सत्यमेव जयते

मैग्नेसाइट

एक भूवैज्ञानिक अध्ययन

लेखक:
मुकुंद नीलकंठ जोशी

भारतीय भाषाओं में ज्ञान-विज्ञान
वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
मानव संसाधन विकास मंत्रालय (माध्यमिक और उच्चतर शिक्षा विभाग)
भारत सरकार

मैग्नेसाइट

एक भूवैज्ञानिक अध्ययन

लेखक
मुकुंद नीलकंठ जोशी

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
मानव संसाधन विकास मंत्रालय,
(माध्यमिक और उच्चतर शिक्षा विभाग)
भारत सरकार

© भारत सरकार, 2006
© Government of India, 2006

प्रकाशक :

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
(माध्यमिक और उच्चतर शिक्षा विभाग)
पश्चिमी खंड 7, रामकृष्णपुरम्,
नई दिल्ली-110 066

प्रथम संस्करण : 2006

मूल्य :

देश में	:	रु	214.00		
विदेश में	:	पौंड	7.64	डॉलर	11.14

बिक्री का पता :

1. **वैज्ञानिक अधिकारी (बिक्री)**
   वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग,
   पश्चिमी खंड 7, रामकृष्णपुरम्,
   नई दिल्ली-110 066

2. **प्रकाशन नियंत्रक**
   प्रकाशन विभाग, भारत सरकार,
   सिविल लाइन्स,
   नई दिल्ली-110 054

आयोग के पूर्व अध्यक्ष

1. डॉ. दौलत सिंह कोठारी, (1961-1965)
2. डॉ. निहालकरण सेठी, (1965-1966)
3. डॉ. विश्वनाथ प्रसाद, (1966-1967)
4. डॉ. एस. बालसुब्रह्मण्यम्, (1967-1968)
5. डॉ. बाबूराम सक्सेना, (1968-1970)
6. श्री कृष्ण दयाल भार्गव, (1970)
7. श्री गंटि जोगि सोमयाजी, (1970-1971)
8. डॉ. पी. गोपाल शर्मा, (1971-1975)
9. प्रो. हरबंशलाल शर्मा, (1975-1980)
10. प्रो. मलिक मोहम्मद, (1983-1987)
11. प्रो. सूरजभान सिंह, (1988-1994)
12. प्रो. प्रेम स्वरूप सकलानी, (1994-1998)
13. डॉ. हरीश कुमार, (1998)
14. डॉ. राय अवधेश कुमार श्रीवास्तव, (1998-2001)
15. डॉ. हरीश कुमार, (2001-2003)

वर्तमान अध्यक्ष

प्रो0 के0 बिजय कुमार , (2005 -)

समन्वय तथा संपादन

प्रमुख संपादक
प्रो0 के0 बिजय कुमार
अध्यक्ष

संपादक
श्रीमती शशि गुप्ता
सहायक निदेशक

भाषा संपादक
देवेंद्र दत्त नौटियाल
पूर्व सचिव

पुनरीक्षक
डॉ. विनय झिंगरन

प्रकाशन
श्री रामबहादुर
उपनिदेशक

डा. पी. एन. शुक्ल
वैज्ञानिक अधिकारी

श्री आलोक वाही
कलाकार

प्रस्तावना

भारत सरकार ने विश्वविद्यालय स्तर पर शिक्षा माध्यम के रूप में हिंदी तथा अन्य भारतीय भाषाओं के विकास के लिए तत्कालीन शिक्षा मंत्रालय (अब मानव संसाधन विकास मंत्रालय) के अधीन सन् 1961 में वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की स्थापना की। इस लक्ष्य की प्राप्ति के लिए आयोग ने अनेक परिभाषा-कोशों, चयनिकाओं, पाठमालाओं तथा विश्वविद्यालयस्तरीय हिंदी-पुस्तकों का निर्माण किया है। अनेक पाठ्य-पुस्तकें, शब्द-संग्रह, परिभाषा-कोश, चयनिकाएं, पत्रिकाएं, पाठमालाएं आदि प्रकाशित हो चुकी हैं।

पाठमालाओं के निर्माण में इस बात का पूरा ध्यान रखा गया है कि उनकी विषय-सामग्री उपयोगी तथा अद्यतन हो और भाषा सरल, बोधगम्य एवं आकर्षक हो ताकि अध्यापक भी हिंदी माध्यम से अपने-अपने विषय को पढ़ाने में सक्षम हो सकें।

भूविज्ञान पाठमाला की प्रस्तुत पुस्तक 'मैग्नेसाइट : एक भूवैज्ञानिक अध्ययन' का लेखन डॉ. मुकुंद नीलकंठ जोशी, उपाचार्य, भूविज्ञान विभाग, डी.बी.एस. (स्नातकोत्तर) महाविद्यालय, देहरादून ने किया है। विद्वान लेखक ने बड़े ही परिश्रम से मैग्नेसाइट से संबंधित समस्त विश्वकोशीय जानकारी इस पुस्तक में संजो दी है जिसके लिए वे बधाई के पात्र हैं। इसका पुनरीक्षण दिल्ली विश्वविद्यालय के भूविज्ञान विभाग के प्रोफेसर डॉ. विनय झिंगरन ने तथा भाषा-संपादन आयोग के पूर्व सचिव श्री देवेंद्र दत्त नौटियाल ने किया है। पाठमाला की भाषा सरल, सुबोध तथा प्रवाहपूर्ण है। इसमें वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा निर्मित हिंदी की मानक शब्दावली का प्रयोग करने का प्रयास किया गया है और पुस्तक के अंत में तकनीकी शब्दों की सूचियां भी दी गई हैं। पाठमाला की उपयोगिता में वृद्धि हो, इसके लिए

पाठमाला के परिशिष्ट में आयोग द्वारा स्वीकृत शब्दावली निर्माण के सिद्धांतों और उसके प्रकाशनों की सूचियां भी दी गई हैं।

मुझे विश्वास है कि यह पाठमाला स्नातक और स्नातकोत्तर स्तर के विद्यार्थियों के लिए बहुत उपयोगी सिद्ध होगी।

के बि कुमार

(प्रो0 के0 बिजय कुमार)
अध्यक्ष

वर्ष **2006**
नई दिल्ली

भूमिका

हिंदी या अन्य भारतीय भाषाओं में विज्ञान के अध्ययन-अध्यापन को प्रोत्साहन देने का जब जब प्रश्न आता है तब तब इन भाषाओं में विविध विषयों की उपयुक्त पुस्तकों की अनुपलब्धता की ओर ध्यान आकृष्ट किया जाता है। ऐसे पुस्तकों के लेखन के लिए सबसे प्रमुख बाधा मानक तकनीकी शब्दीवली का अभाव होता है। वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग के अनथक प्रयासों से गत अनेक वर्षों में विविध वैज्ञानिक विषयों के हजारों-लाखों मानक तकनीकी शब्दों का निर्माण किया जा चुका है। अनेक शब्दकोश तथा परिभाषा कोश प्रकाशित हो चुके हैं तथा यह कार्य आज भी जारी है। इसी क्रम में स्नातक स्तर तक के विद्यार्थियों के लिए अनेकानेक पाठ्य-पुस्तकें भी लिखी जा रही हैं यद्यपि इस क्षेत्र में अभी सतत प्रयास की आवश्यकता है।

किंतु पाठ्य-पुस्तकों के साथ-साथ उच्च शिक्षा तथा अनुसंधान स्तर पर हिंदी में संदर्भ ग्रंथों का भी प्रणयन इसी क्रम का अलग चरण होना चाहिए। इसी दृष्टिकोण से प्रस्तुत पुस्तक लिखने का प्रस्ताव मैंने आयोग के सम्मुख रखा। गत अठाईस वर्षों से मैग्नेसाइट तथा कार्बोनेट खनिजों के अध्ययन में संलग्न रहने के कारण उनसे एक सहज स्वाभाविक रागात्मक संबंध स्थापित हो गया है। मैग्नेसाइट के विविध भूवैज्ञानिक आयामों का सांगोपांग विवरण प्रस्तुत करने वाला कोई ग्रंथ अंग्रेजी भाषा में भी उपलब्ध नहीं है इसलिए इस विषय पर अब तक प्राप्त सूचनाओं का एक संकलन भी हो जाए यह इच्छा भी इस पुस्तक लेखन का एक कारण रही। यह स्वीकार करने में मुझे कोई आपत्ति नहीं है कि इसमें मेरा मौलिक कुछ भी नहीं है, सब कुछ इस विषय के मनीषी अध्येताओं के

द्वारा प्रतिपाद्य ही है। अतः यदि सुधी पाठकों को इसमें कुछ भी श्लाध्य प्रतीत हुआ तो उसका श्रेय उन सभी पूर्ववर्ती विद्वान लेखकों तथा अनुसंधानकर्ताओं का है। हां, जो त्रुटियां, या अशुद्धियां होंगी वे लेखक की अल्पज्ञता की परिचायक हैं और विद्वान पाठकगण यदि उनकी ओर इंगित करेंगे तो लेखक उनका कृतज्ञ होगा।

काशी हिंदू विश्वविद्यालय के सेवानिवृत्त प्राध्यापक तथा भूविज्ञान विभागाध्यक्ष डॉ. अनिल कुमार भट्टाचार्य के निर्देशन में मैंने मैग्नेसाइट का अध्ययन प्रारंभ किया। उन्हीं का आशीर्वाद ही आज इस पुस्तक के रूप में फलीभूत हुआ है।

पुस्तक के हिंदी में लेखन में एक महत्वपूर्ण बाधा प्रतीत हुई अन्यान्य भाषाओं के शब्दों विशेषकर स्थानों तथा व्यक्तियों के नामों के ठीक-ठीक उच्चारण को देवनागरी लिपि में लिखने की। मैग्नेसाइट के निक्षेप उन देशों में अधिक पाए जाते हैं जहां अंग्रेजी नहीं बोली जाती। वहां के स्थानों के तथा उन निक्षेपों का अध्ययन करने वाले वैज्ञानिकों के नामों की अंग्रेजी 'स्पेलिंग' से उनका सही उच्चारण नहीं होता। उदाहरणार्थ आस्ट्रिया के एक महत्वपूर्ण निक्षेप Veitsch का उच्चारण फाइश है। यह बाधा केवल विदेशी ही नहीं भारत के भी कुमाऊँ, तमिलनाडु या कर्नाटक-जैसे भागों के स्थानों के नामों के लिए भी सामने आई। इस बाधा को दूर करने के लिए तद् तद् भाषाओं के विद्वानों का सहकार्य प्राप्त हुआ जिसके लिए लेखक उनका कृतज्ञ है। विशेषतः हिमालय भूविज्ञान वाडिया संस्थान, देहरादून के डॉ. रफअत जमाल आज़मी (जर्मन), डॉ. पंत (फ्रेंच), डॉ. हिमांशु कुमार सचान (चेक), तेल तथा प्राकृतिक गैस कारपोरेशन, देहरादून के श्री दत्तात्रय पराडकर (रूसी), डी.बी.एस. महाविद्यालय के भूतपूर्व भूविज्ञान विभागाध्यक्ष डॉ. मीनाक्षी सुंदरम् अनंतरामन् (तमिल), उसी विभाग के डॉ. प्रकाश चंद्र बहुखंडी (गढ़वाली) तथा कुमाऊं विश्वविद्यालय के भूविज्ञान विभागाध्यक्ष डॉ. चारुचंद्र पंत (कुमाऊंनी) का सहयोग उल्लेखनीय है।

इस पुस्तक के लेखन के मूल प्रस्ताव पर अपनी सहमति देने तथा प्रोत्साहन के लिए मैं पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर के भूविज्ञान प्राध्यापक डॉ. दुर्गापद कुइति तथा काशी हिंदू विश्वविद्यालय के भूविज्ञान प्राध्यापक डॉ. हरिपद सेनगुप्ता का आभारी हूं। पुस्तक के लिए तरल अंतर्वेश के छायाचित्र हिमालय भूविज्ञान वाडिया संस्थान के वैज्ञानिक डॉ. राजेश शर्मा से तथा झिरोली मैग्नेसाइट के प्रतिदर्श काशी हिंदू विश्वविद्यालय में शोध छात्र श्री आर.एन. यादव से प्राप्त हुए। मेरे सहयोगी डॉ. अजय कुमार बियानी ने पुस्तक की पांडुलिपि पढ़ कर उसमें सुधार के लिए अनेक महत्वपूर्ण सम्मतियां दीं। अल्मोड़ा मैग्नेसाइट लि. के भूवैज्ञानिक डॉ. आर.सी. उपाध्याय से भी चर्चा उपादेय रही। माइनिंग इंजीनियर्स एसोसिएशन ऑफ इंडिया ने उनकी पत्रिका में प्रकाशित श्री मोहन के लेख से मैग्नेसाइट के शुद्धीकरण का 'फ्लो चार्ट' उपयोग में लाने की अनुमति प्रदान की। भारतीय खान ब्यूरो, उत्तरी क्षेत्र के श्री एस. सकलानी तथा श्री अशोक विज का आंकड़े एकत्रित करने में सहयोग प्राप्त हुआ। आयोग ने पुस्तक की पांडुलिपि का मूल्यांकन दिल्ली विश्वविद्यालय के प्रो. विनय झिंगरन से कराया। उन्होंने अत्यंत बारीकी से उसे पूर्णरूपेण पढ़ कर जो अनेक बहुमूल्य सूचनाएं तथा सम्मतियां दीं उनसे पुस्तक के अनेक भाषागत तथा विषयगत दोषों तथा प्रमादों का निराकरण होने में सहायता मिली है। लेखक उपर्युक्त सभी का मनःपूर्वक आभारी है।

एक महत्वपूर्ण तथ्य की ओर विद्वानों ने ध्यान आकर्षित किया कि पुस्तक की भाषा कहीं-कहीं कठिन हो गई है। विशेषकर अंग्रेजी तकनीकी शब्दों के अनुवादों का प्रयोग करने के कारण ऐसा हुआ है। उनके अनुसार शब्दानुसार के स्थान पर छायानुवाद या भावानुवाद से लेखन होना चाहिए था। उनकी सम्मति अत्यंत बहुमूल्य होते हुए भी लेखक अपनी अल्पज्ञता के कारण इस दृष्टि से विशेष कुछ न कर सका। दूसरे, आयोग का पुस्तक प्रकाशन का लक्ष्य भी हिंदी की मानक तकनीकी शब्दावली को ही प्रयोग में लाना है। पुस्तक के अंत में पाठक की सुविधा के लिए पुस्तक में प्रयुक्त तकनीकी हिंदी शब्दों के अंग्रेजी प्रतिशब्द दिए गए हैं।

'आपरितोषात् विदुषां न साधु मन्ये प्रयोगविज्ञानम्' कालिदास की इस उक्ति के अनुसार मैं आशा करता हूं कि भूविज्ञान के सुधी विद्वान इस प्रयास से संतुष्ट होंगे।

मुकुंद नीलकंठ जोशी

देहरादून
वर्ष 2005

अनुक्रम

प्रस्तावना

भूमिका

1. विषय प्रवेश 1-22

1.1 मैग्नीशियम

1.2 मैग्नीशियम के खनिज

1.3 कार्बोनेट परिवार

1.4 मैग्नेसाइट

1.4.1 प्रमुख खनिजीय गुण

1.4.2 उपस्थिति प्रकार

1.5 खनिज निक्षेप

1.5.1 फाइश प्रकार

1.5.2 क्राउबाथ प्रकार

1.5.3 बेलास्टेना प्रकार

2. वैश्विक वितरण 23-36

2.1 एशिया

2.1.1 चीन

2.1.2 म्यांमार

2.1.3 पाकिस्तान

2.1.4 उत्तरी कोरिया

2.1.5 नेपाल

2.1.6 कज़ाकिस्तान

2.1.7 भारत

2.2 यूरोप

2.2.1 रूस (एवं सोवियत संघ)

2.2.2 ऑस्ट्रिया

2.2.3 चेकोस्लोवाकिया

2.2.4 यूनान

2.2.5 यूगोस्लाविया

2.2.6 टर्की

2.2.7 नार्वे

2.2.8 स्पेन

2.2.9 इटली

2.3 अफ्रीका

2.3.1 दक्षिण अफ्रीका

2.3.2 ज़ेरे

2.3.3 ट्यूनीशिया

2.4 आस्ट्रेलिया

2.5 उत्तरी अमेरिका

2.5.1 संयुक्त राज्य अमेरिका

2.5.2 कनाडा

2.6 दक्षिणी अमेरिका

2.6.1 ब्राज़ील

3. भारतीय निक्षेप 37-90

3.1 उत्तरांचल

3.1.1 कुमाऊँ क्षेत्र (अल्मोड़ा-बागेश्वर-पिथौरागढ़)

3.1.2 गढ़वाल क्षेत्र (चमोली)

3.2 हिमाचल प्रदेश

3.2.1 शिमला

3.2.2 चंबा

3.3 जम्मू-कश्मीर

3.3.1 लद्दाख

3.3.2 कारगिल

3.3.3 उधमपुर

3.4 तमिलनाडु

3.4.1 सेलम
3.4.2 कोयंबटूर
3.4.3 धर्मपुरी
3.4.4 नीलगिरि
3.4.5 तिरुवन्नमलै
3.4.6 पेरियार
3.4.7 तिरुचिरापल्ली
3.5 कर्नाटक
3.5.1 मैसूर
3.5.2 कोडागु
3.5.3 बेल्लारि
3.5.4 हासन
3.6 केरल
3.7 राजस्थान
3.7.1 अजमेर
3.7.2 उदयपुर
3.7.3 पाली
3.7.4 राजसमुंद
3.8 आंध्र प्रदेश
3.9 झारखंड
3.10 अन्य

4. उत्पत्ति के सिद्धांत 91-124

4.1 फाइश प्रकार
4.1.1 सहजनित अवसादन
4.1.2 प्रसंघनित प्रतिस्थापन
4.1.3 पश्चजनित प्रतिस्थापन
4.2 क्राउबाथ प्रकार
4.2.1 उपरिवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण
4.2.2 अधोवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण

4.3 बेला स्टेना प्रकार
4.4 विवेचना

5. आर्थिक दृष्टिकोण 125-151

5.1 विविध उपयोग
5.1.1 धातु निष्कर्षण में
5.1.2 उच्च ताप सह उपयोग में
5.1.3 मृत्तिकाशिल्प उद्योग में
5.1.4 कांच उद्योग में
5.1.5 निर्माण उद्योग में
5.1.6 रसायन उद्योग में
5.1.7 लुगदी तथा कागज उद्योग में
5.1.8 अपघर्षी खनिज के रूप में
5.1.9 कृषि तथा पशुपालन उद्योग में
5.1.10 रबर उद्योग में
5.1.11 जल शुद्धीकरण में
5.2 भारतीय मैग्नेसाइट की उपयुक्तता
5.3 स्थानापन्न संसाधन
5.4 सज्जीकरण
5.4.1 विधियां
5.4.1.1 दृश्य चयन
5.4.1.2 धावन तथा छानन
5.4.1.3 घन माध्यम पृथक्करण
5.4.1.4 प्लवन
5.4.1.5 विद्युत् चुंबकीय पृथक्करण
5.4.1.6 जैवीय पृथक्करण
5.4.2 भारतीय परिदृश्य
5.5 निचय
5.5.1 वैश्विक
5.5.2 भारतीय

5.6 उत्पादन
5.6.1 वैश्विक
5.6.2 भारतीय
5.7 खपत
5.8 आयात-निर्यात

6. पूर्वेक्षण तथा अन्वेषण 152-162

6.1 सैद्धांतिक अवधारणा
6.2 भूवैज्ञानिक अध्ययन
6.2.1 प्राथमिक सर्वेक्षण
6.2.2 प्रारंभिक पूर्वेक्षण
6.2.3 विस्तृत अन्वेषण
6.3 गुणवत्ता तथा मात्रा मापन
6.4 आर्थिक तथा सामाजिक पहलू

7. खनन तथा पर्यावरण प्रबंधन 163-176

7.1 खनन स्वरूप
7.2 पर्यावरण प्रबंधन योजना
7.3.1 खननपूर्व योजना
7.3.2 सह-खनन कार्य
7.3.3 खननोपरांत कार्यक्रम

परिशिष्ट

I. संदर्भ-सूची 177-216
II. हिंदी-अंग्रेजी शब्द-सूची 217-242
III. वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा स्वीकृत शब्दावली निर्माण के सिद्धांत 243-246
IV. आयोग द्वारा प्रकाशित परिभाषा कोशों की सूची 247-249
V. आयोग द्वारा प्रकाशित शब्द-संग्रहों की सूची 250-253

अध्याय - 1

विषय प्रवेश

सूर्य की ऊर्जा, जल, जीव-जगत् एवं खनिज मानव को प्रकृति द्वारा प्रदत्त ऐसे उपहार हैं जिनके आधार पर ही आज सृष्टि में मानव का अस्तित्व और वर्चस्व बना हुआ है। इनमें से भी खनिज जगत् अपनी अद्भुतता, सुंदरता, आकर्षकता, दुर्लभता, रहस्यमयता तथा उपयोगिता के कारण प्रारंभ से ही मानव के लिए जिज्ञासा, कौतूहल और परिणामस्वरूप अध्ययन का केंद्र रहा है। रत्नों के विशाल संसार विभिन्न धातुओं के स्रोत हैं तथा औद्योगिक क्रिया-कलापों के आधार हैं। आज हमारी सभ्यता पूर्णतया खनिज आश्रित है। खनिज जगत् में एक ओर जहाँ क्वार्ट्ज, फेल्स्पार तथा अन्यान्य सिलिकेट या कैल्साइट, डोलोमाइट जैसे कार्बोनेट आदि साधारणतया पाए जाने वाले शैलकर खनिज हैं, वहीं दूसरी ओर आर्थिक दृष्टि से अत्यंत उपयोगी तथा बहुमूल्य अयस्क एवं औद्योगिक खनिज भी हैं। खनिज जगत् का ऐसा ही एक अनोखा सदस्य है मैग्नेसाइट नामक खनिज, जो है तो एक अदना-सा पात्र, परंतु मैग्नीशियम नामक धातु के अयस्क खनिज होने और अनेक उद्योगों के लिए भी आवश्यक होने के कारण अत्यंत महत्वपूर्ण माना जाता है। साथ ही साथ अनेकविध तथा

2—41 Min. of HRD/ND/2005

नितांत असंबद्ध भूवैज्ञानिक परिस्थितियों में अपनी प्राकृतिक उपस्थिति के कारण भी यह खनिज वैज्ञानिक अनुसंधान के लिए चुनौतीपूर्ण बन गया है। इस प्रकार आर्थिक और सैद्धांतिक दोनों ही दृष्टिकोणों से मैग्नेसाइट का भूवैज्ञानिक अध्ययन अत्यंत रोचक तथा विचारणीय है। प्रस्तुत पंक्तियों में मैग्नेसाइट के भूविज्ञान के इन विविध आयामों तथा इनके संबंध में अब तक उपलब्ध जानकारियों पर एक विहंगमावलोकन प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है।

1.1 मैग्नीशियम

मैग्नीशियम (रासायनिक संकेत Mg) का पृथ्वी की पर्पटी में उपस्थित तत्वों में (2.08 क्लार्क) आठवां स्थान है। यद्यपि इसके तीन समस्थानिक Mg^{24}, Mg^{25} तथा Mg^{26} ज्ञात हैं, परंतु प्रकृति में साधारणतया Mg^{24} ही मिलता है। मैग्नीशियम एक तत्व के रूप में प्राकृतिक अवस्था में उपलब्ध नहीं होता परंतु यौगिकों के रूप में अनेक खनिजों में या समुद्री जल में विलयन के रूप में पाया जाता है।

रासायनिक क्रियाओं द्वारा मैग्नीशियम धातु को सर्वप्रथम एक फ्रांसीसी रसायन वैज्ञानिक ए. बुस्सी ने सन् 1829 में प्राप्त किया, परंतु इसका औद्योगिक उपयोग उन्नीसवीं शताब्दी के अंतिम चरण में ही हो सका। मैग्नीशियम धातु प्रमुख रूप से डोलोमाइट, मैग्नेसाइट, ब्रूसाइट, कार्नेलाइट आदि खनिजों या समुद्री तथा अन्य लवण जलों से प्राप्त की जाती है। डोलोमाइट से इसे निकालने की विधियां फ्रांस तथा इग्लैंड में, मैग्नेसाइट से संयुक्त राज्य अमेरिका, फ्रांस तथा जर्मनी में एवं लवण जल से रूस तथा अमेरिका में विकसित की गई (स्मिर्नाव तथा अन्य, 1993, पृ. 74)।

मैग्नीशियम सबसे हल्की ज्ञात धातु है, परंतु यह धातु पर्याप्त दृढ़ भी होती है। इसका आपेक्षिक घनत्व 1.74, परमाणु भार 24.312 तथा परमाणु संख्या 12 है। यह 651° से. पर पिघलती है। चांदी के समान सफेद रंग की यह धातु हवा में खुली रहने पर काली पड़ जाती है। यह गहरी सफेद लौ के साथ जलती है और मैग्नीशियम ऑक्साइड बनाती है। सामान्य ताप पर इसकी जल के साथ अभिक्रिया अत्यंत धीमी होती है परंतु भाप में गर्म करने पर यह जलने लगती है।

शुद्ध धातु के रूप में और मिश्रातुओं के रूप में इसकी काफी मांग रहती है। इसके अनेक मिश्रातु हल्के तथा हवा में संक्षारण प्रतिरोधी होने के कारण वायुयान तथा अन्य वाहनों के निर्माण में उपयोगी होते हैं। इनका उपयोग सूक्ष्मदर्शी, कैमरा, सर्वेक्षण यंत्र, अनेक वाद्य यंत्र, कृत्रिम अंग आदि के निर्माण में बहुतायत से होता है। इस दृष्टि से मैग्नीशियम के दो मिश्रातु बहुत महत्वपूर्ण हैं। वे हैं मैग्नेलियम (95 प्रतिशत अल्यूमीनियम, 1.75 प्रतिशत मैग्नीशियम तथा 0.8 प्रतिशत जस्ता) तथा ड्यूरालियम (94.4 प्रतिशत अल्यूमीनियम, 4 प्रतिशत तांबा, 0.6 प्रतिशत मैग्नीशियम, 0.6 प्रतिशत मैगनीज तथा 0.4 प्रतिशत सिलिका)।

मैग्नीशियम धातु टाइटेनियम, ज़िर्कोनियम तथा कुछ अन्य धातुओं के उनके अयस्कों से निष्कर्षण, ऑक्सीजन स्कैवेंजर के रूप में दाहक (इंसेंडियरी) बम बनाने, फोटोग्राफी, शुष्क बैटरी तथा अनेक औषधियों के निर्माण में प्रयुक्त होती है। वनस्पतियों में पाए जाने वाले हरे पदार्थ क्लोरोफिल का एक प्रमुख घटक होने के कारण जीवन के लिए भी मैग्नीशियम अत्यावश्यक है।

1.2 मैग्नीशियम के खनिज

मैग्नीशियम प्रकृति में खनिजों के रूप में ऑक्साइड, सल्फेट,

कार्बोनेट, सिलिकेट आदि अनेक प्रकार के यौगिक बनाता है। इसके मुख्य खनिज सारणी 1.1 में प्रदर्शित हैं।

सारणी 1.1 : कुछ प्रमुख मैग्नीशियम खनिज

ऑक्साइड	:	पेरीक्लेज (MgO)
		ब्रूसाइट ($Mg(OH)_2$)
कार्बोनेट	:	मैग्नेसाइट ($MgCO_3$)
		डोलोमाइट ($MgcO_3.CaCO_3$)
		ब्रूनेराइट ($MgCO_3.FeCO_3$)
		मेसिटाइट ($2MgCO_3.FeCO_3$)
		नेस्क्वेहोनाइट ($MgCO_3.3H_2O$)
		लास्फोर्डाइट ($MgCO_3.5H_2O$)
		हाइड्रोमैग्नेसाइट ($Mg_4(OH)_2(CO)_3)_3.3H_2O$)
		ह्यूंटाइट ($Mg_3Ca(CO_3)_4$)
		जियोबर्टाइट ($MgCO_3$)
सल्फेट	:	एप्सोमाइट ($MgSO_4.7H_2O$)
		कीसेराइट ($MgSO_4.H_2O$)
		पॉलीहेलाइट ($MgSO_4.K_2SO_4.2CaSO_4.2H_2O$)
		काइनाइट ($MgSO_4KCl.3H_2O$)
क्लोराइड	:	कार्नेलाइट ($MgCl_2.KCl.6H_2O$)
		बिशोफाइट ($MgCl_2.6H_2O$)
क्लोराइड तथा बोरेट	:	बोरेसाइट ($5MgO.MgCl_2.7B_2O_3$)
फ्लोराइड	:	सेलाइट (MgF_2)
एल्यूमिनेट	:	स्पिनेल ($MgAl_2O_4$)

सिलकेट	:	इस वर्ग में मैग्नीशियम के अनेक खनिज पाए जाते हैं विशेषकर फार्स्टेराइट (Mg_2SiO_4) तथा अन्य ओलिवीन, एंस्टेटाइट ($MgSiO_3$) डायोप्साइड ($CaMgSi_2O_6$), पीजियोनाइट ($(CaMg)MgFe)Si_2O_6$) एवं अन्य अनेक पाइरोक्सीन, एंथोफिलाइट ($Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$), ट्रिमोलाइट, ($Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH_2)_2$), कमिंग्टोनाइट ($(MgFe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$), ग्रूनेराइट ($FeMg_7Si_8O_{22}(OH)_2$), एक्टीनो-लाइट ($Ca_2(MgFe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$), हार्नब्लेंड ($(CaNa,Mg,Fe,Al)_{7-8}(Al,Si)_8O_{22}(OH)_2$) एवं अनेक एंफीबोल, बायोटाइट ($K(MgFe)_3(Al,Si)_8O_{22}(OH,F_2)$, फ्लोगोपाइट ($KMg_3(AlSi)_4O_{10}(OH,F)_2$) आदि माइका, क्लोराइट $(MgFe)_5Al(AlSi)_4O_{10}(OH)_8$; टैल्क($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$);, सर्पेन्टीन ($Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$);, मीरशम या सेपियोलाइट ($Mg_2Si_3O_6(OH)_4$) आदि

1.3 कार्बोनेट परिवार

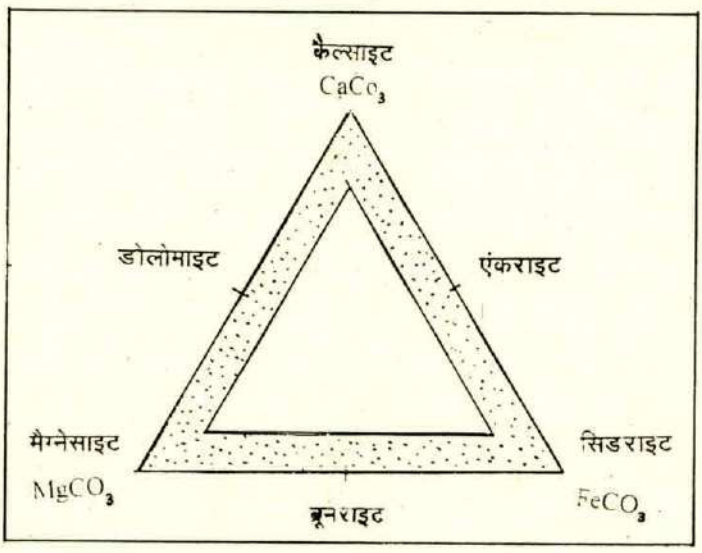
कार्बोनेट संघटन के अनेक खनिज प्राकृतिक अवस्था में पाए जाते हैं। मुख्य रूप से दो संयोजकता वाले मंझोले या बड़े आयनी

आकार के मूलक मैग्नीशियम, लौह, जस्ता, मैंगनीज, कैल्शियम, स्ट्रांशियम, सीसा तथा बेरियम कार्बोनेट खनिज बनाते हैं। इनके अतिरिक्त तांबा, सोडियम, पोटैशियम तथा अमोनियम भी हाइड्रॉक्साइड तथा क्लोराइड के साथ मिल कर कार्बोनेट या बाइकार्बोनेट खनिज बनाते हैं। मैग्नीशियम भी जलीय वातावरण में हाइड्रोकार्बोनेट खनिज बनाता है।

कैल्शियम से छोटे आयनी आकार के तत्व कार्बोनेट के रूप में त्रिसमनताक्ष समुदाय तथा परस्पर सम-आकृतिक क्रम में क्रिस्टलित होते हैं। इसके विपरीत कैल्शियम से बड़े आकार के आयनों वाले तत्व विषमलंबाक्ष समुदाय में क्रिस्टलित होते हैं। कैल्शियम कार्बोनेट दोनों प्रकार के खनिज बनाता है (सारणी 1.2)। कार्बोनेट खनिजों के यौगिकों में दो प्रकार के बंधक पाए जाते हैं। कार्बोनेट ऋणात्मक मूलक में कार्बन तथा ऑक्सीजन के बीच सहसंयोगी बंधन होता है जबकि धनायन के साथ आयनिक बंधन बनता है। कैल्शियम, मैग्नीशियम तथा लौह के कार्बोनेट खनिज एक पूर्ण ठोस विलयन तंत्र बनाते हैं (चित्र 1.1)।

सारणी - 1.2 : कार्बोनेट खनिज बनाने वाले प्रमुख तत्व

क्रिस्टल समुदाय	तत्व	आयन आकार (एंग्स्ट्रोम)	खनिज
त्रिसमनताक्ष	मैग्नीशियम (Mg)	0.74	मैग्नेसाइट
	लौह (Fe)	0.80	सिडेराइट
	जस्ता (Zn)	0.83	स्मिथ्सोनाइट
	मैंगनीज (Mn)	0.91	रोडोक्रोसाइट
	कैल्शियम (Ca)	1.04	कैल्साइट
विषमलंबाक्ष	कैल्शियम (Ca)	1.04	अरैगोनाइट
	स्ट्रांशियम (Sr)	1.20	स्ट्रांशिएनाइट
	सीसा (Pb)	1.26	सेरुसाइट
	बेरियम (Ba)	1.38	विदेराइट



चित्र - 1.1 : कार्बोनेट के ट्रोस-विलयन तंत्र

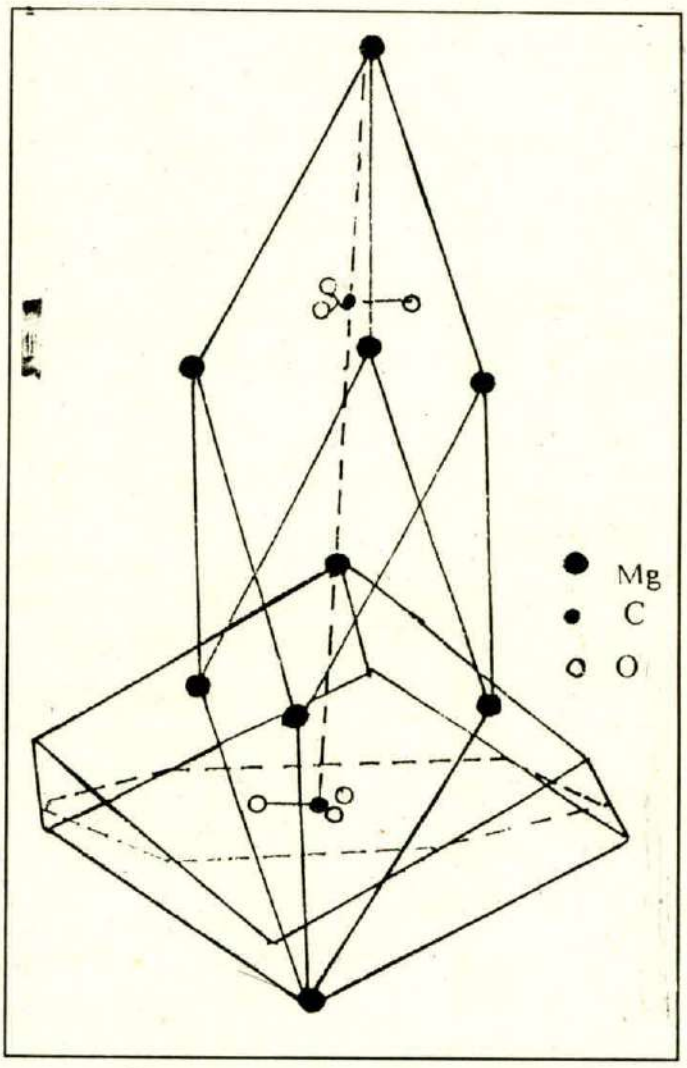
1.4 मैग्नेसाइट

मैग्नेसाइट (रासायनिक संघटन मैग्नीशियम कार्बोनेट) कार्बोनेट खनिज परिवार का एक ऐसा सदस्य है जो प्रकृति में यद्यपि अपेक्षाकृत कम मात्रा में उपलब्ध होता है परंतु आर्थिक दृष्टि से उपयोगी होने के कारण अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह मैग्नीशियम का अयस्क खनिज है और साथ ही साथ स्वयं एक औद्योगिक खनिज के रूप में भी अनेक प्रकार से उपयोगी है।

1.4.1 प्रमुख खनिजीय गुण

मैग्नेसाइट का नाम मैग्नीशियम धातु का खनिज होने के कारण पड़ा। मैग्नीशियम धातु का नाम संभवतः यूनान के थेसाली भाग में मैग्नीशिया नामक स्थान पर इसके पाए जाने के कारण पड़ा होगा। इस खनिज के मुख्य गुण आगे हैं :

रासायनिक संघटन : मैग्नीशियम कार्बोनेट ($Mg\ CO_3$)
क्रिस्टल समुदाय : त्रिसमनताक्ष (चित्र 1.2)



चित्र - 1.2 : मैग्नेसाइट क्रिस्टल संरचना

घनत्व	:	शुद्ध खनिज 2.98 परंतु अन्य तत्वों की उपस्थिति के कारण 3.48 तक संभव
कठोरता	:	3.5 से 4.5 तक
रंग	:	सफेद अथवा रंगहीन, अन्य तत्वों की उपस्थिति में भूरा, पीला, काला आदि
रूप	:	1. क्रिस्टलीय-क्षुरपत्रित, ताराकार, कभी-कभी अरीय रूप में अभिविन्यस्त, बहुधा स्थूलकणिक, दानेदार 2. अक्रिस्टलीय-कभी कभी रेशेदार
चमक	:	काचाभ, अक्रिस्टलीय प्रकार में कभी-कभी पोर्सिलेनी
विदलन	:	101 पूर्ण विकसित
अपवर्तनांक	:	असाधारण किरण (ε) के लिए शुद्ध मैग्नेसाइट में 1.509, परंतु मैग्नीशियम के स्थान पर कुछ अन्य आयनों के आ जाने पर बढ़ कर 1.563 तक जा सकता है। साधारण किरण (ω) के लिए शुद्ध मैग्नेसाइट में 1.700 परंतु 1.782 तक संभव
द्वि-अपवर्तन	:	0.190 परंतु 0.218 तक संभव
इकाई कोशिका की लंबाई	:	x दिशा में 4.633 Å z दिशा में 15.016 Å

स्थूल क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट पूर्णफलकी तथा रंगहीन होता है। बहुधा विषमलंब आकार में मिलता है। सूक्ष्मदर्शीय अध्ययन में विदलन अधिकतम दो दिशाओं में स्पष्ट दिखलाई पड़ता है तथा

इन दो विदलन दिशाओं के बीच 60^0 का कोण बनता है। ध्रुवित प्रकाश में मैग्नेसाइट में कैल्साइट तथा डोलोमाइट के ही समान मंच को घुमाने पर स्पष्टता में परिवर्तन दिखाई पड़ता है जिसे कूट बहुवर्णता कहते हैं। क्रॉसित स्थिति में मैग्नेसाइट तृतीय कोटि के ध्रुवण रंग दिखाता है। मैग्नेसाइट में भी कैल्साइट तथा डोलोमाइट की भांति टिमटिमाहट दीखती है। उसी प्रकार बहुसंश्लेषी यमलन भी अक्सर दिखलाई पड़ता है।

1.4.2 उपस्थिति प्रकार

मैग्नेसाइट खनिज अनेक प्रकार की भूवैज्ञानिक स्थितियों में पाया जाता है जो निम्नलिखित हैं :

1. समुद्री वाष्पनज शैलों के साथ
2. तटीय झीलों तथा सबखा वातावरण में
3. तटांचली कोयला निक्षेपों के साथ
4. महाद्वीपीय झीलों एवं प्लाया में
5. वाष्पनज मृदाओं के साथ
6. अतिमैफिक शैलों पर बने लैटेराइट के सैप्रोलाइट तथा सेपियोलाइट में
7. कुछ उल्काओं में
8. कुछ आग्नेय शैलों जैसे कार्बोनेटाइट तथा सैग्वेंडाइट में
9. कुछ संस्पर्श कायांतरित मंडलों में
10. कार्बोनेटीकृत अतिमैफिक शैलों में
11. प्राकृतिक हीरे में अंतर्वेश के रूप में
12. स्तरित रायोलाइटी टुफ के साथ
13. कायांतरित अवसादी तथा अतिमैफिक आग्नेय शैलों के साथ शिराओं आदि के रूप में
14. कुछ सल्फाइड खनिज निक्षेपों में

फ्रांज तथा अन्य (1979) ने बोलीविया में समुद्री वाष्पनज शैलों के साथ मैग्नेसाइट की उपस्थिति का उल्लेख किया है। उसी प्रकार ट्यूनीशिया के जर्जिस क्षेत्र में भी नमक के वाष्पनज भंडारों के साथ मैग्नेसाइट मिलता है (पर्थुइसॉट, 1971)। इसके अतिरिक्त अवसादी वातावरण में पाए जाने वाले अनेक निक्षेप वाष्पन द्वारा उत्पन्न ही माने जाते हैं। दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया के दक्षिण में कूरांग लैगून क्षेत्र की झीलों में सबखा वातावरण में अरैगोनाइट, डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट अवक्षेपित हो रहा है (आल्डरमैन तथा बोर्क, 1961)। यूनान के इयानी निक्षेप तटांचली कोयला निक्षेपों के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट के उदाहरण हैं तो दक्षिण आस्ट्रेलिया की ईस्ट बासिन झील में आज जमा होने वाला मैग्नेसाइट (लास्ट 1992) या आस्ट्रिया के टाइरोल क्षेत्र में पर्मियन शैलों के साथ प्लाया झीलों में अवक्षिप्त मैग्नेसाइट (स्पॉटल तथा बर्न्स, 1994) महाद्वीपीय निक्षेपों के उदाहरण हैं। टर्की में फारस की खाड़ी के दक्षिण-पूर्वी ट्रूशियल तट के साथ स्थित अधिज्वारीय वातावरण में आज वाष्पनज खनिजों हेलाइट, सेलेस्टाइट, बासेनाइट तथा जिप्सम के साथ-साथ कार्बोनेट खनिज, जैसे— ह्यूंटाइट, डोलोमाइट और मैग्नेसाइट वाष्पनज मृदाओं के रूप में मिलते हैं (किंसमैन, 1967)। अतिमैफिक शैलों के परिवर्तन से बने लैटराइट, सैप्रोलाइट, सेपियोलाइट, पैलीगोस्काइट आदि में भी अल्प मात्रा में मैग्नेसाइट की उपस्थिति कई स्थानों पर उल्लिखित की गई है। उदाहरणार्थ इमाई तथा ओत्सुका (1984) ने जापान में सर्पेन्टिनाइट के साथ स्थित सेपियोलाइट में मैग्नेसाइट तथा ओपली सिलिका की 2-3 सेमी चौड़ी शिरिकाओं की उपस्थिति का उल्लेख किया है। नार्वे के ट्राम्सू क्षेत्र में आग्नेय शैल सैग्वेंडाइट में मैग्नेसाइट पाया गया है। उसी प्रकार बक्ले तथा वुली (1990) एवं वुली तथा

शैलों के साथ स्थित हैं। इन प्रकारों को उन्होंने फाइश प्रकार तथा क्राउबाथ प्रकार कहा। वाष्पनज अवसादी शैलों, सबखा तथा महाद्वीपीय झीलों में जमा हुए मैग्नेसाइट निक्षेप भी उन्होंने फाइश प्रकार में ही अंतर्भूत किए।

परंतु अवसादी साहचर्य में पाए जाने वाले सभी मैग्नेसाइट निक्षेप एक ही प्रकार के नहीं प्रतीत होते। विशेषकर समुद्री अवसादी शैलों जैसे डोलोमाइट के साथ मिलने वाले निक्षेप तथा महाद्वीपीय झीलों में अवक्षेपित अवसादी निक्षेपों को अलग माना जाना चाहिए। इस दृष्टिकोण से मैग्नेसाइट निक्षेपों को तीन मुख्य प्रकारों में वर्णित किया जा सकता है जिन्हें उनके प्रमुख प्राप्ति स्थान के आधार पर निम्न तीन वर्गों में बांटा जा सकता है :

(1) फाइश प्रकार (कुमाऊं प्रकार)
(2) क्राउबाथ प्रकार (सेलम प्रकार)
(3) बेला स्टेना प्रकार

1.5.1 फाइश प्रकार

ऑस्ट्रिया के 'फाइश' नामक स्थान पर पाए जाने के कारण यह नाम मूलतः रेडलिक ने 1909 में दिया। ये स्थूलकणिक (बहुधा 0.5 से 20 मि. मी. आकार के), रवेदार, चमकदार 'स्पैरी' मैग्नेसाइट हैं जो समुद्री वेदीय अवसादों के साथ संस्तर या लेंस के रूप में मिलते हैं। भारत के लघु हिमालयी निक्षेप इसी प्रकार के हैं जिनमें कुमाऊं के निक्षेप सर्वाधिक महत्वपूर्ण हैं। इसलिए भारतीय संदर्भ में इन्हें कुमाऊं प्रकार कहा जा सकता है।

बहुधा विश्व के अधिकांश भागों में ये कार्बोनेट शैलों विशेषकर डोलोमाइट के साथ पाए जाते हैं, परंतु खंडज शैलों के साथ भी इस प्रकार के निक्षेप ज्ञात हैं। विशेषकर फाइश में तो ये ग्रेवाके

खंडज शैल के साथ ही मिलते हैं। विश्व के 90 प्रतिशत से अधिक मैग्नेसाइट भंडार इसी प्रकार के हैं।

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेप कैंब्रियन पूर्व काल से लेकर ट्राइएसिक काल तक के शैलों के साथ मिलते हैं। परंतु आज भी ऑस्ट्रेलिया के दक्षिणी भाग में स्थिति कूरांग लैगून के अनेक भागों में जिस प्रकार हाइड्रोमैग्नेसाइट तथा डोलोमाइट का निक्षेपण हो रहा है उनका शैलीभवन होने के बाद वे भी संभवतः फाइश प्रकार के ही निक्षेप बन जाएंगे। जो भी हो, इस प्रकार के प्राचीन मैग्नेसाइट निक्षेप यद्यपि कुछ स्थानों पर अवसादी शैलों के साथ मिलते हैं परंतु अधिकांश निक्षेप ग्रीनशिस्ट संलक्षणी तक के तथा चीन के लियाओडांग क्षेत्र में एम्फीबोलाइट संलक्षणी तक के कायांतरित शैलों के साथ पाए गए हैं। कायांतरण का साथ के शैलों पर प्रभाव तो स्पष्ट ही दिखाई पड़ता है परंतु मैग्नेसाइट पर यह कितना पड़ता है इस बारे में वैज्ञानिकों में मतभेद है। अनेक वैज्ञानिक मानते हैं कि मैग्नेसाइट के बड़े आकार के क्रिस्टल कायांतरण के कारण ही बनते हैं परंतु दूसरे विद्वानों के अनुसार यह कायांतरण का प्रभाव नहीं है वरन् बड़े आकार के क्रिस्टल तो कायांतरण से पूर्व प्रसंघनन के दौरान ही बन जाते हैं। फिर भी ऐसा बहुधा पाया गया है कि कायांतरण के कारण इन क्रिस्टलों में एक दैशिक अभिविन्यास आ ही जाता है।

इस प्रकार के मैग्नेसाइट हल्के भूरे, गुलाबी, लाल, पीलापन लिए भूरे अथवा सफेद रंग के होते हैं। शुद्ध मैग्नेसाइट सफेद ही होता है पर अन्य तत्वों की उपस्थिति के कारण उसमें रंग आ जाते हैं जैसे लोहे के कारण भूरा तथा कार्बन के कारण काला रंग दिखाई देता है।

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट में उपस्थित अन्य खनिजों में डोलोमाइट, टैल्क, क्लोराइट, चर्ट, तत्रजनित क्वार्ट्ज, पाइराइट, गैलेना, जैवीय कार्बन, डायोप्साइड, ट्रिमोलाइट आदि ज्ञात हैं। डोलोमाइट आम तौर पर पाया जाने वाला सहवर्ती खनिज है जो कई बार मैग्नेसाइट क्रिस्टलों में अवशिष्ट रूप में, मैग्नेसाइट कणों की सीमाओं पर प्रतिस्थापक के रूप में या शिरिकाओं के रूप में भी मिलता है। कैल्साइट की पतली पट्टिकाएं या अवशिष्ट कैल्साइट पुंज भी मिलते हैं। टैल्क कणों के रूप में अथवा मैग्नेसाइट पश्चात कूट आकृतियों के रूप में पाया जाता है। मैग्नेसाइट शैल का गठन मुख्यतया कणब्लास्टी होता है तथा मैग्नेसाइट के पूर्णफलक बहुधा अभिविन्यस्त नहीं होते। कणों का आकार भिन्न-भिन्न हो सकता है। कई मैग्नेसाइट शैलों में पिनोलाइटी गठन भी देखने में आता है जिसमें हल्के रंग के मैग्नेसाइट के लेन्स गहरे, सूक्ष्मकणिक मैग्नेसाइट आधात्री के बीच स्थित होते हैं (हाइन्रिक, 1956, पृ. 205)।

ऑस्ट्रिया के टाइरोल क्षेत्र के हॉल निक्षेप के मैग्नेसाइट के कैथोडसंदीप्ति अध्ययन से पाया गया कि इसमें उपस्थित मैंगनीज के कैथोड किरणों के कारण सक्रिय हो जाने से यह लाल रंग का दिखाई देने लगता है और इसके गठन को काफी अच्छी तरह जांचा जा सकता है। परंतु मैग्नेसाइट में यदि लौह की मात्रा 6.5 प्रतिशत से अधिक हो तो यह विधि लाभदायक नहीं रहती (स्पॉटल, 1991)।

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट में मुख्यतः तीन प्रकार के प्राथमिक तरल अंतर्वेश पाए गए हैं। प्रथम प्रकार में केवल द्रव अंतर्वेश होते हैं जो आकार में नियमित, समविमी तथा सामान्यतया 10 माइक्रॉन से छोटे होते हैं। द्वितीय प्रकार के अंतर्वेशों में द्रव तथा गैस

दोनों प्रावस्थाएं होती हैं। द्रव बहुधा गैस की अपेक्षा काफी अधिक होता है। इनका आकार लगभग 20 या 25 माइक्रॉन तक हो सकता है। आकार में ये भी बहुधा नियमित, समविमी परंतु कभी-कभी बेलनाकार भी मिलते हैं। तृतीय प्रकार के अंतर्वेश 20 से 300 माइक्रॉन तक आकार के होते हैं। इनमें ठोस, द्रव तथा गैस तीनों प्रावस्थाएं मिलती हैं। ठोस क्रिस्टल हेलाइट के होते हैं जो लगभग 20 प्रतिशत तक स्थान घेरते हुए मिलते हैं। इन तीन प्रकार के प्राथमिक तरल अंतर्वेशों के अतिरिक्त द्वितीयक अंतर्वेश भी पाए जाते हैं जो बहुधा मैग्नेसाइट के क्रिस्टलन के बाद उनमें अंतर्भूत होते हैं। इनमें सामान्यतया जल और कार्बन डाइ-ऑक्साइड पाया जाता है।

रासायनिक दृष्टि से फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट में मैग्नीशियम के अतिरिक्त सिलिका, कैल्शियम, एल्यूमिना तथा लौह मुख्य रूप से मिलते है। टाइटेनियम, फास्फोरस, सोडियम तथा पोटैशियम अल्प मात्रा में होते हैं। डोलोमाइट के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट में बहुधा कैल्शियम की मात्रा भी बढ़ जाती है। यह कैल्शियम कभी तो मैग्नेसाइट क्रिस्टल जालक में ही उपस्थित रहता है पर अधिकांशतः यह डोलोमाइट खनिज के रूप में मैग्नेसाइट के साथ ही होता है। मैग्नेसाइट क्रिस्टल जालक में आम तौर पर पाए जाने वाले लेश तत्वों में तांबा, कोबाल्ट, स्कैंडियम, जस्ता, निकिल, मैंगनीज, वैनेडियम, क्रोमियम, टाइटेनियम तथा बोरॉन प्रमुख हैं। कार्बोनेट शैलों में स्ट्रांशियम भी महत्वपूर्ण लेश तत्व होता है परंतु डोलोमाइट के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट का अध्ययन करने पर यह पाया गया है कि डोलोमाइट की तुलना में मैग्नेसाइट में स्ट्रांशियम की मात्रा अचानक बहुत कम हो जाती है। इसका कारण संभवतः यह है कि कैल्शियम के बड़े-बड़े अणुओं के बीच में जो स्थान उपलब्ध रहता है उसमें स्ट्रांशियम के अणु समा जाते

3—41 Min. of HRD/ND/2005

हैं परंतु कैल्शियम के अणुओं का मैग्नीशियम के छोटे अणुओं द्वारा प्रतिस्थापन होने पर मैग्नेसाइट की क्रिस्टल संरचना अधिक संहत हो जाती है। फलस्वरूप स्ट्रांशियम के अणुओं को बाहर निकल जाना पड़ता है।

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट के दुर्लभ मृदा तत्वों का वितरण भी आम तौर पर सामान्य अवसादों में उनके वितरण के समान ही पाया गया है। लैंथेनम, सीरियम, समेरियम, यूरोपियम, टर्बियम, यीटर्बियम तथा ल्यूटेरियम मुख्य रूप से पाए जाने वाले दुर्लभ मृदा तत्व हैं। यूरोपियम की मात्रा का मैग्नेसाइट में निकटवर्ती शैलों की तुलना में कम हो जाना भी देखा गया है।

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट में रेडियोसक्रियताजन्य तथा स्थिर दोनों प्रकार के समस्थानिकों का अध्ययन किया गया है। आस्ट्रिया में ट्रीबेन के निकट सुंक-हेन्टाउर्न तथा लिओवेन के निकट हाउसेलबर्ग के मैग्नेसाइट में स्ट्रांशियम समस्थानिकों के अध्ययन से फ्रिमेल (1988) ने पाया कि मैग्नेसाइट में उनका अनुपात निकटवर्ती डोलोमाइट के अनुपात के ही समान है तथा इन दोनों में ही ये समस्थानिक तत्कालीन सामान्य समुद्री जलीय अनुपात के अनुसार ही हैं, परंतु आस्ट्रिया के ही टुक्स-लानेर्स्बाख शीलाइट-मैग्नेसाइट निक्षेप में रैथ तथा अन्य (1995) ने पाया कि मैग्नेसाइट, शीलाइट तथा सहवर्ती डोलोमाइट में स्ट्रांशियम समस्थानिकों का अनुपात तो लगभग समान है परंतु वह तत्कालीन पुराजीवी महाकल्प के समुद्री अनुपात से अधिक है।

मैग्नेसाइट के कार्बन समस्थानिक भी (-7 से +6‰: पीडीबी) सहवर्ती डोलोमाइट तथा समुद्री जल के समान ही वितरित होते हैं, परंतु ऑक्सीजन समस्थानिक अनुपात (-5.1 से -23.53‰: पीडीबी) पर्याप्त भिन्न होता है। ऑक्सीजन समस्थानिक वितरण मुख्यतया ताप से प्रभावित होता है तथा इन मैग्नेसाइटों के अधिक ताप पर कायांतरित होने के कारण यह अंतर होना संभव है।

1.5.2 क्राउबाथ प्रकार

आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण यह दूसरे प्रकार का मैग्नेसाइट लगभग एक खनिजीय शिराओं या शिरिकाजालों के रूप में अतिमैफिक आग्नेय शैलों, जैसे— डनाइट, पेरिडोटाइट, सर्पेंटिनाइट तथा पाइरोक्सिनाइट के साथ मिलता है। इस प्रकार का प्रतिनिधित्व आस्ट्रिया के क्राउबाथ नामक स्थान पर मिलने वाले मैग्नेसाइट निक्षेप करते हैं अतः इस प्रकार को यह नाम दिया गया। ऐसा मैग्नेसाइट अंतर्ग्रसन वाले ओफियोलाइट वातावरण में, जैसे— कैलीफोर्निया में और साथ ही क्रेटॉनी क्षेत्रों, जैसे— दक्षिण अफ्रीका के बुशवेल्ड क्षेत्र में और भारत में सेलम, तमिलनाडु, डोडकन्या, कर्नाटक आदि स्थलों में भी पाया जाता है। इसलिए भारतीय संदर्भ में इसे सेलम प्रकार का कहा जा सकता है।

मैग्नेसाइट की शिराएं अधिकतम 45 मी. तक मोटी, 4 किमी. तक लंबी और 300 मी. की गहराई तक मिली हैं। भूमि की सतह की ओर ये शिराएं विभाजित हो जाती हैं और शिरिकाजाल बन जाते हैं। ये शिराएं क्षेत्रीय विभंग अभिविन्यास के साथ ही विन्यस्त होती हैं। कई क्षेत्रों में शिराओं की आधारभित्ति में टैल्क तथा सर्पेन्टीन-युक्त स्लीकेनसाइड तथा उपरिभित्ति में मैग्नेसाइट आधात्रीयुक्त संकोणाश्म पाए गए हैं। कई स्थानों पर मैग्नेसाइट निक्षेपों के ऊपर विषमविन्यास मिलता है जिसके ऊपर अतिक्रमणीय अवसाद भी कई बार पाए जाते हैं। ऐसी स्थितियों में इन ऊपरी आच्छादित शैलों में भी अल्प मात्रा में मैग्नेसाइट या सेपियोलाइट मिल सकता है। कुछ निक्षेपों पर आच्छादन के रूप में मैग्नेसाइट, डोलोमाइट तथा क्वार्ट्ज-युक्त शैल और चर्टीभवन के क्षेत्र भी देखे गए हैं।

शिरिकाजाल के द्वारा काफी मात्रा में भित्ति-शैल परिवर्तन पाया जाता है परंतु केवल शिराओं के चारों ओर इस परिवर्तन की

मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है। क्षेत्र में ये परिवर्तित शैल भूरे अतिमैफिक शैलों के रूप में दिखाई पड़ते हैं परंतु सूक्ष्मदर्शी अध्ययन से ज्ञात होता है कि उनमें सूक्ष्मकणिक डोलोमाइट, क्वार्ट्ज़, टैल्क, मोंटमोरिलोनाइट, डेवीलाइट, गोएथाइट तथा सेपियोलाइट खनिज उपस्थित होते हैं। इस प्रकार रासायनिक दृष्टिकोण से भित्ति शैल परिवर्तन में शिरिका जाल की ओर सिलिका, कैल्शियम तथा अल्यूमीनियम में वृद्धि तथा मैग्नीशियम और लौह में कमी परिलक्षित होती है। मोहर (1983) ने यूनान के वावडोस निक्षेप के चारों ओर सोडियम की अधिकता का परिवेश उल्लिखित किया है।

क्राउबाथ प्रकार की शिराओं में स्थित मैग्नेसाइट हिम के समान सफेद, गूढ़क्रिस्टली, कोलॉयडी गठन वाला, काचाभ तथा पोर्सेलीन-जैसा होता है। हड्डी-जैसा दिखने के कारण इसे 'बोन मैग्नेसाइट' भी कहा गया है। इसका ग्रंथिकी प्रकार भी कभी-कभी पाया गया है जिसमें शिराओं में एक ग्रंथिका दूसरी ग्रंथिका से डोलोमाइट, सिलिका, सेपियोलाइट, सर्पेन्टीन या टैल्क के एक अत्यंत पतले आवरण द्वारा अलग रहती है। किंतु स्थूल रूप मैग्नेसाइट सामान्य रूप से मिलता है। कई बार देखा गया है कि पहले बना मैग्नेसाइट विखंडित हो जाता है जिसके खंड बाद में बने मैग्नेसाइट की आधात्री में जम जाते हैं। अनेक बार बहुत पतली शिराओं में रेशेदार मैग्नेसाइट बन जाता है जो विरूपण के दौरान वृद्धि का परिचायक है। कैलीफोर्निया के न्यू इद्रिया निक्षेप में ओनील तथा बार्न्स (1971) ने पाया कि वहां भूमि की सतह के पास मैग्नेसाइट के स्थान पर हाइड्रोमैग्नेसाइट मिलता है।

क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट के रासायनिक संघटन में पाया गया कि इसमें उतार-चढ़ाव होता है। यह सिलिका गुहिकाओं

में उपस्थित क्वार्ट्ज या मैग्नेसाइट के सिलिकीभवन के कारण होता है। यदि लौह की मात्रा अधिक हो तो वह सूक्ष्मकणिक हेमाटाइट के रूप में होता है तथा ऐसे मैग्नेसाइट का रंग कुछ लालिमा लिए होता है।

इस प्रकार के मैग्नेसाइट में लेश तत्वों के रूप में सहवर्ती शैलों में मिलने वाले निकेल, कोबाल्ट, क्रोमियम आदि का होना स्वाभाविक ही है। कुछ निक्षेपों में बोरॉन तथा पारे की भी मात्रा गहराई में बढ़ती हुई पाई गई है। अतिमैफिक शैलों में दुर्लभ मृदा तत्वों की मात्रा अत्यल्प होती है। इसीलिए इस प्रकार के मैग्नेसाइट में भी वे नहीं के बराबर होते हैं। सुनेर तथा अन्य (2001) ने टर्की के ओर्हानेली के इस प्रकार के मैग्नेसाइट में पाया कि दुर्लभ मृदा तत्वों का वितरण मैग्नेसाइट के प्रकारों के अनुसार परिवर्तित होता है। स्थूल मैग्नेसाइट में हल्के तथा भारी दुर्लभ मृदा तत्वों का अनुपात 5 : 1 तक पाया गया तथा उनमें सीरियम, यूरोपियम एवं यीटर्बियम की मात्रा बढ़ी हुई पाई गई। इसके विपरीत पुनःक्रिस्टलित मैग्नेसाइट में हल्के तथा भारी दुर्लभ मृदा तत्वों में विशेष अंतर नहीं मिला। स्थिर समस्थानिक वितरण की दृष्टि से इस मैग्नेसाइट में $\delta^{13}C$ पीडीबी -5 से -20‰ तथा $\delta 1^{8}O$ पीडीबी -0.25 से -19.65‰ तक होता है।

1.5.3 बेला स्टेना प्रकार

वेटजेंस्टाइन (1989) के अनुसार इलिक ने सन् 1952 में सर्वप्रथम यूगोस्लाविया के बेला स्टेना/जरांडो मायोसीन बेसिन में शुद्ध जल में निक्षेपित मैग्नेसाइट निक्षेपों का वर्णन किया। बाद में इसी प्रकार के कई अन्य निक्षेप वहीं बेली कामेन, नेवादे, शिलोपाज आदि अनेक स्थानों पर, यूनान में इयानी-कोजानी, टर्की में बोजकुर्ट तथा वेनेजुएला में मार्गारिटा द्वीप में पहचाने गए।

ये निक्षेप आम तौर पर अतिमैफिक शैलों के क्षेत्रों में उनसे अपक्षयित मैग्नीशियम के विलयनों से युक्त झीलों में निक्षेपित हुए हैं। इनके अतिरिक्त मैग्नेसाइट की वे उपस्थितियां भी, जहाँ वे प्लाया झीलों के शुद्ध जल में अवसादी शैलों में सीमेंट आदि के रूप में अवक्षेपित हैं - जैसे— टाइरोल, ऑस्ट्रिया के पर्मियन लाल संस्तरों में (स्पॉटल तथा बर्न्स, 1994) - इसी प्रकार में अंतर्भूत की जा सकती हैं। ऑस्ट्रेलिया के कूरांग लैगून क्षेत्र की अनेक झीलें यद्यपि समुद्री लवणीय प्रकार की हैं परंतु कुछ झीलें शुद्ध जल की भी हैं तथा उनमें भी हाइड्रोमैग्नेसाइट अवक्षेपित हो रहा है। स्पेन के लॉस मोनेग्रॉस की प्लाया झीलों में निक्षेपित मैग्नेसाइट भी इसी प्रकार का है (मूर तथा उर्पिनेल 1987)।

ये खनिज निक्षेप संस्तरों के रूप मार्ल, बालुकाश्म, मृत्तिका, कोयला संस्तर आदि के साथ अंतरास्तरित मिलते हैं। बहुधा इस प्रकार के निक्षेप अंतरापर्वतीय अवसादी वातावरण के हैं। इनमें दो प्रकार का खनिज साहचर्य देखा गया है। एक मैग्नेसाइट ह्यून्टाइट तथा दूसरा हाइड्रोमैग्नेसाइट-अरैगोनाइट डोलोमाइट तथा अत्यल्प कैल्साइट अन्य कार्बोनेट खनिज हैं। संस्तरों के अलावा मैग्नेसाइट तथा ह्यून्टाइट की ग्रंथिकाएं भी मृत्तिकामय, बालुकामय अथवा डोलोमाइटी आधात्री में पाई जाती हैं। यूनान में इयानी में हाइड्रोमैग्नेसाइट और अरैगोनाइट की 5 मी तक की मोटी परतें 2 किमी. तक पाई गई हैं। इस प्रकार का मैग्नेसाइट बहुधा सूक्ष्मकणिक होता है। चूंकि ये मैग्नेसाइट अतिमैफिक शैलों के अपक्षयण का ही परिणाम हैं और उन शैलों में दुर्लभ मृदा तत्व अत्यल्प होते हैं इसलिए स्वाभाविक रूप से मैग्नेसाइट में भी वे काफी कम मिलते हैं (मोर्टियानी तथा अन्य, 1982)।

भारत में इस प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेपों का कोई उदाहरण अभी तक हमारी जानकारी में नहीं है।

अध्याय - 2

वैश्विक वितरण

विश्व में मैग्नेसाइट के निक्षेप यद्यपि अन्य अनेक औद्योगिक खनिजों की तुलना में कम हैं फिर भी अंटार्कटिका के अतिरिक्त - जहां की विशेष जानकारी हमें उपलब्ध नहीं है - ये सभी महाद्वीपों में पाए गए हैं (चित्र 2.1)। चीन, उत्तरी कोरिया, भारत, ऑस्ट्रिया, स्पेन, चेकोस्लोवाकिया, रूस, टर्की, यूनान, यूगोस्लाविया, आस्ट्रेलिया, संयुक्त राज्य अमेरिका तथा ब्राजील इसके प्रमुख उत्पादक देश हैं। विश्व में मैग्नेसाइट की उपस्थिति तथा निक्षेपों के वितरण का प्रस्तुत संक्षिप्त विवरण मुख्यतः वेट्जेंस्टाइन (1989), भारतीय खान ब्यूरो (1990क), वानेसेक (1994) तथा अन्यान्य शोध-पत्रों पर आधारित है।

2.1 एशिया

2.1.1 चीन

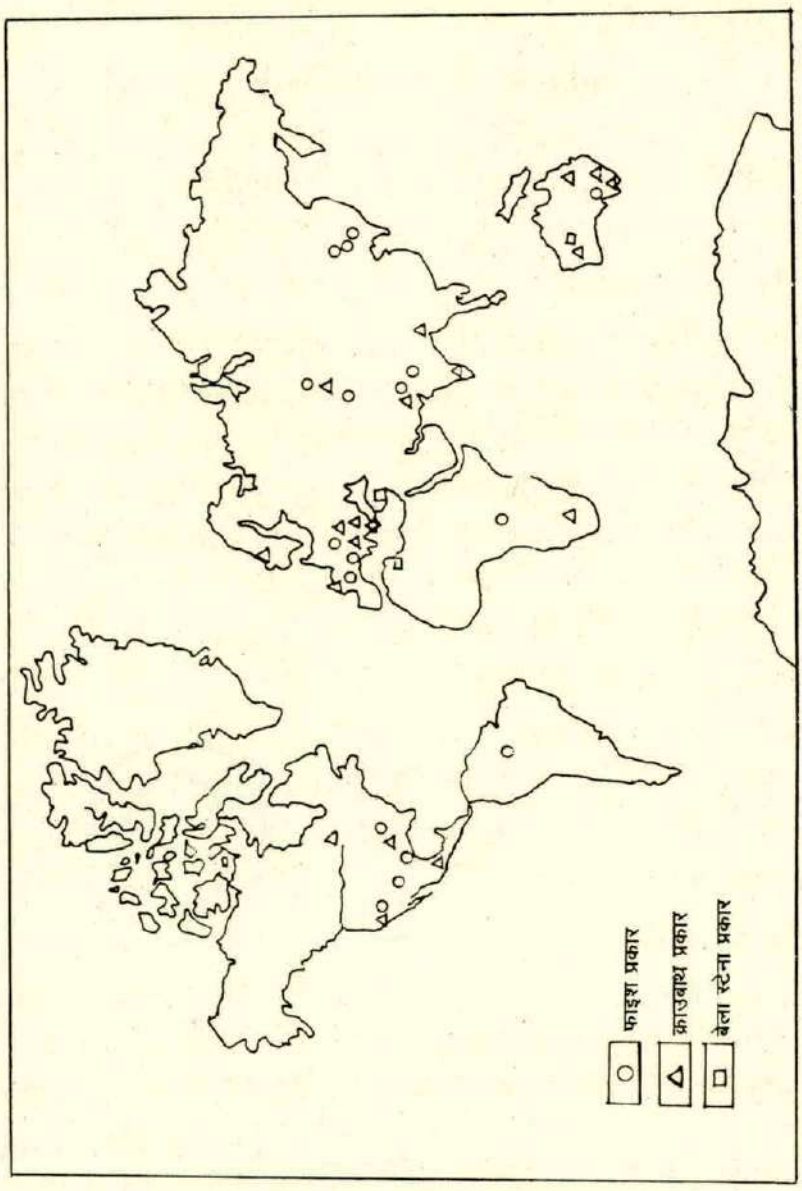
चीन में मैग्नेसाइट के महत्वपूर्ण निक्षेप लियाओडोंग, लियाओनिंग, मंचूरिया, आंतरिक मंगोलिया तथा शांतुंग क्षेत्रों में पाए जाते हैं। लियाओनिंग प्रांत में आंशान नगर से लगभग 60-70 किमी दक्षिण तथा दक्षिण पूर्व में स्थित हाइचांग - लिएंशांकुआंग के निक्षेप उल्लेखनीय हैं। ये निक्षेप जिन्हें हाइचांग-दा शी कियाओ

निक्षेप भी कहते हैं लगभग 60 वर्ग किमी क्षेत्र में फैले हैं तथा विश्व के उत्तम निक्षेपों में माने जाते हैं। इस क्षेत्र में पूउपू-पदप दिशा में फैली पर्वत श्रृंखला है जिसमें अवस्थित शैल समूहों की अभिवृत्ति भी सामान्यतया इसी दिशा में है। पर्वत श्रृंखला की चोटियां घाटी तल से 300 मी ऊंचाई तक हैं तथा इन शिखरों पर मैग्नेसाइट निक्षेप दिखलाई देते हैं। दक्षिण पश्चिम की तरफ का क्षेत्र नदी की मिट्टी से आवृत है पर उस क्षेत्र में भी सतह से नीचे के शैलों में मैग्नेसाइट निक्षेप मिल सकने की पूरी संभावना है।

इस क्षेत्र के शैल मुख्यतया कैंब्रियन पूर्व काल के क्वार्ट्जाइट, बलुआ पत्थर, डोलोमाइट, शिस्ट तथा संगमरमर हैं। शिस्ट टुर्मेलीन, स्टॉरोलाइट, एंडेल्युसाइट, सेरीसाइट, बायोटाइट तथा टैल्क खनिजों से युक्त हैं। यहां पर लगभग 1 मी. चौड़े अंतर्वेधी शैलों के रूप में दीर्घक्रिस्टल अंतर्वेशी ग्रीनस्टोन तथा क्वार्ट्ज पॉर्फिरी भी पाए जाते हैं। डोलोमाइट के संस्तर लगभग 1200 मी. मोटे हैं जिनके निचले सफेद डोलोमाइट भाग के साथ समविन्यस्त रूप से 40 मी. से 500 मी. मोटाई वाले मैग्नेसाइट के निक्षेप अवस्थित हैं जो इनके लगभग 12 प्रतिशत क्षेत्र में व्याप्त हैं। मैग्नेसाइट तथा डोलोमाइट दोनों की नति उत्तर तथा दक्षिण दोनों ओर 60^0 से 85^0 तक है। निक्षेपों की आधारभित्ति तथा उपरिभित्ति के दोनों ओर भूरे फाइलाइट शैल स्थित हैं।

मंचूरिया के निक्षेप उपू-दप विन्यास के साथ लगभग 15 किमी. तक फैले हैं। ये भी कायांतरित डोलोमाइट शैलों में मिलते हैं जिन्हें कैंब्रियन काल का माना गया है। निक्षेपों की अधिकतम लंबाई 1900 मी. तथा चौड़ाई 900 मी. पाई गई है।

लियाओनिंग प्रांत के तीन प्रमुख निक्षेप चिंशांहुआइ, हुआ जिमुइ और त्सिया फांग्सजेन में हैं जिनमें लगभग 200 करोड़ टन भंडार उपस्थित हैं।



चित्र - 2.1 : मैग्नेसाइट का वैश्विक वितरण

2.1.2 म्यांमार

म्यांमार में पश्चिमी अराकान-नाग क्षेत्र में ओफियोलाइट शैलों के साथ अनेक छोटे मैफिक गिरिपिंड अवस्थित हैं जिनमें सर्पेन्टिनीभूत शैल हैं। इन्हीं के साथ क्रोमाइट, प्लैटिनम, एसबेस्टस तथा जेडाइट के साथ ही मैग्नेसाइट की उपस्थिति भी उल्लिखित है।

2.1.3 पाकिस्तान

पाकिस्तान-अफगानिस्तान क्षेत्र में सुलेमान-किरथर भूभाग में क्वेटा के निकट हिंदूबाग स्थान पर सर्पेन्टिनीभूत डनाइट शैलों में क्रोमाइट, एसबेस्टस तथा टैल्क के साथ मैग्नेसाइट भी पाया जाता है। अवसादी प्रकार का मैग्नेसाइट शेरवां क्षेत्र में कुम्हार तथा कुल्हार खेतार में उत्तरपुराजीव-कालीन डोलोमाइट तथा डोलोमाइटी चूनाश्म में पाया जाता है जो अतिलवणीय समुद्री जल में निक्षेपित माना जाता है (अशरफ तथा अन्य, 1971)।

2.1.4 उत्तरी कोरिया

उत्तरी कोरिया के नामगे, योनिआन, नेहवाइआडोन आदि स्थानों में मैग्नेसाइट के निक्षेप पाए गए हैं। दक्षिणी कान्यो प्रांत में तांसेंगुन क्षेत्र के निक्षेप उल्लेखनीय हैं जहां लगभग तीन अरब टन भंडार बताया जाता है।

2.1.5 नेपाल

नेपाल के लघु हिमालय क्षेत्र में क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट की उपस्थिति अनेक स्थानों पर ज्ञात है। इनमें से काठमांडू से 112 किमी. दूर दोलाखा जिले में स्थित खारीढूंगा तथा पूर्वी नेपाल में उदयपुर जिले के फतेहपुर से 16 किमी. दूर संकोसी घाटी में कंपूघाटी के निक्षेप महत्वपूर्ण हैं। इनके अतिरिक्त सिंधु पाल चौक कुबुइदे, धारापानी, बाराम्ची, सानोखारीढुंगा, फापलू (दोलाखा

जिला), पश्चिमी नेपाल में बइतादी तथा गुंपा-डे-बिगू स्थानों पर भी मैग्नेसाइट मिलता है। नेपाल के मैग्नेसाइट के निक्षेप एकाकी लेंसों के रूप में डोलोमाइट तथा कैल्शियमी ग्रेफाइटी फाइलाइट के साथ मिलते हैं। केवल खारीढुंगा के निक्षेप आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं तथा इस समय उनका उत्खनन हो रहा है (यूनाइटेड नेशंस, 1993)।

2.1.6 कज़ाकिस्तान

पूर्वी कज़ाकिस्तान के उशारीश्ख क्षेत्र में फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेप उल्लिखित हैं।

2.1.7 भारत

मैग्नेसाइट निक्षेपों की दृष्टि से भारत का विश्व में महत्वपूर्व स्थान है। प्रायद्वीपीय भारत विशेषकर सेलम, तमिलनाडु तथा डोडकन्या, मैसूर, कर्नाटक में क्राउबाथ प्रकार के तथा हिमालय में फाइश प्रकार के निक्षेप मुख्य हैं। भारतीय निक्षेपों का विस्तृत वर्णन अध्याय 3 में किया जाएगा।

2.2 यूरोप

2.2.1 रूस (एवं पूर्व सोवियत संघ)

यूराल पर्वतमाला के सात्किन (या सत्का), बेलोरेत्स्क तथा कताव-इवॉनोव निक्षेप, इर्कुत्स्क क्षेत्र के साविन्स्क, आनोत्स्क निक्षेप, क्रास्नोयार्क क्षेत्र के उदेरेइस्क निक्षेप तथा पूर्वी कज़ाकिस्तान के उशारीश्ख निक्षेप महत्वपूर्ण हैं (स्मिर्नाव तथा अन्य, 1983, पृ. 74)।

यूराल पर्वत में ऊफा प्रदेश में जालेस्ट से 60 किमी. दक्षिण-पश्चिम स्थित सात्किन क्षेत्र के निक्षेप प्रमुख हैं। ये निक्षेप दो

समानांतर शिरा श्रेणियों के रूप में मिलते हैं जो लगभग 8 किमी. लंबे क्षेत्र में अवस्थित हैं। कुछ शिराएँ 2 किमी. लंबी तथा 80 मी. तक चौड़ी हैं। ये निक्षेप कैंब्रियन अथवा परवर्ती पूर्व कैंब्रियन काल के डोलोमाइट, मार्ल, संगुटिकाश्म, बलुआ पत्थर, स्लेट तथा फाइलाइट शैलों के साथ स्थित हैं। यूराल पर्वत के पश्चिम ढलान पर स्थित ये निक्षेप विश्व के कुछ प्रमुख क्रिस्टलीय निक्षेपों में से एक माने जाते हैं। बाकल-सत्का नाम से प्रसिद्ध यह खान क्षेत्र बाश्कीरियाई बृहत् समपनति के पश्चिमी संरचनात्मक तथा संलक्षणी प्रदेश से संबंधित है। आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण निक्षेप कार्बोनेट शैलों में स्थित हैं। ये दो प्रकार के हैं: एक तो पूरे क्षेत्र के भिन्न-भिन्न स्तरों के कार्बोनेट शैलों में फैले हुए परंतु इतस्ततः मिलने वाले सूक्ष्मकणिक मैग्नेसाइट तथा दूसरे कार्बोनेट के कुछ निश्चित स्तरक्रमों में स्थित क्रिस्टलीय निक्षेप। इस क्षेत्र के मैग्नेसाइट में ग्रेफाइट भी कुछ मात्रा में पाया जाता है।

सत्का से लगभग 400 किमी. दक्षिण में खलीलोवा ओराक क्षेत्र में पेरीडोटाइट-जैसे अतिमैफिक शैलों में मैग्नेसाइट शिराएं मिलती हैं जिनमें से कुछ 46 सेमी. तक मोटी हैं।

2.2.2 ऑस्ट्रिया

ऑस्ट्रिया के मैग्नेसाइट के कुल लगभग चालीस निक्षेप विएना के दक्षिण पश्चिम में सेमेरिंग से पश्चिम, मुज घाटी से होते हुए टाइरोल-साल्ज़बुर्ग सीमा के हॉकफिल्सेन क्षेत्र तक फैली हुई कायांतरित अवसादी शैलों की एक संकरी पट्टी में लेंसों के रूप में अवस्थित हैं। सेमेरिंग, फाइश, ब्राइटेनाऊ, ट्रीबेन, राडेंथाइन, ओबेर्डोर्फ, सुंक, होहेंटाउर्न, हाउसेल्बर्ग तथा डींटेन के निक्षेप महत्वपूर्ण हैं। फाइश निक्षेप लगभग 1 किमी. लंबाई में तथा 270

मी. चौड़े क्षेत्र में फैले हुए हैं। ऑस्ट्रिया के ये निक्षेप पूर्व-आल्पीय ग्रेवाके जोन के अंतर्गत आते हैं तथा साइल्यूरियन से कार्बोनिफेरस काल के माने जाते हैं। टाइरोल में पर्मियन कालीन कैल्शियमी आल्प्स के लोहित संस्तरों में भी मैग्नेसाइट पाया जाता है।

वेटजेंस्टाइन (1989) ने ऑस्ट्रियाई निक्षेपों को तीन वर्गों में विभाजित किया है:

1. स्थूलकणिक मैग्नेसाइट जिनमें लौह ऑक्साइड की मात्रा 3 प्रतिशत से अधिक है। उदाहरणार्थ फाइश, ब्राइटेनाउ, लासिंग, लियोगांग, डींटेन, सेंट ओस्वाल्ड तथा ट्रागेल के निक्षेप।
2. 3 प्रतिशत से कम लौह ऑक्साइड युक्त स्थूल कणिक मैग्नेसाइट, जैसे— ट्रीबेन, राडेंथाइन तथा टुक्स-ओबेर्डोर्फ/ लामिंग, लानेर्स्बाख के निक्षेप। टुक्स-लानेर्स्बाख मैग्नेसाइट के साथ टंग्स्टेन अयस्क शीलाइट भी पाया जाता है।
3. 2 से 3 प्रतिशत लौह ऑक्साइड-युक्त सूक्ष्मकणिक मैग्नेसाइट उदाहरणार्थ फीबर्ब्रुन के निक्षेप।

ऑस्ट्रिया का क्राउबाथ क्षेत्र अतिमैफिक शैलों विशेषकर सर्पेन्टिनाइट के साथ मिलने वाले गूढ़क्रिस्टली मैग्नेसाइट के लिए प्रसिद्ध है।

मध्यजीवी काल के वाष्पनज शैलों के साथ भी मैग्नेसाइट की उपस्थिति बिएले वोडी, नोवोवेस्का हुडा, स्माइज़ेनी, संकोवेस आदि स्थानों पर उल्लिखित है। यहां मैग्नेसाइट यद्यपि आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण नहीं हैं पर जिप्सम, एनहाइड्राइट, हेलाइट, डोलोमाइट तथा कैल्साइट-जैसे वाष्पनज खनिजों के साथ मिलने के कारण शास्त्रीय दृष्टि से निश्चय ही ध्यान देने योग्य हैं।

2.2.3 चेकोस्लोवाकिया (वर्तमान चेक गणराज्य तथा स्लोवाकिया)

पूर्ववर्ती चेकोस्लोवाकिया में मैग्नेसाइट के निक्षेप प्लीसोविले से कोसित्से तक लगभग 120 किमी. लंबी पट्टी में चूनाश्म तथा डोलोमाइट में क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट के अनेक लेंसों के रूप में अवस्थित हैं। इनमें भी कोकावा एवं ओख्यिना के बीच उत्कृष्ट प्रकार के निक्षेप हैं। लोबीनोबाना के पास ढेंविन तथा ओख्यिना के पास मैसोनी के निक्षेप उल्लेखनीय हैं। मैसोनी में लगभग 55 मी. चौड़े तथा 1.6 किमी. लंबे निक्षेप हैं। यहां मैग्नेसाइट कार्बोनीफ़ेरस कालीन ग्रेफ़ाइट शिस्ट, डोलोमाइट, शेल, शिस्टाभ डोलोमाइट तथा संहत डोलोमाइट में मिलते हैं। आस्ट्रियाई आल्प्स में पाई जाने वाली मैग्नेसाइट पट्टी ही स्लोवाकिया के पश्चिमी कार्पेथियन क्षेत्र में पहुँची है। यहां के डूबरावा गिरिपिंड में इसके महत्वपूर्ण निक्षेप हैं जो कार्बोनिफ़ेरस काल के हैं।

क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट भी होडकोवेत्से के पास परामैफिक शैलों में पाए जाते हैं।

2.2.4 यूनान (ग्रीस)

यूनान के पूर्वी भाग में अनेक निक्षेप हैं। इनमें से खाल्कीडिकी प्रायद्वीप में थेसालोनिका के पास वावडोस, ओर्मीलिया, यूबोइया तथा गेराकिमी के निक्षेप, मध्य तथा उत्तरी क्यूबोइया में मांतौदी के आसपास के निक्षेप क्राउबाथ प्रकार के हैं तथा पश्चिमी मैसीडोनिया के इयानी तथा कज़ानी निक्षेप बेला स्टेना प्रकार के हैं। क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट शिराओं, शिरिकाजाल या अनियमित रूपों में तथा बहुधा कोलायडी गठन के साथ पाए जाते हैं। बेलास्टेना प्रकार के निक्षेप मार्ल, मृत्तिकाश्म तथा बालुकाश्म में उपल तथा उपलिकाओं के रूप में पाए जाते हैं। ये निक्षेप नियोजीन काल में

झीलों में निक्षेपित हुए हैं। इनमें प्राचीन कालीन मैग्नेसाइट की अपेक्षा ह्यून्टाइट तथा हाइड्रोमैग्नेसाइट खनिज रूप मुख्यतया मिलते हैं। उत्तरी यूनान की झीलों में आज भी अवक्षिप्त होने वाले मैग्नेसाइट का वर्णन सकमान (1989) ने किया है।

2.2.5 यूगोस्लाविया (फेडेरल रिपब्लिक ऑफ यूगोस्लाविया)

वर्तमान यूगोस्लाव जनवादी गणतंत्र पूर्ववर्ती सर्बिया तथा मोंटेनीग्रो के गणतंत्र और कोसोवो, मीटोहिगा एवं वोय्वोडिना के स्वशासी प्रांतों का एक संघ है। यहां मैग्नेसाइट के निक्षेप अनेक क्षेत्रों में हैं। क्राउबाथ प्रकार के निक्षेप डाइनेरिया, मैगाय, उजिच के पास सुमाडिया, चॅचाक के पास वाल्येवो, क्राल्येवो और रास्का तथा स्कोल्प्ये के बीच के क्षेत्र में हैं। इस अंतिम क्षेत्र में गोलेश तथा डुबोवेत्स के निक्षेप महत्वपूर्ण हैं। ये निक्षेप प्रिस्टीना के दक्षिण पश्चिम में सर्पेन्टिनाइट शैलों में विभंग क्षेत्रों में अनेक शिराओं के रूप में मिलते हैं। ये शिराएं 0.5 से 200 मीटर तक मोटी, 1 किमी. 200 मीटर तक लंबी और 300 मी. तक की गहराई में पाई गई हैं। यहां मैग्नेसाइट के साथ ओपल, कैल्सीडनी तथा सेपियोलाइट खनिज भी मिलते हैं।

दूसरे प्रकार के निक्षेप हैं बेला स्टेना और बेली कामेन के। क्राल्येवो के दक्षिण में स्थित ये निक्षेप मायोसीन कालीन अवसादी शैलों विशेषकर शेल तथा चूनाश्म में लेंसों के रूप में मिलते हैं। बेला स्टेना के निक्षेप 1981 तक पूर्ण रूप से उत्खनित हो चुके तथा उसके बाद बेली कामेन के निक्षेपों को निकालना प्रारंभ हुआ।

2.2.6 टर्की

टर्की में तीन महत्वपूर्ण निक्षेप साल्दा झील, कूटाह्या तथा एस्कीसेहीर में हैं। साल्दा झील निक्षेप दक्षिणी टर्की में अंतालिया

बंदरगाह से लगभग 150 किमी. उत्तर पश्चिम में येसीलोव नगर के पास स्थित हैं। ये निक्षेप लगभग 60 वर्ग किमी. क्षेत्र में फैले हैं तथा 190 मी. गहराई तक पाए गए हैं। साल्दा झील में आसपास के सर्पेन्टिनाइट में स्थित मैग्नेसाइट शिरिका जाल के अपक्षयण से मैग्नेसाइट पंक भर गया है। अल्प मात्रा में अनेक अन्य लवणीय झीलों, जैसे— टूजू गुलू में आज भी हो रहे मैग्नेसाइट अवसादन का उल्लेख इरियन तथा मूलर (1966) ने किया है।

एस्कीसेहीर के निक्षेप शिरा तथा शिरिकाजाल के रूप में सर्पेन्टिनाइट की दरारों में भरे हुए हैं। साथ ही सर्पेन्टिनाइट और सहवर्ती अवसादी शैलों में मैग्नेसाइट की ग्रंथिकाएं भी पाई जाती हैं। पश्चिमी टर्की में एनाटोलाइडीस के उत्तरी भाग में ओरहानेली क्षेत्र में उत्तर क्रटेशियस कालीन अतिमैफिक आग्नेय शैलों के साथ मैग्नेसाइट पाया जाता है। सुनेर तथा अन्य (2001) के अनुसार यहां स्थूल, लेंसरूप तथा शिरिकाजाल (पिग्नोलाइट) के रूप में मैग्नेसाइट मिलता है जो सूक्ष्मकणिक तथा स्थूलकणिक दोनों प्रकार का है।

2.2.7 नार्वे

मैग्नेसाइट की गूढ़क्रिस्टली, संग्रंथित कुछ मिमी. से कुछ डेसीमीटर तक के व्यास वाली ग्रंथिकाएँ नार्वे के स्नारूम क्षेत्र में सर्पेन्टिनाइट के साथ अवस्थित मिलती हैं। ट्राम्सू क्षेत्र में सैंग्वेडाइट नामक शैल पाया जाता है जिसमें सूक्ष्म से मध्य कणिक, लौह-युक्त मैग्नेसाइट (ब्रुनेराइट) के कणब्लास्टी पुंजों के साथ ब्रोंज़ाइट, फ़्लोगोपाइट तथा क्रोमाइट पाए गए हैं।

2.2.8 स्पेन

स्पेन के पाइरेनीज पर्वत में अर्गा घाटी के उत्तरी नवारा क्षेत्र में डेवोनियन तथा कार्बोनिफेरस कालीन अवसादी शैलों के साथ

मैग्नेसाइट के अच्छे भंडार पाए जाते हैं। ये भंडार आल्डुडेस-क्विंटो रीयल गिरिपिंड में यूगुई से अल्मांडोज तक फैले हुए हैं। यूगुई (आस्टुरेटा) सोटालार, सेंट मिग्युएल, पैकिऑस आदि प्रमुख निक्षेप हैं। वर्तमान काल में भी लॉस मोनेग्रॉस की घ्लाया झीलों में मैग्नेसाइट का अवक्षेपण हो रहा है (मूर तथा उर्पिनेल, 1987)।

2.2.9 इटली

फ्लोरेंस के निकट सर्पेन्टिनाइट पर्वत क्षेत्र मे तथा एल्बा द्वीप में क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट की उपस्थिति उल्लिखित है।

2.3 अफ्रीका

2.3.1 दक्षिण अफ्रीका

बुशवेल्ड आग्नेय संकुल के पूर्वोत्तर क्षेत्र में लगभग 80 किमी. लंबी पट्टी में मैग्नेसाइट के अलग-अलग निक्षेप सर्पेन्टिनीभूत परामैफिक शैलों के साथ पाए जाते हैं। इसी प्रकार सिडिंग के निक्षेप उल्लेखनीय हैं। इसके अतिरिक्त लाइडेनबर्ग क्षेत्र में मैग्नेसाइट की ग्रंथिकाएं पाई जाती हैं।

2.3.2 ज़ेरे

ज़ेरे के अवसादी माने जाने वाले तांबे के सल्फाइड निक्षेपों के साथ मैग्नेसाइट की उपस्थिति भी बतलाई गई है परंतु यह उपस्थिति आर्थिक दृष्टि से विशेष महत्वपूर्ण नहीं है।

2.3.3 ट्यूनीशिया

ट्यूनीशिया के जर्जिस क्षेत्र में मायोसीन कालीन नमक के वाष्पनज भंडारों के साथ मैग्नेसाइट भी पाया जाता है (पर्थुइसॉट, 1971) परंतु इसका आर्थिक महत्व अभी स्थापित नहीं हुआ है।

2.4 आस्ट्रेलिया

आस्ट्रेलिया के न्यू साउथ वेल्स, क्वीन्सलैंड, विक्टोरिया तथा दक्षिणी एवं पश्चिमी आस्ट्रेलिया प्रांतों में मैग्नेसाइट के निक्षेप मिलते हैं। न्यू साउथ वेल्स में एक महत्वपूर्ण निक्षेप टुलामोर से 22.4 किमी. दक्षिण पश्चिम में फाइफील्ड क्षेत्र में विघटित एम्फीबोलाइट में शिराओं तथा ग्रंथिकाओं के रूप में मिलता है। उसी प्रकार इस प्रांत में मुख्य उत्तरी सर्पेन्टीन पट्टी में अटुंगा तथा बर्राबा-बुंगारा क्षेत्र में भी मैग्नेसाइट के निक्षेप उल्लिखित हैं।

क्वीन्सलैंड में मार्लबरो, कुंवारारा, मरिमल, यांबा तथा माउंटेन क्रीक के निक्षेप उल्लेखनीय हैं। ये सभी निक्षेप गूढ़क्रिस्टली लेंसों, शिराओं तथा स्टॉकवर्क के रूप में अतिमैफिक शैलों के साथ अवस्थित हैं। कुंवारारा में ये ग्रंथिकाओं तथा पिंडों के रूप में पाए जाते हैं। माउंटेन क्रीक क्षेत्र में सर्पेन्टिनाइट-युक्त पहाड़ियों से बहने वाली एक मौसमी नदी के द्वारा सर्पेन्टीन के अपक्षयण के कारण द्वितीयक मैग्नेसाइट की ग्रंथिकाओं का निर्माण हुआ है। ये ग्रंथिकाएं ज्वार के समय पंक तथा ग्रैवेल के साथ सागरीय अवसादों में मिल जाती हैं।

विक्टोरिया प्रांत में हीथकोट नामक स्थान के पास मैग्नेसाइट की शिराएं तथा ग्रंथिकाएं विघटित डायाबेस शैल में पाई गई हैं। इस प्रांत में अन्य स्थानों से भी मैग्नेसाइट की उपस्थिति का उल्लेख मिलता है।

दक्षिणी आस्ट्रेलिया में कोपेली के पास ऑगस्टा बंदरगाह के निकट क्रोज़िएर-डेवनपोर्ट क्षेत्र में तथा एडीलेड से 188 किमी. उत्तरपूर्व में राबर्ट्स्टाउन के पास मैग्नेसाइट के निक्षेप अवसादी शैलों, जैसे— कैल्कीय शेल, डोलोमाइटी चूनाश्म, डोलोमाइट तथा क्वार्ट्ज़ाइट के साथ पाए जाते हैं।

पश्चिमी आस्ट्रेलिया में कूलगार्डी तथा उससे 35 किमी. पश्चिम के बुलौग के निकट सर्पेन्टिनाइट में मैग्नेसाइट की शिराएं पाई गई हैं। कालगुर्ली क्षेत्र में आर्कियन कालीन ब्लैक क्ले संस्तरों में भी वाष्पनज मैग्नेसाइट पाया गया है। इसी प्रकार रूम जुंगल क्षेत्र में वाष्पनज शैलों के साथ यूरेनियम तथा मैग्नेसाइट की उपस्थिति पाई गई है।

2.5 उत्तरी अमेरिका

2.5.1 संयुक्त राज्य अमेरिका

डोलोमाइट के साथ मिलने वाले क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट के निक्षेप नेवादा राज्य में गैब्स तथा वाशिंगटन में स्टीवेन्स काउंटी एवं ओकैनोगान काउंटी में स्थित हैं। इनके अतिरिक्त न्यू-मैक्सिको तथा टेक्सास में भी इस प्रकार के मैग्नेसाइट की उपस्थिति उल्लिखित है।

अतिमैफिक शैलों में भी क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट के निक्षेप उत्तरी मध्य वरमौंट में पाए गए हैं। इसी प्रकार अतिमैफिक शैलों में ग्रंथिकाओं, शिराओं तथा स्टॉकवर्क के रूप में मिलने वाले गूढ़क्रिस्टलीय निक्षेप कैलीफोर्निया के रेड माउंटेन तथा सेंटा क्लारा क्षेत्र में और कुछ मात्रा में ओरेगॉन, पेंसिलवानिया के मेरीलैंड लाइन, मैसाच्युसेट्स, न्यू जेरेसी और न्यू-यॉर्क में भी मिलते हैं। पूर्वी नेवादा में गूढ़क्रिस्टली मैग्नेसाइट स्तरित रायोलाइटी टुफ के साथ भी पाया गया है। वाष्पनज मैग्नेसाइट के भी कुछ छोटे-छोटे तथा आर्थिक दृष्टि से महत्वहीन निक्षेप अनेक उत्तरी तथा पश्चिमी राज्यों में स्थित हैं।

2.5.2 कनाडा

कनाडा में ओंटारियो में टिमिंस के पास अतिमैफिक शैलों के साथ गूढ़क्रिस्टली मैग्नेसाइट पाया गया है। उसी प्रकार क्वेबेक में मैग्नेसाइट डोलोमाइट मिश्रित शैल चूनाश्म के साथ शिरा रूप में मिलता है।

2.6 दक्षिणी अमेरिका

2.6.1 ब्राज़ील

ब्राज़ील में सिएरा प्रांत में अलेंकार क्षेत्र में तथा दक्षिणी पश्चिमी बहिया में इगुआस पर्वत श्रेणी में ब्रूमैडो के पास कैंब्रियन पूर्व डोलोमाइट तथा क्वार्ट्ज़ाइट के साथ क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट के निक्षेप अवस्थित हैं।

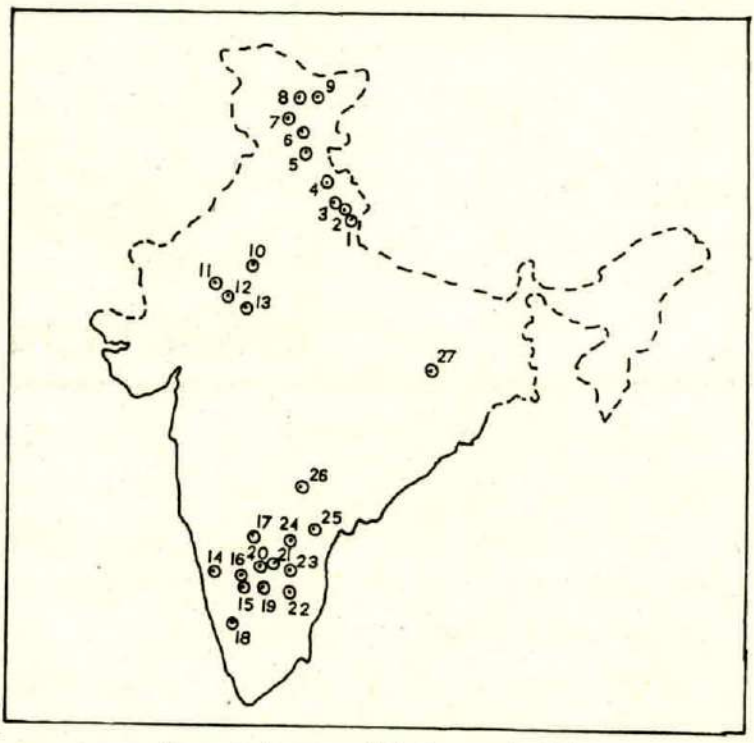
अध्याय - 3

भारतीय निक्षेप

मैग्नेसाइट भंडार की दृष्टि से भारत का विश्व में पांचवां स्थान है। हमारे यहां फाइश तथा क्राउबाथ दो प्रकार के निक्षेप विद्यमान हैं। जम्मू-कश्मीर के लद्दाख क्षेत्र को छोड़कर सारे हिमालयी निक्षेप फाइश प्रकार के हैं और आंध्र प्रदेश में वेंपेल्ले के एक छोटे से उल्लेख के अतिरिक्त प्रायद्वीपीय भारत के सभी निक्षेप क्राउबाथ प्रकार के हैं। आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण निक्षेप उत्तरांचल, हिमालय प्रदेश, जम्मू-कश्मीर, तमिलनाडु, कर्नाटक, राजस्थान तथा केरल में अवस्थित हैं। इनके अतिरिक्त झारखंड, आंध्र प्रदेश तथा सिक्किम में भी मैग्नेसाइट की उपस्थिति का उल्लेख मिलता है (चित्र - 3.1)।

3.1 उत्तरांचल

उत्तरांचल का गढ़वाल-कुमाऊं लघु हिमालय क्षेत्र मैग्नेसाइट भडारों की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण है। यहां पिथौरागढ़, बागेश्वर, अल्मोड़ा तथा चमोली जिलों में मैग्नेसाइट के निक्षेप ज्ञात हैं जो पूर्व में काली घाटी से पश्चिम में मंदाकिनी घाटी तक सैकड़ों छोटी-बड़ी एक-दूसरे से असंलग्न परंतु स्तर क्रम की दृष्टि से



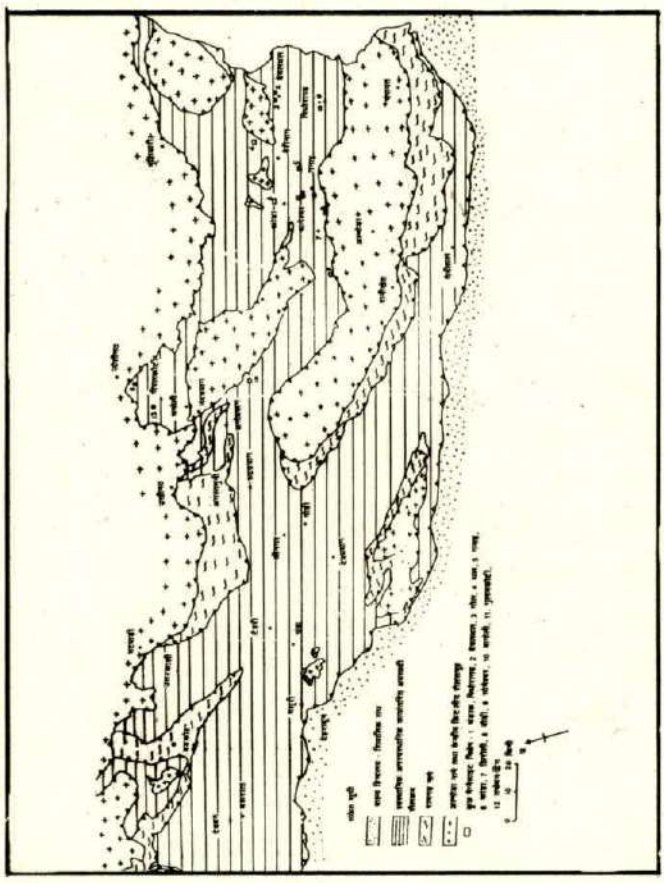
चित्र - 3.1 भारत में मैग्नेसाइट के निक्षेप

उत्तरांचल	- 1. पिथौरागढ़, 2. बागेश्वर, 3. अल्मोड़ा, 4. चमोली,
हिमाचल प्रदेश	- 5. शिमला, 6. चंबा,
जम्मू-कश्मीर	- 7. उधमपुर, 8. कारगिल, 9. लदाख,
राजस्थान	- 10. अजमेर, 11. पाली, 12. राजसमुंद, 13 उदयपुर,
कर्नाटक	- 14. कोडुगु, 15. मैसूर, 16. हासन, 17. बेल्लारि,
केरल	- 18. पालघाट,
तमिलनाडु	- 19. कोयंबटूर, 20. नीलगिरि, 21. पेरियार, 22. तिरुचिरापल्लि, 23. सेलम, 24. धर्मपुरी, 25. तिरुवन्नमलै,
आंध्रप्रदेश	- 26. वेंपेल्ले,
झारखंड	- 27. सिंहभूम

लगभग एक ही स्तर पर स्थित संस्तरों या लेंसों के रूप में विद्यमान हैं (चित्र - 3.2)।

कुमाऊं के मैग्नेसाइट निक्षेप हैम तथा गैंसर (1939 पृ. 31) ने देखे तो थे परंतु उन्होंने भूल से उन्हें बेराइट समझा। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण के भूवैज्ञानिकों ने चालीस तथा पचास के दशकों में इन निक्षेपों का अन्वेषण किया (नौटियाल, 1953)। मिश्रा तथा वल्दिया (1961) ने पिथौरागढ़ के निक्षेपों का विस्तृत वर्णन किया। मुक्तिनाथ तथा वाखलू (1962) ने उत्तरांचल, विशेषकर कुमाऊं के निक्षेपों के संबंध में भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण द्वारा किए गए अध्ययन को प्रकाशित किया। बाद में इन विभिन्न निक्षेपों के अनेक आयामों के अध्ययन सामने आए। उत्तर प्रदेश भूतत्व एवं खनिकर्म निदेशालय के भूवैज्ञानिकों ने इन निक्षेपों का विस्तृत अध्ययन किया परंतु उनके विवरण निदेशालय की फाइलों में ही दबे पड़े हैं। उसी प्रकार खनिज सर्वेक्षण निगम, भारतीय खान ब्यूरो-जैसी शासकीय संस्थाओं तथा कुछ औद्योगिक इकाइयों द्वारा भी आर्थिक पहलू की दृष्टि से कुछ निक्षेपों के अध्ययन हुए परंतु उनके निष्कर्ष भी सीमित उद्देश्य के होने के कारण अप्रकाशित ही रहे। प्रकाशित अध्ययनों में महत्वपूर्ण हैं दुबे तथा दीक्षित (1962), राव तथा अन्य (1964 क तथा ख), वल्दिया (1968), दीक्षित (1969 ख), तिवारी (1973), सफाया (1975, 1976), मुखर्जी (1977), नेगी (1978), भट्टाचार्य तथा जोशी (1979), सेनगुप्ता तथा मुखर्जी (1988, 1990), वीरकर (1988), सेनगुप्ता (1990), जोशी तथा अन्य (1993), शर्मा तथा जोशी (1997), कुमार (1998) तथा सेनगुप्ता एवं यादव (1998)।

गढ़वाल के निक्षेपों का सर्वप्रथम अध्ययन उत्तर प्रदेश शासन के भूवैज्ञानिकों द्वारा किया गया परंतु वह अप्रकाशित ही रहा।



चित्र - 3.2 : उत्तरांचल लघु हिमालय : भूवैज्ञानिक मानचित्र तथा मैग्नेसाइट निक्षेप आधार-वल्दिया, 1990 (सरलीकृत)

गौड़ (1971), दवे तथा गौड़ (1972, 1976), गौड़ तथा अन्य (1977, 1979), जोशी तथा पांडे (1987) एवं प्रसाद तथा अन्य (1996)'ने इन निक्षेपों के विवरण एवं अध्ययन प्रकाशित किए। भारतीय खान ब्यूरो ने उत्तरांचल के इन निक्षेपों का अध्ययन करते हुए एक पुस्तिका का प्रकाशन किया है (1990 ख)।

वल्दिया (1980) के अनुसार इन निक्षेपों को तीन अक्षांशीय पट्टियों के रूप में वर्णित किया जा सकता है। दक्षिणी पट्टी में रामगंगा के पूर्व में बिसाबाजेड, चंडाक, मढ़, छाना-हलपाती, धारीगांव, बस्ते तथा देवपाला, रामगंगा तथा सरयू के बीच डोल-तुसरानी, रिथैट, गणाइ, ताछिनी तथा पधियारी तथा सरयू के पश्चिम में बौड़ी, असों एवं झिरोली के निक्षेप आते हैं। मध्य पट्टी में काली और रामगंगा के बीच पंथसेरा, गैंडोली, डुंडू एवं देवलथल (ओसैल, हराली, पथरौली व बुंगाछीना), रामगंगा व सरयू के बीच बोरा-आगर, रांई-आगर तथा कांडा और सरयू के पश्चिम में पाना, भूरगांव, देवलधार (छानी, पग्ना, नैल), भालदेव, चौगांवछीना, चहाना, गिरिछीना तथा सोमेश्वर के निक्षेप और काफी दूरी के बाद पश्चिम में पिंडर घाटी में नारायणबगड़ तथा कर्णप्रयाग के बीच बागोली एवं अलकनंदा तथा मंदाकिनी के बीच बंगथल-किमठा, लाटूधार-लालधारा एवं कैंजा के निक्षेप स्थित हैं। उत्तरी पट्टी में गोरी घाटी के पैंया-पौड़ी और इमखोला, गोल, खोली और थल, पुंगर घाटी के किरौली, खुना, किरौला, बिनसर, तुपेड़, सरयू के पूर्व में कांडा, मसौली, लाहोर घाटी में जाख, हरबार, दौरगिरि, बजड़भांगा और हरप तथा एक अंतराल के बाद पश्चिम में पिंडर के पार अलकनंदा घाटी में द्विंग, तपोवन, पल्ला, जखोला, किमाना, हेलंग, मोल्टा, ममोल्टा, पागांव, गुलाबकोटी, मंडरा, तरकताल, रमणी, पइगधेरा, टंगणी और बेलाकूची के निक्षेप उल्लिखित हैं।

कुमाऊं (पिथौरागढ़-बागेश्वर-अल्मोड़ा) के निक्षेप स्तरक्रम विज्ञान की दृष्टि से गंगोलीहाट शैलसमूह के शैलों, विशेषतया डोलोमाइट के साथ मिलते हैं। इस क्षेत्र का स्तरक्रम निम्न है:

बेरीनाग शैलसमूह	-	अल्पकोटि कायांतरित क्वार्ट्ज़ाइट, शिस्टीय क्वार्ट्ज़-क्लोराइड-सेरीसाइट शिस्ट
गंगोलीहाट शैलसमूह	-	डोलोमाइट तथा डोलोमिटी चूनाश्म (बहुधा स्ट्रोमेटोलाइट संरचनायुक्त), चूनाश्म, टैल्कीय डोलोमाइट, अंतःस्तरित शेल, स्लेट तथा फाइलाइट, मैग्नेसाइट लेंस तथा तांबे, सीसे एवं जस्ते के खनिज निक्षेप
रऊतगड़ा शैलसमूह	-	क्वार्ट्ज़ाइट, स्लेट तथा फाइलाइट (वल्दिया, 1980 पर आधारित, संशोधित)

गंगोलीहाट शैलसमूह में डोलोमाइट में शैवाल तथा जीवाणु निर्मित स्ट्रोमेटालाइट संरचनाएं मिलती हैं। इनमें बाइकालिया बाइकालिका, कुसिएल्ला कुसिएंसिस, मिंजारिया यूरालिका, मास्लोविएला कोलम्नैरिस, कोलोनेल्ला, कोनोफाइटन सिलिंड्रिकस, कोनोफाइटन गर्गेनिकस, कोनोफाइटन मिश्राइ, प्लिकैटिना तथा स्ट्रैटीफेरा प्रमुख हैं। ये संरचनाएं रूस के यूराल पर्वत में पाई जाने वाली संरचनाओं के समान हैं और इसी आधार पर गंगोलीहाट शैलसमूह को उत्तर मध्य राइफियन काल का अर्थात् 110 करोड़ से 90 करोड़ वर्ष पूर्व का माना गया (वल्दिया, 1980 पृ. 32)। गंगोलीहाट शैलसमूह के ही समान लघु हिमालय क्षेत्र के देवबन, शाली तथा जम्मू डोलोमाइट भी इन्हीं स्ट्रोमेटोलाइट संरचनाओं

की उपस्थिति के कारण इसी काल के माने जाते हैं तथा उनका स्तरक्रमिक सहसंबंध स्थापित किया गया है (राहा तथा शास्त्री, 1976)। लेकिन अभी हाल में इन शैलों को पुराजीवी काल तक का माने जाने की संभावना हो गई है क्योंकि तिवारी तथा अन्य (2000) ने गंगोलीहाट डोलोमाइट से नवप्रोटेरोजोइक कालीन स्पंज कंटिका तथा आजमी एवं पॉल (2004) ने कैंब्रियन पूर्व-कैंब्रियन कालीन सूक्ष्म जीवाश्म प्राप्त किए हैं।

जहां कुमाऊं के मैग्नेसाइट निक्षेप गंगोलीहाट शैलसमूह में स्थित हैं वहीं गढ़वाल में चमोली के निक्षेप देवबन शैलसमूह में पाए जाते हैं। चमोली क्षेत्र का स्तरक्रम वर्णन करते हुए गौड़ तथा अन्य (1977) ने इन शैलों को गढ़वाल समूह का नाम देते हुए निम्न स्तरक्रम प्रस्तावित किया है:

गढ़वाल समूह	- गुलाबकोटी शैलसमूह	- भूरे, सूक्ष्मकणिक डोलोस्टोन, मैग्नेसाइट तथा नीचे क्वार्ट्ज़ाइट
	दसोली शैलसमूह	- डोलोस्टोन (टैल्क तथा मैग्नेसाइट युक्त), सिलिका युक्त तथा सिलिका मुक्त पट्टित डोलोस्टोन
	पीपलकोटी शैलसमूह	- स्लेट, डोलोस्टोन, टैल्क, मैग्नेसाइट निक्षेप

उत्तरांचल के इन मैग्नेसाइट निक्षेपों में से अनेक आर्थिक दृष्टि से परिमाण तथा गुणवत्ता दोनों ही आधारों पर महत्वपूर्ण हैं जिनका संक्षिप्त वर्णन निम्नलिखित है:

3.1.1 कुमाऊं क्षेत्र (अल्मोडा-बागेश्वर-पिथौरागढ़)

बागेश्वर जिले के देवलधार क्षेत्र के अंतर्गत आने वाले **झिरोली** के निक्षेप अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। ये निक्षेप पत्री-झिरोली-नैनी कटक की दक्षिणी ढलान पर लगभग 2.9 किमी. लबे, 15 से 35 मी. चौड़े तथा 15 से 30 मी. मोटे हैं। यहां अनुमानित निचय 1 करोड़ 19 लाख टन तथा सत्यापित निचय लगभग 90 लाख टन हैं। इस क्षेत्र में खनन कार्य अल्मोड़ा मैग्नेसाइट लि. नामक कंपनी द्वारा किया जा रहा है। यह कंपनी उत्तर प्रदेश राज्य औद्योगिक विकास निगम, टाटा आयरन एंड स्टील कंपनी लि. की एक शाखा टाटा रिफ्रैक्टरीज लि. तथा स्टील अथॉरिटी ऑफ इंडिया के सहयोग से बनी है। कंपनी के पास 183 हेक्टेयर क्षेत्र लीज पर है जिसमें से 53.20 हेक्टेयर खान क्षेत्र है। यहां मटेला में कंपनी का एक मैग्नेसाइट दहन संयंत्र भी लगा है। भारतीय खान ब्यूरो (1980 क) के अनुसार इस क्षेत्र के निक्षेपों को नौ खंडों में विभाजित किया गया है जिनमें से खंड I तथा II अलग-अलग हैं, खंड III, IV तथा V लगातार हैं। खंड VI तथा VII ए भी जुड़े हुए हैं। खंड VII बी, VIII तथा IX भी एक-दूसरे से भ्रंशों द्वारा विभाजित हैं। खनिज निक्षेप उप-दपू नतिलंब तथा लगभग 30^0 से 35^0 उत्तर की नति के साथ स्थित हैं यद्यपि नति में कहीं-कही दिशा तथा परिमाण में परिवर्तन भी दृष्टिगोचर होता है। इस मैग्नेसाइट में औसतन 44.18 प्रतिशत MgO, 1.94 प्रतिशत CaO, 1.58 प्रतिशत SiO_2 तथा 2.16 प्रतिशत Fe_2O_3 है।

अगर ग्राम से चहाना तक पूर्व-पश्चिम में लगभग 3 किमी. तक फैले **अगर-चहाना** निक्षेप में भारतीय खान ब्यूरो ने वेधन

सर्वेक्षण द्वारा 107 मी. गहराई तक खनिज पाया। उनके अनुमान के अनुसार यहां लगभग 34 करोड़ 80 लाख टन औसत दर्जे का (MgO>38%) मैग्नेसाइट निचय है जिसे शुद्धीकरण के बाद उच्च ताप सह पदार्थ के रूप में उपयोग में लाया जा सकता है।

छानी का निक्षेप अल्मोड़ा-ताकुला-बागेश्वर मार्ग पर कठपुड़िया छीना से 2 किमी. उत्तर में छानी गाँव के पास अंगुलिगाड़ नाले के साथ पूउपू-पदप दिशा में लगभग 122 मी. लंबाई में फैला हुआ है। लगभग 1700 मी. की ऊंचाई पर स्थित इस निक्षेप की मोटाई 15 मी. तक है और नति उउप में 35^0 है।

कठपुड़िया छीना से 1 किमी. उत्तर-पूर्व में लगभग 1500 मी. ऊंचाई पर **नैल** का निक्षेप गांव के पूर्व में एक कगार पर स्थित है। यह उउपू-ददप दिशा में लगभग 100 मी. लंबाई तथा 8 मी. चौड़ाई में स्थित है।

उसी प्रकार का एक अन्य महत्वपूर्ण निक्षेप **बौड़ी (गिरथल)** का है जो कठपुड़िया छीना से दक्षिण-पूर्व में धुराफाट संरक्षित वन क्षेत्र में बौड़ी गांव से लगभग 300 मी. दक्षिण पूर्व में गिरथल पहाड़ी पर 1980 मी. से 2030 मी. ऊंचाई तक स्थित है। यह लेंसाकार निक्षेप सतह पर उत्तर पश्चिम-दक्षिण पूर्व दिशा में लगभग 800 मी. लंबाई में फैला है जिसकी चौड़ाई मध्य में 160 मी. है जो दोनों सिरों की ओर कम होती जाती है। जोशी (1989) ने निक्षेप की अनुमानित मोटाई 10 मी. मानकर इसमें मैग्नेसाइट के लगभग 2 लाख 50 हजार टन निचय होने की संभावना व्यक्त की है।

बौड़ी से लगभग 1 किमी. दक्षिण पश्चिम में **जयढोंग** स्थान पर एक और छोटा सा निक्षेप है जो 1850 मी. की ऊंचाई पर स्थित है और उप-दपू दिशा में 20 मी. लंबा और 10 मी. चौड़ा

पिथौरागढ़ जिले के **कनालीछीना** क्षेत्र में भी मैग्नेसाइट के अनेक लेंस स्थित हैं। इस क्षेत्र के शैल 35^0 उत्तर पूर्व नति वाले स्लेट, शेल, फाइलाइट तथा डोलोमाइट हैं।

गोरी गंगा क्षेत्र में भी मैग्नेसाइट के अनेक निक्षेप पाए गए हैं जहां ये डोलोमाइट के साथ-साथ सेरीसाइट शिस्ट में अनियमित लेंसों के रूप में पाए गए हैं। टैल्क भी पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध है।

पिथौरागढ़ जिले का **धर्मापानी** निक्षेप हिमालयन मैग्नेसाइट लि. नामक कंपनी के अधिकार में रहा है। यहां स्लेट, फाइलाइट, डोलोमाइट, टैल्क, क्वार्ट्ज़ाइट शैलों के साथ-साथ मैफिक तथा अति मैफिक भित्तियां भी पाई जाती हैं। मैग्नेसाइट की चार प्रमुख पट्टियां हैं जो 280 मी. से 830 मी. तक लंबी हैं। इनके अतिरिक्त अनेक छोटी-छोटी पट्टियां भी हैं। इस क्षेत्र में मैग्नेसाइट की पट्टियों के बीच-बीच में टैल्क की पट्टियाँ भी पाई जाती हैं। मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती शैलों का नतिलंब उपू-दप दिशा में तथा नति उप में 20^0 से 60^0 के बीच है। वलन का अवनमन 10^0 से 12^0 तक उपू तथा दप में क्षेत्रीय नतिलंब के समानांतर है। यहां लगभग 1 करोड़ 88 लाख टन अनुमानित निचय स्थित है।

डुवांडू के निक्षेपों का खनन एन.बी. मिनरल्स लि. द्वारा किया जाता रहा है। यहां चर्टयुक्त डोलोमाइट के साथ 100 मी. लंबा, 53 मी. चौड़ा तथा 20 मी. गहराई तक मैग्नेसाइट लेंस है। इसका अनुमानित निचय लगभग 16 लाख टन है।

गिरिछीना में मैग्नेसाइट के निक्षेप डोलोमाइट, चर्टयुक्त चूनाश्म तथा पाइराइट-युक्त स्लेट के साथ मिलते हैं। ये निक्षेप बागेश्वर से सोमेश्वर के बीच स्थित हैं। गिरिछीना से 2 किमी. दूर **चचाने** में भी मैग्नेसाइट की दो पट्टियां उल्लिखित हैं।

कांडा-मसौली क्षेत्र में मैग्नेसाइट की अनेक पट्टियां कुछ सेमी. से 1 मी. तक की मोटाई वाली हैं परंतु पंचौरा के पास एक पट्टी 27 मी. मोटी मिलती है। इस क्षेत्र में शैल एक बड़ी अवनमित अभिनति के रूप में स्थित हैं जिनका अवनमन उउप दिशा में है। मुख्य सहवर्ती शैल टैल्कीय फाइलाइट है।

3.1.2 गढ़वाल क्षेत्र (चमोली)

इस क्षेत्र में पंद्रह निक्षेप ज्ञात हैं परंतु उनमें से पांच अपेक्षाकृत महत्वपूर्ण हैं।

अलकनंदा घाटी में नदी के पश्चिमी भाग में **गुलाबकोटी** से 2 किमी. उत्तर में लगभग 750 मी. लंबी तथा 40 मी. चौड़ी मैग्नेसाइट की पट्टी दृष्टव्य है जिसका नतिलंब उ. 75° प-द 75° पू तथा नति उउपू में 40° है। इसी निक्षेप से कुछ दूर ममोल्टा तथा मोल्टा में भी दो अन्य निक्षेप स्थित हैं। ममोल्टा का निक्षेप लगभग 500 मी. लंबा तथा 30-40 मी. चौड़ा है।

पल्ला-जखोला-किमाना निक्षेप पल्ला तथा किमाना गांवों के बीच लगभग 1 किमी. लंबा तथा 75 मी. चौड़ा है। उपू-दप नतिलंब तथा 20° से 30° उप नति के साथ यह निक्षेप भी महत्वपूर्ण सिद्ध हो सकता है। इस क्षेत्र में क्वार्ट्ज़ाइट, क्लोराइट शिस्ट तथा स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट शैल हैं। डोलोमाइट के साथ ही मैग्नेसाइट के लेंस निक्षेपित हैं।

तपोवन-द्विंग-लांजी क्षेत्र में मैग्नेसाइट की चार पट्टियां पाई गई हैं जो 150 से 600 मी. लंबी तथा 50 मी. चौड़ी लेंसों के रूप में स्थित हैं। द्विंग से 1 किमी. दक्षिण लांजी के पास मैग्नेसाइट निक्षेप है जो उसी नतिलंब के साथ मिलता है। यह निक्षेप लगभग 300 मी. लंबा तथा 75 मी. चौड़ा है परंतु दोनों तरफ मिट्टी तथा खेतों से ढका हुआ है।

हुयाना-पोखरी क्षेत्र में हुयाना के पास एक 500 मी. लंबा तथा 100 मी. चौड़ा और पोखरी के पास 30 मी. लंबा निक्षेप पाया गया है।

उसी प्रकार **हेलंग** से 1 किमी. दक्षिण में मैग्नेसाइट की तीन पट्टियाँ पाई गई हैं जो पल्ला-जखोला-किमाना निक्षेप के ही नतिलंब का अनुसरण करती दीखती हैं।

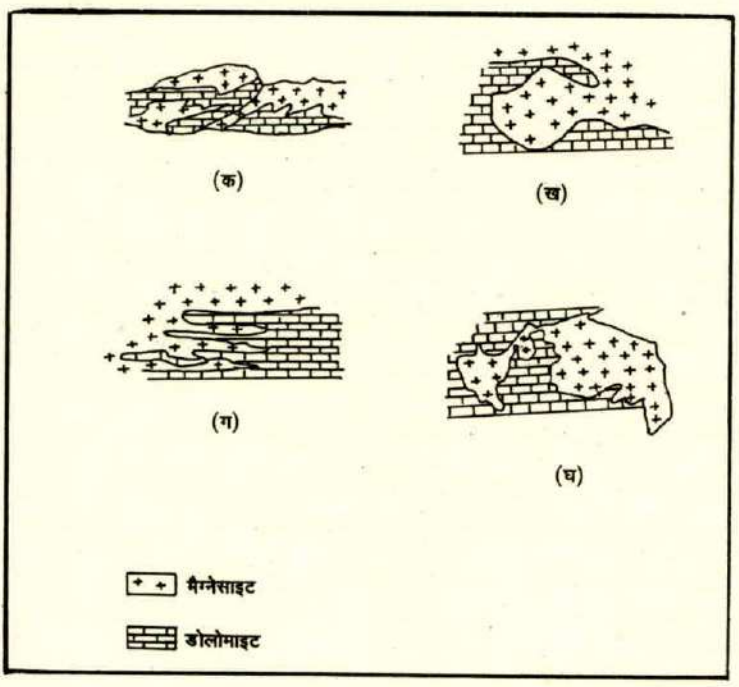
बिरही घाटी में निजमोला से 6 किमी. दक्षिण में **मंडरा** तथा **तरकताल** गांवों के बीच स्थित मैग्नेसाइट की चार पट्टियाँ दो अलग-अलग डोलोमाइट संस्तरों में पाई गई हैं। ये दोनों डोलोमाइट संस्तर क्वार्ट्ज़ाइट द्वारा एक-दूसरे से विभाजित दिखाई देते हैं।

रमणी गांव के उत्तर में पहाड़ की दक्षिणी ढाल पर तीन क्षेत्रों में मैग्नेसाइट के निक्षेप पाए गए हैं जो गुलाबकोटी शैलसमूह के क्वार्ट्ज़ाइट के ऊपर मिलने वाले डोलोमाइट के सबसे ऊपरी स्तर पर स्थित हैं।

चमोली क्षेत्र के मैग्नेसाइट निक्षेप पीपलकोटी अपनति के दोनों ओर स्थित हैं। अधिकतर ये अपनति के पादों में ही मिलते हैं, क्रोड में बहुत कम। ये निक्षेप गुलाबकोटी, दसोली तथा पीपलकोटी तीनों ही शैलसमूहों में मिलते हैं (गौड़ तथा अन्य, 1977)।

कुमाऊँ-गढ़वाल क्षेत्र के ये मैग्नेसाइट निक्षेप बहुधा लेंस, पॉकेट, शिराओं या संस्तरों के रूप में मिलते हैं जो एक मीटर से भी कम लंबाई से लेकर 2 या 3 किमी. तक के लंबे तथा मात्र कुछ सेमी. से लेकर कुछ सौ मीटर तक चौड़े हैं। बहुधा इन लेंसों की पुनः पुनः आवृत्ति भी पाई जाती है जो या तो क्षेपों के कारण, समनतिक वलनों के कारण या कभी-कभी दोनों कारणों से होती है। सफाया (1976) ने कुमाऊँ मैग्नेसाइट को पांच पट्टियों में वर्णित करते हुए कहा कि मैग्नेसाइट युक्त स्तर एक ही है परंतु उत्तर पश्चिम-दक्षिण पूर्व प्रमुख वलन के कारण यह पाँच पट्टियों में दिखाई पड़ता है। साधारणतया मैग्नेसाइट के लेंस सहवर्ती

शैल के (जो सामान्यतया डोलोमाइट है) अनुस्तरी हैं पर कहीं-कहीं स्थानीय रूप से अननुस्तरी भी पाये जाते हैं। मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती शैलों का जुड़ाव कभी-कभी एकदम स्पष्ट होता है परंतु बहुधा धारीदार, कटाफटा या लहरदार ही मिलता है (चित्र 3.3)। अनेक स्थानों पर यथा गिरिछीना (अल्मोड़ा) में (ऍडी,

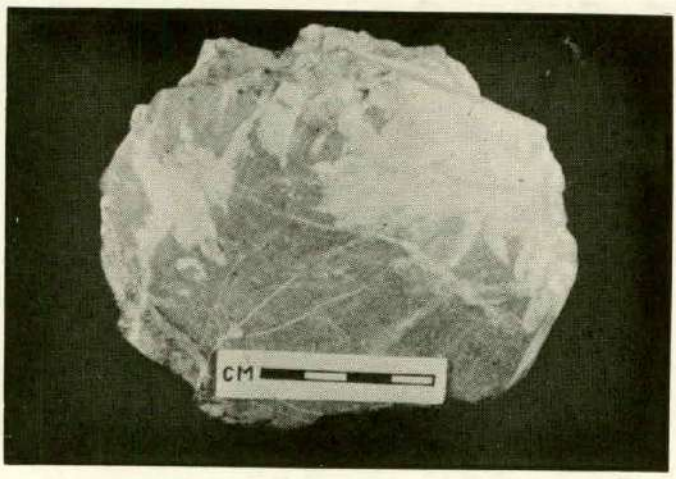


चित्र - 3.3 : मैग्नेसाइट (फाइश प्रकार) आतिथेय शैल संपर्क संबंध
(क) देवलथल निक्षेप, पिथौरागढ़ (वल्दिया, 1980)
(ख) तथा (ग) चमोली निक्षेप (गौड़ तथा अन्य, 1977)
(घ) छानी निक्षेप, बागेश्वर (जोशी, 1995)
डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट के ये सभी संपर्क स्वरूप मैग्नेसाइट द्वारा डोलोमाइट के प्रतिस्थापन को प्रदर्शित करते हैं।

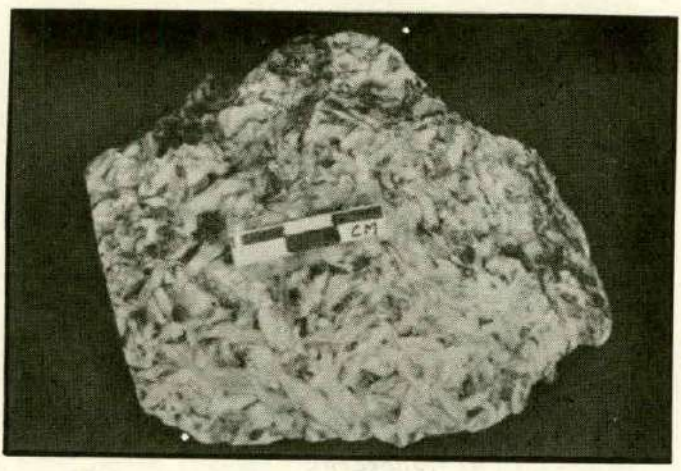
1967) तथा चमोली में (गौड़ तथा अन्य, 1977) मैग्नेसाइट एवं सहवर्ती शैलों के बीच टैल्क की एक पतली सी परत दिखाई देती है। वैसे भी मैग्नेसाइट के साथ या उसके आसपास टैल्क, टैल्क युक्त डोलोमाइट अथवा टैल्क शिस्ट अक्सर पाया जाता है। पिथौरागढ़ में, विशेषकर चंडाक में मैग्नेसाइट स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट के साथ मिलता है। इतना ही नहीं स्वयं मैग्नेसाइट में भी ये स्ट्रोमेटोलाइट संरचनाएं परिरक्षित हुई हैं (वल्दिया, 1968)। पिथौरागढ़ मैग्नेसाइट की एक अन्य विशेषता है उसका फास्फोराइट के साथ मिलना (वल्दिया, 1972, सेनगुप्ता, 1990)।

कुमाऊं-गढ़वाल का मैग्नेसाइट स्थूल क्रिस्टली रूप में मिलता है। ये क्रिस्टल बहुधा क्षुरपत्रित, अरीय, ताराकार, स्फेरूलाइटी, रोजेटी या विषमलंबाक्षी रूप में मिलते हैं जो आकार में 0.1 मिमी. से 1 सेमी. से अधिक के हो सकते हैं, परंतु कहीं-कहीं सूक्ष्मकणिक या गूढ़क्रिस्टली मैग्नेसाइट भी मिलता है। सफाया (1976) के अनुसार अनेक स्थानों पर भिन्न-भिन्न क्रिस्टलता तथा रंग वाले मैग्नेसाइट की पट्टियां भी पाई जाती हैं। उन्होंने लंबाई तथा चौड़ाई के अनुपात के आधार पर मैग्नेसाइट के चार प्रकार बताए हैं जो (1) रेशेदार (7:1), (2) समविमी (1.2:1), कंदाकार (5.1:1) तथा क्षुरपत्रित या पटलित (स्पैथिक) (4.25:1) कहे गए हैं।

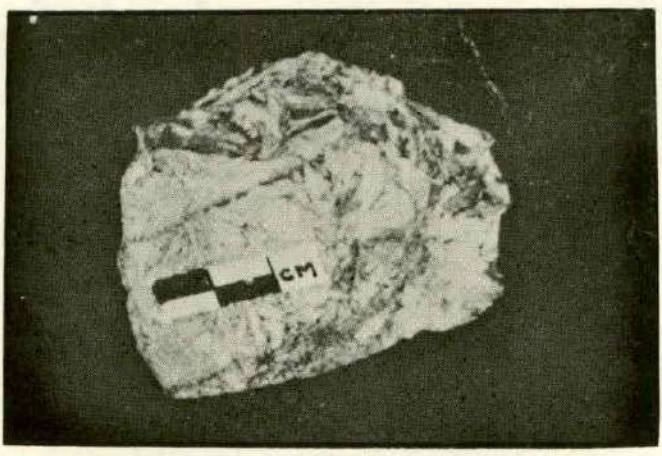
स्थूल क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट के साथ आम तौर पर पाए जाने वाले अन्य खनिज हैं डोलोमाइट तथा टैल्क। नीले काले रंग के स्थूलकणिक तथा सूक्ष्मकणिक दोनों रूपों में डोलोमाइट के छोटे-छोटे खंड मैग्नेसाइट शैल में इतस्ततः मिलते हैं (चित्र 3.4 क)। टैल्क काले रंग का सूक्ष्म कणिक तथा मैग्नेसाइट के क्रिस्टलों के बीच में स्थित होता है। मैग्नेसाइट शैल में क्वार्ट्ज़ तथा कैल्साइट की द्वितीयक शिराएं भी बहुधा पाई जाती हैं। सफाया (1976) ने



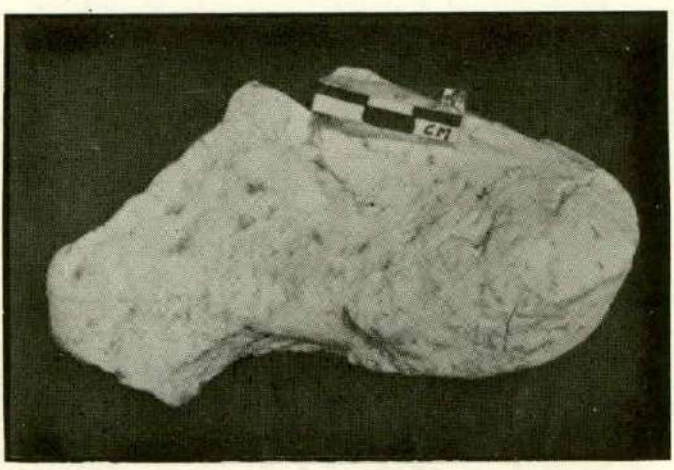
चित्र - 3.4 (क) सूक्ष्मक्रिस्टलीय डोलोमाइट (गहरा भूरा) तथा स्थूल क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट (सफेद) संपर्क; मैग्नेसाइट तथा डोलोमाइट दोनों के खंड एक-दूसरे में प्रकीर्णित तथा संपर्क क्षेत्र का कटा फटा या धारीदार स्वरूप दृश्य। छानी, बागेश्वर, उत्तरांचल



चित्र - 3.4 (ख) स्थूल क्रिस्टलीय अरीय, क्षुरपत्रित मैग्नेसाइट, झिरोली, बागेश्वर, उत्तरांचल



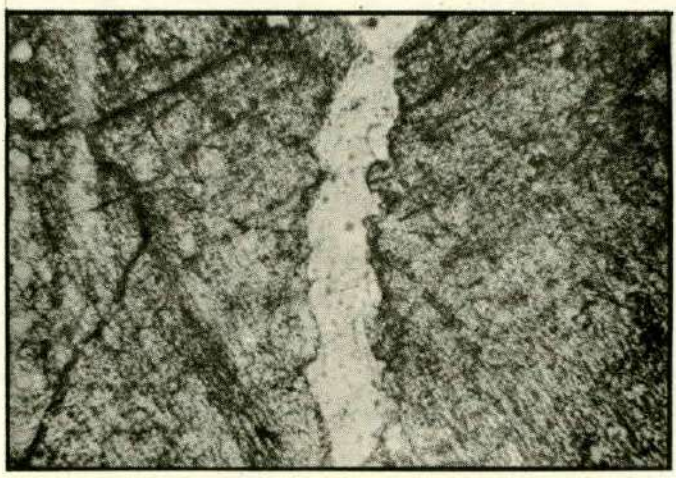
चित्र - 3.4 (ग) स्थूलक्रिस्टलीय विषमलंबीय, अरीय मैग्नेसाइट, मुछेतर, चंबा, हिमाचल प्रदेश



चित्र - 3.4 (घ) गूढ़क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट, सेलम, तमिलनाडु

अनेक स्थानों पर वेधन क्रोड नमूनों का अध्ययन करते समय पाया कि मैग्नेसाइट के विषमलंब प्रकीर्ण रूप में कैल्शियमी, फॉस्फेटी या कार्बनयुक्त काले पंकाश्म के बीच मिलते हैं। उनके अनुसार सतह के पास स्थूलक्रिस्टली मैग्नेसाइट डोलोमाइट के साथ कण आधारित गठन के रूप में है पर गहराई में वह काले पंकाश्म के साथ पंक आधारित गठन के रूप में मिलता है।

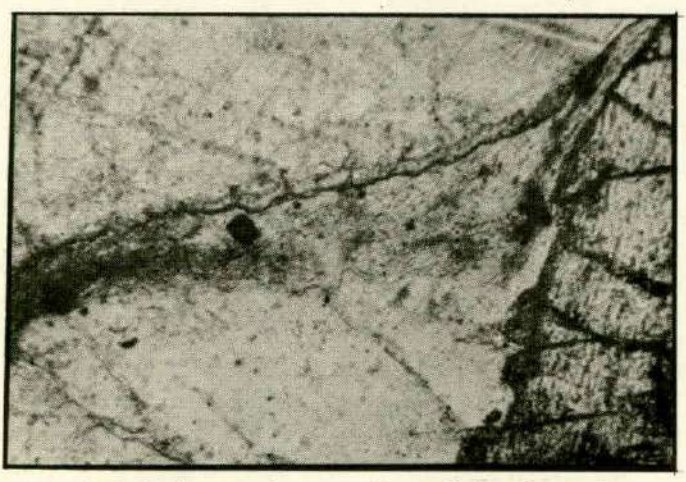
सूक्ष्मदर्शीय परिच्छेदों में मैग्नेसाइट के स्थूल क्रिस्टल एक-दूसरे के साथ स्पष्ट तथा सरल रेखा के रूप में या लहरदार (स्टाइलोलाइटी) रूप में भी जुड़े मिलते हैं। मैग्नेसाइट के साथ-साथ डोलोमाइट, टैल्क, क्रिस्टलीय तथा गूढ़क्रिस्टलीय सिलिका (क्वार्ट्ज़ एवं कैल्सीडोनी या चर्ट), किंचित् लौह ऑक्साइड तथा सल्फाइड थोड़ी मात्रा में पाए जाते हैं। जोशी तथा अन्य (1993) ने बौड़ी मैग्नेसाइट के अध्ययन में पाया कि मैग्नेसाइट के विषमलंबों में न्यूनकोण 70^0 से 79^0 के बीच थे जबकि साथ के डोलोमाइट में यही कोण 63^0 से 70^0 तक के थे। उनका अनुमान था कि मैग्नेसाइट क्रिस्टलों में यह फैलाव कैल्शियम के मैग्नीशियम की अपेक्षा बड़े अणुओं के संरचना में से निकल जाने के कारण हुआ होगा। सिलिका क्वार्ट्ज़ या चर्ट के रूप में मिलता है। तीन प्रकार के चर्ट मैग्नेसाइट के साथ पाए गए हैं जो मैग्नेसाइट के बनने से पूर्व के,साथ के और बाद के हैं। मैग्नेसाइट के सहवर्ती डोलोंमाइट में भी चर्ट की शिराएं मिलती हैं जो मैग्नेसाइट के बनने के बाद भी उसमें रह जाती हैं। ऐसे चर्ट की भित्ति का मैग्नेसाइट के द्वारा किया गया क्षय उसके पूर्ववर्ती होने को सिद्ध करता है (चित्र-3.5 क)। उसी प्रकार चर्ट के वे सूक्ष्मक्रिस्टली, बहुकोणीय कण जो मैग्नेसाइट के साथ स्पष्ट तथा त्रिअक्षीय संपर्क दिखाते हैं, मैग्नेसाइट के साथ ही बने माने जा सकते हैं। कभी-कभी दो



चित्र - 3.5 (क) स्थूलक्रिस्टली मैग्नेसाइट में अवशिष्ट चर्ट शिरा। चर्ट की भित्ति का मैग्नेसाइट के द्वारा किया गया क्षय चर्ट के पूर्ववर्ती होने को सिद्ध करता है। बौड़ी निक्षेप, 45x, ध्रुवित प्रकाश।

मैग्नेसाइट कणों के बीच शिरा रूपी चर्ट पर मैग्नेसाइट के पश्चात् बनी चर्ट की कूट आकृतियां भी मिलती हैं जो पश्चजनित चर्ट को सिद्ध करती हैं। पहले बना चर्ट 'लेंथ स्लो' है परंतु बाद का शिरा चर्ट 'लेंथ फास्ट' कैल्सीडोनी है। क्वार्ट्ज़ सामान्यतया डोलोमाइट में उसकी उपस्थिति की तुलना में कम मिलता है तथा बहुधा यह चर्ट के पुनः क्रिस्टंलन का परिणाम है। क्वार्ट्ज़ मैग्नेसाइट के अंदर द्वितीयक शिराओं के रूप में भी मिलता है जहाँ इसके क्रिस्टल शिराभित्ति के लंबवत् अभिविन्यस्त होते हैं। क्वार्ट्ज़ के समान ही टैल्क भी मैग्नेसाइट पूर्व तथा मैग्नेसाइट पश्चात् निर्मित पाया जाता है। यह इतस्ततः प्रकीर्ण भिन्न-भिन्न आकार (0.01 से 0.5 मिमी.) की ग्रंथिकाओं अथवा शिराओं के रूप में मिलता है। कई बार मैग्नेसाइट-चर्ट के संपर्क स्थान पर भी टैल्क उपस्थित

होता है जो इन दोनों के रासायनिक संयोग का परिणाम सिद्ध होता है (चित्र 3.5 ख)। इसी प्रकार लंबाकार क्वार्ट्ज़ कण तथा



चित्र - 3.5 (ख) मैग्नेसाइट के स्थूल क्रिस्टलों के बीच चर्ट तथा टैल्क की उपस्थिति। पूर्णफलकी, वर्गाकार, अपारदर्शी पाइराइट के कण टैल्क में स्थित। मैग्नेसाइट तथा टैल्क का सामान्यतया स्पष्ट संपर्क तथा टैल्क की लगभग एक समान चौड़ाई उसके बाद में विभंग भरित होने को इंगित करते हैं। बौड़ी निक्षेप, 45x, ध्रुवित प्रकाश।

स्थूलकणिक मैग्नेसाइट क्रिस्टलों के बीच भी रेशेदार टैल्क देखा जाता है। सेनगुप्ता तथा मुखर्जी (1988) के अनुसार टैल्क बहुधा सूक्ष्मकणिक तथा कैल्साइट एवं डोलोमाइट स्थूलकणिक मैग्नेसाइट के साथ मिलते हैं।

मैग्नेसाइट क्रिस्टलों के विदलन तथा सीमा क्षेत्रों पर लौह जमाव के कारण गहरा भूरापन दिखाई देता है। अनेक छोटे-छोटे पूर्णफलकी या अफलकी अपारदर्शक पाइराइट के कण भी मैग्नेसाइट, चर्ट तथा टैल्क के साथ मिलते हैं।

उत्तरांचल मैग्नेसाइट के विभिन्न निक्षेपों के प्रतिदर्शों के रासायनिक विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि MgO तथा CO_2 ही इनके प्रमुख घटक हैं। इनकी तुलना में अन्य मुख्य तत्व सिलिका, एल्यूमिना, सोडियम, पोटैशियम तथा लौह थोड़ी-थोड़ी मात्रा में पाए जाते हैं (सारणी 3.1)। बौड़ी मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती डोलोमाइट के रासायनिक संघटन का तुलनात्मक अध्ययन करने पर जोशी तथा अन्य (1993) ने पाया कि MgO, CaO तथा कुछ मात्रा में FeO के अतिरिक्त अन्य मुख्य घटकों में दोनों में कोई अंतर नहीं होता। मैग्नेसाइट लेंस के आधार भित्ति से उपरिभित्ति तक क्रमबद्ध नमूनों के विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि MgO तथा FeO में डोलोमाइट से मैग्नेसाइट के निकट जाते जाते क्रमिक वृद्धि होती है और CaO में उसी प्रकार कमी; परंतु मैग्नेसाइट लेंस के अंदर इन घटकों की मात्रा में कोई अंतर नहीं आता। इस प्रकार मैग्नेसाइट-डोलोमाइट संपर्क स्थान पर एकाएक परिवर्तन परिलक्षित होता है। सिलिका, एल्यूमिना तथा सोडियम, पोटैशियम आदि में तो कोई परिवर्तन नहीं होता परंतु MgO के साथ-साथ FeO बढ़ता है पर MnO घटता है। सेनगुप्ता तथा मुखर्जी (1990) ने झिरोली मैग्नेसाइट में पाया कि MgO बढ़ने के साथ-साथ CaO क्रमशः घटता है परंतु MgO का SiO_2 के साथ कोई संबंध सिद्ध नहीं होता। उन्होंने इसका कारण मैग्नेसाइट के सिलिकीभवन को माना।

जहां तक लेश तत्वों का संबंध है उनमें भी स्ट्रांशियम को छोड़ दें तो डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट के संघटन में कोई विशेष अंतर नहीं होता। हां, स्ट्रांशियम की मात्रा मैग्नेसाइट में निश्चित रूप से एकदम काफी कम हो जाती है।

सारणी - 3.1 : कुछ प्रमुख भारतीय मैग्नेसाइट निक्षेप : रासायनिक संघटन

	फाइश प्रकार					क्राउबाथ प्रकार	
रासायनिक संघटन	चंडाक (पिथौरागढ़)	बौड़ी (बागेश्वर)	झिरोली (बागेश्वर)	गुलाब कोटी (चमोली)	मुछेतर (चंबा)	सेलम	डोडकन्या (मैसूर)
प्रमुख ऑक्साइड (प्रतिशत)							
SiO_2	2.21 (1.45-3.01)	1.58 (0.39-3.23)	1.76 (0.84-3.32)	2.55 (1.31-4.36)	-	19.24 (2.10-30.0)	3.26 (1.78-5.64)
Al_2O_3	0.20 (0.09-0.39)	0.76 (0.07-2.38)	0.70 (0.34-1.10)	0.35 (0.28-0.48)	0.43 (0.07-1.55)	(R_2O_3) 4.49 (0.34-9.75)	(R_2O_3) 0.40 (एक प्रतिदर्श में)
CaO	2.46 (1.26-5.98)	3.99 (0.64-10.26)	2.68 (1.14-6.85)	1.72 (0.56-3.51)	1.23 (0.76-2.02)	1.21 (0.66-2.19)	1.66 (0.45-6.56)
MgO	39.97 (35.39-43.0)	40.16 (33.17-46.69)	42.94 (40.87-44.60)	41.96 (38.85-43.75)	44.68 (43.6-45.5)	38.23 (31.63-46.60)	45.33 (40.88-46.99)
FeO	1.31 (0.91-2.96)	2.59 (0.64-5.44)	0.98 (0.70-1.20)	3.49 (2.01-5.98) (कुल लौह)	1.69 (1.34-1.91) (कुल लौह)	-	0.42 (0.07-1.18) (कुल लौह)
Fe_2O_3	1.32 (0.31-2.90)	0.69 (0.36-1.69)	1.75 (1.10-2.20)				
MnO	0.12 (0.03-0.31)	0.04 (0.02-0.12)	0.15 (0.07-0.22)				
Na_2O	0.05 (0.01-0.09)	0.03 (0.01-0.08)	0.10 (0.03-0.19)				
K_2O	0.03 (0.01-0.09)	0.01 (0.01-0.04)	0.03 (0.02-0.05)				
दहन हानि	43.52 (35.09-53.30)	50.25 (41.82-52.36)	49.07 (48.06-50.20)	-	-	34.93 (23.30-49.44)	49.72 (48.60-51.31)

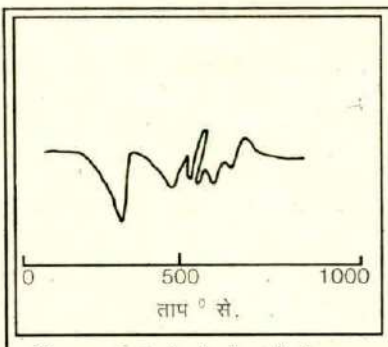
	फाइश प्रकार					क्राउबाथ प्रकार	
रासायनिक संगठन	चंडाक (पिथौरागढ़)	बौड़ी (बागेश्वर)	झिरोली (बागेश्वर)	गुलाब कोटी (चमोली)	मुछेतर (चंबा)	सेलम	डोडकन्या (मैसूर)
लेश तत्व (पीपीएम)							
Cu	-	54.4 (5-132)	54.24 (14-102)	-	10.2 (4-18)	-	-
Cr	-	5.4 (4-7)	5.38 (4-7)	-	18.6 (17-21)	-	-
Ni	-	3.6 (3-4)	3.5 (3-4)	-	31.0 (25-34)	-	-
Sr	-	7.0 (3-17)	8.13 (4-15)	-	28 (24-30)		
Zn	-	56.6 (16-127)	57.25 (20-120)	-	31.2 (23-47)		
	औसत 8 प्रतिदर्श (सेनगुप्ता, 1990)	औसत 17 प्रतिदर्श (प्रमुख ऑक्साइड) 8 प्रतिदर्श (लेश तत्व) (जोशी तथा अन्य 1993)	औसत 8 प्रतिदर्श (सेनगुप्ता और यादव 1998)	औसत 6 प्रतिदर्श (गौड़ तथा अन्य, 1977)	औसत 5 प्रतिदर्श (हेमलता सिंह व्यक्तिगत सूचना)	औसत 7 प्रतिदर्श (भारतीय खान ब्यूरो, 1990 क)	औसत 6 प्रतिदर्श (वेंकटरमणा, 1983)

मैग्नेसाइट के अविलेय अवशेषों में मृत्तिका आकार ही प्रधान होता है। अविलेय अवशेष मुख्य रूप से क्वार्ट्ज, चर्ट, टैल्क तथा सल्फाइड खनिजों के कारण होते हैं।

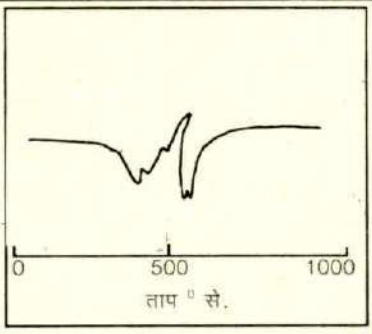
शुद्ध मैग्नेसाइट के विभेदी तापीय विश्लेषण वक्रों में (चित्र 3.6 च, छ) लगभग 720° से. पर एक ऊष्माशोषी शिखर मैग्नेसाइट क्रिस्टल संरचना के टूटने तथा कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस के निकलने की क्रिया के कारण बनता है। इस शिखर का ताप विश्व के अन्य मैग्नेसाइट विश्लेषणों में 650° (क्यूथबर्ट तथा रोलैंड, 1947), 670° (बेक, 1950) तथा 660° (कॉफमैन तथा डिलिंग, 1950; रोलैंड तथा लेविस, 1951) पाया गया है। अल्मोड़ा मैग्नेसाइट में इस ताप का अधिक होना संभवतः इस मैग्नेसाइट के स्थूलक्रिस्टली होने के कारण होगा। ऊष्माशोषी शिखर के बाद 750° से. 800° से. के बीच एक छोटा सा ऊष्माक्षेपी शिखर तथा पुनः 770° से. से 820° से. के बीच एक नगण्य-सा ऊष्माशोषी शिखर भी मिलता है। ये क्रियाएं मैग्नेसाइट क्रिस्टल जालक में स्थित लौह ऑक्साइड के ऑक्सीकरण को प्रदर्शित करती हैं। मैग्नेसाइट के साथ यदि डोलोमाइट भी उपस्थित हो तो हमें तीन ऊष्माशोषी शिखर प्राप्त होते हैं (चित्र 3.6 घ)। पहली क्रिया 450° से. से 500° से. के बीच से प्रारंभ होकर 640° से. से 690° से. के बीच शिखर पर पहुँचती है जो मैग्नेसाइट क्रिस्टल के विघटन का प्रतिनिधित्व करती है। दूसरे तथा तीसरे शिखर 750° से. से 780° से. तथा 850° से. से 880° से. पर बनते हैं। ये दोनों शिखर डोलोमाइट क्रिस्टल के क्रमशः $MgCO_3$ तथा $CaCO_3$ के विघटन के कारण बनते हैं (बेक, 1950)। राव तथा अन्य (1964, क) के अनुसार मैग्नेसाइट की तुलना में डोलोमाइट के ऊष्माशोषी शिखर के अधिक ताप पर बनने का कारण डोलोमाइट की क्रिस्टल रचना के विघटन के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता का होना है।

शुद्ध मैग्नेसाइट की विघटन प्रक्रिया की तुलना लौह-युक्त मैग्नेसाइट (ब्रूनेराइट) के विभेदी तापीय विश्लेषण वक्र (चित्र 3.6 ग) से की जाए तो स्पष्ट होता है कि इसमें विघटन की गति प्रारंभ में लगभग 550° से 590° से. तक कुछ कम होती है परंतु बाद में तेजी से बढ़ती है और 755° से. पर ऊष्माशोषी शिखर प्राप्त होता है। इसके तुरंत बाद ऊष्माक्षेपी क्रिया भी दिखाई पड़ती है जो फेरस लौह के फेरिक लौह में बदलने को प्रदर्शित करती है। इसी क्रम में जल अणु-युक्त मैग्नीशियम कार्बोनेट नेस्क्वेहोनाहट तथा हाइड्रोमैग्नेसाइट के वक्रों को भी तुलनात्मक दृष्टि से देखा जाए तो उनमें ऊष्माशोषी अभिक्रिया काफी पहले प्रारंभ हो जाती है। नेस्क्वेहोनाइट में (चित्र - 3.6 क) यह क्रिया 210° से. से 235° से. पर दिखाई पड़ती है जो जल के दो अणुओं के विमुक्त होने के कारण होती है। तीसरे अणु का विमुक्तीकरण लगभग 425° से. पर होता है। कार्बोनेट का विघटन 480° से. से प्रारंभ होता है, शिखर 535° से. पर बनता है तथा पूर्ण विघटन की क्रिया 620° से. पर पूरी हो जाती है। उसी प्रकार हाइड्रोमैग्नेसाइट में भी जल विमुक्तीकरण की क्रिया लगभग 400° पर तथा कार्बोनेट विघटन 500° से 600° से. के बीच होता है (चित्र 3.6 ख)। दोनों ही खनिजों में एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया भी दिखाई देती है जो संभवतः अक्रिस्टलीय MgO से क्रिस्टलीय MgO के बनने के कारण होती है (कॉफमैन तथा डिलिंग, 1950)।

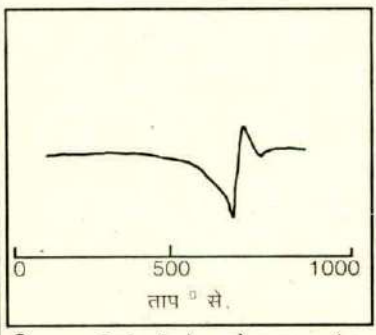
उत्तरांचल में कार्बन तथा ऑक्सीजन समस्थानिकों का अध्ययन बौडी मैग्नेसाइट में जोशी तथा अन्य (1993) तथा पिथौरागढ़ मैग्नेसाइट में कुमार (1998) ने किया। उन्होंने पाया कि कार्बन समस्थानिकों का अनुपात ($\delta^{13}C$) — 9.17 से. + 0.27‰ पीडीबी तथा ऑक्सीजन समस्थानिकों का अनुपात ($\delta^{18}O$) — 19.55 से —10.20‰ पीडीबी के बीच है (सारणी 3.2)। ये आंकड़े पोल (1990) द्वारा दिए गए फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट के क्षेत्र में ही



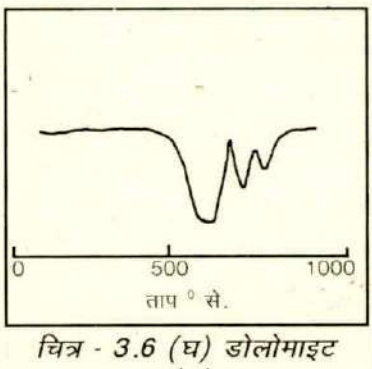
चित्र - 3.6 (क) नेस्क्वेहोनाइट



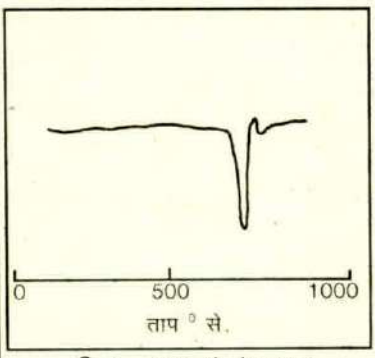
चित्र - 3.6 (ख) हाइड्रोमैग्नेसाइट



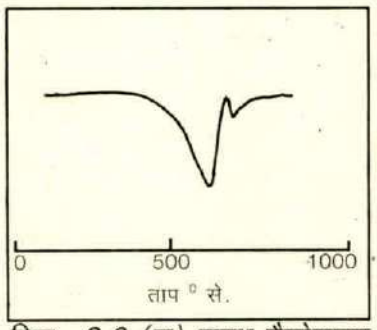
चित्र - 3.6 (ग) ब्रूनेराइट, (क, ख, ग कॉफमैन तथा डिलिंग, 1950 पर आधारित)



चित्र - 3.6 (घ) डोलोमाइट युक्त मैग्नेसाइट



चित्र - 3.6 (च) तथा



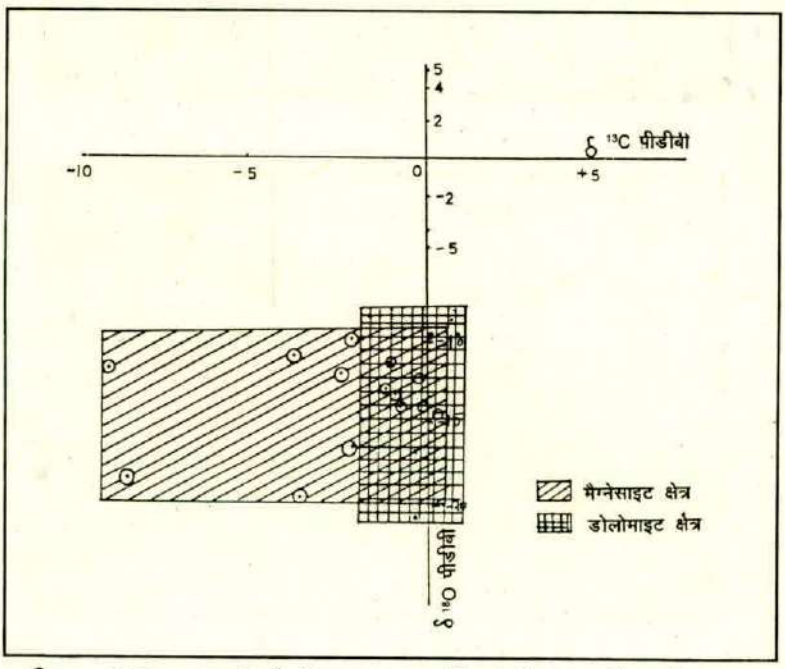
चित्र - 3.6 (छ) शुद्ध मैग्नेसाइट (घ, च, छ जोशी, 1989 पर आधारित)

चित्र - 3.6 विभेदी तापीय विश्लेषण वक्र

सारणी - 3.2: कुमाऊं के मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती डोलोमाइट में कार्बन तथा ऑक्सीजन समस्थानिकों का वितरण

निक्षेप	$\delta^{13}C$	$\delta^{18}O$
	मैग्नेसाइट	
बौड़ी (अल्मोड़ा) (जोशी तथा अन्य 1993)	—2.28	—12.53
	—3.49	—19.55
	+0.27	—14.61
	—2.16	—10.20
	—0.04	—14.19
	—9.17	—12.68
	—8.42	—18.85
	—3.76	—11.49
	डोलोमाइट	
	—0.34	—20.89
	—0.317	—16.90
	+0.574	—13.60
	+0.55	—12.16
	—0.42	—14.15
चंडाक (पिथौरागढ़) (कुमार (1998)	मैग्नेसाइट	
	—1.00	—13.00
	—1.20	—13.20
	—1.10	—11.80
	—0.90	—14.40
	—0.20	—12.70
	—2.20	—16.80
	—1.60	—16.50
	—0.70	—14.00
	—0.30	—12.60
	डोलोमाइट	
	—0.60	—9.70
	0.00	—10.10
	—1.60	—9.00
	+0.40	—10.70
	+0.50	—10.80

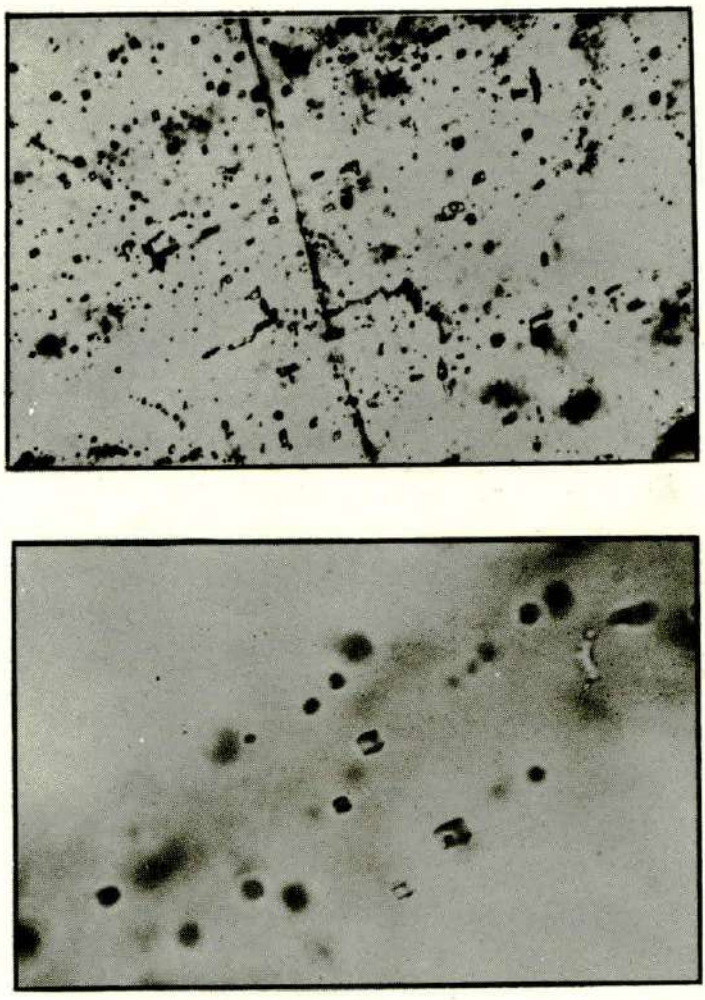
आते है। सहवर्ती डोलोमाइट से मैग्नेसाइट के इन आंकड़ों की तुलना करने पर यह पाया गया कि ऑक्सीजन में दोनों में कोई विशेष अंतर नहीं है जो इस बात का प्रमाण है कि डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट दोनों लगभग एक स्तर तक के ताप से प्रभावित हुए हैं। परंतु कार्बन समस्थानिकों के अनुपात में एक स्पष्ट अंतर यह परिलक्षित होता है कि मैग्नेसाइट में ($\delta^{13}C$ —9.17 से +0.27) डोलोमाइट की तुलना में (—0.34 से +0.574) अधिक ऋणात्मक आंकड़े मिलते हैं जो मैग्नेसाइट में डोलोमाइट की अपेक्षा हल्के कार्बन (C^{12}) की मात्रा के अधिक हो जाने को इंगित करते हैं (चित्र - 3.7)। फिर भी ये कार्बन समस्थानिक आंकड़े साधारणतया समुद्री कार्बोनेट आंकड़ों की सीमा के अंदर ही हैं।



चित्र - 3.7 : कुमाऊं मैग्नेसाइट सहवर्ती डोलोमाइट में कार्बन तथा ऑक्सीजन का समस्थानिक वितरण

6—41 Min. of HRD/ND/2005

शर्मा तथा जोशी (1997) ने बौड़ी मैग्नेसाइट में तरल अंतर्वेशों का अध्ययन किया (चित्र 3.8 क, ख)। उनके अनुसार इसमें



चित्र - 3.8 (क) तथा (ख) : बौड़ी मैग्नेसाइट में प्राथमिक एकरूपी तथा द्विरूपी तरल अंतर्वेश, आकार 10 माइक्रॉन से कम

प्राथमिक एकरूपी द्रव अंतर्वेश, द्विरूपी अंतर्वेश I (80 से 90 प्रतिशत द्रव तथा 5 से 20 प्रतिशत गैस) तथा द्विरूपी अंतर्वेश II (20 प्रतिशत CO_2 तथा शेष जल) मिलते हैं। इन अंतर्वेशों का औसत एकरूपता ताप 120^0 से 130^0 से. तक पाया गया। इसी मैग्नेसाइट के साथ मिलने वाले डोलोमाइट में भी ऐसे ही तरल अंतर्वेश मिले तथा उनका भी औसत एकरूपता ताप 100^0 से 110^0 से. तक पाया गया। इस आधार पर लेखकों ने प्रतिपादित किया कि डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट दोनों एक ही प्रसंघनन प्रक्रिया द्वारा निर्मित हुए हैं।

3.2 हिमाचल प्रदेश

हिमाचल प्रदेश में मैग्नेसाइट की उपस्थिति के उल्लेख शिमला तथा चंबा क्षेत्रों से प्राप्त हुए हैं। शिमला क्षेत्र की उपस्थिति लघु हिमालय के अंतर्गत ही है परंतु चंबा के निक्षेप टेथिस हिमालय क्षेत्र का भाग हैं।

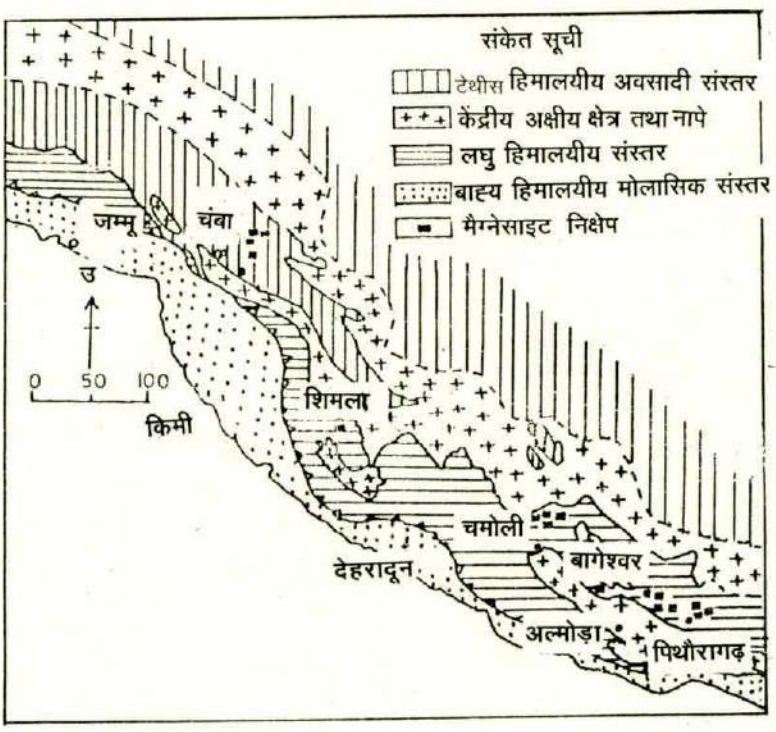
3.2.1 शिमला

वल्दिया (1967) ने हिमाचल प्रदेश के लघु हिमालय क्षेत्र के शिमला जिले में, जो तब महासू जिला कहलाता था, भरारा से 1 किमी. पूर्व उत्तर पूर्व में शाली शैलसमूह के स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट के साथ एक लगभग 5 मी. मोटे मैग्नेसाइट संस्तर की उपस्थिति का वर्णन किया है। उनके अनुसार यह मैग्नेसाइट कुमाऊं मैग्नेसाइट के ही समान स्थूलक्रिस्टली, स्फेरूलाइटी तथा हल्के पीले या भूरे रंग का है।

3.2.2 चंबा

हिमाचल प्रदेश के चंबा जिले में मैग्नेसाइट के अनेक निक्षेप पाए गए हैं जो सभी फाइश प्रकार के ही हैं। परंतु इन निक्षेपों की

एक मुख्य विशेषता इस बात में है कि हिमालय क्षेत्र के अन्य सभी निक्षेप जहां लघु हिमालय क्षेत्र में विद्यमान हैं वहीं चंबा जिले के ये निक्षेप टेथिस हिमालय क्षेत्र का भाग हैं (चित्र 3.9)। संभवतः टेथिस हिमालय क्षेत्र से अभी तक अन्य किसी स्थान से मैग्नेसाइट निक्षेपों का उल्लेख प्राप्त नहीं हुआ है।



चित्र - 3.9 : पश्चिमी हिमालय का भूवैज्ञानिक आरेख तथा क्रिस्टलीय मैग्नेसाइट निक्षेप

चंबा मैग्नेसाइट का पहला प्रकाशित उल्लेख हुक्कू तथा कुमार (1971) का मिलता है जिन्होंने रानी घाटी में ब्रह्मौर तहसील में स्थित निक्षेपों का वर्णन किया। बाद में दत्ता तथा सिंह (1975) ने इस क्षेत्र के अनेक निक्षेपों का भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण के वैज्ञानिकों द्वारा किए गए अध्ययन के आधार पर वर्णन प्रस्तुत किया। भारतीय खान ब्यूरो, हिमाचल प्रदेश शासकीय भूवैज्ञानिकों तथा कुछ औद्योगिक समूहों द्वारा भी इन निक्षेपों का आर्थिक दृष्टि से आकलन किया गया परंतु उनके निष्कर्ष अप्रकाशित ही रहे। जी. एस. आई. (1989) द्वारा प्रकाशित हिमाचल प्रदेश के भूवैज्ञानिक तथा खनिज विवरण में इन निक्षेपों का वर्णन किया गया है। सिंह तथा शर्मा (1997) ने मुछेतर तथा बिंद्राबनी निक्षेपों के मैग्नेसाइट क्रिस्टलों में स्थित तरल अंतर्वेशों का अध्ययन किया तथा उनकी उत्पत्ति को उष्णजलीय प्रतिस्थापन का परिणाम बताया। अभी हाल में जोशी तथा सिंह (2000) ने इन निक्षेपों के भूवैज्ञानिक अध्ययन को प्रस्तुत किया। उनके अनुसार इस क्षेत्र का स्तर क्रम निम्न है:

कल्हेल शैलसमूह (ट्राइएसिक)	: मुख्यतया चूनाश्म, डोलोमाइटी चूनाश्म, अंतरासंस्तरित क्वार्ट्ज़ अरेनाइट तथा क्वार्ट्ज़ वाके, जीवाश्म युक्त
सलूनी शैलसमूह (पर्मियन)	: मैफिक अंतर्वेध युक्त कार्बनी शेल, स्लेटं तथा चूनाश्म पट्टियां, जीवाश्मयुक्त
बाटल शैलसमूह (कैंब्रियनपूर्व)	: गहरे भूरे कार्बनयुक्त स्लेट तथा फाइलाइट, अंतरासंस्तरित क्वार्ट्ज़ाइट, डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट लेंस
मंजीर शैलसमूह	: ऊपर डोलोमाइटी चूनाश्म तथा नीचे संगुटिकाश्मीय क्वार्ट्ज़ाइट, स्लेट तथा फाइलाइट, चूनाश्म के साथ मैग्नेसाइट लेंस
चंबा शैलसमूह	: गहरे हरे, भूरे स्लेट तथा फाइलाइट एवं क्वार्ट्ज़ वाके, मैग्नेसाइट लेंस
	क्षेप
भलाई शैलसमूह	: स्लेट फाइलाइट, क्वार्ट्ज़ाइट तथा शिस्ट, डलहौजी ग्रेनाइट अंतर्वेध

चंबा क्षेत्र के महत्वपूर्ण निक्षेप निम्न हैं (चित्र 3.10):

1. डुनेई

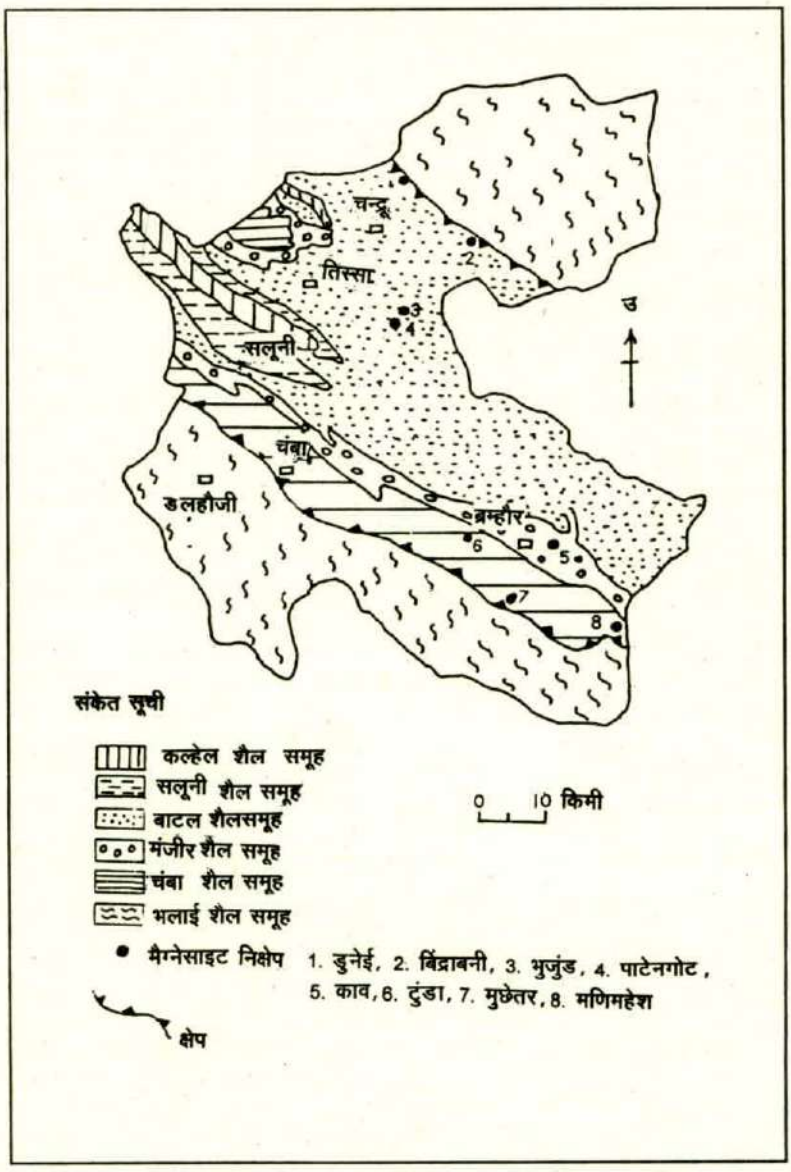
पांगी तहसील के डुनेई गांव (32^{0}02'30":76^{0}99') से 1 किमी. उत्तर में बाटल शैलसमूह के डोलोमाइट, स्लेट तथा शेल के साथ एक नाले में मैग्नेसाइट के गोलाश्म मिलते हैं। यह निक्षेप क्षेप के निकट है।

2. बिंद्राबनी

पांगी घाटी के इस निक्षेप का उल्लेख सिंह तथा शर्मा (1997) ने किया है। उनके अनुसार यहां मैग्नेसाइट सलूनी शैलसमूह के स्लेट तथा चूनाश्म के साथ मिलता है। परंतु जोशी तथा सिंह (2000) के अनुसार ये शैल बाटल शैलसमूह के होने चाहिए। यह निक्षेप भी क्षेप क्षेत्र के निकट ही स्थित है।

3. भुजुंड

यह निक्षेप भी पांगी तहसील में भुजुंड गांव (32^{0}46':76^{0}26') के निकट स्थित है। यहां मैग्नेसाइट बाटल शैलसमूह के डोलोमाइटी चूनाश्म के साथ स्थित हैं तथा दोनों का मिलाप क्रमिक दीखता है। यह निक्षेप भ्रंश क्षेत्र से पर्याप्त दूर है।



चित्र - 3.10 : चंबा हिमाचल प्रदेश का भूवैज्ञानिक मानचित्र तथा मैग्नेसाइट निक्षेप (आधार : जोशी तथा सिंह, 2000)

4. पाटेनगोट

पाटेनगोट गांव (32°43'50":76°21'30') के उत्तरपूर्व में बाटल शैलसमूह में ही मैग्नेसाइट के कुछ छोटे-छोटे निक्षेप विद्यमान हैं।

5. काव

ब्रह्मौर तहसील के काव गांव (32°26'09":76°35'25") के दक्षिण पश्चिम में कुछ अनियमित छोटे-छोटे खंडों में मैग्नेसाइट मिलता है। ये निक्षेप मंजीर शैलसमूह का भाग हैं तथा डोलोमाइट एवं कार्बनयुक्त शेल में उ20°प—द20°पू नतिलंब के साथ स्थित हैं।

6. टुंडा

ब्रह्मौर तहसील में ही टुंडा गांव (32°30':76°20") के दक्षिण में लगभग 700 मी. लंबा तथा 3 मी. चौड़ा लेंसनुमा यह निक्षेप चंबा शैलसमूह के शेल तथा क्वार्ट्ज़ाइट के साथ पाया जाता है। मैग्नेसाइट की पट्टी उ55°प—द55°पू. दिशा में फैली है।

7. मुछेतर

चंबा के पूर्व चंबा-होली मार्ग पर मुछेतर नाले व रावी नदी के संगम के निकट नाले के बाईं ओर एक लगभग खड़ी पहाड़ी के साथ स्थित यह एक महत्वपूर्ण निक्षेप है (32°23':76°29') जो कि चंबा शैलसमूह के स्लेट शैलों के बीच स्थित है। इस निक्षेप में दो लेंस हैं जो क्रमशः 350x10 मी. तथा 20x3 मी. आकार के हैं। भारतीय खान ब्यूरो (1980 क) के अनुसार इनका अनुमानित भंडार 7200 टन है। नतिलंब सहवर्ती शैलों के समान ही पउप-पूदपू दिशा में तथा नति उउपू दिशा में 45° से 55° की है। मुछेतर नाले तथा रावी संगम के पास मैग्नेसाइट लेंस प्रतिवलन प्रदर्शित करती है जिसका अवनमन उउपू में है। यहां मैग्नेसाइट

अनेक छोटे-छोटे दृश्यांशों के रूप में है जिसका कारण संभवतः वलनजनित अपरूपण प्रभाव है।

8. मणिमहेश

भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जी.एस.आइ., 1983, पृ. 151) के भूवैज्ञानिकों ने मणिमहेश ($32^0 23'45"$: $76^0 38'30"$) के दक्षिण में कई स्थानों पर मैग्नेसाइट के 20 मी. तक मोटे लेंसों की उपस्थिति का वर्णन किया है। विशेष भूवैज्ञानिक विवरण ज्ञात नहीं है।

चंबा जिले के मैग्नेसाइट निक्षेप पहले के अनुसंधानकर्ताओं द्वारा (उदा. दत्ता एवं सिंह, 1975) पर्मियन कालीन सलूनी शैलसमूह के भाग माने गए थे। परंतु वर्तमान मत के अनुसार ये निक्षेप किसी एक स्तरक्रम शैलसमूह से संबद्ध न होकर अलग-अलग चंबा, मंजीर बाटल शैलसमूहों के साथ पाए जाते हैं। श्रीकांतिया तथा भार्गव (1998) के अनुसार ये सभी शैलसमूह प्राग्जीवी महाकल्प के अंतर्गत आते हैं।

टेथीस हिमालय क्षेत्र के ये निक्षेप लघु हिमालय क्षेत्र के निक्षेपों से कई प्रकार से भिन्न हैं (सारणी 3.3)। जहां लघु हिमालय के मैग्नेसाइट मुख्य रूप से डोलोमाइट में ही मिलते हैं वहीं यहां के निक्षेप डोलोमाइट के अतिरिक्त स्लेट, फाइलाइट या क्वार्ट्ज़ाइट के साथ भी पाए जाते हैं। लघु हिमालय के मैग्नेसाइट सफेद या पीले हैं तो चंबा मैग्नेसाइट में काला या भूरा रंग भी दीखता है जो संभवतः उसमें स्थित कार्बन के कारण है। इन भिन्नताओं के बावजूद यह मैग्नेसाइट भी स्थूलक्रिस्टली, अरीय, क्षुरपत्रित, ताराकार है (चित्र 3.4 ग)। इसके साथ टैल्क, डोलोमाइट, चर्ट तथा पाइराइट मिलते हैं। रासायनिक दृष्टि से इन मैग्नेसाइट में MgO 43.60 से 45.50 प्रतिशत, CaO.0.76 से 2.02 प्रतिशत, लौह 1.34 से 1.91 प्रतिशत (सारणी 3.1) तथा अविलेय अवशेष

सारणी - 3.3 : लघु हिमालयी (कुमाऊँ-गढ़वाल) तथा टेथिस हिमालयी (चंबा) मैग्नेसाइट का तुलनात्मक विवरण

विशेषताएँ	कुमाऊँ-गढ़वाल(लघु हिमालय)	चंबा (टेथीस हिमालय)
आतिथेय शैल	प्रमुख रूप से स्ट्रोमेटोलाइटी तथा अन्य डोलोमाइट	डोलोमाइट, डोलोमाइटी स्लेट, कार्बनी शेल, क्वार्ट्ज़ाइट
स्वरूप	लेंस रूप	लेंस रूप
केंद्रीकरण कारक	मुख्यतया शैलिकीय	मुख्यतया संरचनात्मक
सहवर्ती खनिज	डोलोमाइट, कैल्साइट, टैल्क, चर्ट, पाइराइट, फास्फोराइट (पिथौरागढ़ में)	डोलोमाइट, टैल्क, पाइराइट, कार्बनी पदार्थ (सभवतः ग्रेफाइट)
भौतिक गुण	क्रिस्टलीय, सफेद, भूरा; चमकदार, क्षुरपत्रित, अरीय, स्फेरूलाइटी	क्रिस्टलीय, चमकदार, गहरा भूरा, (कालापन लिए हुए), क्रिस्टल अननुविन्यस्त
रासायनिक संगठन		
MgO	33-47%	43-46%
CaO	0.64-6%	0.76-2.02%
SiO_2	0.24-7%	5-8%
$FeO+Fe_2O_3$	0.34-5.44%	1.34-1.91%
Sr	4-52 पीपीएम	92-302 पीपीएम
Cu	5-132 पीपीएम	4-18 पीपीएम
Cr	3-4 पीपीएम	25-34 पीपीएम
Zn	16-127 पीपीएम	23-47 पीपीएम
Co	4-7 पीपीएम	17-21 पीपीएम
Ni	3-17 पीपीएम	24-30 पीपीएम
अविलेय अवशेष	5.40-9.75%	0.97-20.025%
तरल अंतर्वेश	एकरूपता ताप (औसत) $120-130^0$ से.	$175-275^0$ से.
स्तरक्रम स्थिति	केवल एक शैलसमूह गंगोलीहाट अथवा उसके सहसंबंधी स्तरक्रम में स्थित अनिवार्यतः प्रोटोरोज़ोइक	अनेक स्तरक्रमों में स्थित, अनिवार्यतः प्रोटोरोज़ोइक

0.97 से 20.025 प्रतिशत तक है। सिंह तथा शर्मा (1997) ने इनमें तरल अंतर्वेशों का अध्ययन किया। उन्हें तीन प्रकार के अंतर्वेश मिले। प्रथम प्रकार के त्रिरूपी अंतर्वेश हैं जिनमें ठोस, द्रव तथा गैस तीनों रूप उपस्थित हैं। द्वितीय प्रकार के द्रव तथा गैस युक्त द्विरूपी तथा तृतीय प्रकार के एकरूपी केवल द्रव अंतर्वेश हैं पर उनमें भी दो असम्मिश्र द्रव विद्यमान हैं। प्रथम प्रकार के अंतर्वेशों का एकरूपता ताप 175 से 275° से. पाया गया जिसके आधार पर उन्होंने माना कि ये निक्षेप ऊष्णजलीय अभिक्रियाओं द्वारा बने हैं जिनका संबंध क्षेप क्रिया से होगा।

3.3 जम्मू-कश्मीर

जम्मू-कश्मीर में फाइश तथा क्राउबाथ दोनों ही प्रकार के निक्षेप विद्यमान हैं परंतु यहां के निक्षेपों के विशेष भूवैज्ञानिक अध्ययन प्रकाशित नहीं हैं। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण, खनिज अन्वेषण निगम तथा जम्मू-कश्मीर राज्य के भूवैज्ञानिकों के अध्ययन के अधिकांश आंकड़े अप्रकाशित हैं। भट्ट तथा अन्य (1976) ने लद्दाख क्षेत्र के कुछ निक्षेपों का भूवैज्ञानिक वर्णन प्रकाशित किया है। इसके अतिरिक्त सिन्हा तथा मिश्रा (1990) एवं राल्फो तथा अन्य (1997) ने भी इनका उल्लेख किया है। भारतीय खान ब्यूरो के मोनोग्राफ में (1990 क) इन निक्षेपों का सामान्य वर्णन संग्रहीत है। कटरा क्षेत्र के निक्षेपों का भूवैज्ञानिक अध्ययन राहा (1975) द्वारा प्रस्तुत किया गया है।

जम्मू-कश्मीर में कुल छह निक्षेप उल्लखित हैं जिनमें से तीन लद्दाख में, एक कारगिल में तथा दो उधमपुर जिलों में हैं।

3.3.1 लद्दाख

लदाख जिले में मैग्नेसाइट के निक्षेप क्यूं-सो नीदर-हांडे पोंचा (33°54'—33°58':77°22'—77°25') तथा शेरगोल में

स्थित हैं। ये सभी निक्षेप क्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय प्रकार के एवं डनाइट, हार्जुबुर्जाइट, सर्पेन्टिनाइट आदि अतिमैफिक शैलों में शिराओं, शिरिकाओं या लेंसों के रूप में मिलते हैं। शेरगोल निक्षेप कारगिल से लगभग 25 किमी. दूर उप-दपू बहने वाले एक नाले के दोनों ओर कटकों तथा खातिकाओं में मिलते हैं। भट्ट तथा अन्य (1976) के अनुसार इस क्षेत्र में कुल 11 निक्षेप स्थित हैं जिनमें से पांच क्रमशः 85, 65, 54, 93 तथा 155 मी. की लंबाई तक देखे जा सकते हैं। ये उपू-दप तथा उप-दपू दिशाओं में विन्यस्त हैं तथा इनका निक्षेपण विभंगों द्वारा नियंत्रित है। सहवर्ती शैलों की तुलना में मैग्नेसाइट अपक्षयण प्रतिरोधी होने के कारण सतह पर निकले हुए दिखलाई पड़ते हैं। गहराई में मैग्नेसाइट की मात्रा कम होती जाती है। यहां MgO 40.90 से 45.40 प्रतिशत है। अनुमानित निचय 4803.45 टन हैं।

3.3.2 कारगिल

इस जिले में एक निक्षेप तासगांव खिबर (34°25'—34°45':75°51'30"—76°) में जहां स्थूल अक्रिस्टलीय मैग्नेसाइट की पतली-पतली शिराएं सर्पेन्टिनी डनाइट, पेरिडोटाइट, पाइरोक्सिनाइट आदि अतिमैफिक शैलों के अपरूपण क्षेत्रों में पाई जाती हैं। शिराओं की चौड़ाई कुछ मिमी. से लेकर लगभग 25 सेमी. तक की है।

3.3.3 उधमपुर

लद्दाख व कारगिल के विपरीत उधमपुर जिले में मैग्नेसाइट के निक्षेप बड़े, आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण तथा फाइश प्रकार के हैं। ये सभी निक्षेप रियासी नवांतःशायी के जम्मू चूनाश्म के साथ पाए जाते हैं। तीन मुख्य निक्षेप उल्लिखित हैं: अधकुंवारी, पैंथल

तथा पी-नाला। अधकुंवारी निक्षेप (33°00'32":74°54'41") जम्मू से 50 किमी. पूर्व, कटरा शहर से 3 किमी. उत्तर की ओर अधकुंवारी नामक स्थान से 1.3 किमी. द 75° पू. में लगभग 1100 से 1300 मी. ऊंचाई के बीच पहाड़ की ढलान पर स्थित है। इस क्षेत्र में मृण्मय चूनाश्म, कैल्कीय शेल तथा स्लेट, हल्के भूरे डोलोमाइट शैल मिलते हैं। मैग्नेसाइट सहवर्ती शैलों के समानांतर स्थित है परंतु उसका मुख्य संक्रेंद्रण पूर्व की ओर लगभग 25° अवनमित वलन के शिखर के साथ है। इस मुख्य निक्षेप के अतिरिक्त भी डोलोमाइट में अनेक स्थानों पर मैग्नेसाइट शिराओं के रूप में उपस्थित है।

कटरा से 8 किमी. दूर पैंथल निक्षेप पैंथल गांव से सड़क द्वारा 7 किमी. दूर स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट के बीच स्थित है। यह निक्षेप 240 मी. लंबा, 80 मी. चौड़ा तथा 30 से 70 मी. की गहराई तक पाया गया है। इस लेंसाकार निक्षेप की आधारभित्ति स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट है तथा उपरिभित्ति भी कैल्शियमी ही है। मैग्नेसाइट का विन्यास सहवर्ती शैल के समानांतर ही है। इस स्थूलक्रिस्टलीय तथा कणिकामय मैग्नेसाइट का अनुमानित निचय 25 लाख टन है। जम्मू-कश्मीर खनिज विकास निगम तथा राष्ट्रीय खनिज विकास निगम इस मैग्नेसाइट के खनन हेतु कार्य कर रहे हैं।

वैष्णो देवी मंदिर से 1.5 किमी. पश्चिम दक्षिण पश्चिम में पी नाला नामक स्थान पर भी मैग्नेसाइट के अच्छे निक्षेप पाए गए हैं। परंतु इनका विस्तृत भूवैज्ञानिक विवरण उपलब्ध नहीं है।

3.4 तमिलनाडु

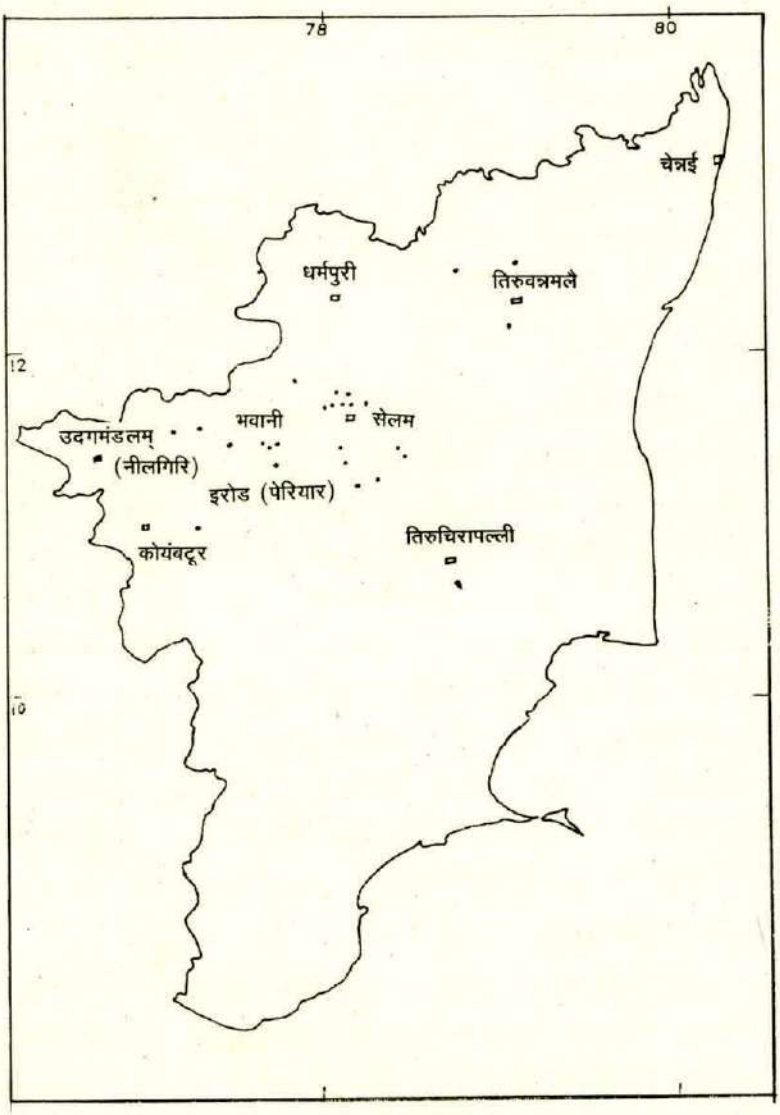
तमिलनाडु भारत का एक प्रमुख मैग्नेसाइट उत्पादक प्रदेश रहा है। यहां सेलम, कोयंबटूर, नीलगिरि, धर्मपुरी, तिरूवन्नमलै,

पेरियार तथा तिरूचिरापल्ली जिलों में मैग्नेसाइट के निक्षेप मिलते हैं (चित्र 3.11)। ये सभी निक्षेप क्राउबाथ प्रकार के हैं (चित्र 3.4 घ)। इनका भूवैज्ञानिक विवरण मिडिलमिस (1896), कृष्णन (1951), कृष्णमूर्ति तथा साहू (1988) आदि द्वारा किया गया है। तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. ने भी इन निक्षेपों के विविध आयामों को एक पुस्तिका के रूप में प्रकाशित किया है (हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, 1983)।

3.4.1 सेलम

भारत में मैग्नेसाइट निक्षेपों की सर्वप्रथम खोज तमिलनाडु के सेलम जिले में ही हुई। 18 से 21 वर्ग किमी. क्षेत्र में फैले इन निक्षेपों के कारण ये पहाड़ियां चूने की तरह दिखाई पड़ती हैं इसलिए तमिल में पारंपरिक रूप से इन्हें 'सुन्नंबु करडु' (कठोर चूना) कहा जाता था। अंग्रेजों ने इन्हें 'चॉक हिल्स' का नाम दिया। ऐसा कहा जाता है कि उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारंभ में डॉ. हाएने को इन मैग्नेसाइट निक्षेपों का पता चला परंतु इनमें भूवैज्ञानिकों की रुचि सन् 1825 के आसपास जागृत हुई। बेंजा, न्यूबोल्ड, किंग, ब्रूस फूट, हालैंड तथा मिडिलमिस ने इनका प्रारंभिक भूवैज्ञानिक अध्ययन किया (कृष्णन्, 1951, पृ. 199-200)। यद्यपि अंग्रेजों द्वारा इनकी खोज के पहले भी स्थानीय लोग इस खनिज को निकालते थे व निर्माण कार्य में प्रयोग करते थे, परंतु सन् 1900-1901 में इन निक्षेपों का उत्खनन एच.जी. टर्नर ने मैग्नेसाइट सिंडिकेट नामक कंपनी के माध्यम से प्रारंभ किया। तब से आज तक ये देश के प्रमुख मैग्नेसाइट निक्षेप बने हुए हैं यद्यपि अब उनकी गुणवत्ता में कुछ कमी आ गई है।

चॉक हिल्स क्षेत्र के मैग्नेसाइट निक्षेप सेलम शहर से 6.4 किमी. उत्तर में पश्चिम से शेवरॉय पहाड़ियों तक छोटी-छोटी



चित्र - 3.11 : तमिलनाडु के मैग्नेसाइट निक्षेप

पहाड़ियों की श्रेणी में फैले हुए हैं। ये निक्षेप शिराओं, शिरिकाओं तथा लेंसों के समूह के रूप में दो एक-दूसरे से असंबद्ध पट्टियों में पूउपू-पदप अभिवन्यस्त स्थलानुरेख के साथ स्थित हैं। अरसु, मांमंगम्, पोंकुमार चट्टी चावडी जगिर, सिरपल्ली, सिरंगनूर, चेट्टी पट्टी, विमनायक्कनूर जंगमनायक्कनपट्टी, मूंगिलपाड़ी, नंददै-नामक्कल, विनयकनूर, कुंडमलै, मेटूर, नगयमपट्टी, पुदूर, रामंपालयम्, वलैयपट्टी, वेंबाकवनदनपुर, सुरमंगलम्, करुप्पुर, रेड हिल्स, कुरुंबपट्टी तथा अय्यनकरडु इस क्षेत्र के प्रमुख निक्षेप हैं।

सेलम जिले के ये निक्षेप अतिमैफिक शैलों, जैसे पेरिडोटाइट, डनाइट तथा सर्पेन्टिनाइट शैलों में मिलते हैं। शैलों का प्रमुख नतिलंब उ30^0 पू तथा नति दपू की ओर है। खनिजों का मुख्य केंद्रीकरण अपरूपण तथा भ्रंशों के संपर्क क्षेत्रों में हुआ है। आज इन निक्षेपों का उत्खनन चार प्रतिष्ठानों बर्न स्टैंडर्ड कंपनी लि., तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., डालमिया मैग्नेसाइट कार्पोरेशन तथा इंडिया मैग्नीशिया प्रोडक्ट लि. द्वारा किया जा रहा है। सेलम मैग्नेसाइट में MgO 31.63 से 46.60 प्रतिशत, CaO 0.66 से 2.19 प्रतिशत तथा SiO_2 2.10 से 30.0 प्रतिशत तक पाया गया है (सारणी 3.3)। इस प्रकार इस मैग्नेसाइट में सिलिका की अधिकता ही एक प्रमुख समस्या है।

3.4.2 कोयंबटूर

इस जिले में आठ निक्षेप ज्ञात हैं। ये हैं भवानी सागर के पास दो तथा गोबीचेट्टिपालयम्, ओडनूर, तिरुमंकरडु, उत्तमपालयम्, सिक्किनपालयम् तथा सेवूर में एक-एक। कोयंबटूर जिले के निक्षेप अभिनतिक क्षेत्र की द्रोणियों में पेरिडोटाइट के ऊपर स्थित डनाइट शैल के साथ हैं। ये द्रोणियाँ दो वलन समूहों के कारण बनी हैं जिनमें से एक पूर्व-पश्चिम संवृत समनतिक तथा दूसरे उत्तर-

दक्षिण सामान्य विवृत वलन हैं। यद्यपि कोयंबटूर निक्षेपों का उत्खनन नहीं हो रहा है परंतु भवानी सागर तथा तिरुमंकरडु के निक्षेप अच्छे हैं।

3.4.3 धर्मपुरी

धर्मपुरी जिले में कंजनूर में मैग्नेसाइट की उपस्थिति पाई गई है, परंतु अभी इनका आर्थिक महत्व नहीं आंका गया है।

3.4.4 नीलगिरि

नीलगिरि जिले में मैग्नेसाइट के निक्षेप मंगलपट्टी, हेलीमोयर, नमक्कलपडुगै, तेंगुमरपाडी तथा कल्लमपालयम् स्थानों में उल्लिखित हैं।

3.4.5 तिरुवन्नमलै

तिरुवन्नमलै जिले में इडतनूर, मुडियनूर, निप्पहूर, राजकोलडै, तोरपाडी, सत्तनूर तथा मैकोट में मैग्नेसाइट की उपस्थिति पाई गई है।

3.4.6 पेरियार

पेरियार जिले में सोल्वनूर के पूर्व में भवानी सागर, डोडाकोमकैहल्ल, गोडपालयम् तथा ओड्डनूर के निक्षेप ज्ञात हैं।

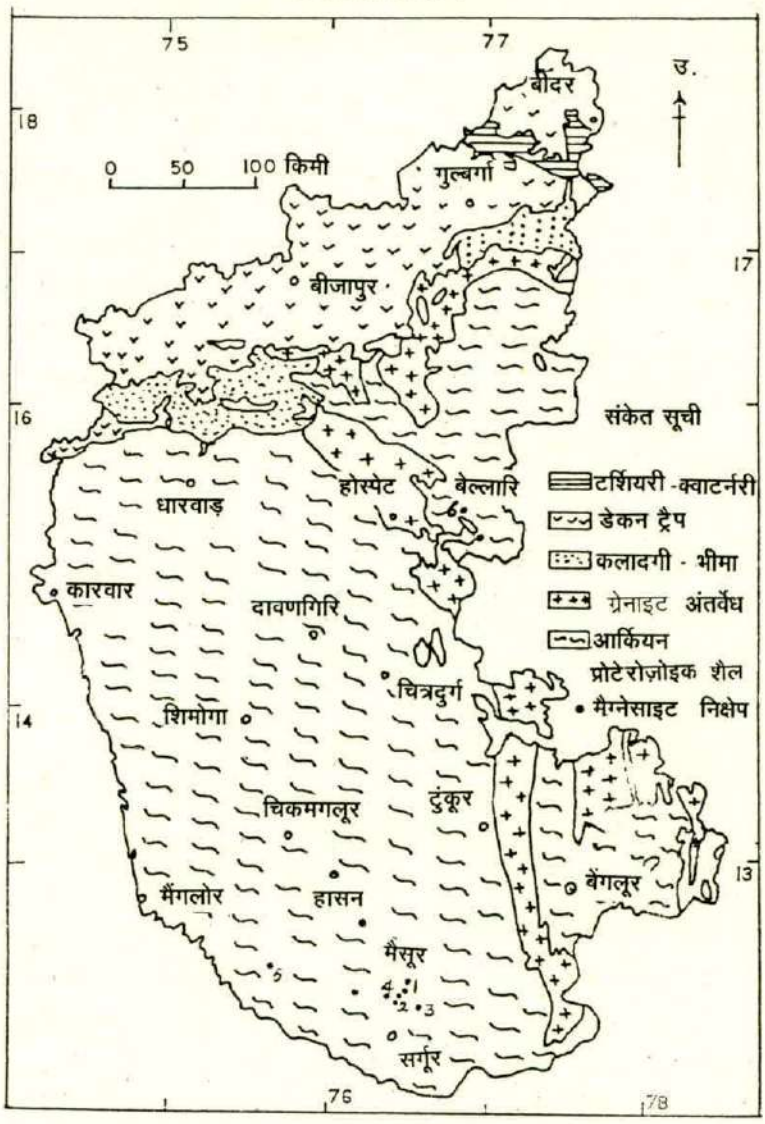
3.4.7 तिरुचिरापल्ली

तिरुचिरापल्ली जिले में चिन्नधारापुरम्, पट्टीवेरा, वलसिरामणी, वनरीपट्टी, तिरुप्पंगुलि तथा पवित्तरम् में मैग्नेसाइट की उपस्थिति पाई गई है।

3.5 कर्नाटक

कर्नाटक में मैग्नेसाइट निक्षेप मैसूर, बेल्लारि, हासन तथा कोडागु जिलों में पाए गए हैं (चित्र 3.12)। भूवैज्ञानिक दृष्टि से ये

7—41 Min. of HRD/ND/2005



चित्र - 3.12 : कर्नाटक का भूवैज्ञानिक मानचित्र (आधार : राधाकृष्णा एवं वैद्यनादन्, 1997, सरलीकृत) तथा मैग्नेसाइट निक्षेप 1. डोडकन्या 2. हुलाहल्ली 3. कर्या 4. डोडकटूर 5. कुशलनगर 6. कॉपर माउंटेन

निक्षेप भी सामान्यतया सेलम के निक्षेपों के समान ही हैं तथा क्राउबाथ प्रकार के हैं। कर्नाटक के ये निक्षेप आर्कियन कल्प के हैं तथा सर्गूर शिस्ट पट्टी के अंतर्गत आते हैं। वेंकटरमणा (1983), खंडल तथा अन्य (1985, 1986), प्रभाकर तथा अन्य (1988), चौबे तथा रेड्डी (1989), राव तथा अन्य (1994), राधाकृष्णा (1996) तथा राव तथा अन्य (1999) ने इनका विस्तृत भूवैज्ञानिक विवरण प्रस्तुत किया है।

3.5.1 मैसूर

मैसूर जिले में उत्तनहल्ली, सोलेपुर, कडोल्लोला, चियालकट्टूर, तलूर, सिंदुवल्ली, डोडकन्या, चट्टनहल्ली, डोडकटूर, कर्या, अल्लैनपुर, कक्करडोडी माविनहल्ली, हुलाहल्ली, चिक्कतूर, कुप्या, येल्वाल आदि स्थानों पर मैग्नेसाइट मिलता है परंतु इनमें से डोडकन्या, डोडकटूर, सोलेपुर तथा कर्या के निक्षेप महत्वपूर्ण हैं।

डोडकन्या निक्षेप मैसूर जिले के गोड्डनपेरहुंडी गांव के निकट मैसूर नगर से 18 किमी. दक्षिण में स्थित हैं तथा टिस्को द्वारा यहां खनन हो रहा है। मैग्नेसाइट अतिमैफिक शैलों— पेरिडोटाइट तथा डनाइट के साथ मिलते हैं जो आर्कियन शिस्ट तथा नाइस में अंतर्वेधित हैं एवं काफी मात्रा में सर्पेन्टिनाइट के रूप में परिवर्तित भी हो चुके हैं। शैलों में प्रचुर संधियां हैं जो उ-द से उउपू-ददप तथा पू-प से उउप-ददपू दिशाओं में विन्यस्त हैं। मैग्नेसाइट शिराएं इन संधियों के समानांतर दिखाई देती हैं। प्रमुख शिराएं 10 से 30 मी. तक लंबी तथा 10 सेमी. से 3 मी. तक मोटी हैं। कहीं-कहीं निक्षेप लेंसों के रूप में भी विकसित हुए है। ये शिराएं तथा लेंस अनेक दिशाओं में नति प्रदर्शित करते हैं तथा उनमें पतला होना, मोटा होना या अनेक शिराओं का एक-दूसरे के साथ मिल जाना भी दिखाई देता है।

डोडकटूर निक्षेप का खनन भी टिस्को द्वारा ही किया जा रहा है। यहां भी नाइस शैल के बीच अंडाकार रूप में डनाइट स्थित है जिसका पर्याप्त मात्रा में सर्पेन्टिनाइट में परिवर्तन भी परिलक्षित होता है। डनाइट का नतिलंब उउपू-ददप है। मैग्नेसाइट इसमें एक-दूसरे को काटते हुए शिरिका समूह के रूप में अवस्थित हैं। ये शिरिका समूह तथा शिरिका जाल ही प्रमुख निक्षेप बनाते हैं। ये निक्षेप 30 से 50 मी. तक चौड़े हैं।

सोलेपुर निक्षेप के भी उत्खनन अधिकार टिस्को के पास हैं। यहां के शैल पेरिडोटाइट, डनाइट तथा पाइरोक्सिनाइट हैं जिनमें मैग्नेसाइट शिराएं अवस्थित हैं। यहां मैग्नेसाइट के साथ ही क्रोमाइट भी मिलता है।

कर्या-हुलाहल्ली निक्षेप का उत्खनन अधिकार मैसूर मिनरल्स लि. के पास है। हुलाहल्ली निक्षेप नांजनगुड से 15 किमी. पश्चिम तथा हुलाहल्ली गांव से 1.5 किमी. दक्षिण में स्थित है। कर्या निक्षेप नांजनगुड-सर्गुर मार्ग पर स्थित कर्या गांव से आधा किमी. दूर पाए जाते हैं। यह निक्षेप भी डनाइट शैल में मैग्नेसाइट की शिराओं के रूप में है। शैलों का सामान्य नतिलंब उपू-दप तथा नति दपू दिशा में 55^0 है।

हुलाहल्ली मैग्नेसाइट कठोर, स्थूल, अक्रिस्टलीय, सफेद या भूरे सफेद हैं। उपू दिशा में विन्यस्त मैग्नेसाइट की शिराएं 2 से 75 सेमी. मोटी तथा 3 से 15 मी. की गहराई तक पाई जाती हैं। कर्या निक्षेप में भी ये शिराएं 10 सेमी. से 1 मी. तक मोटी तथा 3 से 30 मी. की गहराई में मिलती हैं। प्रमुख शिराओं से अनेक छोटी-छोटी शिराएं भी निकलती हुई दिखलाई पड़ती हैं।

3.5.2 कोडागु

कोडागु जिले में मैग्नेसाइट के दो निक्षेप गद्देशॉसहल्ली तथा कुशलनगर में पाए गए हैं। यद्यपि इनका उत्खनन अभी नहीं

हो रहा है परंतु निक्षेपों की संभावनाएं अच्छी हैं। ये निक्षेप भी अतिमैफिक शैलों में मैग्नेसाइट शिराओं के रूप में हैं। ये निक्षेप बर्न एंड कंपनी के अधिकार में थे तथा यहां से थोड़ी मात्रा में अयस्क उनके द्वारा निकाला जाता था और पश्चिम बंगाल के उनके कारखानों में प्रयुक्त किया जाता था।

3.5.3 बेल्लारि

बेल्लारि जिले के संदूर शिस्ट पट्टी में 'कॉपर माउंटेन' क्षेत्र में बेल्लारि-होस्पेट मार्ग पर तोरणगल्लू रेलवे स्टेशन से 2 किमी. पूर्व में राव तथा अन्य (1994) ने गूढ़क्रिस्टली मैग्नेसाइट निक्षेपों का वर्णन किया है। ये निक्षेप अतिमैफिक शैलों के स्थान पर कायांतरित अवसादी शैल ग्रूनेराइट शिस्ट में पाए जाते हैं। यहां मैग्नेसाइट 1 सेमी. से भी कम से लेकर 50 सेमी. तक मोटी समानांतर अथवा अर्ध समानांतर शिराओं के रूप में स्थित है। ये शिराएँ 5 से 20° उपू या दपू नति के साथ संधियों तथा विभंगों में बनी हैं।

3.5.4 हासन

हासन जिले के होलेनरसीपुर क्षेत्र में मैग्नेसाइट की पतली-पतली शिराएं (अधिकतम चौड़ाई 50.4 मिमी.) अतिमैफिक शैलों में पाई गई हैं (कृष्णस्वामी, 1988, पृ. 335)।

राव तथा अन्य (1999) के अनुसार डोडकन्या निक्षेप सर्पेन्टिनीभूत अतिमैफिक अंतर्वेधों में स्थित हैं। ये अतिमैफिक शैल मूलतः डनाइट तथा अल्प मात्रा में हर्जबुर्जाइट हैं। इनमें नोराइट, एनार्थोसाइट तथा फेल्साइट भी अंतर्वेधित हुआ है। जहां नोराइट तथा एनार्थोसाइट डनाइट के साथ ही बने हैं वहीं फेल्साइट बाद का है। यहां मैग्नेसाइट निक्षेपों की यह विशेषता परिलक्षित होती

है कि 18 से 20 मी. गहराई तक मैग्नेसाइट अधिक अच्छा होता जाता है। इसका केंद्रीकरण सर्पेन्टिनीभूत तथा मुख्यतः अपक्षयित डनाइट में विभंग तथा संधियों के साथ छोटे-छोटे पिंडों से लेकर भिन्न-भिन्न आकार प्रकारों की शिराओं के रूप में हुआ है। ये शिराएं मूलतः गुहिका-भरण प्रकार की हैं तथा नतिलंब के साथ-साथ बनी हैं। इन शिराओं को उन्होंने पांच प्रकारों में वर्गीकृत किया है। ये हैं (1) कुछ सेमी. से लेकर 1 मी. से अधिक मोटी, सामान्य से अत्यधिक नतिवाली असंतत शिराएं, (2) 1 सेमी. से भी कम से 25 सेमी. मोटी समानांतर या अर्धसमानांतर, उपक्षैतिज शिराएं, (3) कुछ सेमी. मोटाई वाले शिरिकाजाल, (4) तरंगित शिराएं तथा (5) सोपान रूप में व्यवस्थित शिराएं।

मैग्नेसाइट मुख्य रूप से कणिकामय तथा स्थूल या कभी-कभी पट्टित तथा रेशेदार रूपों में मिलता है। कणिकामय प्रकार में 1 मिमी. से भी छोटे गूढ़क्रिस्टली स्फिरूल देखे जाते हैं। स्थूल प्रकार का मैग्नेसाइट भी गूढ़क्रिस्टली तथा पोर्सीलेनी चमक वाला है। डोडकन्या मैग्नेसाइट में अल्पमात्रा में कैल्साइट, डोलोमाइट, गूढ़क्रिस्टली सिलिका तथा सहवर्ती शैल भी पाए जाते हैं।

राव तथा अन्य (1999) ने डोडकन्या मैग्नेसाइट में कार्बन समस्थानिक अनुपात ($\delta^{13}C$) —2.27 से —2.97‰ पीडीबी तथा ऑक्सीजन समस्थानिक अनुपात ($\delta^{18}O$) —2.40 से +1.28‰ पीडीबी पाया। ये आंकड़े विश्व के अन्य भागों के क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट के आंकड़ों के ही समान हैं।

संदूर क्षेत्र में ग्रूनेराइट शिस्ट के साथ पाए जाने वाले मैग्नेसाइट 1 सेमी. से 50 सेमी. तक मोटी लगभग समानांतर शिराओं के रूप में स्थित हैं जो आतिथेय शैलों में अत्यधिक नति वाले संस्तरण तथा शिस्टाभता को छेदने वाली कम नति की संधियों तथा तनावमूलक

विभंगों के साथ पाई जाती हैं। इस गूढ़ क्रिस्टली मैग्नेसाइट के साथ अल्प मात्रा में डोलोमाइट, कैल्साइट, गूढ़क्रिस्टली सिलिका, लौह ऑक्साइड तथा हाइड्रॉक्साइड उपस्थित हैं। इस मैग्नेसाइट में $\delta^{13}C$ पीडीबी —2.72 से —5.54‰ तक तथा $\delta^{18}O$ पीडीबी —0.36 से —1.96‰ तक पाया गया है। ये समस्थानिक अनुपात भी क्राउबाथ प्रकार से मेल खाते हैं।

3.6 केरल

केरल में मैग्नेसाइट के दो निक्षेप पालघाट जिले में अट्टापाडी घाटी में कल्कंडी तथा नरसिमोक्कै से 1.5 किमी. पूउपू में मिलते हैं। दोनों ही स्थानों पर मैग्नेसाइट पेरिडोइट में स्थित है जो कुछ मिमी. से 30 सेमी. चौड़ी शिराओं या शिरिकाओं के रूप में पाया जाता है। कल्कंडी का निक्षेप पूउपू-पदप दिशा में लगभग 250 मी. तक देखा गया है (जी.एस.आई., 1983, पृ. 198)।

3.7 राजस्थान

राजस्थान में मैग्नेसाइट के आठ निक्षेप ज्ञात हैं जिनमें से अजमेर में चार, उदयपुर में दो, पाली में एक तथा राजसमंद में एक है। सिंह तथा सिंह (1985) ने किशनगढ़ के अतिमैफिक अंतर्वेधों के साथ मैग्नेसाइट की उपस्थिति का उल्लेख किया है। राज़स्थान के निक्षेपों का विस्तृत भूवैज्ञानिक अध्ययन अभी प्रकाशित नही है। सेन तथा अन्य (1966) एवं अग्रवाल तथा राय (1990) ने कुछ निक्षेपों का वर्णन किया है।

3.7.1 अजमेर

अजमेर जिले के चार निक्षेप कोगन्नू, मेडवाना, कालडोंगरी तथा सरूपा-छाजा-गोफा में स्थित हैं। कोगन्नू निक्षेप कोगन्नू के पश्चिम में देवनूल तथा कुंडोल के बीच स्थित है। यहां मैग्नेसाइट की शिराएं दिल्ली महासंघ के ऐंफीबोलाइट तथा क्वार्ट्ज़ाइट

3.10 अन्य

भाटी तथा पटेल (1979) ने भारत में मैग्नेसाइट निक्षेपों का वर्णन करते हुए गुजरात में भी इनकी संभावनाओं का आकलन किया है। अग्रवाल तथा घोष (1989), ने नागालैंड के ओफियोलाइट के साथ मैग्नेसाइट की उपस्थिति का उल्लेख किया है। सिक्किम में भी मैग्नेसाइट मिलने की सूचना है परंतु अभी विशेष भूवैज्ञानिक विवरण ज्ञात नहीं है।

अध्याय - 4

उत्पत्ति के सिद्धांत

किसी भी आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण खनिज के समान ही मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के सिद्धांतों पर विचार करते समय खनिज की उत्पत्ति तथा खनिज निक्षेपों की उत्पत्ति, दोनों मुद्दों पर विचार आवश्यक है। प्रकृति में मैग्नेसाइट की उपस्थिति के विविध प्रकारों को देखते हुए यह तो स्पष्टतया परिलक्षित होता है कि यह खनिज अनेक विधियों द्वारा निर्मित है। एक ओर कार्बोनेटाइट, सैग्वेंडाइड-जैसे आग्नेय शैलों, उल्काओं तथा प्राकृतिक हीरे में अंतर्वेश के रूप में इसकी उपस्थिति इसके मैग्मा के क्रिस्टलन द्वारा निर्मित होने का प्रमाण है, वहीं समुद्री झीलों, लैगून, महाद्वीपीय अलवणीय जल तथा प्लाया में इसका अवसादन भी होता है। भिन्न-भिन्न प्रकार के शैलों का उष्णजलीय प्रतिस्थापन, शैलों का अपक्षयण तथा कायांतरण भी वे प्रमाणसिद्ध विधियां हैं जिनके द्वारा इस खनिज का निर्माण होता है।

मैग्नेसाइट के आर्थिक निक्षेपों की भी उत्पत्ति के संबंध में विचार करने पर इसी प्रकार की विविधता वहां भी परिलक्षित होती है। यद्यपि बेला स्टेना प्रकार की उत्पत्ति के संबंध में विशेष विवाद नहीं है परंतु फाइश तथा क्राउबाथ दोनों ही प्रकारों के लिए

अनेक सिद्धांत प्रतिपादित किए गए हैं। दोनों ही प्रकार के मैग्नेसाइट का साहचर्य एकदम भिन्न प्रकार का होने के कारण तथा दोनों के भौतिक स्वरूपों में भी पूर्ण असमानता होने के कारण यह स्वाभाविक ही है कि एक ही खनिज होते हुए भी उनकी उत्पत्ति की विधियों में अंतर हो। विश्व के विभिन्न निक्षेपों पर किए गए अनुसंधानों के अब तक के अध्ययन से जो निष्कर्ष सामने आए हैं उनसे एक बात स्पष्ट होती है कि मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के सिद्धांतों के संबंध में वैज्ञानिकों में घोर मतभेद हैं। अनेक प्रकार के प्रयोग, भिन्न-भिन्न प्रकार के आंकड़े, अनेकानेक नए-नए निक्षेपों के अध्ययन से हमें तरह-तरह की जानकारियां तो प्राप्त हुई हैं परंतु उत्पत्ति की किसी एक अवधारणा के संबंध में एकमत नहीं हो पाया है।

मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के बारे मे जानने के लिए किसी क्षेत्र में उसके निक्षेप की स्थिति, सहवर्ती शैलों के साथ संबंध, संरचना, गठन, रासायनिक संघटन जिसमें भिन्न-भिन्न मुख्य तथा लेश तत्वों का वितरण, दुर्लभ मृदा तत्वों का वितरण, तरल अंतर्वेशों से प्राप्त जानकारियां, स्थिर समस्थानिकों का अनुपात, सहवर्ती खनिज, मृदा व कार्बन की क्रिस्टलता आदि अनेक प्रमाण वैज्ञानिकों द्वारा प्रयोग में लाए गए हैं।

4.1 फाइश प्रकार

फाइश प्रकार के, अर्थात् अवसादी एवं कायांतरित अवसादी शैलों के साथ मिलने वाले, मुख्य रूप से स्थूलक्रिस्टलीय मैग्नेसाइट निक्षेपों की उत्पत्ति के सिद्धांतों को मोटे रूप में तीन वर्गों में बांटा जा सकता है:

(1) सहजनित अवसादन

(2) प्रसंघनित प्रतिस्थापन

(3) पश्चजनित प्रतिस्थापन

सारणी 4.1 में इन सिद्धांतों के प्रतिपादक संदर्भों की सूची प्रदर्शित की गई है जिससे स्पष्ट है कि इन तीनों ही उत्पत्ति सिद्धांतों के समर्थक काफी बड़ी संख्या में विद्यमान हैं।

सारणी - 4.1: फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेप उत्पत्ति के सिद्धांत : मतमतांतर

सहजनित अवसादन

गेल (1914) — कैलीफोर्निया तथा नेवादा, सं.रा.अ., लाइटमिएर (1917, 1953) — ऑस्ट्रिया; निनोमी (1925, 1927) मंचूरिया, चीन; निशिहारा (1926, 1928, 1956) — मंचूरिया, चीन; गोमेझ डे लारेना (1950 क, ख) — स्पेनी पाइरेनीज; लाइटमिएर तथा सीगल (1954) — ऑस्ट्रिया; सीगल (1955, 1964, 1969) — ऑस्ट्रिया; ने (1956) — आल्प्स; मिश्रा तथा वल्दिया (1961) — पिथौरागढ़; हूल तथा मॉकेर (1967, 1976) — ऑस्ट्रिया; फॉक्स तथा राइनहार्ट (1968) वॉशिंगटन, सं.रा.अ.; शुल्ज (1972 क, ख) — ऑस्ट्रिया; लेस्को (1972) — ऑस्ट्रिया; तिवारी (1973) — कांडा, कुमाऊं; क्यूमेन्यूर (1974) स्पेन; सफाया (1976) — कुमाऊं; पेट्राशेक तथा अन्य (1977) — स्पेनी पाइरेनीज; शुल्ज तथा वावटार (1977) — ऑस्ट्रिया; टुफर (1980) — पूर्वी आल्प्स; निडेरमायेर तथा अन्य (1983) — पूर्वी आल्प्स; छाये डी आल्बिसिन तथा सहयोगी (1986, 1988) — स्पेन, नेपाल; पोल (1990) फाइश प्रकार के निक्षेप

प्रसंघनित प्रतिस्थापन

वल्दिया (1968) — पिथौरागढ़; नेगी (1978) — पिथौरागढ़,

भट्टाचार्य तथा जोशी (1979) — बौड़ी (अल्मोडा); सेनगुप्ता (1980, 1990) — पिथौरागढ़; सीगल (1984) — फाइश प्रकार के निक्षेप; पोल तथा सीगल (1984) — फाइश प्रकार के निक्षेप; वेलास्को तथा अन्य (1987) स्पेन; फ्रिमेल (1988) — पूर्वी आल्प्स; जोशी (1989) — बौड़ी, छानी तथा अन्य निकटवर्ती निक्षेप (अल्मोडा); जोशी तथा अन्य (1993) — बौड़ी (अल्मोडा); स्पॉट्ल तथा बर्न्स (1994) — ऑस्ट्रिया; शर्मा तथा जोशी (1997) — बौड़ी (अल्मोड़ा); सेनगुप्ता तथा यादव (1998) — झिरोली (अल्मोड़ा)

पश्चजनित प्रतिस्थापन

पेट्राशेक डब्लू. (1926, 1932, 1947, 1953) तथा पेट्राशेक डब्लू. ई. (1972) — यूरोप; एंजेल तथा वाइस (1953) — आल्प्स; फ्रीड्रिक (1967) — यूरोप; क्लार (1953, 1956) — यूरोप; डेस्टोंबेस (1956) — स्पेनी पाइरेनीज; मित्रा (1960) — सोमेश्वर (अल्मोडा); मुक्तिनाथ तथा वाखलू (1962) — कुमाऊं; दुबे तथा दीक्षित (1962) — कुमाऊं; क्लार तथा अन्य (1963) — यूरोप; रोजेनबर्ग तथा मिल्स (1966, 1967) — सैद्धांतिक विचार; ऍडी (1967) — गिरेछीना (कुमाऊं); दीक्षित (1969 क) — गिरेछीना; देवलधार (कुमाऊं); गौड़ (1971) — गढ़वाल तथा कुमाऊं; गौड़ तथा पंत (1978) — कुमाऊं; ओबेरहाउजेर (1978) — आल्प्स; गौड़ तथा अन्य (1979) — गढ़वाल; मोर्टियानी तथा अन्य (1982) — ऑस्ट्रिया; कॉक (1983) — आल्प्स; जोशी तथा पांडे (1987) — गढ़वाल; अहारोन (1988) ऑस्ट्रेलिया; कीजल तथा अन्य (1990) — ऑस्ट्रिया; रैथ तथा अन्य (1995) ऑस्ट्रिया; सिंह तथा शर्मा (1997) — चंबा (हिमाचल)

4.1.1 सहजनित अवसादन

चूंकि ये निक्षेप अवसादी शैलों के साथ मिलते हैं इसलिए इनकी उत्पत्ति भी अवसादन द्वारा माना जाना स्वाभाविक ही है। और वास्तव में वे निक्षेप जहां मैग्नेसाइट का वर्तमान काल में अवसादन हो रहा है तथा अन्य जिनके अवसादन निर्मित होने के असंदिग्ध प्रमाण उपलब्ध हैं, उनकी उत्पत्ति के संबंध में विशेष विवाद नहीं है। उदाहरणार्थ संयुक्त राज्य अमेरिका के कैलीफोर्निया, नेवादा तथा वाशिंगटन के निक्षेप, फारस की खाड़ी के दक्षिण पूर्वी ट्रूशियल तट के अवसाद, यूनान के इयानी तथा कजानी के निक्षेप, यूगोस्लाविया के बेला स्टेना तथा बेली कामेन के निक्षेप, मंचूरिया के निक्षेप, कूरांग लैगून की झीलों का मैग्नेसाइट, बोनेविले में हिमोढ़ीय झील में पाए जाने वाले निक्षेप, ऑस्ट्रिया के ट्राइरोल में प्लाया तथा झील के अवसादी शैल, बालुकाश्म में संयोजी पदार्थ के या ग्रंथिका के रूप में पाया जाने वाला मैग्नेसाइट आदि सभी अवसादन द्वारा बने माने जाते हैं। इनमें से अधिकतर बेला स्टेना प्रकार के अंतर्गत रखे जाने चाहिए। यदि फाइश प्रकार के निक्षेप भी इसी विधि से बने हों तो ये दोनों प्रकार एक ही कहे जा सकते हैं जैसा कि पोल (1989) ने माना भी है। परंतु क्या फाइश प्रकार के सभी निक्षेप अवसादन द्वारा बने ही माने जा सकते हैं?

यद्यपि सर्वप्रथम गेल (1914) ने कैलीफोर्निया के निक्षेपों को अवसादी कहा था परंतु आम तौर पर फाइश प्रकार के निक्षेपों को उष्णजलजनित माने जाने की परंपरा रही। गोमेज डे लारेना (1950 क, ख) ने स्पेनी पाइरेनीज के निक्षेपों को उनके डोलोमाइट के साथ संस्तरित रूप तथा एक विशिष्ट स्तरक्रम में ही स्थित होने के कारण अवसादी घोषित किया। निशिहारा (1956) ने मंचूरिया के स्तरित निक्षेपों को भी इसी प्रकार अवसादी माना।

भारत में सर्वप्रथम मिश्रा तथा वल्दिया (1961) ने कुमाऊं के निक्षेपों के लिए उत्पत्ति का यह सिद्धांत प्रतिपादित किया। तिवारी (1973) ने प्रयोगशाला परिणामों तथा सफाया (1976) ने क्षेत्र के अध्ययन तथा वेधन क्रोड़ों के परीक्षण से भी हिमालयी निक्षेपों के अवसादी होने का निष्कर्ष निकाला। शुल्ज तथा वावटार (1977) ने ऑस्ट्रियायी आल्प्स के निक्षेपों में पहली बार अवसादी संविन्यास जैसे स्थानावर्ती पटलन, तिर्यक् संस्तर, सहप्रसंघाती सतही वलन आदि पाये तथा उनको अवसादी या प्रसंघनित निक्षेप माना। छाये डी आल्बिसिन तथा उनके सहयोगियों ने नेपाल तथा स्पेन दोनों ही स्थानों के ऐसे निक्षेपों का अध्ययन किया तथा उनके अवसादी होने का अंतिम निर्णय सा घोषित किया (छाये डी आल्बिसिन तथा अन्य, 1988)। लास्ट (1992) ने दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया की ईस्ट बेसिन झील में आज निक्षेपित हो रहे अवसादों में मैग्नेसाइट का प्राथमिक अवसादन पाया है।

समुद्र के जल में मैग्नीशियम पर्याप्त मात्रा में घुला होता है। वास्तव में मैग्नेसाइट जैसे खनिजों के अतिरिक्त समुद्री जल ही मैग्नीशियम धातु प्राप्त करने का दूसरा महत्वपूर्ण स्रोत है। ऐसा होते हुए भी समुद्री अवसादों में कैल्शियम कार्बोनेट या अन्य किसी लवण की तुलना में मैग्नीशियम कार्बोनेट या उसके किसी अन्य लवण का अवक्षेपण अत्यंत अल्प मात्रा में होता है। इसीलिए कार्बोनेट खनिजों में भी कैल्साइट आमतौर पर पाया जाता है परंतु मैग्नेसाइट तुलना में लगभग दुर्लभ है। कैल्शियम तथा मैग्नीशियम का संयुक्त कार्बोनेट डोलोमाइट अवश्य शैलों में पर्याप्त मात्रा में मिलता है। परंतु डोलोमाइट भी विलयन से सीधा अवक्षिप्त होता है या डोलोमाइटीभवन की क्रिया द्वारा बनता है। इस संबंध में अभी भी निर्णयात्मक रूप से कुछ कहा नहीं जा सकता।

यद्यपि प्राचीन शैलों में डोलोमाइट काफी अधिक पाया जाता है परंतु वर्तमान काल में केवल कुछ स्थानों, जैसे दक्षिणी आस्ट्रेलिया के दक्षिण में कूरांग लैगून की झीलों में, पेरू तथा चिली के तटीय क्षेत्र में, फ्लोरिडा के दक्षिणी तट पर, बहामा के एंड्रोस द्वीप में, ईरान की खाड़ी में तथा ऐसे ही कुछ अन्य क्षेत्रों में समुद्र में डोलोमाइट अवक्षेपण प्राप्त होता है। परंतु इन सभी स्थानों में बनने वाला डोलोमाइट शैलों में पाए जाने वाले डोलोमाइट से इस अर्थ में भिन्न होता है कि शैलों के डोलोमाइट की क्रिस्टली संरचना सुगठित होती है परंतु सद्योजात डोलोमाइट की नहीं। अतः वैज्ञानिकों की मान्यता है कि यदि डोलोमाइट का अवक्षेपण हुआ भी होगा तो पहले असुगठित प्रोटोडोलोमाइट का ही हुआ होगा जो बाद में प्रसंघनन के दौरान सुगठित डोलोमाइट में बदल गया होगा (हार्डी, 1987)।

इसी प्रकार की समस्या मैग्नेसाइट के साथ भी है। क्राउस्कॉफ (1979, पृ. 69) के अनुसार मैग्नीशियम कार्बोनेट की जल में विलेयता स्थिर हाइड्रेट की उपस्थिति के कारण प्रभावित होती है। यदि सामान्य ताप पर Mg^{+2} से CO_3^{-2} मिलाया जाए तो हाइड्रोजन आयन सांद्रण की भिन्नता से एक त्रिहाइड्रेट $MgCO_3.3H_2O$ (जो प्रकृति में एक दुर्लभ खनिज नेस्क्वेहोनाइट कहलाता है) या हाइड्रीकृत कार्बोनेट $Mg_4(OH)_2(CO_3)_3.3H_2O$ (एक अन्य दुर्लभ खनिज हाइड्रोमैग्नेसाइट) अवक्षिप्त होते हैं। सामान्य कार्बोनेट मैग्नेसाइट संभवतः या तो कुछ उच्च ताप पर अवक्षिप्त होता है या पहले बने हाइड्रीकृत मैग्नीशियम कार्बोनेट के परिवर्तन से बनता है। इसलिए सामान्य परिस्थिति में मैग्नीशियम कार्बोनेट का अवक्षेपण हाइड्रेट की विलेयता से नियंत्रित होता है।

$$MgCO_3.3H_2O = Mg^{+2} + CO_3^{-2} + 3H_2O$$

8—41 Min. of HRD/ND/2005

परंतु इस प्रक्रिया की गति अत्यंत धीमी होने के कारण हाइड्रीकृत मैग्नीशियम कार्बोनेट का निर्जलीकरण सरलता से नहीं हो पाता। फलस्वरूप मैग्नीशियम की सागरीय जल में पर्याप्त मात्रा होते हुए भी मैग्नेसाइट का अवक्षेपण नहीं होता। क्राइस्ट तथा हॉस्टेट्लर (1970) के अनुसार तो समुद्री जल में मैग्नीशियम कार्बोनेट संतृप्तता स्तर तक घुला होता है परंतु मैग्नीशियम क्षारीय मृदा तत्वों में सबसे छोटा आयन होने के कारण इसके साथ उपस्थित जल के अणु इससे बड़ी दृढ़ता से जुड़े रहते हैं तथा सरलता से अलग नहीं होते। इसीलिए मैग्नीशियम के मुक्त आयन कार्बोनेट से जुड़ने तथा मैग्नेसाइट बनाने के लिए उपलब्ध नहीं हो पाते। यही कारण है कि सामान्यतया सुगठित संरचना वाले डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट खनिज अवक्षिप्त नहीं होते परंतु कैल्साइट या अरैगोनाइट सरलता से होते हैं। हां, उच्च ताप पर आयनों की संचलन की क्षमता भी बढ़ जाती है और जल अणुओं का हटना भी संभव हो जाता है। इसलिए उच्च ताप पर डोलोमाइट और मैग्नेसाइट दोनों ही बन सकते हैं।

इसके विपरीत अति लवणीय जल में जब Mg/Ca की मात्रा बहुत अधिक बढ़ जाती है तब डोलोमाइट या मैग्नेसाइट का अवक्षेपण सामान्य ताप पर भी संभव हो सकता है। किंतु यहां भी प्रारंभ में प्रोटोडोलोमाइट तथा हाइड्रोमैग्नेसाइट ही बनेंगे जो प्रसंघनन या कायांतरण के द्वारा डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट में बदलेंगे। फोक तथा लैंड (1975) ने लवणीयता तथा डोलोमाइट अवक्षेपण का संबंध स्थापित करते हुए बताया कि अतिलवणीय स्थिति तथा शीघ्र क्रिस्टलन के कारण Mg/Ca का अनुपात 10:1 या अधिक का हो जाए तो डोलोमाइट का बनना संभव है। यद्यपि उन्होंने यह भी पाया कि सामान्य लवणीय स्थिति में Mg/Ca

अनुपात का अधिक होना आवश्यक नहीं है और यदि दोनों बराबर (1:1) भी हों तो भी डोलोमाइट बन सकता है। परंतु जैसा हमने देखा सामान्य लवणीयता में कैल्शियम कार्बोनेट की तुलना में मैग्नीशियम कार्बोनेट शीघ्रता से बन नहीं पाता।

इलिंग तथा अन्य (1965) ने पाया कि शैवालीय सपाट क्षेत्रों में लवणीयता (क्लोरीनता) 110 ग्राम/लिटर तक यदि बढ़ जाती है तो Mg/Ca अनुपात भी 12:1 तक हो जाता है। यह स्थिति डोलोमाइट बनने के लिए अनुकूल होती है। ऐसा प्रतीत होता है कि यदि लवणीयता तथा मैग्नीशियम की मात्रा इससे भी अधिक बढ़ जाए तो मैग्नेसाइट का निर्माण भी अवसादी वातावरण में संभव है। यही कारण है कि मैग्नेसाइट अतिलवणीय जल के वाष्पन द्वारा अधिक आसानी से बनता हुआ दिखाई पड़ता है।

कार्बोनेट अवक्षेपण में जल के हाइड्रोजन आयन सांद्रण (पी एच) की भी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। क्रुंबाइन तथा गैरल्स (1952) ने प्रतिपादित किया कि 7.8 या इससे अधिक पी-एच होने पर ही कार्बोनेट अवक्षेपण संभव है। बोर्क (1965) ने कूरांग लैगून की झीलों में पाया कि 9 से कम पी-एच पर अरैगोनाइट तथा कैल्साइट, 9 तथा 10 के बीच पी-एच हो तो मैग्नीशियमी कैल्साइट तथा कैल्शियमी डोलोमाइट, 10 पी-एच पर डोलोमाइट तथा 10 से अधिक पी-एच हो जाए तो डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट का अवक्षेपण होता है। हाइड्रोजन आयन सांद्रण अनेक कारणों से प्रभावित होता है, जैसे समुद्रीय जल में शुद्ध जल का मिश्रण होना तथा जैवीय क्रियाएं। जैवीय क्रियाएं विशेषकर प्रकाश संश्लेषण एक महत्वपूर्ण कारक है जिसके कारण पानी में घुलने वाले कार्बन डाइ-ऑक्साइड की मात्रा नियंत्रित होती है। उसी प्रकार अनेक जीवाणु पानी में घुले अमोनिया की मात्रा को भी नियंत्रित करते हैं। इनके कारण पी-एच भी प्रभावित होता है।

उत्पत्ति के सिद्धांत

इस संदर्भ में तिवारी (1973) द्वारा किए गए प्रयोगों से प्राप्त निष्कर्षों का उल्लेख समीचीन होगा। प्रयोगशाला में उन्होंने कई स्थितियों में मैग्नीशियम क्लोराइड तथा अमोनियम कार्बोनेट या अमोनियम सल्फेट के मिश्रण को 25^0 से 35^0 से. ताप पर पी-एच 9.3 से 10.1 के बीच नियंत्रित रखते हुए अवक्षेपित कराया। उल्लेखनीय है कि उन्हें अपने प्रयोगों में नेस्क्वेहोनाइट के स्थूल क्रिस्टल बने मिले। प्रयोगशाला में बने इन नेक्स्वेहोनाइट के क्रिस्टल समुदाय की तुलना बागेश्वर जिले के कांडा मैग्नेसाइट से करने पर उन्हें इनमें पर्याप्त समानता दिखाई पड़ी। इस आधार पर उन्होंने कुमाऊं के स्थूलक्रिस्टली मैग्नेसाइट को अवसादी अवक्षेपित निक्षेप माना।

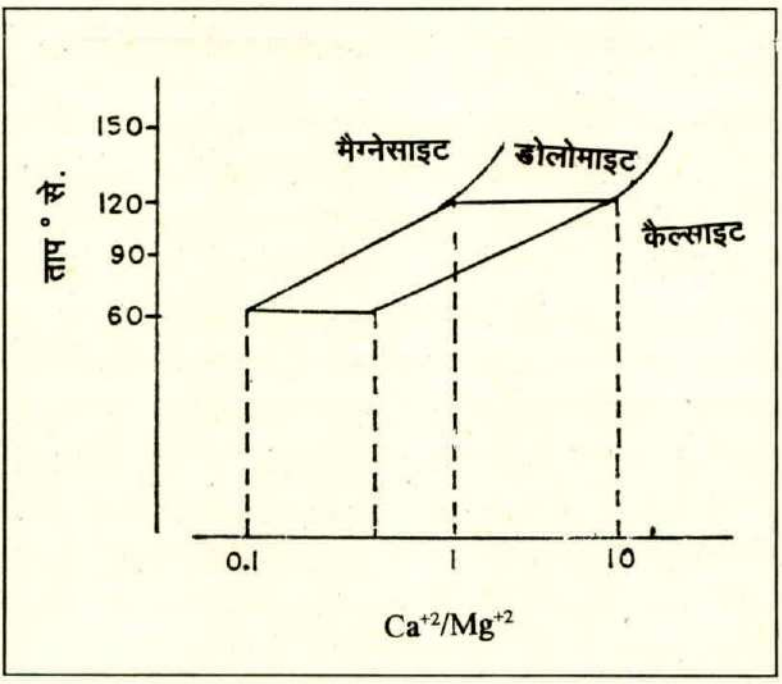
सफाया (1976) ने कुमाऊं के मैग्नेसाइट निक्षेपों का अध्ययन करते हुए प्रतिपादित किया कि ये निक्षेप एक लैगूनी वातावरण में मैग्नेसाइट अथवा हाइड्रोमैग्नेसाइट के रूप में अवक्षिप्त हुए। विशेषकर उन्हें इस क्षेत्र में अनेक वेधन क्रोड नमूनों में मैग्नेसाइट के विषमलंब पाइराइटी, फास्फेटी तथा बिटूमेनी पंक में प्रकीर्णित रूप में मिले जो उनके अनुसार इस निर्माण प्रक्रिया के महत्वपूर्ण प्रमाण हैं। मैग्नेसाइट जनन के लिए CO_3^{-2} की असामान्य अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है जो या तो पुराने क्षारीय कार्बोनेट शैलों के अपचयन से या 'एनएरोबी' सल्फेट अपचायक जीवाणुओं की अभिक्रिया से उत्पन्न हो सकती है। उनके अनुसार ये दोनों ही क्रियाएं झीलों तथा लैगूनों में होती हैं और यही कुमाऊं लैगून में भी हुई थीं।

इस प्रकार के मैग्नेसाइट के अवसादन द्वारा निर्मित होने का एक प्रमाण छाये डी आल्बिसिन तथा उनके अन्य सहयोगियों ने (ब्रूनेल तथा अन्य, 1984, 1985; छाये डी आल्बिसिन तथा

ग्विल्लाउ, 1986 एवं छाये डी आल्बिसिन तथा अन्य, 1988) नेपाल के मैग्नेसाइट से प्राप्त शैवाल जीवाश्म *पैलिओबैसीडिओस्पोरा कैंब्रोनेपालेंसिस* तथा पैकिऑस, स्पेन के मैग्नेसाइट से प्राप्त कैरोफाइट जीवाश्म के रूप में पाया। इन वैज्ञानिकों के अनुसार समुद्र में कोलायडी रूप में मैग्नेसाइट का ही सीधा अवक्षेपण हुआ न कि प्रोटोडोलोमाइट या हाइड्रोमैग्नेसाइट का। प्रसंघनन के दौरान यह कोलायडी मैग्नेसाइट स्थूलक्रिस्टली बना तथा बाद में कायांतरण से आज के रूप में आ गया।

पोल (1990) ने फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेपों के संबंध में तब तक प्राप्त सूचनाओं का विश्लेषण करते हुए उनकी उत्पत्ति का एक क्रमरूप प्रस्तुत किया। उनके अनुसार मैग्नेसाइट का अवक्षेपण वाष्पन द्वारा उसी तरह से होता है जिस प्रकार क्लोराइड प्रकार के वाष्पनज खनिजों का। तटीय क्षेत्र में यदि एक ऐसी लैगून बन जाए जो रोधिकाओं के कारण मुक्त सागर से न जुड़ी हो तो वहां सबखा वातावरण उत्पन्न हो जायेगा। ऐसे वातावरण में मैग्नीशियम क्लोराइड से भरपूर लवणीय जल में वाष्पन द्वारा चूनाश्म, डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट का अवक्षेपण होगा। केवल समुद्री ही नहीं वरन् अतिलवणीय झील वातावरण में भी मैग्नीशियम की अधिकता और उच्च क्षारीयता के कारण मैग्नेसाइट का प्राथमिक अवक्षेपण संभव है जैसा कि लास्ट (1992) ने दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया के ईस्ट बेसिन झील में पाया। सल्फेट अपचयन करने वाले जीवाणु यदि उपस्थित हों तो ऐसे वाष्पनज निक्षेपों में कैल्शियम सल्फेट नहीं बनेगा। किंतु कैल्शियम सल्फेट युक्त वाष्पनज निक्षेपों यथा एनहाड्राइट शैलों के साथ मैग्नेसाइट बहुधा पाया जाता है (विलियम्स तथा अन्य, 1954, पृ. 381)। इतना ही नहीं वरन् केंडाल तथा हार्वुड (1996, पृ. 292), ने तो अधिज्वारीय

एच 10 या उससे अधिक हो तो प्रोटोडोलोमाइट तथा हाइड्रोमैग्नेसाइट अवक्षिप्त हो सकते हैं। परंतु यह आवश्यक नहीं है कि यह क्रिया एकाएक हो जाए। हम जानते हैं कि अधिकांश मैग्नेसाइट निक्षेप विशेषकर हिमालय के डोलोमाइट के साथ हैं। यह डोलोमाइट ज्वारीय तल पर प्रसंघनन के दौरान ही डोलोमाइटीभवन से बना था (जोशी तथा अनंतरामन, 1998)। डोलोमाइटीभवन की यही प्रक्रिया ही कहीं-कहीं मैग्नीशियम की मात्रा अत्यधिक बढ़ जाने तथा जल के अत्यधिक लवणीय तथा क्षारीय हो जाने के कारण मैग्नेसाइटीभवन की प्रक्रिया में बदल गई तथा पहले बना डोलोमाइट शैलीभवन से पूर्व ही उसी बेसिन में शेष जल से अभिक्रिया कर मैग्नेसाइट में परिवर्तित हो गया। उडोव्स्की (1994) के प्रयोगशाला परीक्षणों ने सिद्ध किया कि ताप तथा Ca/Mg अनुपात का सहसंबंध स्थापित किया जा सकता है (चित्र - 4.1) और यदि पर्याप्त समय उपलब्ध हो तो पहले अवक्षिप्त कैल्साइट अधिक मैग्नीशियम युक्त विलयन के साथ बढ़े हुए ताप पर डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट में बदल सकता है। यह प्रतिस्थापन प्रसंघनन के दौरान होना सहज संभव है। परंतु इस प्रकार के मैग्नेसाइटीभवन के लिए आवश्यक वातावरण पूरे बेसिन में एक साथ एक जैसा मिलना संभव नहीं होता। डोलोमाइटीभवन भी पूरे बेसिन में एक साथ एक जैसा नहीं हुआ है। गंगोलीहाट शैलसमूह में अनेक स्थानों पर हमें चूनाश्म की पट्टियां मिलती हैं। कहीं-कहीं तो ऐसा चूनाश्म है जिसमें मैग्नीशियम की मात्रा इतनी कम है कि उसे सीमेंट बनाने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। स्पष्ट है कि उन स्थानों पर डोलोमाइटीभवन नहीं हुआ। इसी प्रकार मैग्नेसाइटीभवन भी कुछ-कुछ स्थानों पर ही हो सका और वे आज हमें मैग्नेसाइट लेंसों के रूप में मिलते हैं।



चित्र - 4.1 : कैल्शियम-मैग्नीशियम अनुपात तथा ताप का कार्बोनेट रूपों के अवक्षेपण से संबंध (संदर्भ : उडोव्स्की, 1994, सरलीकृत)

मैग्नीशियम की की मात्रा का बढ़ना, पी-एच का क्षारीय होना तथा लवणीयता का बढ़ना बेसिन की शैवाल-जनित रोधिकाओं के कारण मुक्त सागर से अलग होकर विलगित बेसिनों के रूप में हो जाने के कारण संभव है। कुमाऊं हिमालय में मैग्नेसाइट निक्षेपों का स्ट्रोमेटोलाइटी डोलोमाइट के साथ मिलना इसका प्रमाण है। आज भी कूरांग लैगून की उन अनेक झीलों में जिनमें हाइड्रोमैग्नेसाइट निक्षेपित हो रहा है स्ट्रोमेटालाइट रचनाएं भी पाई जाती हैं (वाल्टर तथा अन्य, 1973)।

क्लाउड (1962) ने ऊष्मागतिक सिद्धांतों के आधार पर प्रतिपादित किया था कि डोलोमाइट का विलयनों से सीधे प्राथमिक

निक्षेपण संभव नहीं है परंतु उच्च क्षारीयता, कुछ अधिक ताप तथा कम CO_2 दाब पर कैल्साइट तथा मैग्नेसाइट/नेस्क्वेहोनाइट का अवक्षेपण ही पहले होता है। बाद में यही कार्बोनेट प्रसंघनन के दौरान मिलकर डोलोमाइट बन जाते हैं। राव (1971) ने सहस्त्रधारा, देहरादून के निकट क्रोल कार्बोनेट शैलों में चूनाश्म, मैग्नेसाइट तथा मैग्नेसाइट एवं डोलोमाइट एक साथ पाए। उनके अनुसार यह उपस्थिति इस निर्माण प्रक्रिया को सिद्ध करती है। परंतु इस सिद्धांत के अनुसार तो डोलोमाइटीभवन की परिणति मैग्नेसाइटीभवन न होकर मैग्नेसाइट तथा कैल्साइट के संयोग से डोलोमाइट के निर्माण में होती है। अगर यह प्रक्रिया फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के संबंध में मानी जाए तो आज मिलने वाले निक्षेप डोलोमाइट के प्रतिस्थापन से नहीं वरन् डोलोमाइटीभवन से बचे हुए सिद्ध होंगे। परंतु प्रतिस्थापन के जो अनेक प्रमाण हमें मिलते हैं उनसे ऐसा संभव प्रतीत नहीं होता।

जोशी तथा अन्य (1993) ने पाया कि मैग्नेसाइट तथा आतिथेय डोलोमाइट के बीच MgO, CaO, FeO तथा Sr के अतिरिक्त अन्य मुख्य तथा लेश तत्वों के वितरण में कोई भिन्नता नहीं है। मैग्नेसाइट के अविलेय अवशेष भी डोलोमाइट के ही समान हैं। यदि मैग्नेसाइट निर्माण किन्हीं बाह्य विलयनों द्वारा बाद में हुआ माना जाए तों उसमें डोलोमाइट की अपेक्षा लेश तत्वों तथा अविलेय अवशेषों में काफी अंतर होना चाहिए। ऑक्सीजन के समस्थानिकों का अनुपात भी दोनों में एक-जैसा है जिससे ज्ञात होता है कि डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट दोनों एक ही ताप तक प्रभावित हुए हैं। कार्बन समस्थानिकों के अनुपात में अवश्य अंतर मिला। परंतु एक तो मैग्नेसाइट में भी यह अनुपात, एक दो अपवादों को छोड़ दें, तो +5 से —5 के बीच अर्थात् समुद्री कार्बोनेट की सीमा में ही

आता है (चित्र 3.7) और दूसरे मैग्नेसाइट में डोलोमाइट की अपेक्षा ऋणात्मक आंकड़े अधिक हैं। कार्बन समस्थानिकों का अधिक ऋणात्मक होना या तो जैवीय क्रिया के कारण होता है या प्रसंघनन के दौरान शुद्ध जल के समुद्री जल से मिलने के कारण। इनमें से कोई भी कारण यहां रहा हो तो भी ये कार्बन समस्थानिक आंकड़े किसी भी स्थिति में किसी ऊष्ण पश्चजनित विलयन की क्रिया को सिद्ध नहीं करते तथा यह निष्कर्ष निकालना कि उत्तरांचल के ये मैग्नेसाइट प्रसंघनन जनित ही हैं, अधिक तर्कसंगत लगता है। इसी प्रकार डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट दोनों के क्रिस्टलों में मिलने वाले तरल अंतर्वेश भी समतुल्य हैं तथा 120^0 से 130^0 से. तक का औसत एकरूपता ताप बताते हैं (शर्मा तथा जोशी, 1997)। वेलास्को तथा अन्य (1987) ने स्पेन के इस प्रकार के मैग्नेसाइट के तरल अंतर्वेशों में एकरूपता ताप 150^0 से. का पाया था। ये सभी प्रमाण ऊष्णजलीय पश्चजनित विलयनों की प्रक्रिया को प्रमाणित नहीं करते। जोशी तथा अन्य (1993) ने मैग्नेसाइट की इस निर्मिति प्रक्रिया को निम्न क्रम में प्रस्तुत किया:

1. प्रोटेरोज़ोइक कालीन समुद्र में ज्वारीय तल वातावरण में कैल्शियम कार्बोनेट का प्राथमिक अवक्षेपण,
2. शैवालों की अत्यंत वृद्धि तथा उनका रोधिकाओं एवं भित्तियों के रूप में विकास जिनके कारण अनेक छोटे-छोटे विलगित बेसिन बने जिनमें सागरीय जल का मुक्त आवागमन बंद हो गया; फलस्वरूप निक्षेपण तथा वाष्पन के कारण इनमें लवणीयता, Mg/Ca का अनुपात तथा हाइड्रोजन आयन सांद्रण तेजी से बढ़ने लगा,
3. प्रायःसमकालीन परिवर्तन (अरैगोनाइट से कैल्साइट), नवरूपांतरण, डोलोमाइटीभवन तथा सिलिकाभवन,

4. डोलोमाइट के प्रसंघनन प्रतिस्थापन द्वारा मैग्नेसाइट का निर्माण, क्रिस्टल वृद्धि,
5. संपूर्ण क्षेत्र में कायांतरण, मैग्नेसाइट तथा सिलिका की अभिक्रिया से टैल्क का निर्माण, मैग्नेसाइट क्रिस्टल वृद्धि।

4.1.3 पश्चजनित प्रतिस्थापन

मैग्नेसाइट का आतिथेय शैलों, जैसे डोलोमाइट की तुलना में बड़े-बड़े क्रिस्टलों के रूप में होना, उसका लेंसों तथा शिराओं के रूप में मिलना तथा अनेक बार इन निक्षेपों तथा सहवर्ती शैलों का अननुस्तरी होना अनेक वैज्ञानिकों की दृष्टि में इसके पश्चजनित होने के पुष्ट प्रमाण हैं। अतिमैफिक शैलों के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट तो आम तौर पर उष्णजलीय प्रतिस्थापन द्वारा बने माने जाते रहे है। स्वाभाविक रूप से वही विधि अवसादी शैलों के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट के लिए भी ठीक मानी गई। यूरोप में विशेषकर आस्ट्रियाई आल्प्स के निक्षेपों के लिए इस सिद्धांत का प्रतिपादन प्रारंभ से ही हुआ। क्षेत्रीय प्रमाणों के अतिरिक्त अन्य प्रमाण विशेषकर भूरासायनिक, समस्थानिक, तरल अंतर्वेश आदि के द्वारा भी इस विधि को प्रमाणित करने के प्रयत्न किए गए।

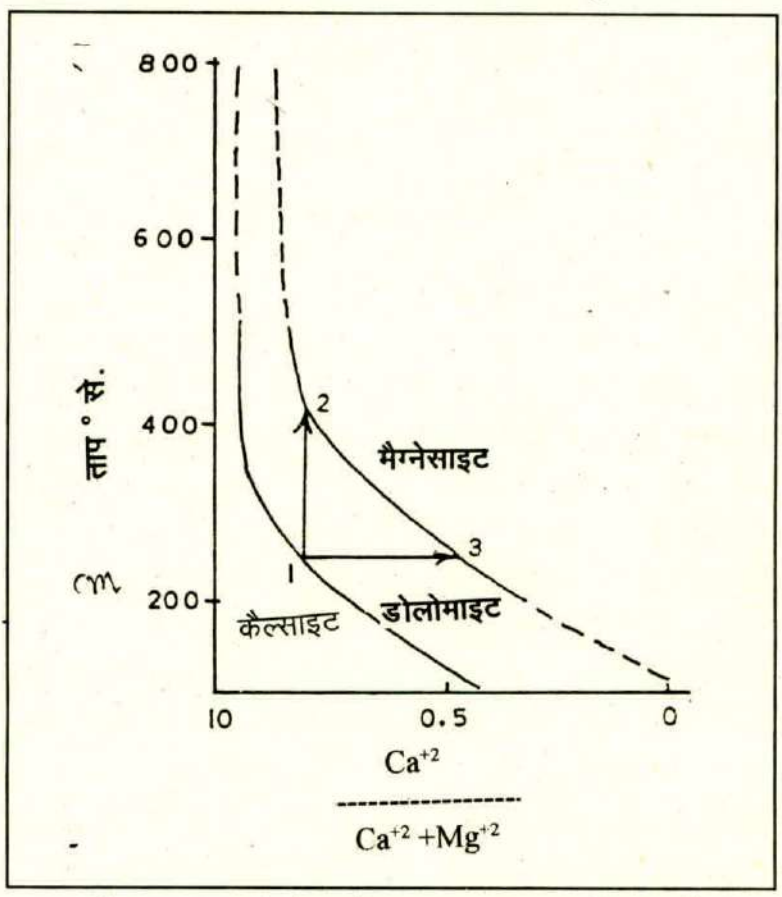
पश्चजनित प्रतिस्थापन हेतु दो बातें जानना अत्यंत आवश्यक है। एक मैग्नीशियम का स्रोत तथा दूसरे कार्बोनेट का स्रोत। इस संबंध में वैज्ञानिकों ने तरह-तरह की संभावनाएं व्यक्त की। मित्रा (1960) ने सोमेश्वर (अल्मोड़ा) के मैग्नेसाइट निक्षेपों के संबंध में विचार व्यक्त किया कि निकटवर्ती ग्रेनाइट के क्रिस्टलन के बाद निकले उष्णजलीय विलयनों ने डोलोमाइट या मृण्मय शैलों से मैग्नीशियम निक्षालित किया तथा इस मैग्नीशियम युक्त विलयन ने ऊपर की ओर उठते हुए डोलोमाइट में स्थित कैल्शियम का प्रतिस्थापन करके मैग्नेसाइट का निर्माण किया होगा।

रोजेनबर्ग तथा मिल्स (1966, 1967) ने प्रयोगों द्वारा पाया कि मैग्नेसाइट दो चरणों में बन सकता है। प्रथम कार्बन डाइ-ऑक्साइड-युक्त विलयन डोलोमाइट से क्रिया कर 200° से. से कम ताप पर Ca तथा Mg बराबर अनुपात में प्राप्त करते हैं और तब यह विलयन 200° से अधिक ताप पर डोलोमाइट को मैग्नेसाइट में बदल देता है। दीक्षित (1969 क) ने इन्हीं निष्कर्षों को अल्मोड़ा मैग्नेसाइट के बनने का कारण माना।

चमोली मैग्नेसाइट क्षेत्र में दवे तथा गौड़ (1976) ने पाया कि केवल वे ही डोलोमाइट मैग्नेसाइट में बदलते हैं जिनमें सिलिका 11 प्रतिशत से कम हो। उनके अनुसार मुख्य केंद्रीय क्षेप के साथ उसी विवर्तनिक क्रिया के कारण उष्णजलीय विलयन बने और उन्होंने यह प्रतिस्थापन किया।

मोर्टियानी तथा अन्य (1982) ने ऑस्ट्रिया के टुक्सलानेर्स्बाख तथा हॉख्किल्सेन के स्पैरी मैग्नेसाइट के दुर्लभ मृदा तत्वों का अध्ययन किया। विशेषतया अपने निष्कर्षों की तुलना उन्होंने निश्चित रूप से झील अवसादी माने जाने वाले यूनान तथा यूगोस्लाविया के निक्षेपों से की। इन दोनों मैग्नेसाइट प्रकारों में उन्हें अंतर मिला। झील अवसादी मैग्नेसाइटों मे दुर्लभ मृदा तत्वों की मात्रा काफी कम मिली। इस आधार पर उन्होंने माना कि स्पैरी मैग्नेसाइट निक्षेप पश्चजनित ही हैं। उन्होंने योहानेस (1970) द्वारा प्रदर्शित वक्रों की सहायता से इस प्रक्रिया की विवेचना करते हुए बताया कि मैग्नेसाइटीकरण दो कारकों से प्रभावित होता है। एक तो विलयन में मैग्नीशियम की मात्रा तथा दूसरे ताप। विलयन में मैग्नीशियम की मात्रा अधिक मैग्नीशियम के आने या कैल्शियम के कम हो जाने से प्रभावित होती है। इसलिए योहानेस ने Ca/Ca+Mg तथा ताप के कारक लेकर कैल्साइट, डोलोमाइट तथा

मैग्नेसाइट के वक्र प्रयोगों द्वारा स्थापित किए। मोर्टियानी तथा अन्य (1982) के अनुसार इन वक्रों में यदि मैग्नीशियम बढ़ कर बिंदु 1 से बिंदु 3 पर पहुंच जाए या ताप बढ़ कर बिंदु 1 से बिंदु 2 तक पहुंच जाए तो मैग्नेसाइट का निर्माण हो जायेगा। (चित्र-4.2)। अहारोन (1988) ने आस्ट्रेलिया के रूम जुंगल मैग्नेसाइट



चित्र - 4.2 : मैग्नेसाइटीकरण का ताप तथा विलयन में कैल्शियम-मैग्नीशियम अनुपात का सहसंबंध (मोर्टियानी तथा अन्य, 1982 के आधार पर)

निक्षेपों में तरल अंतर्वेशों के अध्ययन से उन्हें उष्णजलीय विलयन निर्मित पाया। कीजल तथा अन्य (1990) ने आस्ट्रिया के ओबेर्डोर्फ निक्षेपों में भी लेश तत्वों तथा दुर्लभ मृदा तत्वों के अध्ययन से उन्हें मैग्नीशियम-युक्त विलयनों द्वारा पूर्व में बने डोलोमाइट के प्रतिस्थापन द्वारा बना ही माना। रैथ तथा अन्य (1995) ने भी टुक्स लानेर्स्बाख निक्षेपों को पश्चजनित माना क्योंकि वहां मैग्नेसाइट केवल डोलोमाइट में ही नहीं वरन् क्लोराइट फाइलाइट तथा काले शिस्ट में भी मिलते हैं। मैग्नेसाइट तथा डोलोमाइट के ऑक्सीजन समस्थानिक अनुपात में अंतर मिला तथा मैग्नेसाइट एवं डोलोमाइट दोनों में दुर्लभ मृदा तत्वों की अधिकता दिखी। भारत में चंबा मैग्नेसाइट निक्षेपों में सिंह तथा शर्मा (1997) ने तरल अंतर्वेशों का अध्ययन किया तथा पाया के इनमें स्थित तरल 115^0 से 340^0 से. ताप प्रदर्शित करता है तथा यह निक्षेप उष्णजलीय प्रतिस्थापन से बना है। उनकी अवधारणा है कि यह उष्णजलीय विलयन विवर्तनिक क्रियाओं द्वारा उत्पन्न हुआ। दूसरी ओर कुमार (1998) ने पिथौरागढ़ के मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती डोलोमाइट में कार्बन तथा ऑक्सीजन के समस्थानिकों का तुलनात्मक अध्ययन किया। उनके अनुसार डोलोमाइट में $\delta^{13}C$ पीडीबी — 1.6 से $0.6^0/_{00}$ तथा मैग्नेसाइट में — 2.2 से $0.1^0/_{00}$ तक पाया गया। $\delta^{18}O$ पीडीबी की सीमा जिसे उन्होंने भूल से एसएमओडेंब्लू मानक से माना (जोशी, 1998 ख) — डोलोमाइट में — 10.8 से $9.0^0/_{00}$ तथा मैग्नेसाइट में —18.8 से $-11.8^0/_{00}$ तक पाई गई। इन आंकड़ों को लेखाचित्र में रखने पर उन्होंने पाया कि डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट के लिए ये अलग-अलग समूह बनाते हैं। इसलिए उन्होंने माना कि मैग्नेसाइट और डोलोमाइट भिन्न-भिन्न विलयनों से बने होने चाहिए। अतः मैग्नेसाइट पश्चजनित है।

4.2 क्राउबाथ प्रकार

अतिमैफिक विशेषकर मैग्नीशियम-युक्त शैलों, जैसे पेरिडोटाइट, डनाइट, सर्पेन्टिनाइट आदि में मुख्य रूप से शिराओं तथा शिरिकाजालों के रूप में मिलने वाले गूढ़क्रिस्टली तथा कभी-कभी क्रिस्टली क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के संबंध में भी मुख्य रूप से दो मत दिखाई पड़ते हैं:

(1) उपरिवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण

(2) अधोवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण

यह तो लगभग सभी मानते हैं कि ऐसे मैग्नेसाइट पश्चजनित हैं तथा आतिथेय शैलों की बाद में संपर्क में आए विलयनों के साथ हुई अभिक्रियाओं द्वारा उनके प्रतिस्थापन से बने हैं। परंतु मतभेद का मुख्य मुद्दा यह है कि ये प्रतिस्थापक विलयन अधोजनित, उपरिवाही उष्णजलीय हैं या ऊर्ध्वजनित, अधोवाही आकाशजलीय। अतिमैफिक शैल मैग्नीशियम युक्त होते ही हैं अतः मैग्नीशियम का स्रोत स्पष्ट है। उनसे अभिक्रिया करने वाले विलयन कार्बन डाइ-ऑक्साइड युक्त होने चाहिए। ओलीवीन (फॉर्स्टेराइट) पर कार्बन डाइ-ऑक्साइड युक्त उष्ण जल की क्रिया से उसका सर्पेन्टीन में परिवर्तन हो जाता है तथा मैग्नेसाइट भी बनता है।

$$4Mg_2SiO_4 + 4H_2O + 2CO_2 = Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8 + 2MgCO_3$$

फॉर्स्टेराइट सर्पेन्टीन मैग्नेसाइट

विलियम तथा अन्य (1954, पृ. 224) के अनुसार यह सर्पेन्टीन बहुधा ऐंटीगोराइट प्रकार का होता है। योहानेस (1969) ने $MgO\text{-}SiO_2\text{-}CO_2\text{-}H_2O$ तंत्र के क्रिस्टलन के संबंध में किए गए प्रयोगशाला परीक्षणों में पाया कि सर्पेन्टीन पर कार्बन डाइ-ऑक्साइड की अभिक्रिया 200^0 से. से अधिक ताप तथा 1 किलोबार से

अधिक दाब पर कराई जाए तो परिणामस्वरूप मैग्नेसाइट का निर्माण होता है:

$$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8 + 6CO_2 = 6MgCO_3 + 4SiO_2 + 4H_2O$$

सर्पेन्टीन मैग्नेसाइट

उन्होंने यह भी पाया कि यदि तंत्र में CO_2 की मात्रा और अधिक हो जाए तो सर्पेन्टीन, टैल्क तथा मैग्नेसाइट में परिवर्तित हो जाता है।

$$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8 + 3CO_2 = 3MgCO_3 + Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$$

सर्पेन्टीन मैग्नेसाइट टैल्क

पोल (1990) ने प्रदर्शित किया कि ओलिवीन से बिना मध्यक्रम में सर्पेन्टीन बने भी सीधे मैग्नेसाइट निम्न क्रिया द्वारा बन सकता है:

$$Mg_2SiO_4 + 2CO_2 \text{----} 2MgCO_3 + SiO_2$$

फॉर्स्टेराइट मैग्नेसाइट

उन्होंने यह भी बताया कि 100 घन सेमी. ओलिवीन परिवर्तित होकर 130.7 घन सेमी. मैग्नेसाइट बनाता है।

4.2.1 उपरिवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण

ऐसी आम धारणा है कि ओलिवीन-विशेषकर फॉर्स्टेराइट अथवा मैग्नीशियम-युक्त पाइरोक्जीन का मैग्नेसाइट में परिवर्तन उपरिवाही उष्णजलीय विलयनों द्वारा होता है। बॉंडीलॉस तथा थेयर (1973) के अनुसार मैग्नेसाइट के निर्माण के लिए आवश्यक अधिकांश कार्बन डाइ-ऑक्साइड गहराई में स्थित आग्नेय स्रोतों से आया होगा या कुछ मात्रा में गहराई में स्थित कार्बोनेट शैलों के विघटन से भी निकला होगा। ऑगस्टिर्थास (1976) ने प्रतिपादित किया कि मैग्नेसाइट का निर्माण मैग्नीशियम सिलिकेट के ऊपर मैग्मीय उष्णजलीय विलयनों की अभिक्रिया के कारण होता है।

9—41 Min. of HRD/ND/2005

डेबिटज़िआस (1980) ने यूनान के खाल्कीडिकी मैग्नेसाइट निक्षेपों के अध्ययन से पाया कि ये निक्षेप पेरिडोटाइट तथा डनाइट के क्रमशः चौड़े होते जाते विभंगों में भरने वाले उष्णजलीय विलयनों द्वारा शैलों से निक्षालित मैग्नीशियम की विलयनों में स्थित कार्बन डाइ-ऑक्साइड से अभिक्रिया द्वारा बने। उन्होंने स्ट्रांशियम समस्थानिकों के अध्ययन से एक महत्वपूर्ण तथ्य यह पाया कि मैग्नेसाइट में $^{87}Sr/^{86}Sr$ का अनुपात 0.70871±15 था जो उस काल अर्थात् मध्यजीवी कल्प के चूनाश्म के अनुपात (0.70859±3) के ही समान था। इससे उन्होंने अनुमान लगाया कि मैग्नेसाइटीकरण वाले उष्णजलीय विलयन मीसोज़ोइक कालीन समुद्री अवसादों से निकले हो सकते हैं।

इसके विपरीत वेंकटरमणा (1983) ने मैसूर के डोडकन्या मैग्नेसाइट निक्षेपों के अध्ययन में पाया कि वहां मैग्नेसाइट के साथ क्वार्ट्ज़ तथा तरूर के निक्षेप में टैल्क भी है। वे इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि इस प्रकार का मैग्नेसाइट 150 से 250° से. ताप तथा 0.5 1 किलोबार दाब पर CO_2 की लगभग 0.05 आण्विक प्रतिशत की उपस्थिति में उष्णजलीय प्रतिस्थापन द्वारा बना है। यह उष्णजलीय विलयन भी उसी आग्नेय प्रक्रिया का परिणाम है जिसने वहां के मैफिक-अतिमैफिक शैल बनाए।

पोल (1990) के अनुसार क्राउंबाथ प्रकार के निक्षेप अल्पतापीय स्थिति में कम लवणता वाले तथा CO_2 युक्त जलीय विलयनों द्वारा अतिमैफिक शैलों के प्रतिस्थापन द्वारा बनते हैं। परंतु उनके अनुसार इन विलयनों का निश्चित स्रोत बताना अभी संभव नहीं है। यह मैग्मा, प्रसंघनन या कायांतरण के दौरान मुक्त जल या ग्राबेन विवर्तन द्वारा जनित विलयन भी हो सकता है। यह प्रतिस्थापन किस ताप पर हुआ होगा इसे जानने के लिए भी अभी

निश्चित प्रमाण उपलब्ध नहीं हैं। सुनेर तथा अन्य (2001) ने टर्की के इस प्रकार के मैग्नेसाइट के दुर्लभ मृदा तत्वों के विश्लेषण से निष्कर्ष निकाला कि ये मैग्नेसाइट कम ताप पर दुर्लभ मृदा तत्वों की कमी वाले विलयनों द्वारा पुनर्क्रिस्टलन से बने हैं। परंतु उन्होंने यह स्पष्ट नहीं किया कि ये विलयन उपरिवाही हैं या अधोवाही।

4.2.2 अधोवाही विलयनों द्वारा प्रतिस्थापन-गुहिकाभरण

उपरिवाही विलयनों की अभिक्रिया के सामान्यतया मान्यता प्राप्त सिद्धांतों के विपरीत मैग्नीशियम बहुल अतिमैफिक शैलों के भौमजल द्वारा अपक्षयण तथा तज्जनित विलयनों द्वारा उनके प्रतिस्थापन से मैग्नेसाइट की उत्पत्ति का सिद्धांत प्रमुख रूप से रूसी वैज्ञानिकों द्वारा प्रस्तुत एवं स्वीकृत किया गया। इस सिद्धांत का निरूपण करते हुए स्मिर्नाव (1976, पृ. 370-374-मूल रूसी भाषा में, 1962) ने बताया कि सर्पेन्टीन के कार्बन डाइ-ऑक्साइड युक्त जल के द्वारा किए गए रासायनिक विघटन के फलस्वरूप मैग्नीशियम मुक्त होकर जल में विलयित हो जाता है। यह विलयन ऊपरी अपक्षयित क्षेत्र से निकल कर गहराई में पहुंच कर अर्ध-अपक्षयित शैल क्षेत्र में मैग्नीशियम कार्बोनेट की शिराओं, ग्रंथिकाओं या अनियमित आकारों के रूप में निक्षेपित हो जाता है। रूस के दक्षिणी यूराल भाग में स्थित खलिलोवो निक्षेप इसका उदाहरण कहा जा सकता है जहां सर्पेन्टिनाइट क्षेत्र में सबसे ऊपरी भाग में मृत्तिका गैरिक अवशिष्ट पदार्थ तथा नीचे गहराई में अर्ध अपक्षयित तथा द्वितीयक सिलिकायित सर्पेन्टिनाइट तथा उसके विभंगों में मैग्नेसाइट के शिरिकाजाल मिलते हैं। यहां ये मैग्नेसाइट शिरिकाजाल बड़े विशाल भूभाग में फैले हैं तथा करोड़ों टन निचय बनाते हैं परंतु और अधिक अर्थात् 10 से 15 मी. गहराई के बाद कम होते

जाते हैं। स्मिर्नाव के अनुसार इसी विधि से यूनान, भारत, दक्षिण अफ्रीका तथा कज़ाकिस्तान के निक्षेप भी बने हैं।

वेट्जेंस्टाइन (1989, पृ. 258-259) ने अनेक पूर्ववर्ती अनुसंधानकर्ताओं को उद्धृत किया है जिन्होंने इस प्रकार के निक्षेपों के लिए अपक्षयणजनन के प्रमाण पाये। उदाहरणार्थ एस्कीसेहीर, टर्की; यूबोइया एवं वावडॉस, यूनान तथा स्नारुम, नार्वे में पेट्राशेक (1972) ने तृतीयक कालीन अवसादी शैलों में पुराने सर्पेन्टिनाइट के अपक्षयण से बने मैग्नेसाइट की ग्रंथिकाओं का वर्णन किया है। लेस्को (1972) ने क्राउबाथ प्रकार के मैग्नेसाइट के लिए उपरिवाही उष्णजलीय उत्पत्ति विधि का विरोध करते हुए यह मत प्रकट किया कि ये निक्षेप लौह बहुल सूक्ष्मकणिक मैग्नेसाइट ऑक्सीजन की अल्पता तथा H_2S, CO_2 एवं NH_4 की बहुलता वाले वातावरण में सर्पेन्टीन के अपक्षयण द्वारा मैग्नीशियम की बहुलता से निर्मित होते हैं।

भारत में राव तथा अन्य (1994) ने कर्नाटक के कॉपर माउंटेन क्षेत्र के ग्रूनेराइट शिस्ट में स्थित मैग्नेसाइट तथा राव तथा अन्य (1999) ने डोडकन्या निक्षेपों के अध्ययन से इसी विधि द्वारा मैग्नेसाइट की उत्पत्ति प्रतिपादित की है। डोडकन्या निक्षेपों को वेंकटरमण (1983) ने उपरिवाही उष्णजलीय प्रतिस्थापनजनित बताया थां और माना था कि ये विलयन उसी मैग्मीय प्रक्रिया की अंतिम स्थिति में बने होंगे जिसने वहां के अतिमैफिक शैलों को जन्म दिया। परंतु राव तथा अन्य ने स्पष्ट किया कि क्षेत्र के अतिमैफिक शैलों में विवर्तनिक रूपांतरण तथा कायांतरण हुआ है जबकि मैग्नेसाइट में इन क्रियाओं का कोई प्रभाव नहीं है। ओलिवीन जैसे प्राथमिक खनिजों का सर्पेन्टिनीभवन भी उष्णजलीय क्रिया द्वारा नहीं वरन् अपक्षयण द्वारा हुआ है। इसी क्रिया से मैग्नेसाइट

भी निकला जो विलयन के रूप में नीचे बहता गया और लगभग 15 से 20 मी. गहराई तक विभंगों एवं अन्य गुहिकाओं में निक्षेपित हुआ। ऑक्सीजन समस्थानिक आंकड़े भी ($\delta^{18}O$ पीडीबी —0.15 से —2.40‰ तक) कम ताप पर मैग्नेसाइट का निर्माण इंगित करते हैं।

4.3 बेला स्टेना प्रकार

महाद्वीपीय शुद्ध जल भंडारों, विशेषकर झीलों में निक्षेपित इस प्रकार के मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के संबंध में विशेष मतभेद नहीं दिखाई पड़ते तथा इन्हें लगभग सभी अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अवसादनजनित स्वीकार किया गया है। यदि इन जल भंडारों में मैग्नेशियम की मात्रा काफी अधिक हो, Mg/Ca अनुपात भी बहुत बढ़ा हुआ हो तथा कार्बन डाइ-ऑक्साइड उपलब्ध हो तो हाइड्रोमैग्नेसाइट या नेस्क्वेहोनाइट का अवसादन होता है। बहुधा ऐसे जलभंडार मैफिक तथा अतिमैफिक शैल क्षेत्रों में या उनसे बहने वाली नदियों आदि के जल के एकत्रित होने के कारण बने ज्ञात होते हैं। बार्नेस तथा ओनील (1969) ने अतिमैफिक शैलों से संबंधित भौम जल में Mg/Ca अनुपात 20 से 40 तक पाया है। यह मैग्नीशियम तो स्पष्ट रूप से इन शैलों के अपक्षयण से ही जल में आया होगा। परंतु कार्बोनेट का स्रोत क्या हो सकता है? यूनान के कुछ निक्षेपों के साथ लिग्नाइट कोयला निक्षेप भी मिलते हैं। अतः संभव है कि इस कार्बन का ऑक्सीकरण ही कार्बोनेट के जनन का कारण हो। परंतु अनेक निक्षेपों का लिग्नाइट के साथ संबंध नहीं भी है। उनमें ऐसा माना जाता है कि मैग्मीय क्रियाओं से निकले उष्ण जल से कार्बन डाइ-ऑक्साइड प्राप्त हुआ होगा। इसी आधार पर इलिक (1968) ने प्रस्तावित किया था कि ऐसे मैग्नेसाइट का निर्माण जल में ही उपरिवाही ऊष्ण विलयनों द्वार

मैफिक शैलों से अपक्षयित मैग्नीशियम तथा विलयनों में स्थित कार्बोनेट के संयोजन से संस्तरित होकर हुआ है। मोर्टियानी तथा अन्य (1982) तथा वेट्जेंस्टाइन (1989) ने बेला स्टेना प्रकार के मैग्नेसाइट में दुर्लभ मृदा तत्वों का अध्ययन करते हुए पाया कि फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट की तुलना में इनमें दुर्लभ मृदा तत्व अत्यंत कम हैं तथा उनमें फाइश प्रकार में दिखने वाली सीरियम असंगति भी नहीं है। चूंकि दुर्लभ मृदा तत्व अतिमैफिक शैलों में भी अत्यल्प ही होते हैं इसलिए इस प्रकार के मैग्नेसाइट उन्हीं शैलों के अपक्षयण से बने होंगे ऐसा सिद्ध होता है।

4.4 विवेचना

फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट की उत्पत्ति के संबंध में प्रचलित विविध सिद्धांतों का विश्लेषण करने पर जो एक निष्कर्ष सरलता से निकाला जा सकता है वह यह है कि डोलोमाइट के समान ही मैग्नेसाइट की उत्पत्ति भी अभी तक एक अनुत्तरित प्रश्न ही है। मैग्नेसाइट में स्थित मैग्नीशियम तथा कार्बोनेट दोनों ही कोई निश्चित प्रमाण उपलब्ध नहीं कराते। अब तक जितने प्रकार के आंकड़े प्राप्त किए गए हैं वे अलग-अलग ढंग से व्याख्यायित किए जा सकते हैं। प्रारंभिक काल में जो मत प्रदर्शित किए गए वे तो बहुधा क्षेत्र में निक्षेपों की स्थिति के आधार पर ही थे तथा उन मतों को गहन प्रयोगों का साक्ष्य उपलब्ध नहीं था। वे अनुमान पर भी आधारित थे। उदाहरणार्थ मित्रा (1960) की यह कल्पना कि कुमाऊं क्षेत्र के ग्रेनाइट बनने के समय उस मैग्मा से निकले उष्णजलीय विलयनों ने मैग्नेसाइट का निर्माण किया, ठीक नहीं लगती क्योंकि इस क्षेत्र में ग्रेनाइट नापे के रूप में बहुत बाद में बाहर से आकर बसे हैं। जब ग्रेनाइट बनने की क्रिया यहां हुई ही नहीं तो उससे निकला उष्णजलीय विलयन क्रिया कराने के लिए

यहां कहां से आ सकता था? दूसरे ग्रेनाइटी मैग्मा में मैग्नीशियम की मात्रा विशेष नहीं होती। मैग्नीशियम तो मैफिक मैग्मा में होता है और उन्हीं शैलों के बनने में प्रयुक्त हो जाता है। कुछ वैज्ञानिकों, जैसे— मुक्तिनाथ तथा वाखलू (1962) ने सोचा कि क्षेत्र में कुछ मैफिक शैल जैसे डोलेराइट भित्तियां आदि पाई जाती हैं तो इस मैग्मीय क्रिया से उष्णजलीय विलयन निकले होंगे जिनके मैग्नीशियम ने मैग्नेसाइट का निर्माण किया। परंतु जैसा कि वल्दिया (1968) ने बताया कुमाऊं क्षेत्र में हजारों टन मैग्नेसाइट है जबकि मैफिक शैल नाममात्र के। अनेक मैफिक भित्तियां बेरीनाग शैल समूह में हैं जो क्षेप द्वारा यहां आया है अर्थात् वह मैग्मीय क्रिया भी यहां नहीं हुई। अतः उष्णजलीय विलयन का यह स्रोत भी सही नहीं लगता। गौड़ तथा अन्य (1977) ने चमोली निक्षेपों के लिए उष्णजलीय विलयन मुख्य केंद्रीय क्षेप से उस विवर्तनिक क्रिया के कारण निकले हुए माने। परंतु ऐसे अनेक निक्षेप हैं जो क्षेप क्षेत्रों से बहुत दूर हैं। उनकी उत्पत्ति कैसे सिद्ध होगी? फिर उष्णजलीय विलयन कहां से निकले, किधर से किधर को बहे, उनके बहने का माध्यम क्या था, छोटे-छोटे हिस्सों में मैग्नेसाइट के लेंस मिलते हैं पर एक लेंस व दूसरे लेंस के बीच का शैल एकदम अपरिवर्तित क्यों रह गया। यदि डोलोमाइट के पश्चजनित प्रतिस्थापन से मैग्नेसाइट बना तो मुक्त हुआ कैल्शियम कहां गया आदि ऐसे अनेकों प्रश्न हैं जिनका उत्तर पश्चजनित प्रतिस्थापन सिद्धांत से नहीं मिलता। इसके अतिरिक्त यदि कोई बाहरी विलयन बाद में आया था तो उससे बने मैग्नेसाइट में सहवर्ती डोलोमाइट की अपेक्षा कुछ तो अलग लेश तत्व मिलते, कुछ सिलिका या एल्यूमिना अधिक मिलता, कुछ अविलेय अवशेषों में अंतर मिलता। पर ऐसा कुछ भी नहीं मिलता। डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट के तरल अंतर्वेश

लगभग समान एकरूपता ताप प्रदर्शित करते हैं। ऑक्सीजन समस्थानिक अनुपात भी समान है (सारणी 3.1), जो बताता है कि दोनों समान ताप से प्रभावित हुए हैं। ये सभी प्रमाण उष्णजलीय विलयन द्वारा पश्चजनित प्रतिस्थापन के सिद्धांत का समर्थन नहीं करते।

मैग्नेसाइट का सीधा अवसादन मानने वाले वैज्ञानिकों के अनुसार वर्तमान काल में होने वाला मैग्नेसाइट अवसादन, प्रयोगशाला में विलयनों से मैग्नेसाइट अवसादन तथा इस प्रकार के प्राचीन मैग्नेसाइट शैलों में मिलने वाले जीवाश्म, गहराई में मिले पंक में स्थित मैग्नेसाइट के विषमलंब इसके अवसादनजनित होने के पर्याप्त प्रमाण हैं। परंतु ये वैज्ञानिक ऐसे निक्षेपों के संस्तरों के स्थान पर बहुधा अनियमित एवं असंलग्न लेंसों के रूप में मिलने, मैग्नेसाइट के द्वारा सहवर्ती शैलों के प्रतिस्थापन, डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट के धारीदार साहचर्य तथा कई बार मैग्नेसाइट के अननुस्तरी मिलने की ओर ध्यान नहीं देते।

इन सभी सकारात्मक तथा नकारात्मक प्रमाणों का विवेचन करने पर ऐसा निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कुमाऊं के मैग्नेसाइट निक्षेप प्रसंघनन प्रतिस्थापन द्वारा बने होंगे। परंतु क्या यह सिद्धांत फाइश प्रकार के विश्व के सभी निक्षेपों के लिए लागू हो सकता है? विश्व के ही क्यों भारत में ही हिमाचलं प्रदेश के चंबा मैग्नेसाइट निक्षेपों के लिए भी यह सिद्धांत प्रतिपादित करने में कठिनाई है। उनके तरल अंतर्वेशों का एकरूपता ताप काफी अधिक है और सबसे बड़ी बात तो यह है कि उनमें से अनेक निक्षेप कुमाऊं की तरह डोलोमाइट शैल में ही नहीं है। स्लेट या शेल के साथ यदि मैग्नेसाइट मिले तो मैग्नीशियम तथा कार्बोनेट दोनों के स्रोतों को खोजना पड़ेगा। कश्मीर हिमालय के

पैंथल क्षेत्र में श्रीवास्तव तथा अन्य (2004) को दो भिन्न-भिन्न कालों में बने दो भिन्न-भिन्न प्रकार के मैग्नेसाइट मिले हैं।

अतः हम आज की स्थिति में संभवतः इतना ही कह सकते हैं कि हर निक्षेप की उत्पत्ति के लिए एक ही सिद्धांत का प्रतिपादन उचित नहीं है। प्रत्येक निक्षेप में प्राप्त प्रमाणों के आधार पर उनकी उत्पत्ति का निर्णय करना पड़ेगा। मैग्नेसाइट अनेक विधियों से बन सकता है। यह भी संभव है कि निक्षेप के निर्माण में एकाधिक विधियों का योगदान हो।

क्राउबाथ प्रकार में अतिमैफिक शैलों का प्रतिस्थापन तो सभी के द्वारा स्वीकृत है पर यह उच्च ताप पर उष्ण जल से हुआ या सामान्य ताप पर अपक्षय के द्वारा, यह मतभेद का विषय है। अब तक जो प्रमाण सामने आए हैं वे पर्याप्त नहीं हैं। जिन निक्षेपों के लिए जो प्रमाण उपलब्ध हैं उनसे उन निक्षेपों की उत्पत्ति तो मानी जा सकती है, जैसे डोडकन्या निक्षेप अपक्षयण से बने सिद्ध होते हैं परंतु सभी क्राउबाथ निक्षेप एक ही प्रकार से बने होंगे ऐसा सामान्यीकरण करने की स्थिति में हम अभी नहीं हैं।

बेला स्टेना प्रकार अवसादी वातावरण में बने हैं इस संबंध में विशेष मतभेद नहीं दिखाई पड़ता। इस प्रकार यह कहा जा सकता है कि मैग्नेसाइट एक बहुविधजनित खनिज है (जोशी, 2004)।

पृथ्वी में खनिज निक्षेपों का वितरण उनकी उत्पत्ति विधियों से सीधे संबंधित होता है। ये उत्पत्ति विधियां वातावरण से प्रभावित तथा नियंत्रित होती हैं और वातावरण का संबंध किसी भी क्षेत्र के विवर्तनिक विकास के साथ होता है। इसलिए खनिज निक्षेपों का देश-काल सापेक्ष वितरण पृथ्वी के विवर्तनिक स्वरूप का परिचायक होता है।

उत्पत्ति के सिद्धांत

विश्व में मैग्नेसाइट निक्षेप वितरण को कालानुक्रम से देखने पर हम पाते हैं कि ये आर्कियन से आज तक लगभग सभी कालों के शैलों के साथ अवस्थित मिलते हैं (रामोस तथा ब्रॉडकार्ब, 1989)। फिर भी कुछ विशिष्ट काल अधिक महत्वपूर्ण दिखलाई पड़ते हैं। फाइश प्रकार के मैग्नेसाइट निक्षेप मध्य तथा उत्तर प्राक्जीवी कल्प, कैंब्रियन, सिल्यूरियन से कार्बोनिफेरस तथा टाइएसिक कालीन शैलों में मुख्यतया ज्वारीय सपाट क्षेत्र के अवसादी शैलों के साथ पाए जाते हैं। यदि ये निक्षेप अवसादन या प्रसंघनन जनित हों तो इन ज्वारीय सपाट क्षेत्रों में रोधिकाओं द्वारा मुक्त सागर से अलग किए गए ऐसे बेसिनों का निर्माण आवश्यक है जहां जल में लवणीयता, मैग्नीशयम तथा कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की मात्रा एवं क्षारीयता असामान्य रूप से बढ़ जाए। ऐसा वातावरण शैवालों की गहन उपस्थिति के कारण संभव होता है। शैवालों की ऐसी घनी बस्तियां मध्य तथा उत्तर प्राक्जीवी कल्प में विश्वव्यापी थीं इसलिए उस काल के कार्बोनेट शैलों के साथ मैग्नेसाइट के निक्षेप बहुधा मिलते हैं। कुमाऊं तथा जम्मू-कश्मीर के लघु हिमालयी निक्षेप इसके उदाहरण हैं। विशिष्ट स्थानों पर बाद में भी ऐसे वातावरण निर्मित हुए हो सकते हैं जैसे पुराजीवी कल्प में यूरोप में या आज कूरांग लैगून क्षेत्र में।

जो मैग्नेसाइट अवसादी वातावरण में निश्चित रूप से ज्ञात वाष्पनज खनिजों के साथ वाष्पन द्वारा बने हैं उनका विवर्तनिक महत्व निश्चित रूप से बहुत अधिक है। विशाल वाष्पनज भंडारों का होना विश्व में गर्म तथा शुष्क वातावरण का परिचायक है। होम्स (1965, पृ. 779) के अनुसार यूरोप तथा अमेरिका में पर्मियन काल में बहुत बड़े परिमाण में वाष्पनज निक्षेप बने। ऐसा वाष्पन वातावरण 15^0 से 40^0 अक्षांशों के बीच ही संभव है

इसलिए वाष्पनज भंडारों के ये क्षेत्र उस काल में वहां होंगे। आज वे जहां है वहां वे महाद्वीपीय विस्थापन द्वारा ही पहुंचे होंगे। विशाल वाष्पनज भंडारों के बनने का अन्य कारण समुद्र तल का नीचे जाना और परिणामस्वरूप अनेक क्षेत्रों में अत्यंत छिछले बेसिन का बनना भी होता है। यह समुद्री प्रतिक्रमण विवर्तनिक कारणों से या पृथ्वी के सूर्य की परिक्रमा पथ में किंचित् तथा निश्चित अवधि के बाद होने वाले परिवर्तन के फलस्वरूप भी हो सकता है। वाष्पनज मैग्नेसाइट का अध्ययन इस दृष्टि से भी महत्वपूर्ण है। वाष्पनज मैग्नेसाइट मध्यजीवी महाकल्प और फिर तृतीयक काल में भी विश्व में अनेक स्थानों पर मिलते हैं।

फाइश प्रकार के अनेक निक्षेप पश्चजनित प्रतिस्थापन द्वारा भी बने माने जाते हैं। यदि ऐसा है तो उपरिवाही विलयनों की उत्पत्ति का कारण भी विवर्तनिक तथा तज्जनित मैग्मीय क्रियाओं में कुछ सीमा तक खोजा जा सकता है। गढ़वाल के कुछ निक्षेप मुख्य केंद्रीय क्षेप से तथा चंबा, हिमाचल प्रदेश के कुछ निक्षेप चैल क्षेत्र से संबंधित माने गए हैं। मैग्मीय क्रियाओं से ऐसे मैग्नेसाइट निक्षेपों का सीधा संबंध अभी तक कहीं स्थापित नहीं हुआ है।

क्राउबाथ प्रकार के निक्षेपों का संबंध मैग्मीय क्रियाओं के साथ कुछ सीमा तक माना जा सकता है क्योंकि ये निक्षेप अतिमैफिक अधिसिलिकीय वितलीय आग्नेय शैलों के साथ ही मिलते हैं। इस प्रकार की मैग्मीय क्रियाएं या तो प्लेट सीमा क्षेत्रों में होती हैं या अंतर्क्रेटोनी क्षेत्रों में। ओफियोलाइट के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट प्लेट सीमा क्षेत्रों का प्रतिनिधित्व करते हैं। उदाहरणार्थ भारतीय-एशियायी प्लेट संघट्ट क्षेत्र के ओफियालाइट के साथ मैग्नेसाइट की उपस्थिति लद्दाख-पाकिस्तान क्षेत्र में (सिन्हा तथा मिश्रा, 1990; राल्फो एवं अन्य, 1997) तथा नागालैंड क्षेत्र में (अग्रवाल

एवं घोष, 1989) उल्लिखित है। परंतु अंतर्क्रेटोनी कहे जाने वाले अतिमैफिक शैल भी किसी प्राचीन काल के प्लेट सीमा क्षेत्र के नहीं ही होंगे ऐसा निश्चित रूप से कहना संभव नहीं है। जो भी हो, ये अतिमैफिक शैल बाद में उष्ण या सामान्य जल द्वारा परिवर्तित हुए और इस परिवर्तन के परिणामस्वरूप मैग्नेसाइट का निक्षेपण हुआ इसलिए जब तक मैग्नेसाइट तथा सहवर्ती शैलों के निर्माण के बीच की कालावधि का अंतर निश्चित रूप से ज्ञात न हो तब तक मैग्नेसाइट बनने की क्रिया का सीधा संबंध विवर्तनिक या मैग्मीय क्रियाओं के साथ पूर्ण रूप से जोड़ना संभवतः उचित नहीं होगा। इतना ही नहीं, यदि इस प्रकार का मैग्नेसाइट अपक्षयण जनित हो तो उसके बनने की क्रिया शैल जनन के करोड़ों वर्ष बाद इन वितलीय शैलों के भूमि की सतह के निकट आ जाने पर ही हुई होगी।

अध्याय - 5

आर्थिक दृष्टिकोण

5.1 विविध उपयोग

मैग्नेसाइट आर्थिक दृष्टि से उपयोगी खनिजों में से एक ऐसा उदाहरण है जो अयस्क खनिज तथा औद्योगिक खनिज दोनों रूपों में प्रयुक्त होता है। औद्योगिक खनिज के रूप में इसका सबसे महत्वपूर्ण उपयोग एक उच्चतापसह खनिज के रूप में है परंतु प्राचीन काल से ही यह स्थानीय तौर पर चूने की तरह प्रयोग में आता रहा है। तमिलनाडु के सेलम जिले के 'चॉक हिल्स' के मैग्नेसाइट निक्षेपों के लिए मूल तमिल नाम 'सुन्नंबु करडु' (कठोर चूना) इसी तथ्य की ओर इंगित करता है। मैग्नेसाइट के विभिन्न उपयोगों तथा औद्योगिक विनिर्देशों का एक संक्षिप्त विवरण यहां प्रस्तुत है।

मैग्नेसाइट के प्रमुख उपयोगों को उसके विविध उद्योगों में प्रयोग के आधार पर निम्न वर्गों में विभाजित किया जा सकता है:

1. मैग्नीशियम धातु का निष्कर्षण
2. उच्च ताप सह खनिज
3. मृत्तिकाशिल्प उद्योग
4. कांच उद्योग

5. निर्माण उद्योग
6. रसायन उद्योग
7. लुगदी तथा कागज उद्योग
8. अपघर्षी खनिज
9. कृषि तथा पशुपालन उद्योग
10. रबर उद्योग
11. जल शुद्धीकरण
12. विद्युत् उद्योग

मैग्नेसाइट के इन विविध उपयोगों के लिए इस पर भिन्न-भिन्न क्रियाएं की जाती हैं। उदाहरणार्थ इसे 800 से 1000^0 से. तक गरम करने में इसमें केवल 2 से 10 प्रतिशत तक CO_2 शेष रह जाता है। इसे अर्ध निस्तापन कहते हैं और इस अर्ध निस्तापित पदार्थ को कॉस्टिक मैग्नेसाइट कहते हैं जिससे एक विशेष प्रकार का सीमेंट 'सोरेल सीमेंट' बनाते है। यदि मैग्नेसाइट को 1600 से 1800^0 से. तक गरम किया जाए तो कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस पूरी निकल जाती है और बचता है सिर्फ MgO जिसे मृत तापित मैग्नीशिया कहा जाता है। इस क्रिया को पूर्ण निस्तापन कहते हैं। यही मैग्नीशिया उच्च ताप सह पदार्थ के रूप में काम आता है। एक टन मृत तापित मैग्नीशिया प्राप्त करने के लिए लगभग 2.5 टन मैग्नेसाइट की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार मैग्नेसाइट को रासायनिक विधियों द्वारा मैग्नीशियम क्लोराइड या ऑक्साइड में बदल कर उससे मैग्नीशियम धातु प्राप्त की जाती है।

5.1.1 धातु निष्कर्षण में

मैग्नेसाइट से मैग्नीशियम धातु निष्कर्षण के लिए खनिज मैग्नीशियम कार्बोनेट को मैग्नीशियम क्लोराइड या मैग्नीशियम ऑक्साइड में परिवर्तित किया जाता है। फिर मैग्नीशियम क्लोराइड

के विद्युत् अपघटन या मैग्नीशियम ऑक्साइड के फेरो-सिलिकॉन, कैल्शियम कार्बाइड अथवा कार्बन की सहायता से तापीय अपचयन द्वारा लगभग 2000° से. तक विद्युत् भट्टी में मैग्नीशियम का वाष्पीकरण करा कर संघनित्र में शुद्ध मैग्नीशियम धातु प्राप्त की जाती है। धातु निष्कर्षण हेतु मैग्नेसाइट के निम्न विनिर्देश दिए गये हैं:

MgO	:	45.9% से अधिक
SiO_2	:	1.25% से कम
CaO	:	1.25% से कम
अन्य	:	1.8% से कम
		(सफाया, 1976)

5.1.2 उच्च ताप सह उपयोग में

उच्च ताप सह खनिज वे खनिज या खनिजों से बने पदार्थ हैं जो 1500° से. या इससे अधिक ताप सहन कर सकें तथा उनमें कोई विकार न आए। उनका उपयोग ऐसे सभी स्थानों पर होता है जहां अति उच्च ताप की आवश्यकता हो, जैसे— भट्टियाँ या धातु गलाने के पात्र बनाने में। यह आवश्यक है कि इनसे बनी भट्टियों की ईंटें अत्यंत उच्च ताप पर भी टूटें या चटकें नहीं। उसी प्रकार उनसे बने पात्रों में यदि धातुएं पिघलाई जाएं तो वे उन धातुओं या उनमें रखी जाने वाली अन्य वस्तुओं के साथ कोई अभिक्रिया न करें तथा उन पिघली हुई धातुओं के भार को भी वहन करने में समर्थ हों। ऐसे उच्चतापसह खनिज अनेक हैं और मैग्नेसाइट उनमें से एक महत्वपूर्ण खनिज है। विशेषकर इस्पात बनाने के लिए जो विद्युत् भट्टियाँ बनाई जाती हैं उनकी ईंटें बनाने तथा उन भट्टियों की दीवालों तथा फर्श पर अंदर से पलस्तर के लिए

मृत तापित मैग्नीशियम सबसे अधिक उपयुक्त होता है। शुद्ध मैग्नेसाइट के स्थान पर बहुधा मैग्नेसाइट क्रोम (25 से 30 प्रतिशत क्रोमाइट युक्त) या क्रोम मैग्नेसाइट (70 से 75 प्रतिशत क्रोमाइट युक्त) अधिक उपयुक्त पाया गया है।

उच्च ताप सह खनिज के रूप में उपयोग में लाने के लिए आवश्यक विनिर्देश निम्न हैं:

विशिष्ट घनत्व	:	2.95 से 3.20
कठोरता	:	3 से 4.5
MgO	:	42.5% से अधिक
SiO_2	:	2.5% से कम
Fe_2O_3	:	2.0% से कम
Al_2O_3	:	2.0% से कम
CaO	:	1.0% से कम
दहन हानि	:	47.5 से 49.5%

कुछ उद्योग 4 प्रतिशत तक सिलिका तथा 1.5 प्रतिशत तक कैल्शियम वाले मैग्नेसाइट को भी स्वीकार करते हैं। यदि CaO/SiO_2 का अनुपात 1:1 मिले तो ऐसा मैग्नेसाइट अधिक स्वीकार्य होता है। यदि यह अनुपात 2 या 3 तक भी हो और लौह तथा एल्यूमिना की मात्रा कम हो तो ऐसे मैग्नीशिया की ताप-सह क्षमतां काफी बढ़ जाती है। यदि मैग्नेसाइट में मूलतः सिलिका न हो या काफी कम हो तो उसका निस्तापन करते समय आवश्यक सिलिका मिलानी भी पड़ती है।

भारत सरकार द्वारा नियुक्त उच्चताप सह खनिजों हेतु उप समिति ने मृत तापित मैग्नीशिया को सात वर्गों में विभाजित किया है (सारणी 5.1):

सारणी - 5.1 : मृत तापित मैग्नीशिया के उच्च ताप सह रूप में उपयोग हेतु वर्गीकरण (स्त्रोत : भारतीय खान ब्यूरो, 1990 क, पृ. 9)

विश्लेषण	श्रेणी						
	सुपर	I	II	III	IV	V	VI
MgO	+99%	97-99%	94-97%	92-94%	90-92%	88-90%	85-88%
SiO_2	-0.5%	<1%	1-2.5%	2.5-4%	4-5.5%	5.5-6%	6.5-8%
R_2O_3 (Al_2O_3+Fe_2O_3)	0.05%	-	-	-	-	-	-
CaO	-	-	-	-	<1.5%	<1.5%	<1.5%

इन वर्गों में से सुपर, I, II तथा III श्रेणियों का मैग्नीशिया भारत की किसी भी खान के मैग्नेसाइट से सीधे प्राप्त नहीं होता। सेलम और कर्नाटक के मैग्नेसाइट में सिलिका की मात्रा अधिक है और कुमाऊं के मैग्नेसाइट में कैल्शियम की। इनके शुद्धीकरण से I, II तथा III श्रेणियों का मैग्नीशिया प्राप्त किया जा सकता है। नीचे की श्रेणियों का मैग्नीशिया भारत की अधिकांश खानों के मैग्नेसाइट से प्राप्त होता है।

5.1.3 मृत्तिकाशिल्प उद्योग में

मैग्नेसाइट मृत्तिकाशिल्प उद्योग में काचाभ आवरण मिश्रण (विट्रियस एनामेल फ्रिट) के एक संघटक के रूप में प्रयुक्त होता है। इस प्रकार के उपयोग के लिए मुख्यतया मैग्नेसाइट में लौह की मात्रा का 0.1 प्रतिशत से भी कम होना आवश्यक है।

5.1.4 कांच उद्योग में

कांच के निर्माण में मैग्नीशिया का प्रयोग श्यानता नियंत्रण के लिए किया जाता है। मैग्नीशियम की उपस्थिति कांच को रासायनिक

10—41 Min. of HRD/ND/2005

दृष्टि से अधिक टिकाऊ बनाती है और इस प्रकार कांच की कार्यक्षमता बढ़ जाती है। इसके लिए निस्तापित मैग्नीशिया का प्रयोग किया जाता है। कांच उद्योग के लिए निम्न गुणवत्ता विनिर्देश मान्य हैं:

आकार	:	30—80 जालाक्षि
MgO	:	>.43%
CaO	:	<2%
Al_20_3	:	<0.5%
Fe_2O_3	:	<0.02%

(आधार : भारतीय खान ब्यूरो, 1990 क, पृ. 17)

5.1.5 निर्माण उद्योग में

भवन निर्माण के क्षेत्र में मैग्नेसाइट से निर्मित एक प्रकार के सीमेंट 'सोरेल सीमेंट' का प्रयोग होता है। इसे अर्ध निस्तापित कॉस्टिक मैग्नीशिया में मैग्नीशियम ऑक्सीक्लोराइड तथा ऑक्सीसल्फेट मिला कर बनाया जाता है। यह सीमेंट कठोर तथा उच्च तन्यता एवं संपीडन शक्ति वाला होता है। यह अग्निरोधक, लचकीला, टिकाऊ तथा फिसलन से मुक्त होने के कारण जहाजों की छतों, अस्पतालों के फर्श आदि के निर्माण के लिए उपयुक्त माना जाता है। इस उपयोग के लिए मैग्नेसाइट विनिर्देश इस प्रकार है।

MgO	:	> 43.3%
CO_2	:	< 49.7%
SiO_2	:	< 5.7%
Fe_2O_3	:	< 1.3%
Al_2O_3	:	< 0.3%
CaO	:	< 0.9%

(सफाया, 1976)

5.1.6 रसायन उद्योग में

मैग्नेसाइट मैग्नीशियम के अन्य विविध यौगिकों के निर्माण के लिए प्रमुख कच्चा पदार्थ है। मैग्नीशियम सल्फेट (जिसे 'एप्सम सॉल्ट' भी कहते हैं), मैग्नीशियम नाइट्रेट तथा सोडियम बाइकार्बोनेट जैसे रसायनों के निर्माण में मैग्नेसाइट या निस्तापित मैग्नीशिया का उपयोग होता है। एप्सम सॉल्ट का प्रयोग कृत्रिम रेशम बनाने, चमड़ा कमाने तथा औषधि निर्माण में होता है। रसायन उद्योग में उपयोग के लिए भारतीय मानक संस्थान द्वारा प्रस्तावित विनिर्देश निम्न हैं:

मैग्नेसाइट	:	सफेद ढोंके जिनमें धूल एवं अन्य अशुद्धियां न हों
MgO	:	> 45%
SiO_2	:	< 2%
Al_2O_3	:	< 0.3%
Fe_2O_3	:	< 0.4%
CaO	:	< 1%
दहन हानि	:	> 48%

5.1.7 लुगदी तथा कागज उद्योग में

लुगदी तथा कागज के निर्माण में निस्तापित मैग्नीशिया का प्रयोग होता है। यह गंधक के अम्ल से क्रिया करके मैग्नीशियम बाइ सल्फेट बनाता है जो कागज के लिए मूल तरल का एक घटक होता है। इसके लिए मैग्नीशिया में MgO 85%, दहन हानि 2.5% तथा चूर्ण कणों का आकार 120 जालाक्षि से कम होना चाहिए।

5.1.8 अपघर्षी खनिज के रूप में

अपघर्षण उद्योग में निस्तापित मैग्नीशिया का बारीक चूर्ण प्रयोग में लाया जाता है। रासायनिक दृष्टि से उसमें कम से कम

89 प्रतिशत MgO होना चाहिए। अपघर्षण हेतु उपयोग में आने वाले चक्के पर यह चूर्ण डाला जाता है जिससे घर्षण तथा पॉलिश के लिए प्रयोग में आने वाले पदार्थों के कण अच्छी-तरह जुड़े रहते हैं।

5.1.9 कृषि तथा पशुपालन उद्योग में

यदि किसी स्थान की मिट्टी में मैग्नीशियम की कमी हो तो उसमें मैग्नीशियम चूर्ण मिला कर उस कमी को पूरा किया जाता है। चूंकि सभी पेड़ों के हरे पदार्थ 'क्लोरोफिल' में मैग्नीशियम होता है इसलिए पेड़ों की स्वस्थ वृद्धि के लिए भूमि में मैग्नीशियम की संतुलित मात्रा का होना आवश्यक है। उसी प्रकार पशुओं के पोषण तथा तंत्रिका तंत्र के लिए मैग्नीशियम की आवश्यकता होती है। उसकी पूर्ति के लिए उनके भोजन में मैग्नीशिया मिलाया जाता है।

5.1.10 रबर उद्योग में

रबर निर्माण की प्रक्रिया में मैग्नीशिया रबर को कड़ा तथा टिकाऊ बनाने के लिए प्रयुक्त होता है। क्लोरोप्रीन प्रकार के संश्लेषित रबर के निर्माण में अभिक्रियाओं की गति बढ़ाने में इसका उपयोग किया जाता है। इस उपयोग के लिए मैग्नीशिया कार्बनिक पदार्थों से मुक्त, 0.2 प्रतिशत से कम अविलेय अवशेष वाला, अत्यंत लेश मात्रा में CaO युक्त, 200 जालाक्षि से बारीक तथा 2.2 घनत्व का होना चाहिए।

5.1.11 जल शुद्धीकरण में

उद्योगों तथा नगरीय बड़ी नालियों से निकलने वाले जल के शुद्धीकरण के लिए उसमें स्थित सल्फर डाइ-ऑक्साइड निकालना पड़ता है। इसके लिए चूने का प्रयोग होता है परंतु चूने के स्थान पर आवश्यकतानुसार मैग्नीशिया का प्रयोग भी किया जाता है।

5.1.12 विद्युत् उद्योग में

विद्युत् उद्योग में इलेक्ट्रोड की सुरक्षा के लिए विशेषकर द्रवीभूत धातु के ऑक्सीकरण से बचाव के लिए उस पर मैग्नीशियम कार्बोनेट का आवरण चढ़ाया जाता है जिसके लिए मैग्नेसाइट का प्रयोग होता है। इसके लिए मैग्नेसाइट में MgO 46 प्रतिशत से अधिक तथा SiO_2 2 से 3 प्रतिशत तक होना चाहिए।

5.2 भारतीय मैग्नेसाइट की उपयुक्तता

भारत में मुख्य रूप से तमिलनाडु में सेलम, उत्तरांचल में बागेश्वर तथा कर्नाटक में मैसूर में मैग्नेसाइट का उत्पादन हो रहा है। जम्मू-कश्मीर में उधमपुर निक्षेप का उत्खनन हेतु विकास किया जा रहा है। राजस्थान में उत्पादन अल्प मात्रा में ही है। सेलम का मैग्नेसाइट उच्च ताप सह खनिज के रूप में मुख्य रूप से प्रयुक्त होता है। परंतु यहां के मैग्नेसाइट में सिलिका की मात्रा अधिक होने के कारण यह उच्च ताप सह ईंटें बनाने के लिए आवश्यक विनिर्देशों के अनुसार नहीं है। भारतीय मानक संस्थान के अनुसार मृत तापित मैग्नीशिया तथा उससे निर्मित उच्च ताप सह ईंटों में सिलिका की मात्रा 5.5 प्रतिशत से अधिक नहीं होनी चाहिए अर्थात् मूल मैग्नेसाइट में यह 2.5 प्रतिशत से कम होनी चाहिए। सेलम में जो मैग्नेसाइट मिलता है उसमें सिलिका 3 से 3.5 प्रतिशत तक है जो मैग्नीशिया में 6.5 से 7.5 प्रतिशत तक हो जाता है। इसके लिए मैग्नेसाइट का शुद्धीकरण आवश्यक हो जाता है। इसके अतिरिक्त उच्च गुणवत्ता वाले मैग्नेसाइट का आयात कर उसे अपने कम गुणवत्ता वाले मैग्नेसाइट के साथ मिला कर अपेक्षित गुणवत्ता वाला मिश्रण प्राप्त किया जाता है जिससे उद्योगों के लिए आवश्यक विनिर्देशों की पूर्ति हो सके।

कुमाऊं के मैग्नेसाइट में सेलम की तुलना में MgO तथा Fe_2O_3 अधिक और SiO_2 कम है, अतः इसका भी शुद्धीकरण आवश्यक है।

इस समय भारत में मृत तापित मैग्नीशिया बनाने के 12 कारखाने कार्यरत हैं, जो निम्न हैं —

1. तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. — सेलम, तमिलनाडु
2. बर्न स्टैंडर्ड कं. लि. — सेलम, तमिलनाडु
3. डालमिया मैग्नेसाइट कार्पोरेशन — सेलम, तमिलनाडु
4. टाटा आइरन एंड स्टील कम्पनी — सेलम, तमिलनाडु
5. खेतान होस्तांबे स्पिनेल्स — सेलम, तमिलनाडु
6. पोंकुमार मैग्नेसाइट लि. — सेलम, तमिलनाडु
7. टाटा रिफ्रेक्टरीज लि. — सेलम, तमिलनाडु
8. उड़ीसा इंडस्ट्रीज लि. — लाठीकाटा, उड़ीसा
9. उड़ीसा इंडस्ट्रीज लि. — पिथौरागढ़ उत्तरांचल
10. हिमालयन मैग्नेसाइट लि. — पिथौरागढ़, उत्तरांचल
11. अल्मोड़ा मैग्नेसाइट लि. — बागेश्वर, उत्तरांचल
12. जे.एड.के. मिनरल्स लि. — उधमपुर, जम्मू-कश्मीर

इसी प्रकार तीन कारखाने मैग्नीशियम धातु का अपकर्षण करने का कार्य कर रहे हैं। वे हैं —

1. सेंट्रल इलेक्ट्रोकेमिकल रिसर्च इंस्टीट्यूट — करइकुडी, तमिलनाडु — प्रयोगात्मक संयंत्र
2. सदर्न मैग्नीशियम एंड केमिकल लि. — राजमहेंद्री, आंध्र प्रदेश — उत्पादन संयंत्र
3. तमिलनाडु मैग्नीशियम एंड मेरीन केमिकल लि. — उत्पादन संयंत्र

(आधार : इंडियन मिनरल ईयर बुक, 2001 पृ. 356)

उपयुक्तता की दृष्टि से भारत में मैग्नेसाइट को तीन कोटियों में बांटा गया है। वे हैं उच्च कोटि, मध्यम कोटि तथा सज्जीकरण योग्य निम्न कोटि। उच्च कोटि का मैग्नेसाइट वह है जो उच्च कोटि का मृत तापित मैग्नीशिया बनाने के लिए सीधे उपयुक्त माना जाता है। इसके लिए MgO कम से कम 42.5 प्रतिशत, SiO_2 अधिकतम 2.5 प्रतिशत, CaO अधिकतम 1.5 प्रतिशत, तथा CaO/SiO_2 अनुपात 1 से 2 अथवा 0.5 से कम होना चाहिए। मध्यम कोटि मैग्नेसाइट से साधारण कोटि का मृत तापित मैगनीशिया बनाया जा सकता है। इसमें MgO न्यूनतम 42.5 प्रतिशत, SiO_2 2.5 से 4 प्रतिशत, CaO अधिकतम 1.5 प्रतिशत तथा CaO/SiO_2 अनुपात 1 से 2 अथवा 0.5 से कम होना चाहिए। सज्जीकरण योग्य निम्न कोटि के मैग्नेसाइट में MgO 38 से 42.5 प्रतिशत, SiO_2 4 से 8 प्रतिशत, CaO 1.5 से कुछ अधिक तथा CaO/SiO_2 अनुपात 2 से अधिक या 0.5 से 1 के बीच होना चाहिए। यदि MgO 38 प्रतिशत से कम तथा SiO_2 10 प्रतिशत से अधिक हो तो भी प्लवन तथा अन्य सज्जीकरण विधियों से इसे उपयुक्त बनाया जा सकता है। जयकुमार तथा सूर्यकुमार (1988) ने भारतीय मैग्नेसाइट की उपयोगिता की संभावनाओं का विस्तृत विवेचन किया है। कोटि के आधार पर भारत में मैग्नेसाइट निचय सारणी 5.3 में प्रदर्शित है।

5.3 स्थानापन्न संसाधन

मैग्नीशियम प्राप्त करने या अन्य उपयोगों के लिए मैग्नेसाइट के अतिरिक्त कुछ दूसरे स्रोतों का भी उपयोग किया जाता है। मैग्नीशियम के अन्य खनिज, जैसे डोलोमाइट, ब्रूसाइट तथा कभी-कभी ओलिवीन एवं सर्पेन्टीन-जैसे खनिज उन देशों में प्रयुक्त होते हैं जहां मैग्नेसाइट उपलब्ध नहीं हैं। मैग्नीशियम प्राप्त करने का

फ़रवरी 1998 से कार्यरत इस संयंत्र से वर्ष 1998-99 में 10619 टन मैग्नीशिया का निर्माण हुआ जिसमें 97.5% MgO तथा 0.3% SiO_2 था। परंतु दिसंबर 1998 से इस संयंत्र का कार्य ठप्प हो गया है (इंडियन मिनल्स ईयर बुक, 2001, पृ. 356)।

5.4 सज्जीकरण

प्रकृति में पाए जाने वाले मैग्नेसाइट खनिज के साथ अनेक अशुद्धियाँ होती हैं। ये दो प्रकार की होती हैं: एक तो साथ में उपस्थित खनिजों के रूप में तथा दूसरे मैग्नेसाइट खनिज के क्रिस्टल जालक में अवस्थित अणुओं के रूप में। पहले प्रकार की अशुद्धियों को सज्जीकरण की भौतिक विधियों द्वारा कुछ सीमा तक दूर किया जा सकता है, परंतु दूसरे प्रकार की अशुद्धियों को हटाने के लिए रासायनिक अभिक्रियाएं करना आवश्यक हो जाता है।

मैग्नेसाइट के साथ मिलने वाले मुख्य खनिज केल्साइट, डोलोमाइट, सिडेराइट, टैल्क, चर्ट, क्वार्ट्ज़, पाइराइट, पीर्होटाइट, क्लोराइट, एपाटाइट, कोलोफेन इत्यादि हैं। सिलिकेट शैलों के साथ मिलने वाले मैग्नेसाइट में लौह तथा मैग्नीशियम के सिलिकेट खनिज भी आ जाते हैं।

अशुद्धियों के दृष्टिकोण से देखें तो मुख्य रूप से कैल्शियम, सिलिका तथा लौह ऐसे पदार्थ हैं जो मैग्नेसाइट की उच्च ताप सह क्षमता को प्रभावित करते हैं। यह क्षमता मुख्य रूप से अधिक भार होने पर भी उच्च ताप पर अपरिवर्तनीय रहने, स्थिर आयतन तथा स्लैग प्रतिरोध के रूप में आंकी जाती है। कैल्शियम सिलिका का अनुपात बहुत महत्वपूर्ण माना जाता है। भारतीय खान ब्यूरो (1990, क, पृ. 165) के अनुसार यह अनुपात (Ca:Si) 0.3 से कम या 2.0 से अधिक होना चाहिए। यदि यह 0.3 से 2 के बीच

हुआ तो CaO, MgO तथा SiO_2 मिला कर कुछ निम्न गलनांक वाले यौगिक खनिज जैसे मौंटीसेलाइट ($CaO.MgO.SiO_2$) या मर्वीनाइट ($3CaO.MgO_2.SiO_2$) बन जाते हैं जो MgO के कणों के बीच के स्थान को घेर लेते हैं। फलस्वरूप MgO के कण आपस में जुड़ने से वंचित हो जाते हैं। इस कारण से ऐसे मैग्नीशिया से बनी ईंटों में अधिक भार पर उच्चतापसहता नहीं रहती और वे कम ताप पर ही टूट जाती हैं। इसके विपरीत 0.3 से कम या 2 से अधिक कैल्शियम सिलिका अनुपात हो तो ऐसे कम गलनांक वाले यौगिक नहीं बनते, मैग्नीशिया के कण आपस में जुड़ते हैं और उच्च ताप पर अधिक शक्ति प्राप्त होती है।

5.4.1 विधियां

सज्जीकरण की निम्न महत्वपूर्ण विधियां अपनाई जाती हैं:

1. दृश्य चयन
2. धावन तथा छानन
3. घन माध्यम पृथक्करण
4. प्लवन
5. विद्युत् चुंबकीय पृथक्करण
6. जैवीय पृथक्करण

5.4.1.1 दृश्य चयन

मैग्नेसाइट पेरिडोटाइट-डनाइट, जैसे अतिमैफिक शैलों अथवा डोलोमाइट, स्लेट-जैसे शैलों के साथ मिलता है। बहुधा मैग्नेसाइट सफेद या हल्के रंग का और सहवर्ती शैल गहरे रंग के होते हैं। कुमाऊं के स्थूल क्रिस्टली मैग्नेसाइट के बड़े-बड़े क्रिस्टल तुलनात्मक रूप से सूक्ष्मकणिक डोलोमाइट के साथ मिलते हैं जहां उन्हें अलग-अलग पहचाना जा सकता है। परंतु कहीं-कहीं डोलोमाइट भी स्थूल क्रिस्टली मिलता है और उस स्थिति में दोनों में अंतर

करना कठिन हो जाता है। फिर भी डोलोमाइट तथा मैग्नेसाइट में पहचान के कुछ तरीके हो सकते हैं। उदाहरणार्थ मैग्नेसाइट का आपेक्षिक घनत्व (2.98 से 3.48) डोलोमाइट (2.8 से 2.9) से कुछ अधिक होता है। यद्यपि दोनों ही खनिजों में काचाभ चमक होती है परंतु डोलोमाइट की अपेक्षा मैग्नेसाइट में यह अधिक तेज होती है। मैग्नेसाइट ठंडे अम्ल के साथ अभिक्रिया सरलता से नहीं करता जबकि डोलोमाइट तेज क्रिया करता है तथा कार्बन डाइ-ऑक्साइड के बुलबुले तेज गति से निकलते हैं। इनके अतिरिक्त फिर रासायनिक या तापीय विश्लेषण विधियों का ही प्रयोग करना पड़ता है। सेलम का मैग्नेसाइट अपने रंग से ही पहचाना जा सकता है। इस प्रकार मैग्नेसाइट को सहवर्ती शैल तथा गैंग से खानों में ही केवल देख कर तोड़-तोड़ कर अलग कर लिया जाता है।

कुछ प्रकाशीय विधियों का भी प्रयोग किया जाता है जो मुख्य रूप से मैग्नेसाइट तथा अन्य खनिजों के रंगों में भेद पर आधारित हैं। इसके लिए प्रकाशीय चयन यंत्रों का प्रयोग किया जाता है जो मैग्नेसाइट तथा गैंग को रंग के आधार पर अलग कर देते हैं। ये यंत्र स्कैनिंग या इलेक्ट्रानिक विधि से कार्य करते हैं। स्कैनिंग के लिए बहुकोणीय दर्पणों द्वारा शैल के खंडों के ऊपर हीलियम-नियॉन लेसर किरण-पुंज डाली जाती है जो वहां से परावर्तित होने पर एक फोटोमल्टिप्लायर नली में ग्रहण की जाती है। इस नली द्वारा प्राप्त चित्र के आंकड़ों को इलेक्ट्रानिक तंत्र में भेजा जाता है जहां संगणक यह बता देता है कि शैल खंड स्वीकार करने योग्य है अथवा नहीं। वहीं से संगणक द्वारा वायु प्रवाही कपाटों को निर्देश मिलता है कि वे स्वीकार्य खंडों को जाने दें तथा अस्वीकार्य खंडों को बाहर कर दें। इस तंत्र में खनिज को ले

जाने वाले संवाहक पट्टे के अंतिम सिरे को एक बक्से के अंदर से गुजारते हैं जिसमें स्कैनिंग यंत्र लगा होता है। जैसे-जैसे खनिज पट्टे से निकलता जाता है, स्कैन होता जाता है।

5.4.1.2 धावन तथा छानन

खनिज खंडों को जल से धोने पर उनकी सतह पर जमा अशुद्धियां, जैसे क्ले, लौह ऑक्साइड आदि, अलग हो जाती हैं। धोने के बाद इन्हें छाना जाता है जिससे स्थूल मैग्नेसाइट तथा सूक्ष्म अशुद्धियां अलग-अलग हो जाएं।

5.4.1.3 घन माध्यम पृथक्करण

यह विधि भी सांद्रण-पूर्व विधि है जिसमें लगभग 6 मिमी. आकार तक के गैंग अलग किए जा सकते हैं। इस विधि में खनिजों के आपेक्षिक घनत्व के अंतर का उपयोग उन्हें अलग करने में किया जाता है। इसके लिए किसी भारी माध्यम जैसे फेरो सिलिकॉन के ऊपर, जिसका आपेक्षिक घनत्व 2.7 है, खनिजों को डालने पर हल्के खनिज जैसे सिलिका आदि तैरते रहते हैं जबकि भारी मैग्नेसाइट डूब जाते हैं। आधुनिक यंत्रों में ऐसे पृथक्करण के लिए बहुत अधिक क्षमता तथा पटुता प्राप्त की गई है जिनसे टनों खनिज को सरलता से अयस्क तथा गैंग के रूप में 100 माइक्रॉन आकार तक भी अलग किया जा सकता है।

5.4.1.4 प्लवन

प्लवन विधि द्वारा मैग्नेसाइट को काफी अधिक परिष्कृत किया जा सकता है। दृश्य चयन आदि अन्य विधियों द्वारा प्राथमिक सज्जीकरण किए जाने के बाद खनिज को पीस कर 295 से 20 माइक्रॉन तक के आकार के कणों का चूर्ण बना दिया जाता है। प्लवन विधि का मुख्य सिद्धांत है कि खनिज समूह को ऐसे रसायनों के मिश्रण में डाला जाए जिनसे हवा के बुलबुलों के साथ

अपेक्षित खनिज ऊपर उठ कर अलग हो जाएं। इस पूरी क्रिया में तीन प्रकार के अभिकर्मक प्रयुक्त होते हैं जिन्हें संग्राहक, फेनक तथा रूपांतरक कहते हैं। मैग्नेसाइट में सिलिका तथा सिलिकेट की अशुद्धि क्वार्ट्ज़, टैल्क, सर्पेन्टीन, चर्ट आदि रूपों में होती है जिसे दूर करने के लिए धनात्मक तथा ऋणात्मक दोनों प्रकार के संग्राहक प्रयोग में लाए जाते हैं। धनात्मक संग्राहक के रूप में प्राथमिक अमीनों का प्रयोग करके सिलिका तथा सिलिकेट खनिजों को, या ऋणात्मक संग्राहक के रूप में वसीय अम्लों के प्रयोग से मैग्नेसाइट को अलग किया जाता है। इस विधि को कई बार दोहराकर पर्याप्त अपेक्षित परिणाम प्राप्त किया जाता है।

5.4.1.5 विद्युत् चुंबकीय पृथक्करण

इस विधि द्वारा मुख्य रूप से लौह अशुद्धियों को हटाया जाता है। खनिज संग्रह के चूर्ण को सशक्त विद्युत् चुंबकीय क्षेत्र से प्रवाहित कराने पर अधिक चुंबकीय गुण वाले लौह खनिज तथा कम चुंबकीय गुण वाले खनिज अलग-अलग हो जाते हैं।

5.4.1.6 जैवीय पृथक्करण

मोहंती तथा मिश्रा (1993) ने सेलम मैग्नेसाइट से सिलिका की मात्रा कम करने के लिए इस विधि से प्रयोगशाला परीक्षण का उत्साहवर्धक परिणाम पाया जिसमें सिलिका को पृथक् करने वाले जीवाणु **बाल्किलस लाइकेनिफर्मिस** के म्यूटाजेन द्वारा मैग्नेसाइट से सिलिका को विलयित कर अलग करने में उन्हें पर्याप्त सफलता मिली।

इस प्रकार विभिन्न सज्जीकरण विधियों द्वारा सिलिका, सिलिकेट तथा लौह-जैसी अशुद्धियों को तो काफी कम किया जा सकता है परंतु मैग्नेसाइट के साथ मिलने वाले कार्बोनेट खनिज, जैसे डोलोमाइट, कैल्साइट आदि को अलग करना अभी भी कठिन है।

5.4.2 भारतीय परिदृश्य

भारत में मैग्नेसाइट सज्जीकरण हेतु मे. डालमिया मैग्नेसाइट लि. का एक संयंत्र सेलम में कार्यरत है। यहां अपकेंद्री घन माध्यम पृथक्करण विधि का प्रयोग किया जाता है। नीचे जमा तलछट में हाथों द्वारा मैग्नेसाइट चुन लिया जाता है। इस संयंत्र की क्षमता 80 से 90 हजार टन प्रतिवर्ष मृत तापित मैग्नीशिया के सज्जीकरण की है तथा सिलिका आमापन 1.6 से 5.5 प्रतिशत तक ही शेष रहता है। प्रभाकर तथा अन्य (1988) ने कर्नाटक के मैग्नेसाइट के लिए सज्जीकरण विधियों का सफलतापूर्वक परीक्षण किया है।

भारतीय खान ब्यूरो की सज्जीकरण प्रयोगशाला में मैग्नेसाइट के शुद्धीकरण के लिए सतत अनुसंधान चलता रहता है। उनके अनेक परीक्षण अत्यंत सफल रहे हैं। कुछ उदाहरण द्रष्टव्य हैं (भारतीय खान ब्यूरो, 1990 क):

1. अल्मोड़ा मैग्नेसाइट

प्रतिदर्श का मूल रासायनिक संघटन निम्न था:

MgO	40.51%
SiO_2	5.19%
CaO	5.18%
Fe_2O_3	1.94%
Al_2O_3	0.31%
दहन हानि	46.51%

इस मैग्नेसाइट में डोलोसाइट तथा टैल्क मुख्य अशुद्धियां थीं तथा मैग्नेसाइट खनिज 73 प्रतिशत था। इसे प्लवन विधि द्वारा शुद्धीकरण करके निम्न विश्लेषण पाया गया:

MgO	42.14%
SiO_2	1.20%
CaO	4.28%

2. सेलम मैग्नेसाइट

मूल रासायनिक संघटन निम्न था:

MgO	41.88%
SiO_2	12.24%
CaO	0.66%
Fe_2O_3	0.24%
Al_2O_3	0.10%
दहन हानि	44.80%

शैल में मैग्नेसाइट खनिज 76.01 प्रतिशत था तथा क्वार्ट्ज़ मुख्य गैंग था। प्लवन विधि का प्रयोग कर निम्न परिणाम मिला:

MgO	40.68%
SiO_2	1.93%

3. पिथौरागढ़ मैग्नेसाइट

मूल रासायनिक संघटन

MgO	40.68%
CaO	1.43%
SiO_2	6.73%
Fe_2O_3	2.03%
Al_2O_3	1.52%
दहन हानि	47.47%

मैग्नेसाइट खनिज लगभग 84 प्रतिशत तथा अशुद्धियां क्वार्ट्ज़ हैमाटाइट, गोएथाइट, कैल्साइट, डायोप्साइड, ट्रिमोलाइट, क्ले तथा माइका मिलीं। प्लवन विधि द्वारा सज्जीकरण करने पर निम्न परिणाम प्राप्त हुआ:

MgO	43.51%
SiO_2	1.91%
CaO	0.92%
Fe_2O_3	1.80%
Al_2O_3	1.50%
दहन हानि	50.26%

इस प्रकार के अनेक परीक्षणों से यह ज्ञात होता है कि सिलिका की मात्रा घटाने में प्लवन विधि कारगर सिद्ध हुई है परंतु यदि कहीं कैल्शियम तथा लौह की मात्रा अधिक है तो उसे कम करने में इतनी सफलता नहीं मिली है। उच्च शक्ति-युक्त चुंबकीय विधि से भी लौह की मात्रा सरलता से कम नहीं की जा सकती है। इसका मुख्य कारण संभवतः यह है कि लौह किसी अन्य खनिज के रूप में न होकर बहुधा मैग्नेसाइट के ही क्रिस्टल जालक में उपस्थित होता है। उसी प्रकार कैल्शियम की मात्रा कम करने में भी सफलता नहीं मिली है क्योंकि यह डोलोमाइट के रूप में होता है तथा डोलोमाइट और मैग्नेसाइट को भौतिक विधियों द्वारा अलग करना कठिन है। मनोज (2001) ने सेलम मैग्नेसाइट के शुद्धीकरण के लिए यांत्रिकीकरण का महत्व बताते हुए हुए एक कार्यविधि का प्रस्ताव किया है जो सारणी 5.2 में प्रदर्शित है। इसके अनुसार मैग्नेसाइट के साथ ही डनाइट को भी उपयोग में लाया जा सकेगा; मैग्नेसाइट के अत्यंत छोटे कण भी जो अभी व्यर्थ चले जाते हैं, एकत्रित किए जा सकेंगे तथा पट्टा चयन एवं चुंबकीय पृथक्करण द्वारा अयस्क को शैल से और अच्छी तरह अलग प्राप्त किया जा सकेगा।

5.5 निचय

5.5.1 वैश्विक

आर्थिक दृष्टि से विश्व में मैग्नेसाइट का भंडार लगभग 1200 करोड़ टन है जिसका लगभग 85 प्रतिशत भाग 13 देशों में बंटा हुआ है। लगभग 629 करोड़ टन एशिया तथा 349 करोड़ टन निचय यूरोप में है (सारणी 5.4)।

5.5.2 भारतीय

भारत में उत्तरांचल, तमिलनाडु, राजस्थान, जम्मू-कश्मीर, कर्नाटक, हिमाचल प्रदेश तथा केरल में अच्छे भंडार हैं। विश्व में भारत का 24 करोड़ टन से अधिक कुल निचय के साथ पांचवां स्थान है। राज्यानुसार तथा प्रमाणित, प्रसंभाव्य तथा संभावी स्थिति के अनुसार निचय सारणी 5.5 में प्रदर्शित है।

5.6 उत्पादन

5.6.1 वैश्विक

सन् 1999 के उपलब्ध आंकड़ों के अनुसार विश्व में एक वर्ष में 1 करोड़ 83 लाख 42 हजार टन मैग्नेसाइट अयस्क का उत्पादन हुआ जिसका लगभग 3 प्रतिशत भाग 11 देशों से प्राप्त हुआ (सारणी 5.6)।

5.6.2 भारत में

भारत में यद्यपि सात राज्यों में मैग्नेसाइट के निक्षेप ज्ञात हैं परंतु उनमें से केवल चार-तमिलनाडु, उत्तरांचल, कर्नाटक तथा राजस्थान में इस समय उत्पादन हो रहा है। वर्ष 1998-1999 में उत्पादित कुल 3 लाख 16 हजार टन से अधिक अयस्क का 76 प्रतिशत से अधिक तमिलनाडु से और 15 प्रतिशत से अधिक उत्तरांचल से प्राप्त हुआ है। राज्यानुसार उत्पादन सारणी 5.7 में प्रदर्शित किया गया है।

5.7 खपत

वर्ष 1996-1997 में भारत में मैग्नेसाइट तथा मैग्नीशिया की कुल खपत 3,00,600 टन हुई जिसका लगभग 99 प्रतिशत भाग उच्च ताप सह खनिज के रूप में लौह तथा स्टील उद्योग

सहित अन्य उद्योगों में प्रयुक्त हुआ। भारतीय खान ब्यूरो के अनुसार इस प्रकार का उपयोग करने वाली इस समय भारत में कुल 31 संगठित इकाइयां हैं। इसके अतिरिक्त कुछ खपत कागज व ढलाई उद्योग में भी हुई। अन्य उद्योगों में अत्यंत कम खपत उल्लिखित हुई (सारणी 5.8)।

5.8 आयात-निर्यात

भारत सरकार की नई आर्थिक नीति के अनुसार अब सभी प्रकार के मैग्नेसाइट का आयात-निर्यात पूर्ण रूप से प्रतिबंध मुक्त कर दिया गया है। भारतीय खान ब्यूरो (इंडियन मिनरल्स ईयर बुक, 1998-1999, पृ. 12) के अनुसार वर्ष 1996-1997 में भारत में मैग्नेसाइट की कुल मांग 2 लाख 42 हजार टन थी जबकि पूर्ति 3 लाख 76 हजार टन की हुई। इस प्रकार भारत मैग्नेसाइट की दृष्टि से आत्मनिर्भर प्रतीत होता है। परंतु वास्तविकता यह है कि गुणवत्ता की दृष्टि से हमारे यहां का मैग्नेसाइट उद्योगों की कसौटी पर पूरी तरह खरा नहीं उतरता। सेलम मैग्नेसाइट में जहां सिलिका अधिक है वहीं कुमाऊं मैग्नेसाइट में कैल्शियम। इसलिए हमें उच्च गुणवत्ता वाली उच्च ताप सह ईटें बनाने के लिए अपने यहां उत्पादित मैग्नीशिया में उच्च कोटि का आयातित मैग्नीशिया मिलाना आवश्यक है। किंतु दूसरी ओर कुल मांग की तुलना में हमारा उत्पादन अधिक है तथा हमारे पास भंडारों की कोई कमी नहीं है इसलिए हम इस खनिज का निर्यात करके बड़ी मात्रा में विदेशी मुद्रा कमा सकते हैं।

भारतीय खान ब्यूरो के अनुसार 1996-97 में भारत से 2227 टन मैग्नीशिया का निर्यात हुआ। सऊदी अरब, संयुक्त अरब अमीरात, कतार तथा सं. रा. अमेरिका मुख्य क्रेता थे। इसके विपरीत मैग्नीशिया का कुल आयात 34,112 टन हुआ तथा पूर्ति

करने वाले प्रमुख देश थे चीन, इटली, नीदरलैंड और इजराइल (इंडियन मिनरल ईयर बुक, 1998-1999, पृ. 500)।

सारणी 5.3: भारत में मैग्नेसाइट निचय कोटि अनुसार (आधार : इंडियन मिनरल्स ईयर बुक 2003, पृ. 54-1)

कोटि	उत्पादन योग्य निचय (टन में)			
	प्रमाणित	प्रसंभाव्य	संभावी	कुल
उच्च कोटि	31,58,000	24,000	25,000	32,07,000
मध्यम कोटि सज्जीकरण योग्य	2,47,11,000	1,05,25,000	59,02,000	4,11,38,000
निम्न कोटि	2,83,15,000	5,25,70,000	9,56,05,000	17,64,90,000
उच्च तथा मध्यम कोटि मिश्रित	2,20,000	13,89,000	50,000	16,59,000
मध्यम तथा निम्न कोटि मिश्रित	92,54,000	12,80,23,000	91,49,000	14,64,26,000
उच्च, मध्यम तथा निम्न कोटि मिश्रित	30,10,000	74,04,000	1,04,34,000	2,08,48,000
अन्य (अवर्गीकृत)	71,77,000	1,23,63,000	59,34,000	2,54,74,000

सारणी 5.4 : विश्व में मैग्नेसाइट निचय (इंडियन मिनरल्स ईयर बुक 2001, पृ. 357 में दिए गए आंकड़ों के आधार पर पुनर्गणना द्वारा)

देश	निचय (करोड़ टन)
चीन	350
उत्तरी कोरिया	263
रूस (पूर्ववर्ती सोवियत संघ)	256
टर्की	56
भारत	24
ब्राज़ील	23

स्लोवाकिया	11
यूनान	11
स्पेन	11
आस्ट्रेलिया	8
आस्ट्रिया	7
सं. रा. अमेरिका	5
यूगोस्लाविया	4
कनाडा	3
अन्य	174

सारणी 5.5 : भारत में राज्यानुसार निचय (आधार : इंडियन मिनरल्स ईयर बुक 2003, पृ. 54-1)

राज्य	निचय (टन)			
	प्रमाणित	प्रसंभाव्य	संभावी	कुल
तमिलनाडु	3,57,05,000	2,29,26,000	2,04,56,000	7,90,87,000
उत्तरांचल	3,11,98,000	18,70,01,000	5,44,42,000	27,26,41,000
राजस्थान	18,63,000	18,08,000	4,87,99,000	5,24,70,000
जम्मू-कश्मीर	40,000	-	1,49,000	41,69,000
कर्नाटक	30,57,000	4,63,000	29,44,000	64,64,000
हिमालय प्रदेश	-	1,00,000	1,93,000	2,93,000
केरल	2,000	-	38,000	40,000
आंध्र प्रदेश	-	-	80,000	80,000

सारणी 5.6: विश्व में मैग्नेसाइट उत्पादन (वर्ष 2001) (आधार : इंडियन मिनरल्स ईयर बुक 2003), पृ. 54-7)

देश	उत्पादन (000 टन)
चीन	10,000
रूस (पूर्ववर्ती सोवियत संघ)	2,600
टर्की	2,738
स्लोवाकिया	961
उत्तरी कोरिया	650
ऑस्ट्रिया	681
स्पेन	598
यूनान	483
भारत	280
ब्राज़ील	302
ऑस्ट्रलिया	650
अन्य	909

सारणी 5.7 : भारत में मैग्नेसाइट उत्पादन (आधार : इंडियन मिनरल्स ईयर बुक 2003, पृ. 54-3)

राज्य	जिला	खानों की संख्या	उत्पादन (2002-2003 टन)
तमिलनाडु	सेलम	7	2,01,022
	नामक्कल	1	1,149
उत्तरांचल	बागेश्वर	1	46,868
	पिथौरागढ़	1	6,307
कर्नाटक	मैसूर	4	17,179
राजस्थान	पाली	2	141
	अजमेर	1	10
	राजसमुंद	एसबेस्टस खानें	122

सारणी 5.8 : वर्ष 2001-2002 में भारत में मैग्नेसाइट की खपत (मैग्नेसाइट के अंतर्गत भारत में उत्पादित आयातिन मैग्नेसाइट तथा समुद्र से प्राप्त मैग्नीशिया भी सम्मिलित है) (आधार : इंडियन मिनरल्स ईयर बुक, 2003, पृ. 54-6)

उपयोग	खपत (टन)
उच्च ताप सह खनिज के रूप में (स्टील तथा लौह मिश्रातु उद्योग में उपयोग सहित)	2,05,500
कागज उद्योग में	1,800
इलाई उद्योग में	900
अन्य	100
कुल	2,08,300

अध्याय - 6

पूर्वेक्षण तथा अन्वेषण

आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण खनिजों के लिए पूर्वेक्षण तथा अन्वेषण अध्ययन अनिवार्य ही है। नये निक्षेपों की खोज, किसी निक्षेप का पता लगने के बाद उसके संबंध में पूरी-पूरी जानकारी प्राप्त करना, विशेषकर उसकी गुणवत्ता और सही-सही मात्रा के बारे में, यदि उत्खनन करना हुआ तो उसकी पूरी योजना बनाना, खनन के आर्थिक दृष्टि से लाभदायक होने या न होने का अध्ययन, देश की आर्थिक परिस्थिति के परिप्रेक्ष्य में उस खनिज के खनन की आवश्यकता, खनन किये जाने की स्थिति में होने वाली पर्यावरण हानि का व्यवस्थापन आदि सभी एक-दूसरे से संबंधित विषय पूर्वेक्षण तथा अन्वेषण की परिधि में आते हैं। पूर्वेक्षण के अंतर्गत वे सभी भूवैज्ञानिक अध्ययन अंतर्भूत किये जाते हैं जो खनिज प्रस्थिति की जानकारी प्राप्त करने के लिए किये जाते हैं। अन्वेषण अध्ययन के उद्देश्य किसी प्रस्थिति के निचय होने की संभावना का पता लगाना, निचय सिद्ध होने की स्थिति में उसकी खनन योग्यता की जांच करना और उचित खनन हेतु दिशा निर्देश तैयार करना है।

किसी भी खनिज निक्षेप की खोज तथा अर्थक अध्ययन के निम्न मुख्य आयाम हैं:

1. खनिज की अवस्थिति के संबंध में सैद्धांतिक अवधारणा
2. खनिज निक्षेप के संभावित क्षेत्र का भूवैज्ञानिक अध्ययन
3. खनिज निक्षेप प्राप्त होने की स्थिति में गुणवत्ता तथा मात्रा का मापन
4. खनन योग्यता के आर्थिक तथा सामाजिक पहलुओं का अध्ययन

मैग्नेसाइट निक्षेपों के संबंध में इन विविध मुद्दों पर, विशेष कर भारतीय परिदृश्य के संदर्भ में, विचार किया जा सकता है।

6.1 सैद्धांतिक अवधारणा

किसी भी नए निक्षेप की खोज के लिए अब तक ज्ञात निक्षेपों की भूवैज्ञानिक परिस्थिति तथा उनके अध्ययन से प्राप्त निष्कर्षों, विशेषकर उनकी उत्पत्ति के संबंध में बने सिद्धांतों का ज्ञान मूलभूत रूप से आवश्यक है। मैग्नेसाइट के अनेकानेक उपस्थिति प्रकारों को जाना समझा गया है और उस आधार पर हम जानते हैं कि मैग्नेसाइट के आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण निक्षेप अतिमैफिक शैलों के साथ, अवसादी या कायांतरित अवसादी शैलों विशेषकर डोलोमाइट के साथ अथवा वाष्पनज वातावरण में पाए जाते हैं। हम यह भी जानते हैं कि ये निक्षेप संस्तर, लेंसों, शिरओं या शिरिकाओं के रूप में मिलते हैं। यह भी प्रमाणित हो चुका है कि ये निक्षेप उष्णजल जनित, अपक्षयण जनित, अवसादन जनित या वाष्पजनित हैं। अतः यह स्वाभाविक ही है कि यदि नए निक्षेपों की खोज करनी है तो हमें इस प्रकार की या इससे मिलती जुलती भूवैज्ञानिक परिस्थितियों का अन्वेषण करना होगा। अतिमैफिक—मैफिक आग्नेय शैलों का निर्माण प्लेट सीमाओं विशेषकर मध्य महासागरीय कटक क्षेत्रों में होता है। अतः प्राचीन काल के ऐसे

किया जाता है। विशेषकर वेधन द्वारा खनिज के भूमिगत स्वरूप का निर्धारण, जैसे नति में परिवर्तन, वलनों या भ्रंशों के कारण खनिज निक्षेप में होने वाला प्रभाव, गहराई में निक्षेप की गुणवत्ता में होने वाला परिवर्तन आदि अध्ययन किए जाते हैं। उदाहरणार्थ भारतीय खान ब्यूरो ने 1960 के दशक के प्रारंभ में झिरोली निक्षेप का पूर्वेक्षण कार्य किया था और क्षेत्र में आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण नौ खंड निर्धारित किए थे। आज भी वह वर्गीकरण कुछ थोड़े-से परिवर्तनों के साथ स्वीकृत किया जाता है। खाइयां खोदना, गड्ढे खोदना तथा इस प्रकार गहराई में खनिज की प्रकृति की जांच करना आवश्यक हो जाता है। इसके साथ ही गहन भूभौतिकीय तथा भूरासायनिक अध्ययन भी किए जाते हैं।

6.2.3 विस्तृत अन्वेषण

यह अन्वेषण की आखिरी सीढ़ी है। इसके अंतर्गत प्रमाणित निचय का पता लगाना, (जिसे आगामी लगभग दस वर्षों में निकाला जा सके); निक्षेप का आकार, आकृति, अभिविन्यास आदि के बारे में संपूर्ण जानकारी; निक्षेप में खनिज तथा गैंग के खनिजीय तथा रासायनिक गुण; सज्जीकरण की विधियां; खनन की संभावित विधियां, भित्ति शैल की दृढ़ता का अध्ययन, संधि, भ्रंश, भौम जल की स्थिति आदि का अध्ययन, सहवर्ती आर्थिक दृष्टि से उपयोगी अन्य खनिजों की जानकारी; यदि कोई हानिकारक पदार्थ उपस्थित है तो उसकी जानकारी; यदि खनन किया जाये तो उसकी योजना; आर्थिक लाभ हानि का विवरण; खनन हेतु ऊर्जा तथा जल संसाधनों की उपलब्धता; मार्ग निर्माण की सुविधा; रेल तथा सड़क यातायात की संभावना; बस्ती बसाने की व्यवस्था आदि सभी प्रकार के अध्ययन किए जाते हैं।

इन विविध अध्ययनों के लिए निक्षेप का विस्तृत मानचित्रण, अन्वेषणीय खनन, वेधन, रासायनिक एवं खनिजीय विश्लेषण आदि किए जाते हैं।

बहुधा खनन प्रारंभ कर दिए जाने के बाद भी खान क्षेत्र तथा उसके आसपास अन्वेषण तथा पूर्वेक्षण कार्य जारी ही रहता है। विशेषकर जैसे-जैसे गहराई में खान बढ़ती जाती है निक्षेप की प्रकृति के स्वरूप का सतत अध्ययन करते रहना पड़ता है।

6.3 गुणवत्ता तथा मात्रा मापन

भूवैज्ञानिक अध्ययन में ही खनिज निक्षेप की गुणवत्ता तथा मात्रा का मापन हो जाता है। किसी खनिज का रासायनिक संघटन, उसमें उपस्थित हानिकारक घटक, गैंग की प्रकृति, खनिज निक्षेप का स्वरूप आदि सभी की संपूर्ण जानकारी उसकी गुणवत्ता को निर्धारित करती है। विशेषकर जिस उपयोग के लिए खनिज का खनन किया जाना हो उसके विनिर्देशों की पूर्ति वह निक्षेप करता है या नहीं, यदि नहीं तो सज्जीकरण से यह संभव है कि नहीं तथा यदि वह भी नहीं हो तो उस निक्षेप का खनन आर्थिक दृष्टि से लाभदायक है कि नहीं इन बातों का विस्तृत विवेचन आवश्यक होता है। मात्रा मापन में प्रमाणित निचय का ठीक-ठीक विवरण दिया जाता है। गुणवत्ता तथा मात्रा के सही विवरण के आधार पर खनन करने की अनुमति मिलती है और खान का विकास किया जाता है।

6.4 आर्थिक तथा सामाजिक पहलू

खनिज निक्षेप की खनन योग्यता कई तथ्यों पर निर्भर होती है। वे हैं —

1. खनिज निक्षेप की मात्रा

2. निक्षेप की गुणवत्ता
3. उपरिभार का स्वरूप
4. निक्षेप क्षेत्र की संरचना
5. क्षेत्र की स्थलाकृति
6. क्षेत्र की अभिगम्यता
7. क्षेत्र की जलवायु
8. यातायात की सुविधा
9. जल की उपलब्धता
10. श्रमिक उपलब्धता
11. खनिज की औद्योगिक मांग
12. देश को खनिज खनन की उद्योग अथवा व्यापार के लिए आवश्यकता

इस दृष्टि से भारत के मैग्नेसाइट के संबंध में विचार किया जाये तो यह स्पष्ट होता है कि मैग्नेसाइट खनिज का भंडार इस समय हमारी आवश्यकता की दृष्टि से काफी अधिक है और वास्तव में हमारा वार्षिक उत्पादन भी मांग से काफी अधिक है। परंतु भारत के मैग्नेसाइट की गुणवत्ता विनिर्देशों की तुलना में कम है। इसलिए हमारे मैग्नेसाइट के साथ अच्छी गुणवत्ता वाले मैग्नेसाइट का आयात करके दोनों को एक साथ मिला कर अपेक्षित गुणवत्ता का बना कर उपयोग में लाया जाता है। परंतु साथ ही साथ हमारे अधिक मैग्नेसाइट का निर्यात करके विदेशी मुद्रा भी कमाई जा सकती है। मैग्नेसाइट इस दृष्टि से एक लाभदायक खनिज है। अधिकांश निक्षेप तमिलनाडु, कर्नाटक, राजस्थान-जैसे सुगम क्षेत्रों में हैं, इसलिए खनन अधिक कठिन और खर्चीला भी नहीं है। उसकी तुलना में हिमाचल क्षेत्र के निक्षेप कुछ दुर्गम क्षेत्रों में होने के कारण उनकी खनन योग्यता कुछ कम हो जाती है।

कुमाऊं के निक्षेपों का खनन हो रहा है परंतु गुणवत्ता में कुछ कमी होने, उच्च ताप सह खनिज के रूप में खपत न हो पाने आदि के कारण वे खानें भी या तो बंद हो रही हैं या पूरी क्षमता से कार्य नहीं कर पा रही हैं। ऐसे में आवश्यकता है मैग्नेसाइट के अन्य उपयोग, जैसे रासायनिक पदार्थों के निर्माण आदि से संबंधित उद्योगों का विकास किया जाए। खनिज को भूमि में पड़े रहने देने का कोई अर्थ नहीं होता। खनन तो होना ही चाहिए क्योंकि खनन का केवल आर्थिक पहलू ही नहीं है उसका सामाजिक पहलू भी है। खानों के विकास से क्षेत्र का विकास सीधे संबंधित है। नई सड़कें बनती हैं, सैकड़ों लोगों को रोजगार मिलता है, अनेक अवलंबित व्यवसायों का विकास होता है, जन सुविधाएं बढ़ती हैं, क्षेत्र के निवासियों की आर्थिक संपन्नता बढ़ती है। कुमाऊं में खनन जैसे हो रहा है वैसे गढ़वाल तथा हिमाचल में नहीं हो पा रहा है। इन क्षेत्रों के निक्षेप भी अच्छे हैं पर यहां पूर्वेक्षण तथा अन्वेषण के पुराने परिणाम विशेष उत्साहवर्धक नहीं रहे। परंतु ये अध्ययन बार-बार होते रहने चाहिए। उदाहरणार्थ हिमाचल प्रदेश के चंबा जिले के मुछेतर निक्षेप को उसके दुर्गम स्थान में होने के कारण पूर्व के पूर्वेक्षकों ने खनन योग्य नहीं माना था, पर आज वह उतना दुर्गम नहीं रहा। इसलिए इसका पुनः पूर्वेक्षण होना चाहिए। हां, लद्दाख के निक्षेपं अभी भी दुर्गम हैं, अतः वे अभी खनन योग्य नहीं हैं।

सामाजिक पहलू का एक आयाम पर्यावरण प्रदूषण का भी है। खनन से पर्यावरण की हानि होती है, यह सच है परंतु यह हानि सभी विकास कार्यों से होती है और अन्य कार्यों की तुलना में खनन से यह कम होती है। दुर्भाग्य से हमारे देश में खनन के विरुद्ध बोलना एक प्रकार का फैशन हो गया है। पर वास्तविकता

यह है कि खनन सदैव एक सीमित क्षेत्र में होता है, सीमित समय के लिए होता है अर्थात् खनन पूरा होने के बाद क्षेत्र पुनः समाज को वापस कर दिया जाता है, और पर्यावरण प्रबंधन यदि उचित ढंग से किया जाए तो खनन से होने वाली हानि को कम किया जा सकता है। इसलिए केवल पर्यावरण की हानि होती है इस कारण खनन ही प्रतिबंधित कर दिया जाए यह नीति बुद्धिमत्तापूर्ण नहीं है। इस विषय का और विवेचन अध्याय 7 में किया गया है।

अध्याय - 7

खनन तथा पर्यावरण प्रबंधन

7.1 खनन स्वरूप

किसी भी खनिज की खनन विधि का चयन उस खनिज के निक्षेप के उपस्थिति-प्रकार, क्षेत्र की संरचना, खनिज का सहवर्ती शैल के साथ संबंध, उपरिभार की स्थिति, गहराई में खनिज निक्षेप की स्थिति, क्षेत्र की स्थलाकृति आदि कारकों के आधार पर किया जाता है। मैग्नेसाइट के निक्षेप या तो मैफिक-अतिमैफिक आग्नेय शैलों में शिराओं, शिरिकाओं तथा स्टॉक वर्क के रूप में मिलते हैं या फिर अवसादी तथा कायांतरित अवसादी शैलों में लेंसों तथा संस्तरों के रूप में। अधिकतर निक्षेप दृश्यांश रूप में उपस्थित होने के कारण विवृत खनन बहुधा प्रचलित है। परंतु आवश्यकतानुसार भूमिगत खनन विधियों का भी प्रयोग किया जाता है। ऑस्ट्रिया की राडेंथाइन खान का प्रारंभ एक विवृत खान के रूप में हुआ परंतु बाद में निक्षेप की प्रकृति के कारण भूमिगत खनन विधि अपनाई जा रही है। परंतु विश्व में अधिकांश अन्य खानें विवृत ही हैं। भारत में सभी खाने विवृत ही हैं यद्यपि बागेश्वर, उत्तरांचल की झिरोली खान को, जो अभी तक विवृत ही है, भूमिगत रूप देने का विचार चलता रहा है।

भारत में कुल 17 खानें कार्य कर रही हैं जिनमें तमिलनाडु में 9, उत्तरांचल में 2, कर्नाटक में 4 तथा राजस्थान में 2 हैं। इन खानों में से 5 सार्वजनिक उपक्रमों के रूप में हैं जबकि शेष व्यक्तिगत प्रतिष्ठानों के रूप में। भारत में मैग्नेसाइट का प्रमुख उत्पादक प्रदेश तमिलनाडु का सेलम क्षेत्र है। यहां मैग्नेसाइट, डनाइट, पेरिडोइट तथा सर्पेन्टिनाइट शैलों में पपड़ियों, शिराओं, शिरिकाजालों, सोपानी शिराओं आदि के रूप में मिलता है। मैग्नेसाइट का खनन कार्य राज्य शासकीय उपक्रम तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., केंद्रीय शासकीय उपक्रम बर्न स्टैडर्ड कंपनी तथा निजी क्षेत्रीय प्रतिष्ठान डालमिया मैग्नेसाइट कार्पोरेशन एवं इंडिया मैग्नीशिया प्राइवेट लिमिटेड द्वारा किया जा रहा है। यहां की सभी खानें काफी हद तक यांत्रिक हैं तथा इनमें संपीडक (कंप्रेसर), वैगन वेध, जैक हैमर, यांत्रिक बेलचे, भार भरक (लोडर), डंपर, डोज़र तथा पंपों आदि का प्रयोग होता है। शैलों को विस्फोटों द्वारा तोड़ा जाता है और फिर मैग्नेसाइट को दृश्य चयन द्वारा अलग कर लिया जाता है। विस्फोटों के लिए 115 मिमी व्यास के छिद्र बनाए जाते हैं। अयस्क-गैंग अनुपात 1:10 से 1:16 तक अधिक होने के कारण हाथ से ही चयन करना सुविधाजनक होता है। हाथ से चयनित इस अप्रसाधित अयस्क (रन ऑफ माइन) को जिनमें लगभग 25 से 30 प्रतिशत तक मैग्नेसाइट होता है, सज्जीकरण क्षेत्र में भेजा जाता है। यहां की सभी खानों में वेदिका पद्धति से खनन होता है। मैग्नेसाइट के अतिरिक्त डनाइट शैल भी निकाला जाता है। पहले इसे अनुपयोगी (गैंग) मानते थे परंतु अब स्टील उद्योग में डनाइट का भी फ्लक्स एवं उच्च ताप सह पदार्थ के रूप में उपयोग होने के कारण इसका भी खनन किया जा रहा है।

कर्नाटक की खानें मैसूर मिनरल्स लिमिटेड द्वारा संचालित हैं। ये भी सभी यांत्रिक हैं तथा विवृत प्रकार की हैं। डोडकन्या खान में सतह से लगभग 3-3 मी की गहराई पर वेदिकाएं बनाई गई हैं। निक्षेप शिराओं तथा शिरिकाजालों के रूप में मिलने के कारण विस्फोट द्वारा संपूर्ण शैल को ही तोड़ा जाता है तथा फिर खननकर्मियों द्वारा मैग्नेसाइट का चयन कर लिया जाता है।

डोडकन्या खान कर्नाटक की काफी पुरानी खानों में से एक हैं। इसमें खनन 1917 से प्रारंभ हुआ और कुछ थोड़े व्यवधानों के बावजूद अभी तक चल रहा है। इस खान का कुल लीज क्षेत्र 147 एकड़ है, परंतु खनिज प्राप्ति क्षेत्र लगभग 35 एकड़ का ही है। सन् 1972 तक यहां सारा कार्य मानव श्रम पर आधारित था परंतु उसके बाद इसे कुछ सीमा तक यांत्रिक बना दिया गया है। पुरानी खान होने के कारण यहां काफी गहराई तक खुदाई हो चुकी है और खान तल सामान्य भूमि तल से 30 मी. नीचे लगभग 684 मी. तक पहुंच चुका है (राधाकृष्ण, 1996, पृ. 375-76)। डोडकटूर की खान में भी निक्षेप के शिराओं तथा शिरिकाजालों के रूप में ही मिलने के कारण विस्फोट द्वारा संपूर्ण शैल को ही तोड़ कर फिर मैग्नेसाइट प्राप्त किया जाता है। परंतु छोटी होने के कारण इस खान में संपूर्ण कार्य मानव श्रम आधारित ही है।

उत्तरांचल की झिरोली खान एक बड़ी खान है। 1972-73 से प्रारंभ इस खान में भी खनन विवृत पद्धति से हो रहा है। उपरिभार चूनाश्म तथा डोलोमाइट का होने के कारण उसे वेधन तथा विस्फोट द्वारा हटाया जाता है। प्रारंभ में उपरिभार की समस्या अधिक नहीं थी परंतु जैसे-जैसे खनन कार्य बढ़ता गया उपरिभार भी अधिक होता गया और इस समय उपरिभार-अयस्क अनुपात 5:1 का है। खनन हेतु 5 से 8 मी. की गहराई पर

खनिज खनन बिल्कुल ही बंद कर दिया जाए यह तो संभव नहीं और न ही अपेक्षित है। आवश्यकता तो इस बात की है कि खनन प्रारंभ करने से पूर्व ही पर्यावरण पर पड़ने वाले संभावित दुष्प्रभावों का अध्ययन कर लिया जाए और उन्हें कम करने की योजना तैयार कर ली जाए। खनन के साथ-साथ ही पर्यावरण संरक्षण कार्यक्रम चलाए जाएं और जब खनन कार्य पूरो हो जाए तो पुनः पूर्वस्थिति स्थापित कर दी जाए। पर्यावरण प्रबंधन के इन सूत्रों की सहायता से हम खनन और पर्यावरण संरक्षण दोनों ही उद्देश्य प्राप्त कर सकते हैं।

उपर्युक्त सैद्धांतिक विवेचन यद्यपि सभी खनिजों के खनन के लिए सत्य है परंतु हम यहां पर मैग्नेसाइट खनन के संदर्भ में मुख्यतः विचार कर रहे हैं। मैग्नेसाइट का खनन प्रमुख्यतः विवृत पद्धति से हो रहा है। इस खनन पद्धति के कारण पर्यावरण की हानि निश्चित रूप से अधिक होती है। यद्यपि यह हानि सभी स्थानों पर होती है परंतु हिमालय में इसे विशेष भयावह माना जाता है। हिमालय पर्वत शृंखला अपनी अल्प आयु, अत्युच्च ऊंचाई, जैव विविधता क्षेत्र, इसकी अनेक वलनीय, भ्रंशीय तथा क्षेपीय विवर्तनिक क्रियाओं के कारण बनी जटिल संरचना, इनके कारण बनी भूकंपीय संवेदनशीलता, भूस्खलन तथा मैदानी भारत के लिए इसके प्रमुख जल भंडार होने के कारण पर्यावरणीय दृष्टि से अत्यंत संवेदनशील क्षेत्र के रूप में मानी जाती है। इसलिए इसमें आज जो मैग्नेसाइट खनन हो रहा है उसके कारण पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव का जो अध्ययन किया गया है उससे भविष्य में होने वाले खनन कार्य के लिए भी तैयार रहने का अवसर मिलेगा। मैग्नेसाइट खनन के पर्यावरणीय प्रभावों का अध्ययन उपाध्याय तथा पंत (1988), जोशी तथा अन्य (1988), सेन (1988), अहमद (1992), मिश्रा तथा उपाध्याय (1997), जोशी (1998क)

एवं अन्य अनेक वैज्ञानिकों ने किया है और प्रस्तुत विवरण इन्हीं पर आधारित है।

पर्यावरण हानि का स्वरूप तो सभी विवृत खानों पर काफी हद तक एक जैसा ही होता है परंतु हिमालय क्षेत्र में उसके भूवैज्ञानिक तथा भू आकृतिक स्वरूप के कारण इस हानि का परिणाम बहुत अधिक बढ़ जाता है (मेहरोत्रा तथा जोशी, 1982)। उदाहरणार्थ हिमालय क्षेत्र में भूस्खलन एक सामान्य समस्या है परंतु खान क्षेत्रों में लगातार विस्फोटों के कारण इसकी मात्रा तथा परिमाण काफी बढ़ जाते हैं। खान क्षेत्रों में बहुधा निकाले गए उपरिभार को घाटियों के उतारों पर डाल दिया जाता है क्योंकि वे ही सर्वाधिक सुविधाजनक निम्न स्थान उपलब्ध होते हैं परंतु ऐसा करने से एक तो क्षेत्र की भौमजल स्थिति प्रभावित होती है और दूसरे वर्षा के दिनों में होने वाला मिट्टी का बहाव बहुत अधिक बढ़ जाने के कारण निचले क्षेत्रों में खतरनाक स्थिति उत्पन्न हो जाती है। वन कटाव की समस्या से तो सभी परिचित हैं ही। केवल पेड़ कटना ही हानिकारक नहीं है अपितु मिट्टी का हट जाना भी काफी नुकसानदेह होता है। जल तथा वायु प्रदूषण भी देखे गए हैं, परंतु उनकी समस्या मैग्नेसाइट खान क्षेत्र में संभवतः उतनी नहीं है जितनी अन्य अनेक धातु, अयस्क अथवा कोयला खान क्षेत्रों में है। मैग्नेसाइट खनन के कारण होने वाले जल प्रदूषण तथा तज्जनित स्वास्थ्य हानि के संबंध में तमिलनाडु के सेलम मैग्नेसाइट खान क्षेत्र में अध्ययन करते हुए पेरिआकाली तथा अन्य (1999) ने पाया कि वहां के जल में क्रोमियम की मात्रा 181 से 214μ ग्राम/लिटर है जिसके विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार सुरक्षित सीमा (75μ ग्राम/लिटर) से तीन गुने से भी अधिक होने के कारण उससे कैंसर रोग उत्पन्न हो सकते हैं। हिमालय मैग्नेसाइट में अभी इस प्रकार का जल प्रदूषण नहीं पाया

गया है। मैग्नेसाइट से मृततापित मैग्नीशिया बनाने वाले संयंत्रों से निकलने वाली मुख्य गैस कार्बन डाइ-ऑक्साइड है और वायु में उसका सांद्रण कुछ सीमा तक क्षेत्र के निवासियों के स्वास्थ्य पर प्रभाव डाल सकता है। चूनाश्म-डोलोमाइट-मैग्नेसाइट क्षेत्र से होकर बहने वाला पानी सदा ही कैल्शियम-मैग्नीशियम की अधिकता से युक्त होता है परंतु कठोर शैलों से बहने वाले पानी की तुलना में तोड़े गए शैल खंडों के क्षेत्र से बहने वाले पानी में उनकी मात्रा निश्चय ही अधिक होगी। इस बढ़ी हुई मात्रा का हानिकारक परिणाम आसपास के क्षेत्रों की कृषियोग्य भूमि पर दिखाई पड़ता है। हिमालयीय क्षेत्र में मैग्नेसाइट खनन के पर्यावरणीय प्रभावों को सारणी 7.1 में प्रदर्शित किया गया है।

सारणी - 7.1 : हिमालय के मैग्नेसाइट खान क्षेत्रों में पर्यावरण विनाश का स्वरूप

पर्यावरणीय दुष्परिणाम	स्वरूप	दुष्प्रभाव
I भौतिक		
1. दृश्य		
(i) सतह कटान	भूमि सतह पर कटान के चिह्न	सतह कटान के कारण दृश्यमान निरावरण चट्टानें दृष्टि पर असुंदर प्रभाव डालती हैं
(ii) वर्ज्य पदार्थ निस्तारण	उपरिभार तथा खान क्षेत्र से निकले गैंग, उनके अन्य किसी स्थान पर एकत्रीकरण तथा उनसे कृत्रिम टीलों का निर्माण	आसपास के सुंदर प्राकृतिक दृश्यों के बीच ऐसे वर्ज्य पदार्थों के टीले भद्दे दीखते हैं

(जारी...)

(iii) चल एवं अचल संयंत्र	शैलों को तोड़ने, चूर्ण करने या सज्जीकरण के संयंत्र, अयस्क तथा उपरिभार को हटाने तथा ले जाने वाले यंत्रादि	क्षेत्र में स्थापित ऐसे चल एवं अचल संयत्र क्षेत्र के प्राकृतिक सौंदर्य को प्रभावित करते हैं
2. अवतलन	भूमि की हलचलों के कारण होने वाला विरूपण, भूस्खलन	अवतलन के कारण भवनों को हानि होती है, भौम जल स्थिति प्रभावित होती है
3. कोलाहल	उच्च ध्वनि के कारण उत्पन्न होने वाली बाधाएं	कोलाहल तथा यंत्रों की उच्च ध्वनि क्षेत्र की शांति को प्रभावित करते हैं तथा स्वास्थ्य के लिए भी खतरा सिद्ध होते हैं
4. धूल प्रदूषण	हवा में तैरते धूल कण	हवा में धूल की मात्रा अत्यधिक बढ़ जाने से धुंध बन जाती है तथा सांस के रोग उत्पन्न होते हैं
5. गादजनन	खनन कार्य के कारण हटाई जाने वाली मिट्टी का आसपास के जल स्रोतों में एकत्रित हो जाना	क्षेत्र का उच्चावच प्रभावित होता है, बहते पानी में रुकावट आती है, भौम जल की स्थिति प्रभावित होती है

(जारी...)

6. वन विनाश	विवृत खनन, सड़क तथा भवन निर्माणों के कारण बड़ी मात्रा में वन कटान के कारण एक बड़े भूभाग का निरावरण होना	वन विनाश के कारण मृदा अपरदन बढ़ जाता है, क्षेत्र के तापमान में परिवर्तन होता है
7. मृदा अपरदन	वायु तथा जल के द्वारा मिट्टी की काफी अधिक मात्रा का बहा दिया जाना	मृदा अपरदन के कारण गादजनन, उच्चावच परिवर्तन तथा वनस्पति आवरण विनाश होता है
8. हवा में उड़ते पाषाण कण	हवा में उड़ते भिन्न भिन्न आकार के पाषाण कण	ऐसे पाषाण कण तथा खंड मानवों, यंत्रों, भवनों, संचार साधनों तथा विद्युत् उपकरणों तथा संयंत्रों के लिए हानिकारक होते हैं
9. विस्फोट कंपन	भूमि का कमजोर होना	विस्फोटों के कारण खान व भवनों को काफी हानि होती है।
II. रासायनिक 1. गैसीय निष्क्रमण 2. जल प्रदूषण	प्रगलन संयंत्रों से निष्क्रमित प्रदूषण गैसें विशेषकर CO_2 कैल्शियम, मैग्नीशियम तथा अन्य रसायनों का जल में अधिक विलयन	ग्रीन हाउस प्रभाव, स्वास्थ्य हानि स्वास्थ्य हानि, मृदा के संघटन में परिवर्तन, फलस्वरूप कृषि योग्य भूमि की हानि

7.3 पर्यावरण प्रबंधन योजना

जब हम खनन के कारण पर्यावरण पर पड़ने वाले हानिकारक प्रभावों का अध्ययन करते हैं तो स्वाभाविक रूप से चिंतित हो जाते हैं और हमारी स्वाभाविक प्रतिक्रिया होती है कि पर्यावरण संरक्षण कैसे किया जाए। जो पहला उपाय हमें सहजता से समझ में आता है वह है पर्यावरण विनाश के मूल कारण को ही समाप्त कर देना अर्थात् वर्तमान संदर्भ में खनन कार्य रोक देना। स्वाभाविक रूप से अति उत्साही एवं अविचारी पर्यावरणविद् खानों को बंद करने की मांग करने लगते हैं। परिणामस्वरूप अधिकारीगण भी कभी-कभी उनकी मांगों के सामने झुक जाते हैं।

इस प्रकार का नकारात्मक दृष्टिकोण दुर्भाग्यपूर्ण है। किसी भी राष्ट्र की संपन्नता, शक्ति और विश्व में उसका स्थान उसके द्वारा अपनी खनिज संपदा के समुचित दोहन में ही निहित है। इस तथ्य को आज से ढाई हजार वर्ष पूर्व ही आचार्य विष्णुगुप्त चाणक्य ने निम्न शब्दों में व्यक्त किया है

'आकरप्रभवो कोषः, कोषाद्दंडः प्रजायते।
पृथिवी कोषदंडाभ्यां, प्राप्यते कोषभूषणा।।'

(अर्थशास्त्र, अध्यक्ष प्रचार, द्वितीय अधिकरण, 12.49)

(कोष (धन) की उत्पत्ति खानों पर निर्भर है। कोष के उत्पन्न होने पर दंड (शक्ति) प्राप्त हो सकती है। कोष और शक्ति से ही कोष से भूषित पृथ्वी प्राप्त की जा सकती है।)

खनिज ही किसी भी प्रकार के विकास का मूल स्रोत हैं। मनुष्य और पशुओं में जो मुख्य अंतर है वह यही है कि मनुष्य खनिज संपदा का उपयोग जानता है। इसलिए खनिज संपदा का सावधानीपूर्वक दोहन होना ही चाहिए। हां, उसके कारण होने वाले पर्यावरण क्षरण का भी ध्यान रखना आवश्यक है। इसलिए

मलबे को उसके संघटन के आधार पर अन्य उपयोग, जैसे सड़क निर्माण, ईंट निर्माण या गड्ढे भरने आदि में प्रयुक्त किया जाना चाहिए।

इस प्रकार हम देखते हैं कि खनन तथा पर्यावरण संरक्षण परस्पर विरोधी नहीं है वरन् एक दूसरे के पूरक बनाए जा सकते हैं।

संदर्भ-सूची

अग्रवाल, एस.सी. तथा राय, एस.सी., 1990 : क्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट डिपॉजिट, ए न्यू फाइंडिंग इन अरावली फॉर्मेशन ऑफ राजस्थान; राज.मिन.बुले., 14(1), 43-47

अग्रवाल, ओ.पी. तथा घोष, एन.सी., 1989 : मिनरल रिसोर्सेज इन दी ओफियोलाइट बेल्ट ऑफ नागालैंड, नॉर्थ ईस्ट इंडिया; घोष, एन.सी. (सं.) फेनेरोजोइक ओफियोलाइट्स ऑफ इंडिया एंड असोशिएटेड मिनरल रिर्सोसेज; प्रोसी. आइजीसीपी प्रोजेक्ट, 197, पटना मीटिंग, 1987, 245-280

अबू जबेर, एन.एस. तथा किंबर्ले, एम.एम. 1992 : ओरिजिन ऑफ अल्ट्रामैफिक होस्टेड मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; और जियॉ. रिव्यू. 7, 155-191

अबोन्यी, ए. तथा अबोन्यिओवा, एम., 1981 : डिपॉजिट्स ऑफ क्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट इन स्लोवाकिया (स्लोवाकी भाषा में, अंग्रेजी में सारांश) मिनरालिया स्लोवाका, 125 पृ.

अमीन, एम.एस., 1952 : मेटामॉर्फिक डिफरेंसिएशन ऑफ टैल्क मैग्नेसाइट क्लोराइट रॉक्स इन शाटलैंड; जियॉ. मैक्जी., 89, 97-105

अयंगार, एन.के.एन. 1953 : मैग्नेसाइट; एको. बुले., जी.एस.आइ, सीरीज ए(6), 1-46,

अली, ए.एल., बार्बिन, वी., कैलास, जी., सर्वेले बी., रामसेयार, के. तथा बौरोलेक, जे., 1993 : Mn^{+2} ऍक्टिवेटेड ल्यूमिनेसेंस इन डोलोमाइट, कैल्साइट एंड मैग्नेसाइट : क्वांटिटेटिव डिटर्मिनेशन ऑफ मैंगेनीज एंड साइट डिस्ट्रिब्यूशन बाइ ई.पी.आर. एंड सी.एल. स्पेट्रोस्कोपी; केमि. जियॉ., 104 (1-4), 189-202

अशरफ, एम., हक, आर., कुरैशी, एम.एच. तथा फारूकी, एम.ए., 1971 : मैग्नेसाइट अकरेंस इन हज़ारा डिस्ट्रिक्ट; पाकि. जर्नल साइंस, 14(6), 538-541

अहमद, ए., 1992 : एन्विरॉमेंटल डीग्रेडेशन एंड पॉसिबल सोल्यूशन्स फॉर रीस्टोरिंग दी लैंड; ए केस स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट माइनिंग इन दी इंडियन सेंट्रल हिमालया; डेजर्टिफिकेशन कंट्रोल, 21, 15-23

अहारोन, पी., 1988 : ए स्टेबल आइसोटोप स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट्स फ्रॉम द रूम जुंगल यूरेनियम फील्ड, ऑस्ट्रेलिया, इंप्लिकेशंस फॉर द ओरिजिन ऑफ स्ट्रेटाबाउंड मैसिव मैग्नेसाइट्स; केमि. जिया., 69, 127-145

आजमी, आर.जे. तथा पॉल, एस.के., 2004 : डिस्कवरी ऑफ प्रीकैंब्रियन-कैंब्रियन बाउंड्री प्रोटोकोनोडोंट्स् फ्रॉम दी गंगोलीहाट डोलोमाइट ऑफ इनर कुमाऊं लेसर हिमालया: इंप्लिकेशन ऑन एज एण्ड कोरिलेशन; करेंट साइंस, 86 (12), 1653-1660

आल्डरमैन, ए.आर., 1965 : द प्रॉब्लम ऑफ द ओरिजिन ऑफ डोलोमाइट्स इन सेडिमेंट्स, इंडि. मिनरॉ; 6, 14-20

आल्डरमैन, ए.आर. तथा बोर्क फॉन डेर सी., 1961 : अकरेंस ऑफ मैग्नेसाइट-डोलोमाइट सेडिमेंट्स इन साउथ ऑस्ट्रेलिया; नेचर, 192, 861

ऑगस्टिथीस, एस.एस., 1976 : एटलस ऑफ दी टेक्श्चरल पैटर्न्स ऑफ बेसिक एंड अल्ट्राबेसिक रॉक्स एंड देयर जेनेटिक सिग्निफिकेंस, डे ग्रूटर, बर्लिन, 393 पृ.

इंडियन मिनरल्स ईयर बुक, 1998 तथा 1999 : मैग्नेसाइट, भारतीय खान ब्यूरो, 495-504

इमाई, एन. तथा ओत्सुका, आर., 1984 : सेंपियोलाइट एंड पॅलीगोर्स्काइट इन जापान; सिर्येर ए. तथा गालोन, ई. (सं.) पैलीगोर्स्काइट - सेपियोलाइट : अकरेंसेज, जेनेसिस, यूजेज; एल्जेवियर, 211-233

इरियन जी. तथा मूलर जी., 1966 : ह्यूंटाइट, डोलोमाइट, मैग्नेसाइट एंड पॉलीहेलाइट ऑफ रीसेंट एज फ्रॉम दुझ गूलू, टकी; नेचर, 220, 1309-1310

इलिंग, एल.वी., वेल्स, ए.जे. तथा टेलर, जे.सी.एम., 1965 : पेनीकंटेंपररी डोलोमाइट इन दी पर्शियन गल्फ, प्रे, एल.सी. तथा मरे, आर.सी. (सं.) डोलोमिटाइजेशन एंड लाइमस्टोन डायाजेनेसिस, एसईपीएम स्पे. पब्लि., 13, 89-111

इलिक एम, 1968, प्रॉब्लेम्स ऑफ द जेनेसिस एंड जेनेटिक क्लासिफिकेशन ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट् जियॉलॉगिका कार्पेथिका, ब्राटिस्लोवा, 19(1), 149-160

उडोव्स्की, ई, 1994 : सींथेसिस ऑफ डोलोमाइट एंड जियोकेमिकल इंप्लिकेशंस; स्पे. पब्लि. इंटरने. असो. सेडिमेंटा, 21, 345-360

उप्पिल, आर.के., 1983 : डिपॉजिशनल एनविरॉन्मेंट्स, ऑफ दी डोलोमाइट-मैग्नेसाइट फेसीज एसोसिएशन ऑफ दी

मुंडालिओ सब ग्रुप, एडीलेड जिओसींक्लाइन (सारांश), जर्नल, जिऑ. सो. ऑस्ट्रे; 10, 17-18

उपाध्याय, आर.सी. तथा पंत, सी.सी., 1988 : माइनिंग ऍक्टिविटीज इन पार्ट्स ऑफ ईस्टर्न कुमाऊं हिमालय एंड देयर एन्वायरन्मेंटल इंपैक्ट; जोशी, एम.सी. तथा भट्टाचार्या, जी. (सं.), माइनिंग एंड एन्वायरन्मेंट इन इंडिया; हिमा. रिसर्च ग्रुप, नैनीताल, 275-285

एंजेल, एफ. तथा वाइस, पी., 1953 : डी टुक्सोर मैग्नेसिटलागेर्स्टाटेन; राडेक्स रुंडशाउ, 1953, 335-352

ऍडी, एस.के., 1967 : ए नोट ऑन द ओरिजिन ऑफ क्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट ऑफ गिरेछीना, उत्तर प्रदेश (सारांश) प्रोसी. इंडि. साइंस कां. एसो. 54वां सेशन, 207

ओनील, जे.आर. तथा बार्न्स, आइ., 1971 : कॉम्पोजिशंस इन सम फ्रेशवॉटर कार्बोनेट्स् एसोशिएटेड विद अल्ट्रामैफिक रॉक्स ऑन सर्पेन्टिनाइट्स, वेस्टर्न युनाइटेड स्टेट्स, जियोकीमिया कॉस्मोकी; एक्टा, 35, 687-697

ओबेरहाउजेर, आर, 1978 : डी पोस्टवैरिस्टिशे एंटविक्लुंग डेस ओस्टल्पेंराउमेस उंटेर बर्क्सिख्टिगुंग आइनिगर फ्युर डी मेटलोजेनेसे विख्टिगर उम्स्टांड; बर्ख. जियॉल. बुंडेसान्स्टाल्ट, विएन, 43-53

क्यूथबर्ट, एफ.एल. तथा रोलैंड, आर.ए., 1947 : डिफरेंशियल थर्मल एनेलिसिस ऑफ सम कार्बोनेट मिनरल्स, अमे. मिनरालॉ; 32, 111-116

क्यूमेन्यूर, जे.एम., 1974 : वेलास्को तथा अन्य (1987) का संदर्भ (अप्रकाशित)

क्लाउड, पी.ई., 1962 : एन्वायरन्मेंट ऑफ कैल्शियम कार्बोनेट डिपोजिशन वेस्ट ऑफ एँड्रोस आइलैंड, बहामाज; यू.एस.जी.एस.प्रो. पेपर, 350, 138 पृ.

क्लार, ई., 1953 : जियॉलॉजिशेस जेफ्यूजे उंट फोर्मेटविकलुंग फॉन मेटासोमेटिशेन कार्बोनाटलागेर्स्टाटेन (सिडेरिट उंड मैग्नेसिट डेर ओस्टाल्पेन); इंटरने. जियॉ. कॉंग्रेस, 19वीं, अल्जियर्स (1952), कॉम्प्टेस रेंडुस, सेक्शन 10, 83-96

क्लार, ई., 1956 : सुर एंट्स्टेहुंग्स्फ्राग डेर ओस्टलपिनेन स्पाइमैग्नेसिटे; कारिथिया II जांडरहेफ्ट, 20, 22-32

क्लार ई., फ्रीड्रिक, ओ.एम. तथा माइक्स्नर, एच., 1963 : एक्स्कर्शन 3/III (स्टाइरिशे लागेर्स्टाटेन); ऑस्टेर, मिनरालॉग. गेसेल. जांडरहेफ्ट, 5, 53-66

कर, पी., 1964 : ए रीव्यू ऑन सोर्सेज ऑफ मैग्नीशिया इन इंडिया फ्रॉम द स्टैंडपॉइंट ऑफ कॉमर्शियल एक्स्प्लोरेशन; ट्रांजे. इंडि. सिरे. सो., 23(2), 45-48

काटो, टी. 1929 : द ओरिजिन ऑफ द मंचूरियन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; एकॉ. जियॉ. 24, 90-93

कॉफमैन, ए.जे. तथा डिलिंग, ई.डी., 1950 : डिफरेंशियल थर्मल कर्व्स ऑफ सर्टेन हाइड्रस एंड ऍन्हाइड्रस मिनरल्स विथ ए डिस्क्रिप्शन ऑफ दी ऍपरेटस यूज्ड; एकॉ. जियॉ., 45, 222-244

कॉम्बर, ए.डब्लू., 1936, मैग्नेसाइट इन द ब्रिटिश एंपायर; मिनरा. मैक्जीन, 50, 24-27

किंसमैन, डी.जे.जे. 1967 : ह्ययूंटाइट फ्रॉम ए कार्बोनेट इवेपोराइट एन्वायरन्मेंट; अमे. मिनरा., 52, 1332-1341

किंसमैन, डी.जे.जे., 1969 : इंटरप्रिटेशन ऑफ Sr^{+2} कंसंट्रेशन्स इन कार्बोनेट मिनरल्स एंड रॉक्स; जर्न.सेडि. पेट्रा., 69, 486-508

कीजल, डब्लू., कोएबर्ल, सी. तथा कूर्नर, डब्लू., 1990 : जियोकेमिस्ट्री ऑफ मैग्नेसाइट्स एंड डोलोमाइट्स ऍट दी ओबेर्डोर्फ/लामिंग (ऑस्ट्रिया) डिपॉजिट एंड इंप्लिकेशन्स फॉर देयर ओरिजिन; जियॉलॉजिश रूंडशाउ, 79(2), 327-335

कुमार एस., 1998 : ए नोट ऑन ऑक्सीजन एंड कार्बन आइसोटोप्स ऑफ मैग्नेसाइट एंड डोलोस्टोन ऑफ मीजोप्रोटेरोजोइक गंगोलीहाट डोलोमाइट (फॉर्मेशन), पिथौरागढ डिस्ट्रिक्ट, उत्तर प्रदेश; जर्न. जियॉ. सो.इ. 51(3), 367-370

केंडाल, ए.सी. तथा हार्वुड, जी.एम., 1996 : मैरीन इवारोपाइट्स : एरिड शोरलाइन्स एंड बेसिन्स; रीडिंग, एच.जी. (सं.), सेडिमेंटरी एन्वायरन्मेंट्स, अध्याय 8 ब्लैकवेल, 281-324

कॉक, एम., 1983 : मिटाइलुंग उबेर आइनेन फुंडपुंक्ट फॉन उंटेर्कार्बोन फॉना इन डेर ग्राउवाकेंजोन डेर नॉर्ड आल्पेन; जेड़ डाएश. गियॉल. गेस., 45, 294-298

कृष्णन, एम.एस., 1948 : मैग्नीशियम रिसोर्सेज ऑफ मद्रास प्रेसीडेंसी, इंडि. मिन. 2(3), 161-166

कृष्णन, एम.एस., 1951 : मिनरल रिसोर्सेज ऑफ मद्रास, मेमॉ. जी. एस.आइ, 80, 198-207

कृष्णमूर्ति, आर. तथा साहू, के.सी. 1988 : फॉर्मेशन ऑफ मैग्नेसाइट इन चॉक हिल्स, सेलम, तमिलनाडु; मोहारिर, पी.एस. (सं.), प्रोसी. इंडि. जियो. कांग्रे., 6, 59-61

कृष्णस्वामी, एस., 1988 : इंडियन मिनरल रिसोर्सेज, तृतीय संस्करण; आर.के. सिन्हा द्वारा संशोधित, ऑक्सफोर्ड एंड आइ.बी.एच. पब्लि.कं., 331-337

क्राइस्ट सी.एल. तथा होस्टेटलर, पी.बी., 1970 : स्टडीज इन द सिस्टम $MgO-SiO_2-CO_2-H_2O$ II : द एक्टिविटी प्रोडक्ट कांस्टैंट ऑफ मैग्नेसाइट; अमे. जर्नल साइंस, 268, 439-453

क्राउस्कॉफ, के.बी., 1979 : इंट्रोडक्शन टु जियोकेमिस्ट्री, मैकग्रॉ हिल, 617 पृ.

क्रालिक एम, अहारोन पी., श्रोल ई. तथा सकमान, डी. 1989 : कार्बन एंड ऑक्सीजन आइसोटोप सिस्टेमेटिक्स : ए रिव्यू; मोलर (सं.) 197-223

क्रुंबाइन, डब्लू.सी. तथा गैरेल्स, आर.एम., 1952 : ओरिजिन एंड क्लासिफिकेशन ऑफ केमिकल सेडिमेंट्स इन टर्म्स ऑफ पी एच एंड ऑक्सिडेशन-रिडक्शन पोटेंशियल्स, जर्नल जियॉ., 60, 1-33

क्रूकशैंक एच., 1947 : मैग्नेसाइट, रेकार्ड जी.एस.आइ., 76(7), 1-15

खंडल, आर.के., रेड्डी, बी.एम.के. तथा गंगोपाध्याय, पी.के, 1986 : थर्मल एनैलिसिस स्टडीज ऑन कर्या मैग्नेसाइट फ्रॉम कर्नाटक; प्रोसी. इंडि. नेश. सा.अके., भाग ए, 52(2) 565-572

खंडल, आर.के., सिंह, जे.के., रेड्डी, बी.एम.के., गंगोपाध्याय, पी.के., 1985 : कॅरेक्टराइझेशन ऑफ कर्नाटक मैग्नेसाइट; प्रोसी. इंडि. नेश. सा. अके., भाग ए, 51(5), 872-875

खोडक, यू.ए. चेबोटारेव, 1961 : द ओरिजिन ऑफ द सिनियन मैग्नेसाइट रॉक्स ऑफ द मालीग खिंगेन, डोक्लाडी अके. नाउक, एस.एस.एस.आर., 138, 184-187

गेल, एच.एस., 1914 : लेट डेवलपमेंट ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स इन कैलीफोर्निया एंड नेवादा; यूएसजीएस बुले, 540-5, 482-520

गोपाल, वी., 1983 : मैग्नेसाइट इंडस्ट्री इन तमिलनाडु, हेंडबुक ऑफ मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि: सेलम, 89-90

गोमेज डे लारेना, जे., 1950 (क) : ला मैग्नेसिटे (जियोबर्टिटे) डे ला हाउटे वैले डे एल अर्गा (प्युरेनीस डे ला नवारी, एस्पाग्नो ले) एट डी उप्पेल (बासेस-पाइरेनीज), सी.आर.अके. साइंस, पेरीस, सीरीज डी.टी., 231, 1521-1522

गोमेज डे लारेना, जे. 1950 (ख) मैग्नेसाइट फ्रॉम द अपर वैली ऑफ द अर्गा (पाइरेनीज ऑफ स्पैनिश नेवारे) एंड फ्रॉम उरेपेल (लोअर पाइरेनीज), कॉम्प, रेंड, 231, 1521-1522

गोमेज डे लारेना, जे. 1951 : द डिपॉजिट्स् ऑफ सेडिमेंटरी मैग्नेसाइट इन द पैलीओजोइक ऑफ वेस्ट पाइरेनीज, वर्ग उंड वटेन्मानिशे मोंटशेफ्टे, 90, 221-226

गौड़, जी.सी.एस., 1971 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ गढ़वाल कुमाऊं रीजन, रुड़की युनि. रिसर्च जर्नल 13; (1/2), भाग 4, 1-12

गौड़, जी.सी.एस., दवे वी.के. एस. तथा मित्तल आर.एस., 1977 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ द कैल्क जोन ऑफ चमोली गढ़वाल हिमालय, उत्तर प्रदेश, इंडिया, हिमा. जियॉ., 7, 256-292

गौड़ जी.सी.एस., बगाती, टी.एन. तथा नौटियाल, एम.पी. 1979 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ बगोली, डिस्ट्रिक्ट चमोली, गढ़वाल हिमालय, ए प्रिलिमिनरी एकाउंट, हिमा. जियॉ. 9(II), 744-772

ग्राफ, डी.एल., इर्डले, ए.जे. तथा शिप, एन.एफ., 1961 : ए प्रीलिमिनरी रिपोर्ट ऑन मैग्नीशियम कार्बोनेट फॉर्मेशन इन ग्लेशियल लेक, बोनेविले; जर्न. जियॉ., 69, 219-223

ग्रिफिस, रॉबर्ट, 1972 : जेनेसिस ऑफ ए मैग्नेसाइट डिपॉजिट, डेलोरा टी.डब्लू.पी., ओंटारियो, एकॉ. जियॉ. 67(1), 63-71

चौधरी, एन.पी. तथा चक्रवर्ती, पी., 1976 : मैग्नेसाइट—लार्ज रिजर्व इन तमिलनाडु एंड यू.पी., कॉमर्स, 133(3424), 207-209

चौबे, वी.डी. तथा रेड्डी बी.एम.के., 1989 : स्टडीज इन कर्या मैग्नेसाइट, मैसूर डिस्ट्रिक्ट, कर्नाटक; सकलानी, पी.एस. (सं.), मेटामॉर्फिज्म, ओफियोलाइट्स एंड ओरोजेनिक बेल्ट्स, टुडे एंड टुमारोज प्रिंटर्स एंड पब्लि., नई दिल्ली, 375-395

छाये डी आल्बिसिन, पी.एम. तथा ग्विल्लाउ, जे.जे. 1986 : इवॉल्यूशन क्रिस्टलोजेनेटीक डे मैग्नेसाइटी स्पैथीक एंटेजुरैसिक डे स्टाटे सेडिमेंटाइर आ ला मेसोजोन एक्जांपल्स कंपेरे डे गुंपा-डा-बिगु (नेपाल) एट डे पाकिऑस (एस्पाग्ने), रे व्यू डे जियॉलॉगी डाइनेमीक एट डे जियोग्राफी फीसीक, 27, 339-349

छाये डी आल्विसिन, पी.एम., ग्विल्लाउ, जे.जे. तथा लेटोल, आर. 1988 : फाइनल प्रूफ ऑफ स्पैरी मैग्नेसाइट्स् कोलॉइडल सींजेनेटिक ओरिजिन; मिनरा. डिपॉ. 23(4), 309-310

जगन्नाथन, ए., 1983 : कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ सेलम्, हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. सेलम, 69-70

जयकुमार, डी. तथा सूर्यकुमार, एस., 1988 : ऑप्टिमम यूटिलाइजेशन ऑफ डिपॉजिट : ए न्यू अप्रोच; प्रोसी. नेश. सेमि. ऑन. इंडि. मिनरल्स इन नेश. इकॉनॉमी, अण्णा यूनिव., 119-128

जी.एस.आई. 1983 : रेकार्ड, जी.एस.आई., 110 (I)

जी.एस.आई. 1989 : जियॉलॉजी एंड मिनरल रिसोर्सेज ऑफ दी स्टेट्स ऑफ इंडिया; जी.एस.आइ. मि. पब्लि. 30, पार्ट XVII हिमाचल प्रदेश, 42-43

जेड्रीक्स, एम.ओ. तथा हलास, एस., 1990 : दी ओरिजिन ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स फ्रॉम दी पोलिश फोरेसुडेटिक ब्लॉक ओफियोलाइट्स, प्रिलिमिनरी $\delta^{13}C$ एंड $\delta^{18}O$ इंवेस्टिगेशन्स, टेरा नोवा, 2, 154-159

जोशी, ए.के., 1988 : आइडेंटिफिकेशन ऑफ मैग्नेसाइट एंड बॉक्साइट डिपॉजिट्स ऑन लैंडसैट इमेजरी, साउथ इंडिया; प्रोसी. सिक्स्थ थीमैटिक कांफरेंस ऑन रिमोट सेंसिंग फॉर एक्स्प्लोरेशन जियॉलॉजी, ऍप्लिकेशन, टेक्नोलॉजी, एकानॉमिक्स; एन. रिसर्च इन्स्टी., मिशिगन, यू.एस.ए., 2, 475-483

जोशी, ए.के., 1992 : ऍप्लीकेशन ऑफ डिजिटल इमेज अनेलीसिस ऑफ लैंडसेट एस एस एस डेटा टु मैग्नेसाइट एक्स्प्लोरेशन इन दं साउथ इंडियन क्रेट्रॉन, मेटलोजेनी रिलेटेड टु टेक्टॉनिक्स ऑफ प्रोटेरोजोइक मोबाइल बेल्ट्स् (सं.) एस.सी. सरकार, 385-398

जोशी, एम.एन., 1989 : पेट्रॉलॉजी ऑफ दी गंगोलीहाट एंड रिलेटेड फॉर्मेशन्स इन ए पार्ट ऑफ अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, कुमाऊँ हिमालय विद स्पेशल रेफरेंस टु असोशिएटेड मिनरलाइजेशन, शोध प्रबंध, हे.न.ब. गढ़वाल वि.वि. (अप्रकाशित)

जोशी, एम.एन., 1995 : स्पैरी मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ लेसर हिमालय : ए रिव्यू ऑफ वैरियस जेनेटिक मॉडल्स; बी आर आइ. जर्नल ऑफ एडवांसेज इन साइंस एंड टेक्नो., 1(1), 1-9

जोशी, एम.एन., 1998 (क) : एकॉनॉमिक पोटेंशिएलिटी एंड एन्वायरन्मेंट मैनेजमेंट इन दी एक्स्प्लॉयटेशन ऑफ हिमालयन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स्; सक्सेना पी.बी. (सं.) हिमालयन एन्वायरन्मेंट एंड सस्टेनबल डेवलपमेंट, सूर्या इंटरनेशनल पब्लिकेशन्स, देहरादून, 229-239

जोशी, एम.एन., 1998 (ख) : कुमार (1998) के संदर्भ में चर्चा; जर्नल जियॉ. सो. इंडि., 52(4), 492-493

जोशी, एम.एन. 2004 : पॉलीजेनेटिक मैग्नेसाइट : सेल ऑफ वेरियस मिनरलाइजिंग फ्लुइड टाइप्स (सारांश), नेशनल सेमिनार ऑन रोल ऑफ फ्लुइड्स, वाडिया इंस्टीट्यूट, देहरादून, 35-36

जोशी, एम.एन. तथा अनंतरामन् एम.एस., 1998 : पेट्रोग्राफी, केमिस्ट्री एंड इवोल्यूशन ऑफ डोलोस्टोन्स इन ए पार्ट ऑफ गंगोलीहाट फॉर्मेशन, धुराफाट रीजन, डिस्ट्रिक्ट अल्मोड़ा, यू.पी., जर्नल इंडि. असो. सेडिमेंटो., 17(1), 113-121

जोशी, एम.एन. तथा सिंह हेमलता, 2000 : द चंबा मैग्नेसाइट : यूनीक फाइश टाइप डिपॉजिट्स फ्रॉम टेथीयन सीक्वेंस, नेशनल सेमिनार ऑन माइनिंग टेक्नॉ. इन न्यू मिलीनियम, माइ. इंजी. असो. इंडिया, शिमला, 143-150

जोशी, एम.एन., भट्टाचार्य, ए.के. तथा अनंतरामन्, एम.एस., 1993 : ओरिजिन ऑफ द मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एराउंड बौड़ी, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, उत्तर प्रदेश, इंडिया; मिनरा. डिपॉ., 28, 146-152

जोशी, एस.सी., पांगते, वाइ.पी.एस., जोशी डी.आर. तथा दाणी, डी.डी., 1988 : माइनिंग हैजार्ड्स् इन दी हिमालय, ए पाइलट स्टडी; जोशी, एम.सी., भट्टाचार्य, जी. (सं.), माइनिंग एंड एन्वायरन्मेंट इन इंडिया, हिमालयन रिसर्च ग्रुप, नैनीताल, 286-293

जोशी, बी.सी. तथा पांडे, आइ.सी., 1987 : जियॉलॉजिकल एकाउंट ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ नागनाथ पोखरी एरिया, डिस्ट्रिक्ट चमोली, गढ़वाल हिमालय, बुले.इंडि.जियॉ. एसो., 20(2), 161-170

टुफर, डब्लू., 1980 : ओर डिपॉजिट्स इन दी इस्टर्न आल्प्स, इंटरने. जियोकेमि. एक्स्प्लो. सिंपो. 8वां हैनोवर एक्स्कर्शन गाइड, सी 6, 1-48 (मोर्टियानी तथा अन्य 1982)

डीयर, डब्लू.ए., हॉवी, आर.ए. तथा जुस्मैन, जे., 1978 : ऍन इंट्रोडक्शन टु दी रॉक फॉमिंग मिनरल्स; ई.एल.बी.एस., 528 पृ.

डेनिस, एच.एच., 1909, इंडियन मैग्नेसाइट इंड्स्ट्री, जर्नल सोसा. केमि. इंडिया, 28, 503-505

डेनेस, ए.ए., 1938 : मैग्नेसाइट इन इंडिया, मिनरा. मैक्जीन., 58, 26

डेबिटज़िआस, एस.जी., 1980 : पेट्रोलॉजी एंड जेनेसिस ऑफ द वावडॉस क्रिप्टोक्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स, खाल्कीडिकी पेनिन्सुला, नॉर्दर्न ग्रीस; एकॉ. जियॉ. 75(8), 1138-1151

डेस्टोंबेस, जे.पी., 1956 : मैग्नेसिटेस (जियोबर्टाइटेस) डेस पाइरेनीज ऑक्सीडेंटालेस; बुले. सो. जियॉ. फ्रांस, (6) VI, 461-476

तिवारी, डी.एन., 1973 : नेस्क्वेहोनाइट : ए पॉसिबल प्रीकर्सर इन द ओरिजिन ऑफ हिमालयन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; हिमा. जियॉ. 3, 94-102

तिवारी, मीरा, पंत, सी.सी. तथा तिवारी वी.सी., 2000 : नियोप्रोटेरोजोइक स्पौंज स्पिक्यूल्स एंड ऑर्गेनिक वॉल्ड माइक्रोफॉसिल्स फ्रॉम दी गंगोलीहाट डोलोमाइट, लेसर हिमालय, इंडिया; करेंट साइंस 79(5), 651-654

तिवारी, मीरा तथा उपाध्याय, रमेश 2001 : पेनीकंटेंपोरेनियस ऑर्गेनिक ओरिजिन ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट; (सारांश); सेमिनार ऑन कांट्रिब्यूशन्स टु हिमालयन जियॉलॉजी; वाडिया इंस्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियॉलॉजी; 16

त्यागराजन्, आर, 1958 : टैल्क मैग्नेसाइट रॉक नियर भितर धारी, दालभूम सबडिवीजन, सिंहभूम डिस्ट्रिक्ट, बिहार; इंडि. मिनरल्स. 12(3), 208-211

दत्ता, आर.के. तथा सिंह, एस., 1975 : ए नोट ऑन मैग्नेसाइट अकरेंसेज इन चंबा डिस्ट्रिक्ट, हिमाचल प्रदेश; इंडियन मिनरल्स, 29(2), 107-111

दवे, वी.के.एस. तथा गौड़, जी.सी.एस., 1972 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ चमोली डिस्ट्रिक्ट, ए जियोकेमिकल एप्रेजल (सारांश), इंटरने.; सिंपो. जियोकेमि., पटना

दवे, वी.के.एस. तथा गौड, जी.सी.एस., 1976 : जियोकेमिस्ट्री ऑफ मैग्नेसाइट ऑफ कार्बोनेट सूट ऑफ चमोली ऑफ गढ़वाल हिमालय (सारांश), हिमा. जिया. सेमिनार, न्यू डेलही, 165

दासगुप्ता, टी. तथा लाहिडी, एस., 1986 : रेकार्ड जी.एस.आइ. 115(1), 147

दीक्षित, पी.सी., 1969 (क) : स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एंड एसोशिएटेड रॉक्स ऑफ देवलधार एंड गिरेछीना एरियाज, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी.; पीएच.डी. शोध प्रबंध का हि.वि.वि., वाराणसी (अप्रकाशित)

दीक्षित, पी.सी. 1969 (ख) : द डिफरेंशियल थर्मल एनेलीसिस ऑफ सम कार्बोनेट्स फ्रॉम अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, कुमाऊँ हिमालयाज; बुले. इंडि. जियॉ; असो., 2 (3 तथा 4). 109-144

दुबे, वी.एस. तथा दीक्षित, पी.सी., 1962 : ए स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट एंड इट्स ओरिजिन इन अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी. (सारांश) प्रोसी. इंडि. सा. कॉ. एसो. 49वां सेंशन, 190-191

नटराजन, एस., 1983 : नोट्स ऑन मैग्नेसाइट फॉर्मेशन इन रेड हिल्स एरिया, हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. सेलम्, 85-88

नायर, आर.एस., 1983 : जियोकेमेस्ट्री ऑफ मैग्नेसाइट बियरिंग अल्ट्राबेसिक रॉक्स, सेलम; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम, 29-48

नायर, पी.के.आर., मथाइ, टी. तथा प्रसन्नकुमार, वी., 1979 : स्ट्रक्चरल कंट्रोल ऑफ मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशन इन अट्टापाडी, पालघाट डिक्ट्रिक्ट, केरला; करेंट साइंस, 48(19), 861-862

निडेरमायेर, जी., बेरान, ए. तथा निडेरमायेर ई.एस., 1983 : मैग्नेसाइट्स इन पर्मियन एंड स्कीथियन सीरीज ऑफ दी इस्टर्न आल्प्स, ऑस्ट्रिया एंड इट्स पेट्रोजेनेटिक सिग्निफिकेंस; श्नाइटर, एच. के. (सं.) मिनरल डिपॉजिट्स ऑफ दी आल्प्स एंड ऑफ दी अल्पाइन इपॉक इन यूरोप, 97-104

निनोमी, के., 1925, दी मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ मंचूरिया; एका. जियॉ. 20, 25-45

निनोमी, के., 1927 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ मंचूरिया; एका. जियॉ. 22, 195

निशिहारा, एच., 1926 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ मंचूरिया; एकॉ. जियॉ. 21, 190

निशिहारा, एच., 1928 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ मंचूरिया; एकॉ. जियॉ., 23, 128

निशिहारा, एच., 1956 : दी ओरिजिन ऑफ बेडेड मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ मंचूरिया; एकॉ. जियॉ. 51, 698-711

ने.पी., 1956 : सुम गेगन्वार्टीगेन स्टांड डेस मैग्नेसिटप्रॉब्लेम्स; जीशर-डॉएश. गियॉल. गेसेल., 108, 203-220

नेगी, एस.एस., 1978, ए स्टडी ऑफ ओरिजिन ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स् ऑफ पिथौरागढ़, कुमाऊं हिमालय, बेस्ड ऑन इट्स मेजर एंड माइनर एलीमेंट्स (सारांश); 9वां हिमा. जियॉ. सेमि., हिमा. भूवि. वाडिया संस्थान, 74

नौटियाल, एस.पी., 1953 : दी रेकोनेसेंस जियॉलॉजिकल रिपोर्ट ऑफ ए पार्ट ऑफ दी कॉपर बेल्ट, कुमाऊं हिमालायाज, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी.; रेकार्ड, जी.एस.आई., 89, 341-358

पर्थुइसॉट, जे.पी., 1971 : प्रेजेन्स डे मैग्नेसिट एट डे ह्यूंटाइट डांस ला सबका एल मेलाह डे जार्जिज; एके. साइ. कांप्टेस रेडुस, 272 डी, 185-188

पिल्गेर ए., 1958 : सुर जेनेसे डेर मैग्नेसिटे इन डेन वेस्ट पाइरेनीन; 2टी गियॉल, गेस, बीड़ी, III, 198-208

पीरे, सी. तथा रूची, जे.एम., 1988 : कार्बोनेट रीप्लेस्मेंट्स आफ्टर सल्फेट इवेपोराइट्स इन दी मिडिल मायोसीन ऑफ इजिप्ट; जर्नल पेट्रो., 58(3), 446-456

पेट्राशेक, डब्लू., 1926 : मेटेलोजेनेटिश जोनेन इन डेन ओस्टाल्पेन; इंटरने. जियॉ. कांग्रे., 14वां सत्र, मैड्रिड, कांप्टेस रेंडुस, V, 3, 1243-1253

पेट्राशेक, डब्लू., 1932 : डी मैग्नेसिटे उंड सिडेरिटे डेर आल्पेन, वग्लीखेंडे लागेर्स्टाटेंस्टुडिएन; एके. विस.विएन. मैथ-नेचु. सिट्जुंग्स्बर, 1, 141, 195-242

पेट्रोशेक, डब्लू., 1947 : डी अल्पाइन मेटेलोजेनेसे; जार्ब. जियॉल. बुंडेसांस्टाल्ट विएन, 90, 129-149

पेट्रोशेक, डब्लू., 1953 : डी उस्टेरीकिशेन मैग्नेसिट आल्स ग्लीड डेर आल्पिनेन मेटेलोजेनेस; वर्ग-उ हूटेन मोनाश, 98, 207-211

पेट्राशेक डब्लू ई., 1964 : वीटेरे एर्केनिसे उबेर डी बिल्डुंग डेर लागेर्स्टाटेन डेस डिख्टेन मैग्नेसिट्स उंड डेस मीशुम्सि; राडेक्स रूंडशाउ, 103-108

पेट्राशेक, डब्लू.ई., 1972 : बेजीहुंगेन स्वीशेन क्रिप्टोक्रिस्टलिनेम उंड स्पाटिगेम मैग्नेसिट; राडेक्स रूंडशाउ,.5, 339-350

पेट्राशेक, डब्लू.ई., क्रालिक, एम. तथा रांसेनबाखेर, ए., 1977 : दी स्ट्रेटाबाउंड मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ युगुई, ऑस्टरेटा इन दी स्पैनिश पाइरेनीज; क्लेम, डी.डी. तथा श्नाइडर, एच.के. (सं.) टाइम एंड स्ट्रेटाबाउंड ओर डिपॉजिट्स, स्प्रिंगर वर्लाग, 254-259

पेट्रोव, वी.पी., वाकजैक, वी., जैस्कोमोविक, डी., जेकिक, एम. तथा लाप्सेविक, आइ, 1979 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स् ऑफ सर्बिया एंड देयर ओरिजिन, इंटरने. जियॉ. रिव्यू. 22, 497-510

पेरिआकाली, पी., सत्यनारायणन्, एम. तथा सुब्रमनियन् एस., 1999 : जियॉकेमिकल डिस्ट्रिब्यूशन ऑफ कार्सिनोजेनिक ट्रेस ऐलीमेंट्स इन मैग्नेसाइट माइन एरिया, सेलम, तमिलनाडु; जर्नल ऑफ एप्लाइड जियॉकेमिस्ट्री, 1(1), 41-51

पोल, डब्लू. 1990 : कंपेरेटिव जियॉलॉजी ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एंड अकरेंसेज; मूलर (सं.), 1989, 1-13

पोल, डब्लू. 1990 : जेनेसिस ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स—मॉडेल्स एंड ट्रेंड्स, जियॉलॉजिश रूंडशाउ, 79(2), 291-299

पोल, डब्लू. तथा सीगेल, डब्लू., 1986 : सेडिमेंट होस्टेड मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; वुल्फ, के.एच. (सं.), हैंडबुक ऑफ स्ट्रेटाबाउंड एंड स्ट्रेटीफॉर्म ओर डिपॉजिट्स, 233-310

प्रभाकर, के.टी., 1973 : रिपोर्ट ऑन द मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ हुल्लाहल्ली, मैसूर स्टेट, रेकार्ड, मैसूर जियॉ, डिपार्ट, 57

प्रभाकर, के.टी., 1979 : रिपोर्ट ऑन द मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ कर्या, मैसूर डिस्ट्रिक्ट, मैसूर स्टेट, डिपार्ट. माइंस जियॉ. मैसूर स्टेट, जियॉ. सीरीज, 52

प्रभाकर, बी.सी., रूद्रमुनियप्पा, एम.वी. तथा सिद्धलिंगप्पा, के., 1988 : अकरेंस एंड ओर बेनिफीसिएशन स्टडी ऑफ लो

ग्रेड मैग्नेसाइट नियर तोरणगल्लू, बेल्लारि डिस्ट्रिक्ट, कर्नाटका; प्रोसी. नेश. सेमि. ऑन इंडि. मिनरल्स इन नेश. एकॉ., अन्ना यूनि., 112-118

प्रसाद, टी.वी. तथा राडोवैनोविच, एस., 1962 : स्टडीज ऑन सिंटरिंग ऑफ सम नैच्युरल मैग्नेसाइट्स एंड क्रिस्टल ग्रोथ ऑफ पेरिक्लेज ऍट हाइ टेम्परेचर्स; ट्रांजे. इंडि. सिरे. सो., 21(2), 37-48

प्रसाद मंगला, हकीम, ए., बाजपेई, वी.एन. तथा त्रिपाठी, ए.के., 1996 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स इन अलकनंदा वैली, चमोली डिस्ट्रिक्ट, उत्तर प्रदेश; प्रो. सीम्पो., नॉर्थवेस्ट हिमा. एंड फोरडीप, फ्रेबु 1995, जी.एस.आई. स्पे. पब्लि. 21(1) 477-480

फाउस्ट, जी.टी. तथा कालाघन, ई., 1948 : मिनरॉलॉजी एंड पेट्रॉलॉजी ऑफ करेंट क्रीक मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एंड असोशिएटेड रॉक्स ऑफ नेवादा; बुले. जियॉ. सोसा. अमे., 59, 11-75

फॉक्स, के. एम. तथा रीनेहार्ट, सी.डी., 1968 : जियोलॉजी ऑफ़ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स् इन नॉर्दर्न ओर्केनोगॉन काउंटी, वाशिंगटन-ए प्रिलिमिनरी रिपोर्ट; कांट्रिब्यूशन टु एकॉ. जियॉ., यू एस जी एस बुले., 1272-बी, बी1-बी15

फोक, आर.एल. तथा लैंड, एल.एस., 1975 : Mg/Ca रेशियो एंड सैलिनिटी : टू कंट्रोल्स ओवर क्रिस्टलाइजेशन ऑफ डोलोमाइट; अमे. असो. पेट्रो. जियॉ., 59, 60-68

फ्रांज, ई.डी., पोंस, जे. तथा वेट्जेंस्टाइन, डब्लू., 1979 : जियोकेमी उंड पेट्रोग्राफी डेर मैग्नेसिटलागेर्स्टाटेन डेस आल्टो चपारे, वोलीविएन; राडेक्स रंडशाउ, राडेंथाइन, 1105-1119

फ्रिमेल, एच., 1988 : स्ट्रांशियम आइसोटोपिक एविडेंस फॉर द ओरेजिन ऑफ सिडेराइट, एंकराइट एंड मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशन्स इन द इस्टर्न आल्प्स; मिनरा. डिपॉ. 23(4), 268-275

फ्रीड्रिक, ओ.एम., 1967 : डी जेनेसे डेस मैग्नेसिट्स—डेर ह्यूटीगे स्टांड डेर एर्केन्निसे; एर्समेटल, 20, 538-540

फ्रोलोवा, ई.के. 1955 : मैग्नेसाइट इन लोअर पर्मियन डिपॉजिट्स ऑफ कुबीशेव एंड साराटोव डिस्ट्रिक्ट्स ऑफ द ट्रॉंस वोल्गा रीजन; अके. नाउक. एसएसएसआर, इजवे. सी. जियॉल, 5, 89-96

बक्ले, एच.ए. तथा वूली, ए.आर., 1990 : कार्बोनेट्स् ऑफ दी मैग्नेसाइट—सिडेराइट सीरीज फॉम फोर कार्बोनेटाइट कॉम्प्लेक्सेज; मिनरॉ. मैग्जीन, 54, 413-418

बाइन, जी.डब्लू., 1924 : टाइम्स ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एंड देयर ओरिजिन; एको. जियो., 19, 412-433

बाउमगार्ट, डब्लू. तथा डोर, एच., 1965 : स्पुरेनेलेमेंटे इन आइसेनारमेन गेलमैग्नेसाइटेन; बर. डॉयश. केरम. गेस., 42, 11-117

बार्नेस, आइ. तथा ओनील जे.आर., 1969 : दी रिलेशनशिप बिटवीन फ्लुइड्स इन सम अल्पाइन टाइप आल्ट्रामैफिक्स एंड पॉसिबल मॉडर्न सर्पेंटिनाइजेशन, वेस्टर्न युनाइटेड स्टेट्स; जियॉ. सो. अमे. बुले., 80, 1947-1960

बालाजी राव, बी., 1908 : रिपोर्ट ऑन प्रॉस्पेक्टिंग फॉर सीरंडरी आयरन ओर, लाइम कंकर एंड मैग्नेसाइट इन द मैसूर डिस्ट्रिक्ट, रेकॉर्ड मैसूर जियॉ. डिपार्ट. 9, 95-100

बास्ता, ई. जेड. तथा कादर, जेड़ ए., 1969 : दी मिनरालॉजी ऑफ इजिप्शियन सर्पेन्टिनाइट्स एंड टैल्क कार्बोनेट्स; मिनरा. मैग्जीन. 37, 394-408

बांडीलॉस, ए.जे., 1948 : द मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ सेंट्रल सिएरा, ब्राजील, यू.एस.जी.एस. बुले. 962-सी, 33

बांडीलॉस, ए.जे. तथा थेयर, टी.पी., 1973 : मैग्नीशियन रीफ्रैक्टरीज; यू.एस.जी.एस. प्रोफे. पेपर्स, 820, 379-384

बेक, सी. डब्ल्यू., 1950 : डिफरेंशियल थर्मल एनेलिसिस कर्व्स ऑफ कार्बोनेट मिनरल्स; अमे. मिनरॉ. 35, 985-1013

बेतेख्तिन, ए., ए कोर्स ऑफ मिनरालॉजी, पीस पब्लि., मास्को

बेनेट, डब्लू.सी.जी., 1941 : प्रीलिमिनरी रिपोर्ट ऑन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ स्टीवेंस काउंटी, वाशिंगटन; वाशिंगटन डिवीजन जियॉलॉजी रिपोर्ट इन्व., 5, 25 पृ.

बैनर्जी, जे.सी. तथा सरकार, एन.आर., 1964 : ए कंपैरेटिव स्टडी ऑफ इंडियन मैग्नेसाइट ऍज रीफ्रेक्टरी मैटीरियल; ट्रांजे. इंडि. सिरॅ. सोसाः. 23(2), 49-59

बैनर्जी, जे.सी. तथा अन्य, 1971 : डिफरेंशियल थर्मल एनैलीसिस ऑफ मैग्नेसाइट्स; बुले. सें. ग्लास सेरे. रिसर्च इंस्टी., 17, 1-5

बोन, वाइ., 1983 : इंटरप्रिटेशन ऑफ मैग्नेसाइट ऍट रूम जुंगल, एन.टी.यूजिंग फ्लुइड इन्क्लूजंस; जर्नल जियॉ. सोसा. ऑस्टे., 30, 375-381

बोर्क, फॉन डेर सी., 1965 : द डिस्ट्रिब्यूशन एंड प्राइमरी जियोकेमिस्ट्री ऑफ मॉडर्न कार्बोनेट सेडिमेंट्स ऑफ द

कूरांग एरिया, साउथ ऑस्ट्रेलिया; जियोकीमि. कोस्मो. ऍक्टा, 29, 781-799

ब्राइडी, जे.आर., फलिक, ए.ई., इलिक, एम., मैलिओटिस, जी. तथा रसेल, एम.जे. 1993 : स्टेबल आइसोटोपिक स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ अकामास एरिया, नॉर्थवेस्ट साइप्रस, ट्रांजे. इंस्टी.माइ. मेट., सेक्शन बी., एपला. अर्थ सा., 102, 50-54

ब्राइथवेट, सी.जे.आर. तथा वेल्सेल जेड., 1996 : हाइड्रोमैग्नेसाइट स्ट्रोमेटोलाइट्स एंड सेडिमेंट्स इन ऍन अल्कलाइन लेक, साल्डा, गोले, टर्की; जर्नल सेडि. रिसर्च, 66(5), 991-1002

ब्रूनेल, एम., छाये डी. अल्बिसिन, एम. तथा लॉक्विन, एम., 1984 : डिटर्मिनेशन डी उन एज कैम्ब्रिएन डेस सीरीज कार्बोनेटीस अ मैग्नेसाइट सिटुईस साउस ले ग्रांड चेवाउचेमेंट हिमालयेन (मेन सेंट्रल थ्रस्ट, नेपाल ओरिएंटल) पार ला डेकॉवग्रर्ट डे पैलियोबैसीडियोस्पोरेस; गियोबायोस, एन 17, फास. 5, 595-602

ब्रूनेल, एम., छाये डी. अल्बिसिन, एम. तथा लॉक्विन, एम., 1985 : द कैम्ब्रियन एज ऑफ मैग्नेसाइट्स फ्रॉम ईस्टर्न नेपाल ऍज डिटर्मिंड थ्रू द डिस्कवरी ऑफ पैलियोबैसीडियोस्पोर्स; जर्नल जियॉ. सो. इंडि., 26(4), 255-260

भट्ट, एल.के., कौल, वी.के., बख्शी, के.एस., सिंह, ए.जे. तथा कौल, एम.एल., 1976 : अकरेंस ऑफ मैग्नेसाइट ईस्ट ऑफ शेरगोल विलेज, कारगिल तहसील, लद्दाख डिस्ट्रिक्ट, जम्मू एंड कश्मीर स्टेट; जी.एस.आई. स्पे. पब्लि., 15, 141-146

भट्टाचार्य, ए.के. तथा जोशी एम.एन., 1979 : सम आस्पेक्ट्स ऑफ पेट्रोग्राफी एंड जेनेसिस ऑफ मैग्नेसाइट एंड एसोशिएटड रॉक्स एराउंड बौड़ी, डिस्ट्रिक्ट अल्मोड़ा, यू.पी., हिमा. जियॉ. 9(II) 801-809

भाटी, एल.एस. तथा पटेल, डी.डी., 1979 : रीव्यू ऑफ मैग्नेसाइट इन इंडिया एंड पोटेंशिएलिटीज ऑफ मैग्नेसाइट इन गुजरात; मिनरल वेल्थ, 15(1/2), 24

भारतीय खान ब्यूरो, 1990 (क) : मोनोग्राफ ऑन मैग्नेसाइट; मिनरल्स फैक्ट्स एंड प्रॉब्लेम्स, नं. 11, 186 पृ.

भारतीय खान ब्यूरो, 1990 (ख) : मैग्नेसाइट इन उत्तर प्रदेश; मिनरल रिसोर्स सीरीज नं. 1, 35 पृ.

भारतीय खान ब्यूरो, 1991 : मैग्नेसाइट — ए मार्केट सर्वे, मार्केट सर्वे सीरीज, एम.एस. — 18

मनोज, ई.वी., 2001 : ए मैकेनाइजेशन प्लान फॉर इंप्रूविंग क्वालिटी एंड प्रोडक्टिविटी इन वेनिफेरस मैग्नेसाइट माइनिंग; माइनिंग इंजीनियर्स जर्नल, 3(3), 25-28

मार्टिन, सी., 1960 : ओरिजिन ऑफ क्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; जियॉ. सो. अमे. बुले. 71(12), भाग 2, 1921-1922

मिडिलमिस, सी.एस., 1896 : नोट्स ऑन द् अल्ट्राबेसिक रॉक्स एंड डेराइव्ड मिनरल्स ऑफ द चॉक (मैग्नेसाइट) हिल्स एंड अदर लोकेलिटीज नियर सेलम, मद्रास; रेकार्ड जी.एस.आई., 29, 36-38

मित्रा, एच.के., 1934 : मैन्यूफैक्चर ऑफ रिफ्रैक्टरीज फ्रॉम इंडियन मैग्नेसाइट; क्वार्टर्ली जर्नल जियॉ. माइ. मेटलर्जि. सो. इं. 6(1), 19-35

मित्रा, एस. 1960 : ओरिजिन ऑफ द स्फेरूलिटिक मैग्नेसाइट्स ऐट सोमेश्वर, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू. पी.; साइंस एंड कल्चर, 26(II), 228-230

मित्रा, एस. 1967 : जेनेसिस ऑफ अल्मोड़ा मैग्नेसाइट्स; ए केस ऑफ मैट्रिक्स अल्जेब्रा (सारांश) प्रो. इंडि. साइंस कां. एसो. 54वां सत्र, 213-214

मिलिमन, जे.डी. 1974 : मेरीन कार्बोनेट्स्, स्प्रिंगर फेर्लाग, पृ. 375

मिश्रा, आर.सी. तथा वल्दिया, के.एस., 1961 : दी कैल्क झोन ऑफ पिथौरागढ़ बिद स्पेशल रेफरेंस टु द अकरेंस ऑफ स्ट्रोमेटोलाइट्स; जर्नल जियॉ. सो. इंडिया, 2, 78-90

मिश्रा, बी, तथा उपाध्याय, आर.सी., 1997 : ओपन कास्ट मैग्नेसाइट माइनिंग एंड एन्वायरन्मेंटल कंट्रोल ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट माइन ऍज ए केस हिस्टरी; हिम्लिन 97, माइनिंग इंजीनियर्स एसोसिएशन ऑफ इंडिया, हिमा. चैप्टर, शिमला, 182-187

मुक्तिनाथ तथा वाखलू, जी.एल., 1962 : ए नोट ऑन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी.; इंडि. मिन., 16(2), 116-125

मुखर्जी एस.के., 1977 : मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशन एराउंड करास, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी.; (सारांश) प्रोसी. इंडि. सा. कांग्रे., 64वां सत्र, 13-14

मुखर्जी एस.के. तथा सेनगुप्ता डी.के., 1983 : कोरिलेशन कोएफीशिएंट स्टडी ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट, अल्मोड़ा, डिस्ट्रिक्ट, यू.पी. (सारांश), प्रोसी. इंडि.सा.को. असो., 70वां सत्र, 1-2

मूर, जे.जे.पी. तथा उर्पिनेल, एम.आई., 1987 : मैग्नेसाइट फॉर्मेशन इन रीसेंट प्लाया लेक्स, लॉस मॉनेग्रॉस, स्पेन; मार्शल, जे.डी. (सं.) डायाजेनेसिस ऑफ सेडिमेंटरी सीक्वेंसेज, जियॉ. सो. स्पेशल पब्लि., 36, 119-122

मूलर, पी., (संपा.) 1989 : मैग्नेसाइट : जियॉलॉजी, मिनरालॉजी, जियॉकेमिस्ट्री एंड फार्मेशन ऑफ मैग्नीशियम कार्बोनेट्स; मोनोग्राफ सीरिज ऑन मिनरल डिपॉजिट्स, 28, गेर्ब्रूडेर, बोर्नट्रीगर, बर्लिन, स्टुटगार्ड

मेंडेलसोन, एफ., 1976 : मिनरल डिपॉजिट्स एसोशिएटेड विद स्ट्रोमेटोलाइट्स; वाल्टर एम.आर. (संपा.) स्ट्रोमेटोलाइट्स एल्जेविएर, 645-662

मेनार्ड, जे.बी., 1983 : जियोकेमिस्ट्री ऑफ सेडिमेंटरी ओर डिपॉजिट्स; स्प्रिंगर फर्लाग, पृ. 365

मेहरोत्रा, आर.सी. तथा जोशी, एम.एन., 1982 : एन्वायरन्मेंटल डीग्रेडेशन ऑफ दी हिमालयन रीजन ड्यू टु एक्स्प्लॉयटेशन ऑफ मिनरल्स; नेशनल सेमि. ऑन मिनरल्स एंड इकॉलॉजी, इंडि. स्कूल ऑफ माइंस, धनबाद, III/3, 1-10

मैकेल्वी, वी.ई., 1973 : मिनरल रिसोर्स एस्टिमेट्स एंड पब्लिक पॉलिसी, यू.एस.जी.एस. प्रोफे. पेपर, 820, 9-19

मोर्टियानी, जी., मूलर, पी. तथा श्ली, एफ., 1982 : दी रेयर अर्थ कंटेंट एंड दी ओरिजिन ऑफ स्पैरी मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशंस ऑफ टुक्स—लानेर्स्बाख, एंटाशेन आल्म स्पीस्नागेल एंड होक्फिल्सेन, ऑस्ट्रिया एंड दी लैकुस्ट्राइन मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स् ऑफ आइयानी—कोजानी, ग्रीस एंड बेला स्टेना, यूगोस्लाविया; एकॉ. जियॉ. 77, 617-631

मोर्टियानी, जी., श्ली, एफ. तथा मूलर, पी., 1983 : ऑन दी फॉर्मेशन ऑफ मैग्नेसाइट; श्नाइडर एच. जे. (सं.) मिनरल डिपॉजिट्स ऑफ दी आल्प्स एंड दी अल्पाइन इपॉक इन यूरोप, स्प्रिंगर फेर्लाग, 105-116

मोहंती, बी.के. तथा मिश्रा, ए.के., 1993 : एंहांसमेंट ऑफ माइक्रोबियल सिलिका सौल्यूबिलाइजेशन फ्रॉम मैग्नेसाइट ओर थ्रू म्यूटेजेनिक ट्रीटमेंट ऑफ बाल्कीलस लाइकेनीफार्मिस; करेंट साइं., 65(5), 422-424

मोहन, वी., जयकुमार, डी., खानगावकर, पी.आर., 1983 : बेनीफीसिएशन ऑफ मैग्नेसाइट इन तमिलनाडु; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम, 81-84

मोहर, एच., 1983 : बर्कोमेन उंट जेनेसे फॉन मैग्नेसिटलागेर्स्टाटेन इन डेन अल्ट्राबासिटेन नॉर्डग्रीशेंलैंड्स; जियॉ. जेबी., डी-60, 5-65

यूनाटेड नेशंस, 1993 : जियॉलॉजी एंड मिनरल रिसोर्सेज ऑफ नेपाल; एटलस ऑफ मिनरल रिसोर्सेज ऑफ दी एकोनॉमिक एंड दी सोशल कमिशन फॉर एशिया एंड दी पैसिफिक रीजन, 9, एक्स्प्लेनेटरी ब्रोश्योर

योहानेस, डब्लू., 1969 : ऐन एक्स्परिमेंटल इंवेस्टिगेशन ऑफ द्री सिस्टम MgO-SiO_2-H_2O-CO_2; अमे. जर्नल. ऑफ साइंस, 267, 1082-1140

योहानेस, डब्लू., 1970 : सुर एंट्स्टेहुंग फॉन मैग्नेसिटफॉर्कोमेन; न्युस. यर्ब. मिनरालॉग. अभ., 113(3) 274-325

राधाकृष्णा, बी.पी., 1996 : मिनरल रिसोर्सेज ऑफ कर्नाटक; जियॉ. सो. इंडिया, बेंगलूर, 471 पृ.

राधाकृष्णा, बी.पी. तथा विद्यानादन्, आर., 1997 : जियॉलॉजी ऑफ कर्नाटक, जियॉ. सो. इंडिया, 353 पृ.

रामस्वामी, आर., 1983 : स्टडी ऑफ मैग्नेसाइट्स एंड बॉक्साइट्स फ्रॉम सेलम; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम् 119-129

रामाराव, बी., 1928 : ब्रीफ रिपोर्ट ऑन द मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ माविनहल्ली, मैसूर डिस्ट्रिक्ट; रेकार्ड मैसूर जियॉ. डिपार्ट; 27, 18-28

रामाराव, बी. 1930 : नोट ऑन द मैग्नेसाइट अकरेंस ऑफ माविनहल्ली एरिया; रेकार्ड मैसूर जियॉ. डिपार्ट., 28

रामोस, बी.ए. तथा ब्रॉडकॉर्ब, एम.के.डे., 1989 : सेलेस्टाइट, बेराइट, मैग्नेसाइट एंड फ्लोरस्पारः स्ट्रेटाबाउंड सेटिंग्स थ्रू टाइम एंड स्पेस; ब्रॉडकॉर्ब, मिल्का के.डे. (सं.) नॉनमेटलिफेरस स्ट्रेटाबाउंड ओर फील्ड्स, फॉन नॉस्ट्रैंड राहन्होल्ड, न्यू यॉर्क, 297-321

राल्फो, एफ., लोंबार्डो, बी., कौंपाग्नोनी, आर., ले फोर्ट, पी., लेमेनिशियएर, वाइ. तथा पेकेर, ए., 1997 : जियॉलॉजी एंड मेटामॉर्फिज्म ऑफ दी लद्दाख टेरेन एंड श्योक सूचर जोन इन दी चागो लुंग्मा टुर्मिक एरिया (नॉर्दर्न पाकिस्तान); जियोडाइनेमिका ऍक्टा, 10(5), 251-270

राव, एम.आर.के. तथा अन्य 1950 : मिनरालॉजी एंड प्रॉपर्टीज ऑफ अल्मोड़ा मैग्नेसाइट; ट्रांजे. इंडि. सिरे. सोसा. 17(2), 67-71

राव, एम.आर.के., दत्त ए., सेन, पी.सी. तथा राव, एच.वी.बी. 1964 (क) : अल्मोड़ा मैग्नेसाइट—अकरेंस एंड

मिनरालॉजी, इफेक्ट ऑफ हीट ऑन द कॉन्स्टिट्यूशन, ग्रेन ग्रोथ एंड डेन्सीफिकेशन; ट्रांजे. ब्रिटिश सिरे. सोसा. 63(5), 229-248

राव, एम.आर.के. तथा अन्य 1964 (ख) : स्टडीज ऑन द यूटिलाइजेशन ऑफ अल्मोड़ा मैग्नेसाइट्स् रीफ्रैक्टरी प्रॉपर्टीज एंड इंप्रूवमेंट्स देयरइन; ट्रांजे इंडि. सिरे. सोसा; 23(2), 60-70

राव, टी.आर. तथा मणि, के.एस. 1983 : रीफ्रैक्टरी मिनरल्स—द केस फॉर मैग्नेसाइट; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम, 19-28

राव, बी.के., प्रसाद, एम.एच. वासुदेव, वी.एन. तथा सेतुमाधव, एम.एस., 1994 : ओरिजिन ऑफ ग्रूनेराइट शिस्ट होस्टेड मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशन इन कॉपर माउंटेन एरिया, संदूर शिस्ट बेल्ट, कर्नाटक; जर्न. जिया.सो.इं. 44(3), 267-274

राव, बी.के., सेतुमाधव, एम.एस. हनुमानप्रसाद, एम., महाबलेश्वर, टी.डी., राव, ए.वी. तथा गिल्गा ए., 1999, फीचर्स एंड जेनेसिस ऑफ वेन टाइप मैग्नेसाइट डिपॉजिट इन दी डोडकन्या एरिया ऑफ कर्नाटक, इंडिया; जर्नल जियॉ., सो.इ., 54(5), 449-466

राव, सी. गुंडू, 1971 : सिग्निफिकैंस ऑफ मैग्नेसाइट एंड को-एक्जिस्टिंग मैग्नेसाइट एंड डोलोमाइट इन दी कार्बोनेट रॉक्स ऑफ दी क्रोल सीरिज; ओ.एन.सी.जी. बुले., 38-39

राहा, पी.के., 1974 : न्यू फाइंड ऑफ मैग्नेसाइट इन जम्मू लाइमस्टोन; जी.एस.आइ. न्यूज, 5(8), 12

राहा, पी.के., 1975 : क्रीस्टलाइन मैग्नेसाइट डिपॉजिट इन जम्मू लाइमस्टोन नियर कटरा, जम्मू—इट्स नेचर एंड ओरिजिन; इंडियन मिनरल्स, 29(3), 18-24

राहा, पी.के., 1980 : स्ट्रोमेटोलाइट्स एंड देयर बियरिंग ऑन द जेनेसिस ऑफ मैग्नेसाइट एंड एसोशिएटेड सल्फाइड मिनरल्स विदिन जम्मू लाइमस्टोन, उधमपुर डिस्ट्रिक्ट, जम्मू; जी.एस.आइ., मिस. पब्लि., 44, 340-344

रॉबिंसन, एच.आर., 1947 : मैग्नेसाइट, जर्नल साइं. इंडस्ट्रि. रिसर्च, 6(1), 26-32

रॉय बी.सी., 1959 : मैग्नेसाइट, इकॉनॉमिक जियॉलॉजी एंड मिनरल रिसोर्सेज ऑफ राजस्थान एंड अजमेर; मेमॉ जी.एस.आई., 86, 224-225

रॉय, एस, 1985 : (संकलक) ए बिब्लिओग्राफी ऑन मैग्नेसाइट इन इंडिया; इंडियन मिनरल्स, 39(1), 94-99

रेडलिक, के.ए., 1909 : डी टाइपेन डेर मैग्नेसिटनागेर्स्टाटेन, जीत्शेर, प्रॅक्टि. जियॉल., 17, 300-310

रीड, एच.एच. तथा वाटसन, जे., 1975 : इंट्रोडक्शन टु जियॉलॉजी, वॉ 2, पार्ट II इंग्लिश लैंग्वेज बुक सो., 371 पृ.

रैथ, जे.जी., ग्रुम, डब्लू., प्रोचास्का, डब्लू. तथा फ्रैंक डब्लू., 1995 : पॉलीमेटामॉर्फिज्म एंड पॉलीफेज डिफॉर्मेशन ऑफ दी स्ट्रेटाबाउंड मैग्नेसाइट—शीलाइट डिपॉजिट, टुक्स—लानेर्स्बाख, ईस्टर्न आल्प्स, ऑस्ट्रिया; एकॉ. जियॉ., 90(4), 763-781

रोजेनबर्ग, ई. तथा मिल्स, जे.डब्लू., 1966 : ए मेकैनिज्म फॉर दी एम्प्लेस्मेंट ऑफ मैग्नेसाइट इन डोलोमाइट; एको. जियॉ., 61, 582-586

रोजेनबर्ग, ई. तथा मिल्स, जे.डब्लू., 1967 : ए मेकैनिज्म फॉर दी एम्प्लेस्मेंट ऑफ मैग्नेसाइट इन डोलोमाइट; एको. जियॉ. 62, 149-151

रोलैंड, आर.ए. तथा लेविस, डी.आर., 1951 : फर्नेस एटमॉस्फियर कंट्रोल इन डिफरेंशियल थर्मल एनैलिसिस; अमे. मिनरा., 38, 80-91

लाइटमिएर, एच., 1917 : आइनिग बेमेकुंगेन उबेर डी एन्स्टेहुंग फॉन मैग्नेसिट — उंट सिडेरिटलागेर्स्टाटेन — मिट; गियॉल, गेस. विएन, 9, 159-166

लाइटमिएर, एच., 1953 : डी एन्स्टेहुंग डेर स्पाटमैग्नेसिटे इन डेन ओस्टाल्पेन; शेरमाक्स मिनरा. पेट्रो. मिट., 3, 305-331

लाइटमिएर, एच. तथा सीगल, डब्लू., 1954 : उंटेरसुकुंगेन आन मैग्नेसिटेन आम नार्ड्राडे डेर ग्राउवाकेंजोन साल्जबर्ग्स उंट इहरे बेडुटुंग फ्युर डी एन्स्टेहुंग डेर स्पारमैग्नेसिटे डेर ओस्टाल्पेन; बर्ग, हुटेम, मोनाश., 99, 201-211, 222-235

लामेरमायेर, एल., 1933 : फ्लोरा असोशिएटेड विद मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऍट डीटेन (साल्जबुर्ग), सिट्जबेर अके. विएन. मैथ. नैचुर. क्लासे. एब्स्ट. I 142, 233-242

लास्ट, डब्लू.एम., 1992 : पेट्रॉलॉजी ऑफ मॉडर्न कार्बोनेट हार्डग्राउंड्स फ्रॉम ईस्ट बेसिन लेक, ए सेलाइन मार लेक, सदर्न ऑस्ट्रेलिया, सेडि; जियॉ., 81, 215-219

लिपमैन, एफ., 1973 : सेडिमेंटरी कार्बोनेट मिनरल्स, स्प्रिंगर फेर्लाग, 288 पृ.

लेबेफर, एफ., 1932 : मैग्नेसाइट इन इंडिया; आयरन, कोल ट्रेड रिव्यू. 125, 689-690

लेस्को, आइ., 1960 : जियॉलॉजिश उंट लागेर्स्टाटेनकुंडलिश उंटेर्सुशुंजेन इम राउमे ओबर्डार्फ ए.डी. लामिंग, स्टीएर्माक; गेसेल. गियॉल. बर्गबाउ. स्टड. मिट., 12, 3-65

लेस्को, आइ., 1972 : उबेर डी बिल्डुंग फॉन मैग्नेसिट लागेर्स्टाटेन; मिनरा. डिपॉ. 7, 61-72

वरदन, वी.के.एस., 1977(क) : मैग्नेसाइट, जियॉलॉजी एंड मिनरल रिसोर्सेज ऑफ द स्टेट्स ऑफ इंडिया — राजस्थान, जी.एस.आइ. मिस. पब्लि. 30(10), 58-59

वरदन, वी.के.एस., 1977 (ख) : मैग्नेसाइट, जियॉलाजी ऍड मिनरल रिसोर्सेज ऑफ स्टेट्स ऑफ इंडिया—राजस्थान, जी.एस.आइ. मिस. पब्लि. 30(10), 58-59

वल्दिया, के.एस., 1967 : अकरेंस ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट एंड टाइम—कंट्रोल्ड वैरिएशन ऑफ स्ट्रोमेटोलाइट्स इन द शाली सीरीज, डिस्ट्रिक्ट महासू, हिमाचल प्रदेश; बुले. जियॉ. सोसा. इंडि. 4(4) 125-128

वल्दिया, के.एस., 1968 : ओरिजिन ऑफ द मैग्नेसाइट ऑफ सदर्न पिथौरागढ़, कुमाऊं हिमालया, इंडिया; एकॉ. जियॉ., 63(8), 924-934

वल्दिया, के.एस., 1972 : ओरिजिन ऑफ फॉस्फोराइट ऑफ दी लेट प्रीकैंब्रियन गंगोलीहाट डोलोमाइट ऑफ पिथौरागढ़, कुमाऊं हिमालय, इंडिया; से डिमेंटोलॉजी, 19, 115-128

वल्दिया, के.एस., 1980 : जियॉलॉजी ऑफ कुमाऊं लेसर हिमालय; वाडिया इंस्टी. हिमा. जियॉ. पृ. 291

परिशिष्ट - I

वांग, ए., पास्टेरिस, जे.डी., मेयर, एच.ओ.ए. तथा डेले-डुबोइ, एम.एल., 1996 : मैग्नेसाइट बियरिंग इन्क्लूजन असेंबलेज इन डायमंड; अर्थ एंड प्लैनेटरी साइंस लेटर्स, 141/1-4, 293-306

वानेसेक, एम. (सं.) 1994 : मिनरल डिपॉजिट्स् ऑफ दी वर्ल्ड — ओर्स, इंडस्ट्रियल मिनरल्स एंड रॉक्स; एल्जेवियर, डेवलमेंट्स इन एकॉनॉमिक जियॉलॉजी सीरीज, 28, 519 पृ.

वाल्टर, एम.आर., गॉल्यूबिक, एस. तथा प्राइस, डब्लू.वी., 1973 : रीसेंट स्ट्रोमेटोलाइट्स फ्रॉम हाइड्रोमैग्नेसाइट एंड अरैगोनाइट डिपॉजिटिंग लेक्स नियर दी कूरांग लैगून, साउथ ऑस्ट्रेलिया; जर्नल सेडि. पेट्रो., 43(4), 1021-1030

विलियम्स, एच., टर्नर, एफ.जे. तथा गिल्बर्ट, सी.एम., 1954 : पेट्रोग्राफी — ऍन इंट्रोडक्शन टु दी स्टडी ऑफ रॉक्स इन थिन सेक्शंस, वकील्स, फेफर एंड साइमेंस प्रा.लि., बॉंबे, पृ. 406

वीरकर, ए.एन., 1988 : आइसोथर्मल डीकंपोजिशन ऑफ अल्मोड़ा मैग्नेसाइट, थर्मोकीमिया ऍक्टा, 126, 403-406

वूली, ए.के. तथा बक्ले, एच.ए., 1993 : दी मैग्नेसाइट-सिडेराइट सीरीज कार्बोनेट्स इन दी एंकोंब्वा एंड नेवानिया कार्बोनेटाइट कॉंप्लेक्सेज, साउथ अफ्री. जर्नल ऑफ जियॉ., 96(3), 126-130

वूसे, आर.बेन डे. तथा पॉवेल, आर., 1983 : दी इंटरप्रिटेशन ऑफ पीर्होटाइट-पेंटलैंडाइट-टोकिलिनाइट-मैग्नेटाइट-मैग्नेसाइट टेक्श्चर्स इन सर्पेन्टिनाइट्स फ्रॉम माउंट कीथ, वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया; मिनरॉ. मैक्जीन, 47, 501-505

वेंकटरमण, पी., 1983 : मोड ऑफ अकरेंस एंड ओरिजिन ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स इन पार्ट्स ऑफ मैसूर डिस्ट्रिक्ट, कर्नाटक; जर्नल जियॉ. सो.इ., 24, 343-355

वेंकटेश, वी., 1983 : स्टेटस नोट ऑन जियॉलॉजी ऑफ तमिलनाडु; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम, 1-18

वेलास्को, एफ., पेस्क्वेरा, ए., आर्क, आर. तथा ओल्मेडो, एफ. 1987 : ए कांट्रिब्यूशन टु दी ओर जेनेसिस ऑफ दी मैग्नेसाइट डिपॉजिट ऑफ यूगुइ, नेवारा (स्पेन); मिनरा. डिपॉ., 22, 23-41

वेट्जेंस्टाइन, डब्लू., 1989 : मैग्नेसाइट; ब्रॉडकॉर्ब मिल्का के.डे. (सं.) नॉनमेटलिफेरस स्ट्रेटाबाउंड ओर फील्ड्स, फॉन नॉस्ट्रैंड रीन्होल्ड, न्यू यॉर्क, 255-278

शर्मा, आर. तथा जोशी, एम.एन. 1997 : फ्लुइड ऑफ मैग्नेसिटाइजेशन : डायाजेनिटिक ओरिजिन ऑफ बौड़ी मैग्नेसाइट, कुमाऊं लेसर हिमालय; करेंट साइंस, 73(9), 789-792

शिलिंग, जे.एच. 1968 : दी गैब्स मैग्नेसाइट-ब्रूसाइट डिपॉजिट, न्ये काउंटी, नेवादा; ओर डिपॉजिट्स ऑफ युनाइटेड स्टेट्स 1933-1967, इंस्टी. माइनिंग, मेटल. एंड पेट्रो. इंजी. 1608-1622

शुल्ज, ओ., 1972 (क) : होरिजोंटगेबुंडेने आल्टपैलाओजोइश क्युफेरकिस्वेरेर्जुग इन डेर नॉर्डट्रियोलर ग्राउवाकेंजोन, ऑस्टेरी, शेर्मास्क मिनरालाग. पेट्रो., 17, 1-18

शुल्ज, ओ., 1972 (ख) : न्यूए एर्गेब्निस युबेर डी एन्स्टेहुंग पैलाओजोइशेर एर्लागेस्टाटेन आम बीस्पिएल डेर नॉर्डट्रियोलर ग्राउवाकेंजो; इंटरने. सीम्पोजियम मिनरल डिपॉजिट्स ऑफ दी आल्प्स, द्वितीय ब्लेड जियॉल, ट्रांजे. रिपो., जुब्ल्याना, 15, 125-140

शुल्ज, ओ. तथा वावटार, एफ., 1977 : सेडिमेंटरी मैग्नेसाइट फैब्रिक्स विदिन दी स्पैरी मैग्नेसाइट डिपॉजिट, हॉकफिल्सेन (टाइरॉल); क्लेम, डी.डी. तथा श्नाइडर, एच.जे. (सं.), टाइम एंड स्ट्रेटाबाउंड ओर डिपॉजिट्स, स्प्रिंगर फेर्लाग, 260-270

शेषाद्रि, टी.आर. 1983 : माइनिंग जियॉलॉजी ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ सेलम; हैंडबुक ऑफ मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. सेलम, 99-108

श्रीकांतिया, एस.वी. तथा भार्गव, ओ.एन., 1998 : जियॉलॉजी ऑफ हिमाचल प्रदेश, जियॉलॉजि. सो. इंडिया, टेक्स्ट बुक सीरीज, 416 पृ.

श्रीवास्तव डी.के., 1977 : ओर ग्रेडेशन एंड रिजर्व एस्टीमेशन ऑफ मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स ऑफ चॉक हिल्स ऑफ सेलम (तमिलनाडु); प्रो. इंडि. नेश. साइंस एकेडमी, पार्ट ए, 43(5), 323-331

श्रीवास्तव, पी.के., अंसल, ए. तथा कुमार, ए., 2004 : टू जनरेशन ऑफ मैग्नेसाइट ऍट पैंथलः एविडेंस फ्रॉम प्लुइड इंक्लूजन स्टडीज (सारांश), राष्ट्रीय सेमिनार ऑन रोल ऑफ फ्लुइट्स, वाड़िया इन्स्टीट्यूट, देहरादून, 37

सकमान, डी.डब्लू., 1989 : कार्बोनेट डिपॉजिट्स इन फ्रैश वॉटर एन्वायरन्मेंट, मूलर (सं.), 61-94

सकमान, डी.डब्लू. तथा योहानेस, डब्लू., 1989 : क्रिप्टोक्रिस्टलाइन मैग्नेसाइट : ए रिव्यू, मूलर. (सं.) 15-28

सफाया, के.एल., 1975 : ऑन द गोल मैग्नेसाइट डिपॉजिट नियर थल, पिथौरागढ़ डिस्ट्रिक्ट, यू.पी.; इंडि. मिन. 29(2), 98-103

सफाया, के.एल., 1976 : मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स् ऑफ कुमाऊं हिमालया उत्तर प्रदेश, डिपॉजिशनल एन्वायरन्मेंट, जेनेसिस एवं एकॉनॉमिक युटिलिटी; हिमा., जियॉ. सेमिनार, नई दिल्ली में प्रस्तुत शोध पत्र, सेक्शन IV, जी.एस.आइ.मिस. पब्लि. 41, 150-175 (प्रकाशन वर्ष 1986)

सिंह केसर तथा शर्मा, राजेश, 1997 : मैग्नेसाइट मिनरलाइजेशन अलॉग दी चंबा थ्रस्ट, हिमाचल हिमालया : स्ट्रक्चरल कंट्रोल एंड डिपॉजिशनल एन्वायरन्मेंट यूजिंग फ्लुइड इन्क्लूजंस; जर्नल जियॉ. सो.इ., 49(3), 289-296

सिंह, बी.पी., भाटिया, आर. तथा गुप्ता, एस.के., 1994 : एक्स-रे मिनरालॉजी एंड जियोकेमिस्ट्री ऑफ दी जिप्सम डिपॉजिट्स ऑफ जम्मू एंड कश्मीर स्टेट, इंडियन मिनर, 48(3), 178-180

सिंह यू.सी. तथा सिंह, मधूलिका, 1985 : मैग्नेसाइट बियरिंग अल्ट्रामैफिक प्लग्स ऑफ किशनगढ़, राजस्थान (सारांश), सीम्पो. ऑन क्रोमाइट डिपॉ. इंडिया एंड रिलेटेड प्रॉब्लम्स ऑफ देयर एक्सप्लोरेशन एंड एक्स्प्लॉयटेशन, विक्रम विश्ववि., उज्जैन, 16-17

सिन्हा, आर.के. 1967 : ए ट्रीटाइज ऑन इंडस्ट्रियल मिनरल्स ऑफ इंडिया, अध्याय 27, मैग्नेसाइट, 383-397

सिन्हा, ए.के. तथा मिश्रा मीनल, 1990 : क्लासिफिकेशन एंड एटेम्प्टेड जेनेटिक मॉडल ऑफ ओफीकार्बोनेट रॉक्स असोशिएटेड विद द शेरगोल ओफियोलाइट मेलांज अलौंग इंडस सूचर कोलिजन जोन इन लद्दाख हिमालया (सारांश), ग्रुप डिस्कशन ऑन सूचर जोन्स, यंग एंड ओल्ड, हिमा. भूवि. वाड़िया सं., देहरादून, 8

सिन्हा, पी.ए. प्रभावती, मुत्तु वी.टी. तथा सुंदरम्, एम.एम., 1989 : क्रीस्टलाइन मैग्नेसाइट एसोशिएटेड विद वेंपेल्ले डोलोमाइट्स ऑफ कडप्प बेसिन, आंध्र प्रदेश; जर्नल जियॉ. सो.इं. 33(2), 183-185

सीगल, डब्लू. 1955 : सुर एंस्टेहुंग शिश्टहीगर उंट स्ट्राहलिगर स्पाटमैग्नेसिटे, बर्ग-उ, ह्यूटेम, मोनाश, 100, 79-84

सीगल, डब्लू. 1964 : डी मैग्नेसिटे डेर वर्फेनेर शिश्टेन इम राउमे लियोगांग बिस हॉकफिल्सेन सोवी एल्माउ इन टिरोल, राडेक्स रूंडशाउ, 178-191

सीगल, डब्लू., 1969 : एंटवुर्फ सु आइनेर सालिनार-सेडिमेंटारेन एन्टस्टेहुंग डेर मैग्नेसिटे फॉन टीप एंटाचेन (साल्सबुर्ग), मिनरा, डिपॉ, 4, 225-233

सीगल, डब्लू.आर., 1984 : रिफ्लेक्शंस ऑन दी ओरिजिन ऑफ स्पैरी मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स; वाउश्कुन तथा अन्य (सं.) सींजेनेसिस एंड एपीजेनेसिस इन दी फॉर्मेशन ऑफ मिनरल डिपॉजिट्स, स्प्रिंगर-फ्रेर्लाग, 177-182

सुनेर फिक्रेट, एसेन्ली फहरी, उज़ बेक्टास, एसेन्ली विल्डान तथा गूल्टेकिन ए. हैदर; 2001; सिग्निफिकेंस ऑफ आर.ई.ई. स्टडी फॉर ओरिजिन ऑफ स्पैरी मैग्नेसाइट इन ओरहानेली रीजन, टर्की; जर्नल जियॉ. सो. इं., 58(3), 231-237

सुब्रमनियम, ए.वी., 1983 (क) : सैंपलिग ऑफ मैग्नेसाइट स्टैक्स इन माइंस; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम, 57-58

सुब्रह्मनियम, ए.वी. 1983 (ख) : हेवी मीडिया सेपरेशन ऑफ मैग्नेसाइट; हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि., सेलम : 63-66

सुब्रम्हण्यम् एम.आर. तथा जैन, आर.एस., 1959 : फर्दर अकरेंस ऑफ मैग्नेसाइट इन अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी. (सारांश); इंडि. साइंस कांग्रेस, 46वाँ सेशन, भाग III, 233

सेन, डी.एम., 1988 : एन्वायरन्मेंटल प्रॉब्लम्स ऑफ ऑल मेजर मिनरल्स एक्सेप्ट कोल, लेड, जिंक, कॉपर, गोल्ड एंड सिल्वर; जोशी, एस.सी., भट्टाचार्या, जी. पांगते, वाइ.पी.एस. जोशी, डी.आर. दाणी, डी.डी. (सं.) माइनिंग एंड एन्वायरन्मेंट इन इंडिया, हिमालयन रिसर्च ग्रुप, नैनीताल, 61-77

सेन, पी.सी. तथा अन्य, 1966 : अकरेंस एंड रिफैक्टरी प्रॉपर्टीज ऑफ राजस्थान मैग्नेसाइट; ट्रांजे. इंडि. सिरे. सोसा, 25(4), 93-96

सेनगुप्ता, एच.पी., 1980 : पेट्रोग्राफिक एंड जेनेटिक स्टडीज ऑफ फॉस्फेट बियरिंग मैग्नेसाइट डिपॉजिट्स एंड एसोशिएटेड रॉक्स एराउंड पिथौरागढ़, डिस्ट्रिक्ट पिथौरागढ़ यू.पी.; पीएच.डी शोध प्रबंध, का.हि.वि.वि., 234 पृ. (अप्रकाशित)

सेनगुप्ता, एच.पी., 1990 : जेनेटिक स्टडी ऑफ पिथौरागढ़ मैग्नेसाइट, पिथौरागढ़ डिस्ट्रिक्ट, यू.पी. (इंडिया); जर्नल इंडि. एकॅ. जियोसा; 33, 1-11

सेनगुप्ता, एच.पी. तथा यादव, आर.एन., 1998 : ओरिजिन ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट डिपॉजिट, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी. : ए जियोकेमिकल अप्रोच; जर्नल ऑफ इंडि. अके. जियोसा., 41(1), 1-6

सेनगुप्ता, डी.के. तथा मुखर्जी, एस.के. 1988 : मिनरालॉजिकल स्टडी ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी., इंडिया, जर्नल माइंस, मेटल्स, फ्युएल्स, 36(3), 150-156

सेनगुप्ता, डी.के. तथा मुखर्जी, एस.के., 1990 : कोरिलेशन अनेलिसिस स्टडी ऑफ झिरोली मैग्नेसाइट, अल्मोड़ा डिस्ट्रिक्ट, यू.पी., इंडिया, जर्नल माइंस मेटल्स एंड फ्यूएल्स 38(4,5), 100-103

सोंधी, वी.पी., 1954 : मैग्नेसाइट, रिव्यू ऑफ द मिनरल प्रोडक्शन ऑफ इंडिया फॉर द इयर्स 1934-46; रेकार्ड जी. एस.आइ., 80, 426-437

सोंधी, वी.पी., 1962 : मैग्नेसाइट; रेकार्ड जी.एस.आइ., 90, 253-260

स्कोफिन, टी.पी., 1987 : ऍन इंट्रोडक्शन टु कार्बोनेट सेडिमेंट्स एंड रॉक्स; ब्लैकी, 274 पृ.

स्पॉटल, सी., 1991 : कैथोडोल्यूमिनसेंस ऑफ मैग्नेसाइट : एक्जाम्पल्स फ्रॉम द ईस्टर्न आल्प्स, जियॉलॉजी, 19, 52-55

स्पॉटल, सी. तथा बर्न्स, एस.जे., 1994 : मैग्नेसाइट डायाजेनेसिस इन रेड बेड्स : ए केस स्टडी फ्रॉम दी पर्मियन ऑफ दी नॉर्दर्न कैल्केरियस आल्प्स (टाइरोल — ऑस्ट्रिया); जर्नल ऑफ सेडिमेंटोलॉजी, 41(1-3), 543-565

स्मिर्नाव, वी.आइ., 1976 : जियॉलॉजी ऑफ मिनरल डिपोजिट्स, मिर पब्लिशर्स, पृ. 532

स्मिर्नाव, वी.आई. (सं.) गिंस्बुर्ग, ए.आइ., ग्रिगोरिएव, वी.एम. तथा याकोव्लेव सी.एफ., 1983 : स्टडीज ऑफ मिनरल डिपॉजिट्स मिर पब्लिशर्स, 288 पृ.

हाइनरिक, ई.डब्लू., 1956 : माइक्रोस्कोपिक पेट्रोग्राफी, मैकग्रॉ हिल, 296 पृ.

हार्डी, एल.ए., 1987 : डोलोमिटाइजेशन : ए क्रिटिकल व्यू ऑफ सम करेंट व्यूज : जर्नल सेड़ि. पेट्रो. 57(1), 166-183

हालदार, एं.के., रॉय, पी.के. तथा मिश्रा ए.के., 1994 : अपग्रेडेशन ऑफ मिनरल्स थ्रू बायोलीचिंग, एवरीमॅन्स साइंस XXIX (5), 136-139

हुंडे, ए. तथा बैनर्जी एस., 1967 : मैग्नेसाइट ओर्स; मेमॉ.जी.एस.आइ., 97, 266-297

हुक्कू, बी.एम. तथा कुमार, एस., 1971 : ऑन·द अकरेंस ऑफ मैग्नेसाइट इन चंबा डिस्ट्रिक्ट, हिमाचल प्रदेश; इंडि. मि., 25(3), 256

हूल,आर. तथा मॉकेर, ए., 1967 : जेनेसे उंड आल्टेर डेर शीलिट मैग्नेसिट—लागेर्स्टाट टुक्स, बेरिशे अकैडमी विस., मैथ—नेचर. केएल. सिट्जुंग्स्बेर, 1967/1, 1-11

हूल, आर. तथा मॉकेर, ए., 1976 : दी स्ट्रेटाबाउंड ओर डिपॉजिट्स् इन दी ईस्टर्न आल्प्स; वुल्फ के. एच. (सं.) हैंडबुक ऑफ स्ट्रेटाबाउंड स्ट्रैटीफॉर्म ओर डिपॉजिट्स, एल्जेवियर, 1-37

हैंडबुक ऑन मैग्नेसाइट, तमिलनाडु मैग्नेसाइट लि. सेलम, 1983

हैम, ए. तथा गैंसर ए., 1939 : सेंट्रल हिमालया (पुनर्मुद्रित, 1975), हिंदुस्तान पब्लि. कार्पो., 245 पृ.

होम्स, ए., 1965 : प्रिंसिपल्स ऑफ फीजिकल जियॉलॉजी (द्वितीय संस्करण) दी इंग्लिश लैंग्वेज बुक सो. एंड नेल्सन, पृ. 1288

हिंदी-अंग्रेजी शब्द-सूची

अंडाकार	oval
अंतरापर्वतीय	intermontane
अंतरासंस्तरित	interbedded
अंतरास्तरित	interstratified
अंतर्क्रेटोनी	intracratonic
अंतर्ग्रसन	subduction
अंतर्वेध	intrusion
अंतर्वेधी	intrusive
अंतर्वेश	inclusion
अक्रिस्टलीय	amorphous
अक्ष	axis
अक्षांश	latitude
अग्निरोधक	fireproof
अणु	molecule
अत्यल्पसिलिक	ultrabasic
अतिक्रमण	transgression
अतिमैफिक	ultramafic

अवक्षेपित	precipitated
अवतलन	subsidence
अवनमन	plunge
अवनमित	plunging (adj.)
अवशिष्ट	relict
अवशिष्ट पदार्थ	residual mass
अवशेष	residue
अवसादन	sedimentation
अवसादी	sedimentary
अविलेय	insoluble
असंगति	anomaly
असंतत	discontiuous
असंलग्न	detached
असम्मिश्र	immiscible
असाधारण	extra-ordinary
आकार	size
आकृति	from, shape
ऑक्सीकरण	oxidation
आकाशी जल	meteoric water
आग्नेय	igneous
आग्नेय संकुल	igneous complex
आच्छादन	cover

आच्छादित शैल	cover rock
आतिथेय शैल	host rock
आधात्री	matrix
आधारभित्ति	foot wall
आपेक्षिक घनत्व	specific gravity
आमापन	assay
आयतन	volume
आयन	ion
आयनिक	ionic
आयनी आकार	ionic size
आयात	import
आर्थिक	economic
आवृत	covered
इकाई	unit
उच्चताप सह	refractory
उच्चावच	relief
उत्खनन	excavation, mining
उत्तरपुराजीवी	Late Palaeozoic
उत्पादन	production
उत्पादक	producer
उद्योग	industry
उपरिभार	overburden

उपरिभित्ति	hanging wall
उपरिवाही	up flowing
उपरिमृदा	top soil
उपल	boulder
उपलिका	cobble
उपस्थिति	occurrence
उपस्थिति प्रकार	mode of occurrence
उल्का	meteorite
उष्णजलीय	hydrothermal
ऊर्जा	energy
ऊर्ध्वजनित	supergene
ऊष्माक्षेपी	exothermic
ऊष्मागतिक	thermodynamic
ऊष्माशोषी	endothermic
ऋणात्मक	negative
एकरूपता ताप	homogenization temperature
एकरूपी	monophase
एकाकी	solitary
औद्योगिक	industrial
कंटिका	spicule

कंदाकार	loaf shaped
कगार	scarp
कटक	ridge
कठोरता	hardness
कण	grain
कण आधारित	grain supported
कणब्लास्टी	granoblastic
कणिकामय	granular
काचाभ	vitreous
कायांतरण	metamorphism
कायांतरित	metamorphosed
कार्बोनेटीकृत	carbonatized
कारक	factor
काल	period
किरण पुंज	beam of rays
कूट	pseudo
कूट आकृति	pseudomorph
केंद्रीकरण	localization
केंद्रीकृत	centralized
कैंब्रियन पूर्व	precambrian
कैथोड संदीप्ति	cathodoluminiscence
कोटि	grade

कोशिका	cell
क्रासित	crossed
क्रिस्टलता	crystallinity
क्रिस्टलित	crystallized
क्रिस्टली	crystalline
क्रिस्टलीय	crystalline
क्रोड	core
क्षय	decay
क्षरण	depletion
क्षारीय	alkaline
क्षुप	shrub
क्षुरपत्रित	bladed
क्षेप	thrust
खंड	clast
खंडज	clastic
खनन	mining
खनन योग्यता	mineability, workability
खनिज	mineral
खनिजीभवन	mineralization
खपत	consumption
गठन	texture

गर्त	pit
गलन	melting
गलनांक	melting point
गाद	silt
गादजनन	siltation
गिरिपिंड	massif
गुण	property, character
गुणवत्ता	quality
गुहा	cave
गुहिका	cavity
गुहिका भरण	cavity filling
गूढ़क्रिस्टली	cryptocrystalline
गैरिक	ochre
गोलाश्म	boulder
ग्रंथिका	nodule
ग्रंथिकीय	nodular
घटक	component
घन	cube
घनत्व	density
घन माध्यम	heavy media
घासपात	herb
चमक	lustre

16—41 Min. of HRD/ND/2005

चुंबकीय	magnetic
चयन पट्टा	picking belt
चूनाश्म	limestone
छन्ना	screen
छानन	sieving
जलमंडल	hydrosphere
जलाशय प्रेरित भूकंपता	reservoir induced seismicity
जस्ता	zinc
जालक	lattice
जालाक्षि	mesh
जीवाणु	bacteria
जीवाश्म	fossil
जैवमंडल	biosphere
जैव विविधता	biodiversity
जैवीय	organic
जैवीय पृथक्करण	bio-separation
ज्वारीय तल	tidal level
ज्वारीय सपाट क्षेत्र	tidal flat area
ज्वालामुखीय	volcanic
झील	lake
टिब्बा	dune

टिमटिमाहट	twinkling
ठोस-विलयन-तंत्र	solid solution system
डोलोमाइटीभवन	dolomitization
ढलाई मृत्तिका	foundry clay
ढलान	slope
ढाल	slope
तट	shore, coast
तटांचली	peralic
तटीय	coastal
तत्रजनित	authigenic
तत्व	element
तत्वांतरण	metasomatism
तनाव	tension
तन्यता	tenacity
तरल	fluid
तरल अंतर्वेश	fluid inclusion
तांबा	copper
ताप	temperature
तापीय अपचयन	thermal reduction
तापीय विश्लेषण वक्र	thermal analystis cuve
ताराकार	stellate

तिर्यक् संस्तरण	cross bedding
त्रिअक्षीय	triaxial
त्रिरूपी	triphase
त्रिसमताक्ष	trigonal
दरार	crack
दहन हानि	loss on ignition
दानेदार	granular
दीर्घक्रिस्टल अंतर्वेशी	porphyritic
दुर्लभ मृदा तत्व	rare earth element
दैशिक	directional
दृढ़	strong
दृश्य-	scenic
दृश्य चयन	visual selection
दृश्यांश	outcrop
द्रव	liquid
द्रोणी	trough, basin
द्विअपवर्तन	birefringence
द्विरूपी	dimorphous, biphase
द्वितीयक	secondary
धनात्मक	positive
धातु	metal
धावन	washing

ध्रुव	pole
ध्रुवण	polarization
ध्रुवित	polarized
नति	dip
नतिलंब	strike
नमकाम्ल	hydrochloric acid
नमूना	sample
नवरूपांतरण	neomorphism
नवांतःशायी	in lier
निक्षालित	leached
निक्षेप	deposit
निक्षेपण	deposition
निक्षेपित	deposited
निचय	reserve
नियमित	regular
निरावरण	bare
निर्जलीकरण	dehydration
निर्यात	export
निष्कर्षण	extraction
निष्क्रमण	release, emanation
निष्क्रमित	released
निस्तापन	calcination

निस्तारण	disposal
पंक	mud
पंक आधारित	mud supported
पंकाश्म	mudstone
पटल	lamination
पटलन	lamination
पट्टिका	band
पट्टित	banded
पपड़ी	encrustation
परत	layer
परमाणु	atom
परमाणु भार	atomic weight
परमाणु संख्या	atomic number
परवर्ती	later
परामैफिक	ultramafic
परावर्तन	reflection
परिच्छेद	section
परिभाषित निचय	measured reserves
परिमाण	quantity, amount
परिरक्षित	preserved
परिवर्तन	alteration
परिवेष	halo

परिष्करण	purification
परिष्कृत	purified
पर्त	layer
पर्पटी	crust
पर्यावरण	environment
पश्चजनित	epigenetic
पाद	limb
पिंड	lump
पुंज	aggregate
पुराजीवी	palaeozoic
पूर्णफलकी	euhedral
पूर्वेक्षण	prospecting
पृथक्कारक	separator
प्रकाश संश्लेषण	photosynthesis
प्रकीर्ण	disseminated
प्रकीर्णन	dissemination
प्रतिक्रमण	regression
प्रतिक्रिया	reaction
प्रतिदर्श	specimen
प्रतिरोधी	resistant
प्रतिवलन	overturned fold
प्रतिस्थापन	replacement

प्रबंधन	management
प्रमाणित	proved
प्रसंघनन	diagenesis
प्रसंघनित	diagenetic
प्रसंभाव्य	probable
प्राक्जीवी (प्राग्जीवी)	proterozoic
प्राथमिक	primary
प्रायद्वीप	peninsula
प्रायः समकालीन	penecontemporaneous
प्रावस्था	stage
प्लवन	floatation
फेनक अभिकर्मक	floater reagent
बंधक	bond
बंधन	bonding
बलुआ पत्थर	sandstone
बहुकोणीय	multiangular
बहुवर्णता	pleochroism
बहुविधजनित	polygenetic
बहुसंश्लेषी	polysynthetic
बालुका	sand
बालुकामय	sandy

बालुकाश्म	sandstone
बेलनाकार	cylindrical
बृहत् समपनति	mega anticlinorium
भंडार	deposit
भित्ति	dyke
भित्ति शैल	wall rock
भित्तिशैल परिवर्तन	wall rock alteration
भू आकृतिक	geomorphic
भूकंप	earthquake
भूकंपता	seismicity
भूभौतिकी	geophysics
भूमिगत	underground
भूरसायन	geochemistry
भूवानस्पतिक	geobotanical
भूस्खलन	landslide
भौमजल	ground water
भ्रंश	fault
मंडल	aureole
मध्यजीवी	mesozoic
मध्य महासागरीय कटक	mid oceanic ridge
महाकल्प	era
महाद्वीप	continent

महाद्वीपीय विस्थापन	continental drift
मात्रा	quantity
मानचित्र	map
मानचित्रण	mapping
मापन	measurement, determination
मिश्रातु	alloy
मूलक	radical
मैग्नेसाइटीभवन	magnesitization
मृत तापित	dead burnt
मृत्तिका	clay
मृत्तिका गैरिक	clay ochre
मृत्तिकामय	clayey
मृत्तिकाशिल्प	ceramics
मृदा	soil
मृदाह्रासन	soil depletion
यमलन	twinning
यांत्रिक	mechanical
यादृच्छिक	random
यौगिक	compound
रंग	colour
रत्न	gem

रसायन	chemical
रसायन विज्ञान	chemistry
रवेदार	crystalline
रासायनिक	chemical
रूप	form
रूपांतरण	change in form, modification
रूपांतरक	modifier
रेडियोसक्रियता	radioactivity
रेशेदार	fibrous
रोधिका	barrier
लंबवत्	perpendicular
लंबाकार	elongated
लघु हिमालय	Lesser Himalaya
लवण जल	saline water
लवणीय	saline
लवणीयता	salinity
लेखाचित्र	graph
लेश तत्व	trace element
लोहित	ferrugenous
लौह	iron
वलन	fold

वलन जनित	due to folding
वर्गीकरण	classification
वर्गीकृत	classified
वातावरण	atmosphere
वायु प्रवाही कपाट	air valve
वायुमंडल	atmosphere
वाष्पन	evaporation
वाष्पनज	evaporite
विखंडित	disintegrated
विघटन	decomposition
विघटित	decomposed
वितरण	distribution
वितलीय	plutonic
विदलन	cleavage
विद्युत् अपघटन	electrolysis
विद्युत् चुंबकीय पृथक्करण	electromagnetic separation
विद्युत् भट्टी	electric furnace
विनिर्देश	specification
विन्यास	orientation
विन्यस्त	oriented
विभंग	fracture

विभेदी तापीय विश्लेषण वक्र	differential thermal analysis curve
विरूपण	deformation
विलगित	isolated
विलयन	solution
विलेय	soluble
विलेयता	solubility
विवर्तन	tectonism
विवर्तनिक	tectonic
विवृत खनन	opencast mining
विवृत वलन	open fold
विश्लेषण	analysis
विषमलंब	rhomb
विषमलंबाक्ष	orthorhombic
विषमविन्यास	unconformity
विस्फोट	explosion
वेदिका	terrace, bench
वेदी	platform
वेदीय	platformal
वेधन	drilling
वेधन क्रोड़	drill core
वैश्विक	global

वैश्विक तापन	global warming
वैश्विक वितरण	world distribution
वृद्धि	growth
व्यास	diameter
शल्कन	foliation
शिखर	peak, crest
शिरा	vein
शिरा भित्ति	vein wall
शिरा श्रेणी	vein system
शिरिका	veinlet
शिरिकाजाल	stockwork
शिस्टाभ	schistose
शिस्टीय	schistose
शुद्धीकरण	purification
शैल	rock
शैलकर	rock forming (adj.)
शैलसमूह	formation
शैलवर्णना	petrography
शैलीभवन	lithification
शैवाल	algae
शैवालीय सपाट क्षेत्र	algal flat area
श्यानता	viscosity

संक्रेंद्रण	concentration, localization
संकोणाश्म	breccia
संक्षारण	corrosion
संगणक	computer
संगमरमर	marble
संगुटिकाश्म	conglomerate
संग्रंथित	concretionary
संग्राहक	collector
संग्राहक फेनक	collector floater
संघ	group
संघटन	composition
संघट्ट	collision
संघनित्र	condensation pot
संचलन	mobility
संतृप्तता	saturation
संदलित्र	crusher
संधि	joint
संपर्क	contact
संपीडन	compression
संभरक	feeder
संभावी	possible

संयंत्र	plant
संयोजकता	valency
संरक्षित	reserved
संरचना	structure
संलक्षणी	facies
संवहन	convection
संवाहक	conveyer
संवाहक पट्टा	conveyer belt
संविन्यास	fabric
संवृत वलन	closed fold
संसाधन	resource
संस्तर	bed
संस्पर्श	contact
संहत	compact
सज्जीकरण	benefitiation
समआकृतिक	isomorphic
समनतिक	isoclinal
समपनति	anticlinorium
समविमी	equant
समविन्यस्त	conformable
समविन्यास	confirmity
समस्थानिक	isotope

संक्रेंद्रण	concentration, localization
संकोणाश्म	breccia
संक्षारण	corrosion
संगणक	computer
संगमरमर	marble
संगुटिकाश्म	conglomerate
संग्रंथित	concretionary
संग्राहक	collector
संग्राहक फेनक	collector floater
संघ	group
संघटन	composition
संघट्ट	collision
संघनित्र	condensation pot
संचलन	mobility
संतृप्तता	saturation
संदलित्र	crusher
संधि	joint
संपर्क	contact
संपीडन	compression
संभरक	feeder
संभावी	possible

संयंत्र	plant
संयोजकता	valency
संरक्षित	reserved
संरचना	structure
संलक्षणी	facies
संवहन	convection
संवाहक	conveyer
संवाहक पट्टा	conveyer belt
संविन्यास	fabric
संवृत वलन	closed fold
संसाधन	resource
संस्तर	bed
संस्पर्श	contact
संहत	compact
सज्जीकरण	benefitiation
समआकृतिक	isomorphic
समनतिक	isoclinal
समपनति	anticlinorium
समविमी	equant
समविन्यस्त	conformable
समविन्यास	confirmity
समस्थानिक	isotope

समासंघ	formation
समूह	group
समुदाय	system
सहजनित	syngenetic
सहप्रसंघाती सतही वलन	syndiagenetic superficial fold
सहसंबंध	correlation
सहसंयोगी	covalent
सहवर्ती	associated
सांद्रण	concentration
साधारण	ordinary
सारणी	table
सारांश	abstract
साहचर्य	association
सिलिकाभवन	silicification
सिलिकायित	silicified
सिलिकीभवन	silicification
सीमा	boundary
सीसा	lead
सुगठित	ordered
सूक्ष्मकणिका	fine-grained
सूक्ष्मक्रिस्टली	microcrystalline

17—41 Min. of HRD/ND/2005

सूक्ष्मदर्शीय	microscopic
सुदूर संवेदन	remote sensing
सूचित निचय	indicated reserve
सोपानी	stepwise
स्तर	stratum, bed
स्तरक्रम	sequence
स्तरक्रमिक	stratigraphic
स्तरित	stratified
स्थलमंडल	lithosphere
स्थलाकृति	topography
स्थलानुरेख	lineament
स्थानापन्न	substitute
स्थानावर्ती पटलन	space rhythmic lamination
स्थिर	stable
स्थूल	massive
स्थूल कणिक	coarse-grained
स्थूल क्रिस्टली	macrocrystalline
स्रोत	source
हनु संदलित्र	jaw crusher7

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा स्वीकृत शब्दावली-निर्माण के सिद्धांत

1. अंतर्राष्ट्रीय शब्दों को यथासंभव उनके प्रचलित अंग्रेज़ी रूपों में ही अपनाना चाहिए और हिंदी व अन्य भारतीय भाषाओं की प्रकृति के अनुसार ही उनका लिप्यंतरण करना चाहिए। अंतर्राष्ट्रीय शब्दावली के अंतर्गत निम्नलिखित उदाहरण दिए जा सकते हैं :—

(क) तत्वों और यौगिकों के नाम जैसे हाइड्रोजन, कार्बन डाइ-ऑक्साइड आदि;

(ख) तौल और माप की इकाइयाँ और भौतिक परिमाण की इकाइयाँ जैसे डाइन, कैलॉरी, ऐम्पियर आदि;

(ग) ऐसे शब्द जो व्यक्तियों के नाम पर बनाए गए हैं, जैसे- मार्क्सवाद (कार्ल मार्क्स), ब्रेल (ब्रेल), बॉयकाट (कैप्टेन बॉयकाट), गिलोटिन (डॉ० गिलोटिन), गेरीमैंडर (मि० गेरी), एम्पियर (मि० एम्पियर), फ़ारेनहाइट तापमान (मि० फ़ारेनहाइट) आदि;

(घ) वनस्पतिविज्ञान, प्राणिविज्ञान, भूविज्ञान आदि की द्विपदी नामावली ;

(ङ) स्थिरांक जैसे π, g, आदि;

(च) ऐसे अन्य शब्द जिनका आमतौर पर सारे संसार में व्यवहार हो रहा है जैसे रेडियो, पेट्रोल, रेडार, इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आदि;

(छ) गणित और विज्ञान की अन्य शाखाओं के संख्यांक, प्रतीक, चिह्न और सूत्र, जैसे साइन, कोसाइन, टैन्जेन्ट, लॉग आदि (गणितीय संक्रियाओं में प्रयुक्त अक्षर रोमन या ग्रीक वर्णमाला के होने चाहिए)।

2. प्रतीक, रोमन लिपि में अंतर्राष्ट्रीय रूप में ही रखे जाएँगे परंतु संक्षिप्त रूप नागरी और मानक रूपों में भी, विशेषतः साधारण तौल और माप में, लिखे जा सकते हैं, सेन्टीमीटर का प्रतीक जैसे cm. हिंदी में भी ऐसे ही प्रयुक्त होगा परंतु नागरी संक्षिप्त रूप से० मी० हो सकता है। यह सिद्धांत बाल-साहित्य और लोकप्रिय पुस्तकों में अपनाया जाएगा, परंतु विज्ञान और प्रौद्योगिकी की मानक पुस्तकों में केवल अंतर्राष्ट्रीय प्रतीक, जैसे cm. ही प्रयुक्त करना चाहिए।

3. ज्यामितीय आकृतियों में भारतीय लिपियों के अक्षर प्रयुक्त किए जा सकते हैं जैसे : क, ख, ग या ब, स परंतु त्रिकोणमितीय संबंधों में केवल रोमन अथवा ग्रीक अक्षर ही प्रयुक्त करने चाहिए, जैसे साइन A, कॉस B आदि।

4. संकल्पनाओं को व्यक्त करने वाले शब्दों का सामान्यतः अनुवाद किया जाना चाहिए।

5. हिंदी पर्यायों का चुनाव करते समय सरलता, अर्थ की परिशुद्धता और सुबोधता का विशेष ध्यान रखना चाहिए। सुधार-विरोधी प्रवृत्तियों से बचना चाहिए।

6. सभी भारतीय भाषाओं के शब्दों में यथासंभव अधिकाधिक एकरूपता लाना ही इसका उद्देश्य होना चाहिए और इसके लिए ऐसे शब्द अपनाने चाहिए जो :—

(क) अधिक से अधिक प्रादेशिक भाषाओं में प्रयुक्त होते हों, और

(ख) संस्कृत धातुओं पर आधारित हों।

7. ऐसे देशी शब्द जो सामान्य प्रयोग के पारिभाषिक शब्दों के स्थान

पर हमारी भाषाओं में प्रचलित हो गए हैं जैसे telegraph/telegram के लिए तार, continent के लिए महाद्वीप, post के लिए डाक आदि, इसी रूप में व्यवहार में लाए जाने चाहिए।

8. अंग्रेज़ी, पुर्तगाली, फ्रांसीसी आदि भाषाओं के ऐसे विदेशी शब्द जो भारतीय भाषाओं में प्रचलित हो गए हैं, जैसे टिकट, सिगनल, पेंशन पुलिस, ब्यूरो, रेस्तरां, डीलक्स आदि, इसी रूप में अपनाए जाने चाहिए।

9. **अंतर्राष्ट्रीय शब्दों का देवनागरी लिपि में लिप्यंतरण** : अंग्रेज़ी शब्दों का लिप्यंतरण इतना जटिल नहीं होना चाहिए कि उसके कारण वर्तमान देवनागरी वर्णों में नए चिह्न व प्रतीक शामिल करने की आवश्यकता पड़े। शब्दों का देवनागरी लिपि में लिप्यंतरण अंग्रेजी उच्चारण के अधिकाधिक अनुरूप होना चाहिए और उनमें ऐसे परिवर्तन किए जाएँ जो भारत के शिक्षित वर्ग में प्रचलित हों।

10. **लिंग** : हिंदी में अपनाए गए अंतर्राष्ट्रीय शब्दों को, अन्यथा कारण न होने पर, पुल्लिंग रूप में ही प्रयुक्त करना चाहिए।

11. **संकर शब्द** : पारिभाषिक शब्दावली में संकर शब्द, जैसे guaranteed के लिए 'गारंटित', classical के लिए 'क्लासिकी', codifier के लिए 'कोडकार' आदि, के रूप सामान्य और प्राकृतिक भाषाशास्त्रीय प्रक्रिया के अनुसार बनाए गए हैं और ऐसे शब्दरूपों को पारिभाषिक शब्दावली की आवश्यकताओं, यथा- सुबोधता, उपयोगिता और संक्षिप्तता का ध्यान रखते हुए व्यवहार में लाना चाहिए।

12. **पारिभाषिक शब्दों में संधि और समास** : कठिन संधियों का यथासंभव कम से कम प्रयोग करना चाहिए और संयुक्त शब्दों के लिए दो शब्दों के बीच हाइफ़न लगा देना चाहिए। इससे नई शब्द-रचनाओं को सरलता और शीघ्रता से समझने में सहायता मिलेगी। जहाँ तक संस्कृत पर आधारित 'आदिवृद्धि' का संबंध है, 'व्यावहारिक', 'लाक्षणिक' आदि प्रचलित संस्कृत तत्सम शब्दों में आदिवृद्धि का प्रयोग ही अपेक्षित है परंतु नवनिर्मित शब्दों में इससे बचा जा सकता है।

13. **हलंत** : नए अपनाए हुए शब्दों में आवश्यकतानुसार हलंत का प्रयोग करके उन्हें सही रूप में लिखना चाहिए।

14. **पंचम वर्ण का प्रयोग** : पंचम वर्ण के स्थान पर अनुस्वार का प्रयोग करना चाहिए परंतु lens, patent आदि शब्दों का लिप्यंतरण लेंस, पेटेंट या पेटेण्ट न करके लेन्स, पेटेन्ट ही करना चाहिए।

15. **मानक वर्तनी** : सभी प्रकाशनों में भारत सरकार द्वारा संस्तुत मानक देवनागरी लिपि तथा वर्तनी का ही प्रयोग किया जाना चाहिए।

परिशिष्ट – IV

आयोग द्वारा प्रकाशित परिभाषा-कोशों की सूची

1.	भूविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 284)	10.00
2.	भूविज्ञान परिभाषा-कोश-2 (सामान्य भूविज्ञान) (पृ. 196)	13.50
3.	शैलविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 195)	-
4.	प्रारंभिक पारिभाषिक रसायन कोश (पृ. 242)	3.25
5.	उच्चतर रसायन परिभाषा-कोश	17.00
6.	रसायन (कार्बनिक) परिभाषा-कोश-(3) (पृ. 280)	25.00
7.	पेट्रोलियम प्रौद्योगिकी परिभाषा-कोश (पृ. 188)	173.00
8.	प्रारंभिक पारिभाषिक कोश-गणित (पृ. 298)	18.75
9.	गणित परिभाषा-कोश (पृ. 253)	11.00
10.	आधुनिक बीजगणित परिभाषा-कोश (पृ. 159)	11.00
11.	सांख्यिकी परिभाषा-कोश (पृ. 432)	18.00
12.	भौतिकी परिभाषा-कोश (पृ. 212)	3.15
13.	आधुनिक भौतिक परिभाषा-कोश (पृ. 290)	13.00
14.	प्राणिविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 220)	10.00
15.	वनस्पतिविज्ञान परिभाषा-कोश (खंड 1,2,3,4)	-
16.	वनस्पतिविज्ञान परिभाषा-कोश-(5) (आकारिकी तथा वर्गिकी)	-
17.	पुरावनस्पतिविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 161)	80.50
18.	भूगोल परिभाषा-कोश	10.00

19.	मानव-भूगोल परिभाषा-कोश (पृ. 228)	18.00
20.	मानचित्र-विज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 361)	231.00
21.	गृहविज्ञान परिभाषा-कोश	-
22.	गृहविज्ञान परिभाषा-कोश-(2) (पृ. 64)	9.00
23.	इलेक्ट्रॉनिकी परिभाषा-कोश (पृ. 215)	22.00
24.	तरल यांत्रिकी परिभाषा-कोश (पृ. 76)	10.00
25.	यांत्रिक इंजीनियरी परिभाषा-कोश (पृ. 135)	84.00
26.	सिविल इंजीनियरी परिभाषा-कोश (पृ. 112)	61.00
27.	आयुर्विज्ञान पारिभाषिक कोश (शल्यविज्ञान)	48.05
28.	इतिहास परिभाषा कोश (पृ. 297)	20.50
29.	शिक्षा परिभाषा-कोश (पृ. 197)	13.50
30.	शिक्षा परिभाषा-कोश-(2) (पृ. 205)	99.00
31.	मनोविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 142)	9.50
32.	दर्शन परिभाषा-कोश (पृ. 432)	9.75
33.	अर्थशास्त्र परिभाषा-कोश (पृ. 232)	117.00
34.	अर्थमिति परिभाषा-कोश (पृ. 245)	17.65
35.	वाणिज्य परिभाषा-कोश (पृ. 173)	24.70
36.	समाजकार्य परिभाषा-कोश (पृ. 183)	
37	समाजशास्त्र परिभाषा-कोश (पृ. 212)	71.40
38.	सांस्कृतिक नृविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 287)	24.00
39.	पुस्तकालय विज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 196)	49.00
40.	पत्रकारिता परिभाषा-कोश (पृ. 164)	87.50
41.	पुरातत्व परिभाषा-कोश (पृ. 391)	76.50

3.	इस्पात एवं अलोह धातुकर्म शब्दावली (पृ० 378)	55.00
4.	वणिज्य शब्दावली (पृ० 172)	259.00
5.	समेकित रक्षा शब्दावली	284.00
6.	अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली	30.00
7.	भाषाविज्ञान शब्दावली (अग्रेजी-हिंदी तथा हिंदी-अंग्रेजी) (पृ० 249)	113.00
8.	बृहत प्रशासन शब्दावली (अंग्रेजी-हिंदी)	निःशुल्क
9.	बृहत् प्रशासन शब्दावली (हिंदी-अंग्रेजी)	निःशुल्क
10.	पशुचिकित्सा विज्ञान शब्दावली (पृ० 174)	82.00
11.	लोक-प्रशासन शब्दावली (पृ० 98)	52.00
12.	अर्थशास्त्र शब्दावली (मानविकी शब्दावली-9) (पृ० 96)	4.40
13.	नृविज्ञान शब्दावली (पृ० 198)	10.00
14.	वानिकी शब्दावली (पृ० 62)	6.50
15.	खेलकूद शब्दावली (पृ० 103)	10.25
16.	डाकतार शब्दावली (पृ० 126)	11.60
17.	रेलवे शब्दावली (पृ० 56)	2.00
18.	गुणता नियंत्रण शब्दावली (पृ० 67)	38.00
19.	रेशम विज्ञान शब्दावली (पृ० 85)	50.00
20.	गणित की मूलभूत शब्दावली (पृ० 135)	निःशुल्क
21.	कंप्यूटर विज्ञान की मूलभूत शब्दावली (पृ० 115)	निःशुल्क
22.	भूगोल की मूलभूत शब्दावली (पृ० 156)	निःशुल्क
23.	भूविज्ञान की मूलभूत शब्दावली (पृ० 141)	निःशुल्क

24.	वनस्पति विज्ञान की मूलभूत शब्दावली (पृ. 207)	निःशुल्क
25.	पशु चिकित्सा विज्ञान की मूलभूत शब्दावली (पृ. 179)	निःशुल्क

शब्द-संग्रह

1.	कोशिका-जैविकी शब्द-संग्रह (पृ० 197)	62.00
2.	गणित शब्द-संग्रह (पृ० 357)	143.00
3.	भौतिकी शब्द-संग्रह (पृ० 536)	119.00
4.	गृहविज्ञान शब्द-संग्रह (पृ० 144)	60.00
5.	रासायनिक इंजीनियरी शब्द-संग्रह (पृ० 167)	-
6.	भूगोल शब्द-संग्रह (पृ० 369)	200.00
7.	खनन एवं भूविज्ञान शब्द-संग्रह	-
8.	भूविज्ञान शब्द-संग्रह (पृ० 328)	88.00
9.	संरचनात्मक भूविज्ञान एवं विवर्तनिकी शब्द-संग्रह (पृ० 48)	15.00
10.	पत्रकारिता एवं मुद्रण शब्दावली (पृ० 184)	12.25

पाठमालाएँ/मोनोग्राफ

1.	ऐतिहासिक नगर	195.00
2.	प्राकृतिक व सांस्कृतिक नगर	109.00
3.	समुद्री यात्राएँ	79.00
4.	विश्व दर्शन	53.00
5.	अपशिष्ट प्रबंधन	17.00

42.	पुरातत्व परिभाषा-कोश-(2) (पृ. 453)	509.00
43.	पाश्चात्य संगीत परिभाषा-कोश (पृ. 104)	28.55
44.	भाषाविज्ञान परिभाषा-कोश खण्ड-1 (पृ. 212)	89.00
45.	भाषाविज्ञान परिभाषा-कोश खंड-2 (पृ. 259)	59.00
46.	कंप्यूटर-विज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 144)	102.00
47.	राजनीतिविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 356)	343.00
48.	प्रबंधविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 191)	170.00
49.	अंतर्राष्ट्रीय विधि परिभाषा-कोश (पृ. 293)	344.00
50.	कृषि-कीटविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 213)	75.00
51.	वनस्पतिविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 204)	75.00
52.	पादप आनुवंशिकी परिभाषा-कोश (पृ. 185)	75.00
53.	पादपरोगविज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 138)	75.00
54.	मृदा विज्ञान परिभाषा-कोश (पृ. 149)	77.00
55.	सूक्ष्मजैविकी परिभाषा-कोश (पृ. 193)	45.00
56.	धातुकर्म परिभाषा-कोश (पृ. 441)	278.00
57.	भारतीय दर्शन परिभाषा-कोश खंड-1 (पृ. 171)	151.00
58.	सूत्रकृमि विज्ञान परिभाषा कोश (पृ. 263)	125.00
59.	विद्युत इंजीनियरी परिभाषा कोश	81.00

मुद्रणाधीन

60.	संरचनात्मक भूविज्ञान परिभाषा-कोश	-

परिशिष्ट – V

आयोग द्वारा प्रकाशित शब्द-संग्रहों की सूची

1.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : विज्ञान, खंड-1, 2 (पृ० 2058)	174.00
2.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : विज्ञान (हिंदी-अंग्रेजी) (पृ० 819)	38.50
3.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : मानविकी और सामाजिक विज्ञान, खंड-1, 2 (पृ० 1297)	292.00
4.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : मानविकी और सामाजिक विज्ञान (हिंदी-अंग्रेजी) (पृ० 700)	132.00
5.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : कृषि विज्ञान (पृ० 223)	278.00
6.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : आयुर्विज्ञान, भेषजविज्ञान, नृविज्ञान	239.00
7.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : आयुर्विज्ञान, कृषि एवं इंजीनियरी (हिंदी-अंग्रेजी) (पृ० 240)	48.50
8.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : मुद्रण इंजीनियरी (पृ० 104)	48.00
9.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : इंजीनियरी (सिविल, विद्युत, यांत्रिक) (पृ० 253)	57.00
10.	बृहत् पारिभाषिक शब्द-संग्रह : इंजीनियरी-(2) (पृ० 186)	34.00

विषयवार शब्दावलियाँ

1.	मानविकी शब्दावली-(नृविज्ञान) (पृ० 179)	10.00
2.	कंप्यूटर विज्ञान शब्दावली (पृ० 337)	87.00

6.	कोयला : एक परिचय (परिवर्धित)	425.00
7.	वाहित मल एवं आपंक : उपयोग एवं प्रबंधन	40.00
8.	पर्यावरणी प्रदूषण : नियंत्रण तथा प्रबंधन	23.50
9.	रत्न विज्ञान	115.00
10.	2-दूरीक एवं 2-मानकित समष्टियों में संपात एवं स्थिर बिंदु समीकरणों के साधन	68.00
11.	पराज्यामितीय फलन	90.00
12.	ऊर्जाः संसाधन और संरक्षण	105.00
13.	स्वतंत्रता-पूर्व हिंदी में विज्ञान लेखन	150.00
14.	समकालीन भारतीय दर्शन के कुछ मानववादी चिंतक	153.00
15.	भारतीय कृषि का विकास	155.00
16.	इस्पात परिचय	146.00

GMGIPN—41 Min. of HRD/ND/2005—1000

©

पी०ई०डी०—887
600-2006 (डी०एस०के०-II)

Price : (Inland) *Rs.* 214.00; (Foreign) £ 7.64 or $ 11.14

महाप्रबंधक, भारत सरकार मुद्रणालय, नाशिक-422 006 द्वारा मुद्रित तथा प्रकाशन नियंत्रक, भारत सरकार, सिविल लाईन्स, दिल्ली-110 054 द्वारा प्रकाशित