

کانی شناسی رودنژیت‌ها در افیولیت‌های ایران مرکزی

موسی نقره‌ئیان*، محمد علی مکی‌زاده*

شهرزاد شرافت* و پویه اسداللهی**

*گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

**گروه زمین شناسی دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

دایکهای گابروئی داخل بستر سرپانتینی افیولیت دهشیر - سورک متحمل دگرسانی از نوع رودنژیته شدن شده‌اند. این دگرسانی آزاد شدن Ca^{2+} از فروپاشی کانیهای پریدوتیت اولیه (پیروکسن، اولیون) حین سرپانتینی شدن، آبشویی حجم زیاد پریدوتیت ضمن سرپانتینی شدن و شرکت آن در یک سیال هیدروترمال است. رودنژیته شدن بدنال دو نوع سرپانتینی سرپانتینی شدن دینامیک و استاتیک یک فرآیند دو مرحله ای است و در دومین مرحله شکل گیری پکتولیت نشان از وقوع متاسوماتیسم عنصر سدیم دارد. سدیم شاید ازدگرسانی حجم عظیمی از سازه آلبیت در گابرو اولیه حاصل شده است.

واژه‌های کلیدی: افیولیت، رودنژیت، ایران مرکزی.

بحث

پلاژیوگرانیت (به مقدار کم)، بازالت‌های توده‌ای و کمتر بالشی، شیل‌های سیلیسی، رادیولاریت و آهک‌های پلاژیک (شرافت، ۱۳۷۶).

دایکهای گابرویی در اصل معابر تغذیه^۱ اطاق ماگمایی بوده‌اند. دایکهای فوق به دو شکل دیده می‌شوند، در دایکهای بالارو^۲ ریشه دایکها از بخش‌های

افیولیت ملانژ دهشیر - سورک در حاشیه غربی استان یزد و در امتداد گسل دهشیر - بافت (حاشیه ایران مرکزی) رخنمون دارد (شکل ۱). عمده واحدهای سنگ‌شناسی این مجموعه افیولیتی عبارتند از: بستر سرپانتینی با مقدار کمی اولترا بازیکهای سالم (بیشتر هرزبورژیت)، دایکهای گابروئی دیابازی، گابروهای توده‌ای و به مقدار کمتر لایه ای، دیوریت و

1. Feeder dykes.
2. Ascendant.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در کمربند افیولیتی ایران مرکزی

اعتقاد بر این است که سرپانتینی شدن الیوین و ارتوپیروکسن باعث آزاد سازی کلسیم می‌شود. این کلسیم نمی‌تواند در ساختمان بلوری سرپانتین برای خود جایگاه بیابد (Coleman, 1977) به نظر می‌رسد حجم وسیعی از پریدوتیت‌هایی که سرپانتینی می‌شوند، یک سیستم گرمایی بزرگی را تشکیل می‌دهند که توانایی آبشویی و تمرکز مقادیر هر چند کم CaO موجود در سنگ مادر را داشته باشد، لذا در سیالات همیافت با سرپانتینی شدن متمرکز می‌شود. سیالات فوق دارای پتانسیل شیمیایی بالائی از Ca^{2+} فعال و واکنش دهنده هستند. لذا برای حفظ تعادل شیمیائی در مسیر حرکت خود با ادخال‌های سنگی در سرپانتین‌ها یا سنگ‌های مجاور آنها واکنش می‌دهند. معمول‌ترین سنگی که در سرپانتین‌ها حضور دارد دایک‌های بازیک با ترکیب کانی شناسی پلاژیوکلاز - پیروکسن هستند. پلاژیوکلازهای غنی از Ca در این دایک‌ها حاوی CaO غیر فعال شیمیایی هستند، لذا شیب پتانسیل شیمیایی CaO فعال همواره از سرپانتین‌ها به طرف این سنگ‌ها می‌باشد (ترابی، ۱۳۷۹). از طرفی این

پایینی سرپانتین‌ها شروع می‌شود و به سمت بخش‌های بالایی پهن می‌شود. در دایک‌های پایین‌رو^۱ ریشه دایک‌ها به سمت پایین پهن و گسترده می‌شود.

عمده این دایک‌ها در مجموعه افیولیتی دهشیر - سورک متحمل دگرسانی نوع رودنژیستی (مکی‌زاده، ۱۳۷۶) گشته‌اند. رودنژیته‌ها حاصل متاسوماتیسم عنصر کلسیم آزاد شده از سرپانتینی شدن هستند. انواع مختلف سنگ‌های داخل و یا هم‌جوار با سرپانتین‌ها (چون گریواک، گابرو، بازالت، گرانیت، داسیت و شیل) می‌توانند رودنژیستی شونده (Coleman, 1977 Taylor 1966)

منشاء CaO سیال کانی‌های پریدوتیت اولیه یعنی الیوین و پیروکسن هستند. اصولاً الیوین‌ها در سنگ‌های آذرین در محدوده ۰/۲۵ تا ۲/۱۸ درصد حاوی CaO می‌باشند. همچنین در بیشتر آنالیزها محتوی CaO ارتوپیروکسن‌ها از ۱/۵ درصد بیشتر نبوده است (1991). (Deer, et al,

1. Descendent.

کانی شناسی رودنژیت‌ها در افیولیت‌های ایران...



تصویر ۱- رخنمون برجسته یک قطعه از دایک رودنژیته (بودین شده) در زمینه فرسوده سرپانتینیت‌ها

با مورفولوژی برجسته و ضخامت چند سانتیمتر تا چند متر قابل مشاهده هستند (تصویر ۱). مشاهدات صحرایی مرز تدریجی گابرو و رودنژیت را نشان می‌دهد، ولی مجاورت رودنژیت با سرپانتینیتها کاملاً واضح است بطور کلی رودنژیتها به صورت ادخالهای سنگی^۲ در سرپانتینیت‌ها شناور هستند (شکل ۲). در نمونه‌های صحرایی رگچه‌های سفید رنگ پره‌نیت - پکتولیت دیده می‌شوند که رودنژیتها و میکروگابروهای رودنژیته شده را در جهات مختلف قطع کرده‌اند. بلورهای سوزنی پکتولیت با جلای ابریشمی تا شیشه‌ای به رنگ سفید با تجمع شعاعی در رگچه‌ها شاخص هستند. هیدروگروسولار یا هیدروگارت بتنی در رخدادهای صحرایی پگماتیت گابروهای رودنژیته شده قابل دیدن است. در این سنگهای دانه درشت به شکل توده‌های بی‌شکل با شکست صدفی سبز کم‌رنگ تا کرمی در همراهی با کلینوپروکسنهای بزرگ گابرو اولیه دیده می‌شود.

بطور عمومی بافته‌های پورفیروبلاستیک، پورفیروکلاستیک، کاتاکلاستیک و گرانوبلاستیک در این

دایکها از لحاظ SiO_2 غنی‌تر از سنگهای میزبان خود می‌باشند و لذا آماده واکنش پذیری با سیالات فوق هستند.

داده‌های تجربی (Plyusnina, etal 1993) نشان داده است، به خصوص در دمای زیر 500°C سرپانتینی شدن و رودنژیته شدن می‌توانند همزمان انجام شوند، اگر سیال دگرگونی ترجیحاً حاوی آب فعال و پتانسیل CO_2 پایین (برای پایداری آلومینوسیلیکاتهای کلسیم در رودنژیت) باشد.

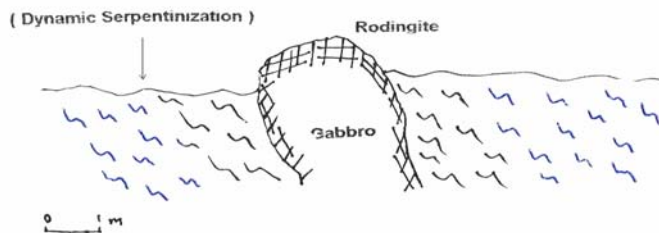
هنگام رودنژیته شدن محتوی CaO تمامی سنگ افزایش می‌یابد (Coleman, 1977) و SiO_2 کاهش نشان می‌دهد.

در این پژوهش سعی بر آن است که از دیدگاه کانی شناسی و پتروگرافی رودنژیت‌های این قسمت از افیولیت ایران مرکزی معرفی گردند.

دایکهای رودنژیته شده بیشتر در سرپانتینیت‌های برشی با رنگهای کرمی تا سفید دیده می‌شوند. این دایکها اغلب به شکل امتدادهای گسسته و ساختمان سوسیسی^۱

2. lithic inclusions

1. boudinage.



شکل ۲- رخنمون صحرایی برخی از رودنژیت‌های دهشیر، همان طور که مشاهده می‌شود سرپانتینیهای برشی و حاوی

شیستوزیته که حاصل سرپانتینی شدن دینامیکی هستند، دایک گابرویی را احاطه کرده‌اند.

دایک گابرویی در مجاورت با سنگ میزبان رودنژیتی شده است.

(XRF) استفاده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در ترکیب شیمیایی این گارنت مقدار $L.O.I (H_2O^+)$ قابل ملاحظه است. این مقدار آب به صورت جانیشینی $SiO_2 (2H_2O) \leftarrow 1SiO_2$ در نظر گرفته شده است (Deer, et al. 1991). رشته‌های پکتولیت با بی رفرنژانس قوی و رنگهای تداخلی حداکثر سری سوم دیده می‌شوند (جدول ۱). کلسیت و اپیدوت نیز معمولاً به صورت جانیشینی در پلاژیوکلازها دیده می‌شوند. وزویانیت با رخداد رگه‌ای و جانیشینی به جای پلاژیوکلاز مشخص است.

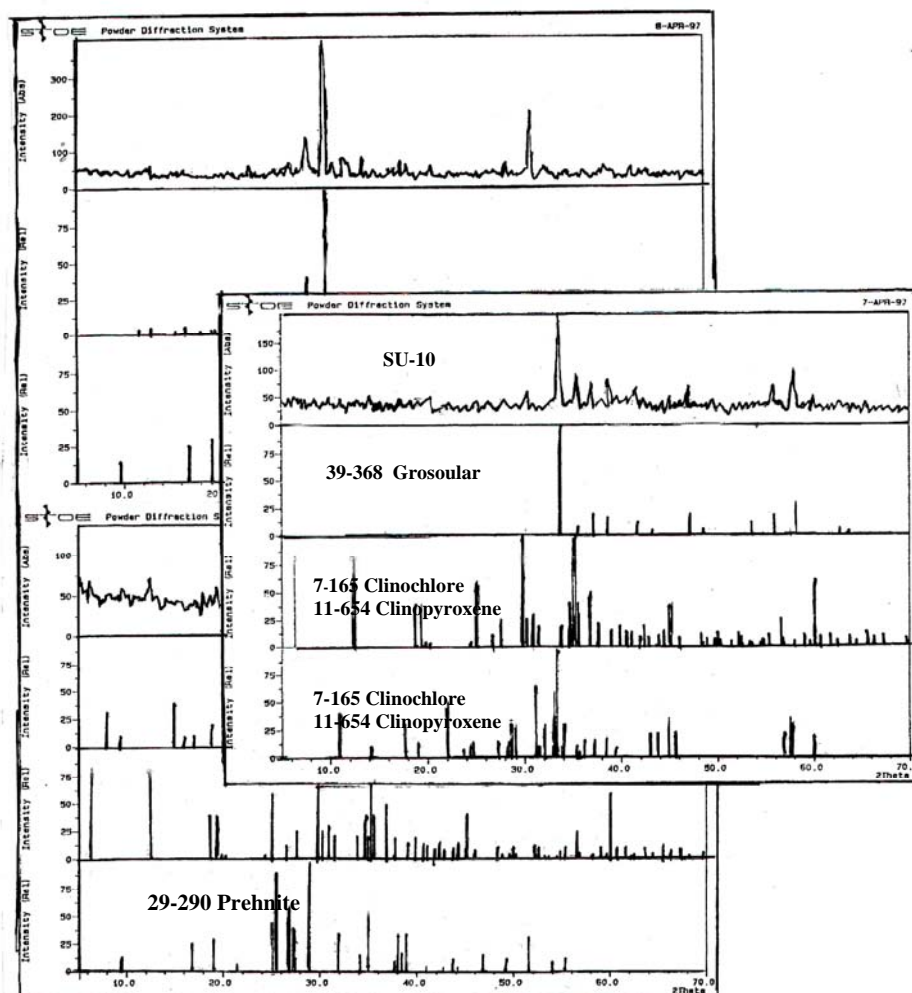
پکتولیت همواره به شکل رگچه‌ای دیده می‌شود (تصویر ۴) و تنها در مواردی محدود آن هم در مجاورت رگچه‌ها به صورت جانیشینی کانیهای گابرویی اولیه دیده می‌شود. آنالیز شیمی پکتولیت و همچنین بررسی توسط XRF و XRD حضور آن را نشان داده است (شکل ۳) و (جدول ۱). بستیت به صورت جانیشینی در ارتوپیروکسن‌ها دیده می‌شود. ترمولیت - اکتینولیت نیز از جانیشینی کلینوپیروکسنها حاصل شده‌اند. گرچه در بیشتر موارد کلینوپیروکسنها از دگرسانی در امان مانده‌اند. اسفن به صورت سه شکل جانیشینی در کانیهای مافیک مثل کلینوپیروکسن و هورنبلند و یا فراورده دگرسانی آنها همراه کلریت دیده می‌شود. الیون و هورنبلند سبز

سنگها مشاهده می‌شود. بطور کلی بر اساس شواهد میکروسکوپی و نیز پشته‌انه XRD (شکل ۳) تا کنون مجموعه کانیهای زیر مشخص شده است:

- هیدروگروسولار، هورنبلند سبز، پرهنیت، پلاژیوکلاز
- اسفن، کلسیت، اپیدوت، کلریت
- وزویانیت، پکتولیت، هیدروگروسولار، پرهنیت، پلاژیوکلاز
- بستیت، ترمولیت - اکتینولیت، هیدروگروسولار، کلینوپیروکسن
- اسفن، پکتولیت
- کلینوپیروکسن، ارتوپیروکسن، ترمولیت - اکتینولیت، اولیون، هیدروگروسولار
- پرهنیت، هیدروگروسولار، اکتینولیت

کانی عادی رودنژیتها پرهنیت است که به دو شکل جانیشینی پلاژیوکلاز (تصویر ۲) و پرکننده رگچه‌ها دیده می‌شود. کانی شاخص و فراوان رودنژیتها هیدروگروسولار است که فقط به شکل جانیشینی پلاژیوکلاز شکل گرفته است. در بعضی موارد هنوز شیب ماکل و کلیواژهای پلاژیوکلاز اولیه^۱ در آن دیده می‌شود (تصویر ۳). جهت تائید حضور این کانی از آنالیز شیمی

1. gohst texture.



شکل ۳- دیفراکتومتری نمونه‌های رودنژیت

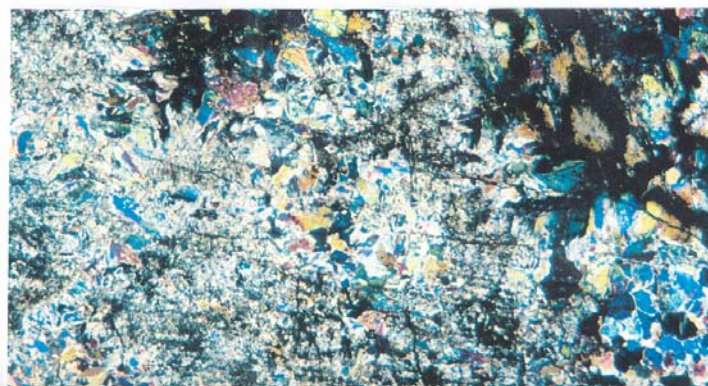
- الف: همیافتی پکتولیت، پرهنیت، به شکل رگچه‌ای در دایک رودنژیتی شده جنوب شرق دهشیر
- ب: همیافتی گروسولار، کلینوکلر، کلینوپیروکسن، زوای سیت، نمونه رودنژیت سورک بدون رگچه
- ج: همیافتی وزوویانیت، کلینوکلر، کلینوپیروکسن، پرهنیت، نمونه رودنژیت سورک حاوی رگچه‌های سفید رنگ

که در حقیقت مرحله اصلی رودنژیتی شدن روی داده است. بافت اصلی سنگ اولیه حفظ شده است. کانی‌هایی چون هیدروگروسولار اپیدوت و پرهنیتهای جانشینی در این مرحله شکل گرفته‌اند. پرواضح است، این مرحله

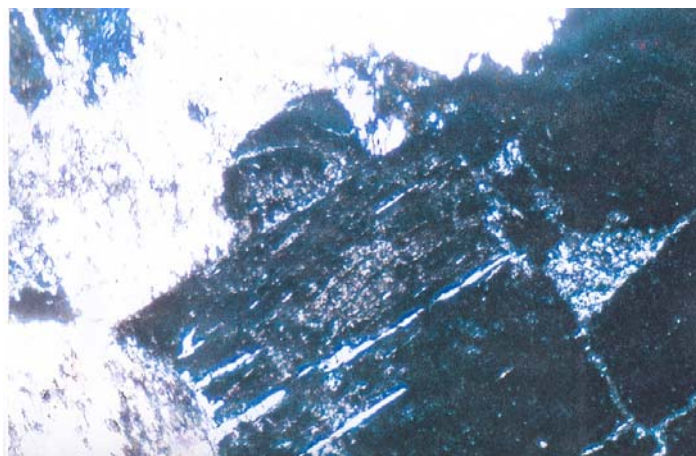
همانند پلاژیوکلاز بازمانده سنگ گابروی اولیه هستند. مطالعه نحوه وقوع و روابط بافتی کانیها در رودنژیتها نشان می‌دهد که کانیهای سنگ‌ساز در دو مرحله متمایز شکل گرفته‌اند: الف) مرحله پایا (استاتیک): این مرحله

جدول ۱. آنالیز شیمیایی نمونه هیدروگروسولار سورک (1)، و نیریز (2) (Adib et al,1982)، پکتولیت دهشیر (3) اسفندقه (4) (سبزه‌ای، ۱۳۷۷). نمونه‌های ۲ و ۴ برای مقایسه آورده شده‌اند.

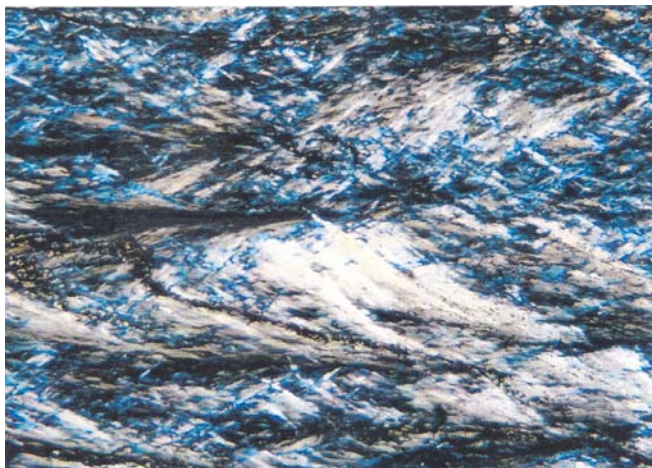
عنصر	۱	۲	۳	۴
SiO ₂	34.41	27.3-33.1	53.82	51.29
TiO ₂	n.d	n.d-n.d	0.02	0.01
Al ₂ O ₃	22	24.1-26.0	0.16	---
FeO	---	0.2-0.3	---	---
Fe ₂ O ₃	0.94	---	0.18	0.034
MgO	3.32	0.3-0.3	0.01	---
CaO	35.42	40.2-32.6	31.99	33.12
MnO	---	---	0.86	---
Na ₂ O	trace	n.d-n.d	9.20	9.25
K ₂ O	trace	0.1-0.1	0.04	0.02
L.O.I	3.24	---	3.57	4.62
Total	99.33	Anhydrous Total 92.2-92.4	99.85	98.34



تصویر ۲- جانشینی کامل یک پلاژیوکلاز توسط پره‌نیت (4. XPL)



تصویر ۳- جانشینی کامل پلاژیوکلاز توسط هیدروگروسولار (40. XPL) آثار ماکل تیغه‌ای هنوز دیده می‌شود.



تصویر ۴- رشته‌های خالص پکتولیت متعلق به یک رگچه (XPL.40)

هیدروترمال ضمن هجوم به دایکهای گابرویی داخل پی سنگ سرپانتینی باعث وقوع متاسوماتیسم کلسیم و پیدایش کانیهای ویژه رودنژیتها نظیر هیدروگروسولار، پرهنیت، اپیدوت، وزوینیت و پکتولیت می‌گردد. رودنژیته شدن یک فرآیند چند مرحله‌ای است و پیدایش پکتولیت به شکل رگه‌ای ناشی از متاسوماتیسم سدیم در آخرین مرحله می‌باشد (فقیهیان و همکاران، ۱۳۷۹). این سدیم می‌تواند از آبشویی کانیهای سنگ منشاء (پیروکسنهای موجود در سنگهای اولترا مافیک) در مقیاس بزرگ و یا از فروپاشی کانیهای گابرو رودنژیته شده بخصوص پلاژیوکلاز یا اینکه بطور مستقل از طریق سیالات هیدروترمال عمیق حاصل شده باشد.

بدور از حرکات تکتونیکی و در محیطی فاقد تنش همگام با سرپانتینی شدن از نوع استاتیک رخ داده است. (ب) مرحله پویا (دینامیک): پیدایش شکستگیها و پر شدن آنها توسط رگچه‌هایی چون پکتولیت و پرهنیت که جدا از سیستم رودنژیته شدن نیستند وجود این مرحله کانی‌زایی را محرز می‌سازد که در ارتباط با حرکات تکتونیکی شدید در توده‌های سرپانتینیت (سرپانتینیته شدن دینامیک) بوده است.

نتیجه گیری

Ca^{+2} آزاد شده حاصل از سرپانتینی شدن پریدوتیتها در یک سیستم گرمایی شرکت می‌کند که این سیال

منابع

6. Adib, D. and Pamic, J.: Rodingite form: the southeastern part of the Neiriz Ophiolite complex in the Zagros range Iran, Archive, Sci.Uni, Geneve., pp. 281 – 290 .(1982)
7. Deer, F.R.S.W.A., Howie, R.A. and Zussman, J.: An introduction to the rock-forming minerals, Longman Scientific and Technical, 582 p. (1991)
8. Coleman, R. G.: Ophiolites, Springer Verlag , Berlin, 229 p. (1977)
9. Plyusnina, L.P.Likhoidov, G.G., and Zaraisky G.p.: Physicochemical conditions of Rodingite formation : Experimental Data, Petrology, Vol. 1, No.5, Translated from petrologiya, Vol. 1, No. 5, 1993, pp.557 – 568 .(1993)
10. Thaylor, T.P.: Serpentinization considered as a constant-Volume metasomatic process, Am. Mineral., 51, 658 – 710 .(1966)
11. Sabzehei, M.: Rodingitization of Iranian basic rocks : A new interpretation, Journal of Science, Islamic republic of Iran, 13(2), 155 – 160. (2002)
1. شرافت، ش. زمین شناسی، پترولوژی و ژئوشیمی مجموعه‌های افیولیتی سورک، زرو، اردان، (غرب استان یزد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۶۰ صفحه، ۱۳۷۶.
2. سبزه‌ای، م. پترولوژی افیولیت‌های ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ۷۰۰ صفحه (زیر چاپ)، ۱۳۷۷.
3. مکی زاده، م.ع. پترولوژی و ژئوشیمی افیولیت‌های دهشیر با تاکید بر فرایند آلتراسیون های هیدروترمال وابسته (رودنژیته شدن و لیستونیتی شدن)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۴۹ صفحه، ۱۳۷۶.
4. ترابی، ق. بررسی رودینگیته شدن دینامیک و کانی شناسی آن در بخشی از سنگهای افیولیتی شمال انارک (شمال شرق اصفهان)، فشرده مقالات هشتمین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران، صفحات ۳۶۱-۳۵۷، ۱۳۷۹.
5. فقیهیان، ح.، نقره ثیان، م.، مکی زاده، م.ع.، شرافت، ش. پیدایش ژئولیت‌های دروغین در بخشی از رودنژیتهای افیولیت نائین (ایران مرکزی)، فشرده مقالات هشتمین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران، صفحات ۱۲۰-۱۱۷، ۱۳۷۹.