

منطقه بندی شیمیایی آمفیبول، کلیدی برای بررسی فرآیند دگرگونی: مطالعه موردی از منطقه‌ی همدان

میرمحمد میری^{*}، زینب سادات فیض، اندیشه زمان

۱- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایمیل: m.miri@scu.ac.ir

۲- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

تغییرات دما و فشار در طی رخداد دگرگونی بر ترکیب شیمیایی کانی‌ها تأثیر گذار هستند. کانی‌های خانواده آمفیبول، یکی از مهمترین کانی‌ها در سنگ‌های متابازیک و کالک‌سیلیکات هستند که به خوبی با این تغییرات سازگاری می‌یابند. منطقه بندی شیمیایی در آمفیبول‌های پارامفیبولیت‌های منطقه همدان نشان دهنده شکل‌گیری آنها در طی افزایش دما می‌باشد. مقادیر دمای محاسبه شده برای این نمونه‌ها از ۴۹۰ درجه سانتیگراد در مرکز تا ۵۶۰ درجه سانتیگراد در حاشیه تغییر می‌نماید اما در فشار نسبتاً ثابت حدود ۵ کیلو بار. این شرایط با یک رویداد دگرگونی همبری در نتیجه نفوذ توده گرانیتی الوند و سیالات مرتبط با آن سازگاری دارد.

کلیدواژه‌ها: آمفیبول، منطقه بندی شیمیایی، پارامفیبولیت، دگرگونی همبری، همدان

Amphibole zoning as a key to investigate metamorphism process: case study from the Hamedan area

Mirmohammad Miri^{1*}; Zeinab Sadat Feiz², Andishe Zaman

¹ Geology department, Faculty of Earth Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, email: m.miri@scu.ac.ir

² Geology department, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

³ Geology department, Faculty of Earth Science, Shahid Chamran University of Ahvaz

Abstract

Temperature and pressure changes during metamorphic events affect the chemical composition of minerals. Amphibole minerals are one of the most important minerals in metabasic and calc-silicate rocks that are well adapted to these changes. Chemical zoning in amphiboles and para-amphibolites from the Hamedan area indicates their formation during increasing temperatures. The calculated temperature values for these samples vary from 490°C in the center to 560°C at the periphery, but at a relatively constant pressure of about 5 kbar. These conditions are consistent with a contact metamorphic event resulting from the intrusion of the Alvand granite massif and its associated fluids.

Keywords: Amphibole, chemical zoning, Para-amphibolite, Contact Metamorphism, Hamedan

۱- مقدمه

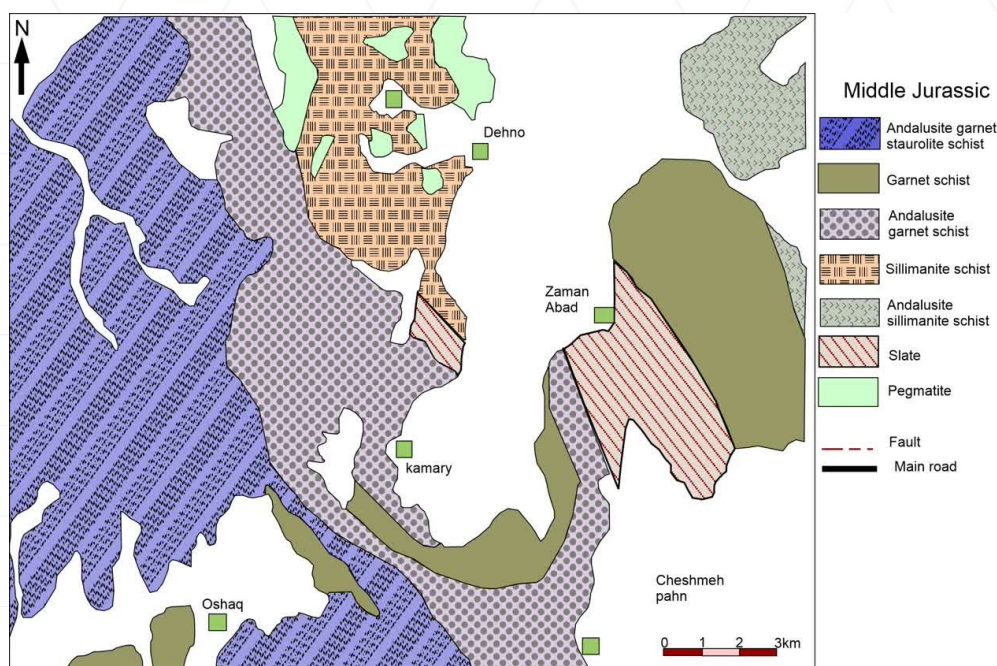
این پژوهش به و تفسیر منطقه‌بندی شیمیایی آمفیبول‌های کلسیم‌دار در لایه‌های آمفیبولیتی مجموعه دگرگونی منطقه‌ی همدان، واقع در پهنه‌ی سندرچ-سیرجان در غرب ایران می‌پردازد. این تحقیق با تمرکز بر سنگ‌نگاری، شیمی کانی‌ها و داده‌های دما و فشارسنجی این آمفیبول‌های، سعی در پی‌بازسازی شرایط دگرگونی و فرایندهای کنترل‌کننده‌ی تکامل ترکیبی آمفیبول‌ها دارد.

۲- مواد و روش‌ها

مقاطع نازک نمونه‌های برداشت شده از منطقه در طی بازدیدهای صحرایی مورد بررسی قرار گرفته و چند مورد مناسب جهت پردازش به روش ریزکاوته الکترونی به دانشگاه نیوبرانسیک کشور کانادا ارسال گشت. منطقه بندی شیمیایی آمفیبول‌ها توسط دستگاه JEOL JXA-733 با ولتاژ 15 kV، شدت جریان 30 nA و قطر پرتو 0.02 mm مورد آنالیز قرار گرفتند.

۳- زمین‌شناسی منطقه

منطقه‌ی همدان بخشی از پهنه‌ی سنج-سیرجان، به‌عنوان یک کمربند مهم آذرین-دگرگونی مرتبط با فرورانش نفوتیس و برخورد قاره‌ای متعاقب آن، محسوب می‌شود (Hassanzadeh and Wernicke, 2016). این ناحیه شامل توالی ضخیمی از سنگ‌های رسوبی پالئوزوئیک تا مزوزوئیک است که به‌طور ناحیه‌ای دگرگون شده و انواع مختلفی از شیست‌ها (حاوی آندالوزیت، استاورولیت، گارنت و سیلیمانیت) را دربر می‌گیرد (Sepahi et al., 2004). این واحدها در برخی بخش‌ها تحت تأثیر دگرگونی مجاورتی ناشی از نفوذ مجموعه‌ی پلوتونیکی الوند قرار گرفته‌اند. لایه‌های باریکی از آمفیبولیت در میان شیست‌های آندالوزیت-گارنت-استاورولیت‌دار و موازی با فولیاسیون آنها رخداد دارند که نشان می‌دهد سرشت دگرگونی مشابهی دارند.

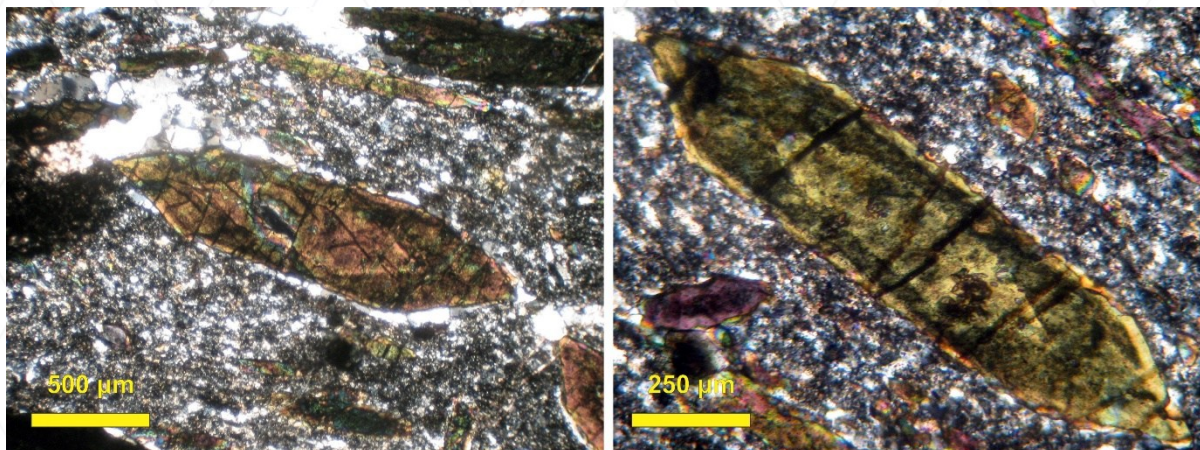


شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از Eghlimi, 1999)

۴- سنگ‌نگاری

آمفیبولیت‌ها شامل بلورهای آمفیبول خودشکل تا سوزنی هستند که در زمینه‌ای ریزدانه از کوارتز و پلاژیوکلاز جای گرفته‌اند. کانی‌های فرعی شامل گارنت، اپیدوت، کلینوزوئیت، تیتانیت و فیبرولیت است. آمفیبول‌های نمونه‌های برداشت‌شده از نزدیکی دایک‌های پگماتیته، منطقه‌بندی نوری مشخصی با مرزهای واضح هسته-حاشیه نشان می‌دهند که با تغییر رنگ تداخلی و زاویه‌ی خاموشی همراه است (شکل ۲). ریزشکستگی‌های پر شده از میکروکلین شواهد مستقیمی از برهم‌کنش دیر هنگام با سیالات غنی از پتاسیم، احتمالاً با منشأ پگماتیته، ارائه می‌نمایند.

ویژگی‌های سنگ‌نگاری مانند حضور اپیدوت، کلینوزوئیزیت، تیتانیت همراه با فراوانی کوارتز و کمیابی پلاژیوکلاز نشان می‌دهد که این آمفیبولیت‌ها منشأ رسوبی (پارا-آمفیبولیت) داشته و احتمالاً از سنگ مادرهای مارنی یا شیل‌های آهکی غنی از کلسیم مشتق شده‌اند. همچنین، شرایط دگرگونی را به رخساره‌ی آمفیبولیت، به‌ویژه زیررخساره‌ی آمفیبولیت میانی، محدود می‌کنند.

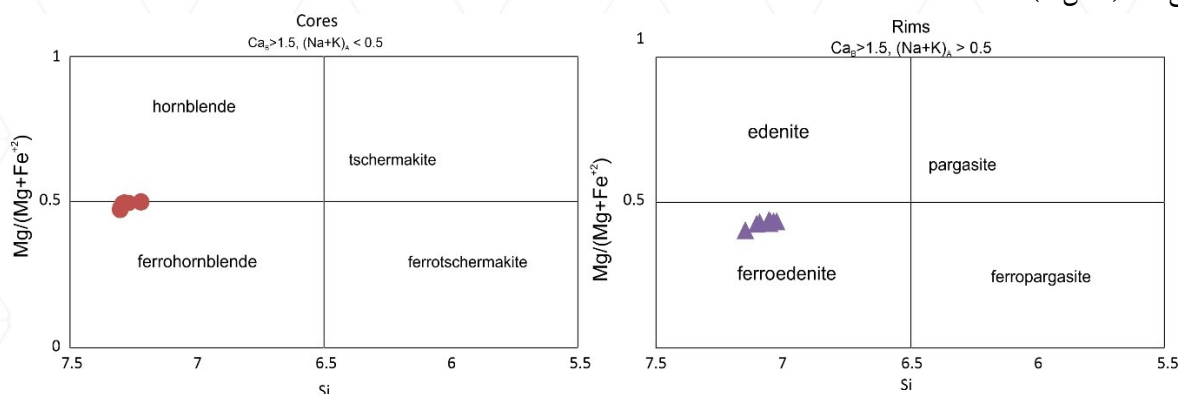


شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی آمفیبول‌های دارای منطقه بندی شیمیایی در نور XPL.

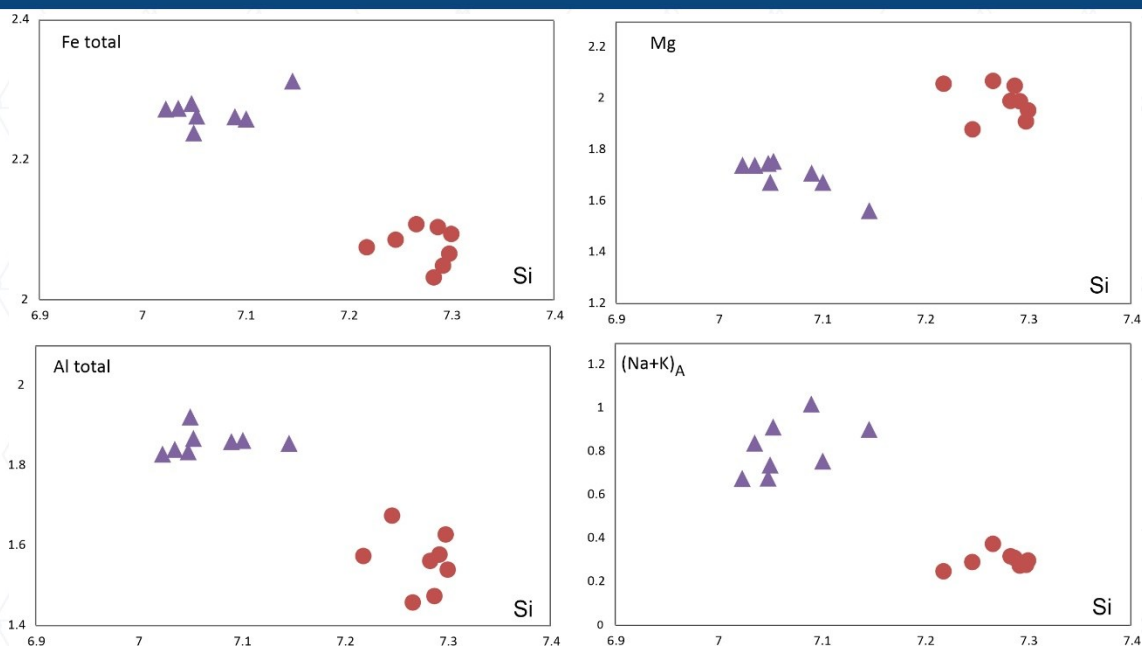
۵- بحث

۵-۱- شیمی کانی‌ها

آنالیزهای ریزپروب الکترونی نشان می‌دهد که آمفیبول‌ها ترکیب کلسیک دارند و کلسیم بیش از ۱/۵ واحد اتمی فرمولی جایگاه B را اشغال کرده است. بر اساس نام‌گذاری آمفیبول‌ها، هسته‌ها فروهورنبلند و حاشیه‌ها فروادینیت هستند که بیانگر تغییرات منظم شیمیایی در طول رشد بلور است (شکل ۳). زون‌بندی شیمیایی با افزایش Al، Fe، Na و K و کاهش Si و Mg از هسته به حاشیه مشخص می‌شود که با جانشینی‌های ادینیتی و تا حدی چرماکیتی سازگار است و افزایش درجه‌ی دگرگونی را نشان می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۳ - رده‌بندی شیمیایی (Hawthorne and Oberti, 2007) آمفیبول‌های مورد مطالعه



شکل ۴- تغییرات آمفیبول‌ها از مرکز به حاشیه.

۵-۲- دما و فشارسنجی

نتایج روش دما و فشارسنجی زنک و شولتز (Zenk and Schulz, 2004) بر مبنای ترکیب آمفیبول دماهای حدود ترتیب ۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار حدود ۴/۳ تا ۴/۷ کیلو بار برای هسته‌های و ۵۴۸ تا ۵۶۷ درجه سانتیگراد و ۵/۵ تا ۵/۹ کیلو بار برای حاشیه‌ها نشان می‌دهد. تخمین‌های فشار با این روش با نتایج به دست آمده بر مبنای Al در ساختار آمفیبول اشمیت (Schmidt, 1992) که مقادیر ۳/۹ تا ۴/۹ کیلو بار برای هسته‌های داخلی، و ۵/۶ تا ۵/۹ کیلو بار برای حاشیه‌ها را ارائه می‌دهد مطابقت دارد. با این حال، زنک و شولتز (Zenk and Schulz, 2004) با سنگ‌های دگرگونی کالبره شده و می‌تواند برای نمونه‌ها قابل اعتمادتر باشد.

۶- نتیجه‌گیری

برآوردهای فشار-دما نشان‌دهنده‌ی افزایش معنی‌دار دما از هسته به حاشیه آمفیبول‌ها در فشار نسبتاً ثابت است که در یک مسیر دگرگونی پیش‌رونده همبری رخ می‌دهد. علاوه بر افزایش دما، نقش سیالات غنی از پتاسیم مرتبط با دایک‌های پگماتیتهی در تغییرات شیمیایی تاخیری آمفیبول‌ها و تقویت منطقه‌بندی آن‌ها برجسته است. این مطالعه اهمیت منطقه‌بندی شیمیایی آمفیبول‌ها را به‌عنوان شاخص حساس برای بازسازی تکامل فشار-دما-سیال در دگرگونی منطقه‌ی همدان و پهنه‌ی ساندج-سیرجان نشان می‌دهد.

۷- تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از دانشگاه شهید چمران اهواز برای تامین بخشی از هزینه‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

- Eghlimi, B., 1999. Geological map of the Hamedan area (1:100000). Geology survey of Iran, Tehran
- Hassanzadeh, J., Wernicke, B.P., 2016. The Neotethyan Sanandaj–Sirjan zone of Iran as an archetype for passive margin-arc transitions. *Tectonics* 35, 586–621
- Hawthorne, F.C., Oberti, R., 2007. Classification of the amphiboles. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 67, 55–88
- Schmidt, M.W., 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 110, 304–310
- Sepahi, A.A., Whitney, D.L., Baharifar, A.A., 2004. Petrogenesis of andalusite-kyanite-sillimanite veins and host rocks, Sanandaj- Sirjan metamorphic belt, Hamadan, Iran. *Journal of Metamorphic Geology* 22, 119–134
- Zenk, M., Schulz, B., 2004 Zoned Ca-amphiboles and related P-T evolution in metabasites from the classical Barrovian metamorphic zones in Scotland. *Mineralogical Magazine* 68, 769–786.