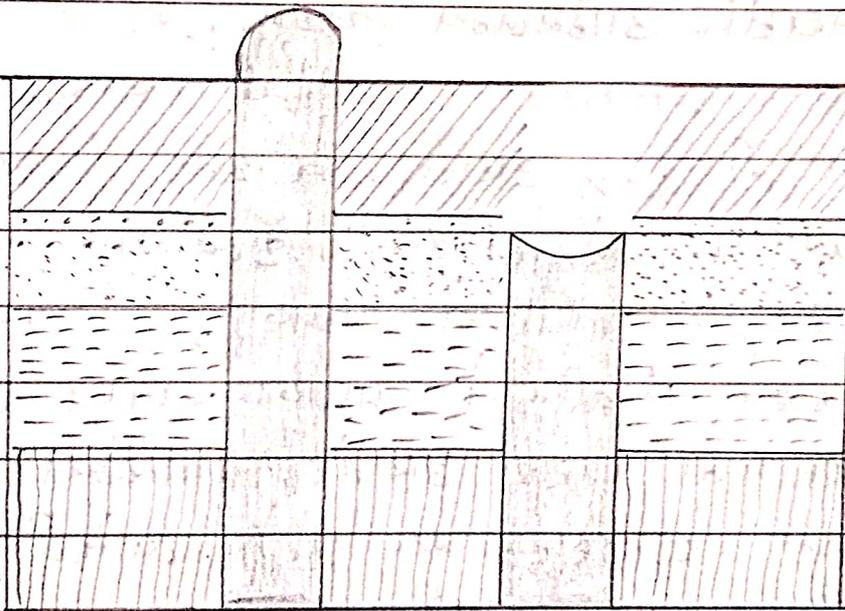
iv) सील :-  
 भूपृष्ठाच्या अंतर्गत स्थरीत खडकुच्या आडव्या भेगांमध्ये शिलारसान्चे संचयन होऊन तो थंड झाल्या-  
 नंतर शितीज संघातर खडकाला सील असते  
 म्हणतात. हे खडक जास्त लांबीचे असून कुमी  
 जास्त जाडीचे असू शकतात. ज्यावेळेस त्याची जाडी  
 जास्त असते. त्यावेळेस त्यांना सील म्हणतात. हे  
 खडक आतिश्य कुठीण प्रकारचे असतात. दक्षिण  
 आफ्रिकेतील कारू प्रदेशात सील प्रकारचे खडक  
 आढळून येतात.

v) शीट :-  
 सील या खडकाप्रमाणेच शीट या खडकाची  
 निमित्ती होते. तसेच या खडकाची जाडी सील पेक्षा  
 कुमी असते. हा खडक आतिश्य टणक असतो. त्यामुळे  
 या खडकावर बाह्य कारकांच्या क्षरण क्रियेचा  
 परीणाम होत नाही.



vii) डाईक :-

भूकवचांमध्ये असलेल्या उष्ण भूगामध्ये भूगर्भातील तप्त लाव्हारस त्या भूगामध्ये जावून साचतो व त्यांच ठिकाणी थंड होवून लंबवत उष्ण आकाराच्या खडकांनी निर्मिती होते. त्यांच खडकाला डाईक म्हणतात. हा खडक भूगर्भामध्ये एखाद्या शिंतीसारखा किंवा स्तंभा सारखा उभा असलेला दिसतो. या खडकांनी जाडी व लांबी ही सारखी नसून त्यांच्यामध्ये अनियमितता आढळून येते. अशा प्रकारचा खडक हा महाराष्ट्रातील जळगाव, धुळे व औरंगाबाद येथील पर्वतीय प्रदेशात आढळतो.



2) बाह्यनिर्मित आग्निजन्य खडक :-

ज्यावेळी ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून तप्त असा शिलारस आतरीय शांत व स्फोटक स्वरूपात भूपृष्ठावरती येवून साचतो व त्याच ठिकाणी थंड होवून ज्या खडकांनी निर्मिती होते त्या खडकाला बहिर्निर्मित आग्निजन्य खडक

असे म्हणतात. या पासून निर्माण होणारे खडक हे बेसॉल्ट खडकाचे प्रकारचे खडक असतात. या खडकाचा रंग कालसर व निळसर असतो. बेसॉल्ट खडकातील स्फटिकांचा आकार हा लहान असून यांमध्ये फेलस्पार व ऑर्गाइट ही खनिजे आढळून येतात. दख्खनचे प्रकार बेसॉल्ट प्रकारच्या खडकापासून तयार झालेले प्रकार आहे. रासायनिक गुणधर्मांनुसार आग्नेय खडकाचे पुढील दोन प्रकार आढळून येतात.

- i) आम्लधर्मी आग्नेय खडक.
- ii) आल्कधर्मी आग्नेय खडक.

i) आम्लधर्मी आग्नेय खडक :-

या खडकांमध्ये सिलीकाने प्रमाण ही 80% असते. व इतर घटकाने प्रमाण जसे अ‍ॅल्युमिनियम, मॅग्नेशियम, कॅल्शियम, कार्बोनेट, आयर्न ऑक्साईड इ. खनिजांचे प्रमाण 20% पर्यंत असते. या खडकांमध्ये सिलीकाने प्रमाण सर्वात जास्त असल्यामुळे शिलारस हा घटक असतो. ज्यावेळेस हा घटक शिलारस क्षुद्रांन्यावर येतो. त्यावेळी तो जास्त दूरपर्यंत पसरत नाही. या खडकांमध्ये लोहाने प्रमाण कमी असल्यामुळे या खडकाचा रंग फिकट पिवळसर असतो. उदा; गॅन्नाईट खडक.

ii) आल्कधर्मीय आग्नेय खडक :-

या प्रकारच्या खडकात सिलीकाने प्रमाण 40% असते. तसेच मॅग्नेशियमचे

प्रमाण 40% असते. व इतर घटकाने प्रमाण जसे लोह, अ‍ॅल्युमिनीयम, पोटॅशियमचे प्रमाण असते म्हणजेच या खडकांमध्ये इतर घटकाने प्रमाण 20% व शिलीकाने प्रमाण सर्वात कमी 40% असल्यामुळे शिलारस पातळ असतो. त्यामुळे हा शिलारस दूर पर्यंत पसरतो. अशा शिलारसापासून ज्या खडकांची निर्मिती होते, त्या खडकांना बेसिक आग्निजन्य खडक म्हणतात. या खडकांचे क्षरण अधिक गतीने होऊन येते. उदा; बेसॉल्ट.

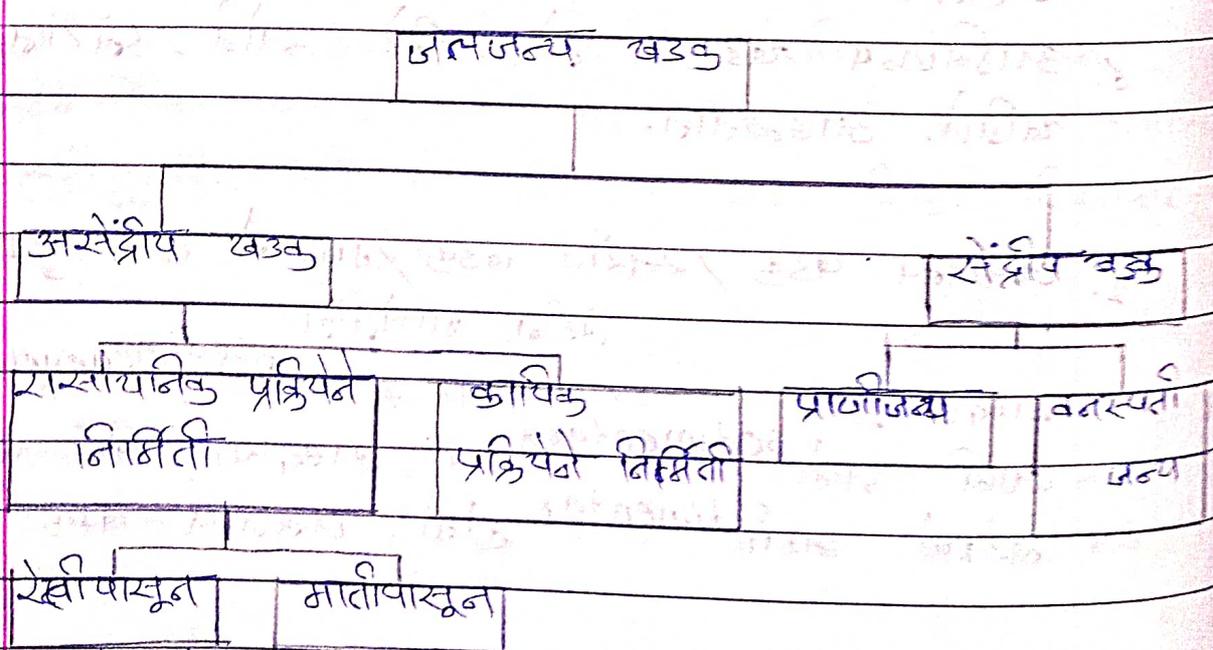
\* आग्निजन्य खडकांचे वैशिष्ट्ये :-

1. आग्निजन्य खडकात स्फटीक आढळत असल्यामुळे या स्फटीकांची संरचना विशकम्बित स्वरूपाची असते.
2. आग्निजन्य खडकात स्तर नसतात परंतु संधी असते.
3. आग्निजन्य खडक आच्छिद्र असतात. या खडकात सहजा-सहजी पाणी शोषित नाही.
4. आग्निजन्य खडक हे जास्त कठीण असल्यामुळे या खडकांची शीज सहजपणे होत नाही.
5. आग्निजन्य खडक वनस्पती व प्राण्यांचे अवशेष सापडत नाहीत.
6. आग्निजन्य खडकात लोह, हिरे, सोने, प्लॅटीनम ही खनिजे आढळतात.

2. जलयजन्य खडक / स्तरीत खडक / गाळाने खडक / दुय्यम खडक :-  
 लॅटीन भाषेतील *Sedimentarium* या शब्दापासून या शब्दाना उत्पत्ती झाली आहे. *Sedimentarium* या शब्दाचा अर्थ खोला वसणे असा होतो. जलयजन्य खडक गाळाने

एखाद्या ठिकाणी संचयन होऊन व थरावर थर बनून तयार होतात. सर्व सामान्यपणे कुन, वारा, पाऊस या बाह्य कारकांमुळे अखिल जल खडकांनी झीज होऊन ते कुटतात. हे कुटलेले कुन, वनस्पती व प्राणीजन्य अवशेष इत्यादी पदार्थांचे वजन होते व एखाद्या ठिकाणी संचयन होते. या वजून आणलेल्या गाळाने थरावर थर बनतात, त्यामुळे या खडकांना स्तरित खडक म्हणतात. हे खडक मुख्यतः पाण्याच्या दाबामुळे तयार होत असल्याने या खडकांना जलजन्य खडक असेही म्हणतात.

हे खडक अखिल जल खडकांचे स्फुट कुन, वनस्पती व प्राणीजन्य अवशेषापासून तयार होत असल्याने हे द्रुप्य खडक होत. या खडकांनी निर्मिती जलशाच्या ठिकाणी पाण्यातून वाहून आणलेल्या गाळाने विक्षेपण होऊन होते. त्यामुळे या खडकांना गाळाने खडक असेही म्हणतात. भूपृष्ठाच्या जवळपास 75% गाळा गाळाने खडकापासून बनलेला आहे. निर्मिती प्रक्रियेनुसार जलजन्य खडकांचे मुख्य दोन प्रकार पडतात.



## 1) सेंद्रिय खडक :-

वनस्पती व प्राणीजन्य अवशेष भूगर्भात गाडले जावून त्यांच्यावर सतत दाब व उष्णतेचा परिणाम होवून सेंद्रिय खडक निर्माण होतात. या खडकांना जैविक खडक असेही म्हणतात. या खडकात कॅल्शियम कार्बोनेट व कुर्बनचे प्रमाण असते. उदा: कोळसा, चुनखडक, प्रवाल-खडक इत्यादी सेंद्रिय खडकांचे वनस्पतीजन्य व प्राणीजन्य खडक असे दोन प्रकार पडतात.

## i) वनस्पतीजन्य गाळाचे खडक :-

या खडकांची निर्मिती वनस्पती जमिनीत गाडल्या जावून त्यावर उष्णता व दाबाचा परिणाम होवून झाली आहे. उदा; दगडी कोळसा, या खडकात खनिजतेलाचे साठे आढळतात. या खडकांना कुर्बनयुक्त गाळाचे खडक असेही म्हणतात.

## ii) प्राणीजन्य सेंद्रिय खडक :-

प्राण्यांच्या अवशेष सांगोड्यापासून या खडकांची निर्मिती होते. या खडकात कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण अधिक असते. त्यामुळे या खडकांना चुनायुक्त गाळाचे खडक असे म्हणतात. उदा: चुनखडक डोल्मास्ट, खडू इत्यादी.

## 2) असेंद्रिय खडक :-

असेंद्रिय खडक रासायनिक व कायिक प्रक्रियेमुळे निर्माण होतात. या खडकात खनिजांचे प्रमाण अधिक असते.

i) रासायनिक प्रक्रियेत तयार होणारे असेंद्रिय खडक :-  
 रासायनिक प्रक्रियेत निर्माण होणारे असेंद्रिय खडक  
 हातः जिप्सम हा खडक पांढरा, पारदर्शक व मजबूत  
 असतो.

ii) कायिक किंवा यांत्रिक प्रक्रियेत तयार होणारे असेंद्रिय  
 खडक :-  
 अ) वाळूचे किंवा रतीचे खडक :-

हा वाळूच्या कुणांचा  
 एकसंध झालेला खडक असतो. या खडकात क्वार्ट्ज,  
 सिलीका, कॅल्शियम, आयर्न ऑक्साईड व निकेलमार्ती  
 आढळते. वरील पदार्थांच्या मिश्रणामुळे वाळू खडक  
 रंगबिरंगी असतात.

ब) मातीचे खडक किंवा पट्टीका :-  
 माती घट्ट होवून किंवा  
 चिखलापासून हे खडक तयार होतात. चिकणमाती फेल्डस्पार,  
 अक्षुद्रांच्या सुक्ष्म कुणांच्या मिश्रणाने हा खडक तयार  
 होतो. पंढरित हे माती खडकाचे उत्तम उदाहरण आहे.  
 या खडकावर रासायनिक विदारणाचा परिणाम होतो.  
 कायिक विदारणात असे खडक नष्ट होतात.  
 (कृत्तवारा, पाऊस)

- \* जलजन्य खडकांचे वैशिष्ट्य :-
1. जलजन्य खडक हे स्तरीत असतात.
  2. अनेक प्रकारच्या सुक्ष्म कुणांचे संघटन होवून जलजन्य  
 खडक तयार होत असल्याने ते साच्छद्र असतात.

3. इतर खडकांच्या तुलनेत जलयजन्य खडक मृदू असतात. व त्यांचे विदारण व खनन सहजासहजी होते.
4. स्तरीत खडकात अनेक प्रकारची खनिजे असल्याने ते विविध रंगाचे असतात.
5. या खडकांतील अवशेषांच्या विश्लेषणावरून खडक निर्मितीच्या क्रम व त्यावेळच्या हवामान स्थितीची माहिती मिळते.
6. गाळ्याच्या खडकात कोळसा, खनिजतेल, बेन्झीन, गॅसोलीन, पॅराफीन इत्यादी घटक आढळतात. त्यामुळे या खडकांना आर्थिक महत्व असते.

### 3. रूपांतरित खडक :-

या शब्दाची उत्पत्ती लॅटीन भाषेतील **Metamorphic** परीवर्तन, बदल (Meta) व **Morphe** (आकृती) या दोन शब्दापासून झाली आहे. वॉसेस्टर या विद्वानाच्या मते, ज्या खडकाचे विघटन न होता स्वरूप व संरचना यांच्यात परीवर्तन झालेले असते अशा सर्व खडकांचा समावेश रूपांतरित खडकांत होतो.

खडकांचे रूपांतर आग्निजन्य रूपांतरित किंवा स्तरीत रूपांतरित असते असते. आग्निजन्य किंवा स्तरीत खडकांवर भूअंतर्गत व भू बाह्य प्रक्रियांच्या परिणाम होऊन मूळ खडकांची मोडतोड न होता त्यांच्या रचनेत व गुणधर्मितात बदल होतो व वेगळ्याच गुणधर्मांचा व संरचनेचा खडक तयार होतो. म्हणून या खडकांना रूपांतरित खडक म्हणतात. तापमान, भूकुवचाचा दाब व द्रवीकरण इत्यादी प्रमुख कारणांमुळे खडक रूपांतरित होतात. सर्वसाधारणपणे खडक रूपांतरणाचे पाच प्रकार आहेत.

\* रूपांतरित खड्डाचे प्रकार :-

1) औष्णिक रूपांतरण :-

अत्याधिक गूढाक्षीय उष्णतेमुळे खड्डांच्या भौतिक व रासायनिक गुणधर्मात बदल होतो. उष्णतेमुळे वाळूकुणाचे रूपांतर कुक्कटिश्ममध्ये होते.

2) गतीमान रूपांतरण :-

शूकवनाच्या अत्याधिक दाबामुळे खड्डांचे रूपांतरण होते. कुळश्याचे रूपांतर ग्राफाईट मध्ये, वालुकामाचे रूपांतर बिल्लोरमध्ये तर शेलचे रूपांतर स्लेटमध्ये होते.

3) गतीक औष्णिक रूपांतरण :-

तापमान व शूकवनाचा दाब या दोन्हींचा परिणाम होवून खड्डांचे रूपांतरण होते. उदा; कुळश्याचे रूपांतर ग्राफाईट (हिरा) मध्ये होते.

4) संपर्कजन्य रूपांतरण :-

शितारसाच्या प्रत्यक्ष संपर्क येवून खड्डांचे रूपांतरण होते. चुंगखड्डे उष्ण शितारसाच्या संपर्कात आल्यानंतर त्याचे संगमरवरांमध्ये रूपांतर होते.

5. सादेशिक रूपांतरण :-

शू-दलनालीमुळे मोठ्या प्रमाणात खड्डांचे रूपांतरण होते. या रूपांतरणाचा प्रभाव व्यापक क्षेत्रावर पडतो.

\* रूपांतरित खड्डांची वैशिष्ट्ये :-

1. रूपांतरित खडक अगनीत रूपांतरित किंवा स्तरित रूपांतरित प्रकारचे असतात.
2. खडकांच्या रूपांतरणाची क्रिया दबाव, उच्चता व वितरण इ. घटनांशी निगडित असते.
3. काही वेळेस रूपांतरित खडकांनेही रूपांतरण होते, अशा खडकांना पुनरूपांतरित खडक असे म्हणतात.
4. रूपांतरित खडकांत बहुमुल्य खनिजे आढळतात.
5. रूपांतरित खडकांमुळे विशिष्ट भू-आकाराची निर्मिती होते.
6. रूपांतरित खडकांच्या आधारे भूगर्भीय हालचाली समजण्यास मदत होते.
7. रूपांतरित खडक भूरीव, कुडींग, स्फटिकमय व सहजमात्या न शिजवारे असतात.
8. या खडकात जीवावशेष आढळत नाहीत.
9. पर्वतांचे भाग व टालक्षेत्रांचे / विस्तीर्ण पठारांचे भाग रूपांतरित खडकांनी बनलेले असतात.