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

Archive of SID

چکیده

دایکهای گابروئی داخل بستر سرپانتینیتی افیولیت دهشیر ـ سورک متحمل دگرسانی از نوع رودنژیتی شدن شده‌اند. این دگرسانی آزاد شدن Ca^{2+} از فروپاشی کانیهای پریدوتیت اولیه (پیروکسن، اولیوین) حین سرپانتینی شدن، آبشویی حجم زیاد پریدوتیت ضمن سرپانتینتی شدن و شرکت آن در یک سیال هیدروترمال است. رودنژیتی شدن بدنبال دو نوع سرپانتینیتی سرپانتینتی 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

افیولیت ملانژ دهشیر ـ سورک در حاشیه غربی استان یزد و در امتداد گسل دهشیر ـ بافت (حاشیه ایران مرکزی) رخنمون دارد (شکل ۱). عمده واحدهای سنگ‌شناسی این مجموعه افیولیتی عبارتند از: بستر سرپانتینیتی با مقدار کمی اولترا بازیکهای سالم (بیشتر هرزبورژیت)، دایکهای گابروئی دیابازی، گابروهای توده‌ای و به مقدار کمتر لایه ای، دیوریت و پلاژیوگرانیت (به مقدار کم)، بازالت‌های توده‌ای و کمتر بالشی، شیلهای سیلیسی، رادیولاریت و آهکهای پلاژیک (شرافت، ۱۳۷۶).

دایکهای گابرویی در اصل معابر تغذیه[1] اطاق ماگمائی بوده‌اند. دایکهای فوق به دو شکل دیده می شوند، در دایکهای بالارو[2] ریشه دایکها از بخش‌های

1. Feeder dykes.
2. Ascendant.

www.SID.ir

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

پایینی سرپانتینها شروع می‌شود و به سمت بخش‌های بالایی پهن می‌شود. در دایکهای پایین‌رو[1] ریشه دایکها به سمت پایین پهن و گسترده می‌شود.

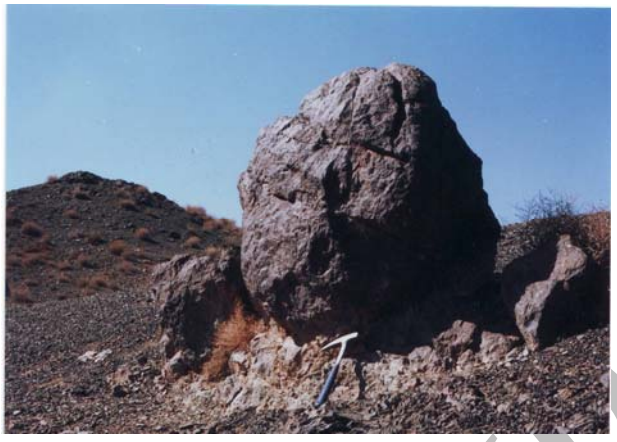
عمده این دایکها در مجموعه افیولیتی دهشیر ـ سورک متحمل دگرسانی نوع رودنژیتی (مکی‌زاده، ۱۳۷۶) گشته‌اند. رودنژیتها حاصل متاسوماتیسم عنصر کلسیم آزاد شده از سرپانتینیتی شدن هستند. انواع مختلف سنگهای داخل و یا همجوار با سرپانتینیتها (چون گریواک، گابرو، بازالت، گرانیت، داسیت و شیل) می‌توانند رودنژیتی شوند (Coleman,.1977 Thaylor 1966)

منشاء CaO سیال کانی های پریدوتیت اولیه یعنی الیوین و پیروکسن هستند. اصولاً اولیوین‌ها 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 (Deer, et al, 1991).

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 می رسد حجم وسیعی از پریدوتیتهایی که سرپانتینی می‌شوند، یک سیستم گرمابی 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 سرپانتینتها یا سنگهای مجاور آنها واکنش می‌دهند. معمول‌ترین سنگی که در سرپانتینتها حضور دارد دایکهای بازیک با ترکیب کانی شناسی پلاژیوکلاز ـ پیروکسن هستند. پلاژیوکلازهای غنی از Ca در این دایکها حاوی CaO غیر فعال شیمیایی هستند، لذا شیب پتانسیل شیمیایی CaO فعال همواره از سرپانتینیتها به طرف این سنگها می‌باشد (ترابی،۱۳۷۹). از طرفی این

1. Descendent.

www.SID.ir



تصویر۱ـ رخنمون برجسته یک قطعه از دایک رودنژیتی (بودین شده) در زمینه فرسوده سرپانتینیت‌ها

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

داده‌های تجربی (Plyusnina, etal1993) نشان داده است، به خصوص در دمای زیر $500^{\circ}c$ سرپانتینی شدن و رودنژیتی 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 رودنژیتی 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 رودنژیتی شده بیشتر در سرپانتینیتهای برشی با رنگهای کرمی تا سفید دیده می‌شوند. این دایکها اغلب به شکل امتدادهای گسسته و ساختمان سوسیسی[1] با مورفولوژی برجسته و ضخامت چند سانتیمتر تا چند متر قابل مشاهده هستند (تصویر۱). 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[2] در سرپانتینیت‌ها شناور هستند (شکل۲). در نمونه‌های صحرایی رگچه‌های سفید رنگ پرهنیت ـ پکتولیت دیده می‌شوند که رودنژیتها و میکروگابروهای رودنژیتی 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 هیدروگارنت بتنی در رخداد صحرایی پگماتیت گابروهای رودنژیتی شده قابل دیدن است. در این سنگهای دانه درشت به شکل توده‌های بی‌شکل با شکست صدفی سبز کم‌رنگ تا کرمی در همراهی با کلینوپیروکسنهای بزرگ گابرو اولیه دیده می‌شود.

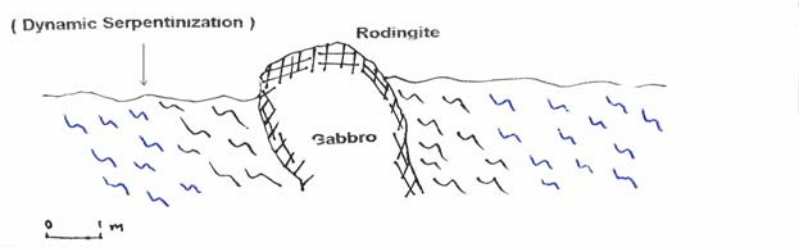
بطور عمومی بافتهای پورفیروبلاستیک، پورفیروکلاستیک، کاتاکلاستیک و گرانوبلاستیک در این

1. boudinage.

2. lithic inclusions

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ـ رخنمون صحرایی برخی از رودنژیت‌های دهشیر، همان طور که مشاهده می‌شود سرپانتینیتهای برشی و حاوی شیستوزیته که حاصل سرپانتینی شدن دینامیکی هستند، دایک گابرویی را احاطه کرده‌اند.

دایک گابروئی در مجاورت با سنگ میزبان رودنژیتی شده است.

سنگها مشاهده می شود. بطور کلی بر اساس شواهد میکروسکوپی و نیز پشتوانه XRD (شکل۳) 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 ــ اکتینولیت، اولیوین، هیدروگروسولار

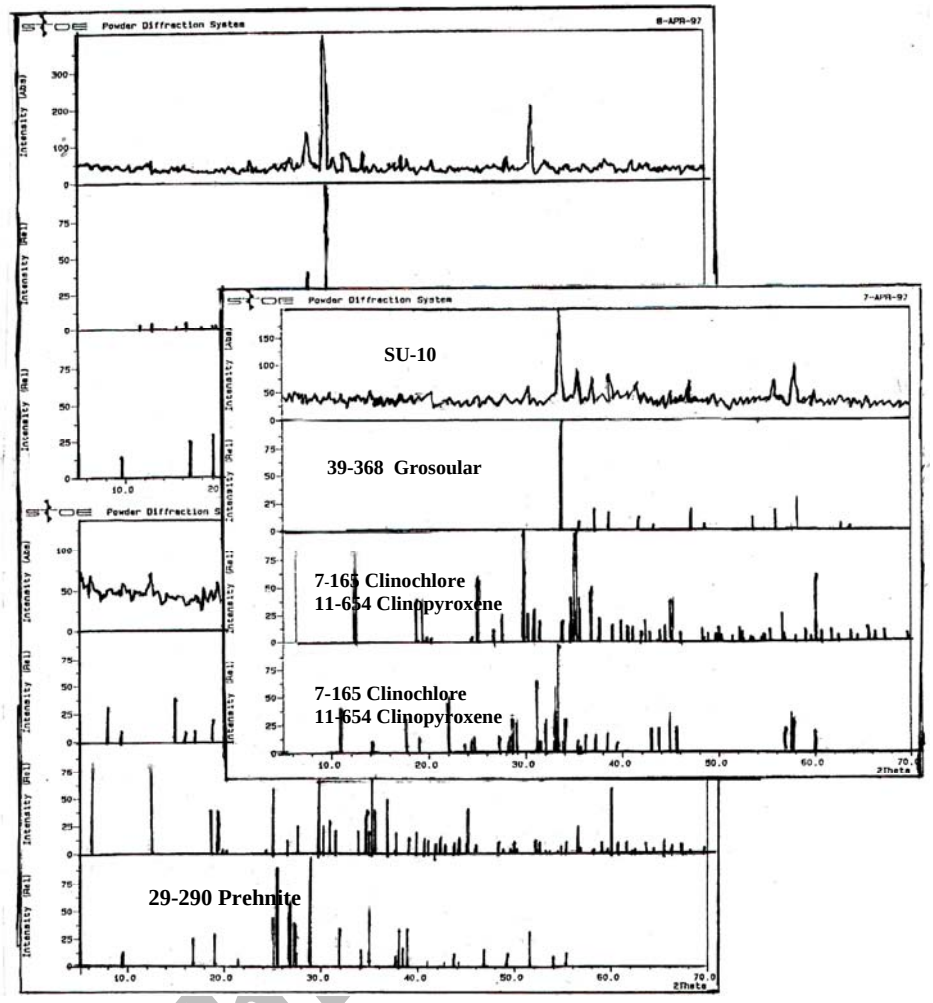
– پرهنیت، هیدروگروسولار، اکتینولیت

کانی عادی رودنژیتها پرهنیت است که به دو شکل جانشینی پلاژیوکلاز (تصویر ۲) و پرکننده رگچه‌ها دیده می‌شود. کانی شاخص و فراوان رودنژیتها هیدروگروسولار است که فقط به شکل جانشینی پلاژیوکلاز شکل گرفته است. در بعضی موارد هنوز شبح ماکل و کلیواژهای پلاژیوکلاز اولیه[1] در آن دیده می‌شود (تصویر ۳). جهت تائید حضور این کانی از آنالیز شیمی (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 جانشینی $1SiO_2 \longleftrightarrow 2H_2O)SiO_2$ در نظر گرفته شده است (Deer, et al. 1991).رشته‌های پکتولیت با بی رفرنژانس قوی و رنگهای تداخلی حداکثر سری سوم دیده می‌شوند (جدول۱). کلسیت و اپیدوت نیز معمولاً به صورت جانشینی در پلاژیوکلازها دیده می‌شوند. وزویانیت با رخداد رگه‌ای و جانشینی به جای پلاژیوکلاز مشخص است.

پکتولیت همواره به شکل رگچه‌ای دیده می‌شود (تصویر۴) و تنها در مواردی معدود آن هم در مجاورت رگچه‌ها به صورت جانشینی کانیهای گابروئی 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 جانشینی در ارتوپیروکسن‌ها دیده می‌شود. ترمولیت ـ اکتینولیت نیز از جانشینی کلینوپیروکسنها حاصل شده‌اند. گرچه در بیشتر موارد کلینوپیروکسنها از دگرسانی در امان مانده‌اند. اسفن به صورت سه شکل جانشینی در کانیهای مافیک مثل کلینوپیروکسن و هورنبلند و یا فراورده دگرسانی آنها همراه کلریت دیده می‌شود. الیوین و هورنبلند سبز

1. gohst texture.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۳- 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

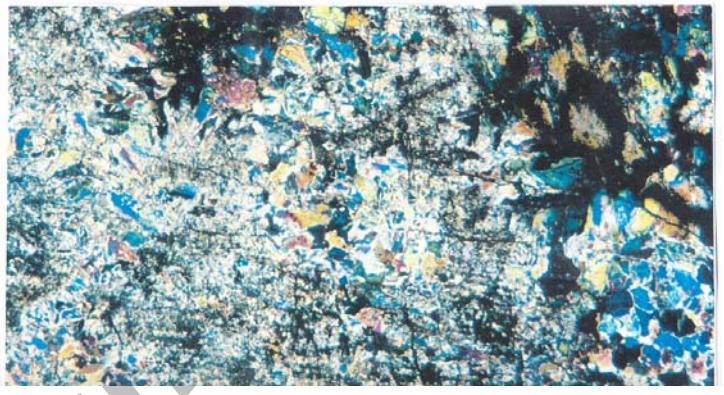
ج: همیافتی وزوویانیت، کلینوکلر، کلینوپیروکسن، پرهنیت، نمونه رودنژیت سورک حاوی رگچه‌های سفید رنگ

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 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

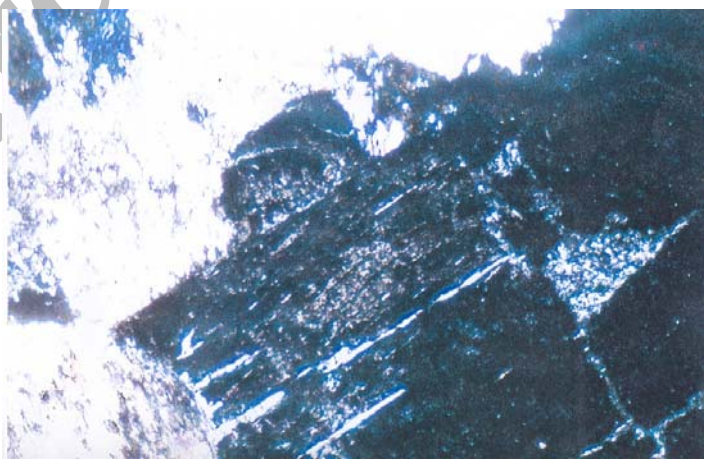
www.SID.ir

جدول ۱. آنالیز شیمیایی نمونه هیدروگروسولار سورک(1)، و نیریز(2) (Adib et al,1982)، پکتولیت دهشیر(3) اسفندقه (4) (سبزه‌ای، ۱۳۷۷). نمونه‌های ۲و۴ برای مقایسه آورده شده‌اند.

عنصر	۱	۲	۳	۴
SiO_2	34.41	27.3-33.1	53.82	51.29
TiO2	n.d	n.d-n.d	0.02	0.01
Al2O3	22	24.1-26.0	0.16	---
FeO	---	0.2-0.3	---	---
Fe2O3	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	---
Na2O	trace	n.d–n.d	9.20	9.25
K2O	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



تصویر۲- جانشینی کامل یک پلاژیوکلاز توسط پرهنیت (XPL. 4)



تصویر۳- جانشینی کامل پلاژیوکلاز توسط هیدروگروسولار (XPL.40) آثار ماکل تیغه‌ای هنوز دیده می‌شود.

www.SID.ir

تصویر۴ـ رشته‌های خالص پکتولیت متعلق به یک رگچه (XPL.40)

بـدور از حرکـات تکتـونیکی و در محیطـی فاقـد تـنش همگام با سرپانتیتی شدن از نوع استاتیک رخ داده است.
ب) مرحله پویا (دینامیک): پیدایش شکستگیها و پر شدن آنها توسط رگچه‌هایی چون پکتولیت و پرهنیت که جـدا از سیـستم رودنژیتـی شـدن نیـستند وجـود ایـن مرحلـه کانی‌زایی را محرز مـی‌سـازد کـه در ارتبـاط بـا حرکـات تکتونیکی شدید در تـوده‌هـای سـرپانتینیت (سـرپانتینیتی شدن دینامیک) بوده است.

نتیجه گیری

Ca^{+2} آزاد شده حاصل از سرپانتینی شدن پریـدوتیتها در یک سیستم گرمابی شـرکت مـی‌کنـد کـه ایـن سـیال هیدروترمال ضمن هجوم به دایکهای گابرویی داخل پـی سنگ سـرپانتینیتی باعـث وقـوع متاسوماتیـسم کلـسیم و پیدایش کانیهای ویژه رودنژیتهـا نظیـر هیدروگروسـولار، پرهنیت، اپیدوت، وزوویانیت و پکتولیت می‌گردد.
رودنژیتی شدن یک فرآیند چند مرحله‌ای است و پیدایش پکتولیت به شکل رگه‌ای ناشی از متاسوماتیسم سـدیم در آخرین مرحله می باشد (فقیهیان و همکاران، ۱۳۷۹). این سـدیم مـی توانـد از آبـشوئی کانیهـای سـنگ منـشاء (پیروکـسنهای موجـود در سـنگهای اولتـرا مافیـک) در مقیاس بزرگ و یا از فروپاشی کانیهای گـابرو رودنژیتـی شده بخصوص پلاژیوکلاز یا اینکه بطور مستقل از طریق سیالات هیدروترمال عمیق حاصل شده باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. شرافت، ش. زمین شناسی، پترولوژی و ژئوشیمی مجموعه‌های افیولیتی سورک، زرو، اردان، (غرب استان یزد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۶۰ صفحه، ۱۳۷۶.

۲. سبزه ای، م. پترولوژی افیولیت‌های ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ۷۰۰ صفحه (زیر چاپ)، ۱۳۷۷.

۳. مکی زاده، م.ع. پترولوژی و ژئوشیمی افیولیتهای دهشیر با تاکید بر فرایند آلتراسیون های هیدروترمال وابسته (رودنژیتی شدن و لیستونیتی شدن)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۴۹ صفحه، ۱۳۷۶.

۴. ترابی، ق. بررسی رودینگیتی 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.

۵. فقیهیان، ح.، نقره ئیان، م.، مکی زاده، م.ع.، شرافت، ش. پیدایش زئولیتهای دروغین در بخشی از رودنزیتهای افیولیت نائین (ایران مرکزی)، فشرده مقالات هشتمین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران، صفحات ۱۲۰-۱۱۷، ۱۳۷۹.

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 considerd 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)

Archive of SID

www.SID.ir