Archive of SID

سومین همایش ملی کوهشناسی و بلورشناسی انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران
دانشگاه شهید بهشتی
۲۲-۲۳ آبان ۱۳۹۵
3rd National Symposium of Gemology and Crystallography of Iranian Society of Crystallography and Mineralogy
November 12 and 13, 2016, Shahid Beheshti University

ژئوترمومتری و محیط تکتونیکی ماگماتیسم سنگ های آتشفشانی جنوب نطنز (طرق- مزده) بر اساس مینرال شیمی کلینوپیروکسن

مرضیه غدیر پور*، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور مرکز شاهین شهر marzieh.ghairpour@yahoo.com
جمشید احمدیان، استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور، مرکز اصفهان
شهرزاد شرافت، استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور، مرکز شاهین شهر
محمد علی مکی زاده، استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

پهنه ولکانیکی جنوب نطنز (کمان ماگمایی ارومیه- دختر) واقع در شمال اصفهان، رخنمون سنگ های آتشفشانی ائوسن با طیف گسترده ای از آندزی بازالت، بازالت و به مقدار کم ریولیت است. سنگ های حدواسط و بازیک منطقه از کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز، اسفن، آپاتیت و تیتانومگنتیت تشکیل شده اند. کانی های ثانویه کلریت، کلسیت و آمفیبول در این سنگها از تجزیه کانی های مافیک شکل گرفته اند. نتایج آنالیز نشان دهنده ترکیب اوژیت برای این کانی است. ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن های مورد بررسی، دمای بین ۹۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۵/۵ کیلوبار را برای تشکیل این کانی نشان می دهد. بر پایه نتایج به دست آمده ماگمای سازنده سنگ های منطقه دارای سرشت کالک آلکالن بوده و در جایگاه تکتونیکی قوس آتشفشان تکامل یافته است.

کلیدواژه: شیمی کلینوپیروکسن، کالک آلکالن، قوس آتشفشان،کمان ماگمایی ارومیه- دختر، جنوب نطنز

مقدمه

پیروکسن از متداول ترین کانیهای سنگ ساز بوده و دوره طولانی تشکیل آن (از نخستین مراحل تبلور ماگما در هسته فنوکریستالها تا آخرین مراحل تبلور ریزبلورها در زمینه سنگ)، تاریخچه تبلور ماگماهای میزبان را ثبت می کند. ترکیب کلینوپیروکسن بویژه فنوکریستالهای این کانی در سنگ های آتشفشانی بخوبی ماهیت گدازه میزبان را نشان داده و با بررسی شیمی پیروکسن، می توان سری ماگمایی، محیط تکتونیکی و سنگ منشاء یک توده آذرین را تعیین کرد (Kushiro, 1960; Nisbet and Pearce, 1977, Leterrier *et al.*, 1982). علاوه بر این، با بررسی ترکیب شیمیایی کانی های کلینوپیروکسن، می توان دما و فشار تشکیل سنگ را برآورد کرد.

منطقه مورد مطالعه در پهنه ماگمایی شمال اصفهان (بخش میانی نوار ماگمایی ارومیه دختر) و در محدوده ای از طرق تا مزده بین طول جغرافیایی ´۴۷ °۵۱ تا ´۵۲ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´۲۰ °۳۳ تا ´۲۷ °۳۳ شمالی واقع شده است. ترکیب سنگ های آذرین منتسب به ائوسن منطقه، از بازیک تا اسیدی تغییر کرده و بخش اعظم آن را سنگهای حدواسط و بازیک تشکیل می دهند. در مورد تکامل زمین شناسی منطقه مورد پژوهش دیدگاه های مختلفی وجود دارد. به زعم Alavi(۱۹۹۶) و Shahabpour (۲۰۰۷) شرایط ژئودینامیکی حاکم بر محیط، ماگماتیسم جزایر قوسی است ولی دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشگران به وجود شرایط ژئودینامیکی حاشیه فعال قاره معتقدند (Berberian and Berberian, 1981; Moinvaziri,1985; Verdel *et al*., 2011).

بهره گیری از ترکیب شیمیایی پیروکسن برای تخمین شرایط تشکیل سنگهای آذرین در مناطق مختلفی از ایران (Sayari and Sharifi, 2016; Azimzadeh *et al*., 2015; Hosseine *et al*., 2014; Ahankoob *et al*., 2012) انجام شده است. با توجه به اینکه در مورد ماگماتیسم منطقه مورد پژوهش و مناطق پیرامون آن مطالعات اندکی صورت گرفته (Honarmand, 2006; Ahmadi, 2014)، در این پژوهش سعی بر تشریح خاستگاه و شرایط تشکیل سنگهای حدواسط و بازیک منطقه با استفاده از ترکیب کلینوپیروکسن می باشد.

زمین شناسی منطقه

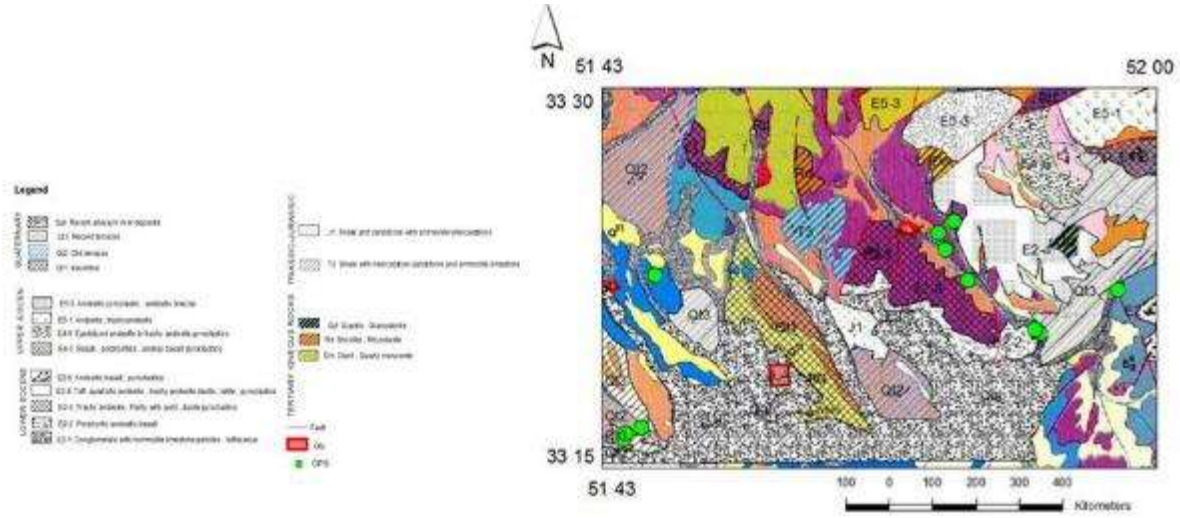
منطقه مورد مطالعه در بخش میانی نوار ماگمایی ارومیه دختر واقع شده و کهن ترین برونزد شناخته شده آن، واحدهای سنگی تریاس بالا و ژوراسیک (لیاس) رخنمون یافته اند(Zahedi and Rahmati, 2000). واحدهای منتسب به ائوسن در منطقه با کنگلومرا شروع شده و با تشکیلات آذرین شامل آندزی بازالت، آندزیت، ریولیت و نهشته های آذرآواری ادامه می یابد (شکل ۱). آندزی بازالت های پورفیری در ابتدای جاده روستای مزده رخنمون داشته و توسط گسل های عرضی قطع شده اند. بخش های وسیعی از منطقه را واحدهای سنگی از جنس تراکی آندزیت، داسیت، آذرآواری ها و پیروکلاستیک ها به سن ائوسن بالایی را تشکیل می دهند.در شرق روستای مزده توالی توف و گدازه های آندزیتی با آذرآواری ها و در جنوب شرق آن بازالت های آندزیتی و سنگ های آذرآواری به چشم می خورند. واحدهای سنگی شمال منطقه از نوع توف های لیتیک دار می باشند. خاتمه بخش سازندهای منطقه تراورتن های سفید کواترنری است که در جنوب منطقه دیگر واحدهای سنگی را می پوشاند.

روش مطالعه

به منظور برآورد محیط تکتونیکی و شرایط فیزیکوشیمیایی سنگ های مورد پژوهش، پس از بررسیهای دقیق و برداشتهای صحرایی، از ۳۰ نمونه سنگهای آذرین منطقه، مقطع نازک میکروسکوپی تهیه شده و بافتها و کانیهای موجود با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان دوچشمی المپوس Olympus مدل BH-2 مورد شناسایی قرار گرفتند. دیاگرامهای مربوطه با نرم افزار مینپت (Minpet) و صفحات گسترده (Spread sheet) ترسیم شدند.

www.SID.ir

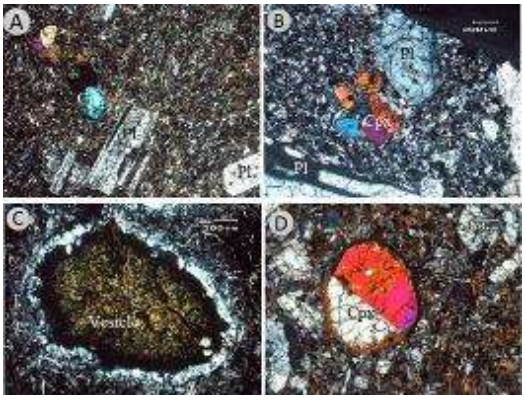
Archive of SID



شکل۱: نقشه زمین شناسی منطقه (اقتباس از Zahedi and Rahmati, 2000).

پتروگرافی و شیمی کانی کلینوپیروکسن

سنگ های حدواسط و بازیک مورد پژوهش، به رنگ سبز تیره و خاکستری روشن در محدوده آندزی بازالت تا بازالت قرار می گیرند. این سنگها از کانی های پیروکسن، پلاژیوکلاز و الیوین تشکیل شده و دارای بافتهای هیالومیکرولیتی پورفیریک (شکل۲-A)، گلومروپورفیریک (شکل۲-B) و وزیکولار (شکل۲-C) هستند. از کانی های فرعی این سنگها، می توان به کانی های کدر و آپاتیت اشاره کرد. الیوین در این سنگها به ندرت به صورت فنوکریست دیده شده و بطور کامل یا بخشی به ایدینگزیت دگرسان شده است. کلینوپیروکسن، به صورت فنوکریست های شکلدار تا نیمه شکلدار با ماکل ساده و یا بصورت ریز بلور در خمیره سنگ دیده می شود (شکل۲-D). پلاژیوکلازها کانیهای نیمه شکلدار با ماکل پلی سنتتیک و خاموشی موجی را تشکیل می دهند.



شکل۲- تصاویر میکروسکوپی سنگهای آندزیتی و بازالتی، علائم اختصاری به کار رفته در شکلها از Kretz (1983) اقتباس شده اند.
A : بافت هیالومیکرولیتی پورفیریک؛ B : بافت گلومروپورفیریک؛ C : بافت وزیکولار؛ D : فنوکریست کلینوپیروکسن با ماکل ساده

www.SID.ir

Archive of SID

برای نامگذاری پیروکسن های گروه Ca-Mg-Fe نمونه ها از نمودار سه تایی Wo-En-Fs (Morimoto, 1988) استفاده می شود. همانطور که در این نمودار دیده می شود (شکل۳-A) بیشتر کلینوپیروکسن های سنگ (بازالت و آندزی بازالت) از گونه کلسیک بوده و در محدوده اوژیت واقع می شوند و تعداد کمی هم (بازالت) در محدوده پیژونیت (فقیر از کلسیم) قرارگرفته اند.

تعیین شرایط تکتونوماگمایی بر اساس شیمی کانی های کلینوپیروکسن

در ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن ها، نه تنها ساختار و ترکیب شیمیایی مذاب مادر بلکه عوامل دیگری مانند ضریب جدایش عناصر در کلینوپیروکسن، کنترل های فیزیکی مثل دما، فشار و ترتیب تبلور و سرعت سرد شدن ماگما تاثیرگذارند (Nisbet and Pearce, 1977). بعبارتی دیگر همیشه ترکیب کلینوپیروکسن بیانگر ترکیب ماگمایی نیست که از آن متبلور شده و باید نقش دیگر عوامل را نیز در نظر گرفت.

تعیین سرشت ماگمایی سنگ ها بر اساس شیمی کلینوپیروکسن

از بین کانی های موجود در سنگ ها، کلینوپیروکسن می تواند همه عناصر موجود در ماگما را در خود جای دهد، بنابراین ترکیب آن می تواند نماینده نوع ماگمایی باشد که از آن نشأت گرفته است. *نمودار TiO_2 در مقابل Al_2O_3* در این نمودار (شکل۳-B)، بیشتر نمونه ها در محدوده کالک آلکالن و تعداد کمی در محدوده تولئیتی واقع می شوند.

نمودارهای تعیین کننده سری ماگمایی سنگ منشأ کلینوپیروکسن

نمودار دیگری که با استفاده از آن می توان بازالت های کوهزایی (تولئیت و کالک آلکالن) را از یکدیگر تفکیک نمود، نمودار Ti در برابر Al می باشد. بر اساس این نمودار، کلینوپیروکسن های سنگ های منطقه مورد پژوهش، در محدوده بازالت های کالک آلکالن قرار می گیرند (شکل ۳-C).

تعیین محیط تکتونیکی سنگ های منطقه بر اساس شیمی کانی کلینوپیروکسن

نمودار SiO_2 در مقابل Al_2O_3

میزان Ti و Al درون شبکه ساختاری پیروکسن به فعالیت SiO_2 ماگمایی که از آن متبلور می شود، بستگی دارد بطوریکه مقدار این عناصر از ماگمای ساب آلکالن به سمت ماگمای آلکالن و پرآلکالن افزایش می یابد. با استفاده از این ویژگی، محیط های تکتونیکی سنگ ها، از یکدیگر قابل تفکیک هستند (Le Bas, 1962). همانطور که دیده شد آندزی بازالتها و بازالت های منطقه در محدوده ساب آلکالن قرار می گیرند. با توجه به اینکه سنگهایWPT , AB , OFB همگی در محدوده ساب آلکالن قرار می گیرند، تشخیص این سه گروه از یکدیگر مشکل است. درجه جدایش ماگمای اولیه و شرایط تبلور چنین هم پوشانی هایی را منجر می شود (Gibb, 1973) (شکل ۳-D).

www.SID.ir

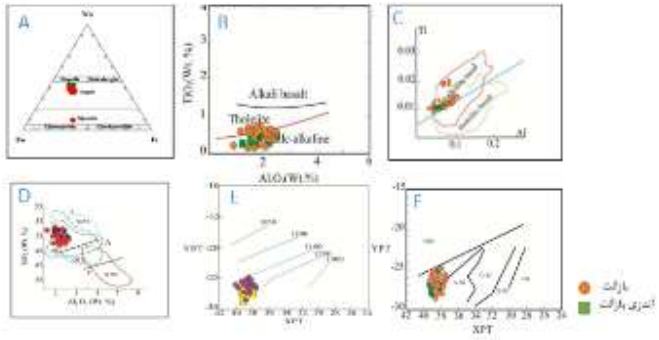
Archive of SID

ژئوترمومتری کلینوپیروکسن های سنگ های منطقه

(Soesoo, 1997) بر اساس ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن ها، نموداری را ابداع نمود که با استفاده از آن می توان دمای تشکیل کلینوپیروکسن های سنگ را تعیین کرد. طبق این روش دمای تشکیل اغلب پیروکسن ها ۱۱۵۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد محاسبه شد (شکل ۳-E). به عبارت دیگر این بازه دمایی نشان دهنده تغییرات دما در هنگام تبلور کلینوپیروکسن ها است.

ژئوبارومتری کلینوپیروکسن ها در سنگ های مورد پژوهش

ترکیب شیمیایی پیروکسن ها، ابزار مهمی برای سنجش فشار در سنگ های آذرین محسوب می شود. بر اساس نمودار سوئسو (Soesoo, 1997) و با استفاده از میزان XPT و YPT ، فشار تبلور اغلب کلینوپیروکسن ها در سنگ های مورد بررسی، بین با ۲ تا۵ کیلوبار می باشد (شکل ۳-F).



شکل۳-A- نمایش ترکیب کلینوپیروکسن های منطقه بر روی نمودار سه تایی B.Wo-En-Fs - نمودار TiO_2 در مقابل Al_2O_3 C- نمودار Ti در برابر Al-D- نمودار میزان SiO_2 در برابر Al_2O_3 E-تعیین دمای کلینوپیروکسنها با استفاده از روش سوئسو(Soesoo, 1997) F- نمودار تعیین فشار کلینوپیروکسن ها

بحث و نتیجه‌گیری

منطقه مورد بررسی در شمال اصفهان و جنوب نطنز حدفاصل طرق- مزده واقع شده است. طیف سنگی مشاهده شده در منطقه از اسیدی تا بازیک (ریولیت به مقدار کم تا آندزی بازالت و بازالت) تغییر می کند. از جمله بافت های مشاهده شده در این سنگ ها می توان هیالومیکرولیتی پورفیری، گلومروپورفیریک و وزیکولار را نام برد. کانی های شاخص سنگ های بازیک، الیوین ایدیگزیتی شده، پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن هایی به شکل فنوکریست کامل گاه با ماکل ساده می باشند. کلینوپیروکسن ها اغلب دارای ترکیب اوژیت می باشند. دماهای محاسبه شده کلینوپیروکسن ها با استفاده از روش های گوناگون، نشان دهنده آن است که اغلب پیروکسن ها در طیف دمایی بین ۱۱۵۰ تا۱۲۰۰ درجه سانتیگراد متبلور شده اند. طیف دمایی مزبور، گویای تغییرات دما حین تبلور کلینوپیروکسن است. با توجه به نمودار فشار سنجی، فشار تشکیل

www.SID.ir

Archive of SID

کلینوپیروکسن ها کمتر از ۱۰ کیلوبار و درگسترده عمق ۲ تا ۵ کیلوبار برآورد می شود که با توجه به جنس سنگ های منطقه معقول به نظر می رسد.

References

Gibb, F. G. F. (1973) The zoned pyroxenes of the Shiant Isles Sill, Scotland. Journal of Petrology, 14(2): 203-230

Kushiro, I. (1960) Si- AI relation in clinopyroxenes from igneous rocks. American Journal of Science, 258(5): 548-554.

Shahabpour, J. (2007) Island-arc affinity of the Central Iranian volcanic belt. Journal of Asian Earth Sciences, 30(5): 652-665.

Soesoo, A. (1997) A multivariate statistical analysis of clinopyroxene composition: empirical coordinates for the crystallization P-T estimations. Geological Society of Sweden (Geologiska Föreningen), 119(1): 55-60.

Le Bas, N. J. (1962) The role of aluminous in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage. American Journal of Science 260(4): 267-88.

Leterrier, J., Maury, R. C., Thonon, P., Girard, D. and Marchal, M. (1982) Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleo-volcanic series. Earth and Planetary Science Letters.59 (1): 139-154. Soesoo, A. (1997) A multivariate statistical analysis of clinopyroxene composition: empirical coordinates for the crystallization P-T estimations. Geological Society of Sweden (Geologiska Föreningen), 119(1): 55-60.

Verdel, C., Wernicke, B. P., Hassanzadeh, J., and Guest, B. (2011). A Paleogene extensional arc flare-up in Iran. Tectonics, 30(3).

Zahedi, M. Rahmati, M. (2000) Geological map of Tarq, Scale 1:100000, Geological Survey and Mineral Exploration (in Persian).

www.SID.ir