

Mineralogy of brucite bearing marbles, eastern margin of Shirkuh batholith (west of Yazd province)

Kohsari, A.H

Department of Mining, Yazd University, kohsary@yahoo.com

Key words: *skarn-marble, brucite, hydromagnesite.*

Abstract: Igneous bodies in Manshad-Taft fault zone are intruded into Shirkuh granitic batholithic basement. They also cause different skarn-marble mineralization in dolomitized limestones which are covered granitic basement. Skarns are composed of variety of minerals. Marbles consist of various minerals such as brucite, forsterite, diopsid, periclase, talc, calcite, dolomite, and hydromagnesite. Petrographic and geochemical data have revealed that there is several stages during the formation of marble minerals. At the first stage, anhydrous minerals formed, then followed by hydrous assemblage. Generation of brucite occurs at the second stage and is due to late hydrothermal system with low XCO_2 and high XH_2O fluids. Hydromagnesite deposition is occurred by oxidation of brucite.

پژوهشی

کانی‌شناسی مرمرهای بروسیت دار، حاشیه شرقی باتولیت شیرکوه (غرب استان یزد)

امیر حسین کوهساری

دانشکده مهندسی معدن - دانشگاه یزد

(دریافت، مقاله ۱۳۸۰/۹/۱۵ دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۰/۱۱/۲۷)

چکیده: در امتداد زون گسلی موسوم به منشاد - تفت توده‌های نفوذی، پی سنگ گرانیتی باتولیت شیرکوه را در نور دیده‌اند و باعث اسکارن - مرمرسازی متنوعی در واحد آهک دولومیتی بر پی سنگ شده‌اند. اسکارنها تنوع زیادی نشان می‌دهند و در این میان مرمرها نیز با تنوع کانیهای از قبیل بروسیت، هیدرومنیزیت، فرستريت، دیوپسید، پریکلاز، تالک، کلسیت، و دولومیت مشخص هستند. داده‌های سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی مؤید مراحل چندگانه در شکل‌گیری کانیهاست. در اولین مرحله شکل‌گیری، کانیهای بی آب و به دنبال آن مجموعه‌های آبدار شکل گرفته‌اند. پیدایش بروسیت در مرحله دوم ناشی از یک سیستم گرمایی تأخیری با XCO_2 پایین و XH_2O بالا بوده است. اکسایش تأخیری منجر به نهشت هیدرومنیزیت از منشاء بروسیت شده است.

واژه‌های کلیدی: مرمر، اسکارن، بروسیت، هیدرومنیزیت، روابط پاراژنتیکی، نمودار عنکبوتی، REE

مقدمه

منطقه مورد مطالعه در زون ساختاری ایران مرکزی، در ۳۸ کیلومتری جنوب غرب یزد واقع شده است. سه واحد سنگ شناسی عمده سازنده زمین شناسی منطقه هستند. الف: پی سنگ باتولیتی شیرکوه از جنس گرانیت به سن ژوراسیک میانی، ب: کربناته‌های کرتاسه، ج: توده‌های نفوذی پس از کرتاسه. در این میان اسکارنها و مرمرها در اثر نفوذ این توده‌ها در واحدهای کربناته کرتاسه در امتداد زون گسلی حاشیه شرقی با تولیت شکل گرفته‌اند. کوهساری و همکار [۱] نورهشت و همکاران [۲] سبزه‌ای و همکاران [۳] داوودی [۴] به بررسیهای کانی شناسی این اسکارنها و مرمرها همت گماشته‌اند. این پژوهش منحصرأ به مطالعات ژنتیکی مرمرهای بروسیت دار می پردازد.

روش کار

پس از برداشتهای صحرایی، مطالعات میکروسکوپی با استفاده از روشهای کلاسیک انجام شد. از پراش سنجی پرتو X برای تأیید مطالعات کانی شناسی استفاده شد. داده های ژئوشیمی نیز از روش فعال کردن نوترونی (NAA) در مرکز تکنولوژی هشته ای اصفهان گرفته شده است.

کانی شناسی و روابط پاراژنتیکی کانیها

مطالعات میکروسکوپی و XRD مؤید مجموعه کانیهای زیر است:

۱- پریکلاز - بروسیت - کلسیت - دولومیت

۲- هیدرومنیزیت - کلسیت

۳- بروسیت - کلسیت - دولومیت

۴- فرستريت - سرپانتین - دولومیت

در مرمرهای بروسیت دار، بروسیت به دو گونه یافت می شود: الف) بروسیت های پراکنده میکروسکوپی در زمینه گرانوبلاستیک دولومیت - کلسیت (شکل ۱). اینگونه بروسیت ها در همیافتی با بازمانده پریکلاز یافت می شوند. ب) بروسیت های رگچه ای که منحصرأ شکستگیهای موجود در مرمر را پر می کند (شکل ۲). اینگونه بروسیت ها به صورت ورقه های سفید تا سبز - آبی تا پهنای ۱۰ cm مشاهده می شوند. فرستريت ها به صورت بلورهای منفرد یا مجتمع در زمینه مرمرها دیده می شوند و از بخشی تا کامل به سرپانتین تجزیه شده اند. هیدرومنیزیت به صورت بلورهای میکروسکوپی منحصرأ در شکستگیهای حاوی بروسیت جانشین شده است. این کانی به صورت رشته ای با رنگهای تداخلی بالا دیده می شود و برای تأیید آن منحصرأ از XRD استفاده شده است. (جدول ۱) روابط متقابل کانیها را با در نظر گرفتن ارتباط بافتی آنها نظیر شکل گیری بروسیت و سرپانتین به ترتیب به خرج پریکلاز

و فرستريت می توان به صورت شکل ۳ خلاصه کرد. همانطور که ملاحظه می شود شکل گیری کانیها در دو مرحله خشک و آبدار مشخص است.

جدول ۱: داده های XRD هیدرومیزیت (رگچه خالص)

***** JCPDS POWDER DATA INFORMATION*****

JCPDS CARD NO.= 8 -179

FORMULA = $Mg_4(OH)_2(CO_3)_3 \cdot 3H_2O$

NAME= MAGNESIUM CARBONATE HYDROXIDE

HYDRATEHYDROMAGNESITE I/Ic =

3 STRONG LINES (1) 5.790 100 (2) 2.901 90 (3) 2.150 50

D-1 PAIR NUMBER = 39

	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
01)	9.186	40	6.444	40	5.790	100	4.581	5	4.471	20
06)	4.211	20	4.051	5	3.811	10	3.501	10	3.310	30
11)	3.211	5	3.151	5	3.090	5	2.901	90	2.840	5
16)	2.870	5	2.691	30	2.630	5	2.500	30	2.420	5
21)	2.350	5	2.300	30	2.200	10	2.150	50	2.090	5
26)	2.030	5	1.990	20	1.966	5	1.930	10	1.900	5
31)	1.860	5	1.840	5	1.820	5	1.756	5	1.740	10
36)	1.670	5	1.650	5	1.620	30	1.080			

*****END OF INFORMATION*****



شکل ۱- تجمع بلورهای بروسیت به صورت پراکنده در زمینه کلسیت (نور پلاریزه و بزرگنمایی X100).



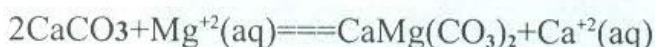
شکل ۲- ورقه های بروسیت چسبیده به سطح سنگ مرمر، که در حقیقت به صورت رگچه ای شکستگیها را پر کرده اند.

مرحله کانی	دگرگونی مجاورتی I	هیدروترمال تأخیری II	اکسیداسیون III
کلسیت	_____	_____	_____
دولومیت	_____	_____	_____
فرستريت			
پریکلاز	پریکلاز _____		
بروسیت		بروسیت _____	
هیدرومنیزیت			هیدرومنیزیت _____

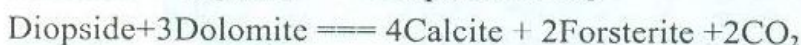
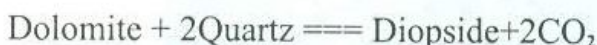
شکل ۳- روابط پاراژنتیکی کانیها در مرمرهای بروسیت دار.

واکنشهای دگرگونی

در منطقه مورد مطالعه نخست سنگ آهک سازند تفت به طور نامنظم دولومیتی شده است. این دولومیتی شدن به طور کلی در حاشیه شرقی شیرکوه و حتی بدور از نواحی ماگماتیسم صورت گرفته است. به نظر می رسد شاره‌های گرمایی حاوی Mg^{2+} منجر به دولومیتی شدن بر اساس واکنش زیر شده‌اند.



برای تشکیل دیوپسید و فرستريت و پریکلاز در مرمرها با افزایش گرما می‌توان واکنشهای زیر را در نظر گرفت [۵].



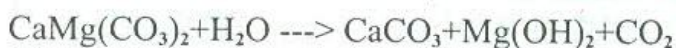
علاوه بر آن تشکیل فرستريت از واکنش دولومیت با کوارتز نیز محتمل است.



برای شکل گیری بروسیت تأثیر آبهای گرم بر پریکلاز را در نظر می‌گیریم.



همچنین بروسیت به‌طور مستقل می‌تواند از تأثیر آبهای گرم بر دولومیت شکل گیرد.



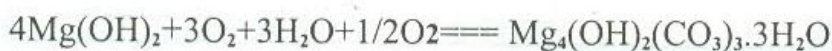
همراهی بروسیت - سرپانتین نیز با واکنش زیر [۶] قابل توجه است.



دولومیتی شدن از نوع تدفینی [۷] در طول حرکت و نفوذ شاره‌های گرم به داخل سنگهای کربناته پیش از دگرگونی مجاورتی رخ داده است. توجیه رخداد توأم هیدرومینیزیت و کلسیت که مشاهدات میکروسکوپی و XRD تأیید کرده‌اند را می‌توان به صورت واکنشهای زیر در نظر گرفت.



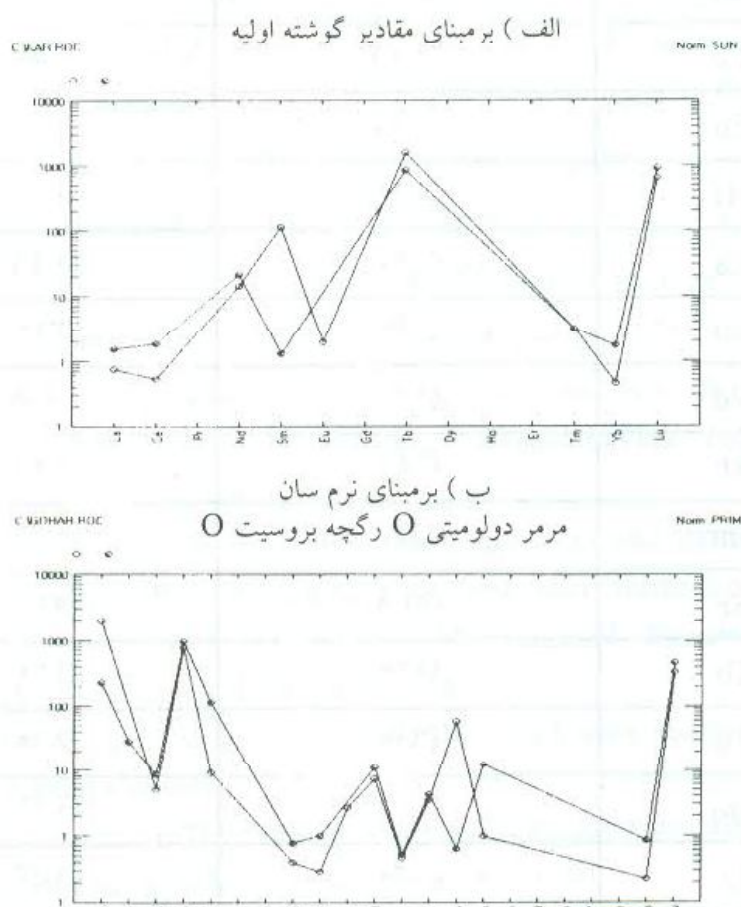
پیدایش هیدرومینیزیت به‌طور مستقل از طریق جانشینی در رگچه‌های خالص بروسیت (pseudomorph) نیز امکان‌پذیر است. می‌توان گفت که نفوذ CO_2 فعال از بخشهای عمیق‌تر در امتداد شکستگیها، یا هجوم شکل‌گیری هیدرومینیزیت به خرج بروسیتها به شکل زیر صورت گرفته است:



همانطور که مشاهده می شود این واکنش اکسیژن گیر است. احتمالاً آبهای سرشار از اکسیژن موجود در کارستها که اندکی پس از ضربه گرمایی به صورت همرفت در آمده اند و در پیشبرد این واکنش مؤثر بوده اند و یا آبهای گاز کربنیک دار در شرایط اکسایش عمل کرده اند. کینزمن [۸] نیز شکل گیری هونتیت و هیدرومینیزیت در اثر هوازدگی به صورت رگچه هایی باریک در شکافهای موجود در بروسیت را یادآور شده است.

داده های ژئوشیمی

برای بررسی ژنتیکی رگچه های بروسیت و ارتباط آنها با سنگ میزبان از داده های عناصر نادر خاکی و عناصر کمیاب (جدول ۲) استفاده شد. به این منظور مقادیر این عناصر را در مرمرهای دولومیتی و رگه بروسیتی نسبت به ترکیب گوشته اولیه (Pirm) و سان (Sun) بهنجار کردیم (شکل ۴). با وجود پیچیده بودن نمودار همان طور که دیده می شود همگام با افزایش عدد اتمی La به Lu وجود یک روند مثبت بیانگر تهی شدگی تدریجی از عناصر



شکل ۴- نمودار عنکبوتی عناصر فرعی، کمیاب و نادر خاکی برای سنگهای مرمر دولومیتی و رگچه بروسیت.

خاکی نادر سبک (LREE) است و مقدار La و Ce در رگه بروسیت کمتر از سنگ میزبان است، زیرا این دو عنصر قادرند در ساختمان کلسیت جانشین شوند. بنابراین تمرکز این دو عنصر در سنگ میزبان دولومیتی بیشتر شده است. علاوه بر این وجود نابهنجاری منفی Eu در رگچه‌های بروسیتی نشان می‌دهد که در زمان شکل‌گیری رگچه‌ها، شاره‌ها حاوی فوگاسیته اکسیژن بالایی بوده‌اند. در نهایت الگوهای مشابه نشان دهنده این واقعیت است که منشاء سازه‌های رگچه‌های بروسیت از همان سنگ میزبان دولومیتی است. در حقیقت می‌توان گفت که از شستشوی داخلی به وسیله یک سیستم گرمایی پس از مرحله اصلی دگرگونی شکل گرفته‌اند.

جدول ۲: داده‌های ژئوشیمیایی رگچه بروسیت و سنگ دولومیت میزبان * (مقادیر به ppb)

عنصر	رگچه بروسیت ppm	مردولومیتی ppm
Ba	۳۱٫۲	۵۳
Ce	۰٫۴۶	۱٫۵۸
Eu	۰٫۱۵	۱٫۸۹
Hf	۰٫۱۳	۰٫۱۵
La	۰٫۲۵	۰٫۴۹
Lu	۲۲*	۳۱*
Nd	۸٫۹۱	۱۳٫۵
Rb	۱۵٫۷	۴٫۴۲
Sm	۲۳	۰٫۲۶
Sr	۵۰٫۹	۵۱٫۲
Tb	۸۱*	۴۳*
Th	۶۸*	۸۶*
Tm	۰٫۱۱	۰٫۱۱
U	۰٫۲۰	۲٫۵۳
Yb	۰٫۱۰	۰٫۳۸
Zr	۳۴٫۱	۴۱٫۴

بوداشت

تکوین مرمرهای بروسیت دار شرق شیرکوه در طی مراحل سه گانه و مستقل رخ داده است. در این خصوص می‌توان این مرمرها را به عنوان مرمرهای چندزادی یا پلی ژنیک در نظر گرفت. الگوی داده‌های ژئوشیمیایی بر این مسئله تأکید دارد که مرحله بروسیت‌زایی رگه‌ای در یک سیستم شستشوی داخلی گرمایی در محیط داخلی مرمرهای پریکلاز دار، به صورت ناچیزی انجام گرفته است، و در نهایت جانشینی هیدرومنیزیت به جای بروسیت در زون اکسیدان و در شرایط سوپرژن بوقوع پیوسته است.

مراجع

- ۱- کوهساری، امیرحسین، و مکی‌زاده، محمدعلی، (۱۳۷۳)، کانی‌شناسی اسکارنهای حاشیه شرق باتولیت شیرکوه، چکیده مقالات دومین سمینار بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، صفحه ۶.
- ۲- نوربهبشت، ایرج، مکی‌زاده، محمدعلی، و شرافت، شهرزاد، (۱۳۷۴)، معرفی کانی‌شناسی اسکارن کوه دُر با تأکید برکانی کمیاب کلینتویت، کوهستان شیرکوه - یزد، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال چهارم شماره ۱ و ۲ صفحه ۴۷-۳۷.
- ۳- سبزه‌ای، مسیب، و علایی مهابادی، سلیمان، (۱۳۶۵)، گزارش مقدماتی مطالعات زمین شناختی و سنگ شناختی مرمرها و اسکارنهای منطقه ده بالا، یزد، مدیریت زمین شناسی منطقه جنوب خاوری مرکز کرمان ۳۵ صفحه.
- ۴- داوودی، فریبا، (۱۳۷۷)، پژوهش‌های سنگ شناختی اسکارنهای منطقه شیرکوه، استان یزد (ده بالا، باقی آباد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۲۹۶ صفحه.
- 5 - Turner F. (1968) Metamorphic Petrology . Mineralogical, field and tectonic aspect. McGraw-Hill, 403pp
- 6 - Tracy R.J and Frost B. R. (1991) Phase equilibria and thermobarometry of calcareous, ultramafic and mafic rocks, and iron formation. In contact Metamorphism (Kerrick, D. M., ed.) Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy Vol. 26. pp. 207-289
- 7 - Tucker M. E., and Wright, P. V. , (1990), Carbonate sedimentology, Black Well Publishing Co., 482p.
- 8 - Kinsman D.J.J. (1976) Huntite from a Carbonate-Evaporite environment. American Mineralogist. Vol. 52 (9-10), pp 1332-1340