

सामान्य फेलिसिक आग्नेय शैलों का स्थूल अध्ययन

रूपरेखा

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1.1 प्रस्तावना | 1.5 रायोलाइट का स्थूल अध्ययन |
| अपेक्षित कौशल | 1.6 प्रयोगशाला अभ्यास |
| 1.2 आवश्यकताएं | 1.7 संदर्भ |
| 1.3 मूलभूत अवधारणाएं | 1.8 शैक्षणिक साधन |
| 1.4 ग्रेनाइट का स्थूल अध्ययन | |

1.1 प्रस्तावना

आप BGYCT-135 के इकाई 6 में फेलिसिक और मध्यसिलिक शैल में फेलिसिक शैल यथा ग्रेनाइट और रायोलाइट के स्थूल लक्षणों के बारे में पढ़ चुके हैं। BGYCT-135 पाठ्यक्रम में आप मैग्मा का सिद्धांत, भौतिक गुण, मैग्मा का संघटन, बॉवेन की अभिक्रिया श्रृंखला, मैग्मीय विभेदन की यांत्रिकी और मैग्मीय प्रणाली के लिए प्रावस्था नियम के अनुप्रयोगों को सीख चुके हैं। आप आग्नेय शैलों के चार बड़े उपसमूहों के बारे में पढ़ चुके हैं जो पूरी तरह से सिलिका प्रतिशत पर आधारित है यथा अतिमैफिक, मैफिक मध्यसिलिक और फेलिसिक शैल। अब इस प्रयोग में और आगे पांच प्रयोगों में आप शैलों के हस्त प्रतिदर्श और उनकी पतली काटों में इन उपसमूहों के सामान्य शैलों को पहचाना सीखेंगे। शैलों के स्थूल विवरण के अन्तर्गत वो सभी लक्षण आते हैं जो बिना किसी सहायता से आंखों के द्वारा देखे जाते हैं। जबकि शैलों के सूक्ष्मदर्शीय लक्षणों का अध्ययन शैल विज्ञान संबंधी सूक्ष्मदर्शी में पतली काट का प्रयोग करके किया जाता है। आप शैल वर्णना का अध्ययन प्रयोग 5 और 6 में करेंगे। यह आपको ध्यान देने के लिए महत्वपूर्ण है कि स्थूल-कणित शैलों के हस्त नमूनों/प्रतिदर्शों में कुछ हद तक खनिज संघटन और गठनात्मक संबंधों को पहचाना जा सकता है। जबकि मध्यम से सूक्ष्म-कणित शैलों का अधिकतर परीक्षण

सूक्ष्मदर्शी में किया जाता है। इस प्रयोग में हम सामान्य फेल्सिक शैल यथा ग्रेनाइट और रायोलाइट का क्रमशः वितलीय और ज्वालामुखीय शैलों के उदाहरण के रूप में हस्त नमूने में पहचानना सीखेंगे।

अपेक्षित कौशल

इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप निम्नलिखित में सक्षम हो सकेंगे :

- ❖ ग्रेनाइट और रायोलाइट के स्थूल लक्षणों को पहचानने में;
- ❖ ग्रेनाइट और रायोलाइट के खनिज संघटनों और गठनों को पहचानने में; और
- ❖ इनके प्रयोगों और भारत में इनकी उपस्थिति की व्याख्या करने में।

1.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक करने के लिए आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- ग्रेनाइट और रायोलाइट का हस्त नमूना
- हस्त लैंस
- प्रयोगशाला फाइल, कलम, पेन/पेंसिल, रबड़, स्केल शार्पनर,

ध्यान दें :

- शैल के हस्त नमूने पर चिन्ह लगाने के लिए कलम/पेंसिल/चिन्हक का प्रयोग न करें।
- कृपया प्रयोगशाला में शैल को तोड़ने का प्रयास न करें। बहुत से नमूनों को आसानी से बदला नहीं जा सकता।
- आप को सलाह दी जाती है कि अध्ययन केंद्र पर हस्त नमूनों के स्थूल लक्षणों की सारणी और फोटोग्राफ की सहायता से शैल की पहचान करें।

निर्देश : आपको BGYCT-133 (क्रिस्टल विज्ञान, खनिज विज्ञान और आर्थिक भूविज्ञान) पाठ्यक्रम की इकाई 4, 6 और 7 तथा BGYCT-135 (शैलविज्ञान) पाठ्यक्रम की इकाई 6 को इस प्रयोग को करने से पहले अध्ययन कर लेना चाहिए। प्रयोगशाला परामर्श सत्रों में आते समय इस प्रयोगशाला मैनुअल के साथ BGYCT-135 पाठ्यक्रम के भाग 1 को प्रायोगिक पुस्तिका के साथ लाएं।

आप BGYCT-133 पाठ्यक्रम के खंड 2 में पढ़ चुके हैं कि खनिजों के भौतिक गुण उनकी पहचान करने में सहायक होते हैं। प्रत्येक खनिज कुछ भौतिक गुण प्रदर्शित करते हैं जिसको स्थूल रूप में पहचाना जा सकता है ये खनिज कुछ महत्वपूर्ण भौतिक गुण दिखाते हैं जो शैल की पहचान में उपयोगी होते हैं। इसमें और अगले तीन प्रयोगों में आपको खनिजों के भौतिक गुणों के बारे में अपने ज्ञान और अनुभवों से उनको हस्त नमूनों में शैल की पहचान के लिए उपयोग करना पड़ेगा।

आपको प्रत्येक शैल में खनिजों की पहचान करनी होगी, शैल के आग्नेय संघटनों को निश्चित करना होगा, इसके गठनात्मक विवरण देना होगा, इसका फोटोग्राफ लेना होगा और इसको अपनी प्रयोगशाला फाइल में चिपकाना होगा। उन भौतिक गुणों को याद कीजिये जो आपने खनिजों को पहचान के लिए BGYCL-134 पाठ्यक्रम में सीखा हैं। आपको निर्देशित किया जाता है कि शैल में खनिज पहचानने के कौशल को खनिज रंग,

संरूप, द्युति, विदलन, विभंग, कठोरता, और खनिजों के विशेष लाक्षणिक गुणों के लिए जांच करें।

- आप प्रत्येक शैल के हस्त प्रतिदर्श को प्रकाश में ध्यानपूर्वक उसका निरीक्षण कीजिए।
- इसके गठन और खनिजीय संघटन को निर्धारित करें।
- शैलों में पाये जाने वाले खनिजों को, और ध्यान से देखने और पहचानने के लिए हस्त लेंस का प्रयोग कीजिए।

1.3 मूलभूत अवधारणाएं

आपने BGYCT-135 पाठ्यक्रम के इकाई 3 में आग्नेय शैलों के वर्गीकरण के मूल सिद्धांतों के बारे में पढ़ा है। ये वर्गीकरण योजना क्षेत्र में उपस्थिति, खनिजीय और रासायनिक संघटनों पर आधारित है। इकाई 6 में आप हस्त नमूने में ग्रेनाइट और रायोलाइट को पहचानने के लिए प्रयोग किए जाने वाले स्थूल लक्षणों के बारे में पढ़ चुके हैं।

निष्पादित किए गए प्रयोग को प्रयोगशाला फाइल में कैसे लिखें :

आप हस्त नमूने अथवा स्थूल रूप से शैलों को पहचानने के लिए निम्नलिखित लक्षणों (सारणी 1.1) का प्रयोग करेंगे। आपको सारणी 1.1 में दिये गये लक्षणों के साथ-साथ हस्त नमूने का आरेख अपनी प्रयोगशाला पुस्तिका में बनाना होगा। हस्त नमूने के आरेख को रंगने के लिए आप रंगीन पेंसिल का उपयोग कर सकते हैं। शैल नमूने के स्थूल लक्षणों के विवरण निम्नलिखित हैं।

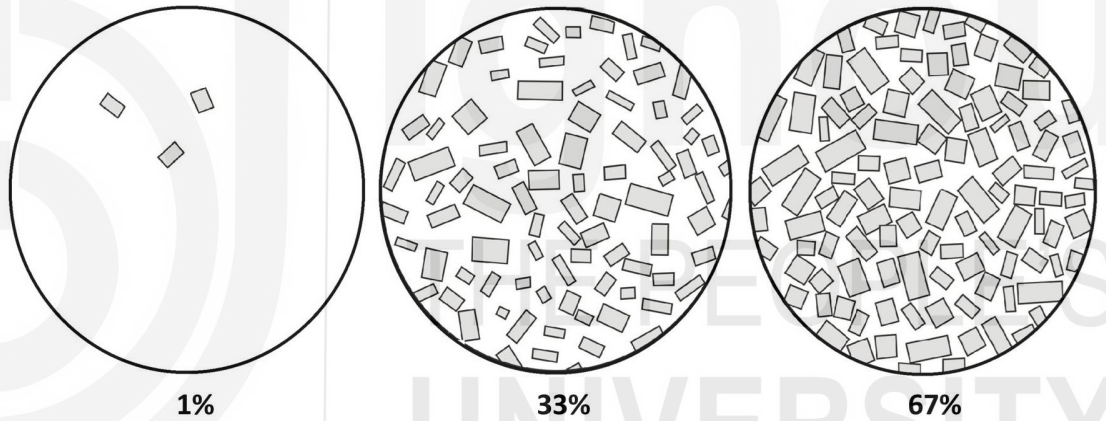
सारणी 1.1 :के स्थूल लक्षण।

1. रंग सूचकांक :
2. खनिजीय संघटन :
 - आवश्यक :
 - सहायक :
3. गठन :
 - क्रिस्टलता :
 - कणिकामयता :
 - कणों की आकृति :
 - पारस्परिक संबंध :
 - अन्य गठन :
4. विशिष्ट लक्षण :
5. शैल का नाम :
6. उपस्थिति की अवस्था :
7. महत्वपूर्ण उपयोग :
8. भारत में उपस्थिति :

हम सारणी 1.1 की तरह स्थूल विवरण में आने वाली सभी बिन्दुओं के बारे में व्याख्या करेंगे।

1. **रंग सूचकांक (Colour Index):** आप BGYCT-135 पाठ्यक्रम के इकाई 3 में आग्नेय शैलों के पहचान में प्रयोग किए जाने वाले रंग सूचकांक के बारे में सीख चुके हैं। यह शैल में उपस्थित लौह-मैग्नेशियम अथवा गहरे रंग के खनिजों के आयतन प्रतिशत पर आधारित है (चित्र 1.1)। इनके समूह हैं :

- **अल्पवर्णी (Leucocratic):** यदि आप पाते हैं कि शैल अधिकतर हल्के रंग के खनिजों से बना है तथा 33 प्रतिशत से कम, गहरे रंग के खनिज हैं तब शैल को अल्पवर्णी कहा जाता है।
- **मध्यमवर्णी (Mesocratic):** जब आप हस्त नमूने में गहरे रंग के खनिजों को 33-67 प्रतिशत के बीच पाते हैं। यह बीच [meso मतलब medium (मध्यम)] के रंग को निरूपित करता है यथा दिखने में न तो गहरा न तो हल्के रंग का होता, तब रंग सूचकांक मध्यमवर्णी होता है।
- **श्यामवर्णी (Melanocratic):** जब यह पाया जाता है कि शैल में गहरे रंग के खनिज 67 प्रतिशत से अधिक होते हैं तब रंग सूचकांक श्यामवर्णी होता है।



चित्र 1.1 : हस्त नमूने में दिखने वाले गहरे रंगों का आपेक्षिक अनुपात।

2. **खनिजीय संघटन (Mineralogical composition):** अब हम खनिजीय संघटन (सारणी 1.1) के बारे में व्याख्या करेंगे। शैल खनिजों का एक समुच्चय होता है। शैल को पहचानने के लिए हमें खनिजीय संघटन को सावधानीपूर्वक निरीक्षण और अध्ययन करना पड़ेगा। आग्नेय शैलों में खनिजों की पहचान के अन्तर्गत आवश्यक और सहायक खनिज आते हैं। आप BGYCT-135 पाठ्यक्रम के इकाई 3 में आवश्यक और सहायक खनिजों के बारे में पढ़ चुके हैं। अब उसे पुनः दोहराते हैं।

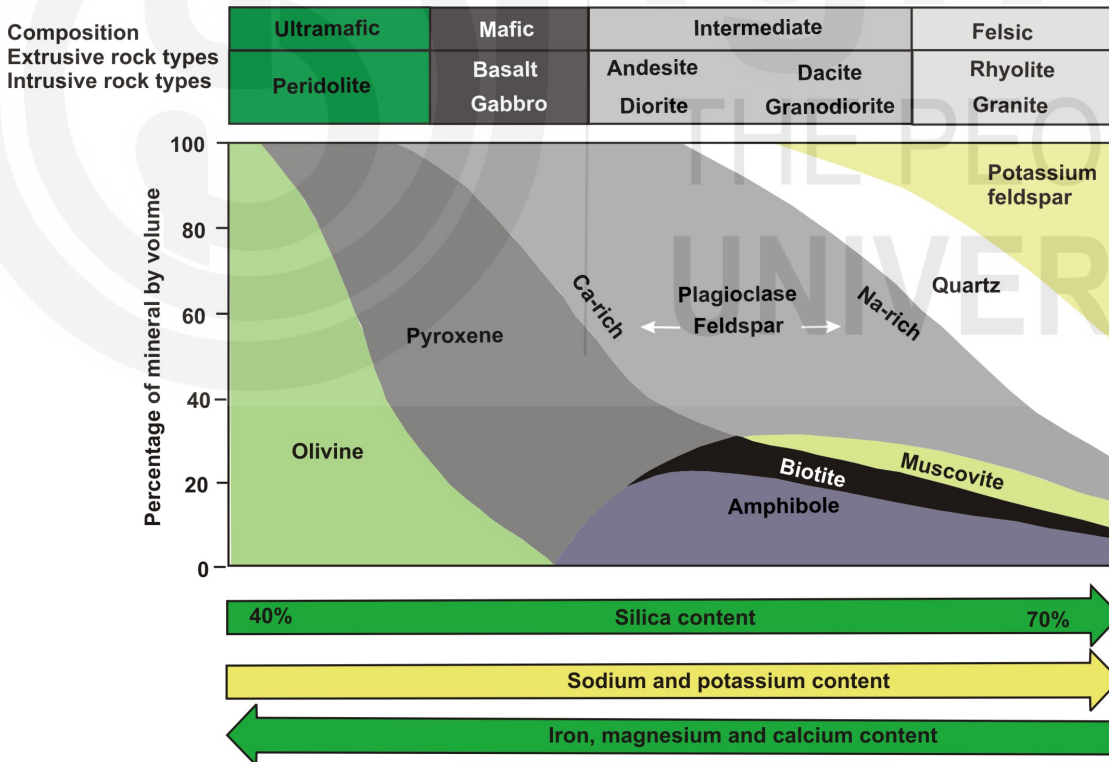
आवश्यक खनिज (Essential minerals) वो खनिज हैं जिसकी उपस्थिति आवश्यक होती है और इसको विशेष शैल के नामकरण के लिए आवश्यक समझा जाता है।

सहायक खनिज (Accessory minerals) भी प्राथमिक क्रिस्टलन के समय ही बनते हैं, लेकिन इनकी उपस्थिति आवश्यक नहीं है और इसका विशेष शैल के नामकरण के लिए प्रयोग नहीं होता है।

शेंड और होल्म्स (1935) ने शैल में उपस्थित सिलिका की मात्रा के आधार पर वर्गीकरण की विधि का प्रयोग किया है। आग्नेय शैलों को चार उपसंघों में विभक्त किया जा सकता था (चित्र 1.2) जैसे :

- a) **फेल्सिक आग्नेय शैल** : इन शैलों में 66 प्रतिशत से अधिक SiO₂ होता है। इनको अम्लीय अथवा सिलिकामय शैल भी कहा जाता है, जैसे ग्रेनाइट और रायोलाइट।
- b) **मध्यसिलिक आग्नेय शैल** : इन शैलों में 52-66 प्रतिशत सिलिका होता है यथा ग्रेनोडायोराइट, साइनाइट, फोनोलाइट, डायोराइट और ऐंडेसाइट।
- c) **मैफिक/क्षारीय आग्नेय शैल** : इन शैलों में सिलिका की मात्रा 45-52 प्रतिशत के बीच होती है, जैसे गैब्रो और बेसाल्ट।
- d) **अतिमैफिक/अतिक्षारीय आग्नेय शैल** : इन शैलों में सिलिका की मात्रा 45 प्रतिशत से कम होती है, लेकिन Mg/मैग्नीशियम की मात्रा अधिक होती है यथा ड्यूनाइट, पेरिडोटाइट, पाइरॉक्सीनाइट।

चित्र 1.2 दिखाता है कि शैल में सिलिका की मात्रा बढ़ने के साथ पोटैशियम और सोडियम की मात्रा भी बढ़ती है, उदाहरणार्थ क्वार्ट्ज, K-फेल्डस्पार, पाइरॉक्सीन और मस्कोवाइट फेल्सिक और मध्यसिलिक शैलों में अधिकता से पाए जाते हैं। इसके विपरीत सिलिका की कमी के साथ लौह, मैग्नीशियम और कैल्शियम की अधिकता होती है उदाहरणार्थ ऑलीवीन और पाइरॉक्सीन मैफिक और अतिमैफिक शैलों में अधिकता में उपस्थिति रहते हैं।



चित्र 1.2 : सामान्य आग्नेय शैल प्रकारों के मुख्य रासायनिक और खनिजीय लक्षण।

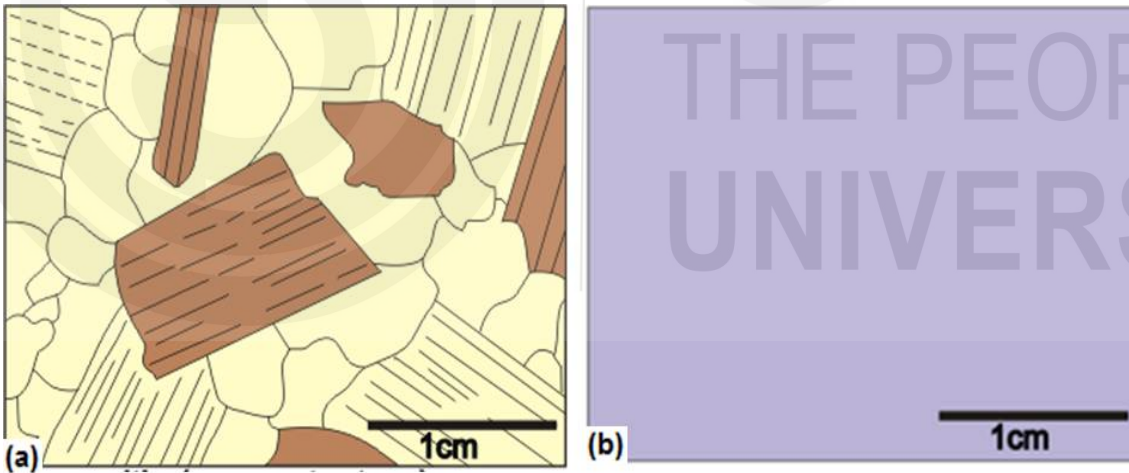
अब हम चार उपसमूहों में पाए जाने वाले प्रमुख खनिजों की व्याख्या करेंगे। इस प्रकार चित्र 1.2 की सहायता से आप आवश्यक और कुछ सहायक खनिजों की पहचान कर सकते हैं जो आग्नेय शैल के प्रत्येक उपसमूहों में सामान्यतया पाये जाते हैं, वह इस प्रकार हैं :

- फेल्सिक शैल जैसे ग्रेनाइट और रायोलाइट में आवश्यक खनिज के रूप में क्वार्ट्ज, फेल्डस्पार, प्लेजियोक्लेज़ तथा साथ में सहायक खनिज के रूप में मस्कोवाइट, बायोटाइट, ऐम्फीबोल (हॉर्नब्लैंड), टूरमैलीन, इल्मेनाइट, स्फीन और ऐपेटाइट होता है। सहायक खनिज शैल में उपस्थित हो सकता है तथा नहीं भी हो सकता है। सहायक खनिज का प्रयोग नामकरण के लिए पूर्व प्रत्यय अथवा प्रत्यय जैसी स्थिति के रूप में किया जाता है।
 - मध्यसिलिक शैल यथा ग्रेनोडायोराइट, साइनाइट और डायोराइट में आवश्यक खनिज के रूप में प्लेजियोक्लेज़, आर्थोक्लेज़ और क्वार्ट्ज होता है। सहायक खनिजों में बायोटाइट, मस्कोवाइट, ऐम्फीबोल (हॉर्नब्लैंड), ऐपेटाइट, स्फीन, टूरमैलीन और इल्मेनाइट पाया जाता है।
 - मैफिक शैल यथा गैब्रो और बेसाल्ट में आवश्यक खनिज के रूप में प्लेजियोक्लेज़, पाइरॉक्सीन जबकि सहायक खनिज के रूप में ऑलीवीन, हॉर्नब्लैंड, हाइपरस्थीन होता है।
 - अतिमैफिक शैल यथा पेरिडोट में प्रमुखता से आवश्यक खनिज के रूप में पाइरॉक्सीन और ऑलीवीन होते हैं। सहायक खनिजों के अन्तर्गत प्लेजियोक्लेज़, गॉरनेट, स्पीनेल, क्रोमाइट आदि होते हैं।
3. **गठन (Texture):** आप इकाई 2 आग्नेय शैल के गठन और संरचना में आग्नेय शैल से संदर्भित निम्नलिखित गठनात्मक अवयवों के बारे में अध्ययन कर चुके हैं। गठन शब्द का उपयोग दोनो स्थूल (जिसको हस्त नमूनें में आंखों से निरीक्षण करते हैं) और सूक्ष्मदर्शीय (जिसको सूक्ष्मदर्शीय की सहायता से पतली काट में देखते हैं) लक्षणों के लिए प्रयोग किया जा सकता है। यहां हम स्थूल लक्षण के बारे में व्याख्या करेंगे।
- A) क्रिस्टलता / क्रिस्टलीकरण की कोटि
 - B) कणिकामयता / कण आकार
 - C) खनिज कणों की आकृति
 - D) क्रिस्टलों और कांच सामग्री के बीच पारस्परिक संबंध।
- A) **क्रिस्टलता (Crystallinity)** अथवा क्रिस्टलीकरण की कोटि मैग्मा के क्रिस्टलीकरण / ठोसीकरण की प्रक्रिया के दौरान बने हुए क्रिस्टलों की मात्रा अथवा कोटि को संदर्भित करता है। आग्नेय शैल क्रिस्टल, आंशिक क्रिस्टल और आंशिक कांच अथवा पूर्णतः कांच का बना होता है। क्रिस्टलता अथवा क्रिस्टलीकरण की कोटि के आधार पर आग्नेय शैलों के गठन को इस प्रकार वर्गीकृत किया गया है :
- **पूर्णक्रिस्टली गठन (Holocrystalline texture):** यदि शैल में उपस्थित अवयव खनिज सम्पूर्ण अथवा पूरे क्रिस्टल से बने होते हैं यथा आर्थोक्लेज़, ग्रेनाइट में तथा ऑगाइट, गैब्रो में। पूर्णक्रिस्टली गठन वितलीय शैलों द्वारा प्रदर्शित होता है।
 - **अर्धक्रिस्टलीय / सूक्ष्मक्रिस्टली गठन (Hemicrystalline/microcrystalline texture):** जब शैल अंशतः क्रिस्टलीय और अंशतः कांच का बना होता है यथा डोलेराइट, बेसाल्ट। यह मुख्यतः उन शैलों में पाया जाता है जो सतह के पास अथवा सतह से छिछले गहराई पर क्रिस्टलित होते हैं।

- **पूर्णकाचिक गठन (Holohyaline texture):** यह गठन प्रदर्शित करने वाला शैल पूर्ण रूप से कांच अथवा क्रिस्टलाणु और माइक्रोलाइट का बना होता है। यह गठन अधिकतर ज्वालामुखी शैलों में दिखता है यथा ऑब्सिडियन, पिचस्टोन।

B) **कणिकामयता (Granularity)** अथवा कण आकार की काफी भिन्नता आग्नेय शैलों में दिखती है। यह 1 मीटर (यथा पेग्माटाइट) आकार से कुछ सेमी. से माइक्रोलाइट के > 0.01 मिमी. अथवा कभी-कभी कांचीय होता है जैसा ज्वालामुखीय शैलों में दिखता है। सामान्यतया **दृश्यक्रिस्टली** और **अदृश्यक्रिस्टली** (चित्र 1.3 और 1.4) शब्द क्रमशः स्थूल कणित और सूक्ष्म कणित शैलों के विवरण के लिए प्रयोग किया जाता है। स्थूल कणित क्रिस्टलों को बिना किसी सहायता के आंखों से देखा जा सकता है और खनिज कणों को पहचाना जा सकता है। जबकि सूक्ष्म कणित खनिजों की पहचान के लिए शैलकी/ध्रुवण सूक्ष्मदर्शी की आवश्यकता होती है। दृश्यक्रिस्टली शैलों में खनिज कण इतना बड़ा होता है कि इसे बिना किसी सहायता के आंखों द्वारा देखा जा सकता है। कण आकार के आधार पर दृश्यक्रिस्टली गठन को निम्न में वर्गीकृत किया गया है :

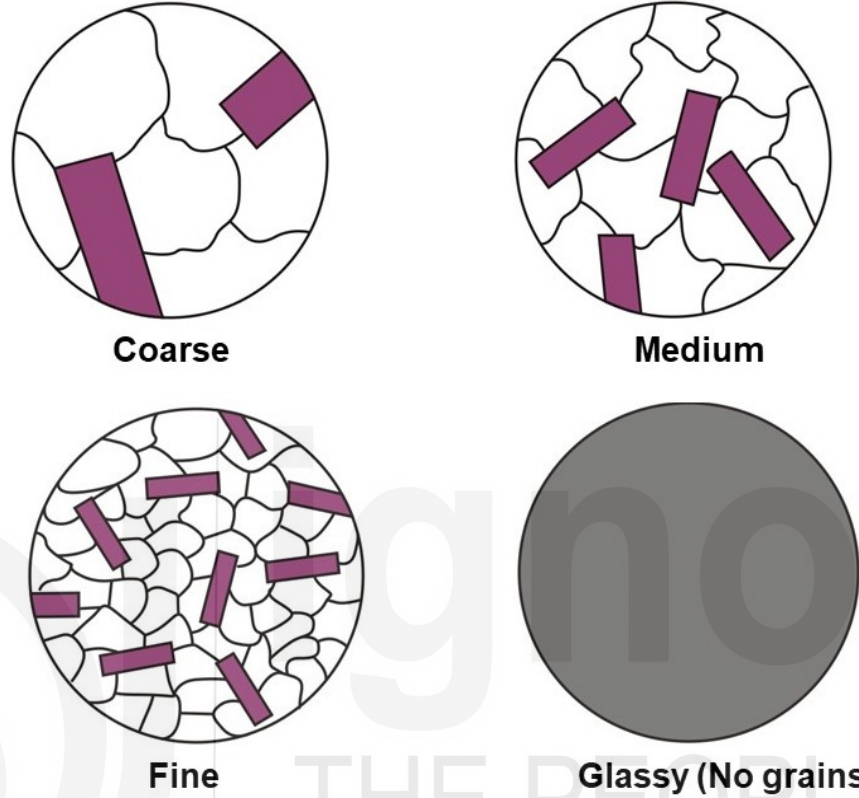
- सूक्ष्म कण (< 1 मिमी.)
- मध्यम कण (1–5 मिमी.)
- स्थूल कण (3 मिमी.–5 सेमी.)
- अतिस्थूल कण (> 3 सेमी.)



चित्र 1.3 : a) दृश्यक्रिस्टली (Phaneritic); और b) अदृश्यक्रिस्टली (Aphanitic) गठन।

जब मैग्मा सतह के नीचे अथवा सतह के पास जल्दी से ठंडा होता है तब सूक्ष्म-कणित, कांचीय शैल का निर्माण होता है जिसे ज्वालामुखीय शैल कहा जाता है। जब मैग्मा कम गहराई पर ठंडा होता है तब मध्यम कणित शैल बनता है जैसा कि अधिवितलीय शैलों में होता है। जब मैग्मा गहराई में उच्च दाब और ताप की दशा में धीरे-धीरे ठंडा होता है तब अति स्थूल कणित आग्नेय शैलों का निर्माण होता है। ऐसे शैल को वितलीय शैल कहा जाता है। **अदृश्यक्रिस्टली** शैल सूक्ष्म कणों से निर्मित होता है और बिना किसी सहायता से आंखों के द्वारा अथवा हस्त लेंस की सहायता से पहचानने के लिए अति छोटा क्रिस्टल होता है। यदि कण केवल सूक्ष्मदर्शी में दृश्य है तब ये **सूक्ष्मक्रिस्टलीय** कहलाता है। यदि केवल नमदी (felty) पिण्ड दिखता है और खनिज कण सूक्ष्मदर्शी में

पहचानने योग्य नहीं है तब इसे **गूढ़क्रिस्टली** कहा जाता है। **फ़ायरी (Phyric)** और **अफ़ायरी (aphyric)** शब्दों को क्रमशः लक्ष्यक्रिस्टल के साथ शैल और बिना लक्ष्यक्रिस्टल के साथ शैल की व्याख्या के लिए उपयोग किया जाता है। फ़ायरी कभी-कभी पॉर्फिराइट की जगह भी प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार कण आकार के आधार पर आप शीतलन का दर और उपस्थिति की अवस्था सुनिश्चित कर सकते हैं।



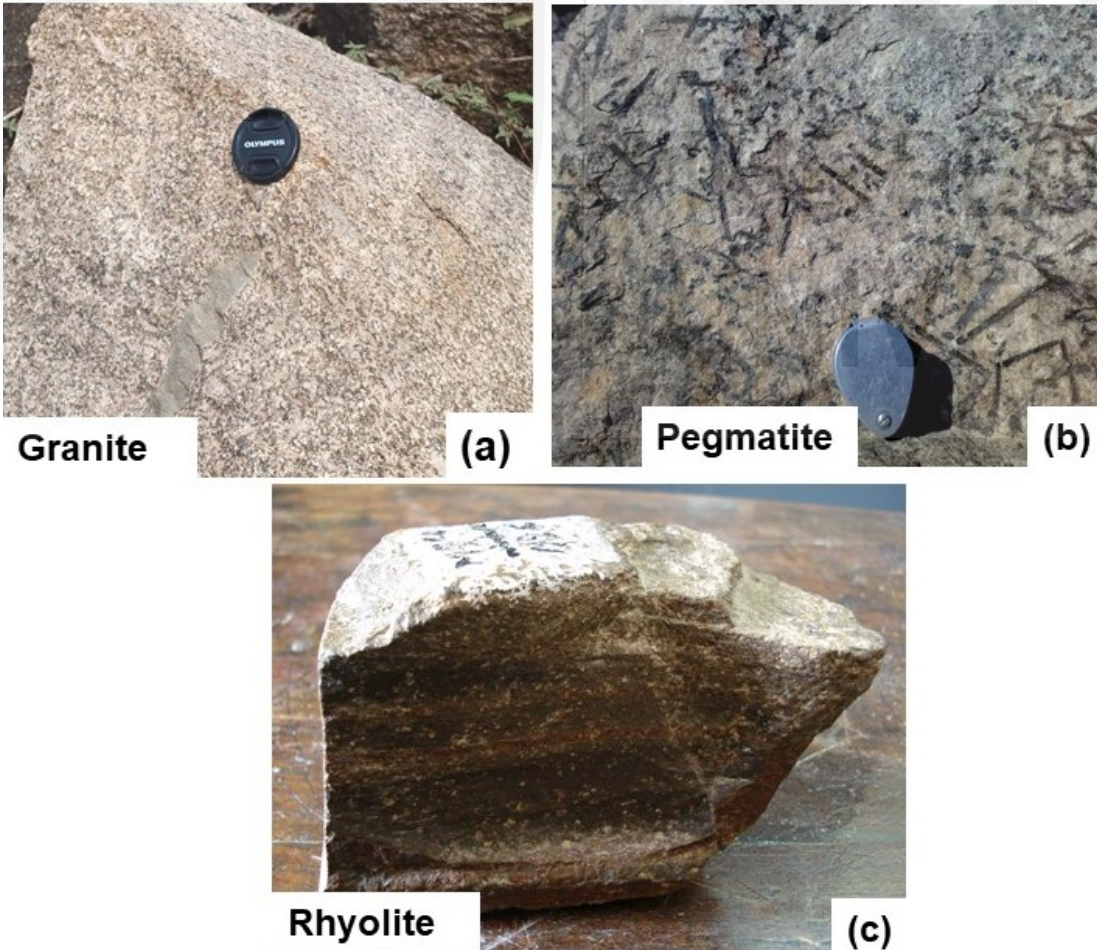
चित्र 1.4 : स्थूल, मध्यम, सूक्ष्म और कांचीय गठन (स्थूल दृश्य)।

- C) **क्रिस्टलों की आकृति** की व्याख्या तीन महत्वपूर्ण शब्दों यथा पूर्णफलकी, अंशफलकीय और अफलकी के द्वारा किया जाता है। ये शब्द क्रिस्टल फलकों के विकास की कोटि पर निर्भर करते हैं। ये हैं :
- **पूर्णफलकी** शब्द उन खनिज कणों के लिए प्रयोग किया जाता है जिसके क्रिस्टल फलक पूरी तरह से विकसित होते हैं। स्वरूपी (Idiomorphic) और आत्मरूपी (automorphic) इसके समानार्थी शब्द हैं।
 - **अंशफलकीय**, उस क्रिस्टल रूप को संदर्भित करता है जिसमें क्रिस्टल फलक अथवा कण सीमाएं कम अथवा अंशतः विकसित रहती हैं। इसे अंशस्वरूपी (hypidiomorphic) अथवा अंशात्मरूपी (hypautomorphic) भी कहा जाता है।
 - **अफलकीय** शब्द उस खनिज कणों के लिए प्रयोग किया जाता है जिसमें क्रिस्टल सीमाएं नहीं होती हैं तथा इसको अस्वरूपी कहा जाता है।
- D) **क्रिस्टलीय और अक्रिस्टलीय पदार्थों के बीच परस्पर संबंध** शैल के गठन को समझने के लिए बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। हम पढ़ चुके हैं कि आकृति के विवरण के अलावा गठन के अन्तर्गत क्रिस्टल और अक्रिस्टलीय मैट्रिक्स/कांच के आपसी संबंध भी आते हैं। इसकी व्याख्या दो उपसमूहों में की जाती है।

- समकणिक गठन
- असमकणिक गठन

1) **समकणिक गठन** : जब शैल अथवा हस्त नमूनें में अधिकतर कण एक समान आकार के होते हैं तब इसे समकणिक गठन कहा जाता है यथा ग्रेनाइट (चित्र 1.6) और गैब्रो। इसको तीन प्रकार में वर्गीकृत किया गया है :

- **अंशस्वरूपी कणिक गठन** में अंशतः विकसित अथवा अंशफलकीय आकृति वाले कणों की प्रमुखता होती है यथा गैब्रो, ग्रेनाइट (चित्र 1.5a)। इस प्रकार अंशस्वरूपी कणिक गठन कणीय गठन में सबसे सामान्य प्रकार है और इसको ग्रेनाइटी गठन भी कहा जाता है क्योंकि यह अधिकतर ग्रेनाइट शैलों में पाये जाते हैं।
- यदि सभी फलक पूर्णफलकी, पूर्णतया अथवा पूर्णतया के करीब विकसित होते हैं तब शैलों को कहा जाता है कि इसमें **पूर्णस्वरूपी कणिक गठन** है (चित्र 1.5b) तथा अधिकतर कण पूर्णफलकी आकृति के होते हैं (यथा पेग्माटाइट)।
- जब अधिकतर कण अफलकीय होते हैं तब गठन को **अस्वरूपी कणिक गठन** कहा जाता है (चित्र 1.5c), यथा एप्लाइट। इस गठन को अप्लाइटी गठन भी कहा जाता है क्योंकि यह सबसे अच्छी तरह से एप्लाइट (ग्रेनाइट का अधिवितलीय समतुल्य) शैलों में विकसित रहता है।



चित्र 1.5 : a) अंशस्वरूपी गठन को दिखाता ग्रेनाइट : b) पूर्णफलकी गठन दिखाता पेग्माटाइट; और c) अस्वरूपी गठन दिखाता रायोलाइट।

- 2) **असमकणिक गठन** : आग्नेय शैल जिसमें कणों के आकार में काफी अन्तर होता है तथा जिसमें कणों का एक समुच्चय आधात्रिका निर्मित करने वाले कणों के दूसरे समुच्चय से बड़ा होता है। जब ऐसा होता है कि कणों का एक समुच्चय इससे संबंधित दूसरे समुच्चय जो आकार बहुत छोटा होता है तब इसे असमकणिक कहा जाता है। लेकिन जब बड़े से छोटे कणों का परिवर्तन सुनियोजित और कणिक होता है तब इसे **कणक्रमी गठन (seriate texture)** कहा जाता है। अब हम लोग असमकणिक गठनों के प्रकार की व्याख्या करेंगे।



चित्र 1.6 : समकणिक गठन दिखाता ग्रेनाइट का हस्त नमूना।

दीर्घ क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन (Porphyritic texture): इसमें बड़े कण, छोटे कण (चित्र 1.7) अथवा कांचीय भाग से बने आधात्रिका के द्वारा घिरे होते हैं। बड़े कण को लक्ष्यक्रिस्टल (phenocryst) कहा जाता है।



चित्र 1.7 : ग्रेनाइट में दीर्घ क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन। ध्यान दें धब्बेदार धूसरित आधात्रिका में आर्थोक्लेज़ के लक्ष्यक्रिस्टल (हल्का गुलाबी) हैं। (Photo credit: Dr. Suresh Kumar)

दीर्घ क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन तीन प्रकार के होते हैं :

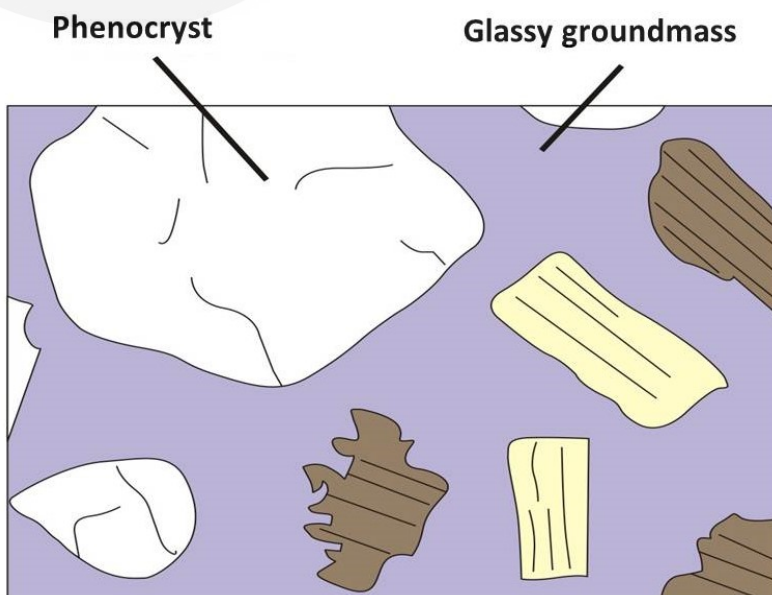
- विद्रोफायरी** : लक्ष्यक्रिस्टल कांचीय आधात्रिका से घिरे होता है (चित्र 1.8)।
- फेल्सोफायरिक** : लक्ष्यक्रिस्टल गूढक्रिस्टल आधात्रिका से होता है।
- पुंजितफेनोक्रिस्टी** : लक्ष्यक्रिस्टल, खनिजों यथा ऑलीवीन, पाइरॉक्सीन और प्लेजियोक्लेज़ के पहले निर्मित क्रिस्टल हैं जो आपस में मिलकर क्रिस्टल अथवा क्रिस्टल समूह के विशिष्ट संघ बनाते हैं।

लघु क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन : अपेक्षाकृत एक खनिज के बड़े क्रिस्टल के अन्तर्गत एक अथवा अधिक छोटे खनिज कणों के बहुत सारे क्रिस्टल होते हैं। बड़ा अथवा अतिथेय अथवा गृह क्रिस्टल को ग्राही क्रिस्टल (oikocryst) नाम से जाना जाता है और समावृत क्रिस्टल को गृहीत (chadocryst) खनिज कण के नाम से जाना जाता है।

ओफाइट गठन (Ophitic texture): यह लघु क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन का एक प्रकार है जिसमें बड़ा क्रिस्टल पूरी तरह से अथवा अंशतः छोटे क्रिस्टल को घेरता है। आम तौर पर इसमें प्लेजियोक्लेज़ के लैथरूपी छोटे क्रिस्टल, ऑर्गाइट के बड़े क्रिस्टल से अंशतः घिरे रहते हैं तब इसको ओफाइट गठन कहा जाता है। यह गठन अक्सर डोलेराइट में मिलता है।

दूसरे प्रकार के गठन के अन्तर्गत अन्तरावृद्धि/intergrowth (यथा आलेखी/graphic) मिर्मिकाइटिक (myrmekitic), किरीट (corona), अपविलयन (exsolution), दैशिक/प्रवाह (directive/flow), सुपट्टित गठन (eutaxitic), विकाचन (devitrification), स्फेरुलाइटी (spherulitic) और स्पिनीफेक्स (spinifex) गठन शामिल हैं।

- विशिष्ट लक्षण** : इसके अन्तर्गत शैल में उपस्थित विशेष अथवा विशिष्ट लक्षण अथवा संरचना आती है। उदाहरणतः रायोलाइट में प्रवाह पट्टियां अथवा बेसाल्ट में पुटिका और वातामकी संरचनाएं।
- शैल का नाम** : आप को हस्त नमूने में पहचाने गए शैल का नाम देना होगा जोकि पहचान, रंग सूचकांक, खनिजीय संघटन और गठन पर आधारित होना चाहिए।



चित्र 1.8 : कांचीय आधात्रिका में लक्ष्यक्रिस्टल को दिखाता विद्रोफायरी गठन का आरेख।

6. **उपस्थिति की अवस्था** : शैल का गठन, वितलीय, ज्वालामुखीय अथवा अधिवितलीय शैलों के उपस्थिति की अवस्था के पहचान के लिए प्रयोग किया जाता है। हम BGYCT-135 पाठ्यक्रम के इकाई 1 में वितलीय, ज्वालामुखीय अथवा अधिवितलीय शैलों के बारे में पढ़ चुके हैं। मैग्मा जब उच्च दाब और ताप पर पृथ्वी में गहराई वाले भाग में धीरे-धीरे ठंडा होता है तब वितलीय आग्नेय शैलों का निर्माण होता है। जब मैग्मा का शीतलन पृथ्वी सतह के नीचे होता है तब यह बहुत धीमी गति से होता है। इससे बड़े क्रिस्टल बनते हैं और स्थूल कणित शैलो का निर्माण होता है तथा ये अंतर्ग्रथित क्रिस्टलों और अंशस्वरूपी अथवा पूर्णस्वरूपी गठन के द्वारा पहचाने जाते हैं और यह ग्रेनाइट, ग्रेनोडायोराइट, गैब्रो और डायोराइट के हस्त नमूने में दिखते हैं। पृथ्वी की सतह पर गतिशील लावा जो गर्म अथवा अंशतः पिघला हुआ शैल पदार्थ होता है और यह क्रिस्टलित होकर ज्वालामुखीय (बहिर्वेधी) आग्नेय शैल बनाता है। लावा ठंडा और जल्दी से क्रिस्टलित (हवा और जल के सम्पर्क में) होता है तथा सूक्ष्म कणित अथवा कांचीय गठन बनाता है। इसके हस्त नमूने में वायुकोष (vesicles) हो सकती है जो दाब कम होने पर पिघले हुए पदार्थों से वाष्पीय पदार्थ अथवा गैस के निकास को इंगित करता है। बेसाल्ट में रिक्त स्थान, वायुकोष अथवा पुटिका लावा प्रवाह के शीर्ष को बताता है। कांचीय अथवा पूर्णकाचिक शब्द उन आग्नेय शैलों के लिए प्रयोग किया जाता है जिसमें पृथक क्रिस्टलीय संरचना नहीं होती है। ज्वालामुखीय/बहिर्वेधी आग्नेय शैल यथा बेसाल्ट, रायोलाइट ट्रेकाइट और पिचस्टोन को इनके सूक्ष्म कणित अथवा कांचीय गठन से पहचाना जाता है। अधिवितलीय शैलों यथा डोलेराइट का सतह के पास कम गहराई पर शीतलन और ठोसीकरण होता है। ये मध्यम कणित और मध्यक्रिस्टलीय अथवा अर्धक्रिस्टलीय होते हैं। ये अक्सर डाइक अथवा सिल के रूप में मिलते हैं। इस प्रकार केवल कण आकार और गठन की सहायता से आप इनके उपस्थिति का अवस्था का पता लगा सकते हैं कि ये वितलीय, ज्वालामुखीय अथवा अधिवितलीय हैं।
7. **महत्वपूर्ण उपयोग** : आपके द्वारा पहचाने गए महत्वपूर्ण उपयोगों को सूचीबद्ध किया जाएगा।
8. **भारत में उपस्थिति** : आपके द्वारा पहचाने गए शैलों को महत्वपूर्ण भारतीय स्थानों को सूचीबद्ध किया जाएगा।

1.4 ग्रेनाइट का स्थूल अध्ययन

ग्रेनाइट पृथ्वी की सतह पर मिलने वाला सबसे सामान्य आग्नेय शैल है। शब्द ग्रेनाइट की उत्पत्ति लेटिन शब्द *ग्रेनम* जिसका अर्थ कण होता है, जो शैल के गठन को संदर्भित करता है। यह एक पृथ्वी की सतह पर उपस्थित सामान्य शैल है। ग्रेनाइट 60 प्रतिशत सिलिका के साथ अति संतृप्त (oversaturated) शैल समूह से संबंधित है। यह अधिकतर हल्के रंग का होता है। ग्रेनाइट मध्यम कणित से स्थूल कणित अन्तर्वेधी आग्नेय शैल है, जिसमें कण इतने बड़े होते हैं कि इसे बिना किसी सहायता से आंखों द्वारा देखा जा सकता है। यह विभिन्न रंगों यथा धूसर, सफेद, लाल अथवा हल्के गुलाबी में मिलता (चित्र 1.9) है। ये रंग ग्रेनाइट के खनिज संघटन पर निर्भर करता है। विभिन्न रंग, गठन, कण आकार आदि को प्रदर्शित करते हुए विभिन्न प्रकार के ग्रेनाइट को दर्शाता है।

अब हम ग्रेनाइट के स्थूल लक्षणों की व्याख्या करेंगे।

आपको सलाह दी जाती है कि आप अपने अध्ययन केन्द्र पर उपलब्ध ग्रेनाइट के हस्त नमूनें और चित्र में दिए गए हस्त नमूने के फोटोग्राफ को सारणी 1.2 में दिए गए स्थूल लक्षणों की सहायता से पहचान करें।

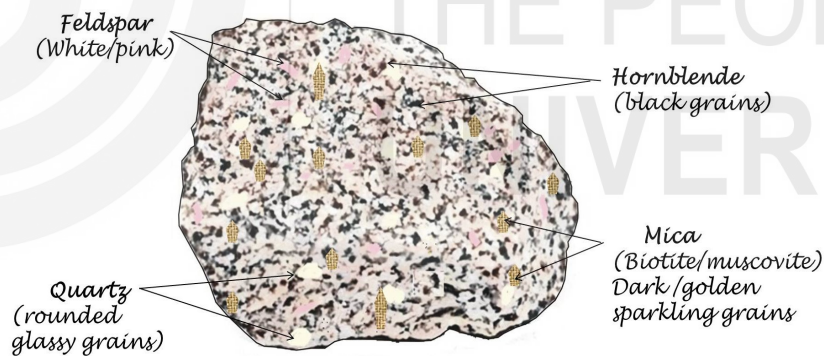


चित्र 1.9 : (a-f) ग्रेनाइट के विभिन्न रंग (धूसर, सफेद और हल्का गुलाबी)। कण आकार में परिवर्तन को ध्यान दें।

सारणी 1.2 : ग्रेनाइट के स्थूल लक्षण।

1. रंग सूचकांक : अल्पवर्णी (<33 प्रतिशत गहरे रंग के खनिज उपस्थित)। हल्के रंग के शैल (धूसर, सफेद, गुलाबी या लाल)।
2. खनिजीय संघटन :
 - आवश्यक : क्वार्ट्ज (पारभासी, धूसर, अफलकीय)।
क्षारीय फेल्डस्पार (आर्थोक्लेज़ और माइक्रोक्लीन)।
प्लेजियोक्लेज़ (हल्का धूसर, सपाट)
 - सहायक : मस्कोवाइट (चमकते हुए चांदी जैसा, परतदार)।
बायोटाइट (कालाभ भूरा, परतदार)।
हॉर्नब्लैंड (कालाभ भूरा, प्रिज़्मीय)।
3. गठन :
 - क्रिस्टलता : पूर्णक्रिस्टली गठन।
 - कणिकामयता : मध्यम कणित से स्थूल कणित।
 - कणों की आकृति : अंशफलकीय (अधिकतर क्रिस्टल फलक अंशतः विकसित होता है)। अंशस्वरूपी कणिक संरचना।

- पारस्परिक संबंध : ग्रेनाइट दोनों समकणिक और असमकणिक गठन प्रदर्शित करता है (चित्र 1.9 और 1.10)।
असमकणिक (दीर्घ क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन, चित्र 1.7), फेल्डस्पार लक्ष्यक्रिस्टल (वृहत् क्रिस्टल) क्वार्ट्ज कण, फेल्डस्पार और माइका से बना हुआ। सूक्ष्म कणित आधात्रिका से घिरा होता है।
- अन्य गठन : रापाकिवी और गोलाकार संरचना, अन्तरावृद्धि गठन यथा आलेखी आदि।
- 4. विशिष्ट लक्षण : कण आकार और विशिष्ट खनिजय संघटन।
- 5. शैल का नाम : ग्रेनाइट
- 6. उपस्थिति की अवस्था : वितलीय/अन्तर्वेधी तथा रायोलाइट के समतुल्य, बैथोलिथ, स्टॉक, बॉथ, रिंग डाइक के रूप में मिलता है।
- 7. महत्वपूर्ण उपयोग : भवन, पुल, फर्श, स्मारक और बहुत दूसरे बाह्य परियोजनाओं में उपयोग किया जाता है। चिकनाया हुआ ग्रेनाइट सिल्ली और टाइल, काउंटर मेज, टाइल फर्श, सीढ़ी और दूसरे निर्माण कार्यो में उपयोग किया जाता है।
- 8. भारत में उपस्थिति : केन्द्रीय हिमालय, आन्ध्र प्रदेश, कर्नाटक, बुन्देलखण्ड, राजस्थान, मध्यप्रदेश और झारखण्ड।



चित्र 1.10 : ग्रेनाइट के हस्त नमूने का आरेख।

1.5 रायोलाइट का स्थूल अध्ययन

उपर्युक्त अनुभाग में आप ग्रेनाइट के स्थूल लक्षणों की पहचान कर चुके हैं। अब हम दूसरी फेल्सिक शैल रायोलाइट की पहचान करेंगे। रायोलाइट, ग्रेनाइट शैल का ज्वालामुखीय समतुल्य है (चित्र 1.11)। यह उच्च सिलिका की मात्रा (>68 प्रतिशत) के साथ हल्के रंग का शैल है। क्षारीय ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) मात्रा 5 प्रतिशत तक होती है। रायोलाइट सूक्ष्म कणित शैल है तथा पृथ्वी की सतह पर लावा के शीघ्र शीतलन से बनता है। कई बार हस्त नमूने में प्रवाह पट्टियां (flow bands) दिखती हैं।

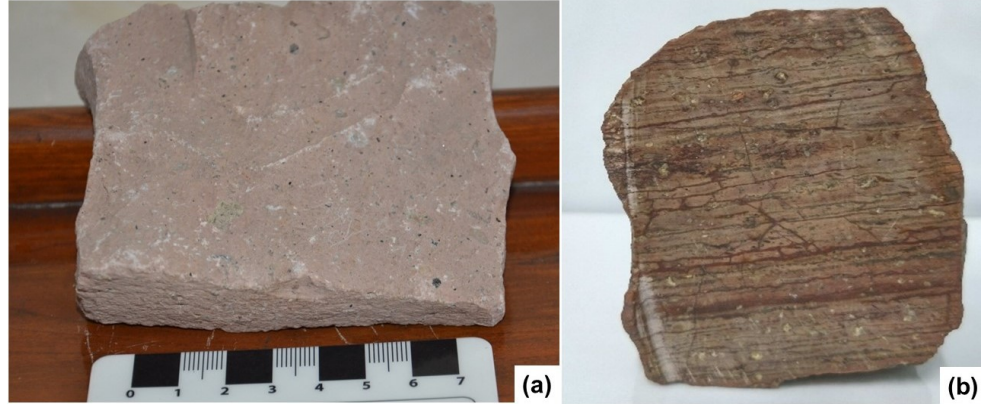
अब हम सारणी 1.3 में रायोलाइट के स्थूल लक्षणों को पहचानेंगे हैं।

आपको सलाह दी जाती है कि आप अपने अध्ययन केन्द्र पर उपलब्ध कराए गए रायोलाइट के हस्त नमूनें और चित्र 1.11 में दिए गए हस्त नमूने के फोटोग्राफ को सारणी 1.3 में दिए गए स्थूल लक्षणों की सहायता से पहचान करें।

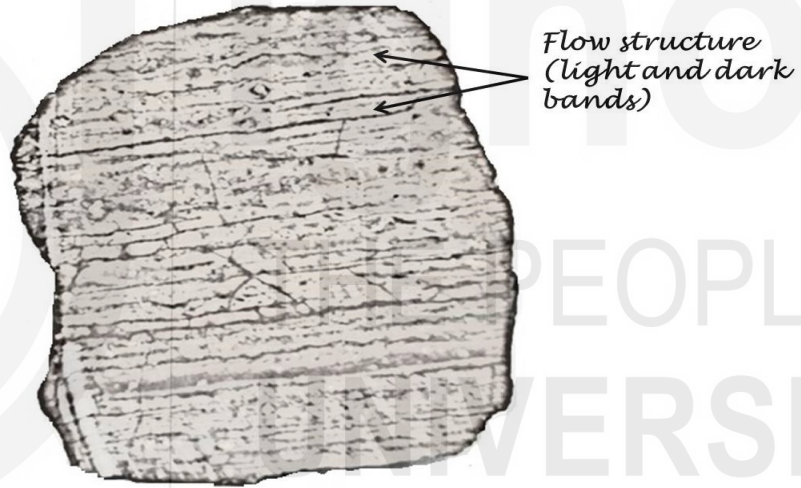
सारणी 1.3 : रायोलाइट के स्थूल लक्षण।

1. रंग सूचकांक : अल्पवर्णी (गहरे रंग के खनिज <33 प्रतिशत होते हैं।) हल्के रंग में जैसे गुलाबी, धूसर, नीलाभ धूसर, लेकिन लाल रायोलाइट भी पाया जाता है।
2. खनिजीय संघटन :
 - आवश्यक : K-फेल्डस्पार (सैनिडीन) की मात्रा Na- प्रचुर प्लेजियोक्लेज़ से ज्यादा होती है और क्वार्टज़।
 - सहायक : जिरकॉन, बायोटाइट, मस्कोवाइट, ऐपेटाइट, मैग्नेटाइट, इल्मेनाइट, पाइरॉक्ज़ीन, हॉर्नब्लैंड।
3. गठन :
 - क्रिस्टलता : अर्धक्रिस्टलीय, अधिक कांचीय प्रकार पूर्णकाचिक हो सकता है।
 - कणिकामयता : सूक्ष्म कणित, अदृश्यक्रिस्टली, अंशतः कांचीय, कुछ पूर्णफलकी से अंशफलकीय क्रिस्टल सूक्ष्म मैट्रिक्स में उपस्थित हो सकते हैं।
 - कणों की आकृति : अफलकीय अस्वरूपी कणिकी गठन।
 - पारस्परिक संबंध : अक्सर समकणिक लेकिन आमतौर पर दीर्घ क्रिस्टल अंतर्वेशी गठन तथा फेल्डस्पार (सैनिडीन) लेकिन कभी-कभी क्वार्टज़ और प्लेजियोक्लेज़ के लक्ष्यक्रिस्टल, सूक्ष्म कणित अथवा कांचीय आधात्रिका उपस्थिति हो सकते हैं।
 - अन्य गठन : फेलसिटिक (Felsitic), विट्रोफायरिक (vitrophyric), फेल्सोफायरी (felsophyric)
4. विशिष्ट लक्षण : स्फोटगर्ती (Vesicular), वातामकी (amygdaloidal) और स्फेरुलाइटी संरचनाएं प्रदर्शित करता है। वायुकोष और वातामकी अक्सर पाए जाते हैं (चित्र 1.11a, b और 1.12)। एकान्तर परत दिखाता है जिसके कणिकता अथवा रंग में थोड़ा अन्तर होता है। यह आमतौर पर क्वार्टज़ और फेल्डस्पार के नूकीले अरीय समूहों का बना गोलाकार पिण्ड होता है (अधिक श्यान) और आम तौर पर प्रवाह पट्टियां विकसित हो जाती है।
5. शैल का नाम : रायोलाइट
6. उपस्थिति की अवस्था : ज्वालामुखीय/बहिर्वेधी तथा ग्रेनाइट के समतुल्य।

7. महत्वपूर्ण उपयोग : कंकड़ के रूप में, पत्थर के औजार बनाने में, विशेष रूप से खुरचनी, पत्तियां और प्रक्षेप्य बिन्दु।
8. भारत में उपस्थिति : मलानी रायोलाइट, जोधपुर, दक्कन ट्रेप, सोन घाटी।



चित्र 1.11 : a) कुछ छोटे वायुकोष के साथ रायोलाइट; और b) रायोलाइट में प्रवाह संरचना। ध्यान दें कि गहरी और हल्की पट्टियां प्रवाह पट्टियों को दिखा रही हैं। (Photo credit: Dr Amit Kumar)



चित्र 1.12 : रायोलाइट के हस्त नमूने का आरेख।

1.6 प्रयोगशाला अभ्यास

सामान्य फेल्सिक शैल यथा ग्रेनाइट और रायोलाइट के स्थूल लक्षणों का अध्ययन निम्नलिखित दिए गए निर्देशों के द्वारा करें :

1. अपने शैक्षणिक परामर्शदाता से शैल नमूना और हस्त लेंस लें।
2. शैल के स्थूल लक्षणों का बिना किसी सहायता से आंखों से अध्ययन करें और गहन निरीक्षण के लिए हस्त लेंस का प्रयोग करें। हस्त लेंस का उपयोग छोटे खनिज कण और गठन को पहचानने के लिए किया जा सकता है।
3. शैल के हस्त नमूने में जो भी स्थूल लक्षण आपने देखा उसे प्रयोगशाला फाइल में लिखें और विशिष्ट/विशेष लक्षणों जो आपने देखा का निष्कर्ष निकालें।
4. स्थूल लक्षणों के आधार पर शैल को पहचानिए और प्रयोगशाला फाइल में उसका नाम लिखिए।

5. अंत में अध्ययन किए गए शैल का उपयोग और भारत में उपस्थिति को लिखिए।
6. यदि आपको शैल नमूने के अध्ययन में कोई समस्या आती है तो अपने शैक्षणिक परामर्शदाता से पूछिए, हिचकिचाएं नहीं।
7. शैल नमूना और सभी यंत्र जो आपको दिये गये हैं उसको बहुत सावधानी से इस्तेमाल कीजिए और उनको क्षति/नुकसान न पहुंचाएं।

अभ्यास 1 : शैल नमूने को उसके स्थूल लक्षणों के अध्ययन के द्वारा पहचाने और अपनी प्रयोगशाला फाइल में लिखें।

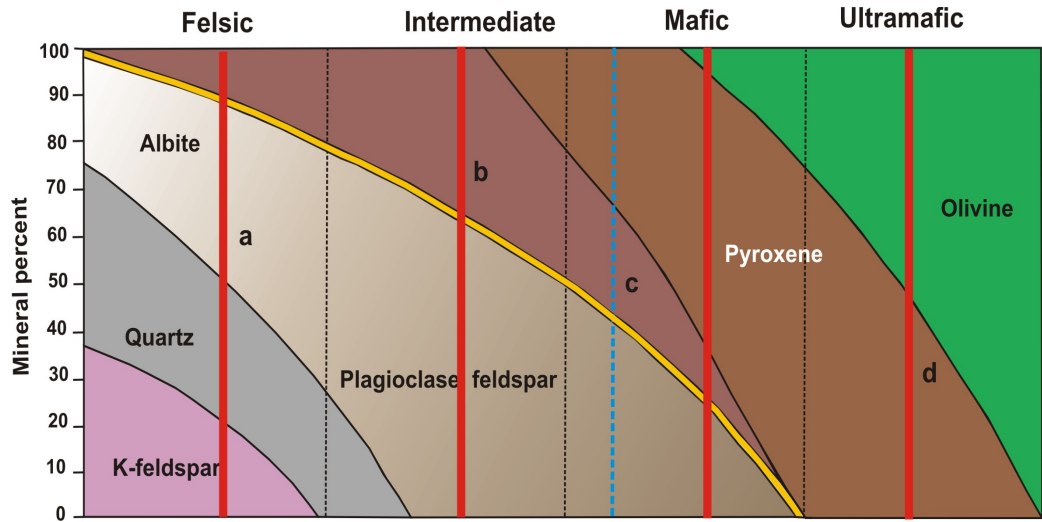
सभी हस्त नमूनों को एक-एक करके अध्ययन करें जैसे ऊपर बताया गया है और स्थूल लक्षणों को नीचे दिए गए सूची की तरह लिखें, जिसके अन्तर्गत गठन, खनिजीय संघटन, उपस्थिति के ढंग आते हैं। विशिष्ट लक्षण, महत्वपूर्ण उपयोग और भारत में उपस्थिति को भी शामिल करें।

सारणी 1.4 :के स्थूल लक्षण।

1. रंग सूचकांक :
2. खनिजीय संघटन :
 - आवश्यक :
 - सहायक :
3. गठन :
 - क्रिस्टलता :
 - कणिकामयता :
 - कणों की आकृति :
 - पारस्परिक संबंध :
 - अन्य गठन :
4. विशिष्ट लक्षण :
5. शैल का नाम :
6. उपस्थिति की अवस्था :
7. महत्वपूर्ण उपयोग :
8. भारत में उपस्थिति :

अभ्यास 2 : चित्र 1.13 में लाल रेखा चार आग्नेय शैलों को निरूपित करती है। लाल रेखा के अनुदिश खनिज संघटन के साथ शैल का नाम लिखिये।

अभ्यास 3 : गठन के आधार पर आप ग्रेनाइट और रायोलाइट में कैसे विभेद करेंगे?



चित्र 1.13 : सामान्य आग्नेय शैलों के मुख्य रासायनिक और खनिजीय लक्षण।

1.7 संदर्भ

- क्रिस्टल विज्ञान, खनिज विज्ञान और आर्थिक भूविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 4 खनिज : शैलों की रचनात्मक इकाई।
- क्रिस्टल विज्ञान, खनिज विज्ञान और आर्थिक भूविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 6 शैलकर खनिजों-I।
- क्रिस्टल विज्ञान, खनिज विज्ञान और आर्थिक भूविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 7 शैलकर खनिजों-II।
- क्रिस्टल विज्ञान, खनिज विज्ञान और आर्थिक भूविज्ञान : प्रयोगशाला पाठ्यक्रम के प्रयोग 4 और 5।
- शैलविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 2 आग्नेय शैलों का गठन एवं संरचना।
- शैलविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 6 फेल्सिक और मध्यसिलिक शैल।
- Alexander, Pramod, O. (2009) Minerals, Crystals, Rocks and Ores. New India Publishing Agency, 675p.
- Singh, Parbin (2013) Engineering and General Geology. S.K. Kataria and Sons, 600p.
- Tyrell, G. W. (1973) The Principles of Petrology. John Wiley & Sons, 349p.
- www.gsi.gov.in

(Website was assessed between 1st April and 12th April 2020.)

1.8 शैक्षणिक साधन

- Felsic: Definition and Composition
Link: <https://study.com/academy/lesson/felsic-definition-composition.html>
- Geology: Felsic vs Mafic
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=50gJVmti9DE>
- Identification Igneous Rock Granite Felsic
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=OuEsaT8uYCs>

- Mineralogical Characteristics of Acid Igneous and Alkaline Rocks

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Nib5gnhsiHk>

- Naming Igneous Rocks

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Zbz4e-9pjY4>



ignou
THE PEOPLE'S
UNIVERSITY