Archive of SID

سومین همایش ملی کوهشناسی و بلورشناسی انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران
3rd National Symposium of Gemology and Crystallography of Iranian Society of Crystallography and Mineralogy
دانشگاه شهید بهشتی

کاربرد زمین شیمی کانی بیوتیت در تعیین ماهیت ماگمای کوارتزدیوریتی

محبوبه جمشیدی بدر[۱]، مهناز خادمی پارسا*[۲]، مهرداد بهزادی[۳]

۱)استادیار دانشگاه پیام نور، m_jamshidi@pnu.ac.ir

۲)دکتری پترولوژی، دانشگاه شهید بهشتی

۳) عضو هیئت علمی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

کانی بیوتیت یکی از کانی‌های همراه در سنگ‌های آذرین می‌باشد که می تواند در تعیین ماهیت ماگمای توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی کاربرد داشته باشد لذا در این تحقیق زمین شیمی کانی بیوتیت جهت تعیین ماهیت ماگمای توده کوارتز دیوریتی سرویان مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیز نقطه‌ای ریز پردازش الکترونی بیوتیت‌ها نشان می‌دهد که بیوتیت‌های توده گرانیتوئیدی سرویان از نوع بیوتیت‌های منیزیم‌دار می‌باشد. محتوای Al^T بیوتیت‌ها در محدوده‌ی ۲/۵۲-۲/۳۶، با $(\Sigma FeO)/(\Sigma FeO+MgO)$ بین ۰/۵۵ تا ۰/۵۸ و تمرکز MgO در گستره ۱۵/۱۹-۱۲/۷۷ درصد وزنی است، این شرایط نشان می‌دهد توده گرانیتوئیدی سرویان متعلق به سری ماگمایی کالک‌آلکالن بوده و از رده گرانیت‌های کوهزایی نوع I می‌باشد و فوگاسیته اکسیژن ماگمای توده نفوذی در زمان تبلور بالا بوده است، نتایج حاصل از زمین شیمی کانی بیوتیت با نتایج حاصل از پتروگرافی و زمین شیمی کل سنگ نیز یکسان می باشد.

کلیدواژه: زمین شیمی بیوتیت، توده کوارتز دیوریتی، ماگمای کالکوآلکالن، فوگاسیته اکسیژن.

مقدمه

کانی بیوتیت یکی از کانی های فرومنیزین معمول در سنگ های گرانیتوئیدی می‌باشد که مهمترین میزبان آلومینیوم اضافی در گرانیت‌های است که فاقد آلومینیوسیلیکات، گارنت و کردیریت هستند بنابراین بررسی شیمی کانی بیوتیت می‌تواند پرآلومین بودن ماگمای میزبان را مشخص نماید (Jiang et al. 2002; Lalonde & Bernard, 1993; Whalen & Chappell, 1988) همچنین مقدار آهن فرو و فریک بیوتیت نشانگر شرایط اکسیداسیون-احیا در حین تبلور ماگما می‌باشد (Stone, 2000; Stone, 2000; Wones & Eugester, 1965; Barrere & Cotton, 1991; Albuquerque, 1973; Noyes et al., 1983). بنابراین با تعیین مقادیر کاتیون‌های آهن فرو و فریک بیوتیت‌های ماگمایی می توان فشاربخشی اکسیژن به هنگام تبلور بیوتیت را ارزیابی نمود. در این تحقیق با بررسی زمین شیمی بیوتیت های کوارتز دیوریتی توده نفوذی سرویان ماهیت ماگمایی این توده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. توده نفوذی سرویان یکی از توده‌های نفوذی زون ماگمایی اورمیه – دختر می‌باشد که در ۱۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان دلیجان و در استان مرکزی قرار دارد و در نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کهک معرفی شده است (قلمقاش و باباخانی، ۱۳۷۲)، معادن آهن سرویان نیز به بطور ژنتیکی در ارتباط با توده های نفوذی گرانیتوئیدی سرویان می‌باشد.

روش مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش تجزیه نقطه‌ای از کانی بیوتیت در آزمایشگاه کانی‌شناسی مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران، با استفاده از دستگاه EPMA، مدل SX100 ساخت شرکت Cameca کشور فرانسه با ولتاژ شتاب دهنده 15KV و شدت جریان 20nA انجام شده است. فرمول ساختاری بیوتیت‌ها بر اساس ۲۲ اکسیژن ساختاری محاسبه شده و تفکیک آهن دو ظرفیتی و سه ظرفیتی بر اساس روش (Dymek, 1983) انجام گرفته است.

پتروگرافی توده کوارتزدیوریتی سرویان

کانی‌های اصلی توده نفوذی کوارتزدیوریتی سرویان شامل کوارتز بی‌شکل، پلاژیوکلاز شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار با ماکل پلی‌سنتتیک و در برخی نقاط با منطقه‌بندی نوسانی، بیوتیت نیمه شکل‌دار تا شکل‌دار، کانی‌های فرعی آلکالی‌فلدسپار، کانی‌های کدر، اسفن، آپاتیت و زیرکن و کانی‌های ثانویه نظیر کلریت و سرسیت است.

کانی بیوتیت به عنوان کانی اصلی مافیک در سنگ‌های کوارتزدیوریتی توده نفوذی سرویان مشاهده می‌شود. این کانی اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره، به شکل تیغه‌ای و صفحه‌ای، با اندازه ریز تا متوسط بلور بی‌شکل تا شکل‌دار در سنگ‌های کوارتزدیوریتی پراکنده شده و در برخی نقاط در راستای رخ‌ها و شکستگی‌ها به کلریت تبدیل شده است.

بحث

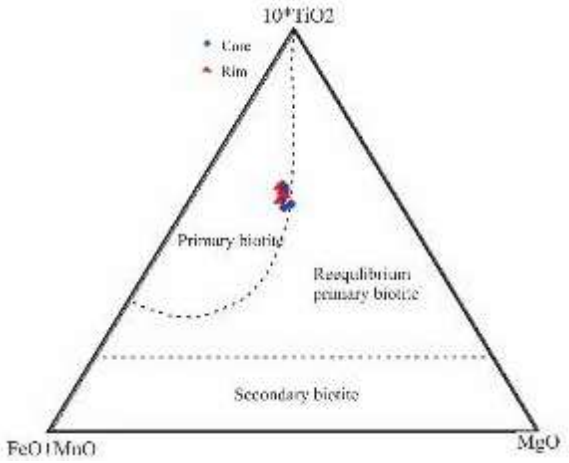
شیمی کانی بیوتیت

به منظور شناسایی بیوتیت‌های اولیه از ثانویه از نمودار سه‌تایی چیت و همکاران (۲۰۰۵) استفاده شده است. این نمودار می‌تواند بیوتیت‌های اولیه یا ماگمایی را از بیوتیت‌های اولیه‌ای که دستخوش تعادل مجدد شده‌اند و نیز بیوتیت‌های ثانویه جدا کند. بر اساس این نمودار همه بیوتیت‌های مورد بررسی نسبتا غنی از TiO_2 بوده و در قلمرو بیوتیت‌های اولیه ماگمایی قرار می‌گیرند (شکل ۱). معمولاً مقدار Ti در بیوتیت‌های همزیست با فازهای اکسیدی اشباع از Ti افزایش نشان می‌دهد (Dymek, 1983). بیوتیت‌های مورد بررسی به طور قابل توجه با فازهای اکسیدی Fe-Ti همزیست هستند (شکل ۲) که احتمالاً این ویژگی توانسته است تا حدی مقدار Ti بیوتیت‌ها را افزایش دهد.

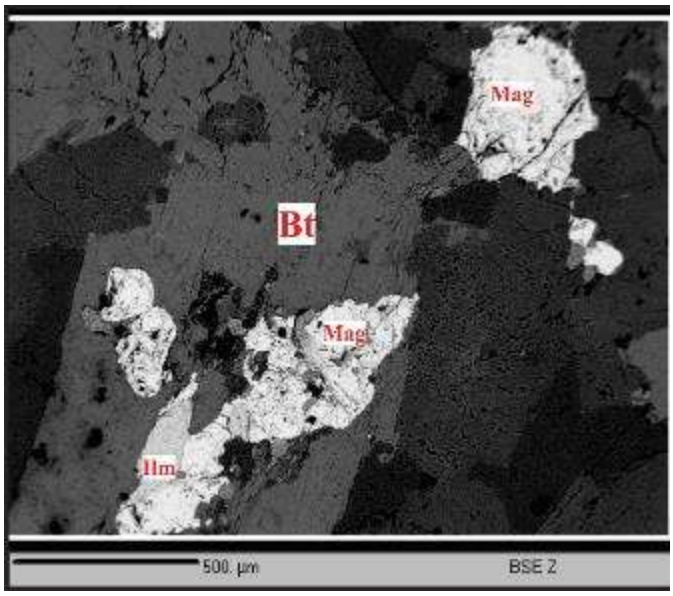
بیوتیت‌های توده گرانیتوئیدی سرویان دارای تمرکز بالایی از MgO (۱۲/۷۷-۱۵/۱۹) و مقدار پایینی از Al_2O_3 (۱۴/۵۲-۱۳/۳۴) است. نسبت $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ در این بیوتیت‌ها بین ۰/۶۴ تا ۰/۸۳ تغییر می‌کند. همچنین بیوتیت‌های مورد بررسی دارای تمرکز نسبتا پایینی از FeO (۱۶/۳۵-۱۷/۸۷) است. خصوصیات ذکر شده نشان می‌دهد که تمام بیوتیت‌های درون توده کوارتزدیوریتی سرویان اولیه هستند و به طور مستقیم از ماگما متبلور شده‌اند (Stone, 2000). میزان Fe، Mn و K در بیوتیت‌ها با افزایش عدد منیزیم روند کاهشی داشته، در حالی که میزان Al با افزایش عدد منیزیم افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: نمودار سه تایی $10*TiO_2$، FeO+MnO و MgO (Nachit et al, 2005)، تمام بیوتیت های مورد بررسی از نوع اولیه و ماگمایی هستند.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی (BSE) ادخال بلورهای مگنتیت و ایلمنیت درون کانی بیوتیت.

رده‌بندی کانی بیوتیت

بیوتیت محلول جامد چهار عضو انتهایی آنیت، سیدروفیلیت، فلوگوپیت و ایستونیت است که بر پایه این چهار فاز نمودار ASPE طراحی شده است، که جهت تعیین ترکیب میکاهای هشت وجهی سه گانه به کار می‌رود (Spear, 1984; Rieder et al., 1998). بیوتیت‌های مورد بحث در نمودارهای فوستر (1960) در محدوده بیوتیت‌های منیزیم‌دار قرار می‌گیرند، که

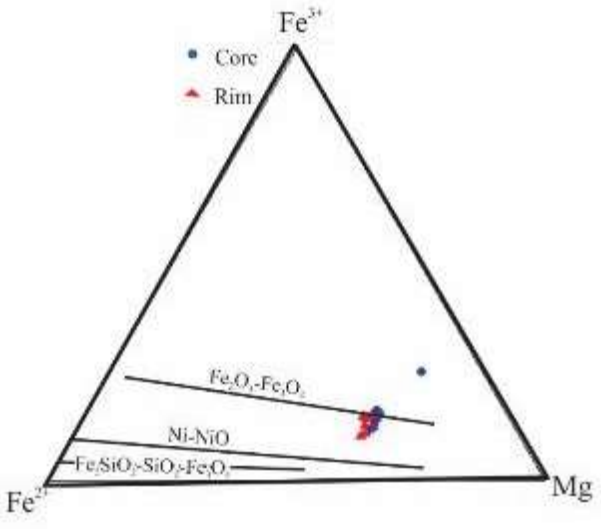
www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند به دلیل تبلور اولیه اکسیدهای آهن در قالب مگنتیت و ایلمنیت باشد، این کانی‌ها اغلب توسط فنوکریست‌های بیوتیت احاطه شده‌اند.

تعیین فوگاسیته ماگما

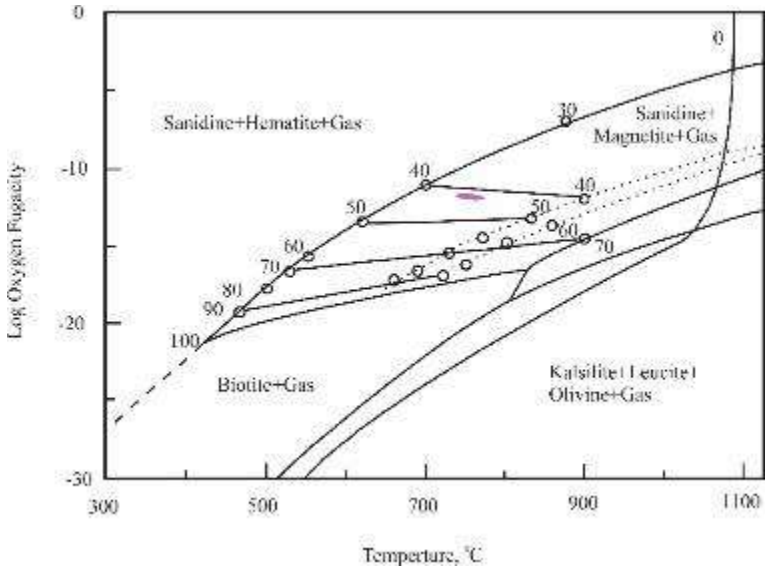
پژوهش‌های انجام شده (Wones & Eugester, 1965; Barrere & Cotton, 1991; Albuquerque, 1973; Noyes et al., 1983) نشان می‌دهند که می‌توان از فراوانی Fe^{3+}، Fe^{2+} و Mg^{2+} بیوتیت، در مجموعه کانیایی بیوتیت، مگنتیت و آلکالی‌فلدسپار جهت محاسبه شرایط فوگاسیته اکسیژن در طول تبلور استفاده نمود. بر اساس مطالعات میکروسکوپی توده نفوذی سرویان از کانی‌های پلاژیوکلاز، کوارتز، بیوتیت، مگنتیت و آلکالی‌فلدسپار تشکیل شده است و مجموعه کانیایی یاد شده، جهت محاسبه فوگاسیته اکسیژن با استفاده از ترکیب بیوتیت مناسب می‌باشند. بر اساس نمودار سه تایی Wones & Eugster (1965) تمام بیوتیت‌های مورد بررسی در محدوده بافر $Fe_2O_3 - Fe_3O_4$ قرار می‌گیرند (شکل۳) که بیانگر تبلور ماگما در شرایط فوگاسیته اکسیژن بالا است. در نمودار $\mathrm{Log}\ fO_2 - T$ در شرایط $PH_2O = 207\ MPa$ (Wones & Eugster, 1965)، بیوتیت‌های توده گرانیتوئیدی سرویان در $\log fO_2$ برابر با 10^{-11} تا 10^{-13} قرار می گیرند (شکل ۴).



شکل۳: نمودار سه تایی Fe^{3+}، Fe^{2+} و Mg^{2+} بیوتیت‌ها (Wones & Eugster, 1965)، بیوتیت‌های مورد بررسی در محدوده بافر $Fe_2O_3 - Fe_3O_4$ قرار گرفته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: نمودار دوتایی $\mathrm{Log}\ fO_2 - T$ جهت تعیین شرایط تبلور بیوتیت (Wones & Eugster, 1965)، اعداد ۱۰۰-۰ نشان دهنده پایداری بیوتیت بر اساس میزان ((Fe/(Fe+Mg)*100 است.

تعیین ماهیت ماگما

عبدالرحمن (۱۹۹۴) جهت تعیین سری ماگمای سازنده بیوتیت ها با استفاده از اکسیدهای عناصر اصلی Al_2O_3 وMgO ,FeO_{Total} در بیوتیت ها اقدام به طبقه بندی گرانیتوئیدها نمود. نسبت FeO^*/MgO در بیوتیت های سنگ های آلکالن را برابر ۷/۰۴، در بیوتیت های سنگ های پرآلومین را برابر۳/۸۴ و در بیوتیت های کالک آلکالن مقدار آن را ۱/۷۶ اندازه گیری کرد. بر این اساس سه سری ماگمایی سه محدوده تکتونیکی را برای گرانیتوئیدها معرفی کرد که هرکدام حاصل نوع و کمیت جانشینی های خاصی از سه عنصر آهن، منیزیم و آلومینیوم با یکدیگر بوده است. آنچه که در این نمودارها نقش تعیین کننده را دارد، مقدار آهن و منیزیم و آلومینیوم نبوده در حقیقت روندها و جانشینی های سه اکسید اصلی آهن، منیزیم و آلومینیوم نسبت به یکدیگر نیز دارای اهمیت است.

بیوتیت های توده های نفوذی توده نفوذی کوارتزدیوریتی سرویان در محدوده ی C و کالکوالکالن قرارگرفته اند.

بر طبق نظر والن و همکاران (Whalen & Chappell, 1988) بر اساس میزان Al^{VI} بیوتیت می‌توان گرانیت‌های نوع I و S را از یکدیگر تفکیک نمود. گرانیت‌های نوع I با بیوتیت‌های با میزان Al^{VI} پایین همراه هستند، در حالی که گرانیت‌های نوع S شامل بیوتیت‌هایی با Al^{VI} بالاتر می‌باشند. میزان Al^{VI} بیوتیت‌های مورد بررسی بین ۰ تا ۰/۰۷ متغیر است که نشان می‌دهد کوارتز دیوریت های سرویان از رده گرانیت‌های نوع I هستند. همچنین بر طبق نمودار (Jiang et al. 2002) تمام بیوتیت‌های مورد بررسی در گستره گرانیت‌های کوهزایی نوع I قرار می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

زمین شیمی کانی‌های بیوتیت توده نفوذی کوارتزدیوریت سرویان از نوع بیوتیت اولیه ماگمایی و منیزیم‌دار می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعه شیمی کانی بیوتیت ماهیت ماگمایی توده کوارتز دیوریتی سرویان را از نوع گرانیت های I تعیین شده که این نتایج بر مبنای مطالعات پتروگرافی با حضور کانی فرعی اسفن نیز تایید می‌شود و همچنین بر مبنای زمین شیمی کانی بیوتیت سری ماگمایی این توده را از نوع سری ماگمایی کالکوآلکالن و شرایط تبلور ماگمای این توده در فوگاسیته بالای اکسیژن می‌باشد که این نتایج با حضور کانی های فلزی مگنتیت و ایلمنیت که به حالت انکلوزیون در کانی بیوتیت تشکیل شده‌اند همخوانی دارد و کانی زایی فلزی در مجاورت توده نفوذی کوارتز دیوریتی سرویان نیز تاییدی بر فوگاسیته بالای اکسیژن در زمان تبلور توده نفوذی است.

منابع فارسی

قلمقاش ج.، باباخانی ع.ر.، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کهک، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۷۲).

References

Abdel-Rahman A., "Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline and peraluminous magmas", Journal of Petrology 35 (1994) 525– 541.

Albuquerque C.A.R., "Geochemistry of biotites from granitic rock northern Portugal", Geochimica et Cosmochimica Acta 37 (1973) 1779-1802.

Barriére M., and Cotton J., "Biotites and associated minerals as markers of magmatic fractionation and deuteric equilibration in granite", Contributions to Mineralogy and Petrology 70 (1979) 183-192.

Dymek R. F., "Titanium, aluminum and interlayer cation substitutions in biotite from high-grade gneisses West Greenland", American Mineralogist 68 (1983) 880-889.

E.W., Robert J.L., Sassi F.P., Takeda H., Weiss Z., Wones D.R.,"Nomenclature of the micas" , Canadian Mineralogist 36 (1998) 905-912.

Jiang Y.H., Jiang S.Y., Ling H.F., Zhou X.R., Rui X.J., Yang W.Z., "Petrology and geochemistry of shoshonitic plutons from the western Kunlun orogenic belt, Xinjiang, northwestern China: implications for granitoid genesis", Lithos 63 (2002) 165-187.

Lalonde A. and Bernard P., (1993). Com position and color of biotite from gran ites: Two useful properties in the characterization of plutonic suites from the Hepburn internal zone of Wopmay orogen, NW Territories. Canadian Mineralogist, 31: 203-217.

Nachit H., Ibhi A., Abia E.H., Ohoud M.B., "Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites", Geomaterials (Mineralogy), Geoscience 337 (2005) 1415-1420.

Noyes H.J., Wones D.R., Frey F.A., "A tale of two plutons: petrographic and mineralogic constraints on the petrogenesis of the Red Lake and Eagle Peak plutons, Central Sierra Nevada, California", The Journal of Geology 91 (1983) 353-378.

Rieder M., Cavazzini G., YakonovY.D., Frank- kanetskii V.A., Gottardi G., Guggenheim S., Koval P.V., Muller, G., Neiva A.M.R., Radoslovich

Spear J. A. "Mica in igneous rock", Mineralogical Society of America, Review in Mineralogy 13 (1984) 299-356.

Stone D., "Temperature and pressure variations in suites of Archean felsic plutonic rocks, Berens river area, northwest superior province, Ontario, Cananda" The Canadian Mineralogist, 38 (2000) 455-470.

Whalen J.B., Chappell B.W., "Opaque mineralogy and mafic mineral chemistry of I- and S- type granites of Lachlan fold belt, southeast Australia", American Mineralogist 73, 3, (1988) 281-296.

Wones D.P., Eugeter, H.P., "Stability of biotite: experiment, theory, and application", The American Mineralogist 50 (1965) 1228-1272.

www.SID.ir