

## Geological and Chemical Classification of the rocks of the Bundelkhand Granitoid Complex

Apoorve Bhardwaj, Priyanka Chamyal Rana, Dharmendra Bharti and Hemant Kumar  
Geological Survey of India, Lucknow-226 024, UP, India  
apoorve.bhardwaj@gsi.gov.in

Received: 10-09-2025, Accepted: 28-10-2025

**Abstract-** The Bundelkhand Granitoid Complex exposes three variants of the granites namely, pink, porphyritic granite, pink medium grained granite and greyish-white, medium to coarse grained granite. Based on modal distribution of specific minerals (K-feldspar, plagioclase feldspar and quartz) they all fall in the category of syenogranites as per IUGS nomenclature. Detailed petrological and chemical examination of these rocks has been attempted to understand their origin, the nature of the parent magma and the associated mineralization process.

**Key words-** Geological(IUGS) and chemical classification of the rocks, Bundelkhand Granitoid Complex (BGC)

### बुंदेलखंड ग्रैनाइटोइड कॉम्प्लेक्स की चट्टानों का भूवैज्ञानिक एवं रासायनिक वर्गीकरण

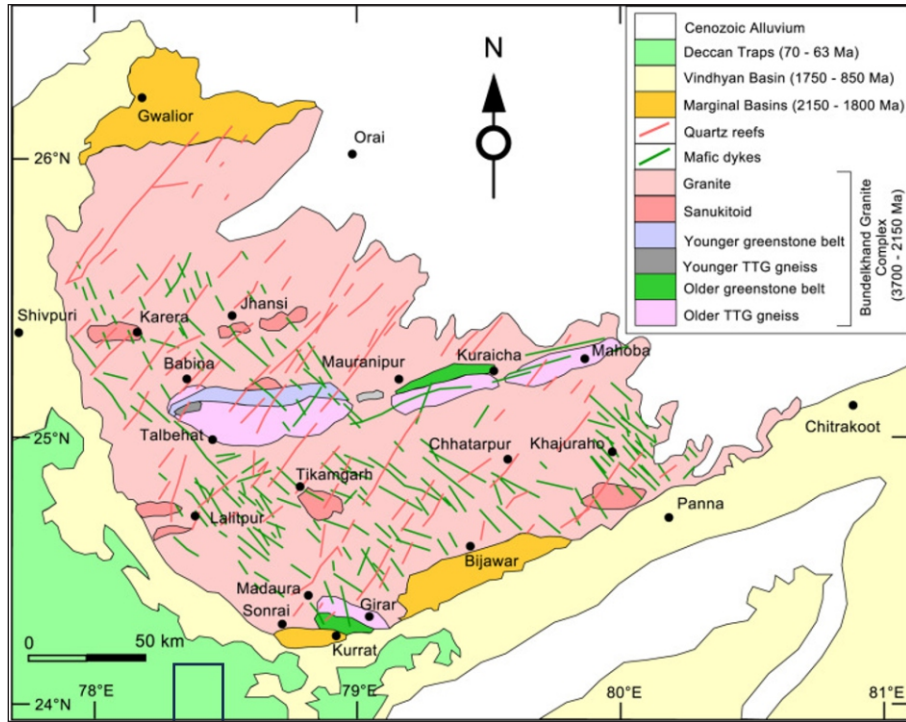
अपूर्व भारद्वाज, प्रियंका चम्याल राणा, धर्मेन्द्र भारती एवं हेमंत कुमार  
भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण, लखनऊ-226 024, उ०प्र०, भारत  
apoorve.bhardwaj@gsi.gov.in

**सार-** बुंदेलखंड ग्रैनाइटोइड कॉम्प्लेक्स में मुख्यतः तीन प्रकार के ग्रैनाइट पाए जाते हैं— गुलाबी, पोर्फिरीटिक ग्रैनाइट, गुलाबी, मध्यम दाने वाला ग्रैनाइट और धूसर—सफेद, मध्यम से मोटे दाने वाला ग्रैनाइट। विशिष्ट खनिजों (K-फेल्डस्पार, प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार और क्वार्ट्ज) के मॉडल वितरण के आधार पर, ये सभी IUGS वर्गीकरण के अनुसार साइनोग्रेनाइट की श्रेणी में आते हैं। वर्तमान अध्ययन में इन चट्टानों की विस्तृत शैल वैज्ञानिक और रासायनिक जांच करके उनकी उत्पत्ति, मूल मैग्मा की प्रकृति और संबंधित खनिजीकरण प्रक्रिया को समझने का प्रयास किया गया है।

**बीज शब्द-** चट्टानों का भूवैज्ञानिक (IUGS) एवं रासायनिक वर्गीकरण, बुंदेलखंड ग्रैनाइटोइड कॉम्प्लेक्स(बी.सी.जी.)

1. **परिचय-** उत्तर-मध्य भारत में स्थित बुंदेलखंड ग्रैनाइटोइड कॉम्प्लेक्स (BGC), भारतीय कवच (shield) का एक प्रमुख भाग है जो आर्कियन-पैलियोप्रोटेरोजोइक युग से संबंधित भारतीय उपमहाद्वीप के सबसे पुराने महाद्वीपीय नाभिकों में से एक का प्रतिनिधित्व करता है। यह भूभाग मध्य भारत में लगभग 26,000 वर्ग किमी क्षेत्र में फैला है और 24°11' उत्तर - 26°27' उत्तर और 78°10' पूर्व - 81°24' पूर्व के निर्देशांकों के बीच स्थित है। क्रेटन अपने पश्चिमी, पूर्वी और दक्षिणी किनारों को पैलियोप्रोटेरोजोइक (2.2 -1.8 Ga) युग, विंध्य तलछटी अनुक्रमों के साथ साझा करता है, जबकि इसका उत्तरी किनारा सिंधु-गंगा के मैदानों से घिरा है। क्रेटन पश्चिम में ग्रेट बाउंड्री फॉल्ट (GBF) द्वारा अरावली-राजस्थान बेल्ट से अलग होता है।<sup>1,3</sup> भौगोलिक दृष्टि से, बुंदेलखंड पर्वतमाला का अधिकांश क्षेत्र ग्रैनाइट की विभिन्न रूपों से आच्छादित है। यह अम्लीय मैग्माटिज्म ने पूर्ववर्ती भूवैज्ञानिक अभिलेखों को लगभग नष्ट कर दिया है। ये ग्रैनाइट पुरा-आर्कियन से लेकर मध्य-आर्कियन युग के, अत्यधिक विकृत TTG नीस और सुपराक्रस्टल इकाइयों में भी परिलक्षित हैं। इन सुपराक्रस्टल चट्टानों में मुख्यतः बैंडेड आयरन फॉर्मेशन (BIF), इंटर-बेडेड क्वार्ट्जाइट्स, कैल्क-सिलिकेट नीस, कोमाटाइटिक से मिलती-जुलती अल्ट्रामैफिक चट्टानें, एम्फीबोलाइट्स, पिलो बेसाल्ट और ज्वालामुखीय तलछटों का प्रभुत्व है।

भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण की मानचित्रण परियोजना द्वारा अध्ययन क्षेत्र ललितपुर जनपद, उत्तर प्रदेश तथा टीकमगढ़ जनपद, मध्य प्रदेश के कुछ स्थानों जैसे सोजना नचनवारा, समर्रा करमारई मडूमर तथा गुदनवारा के आसपास अनावृत ग्रैनाइट चट्टानों को अध्ययन किया गया (चित्र-1)। वर्तमान कार्य ग्रैनाइटों के IUGS वर्गीकरण के अध्ययन पर केंद्रित जो पूर्णतः एक मात्रात्मक खनिज वर्गीकरण है, जिन्हें पहले ग्रैनाइट के रंग और बनावट के आधार पर वर्गीकृत किया गया था। IUGS वर्गीकरण मुख्य रूप से आग्नेय चट्टानों के खनिज पर आधारित है, विशेष रूप से ग्रैनाइट चट्टानों में पाए जाने वाले K-फेल्डस्पार, प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार और क्वार्ट्ज खनिजों के बहुलिकी वितरण (modal distribution) से सम्बंधित है। आग्नेय चट्टानों को उनके वास्तविक खनिज अंशों (आयतन प्रतिशत में मापी गई) के आधार पर वर्गीकृत और नामित किया जाता है।



चित्र-1: बुंदेलखंड ग्रेनाइटॉइड कॉम्प्लेक्स का मानचित्र, कई स्रोतों से संकलित एवं संशोधित, अध्ययन क्षेत्र को काले बॉक्स से दर्शाया हुआ है।<sup>1-6</sup>

2. अध्ययन क्षेत्र का भूविज्ञान— अध्ययन क्षेत्र उत्तर प्रदेश के झांसी एवं ललितपुर जनपदों के पूर्वी भाग और टीकमगढ़ जिले के दक्षिणी-पश्चिमी भाग में स्थित है। बुंदेलखंड ग्रेनाइटॉइड कॉम्प्लेक्स में नीस, शिस्ट, क्वार्टजाइट, ग्रेनोडायोराइट, ग्रेनाइट, क्वार्ट्ज रीफ और मैफिक डाइक का एक समूह है। अध्ययन क्षेत्र का अधिकांश भाग ग्रेनाइट की विभिन्न प्रकारों से आच्छादित है।<sup>1,3,4,8,9</sup> अध्ययन क्षेत्र में, तीन प्रकार के ग्रेनाइटॉइड, छोटे-छोटे पृथक टीलों और चादरनुमा चट्टानों के रूप में मौजूद है— 1. गुलाबी, पोर्फिरीटिक ग्रेनाइट, जो सोजना क्षेत्र के पास विस्तारित है एवं असमान कणिकामय, >50 mm आकार वाले K-फेल्डस्पार के फिनोक्रिस्ट से सम्बद्ध हैं। 2. गुलाबी, मध्यम दाने वाला ग्रेनाइट, जिसके दानों का आकार 1-5 mm के बीच है और 3. धूसर-सफेद, मध्यम से मोटे दाने वाला ग्रेनाइट है (चित्र-2 से 4)। सभी प्रकार के ग्रेनाइट, में K-फेल्डस्पार, प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार और क्वार्ट्ज मुख्य: खनिजों के अतिरिक्त क्लोराइट, एपिडोट, तथा सल्फाइड के रूप में पाइराइट खनिज भी पाए जाते हैं। अध्ययन क्षेत्र की सामान्यीकृत स्तरिकी तालिका-1 में प्रस्तुत है।



चित्र-2: सोजना गाँव के निकट K-फेल्डस्पार का फिनोक्रिस्ट दर्शाता गुलाबी, पोर्फिरीटिक ग्रेनाइट।



चित्र-3: मडूमर गाँव के निकट पर गुलाबी, मध्यम दाने वाला ग्रेनाइट का दृश्यांश।



चित्र-4: करमारई गाँव के निकट धूसर-सफेद, मध्यम से मोटे दाने वाले ग्रेनाइट का दृश्यांश

तालिका-1: अध्ययन क्षेत्र के बुंदेलखंड ग्रेनाइटॉइड कॉम्प्लेक्स की सामान्यीकृत स्तरिकी		
पैलियोप्रोटरोजोइक- आर्कियन	बुंदेलखंड ग्रेनाइटॉइड कॉम्प्लेक्स	मैफिक डाइक
		क्वार्ट्ज रीफ
		ग्रेनाइट (गुलाबी, पोर्फिरीटिक ग्रेनाइट, गुलाबी, मध्यम दाने वाला ग्रेनाइट एवं धूसर-सफेद, मध्यम से मोटे दाने वाला ग्रेनाइट)
आर्कियन	सुप्राक्रस्टल्स	नीस, शिस्ट, क्वार्ट्जाइट, अन्य

3. **कार्य प्रणाली**— अध्ययन क्षेत्र के ग्रेनाइट की स्पष्ट सतह पर प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार और K-फेल्डस्पार के विभेदन के लिए रासायनिक अभिरंजन विधि का उपयोग किया गया। अभिरंजन के लिए आवश्यक अभिकर्मकों में 52% HF, संतृप्त कोबाल्टनाईट्रेट विलयन, 5% W/V बेरियम क्लोराइड और ऐमरैथ डाई का उपयोग किया गया है। इस विधि में ग्रेनाइट की साफ उजागर सतह पर सर्वप्रथम 52% HF से सतह में उपस्थित खनिजों को खरोच देते हैं, फिर जल से धोते हैं, तत्पश्चात् इस सतह पर संतृप्त कोबाल्टनाईट्रेट विलयन का उपयोग करते हैं, जो K-फेल्डस्पार को पीला रंग प्रदान करता है, कुछ क्षणों बाद इस सतह को पुनः जल से साफ करते हैं। अब इस सतह पर 5% W/V बेरियम क्लोराइड का उपयोग करते हैं ताकि अतिरिक्त कोबाल्टनाईट्रेट को सतह से हटाया जाये तथा सतह को पुनः जल से साफ करके ऐमरैथ डाई डालते हैं ताकि सतह पर विद्यमान प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार, लाल से गुलाबी रंग प्राप्त कर ले एवं सतह को फिर जल से साफ करके सूखने हेतु छोड़ देते हैं। ग्रेनाइट सतह पर रासायनिक अभिरंजन के उपयोग के बाद, K-फेल्डस्पार पर पीले धब्बे दिखाई देते हैं, प्लेजियोक्लेज पर गुलाबी से लाल धब्बे दिखाई देते हैं, जबकि क्वार्ट्ज पर कोई धब्बे नहीं पड़ते। सतह की प्रत्येक पीले, गुलाबी से लाल और बिना धब्बे वाले कण को क्रमशः K-फेल्डस्पार, प्लेजियोक्लेज और क्वार्ट्ज के कणों को 10 cm X 10 cm ट्रेसिंग शीट की सहायता आरेखित करके गिना जाता है (चित्र-5)।

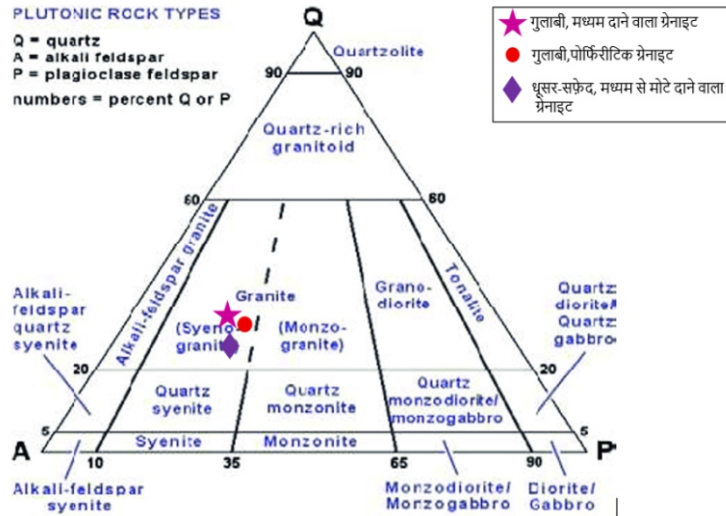


## शोध पत्र



चित्र-5: अध्ययन क्षेत्र में ग्रेनाइट का बहुलिकी विश्लेषण सायनिक अभिरंजन विधि द्वारा

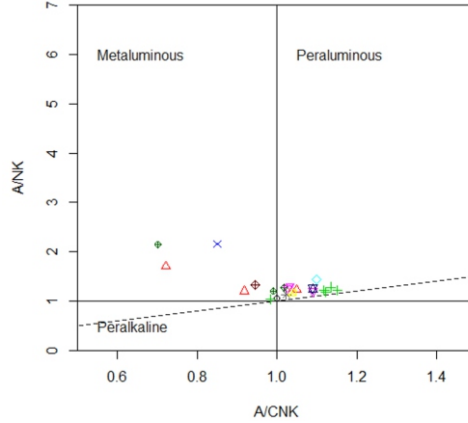
4. **विचार और निष्कर्ष**—अध्ययन क्षेत्र में गुलाबी, मध्यम दाने वाला ग्रेनाइट में कुल 401 कणों में से, K-फेल्डस्पार के 218 कण (52%), प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार के 78 कण (19%) और क्वार्ट्ज के 105 कण (29%) गिने गए। इसी प्रकार से धूसर-सफेद, मध्यम से मोटे दाने वाला ग्रेनाइट में कुल 524 कणों में से K-फेल्डस्पार के 310 कण (59%), प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार के 88 कण (16%) और क्वार्ट्ज के 126 कण (25%) एवं गुलाबी, पोर्फिरीटिक ग्रेनाइट के 59 कणों में से K-फेल्डस्पार के 31 कण (52%), प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार के 11 कण (18%) और क्वार्ट्ज के 17 कण (27%) गिने गए। IUGS वर्गीकरण में क्वार्ट्ज % को Q, K-फेल्डस्पार % को A तथा प्लेजियोक्लेज फेल्डस्पार % को P से दर्शाया जाता है तथा अभिरंजन द्वारा प्राप्त A, P तथा Q, कणों के प्रतिशतों को IUGS वर्गीकरण आरेख में दर्शाते हैं।



चित्र-6: अध्ययन क्षेत्र के ग्रेनाइटों का IUGS वर्गीकरण<sup>10</sup>

इन ग्रेनाइट की चट्टानों में IUGS वर्गीकरण के अनुसार K-फेल्डस्पार (A) प्लेजियोक्लेज (P), तथा सिलिका (Q) कणों का प्रतिशत अंकित किया गया है, जिससे पता चलता है कि अध्ययन क्षेत्र में उपस्थित तीनों प्रकार के अनावृत ग्रेनाइट साइनोग्रेनाइट्स के अंतर्गत आते हैं। इसी प्रकार से अध्ययन क्षेत्र की चट्टानों के व्यवहार को समझने के लिए विभिन्न भू-रासायनिक आरेखों का उपयोग करके फेल्सिक प्रकृति की सभी मैग्मैटिक चट्टानों का अध्ययन किया गया एवं इनके भू-रासायनिक परिणामों को आलेखित किया गया। द्विचर आरेख, फेल्सिक चट्टानों का स्थान और समय में आनुवंशिक मैग्मा संबंध दर्शाते हैं।  $SiO_2$  में वृद्धि के साथ MgO और FeO में कमी, शीतलन द्रव से प्रारंभिक रूप से बनने वाले मैफिक खनिजों और प्लेजियोक्लेज के निष्कासन के अनुरूप है। A/CNK & A/NK आरेख (चित्र-7) दर्शाता है कि क्षेत्र की चट्टानें धात्विक से पराल्युमिनस में परिवर्तित हो रही हैं। नमूनों के रासायनिक विश्लेषण से Na, Sr, Nd के प्रतिशत में वृद्धि

और Cr व Ni के निम्न मानों से संकेत मिलता है कि वे I-प्रकार के ग्रेनाइट हैं। इसी प्रकार, दुर्बल पराल्युमिनस में परिवर्तन के कारण चट्टानों के कुछ नमूनों में SiO<sub>2</sub>, K, Ga, Y और Ce की मात्रा सामान्यतः अधिक है, जो उन्हें A-प्रकार के ग्रेनाइटॉइड होने का संकेत देता है, जो गैर-ओरोजेनिक स्थितियों intrusion का संकेत देता है।



चित्र-7: फेल्सिक चट्टानों के A/CNK बनाम A/NK का भू-रासायनिक आरेख<sup>7</sup>

इस प्रकार ग्रेनाइट में, कणों के आकार, आकृति, वितरण और रासायनिक संरचना के अतिरिक्त अन्य मापदंडों जैसे दुर्लभ पृथ्वी तत्वों की उपस्थिति के आधार पर ग्रेनाइट के वर्गीकरण से संबंधित रासायनिक परिणामों के आधार पर मुख्य रूप से दुर्लभ मृदा खनिजों (REE) लैंथेनम, सेरियम और लैंथेनाइड श्रृंखला के नियोजिनियम की उच्च सांद्रता की उपस्थिति को दर्शाता है। इसी प्रकार, बेरियम, रुबिडियम, स्ट्रोंटियम और जिर्कोनियम जैसे तत्वों की उपस्थिति, महाद्वीपीय क्रस्ट क्षेत्र के भीतर होने वाली मैग्मैटिक उत्पत्ति का प्रतिनिधित्व करती है। K-फेल्डस्पार समृद्ध ग्रेनाइट तथा साइनोग्रेनाइट्स द्वारा बनी हुई मृदा में दुर्लभ मृदा तत्वों का संकेन्द्रण पाया जाता है जो की आर्थिक एवं तकनीकी द्रष्टिकोण से अत्यंत महत्त्व रखते हैं।

## References

1. Basu, A.K. (1986) Geology of parts of Bundelkhand Granite Massif, Central India, Rec. Geol. Surv. Ind, Vol. 117, Pt-2, pp 86-124.
2. Kumar, G., Kumar, S and Keewook, Yi (2020): Three distinct Archean crustal growth events as recorded from 3.48 Ga migmatite, 2.70 Ga leucogranite, and 2.54 Ga alkali granite in the Bundelkhand Craton, Central India. Journal of Asian Earth Sciences. Volume 219
4. Mondal, M.E.A., Goswami, J.N., Deomurari, M.P. and Sharma, K.K. (2002) Ion microprobe 207Pb/206Pb ages of zircons from the Bundelkhand massif, northern India: implications for crustal evolution of the Bundelkhand-Aravalli Protocontinent. Precambrian Res., v.117, pp.85-100.
5. Pati, et al., 2007, Geology and geochemistry of giant quartz veins from the Bundelkhand Craton, central India and their implications. Journal of Earth System Sciences, v. 116, pp. 497-510.
6. Pati, J.K. and Singh, A.K. 2020. Bundelkhand Craton. Proc. Indian Natl. Sci. Acad., 86 (2020), pp. 55-65
7. Sarkar A, Trivedi J R, Gopalan K, Singh P N, Das A K and Paul D K 1984 Rb-Sr geochronology of Bundelkhand granitic complex in the Jhansi-Babina-Talbehat sector, UP, India; Indian J. Earth Sci., CEISM Seminar Volume, 64-72.
8. Shand, S.J. (1943) Eruptive Rocks, Wiley, New York, 488p.
9. Sharma, K.K. (1998) Geological evolution and crustal growth of the Bundelkhand craton and its relicts in the surrounding regions, western Indian Shield. In: B.S. Paliwal (Ed.), Indian Precambrian. Scientific Publishers, Jodhpur, pp.33-43.
10. Singh, S.P., Singh, M.M., Srivastava, G.S. and Basu, A.K., 2007, Crustal evolution in Bundelkhand area, Central India. Journal of Himalayan Geology, v. 28, pp. 79-101.
11. Streckeisen A (1976) To each plutonic rock its proper name. Earth Sci Rev 12: 1-33.