

ویژگی‌های صحرایی و پتروگرافی مگاکریست‌های اولیه آمفیبول در سنگ‌های مافیک-

اولترامافیک شمال غرب دریاچه ارومیه

منیژه اسدپور *

دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم، گروه زمین‌شناسی
m.asadpour@urmia.ac.ir

چکیده

بلورهای درشت آمفیبول (مگاکریست‌ها) از جمله کانی‌های شاخص در سنگ‌های مافیک-اولترامافیک بوده و مطالعه آن‌ها می‌تواند اطلاعات مهمی درباره شرایط فیزیکوشیمیایی و مراحل اولیه تبلور ماگما فراهم آورد. در این پژوهش، ویژگی‌های صحرایی و پتروگرافی مگاکریست‌های آمفیبول در کمپلکس مافیک-اولترامافیک لایه‌ای ممکن در شمال غرب ایران بررسی شده است. این بلورها با اندازه‌ای در حدود ۳ تا ۸ سانتی‌متر و در برخی موارد بزرگ‌تر، به‌صورت خوشه‌ای در هورنبلندیت‌ها و یا به‌صورت منفرد در رگه‌های فلدسپاتی و پگماتیت‌های گابرویی رخ می‌دهند. مشاهدات صحرایی نشان می‌دهد که مگاکریست‌های آمفیبول دارای مرزهای تیز با سنگ میزبان بوده و تمرکز آن‌ها به شکستگی‌ها یا زون‌های دگرسانی محدود نمی‌شود. در مقاطع نازک، این بلورها شکل euhedral تا subhedral، کلیوژهای مشخص و خواص نوری تیپیک آمفیبول‌های ماگمایی شامل پلی‌کروئیسیم قوی و زاویه خاموشی منظم را نشان می‌دهند. نبود جانشینی گسترده توسط کانی‌های ثانویه و فقدان بافت‌های فیبری یا نامنظم، منشأ ثانویه یا دگرسانی‌زاد این آمفیبول‌ها را منتفی می‌سازد. مجموعه شواهد صحرایی و پتروگرافی بیانگر آن است که آمفیبول‌های مورد مطالعه مگاکریست‌های اولیه با منشأ ماگمایی بوده و در یک سیستم مافیک-اولترامافیک نسبتاً غنی از H_2O تبلور یافته‌اند.

کلیدواژه‌ها: مگاکریست آمفیبول، هورنبلندیت، پگماتیت گابرو، ممکن، شمال غرب ایران

Field and petrographic characteristics of primary amphibole megacrysts in mafic-ultramafic rocks NW of Lake Urmia

Manijeh Asadpour
Urmia University, Faculty of Sciences, Department of Geology

Abstract

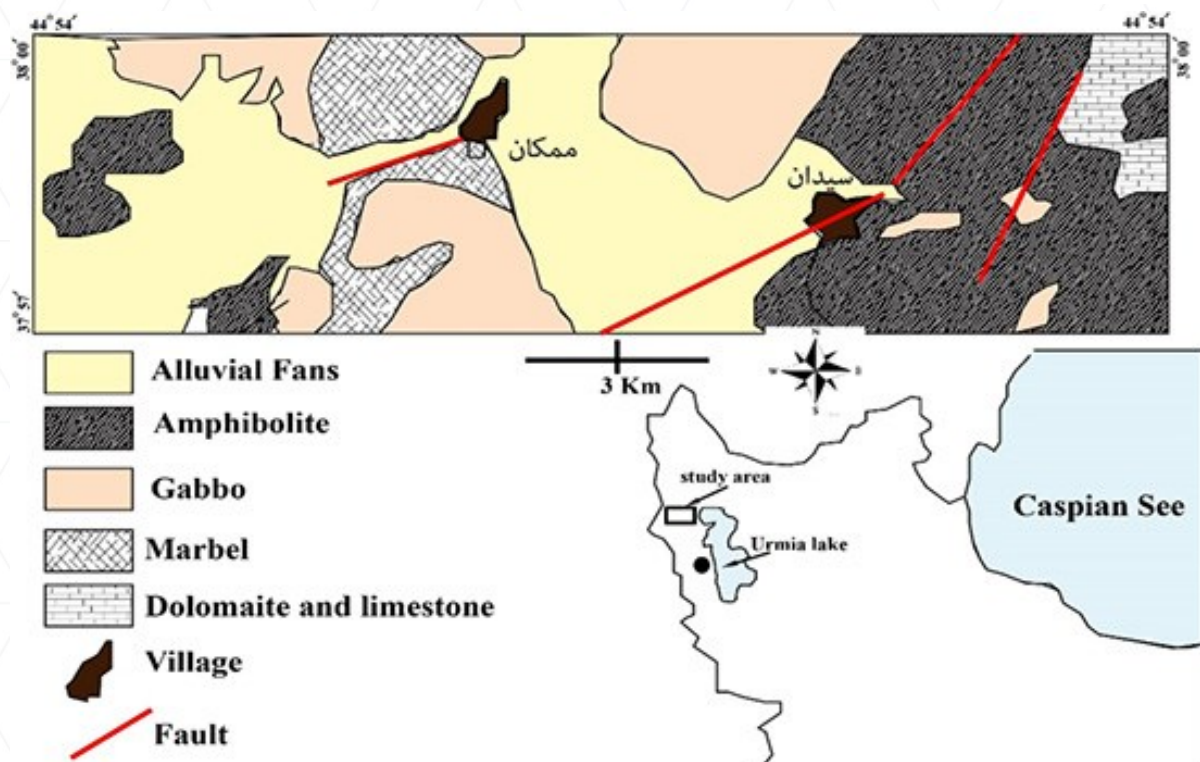
Amphibole megacrysts are important constituents of mafic-ultramafic rocks and provide valuable insights into the physicochemical conditions and early stages of magma crystallization. This study investigates the field occurrence and petrographic characteristics of amphibole megacrysts from the layered mafic-ultramafic Mamakan Complex, located in northwestern Iran within the Sanandaj-Sirjan Zone. The amphibole crystals occur as clusters within hornblendites and as isolated crystals within feldspathic veins and gabbroic pegmatites, with crystal sizes commonly ranging from ~3 to 8 cm and locally exceeding this range. Field observations show that the megacrysts have sharp to very sharp contacts with their host rocks and are not spatially associated with fractures or alteration zones, arguing against a secondary or metasomatic origin. Petrographic studies reveal euhedral to subhedral crystal forms, well-developed cleavage, and typical magmatic optical properties, including strong pleochroism and well-defined extinction angles. The absence of pervasive replacement by secondary minerals such as chlorite, epidote, or tremolite, as well as the lack of fibrous or irregular textures, further supports a primary magmatic origin for these amphiboles. Textural relationships indicate that the amphibole megacrysts crystallized prior to final solidification of the magma and represent early or near-early phases in the crystallization sequence of the mafic-ultramafic system. The abundance of amphibole relative to olivine and pyroxenes, together with the widespread development of hornblende-rich gabbros and gabbroic pegmatites, suggests crystallization from unusually H_2O -rich mafic magmas evolving in a relatively "wet" magmatic system. These amphibole megacrysts thus play a key role in reconstructing the crystallization history and magmatic evolution of the Mamakan Complex.

Keywords: Amphibole megacryst; Hornblendite; Gabbroic pegmatite; Mamakan; Northwestern Iran

۱- مقدمه

بلورهای درشت (Megacrysts) کانی‌های مافیک، به‌ویژه آمفیبول‌ها، از جمله اجزای مهم و در عین حال پیچیده در سنگ‌های مافیک و اولترامافیک محسوب می‌شوند که مطالعه آن‌ها می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره شرایط تبلور ماگما، نرخ رشد بلورها و تاریخچه تحول ماگمایی فراهم آورد. آمفیبول‌ها به دلیل حساسیت بالای ترکیب و پایداری خود نسبت به فشار، دما و میزان آب ماگما، از شاخص‌ترین کانی‌ها در تفسیر فرآیندهای ماگمایی به‌شمار می‌روند. حضور آمفیبول به‌صورت بلورهای درشت و اغلب euhedral معمولاً بیانگر تبلور زود هنگام در محیطی نسبتاً عمیق و غنی از سیالات بوده و می‌تواند نشان‌دهنده شرایط ویژه فیزیکوشیمیایی در مراحل اولیه تبلور ماگما باشد.

شمال غرب ایران، به‌ویژه ناحیه ممکن، بخشی از پهنه زون سندج - سیرجان (آقنابتی و حقی‌پور، ۱۳۸۳) است که در آن رخنمون‌های متنوعی از سنگ‌های مافیک تا اولترامافیک گزارش شده است (اسدپور و همکاران، و ۱۳۹۲). این منطقه به‌دلیل جایگاه زمین‌ساختی ویژه و سابقه فعالیت‌های ماگمایی، بستر مناسبی برای شکل‌گیری و حفظ بلورهای درشت آمفیبول فراهم کرده است. با وجود مطالعات متعدد ژئوشیمیایی و سنگ‌نگاری در مقیاس منطقه‌ای، توصیف دقیق ویژگی‌های صحرایی و پتروگرافی آمفیبول‌های درشت بلور در منطقه ممکن تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این‌رو، پژوهش حاضر با تمرکز بر مشاهدات صحرایی و بررسی‌های پتروگرافی، به توصیف مورفولوژی، روابط بافتی و ویژگی‌های نوری بلورهای درشت آمفیبول همراه با سنگ‌های مافیک - اولترامافیک منطقه ممکن می‌پردازد و تلاش می‌کند شواهدی پتروگرافی از نحوه و شرایط تبلور این بلورها را ارائه کند.



شکل-۱- نقشه زمین شناسی ساده شده از منطقه مورد مطالعه با اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سرو (آقنابتی و حقی‌پور، ۱۳۸۳).

۲- مواد و روش‌ها

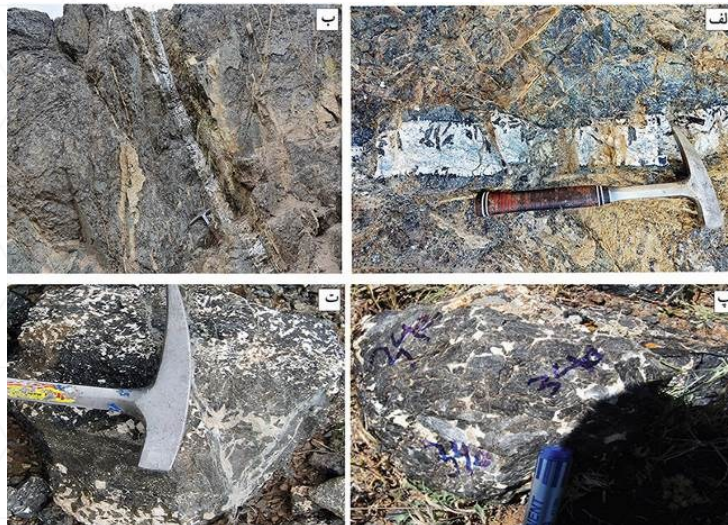
برای مطالعه آمفیبولیت‌های منطقه بعد از پیمایش و اندازه‌گیری‌های صحرایی، تعداد ۳۰ نمونه سنگ برداشت شد. تمام نقاط نمونه برداری توسط دستگاه GPS ثبت مختصات گردیدند. با استفاده از دستگاه برش سنگ از ۲۰ نمونه سالم تر، مقاطع نازک تهیه گردید. سپس مطالعه دقیق کانی‌شناسی و بافتی مقاطع نازک با استفاده از میکروسکوپ انجام گردید.

۳- بحث

منطقه مورد مطالعه (مکان) در شمال‌باختر ورقه سرو و در فاصله حدود ۷۵ کیلومتری شمال شهرستان ارومیه واقع شده و بخشی از زون سنندج-سیرجان به شمار می‌آید (Stocklin, 1968). این منطقه شامل واحدهای رسوبی پرمکبرین و پالئوزوئیک زیرین است. کمپلکس مافیک-اولترامافیک لایه‌ای درون این واحدها نفوذ کرده است (اسدپور و همکاران، و ۱۳۹۲ و شکل ۱). این منطقه شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های مافیک تا اولترامافیک است که عمدتاً به صورت لایه‌های متناوب گابروهای متوسط دانه تا پگماتیت گابرو، آنورتوزیت (با مرز تدریجی) و بخش‌هایی از سنگ‌های اولترامافیک نظیر ورلیت، دونیت، هارزبورگیت، پیروکسنیت و هورنبلندیت رخمون دارند. مرز میان این واحدها در مقیاس صحرایی می‌تواند تیز یا تدریجی باشد که بیانگر تغییرات پیوسته ترکیب ماگما طی فرآیند تبلور است. هر دو بخش مافیک و اولترامافیک توسط دایک‌های فلدسپاتی، عمدتاً آنورتوزیت‌های پگماتیته، قطع شده‌اند. در برخی موارد، توده‌های عدسی‌شکل گابرو در داخل پگماتیت گابروها و یا برعکس قرار گرفته‌اند. این روابط لیتولوژیکی و بافتی نشان می‌دهد که تغییرات ترکیب سنگ‌ها عمدتاً حاصل فرآیندهای درون‌محفظه‌ای مانند تفریق بلوری و تبلور تفاضلی بوده است و نه دگرگونی یا متاسوماتیسم بعدی.

بافت غالب بخش مافیک گرانولار متوسط تا درشت است. مجموعه کانیایی اولیه عمدتاً ساده بوده و شامل $Plg + Cpx \pm$ و $Opx \pm Ol$ و گاهی آمفیبول بصورت بلورهای متوسط تا درشت است. از کانی‌های فرعی می‌توان به کانی‌های اپاک، زوئیزیت، کلریت، اپیدوت، اسفن، کانی‌های سولفیدی و کربنات‌ها اشاره کرد. پگماتیت گابروها دارای بلورهای بسیار درشت پیروکسن، آمفیبول و پلاژیوکلاز هستند که اندازه آن‌ها گاه به بیش از ۱۰ سانتی‌متر می‌رسد؛ به طوری که در مقاطع نازک، معمولاً تنها یک یا دو بلور در میدان دید میکروسکوپ قابل مشاهده است. هورنبلندیت‌ها بخش کوچکی ولی مهم از سنگ‌های اولترامافیک این کمپلکس را تشکیل می‌دهند و به صورت عدسی‌های مجزا یا لایه‌های متناوب همراه با گابروهای لایه‌ای رخ می‌دهند. این سنگ‌ها اغلب حاوی رگچه‌ها و عدسی‌های لویکوکراتی فلدسپاتی هستند که احتمالاً حاصل ذوب‌بخشی محدود گابروها در اثر دگرشکلی شدید و دماهای بالا می‌باشند. بلورهای درشت و اغلب خوش‌رخ هورنبلند به وضوح در صحرا و نمونه دستی در داخل آنها قابل مشاهده‌اند (شکل ۲ و ۳).

بلورهای درشت آمفیبول در منطقه ممکن با اندازه‌های عمدتاً در حدود ۳ تا ۸ سانتی‌متر به صورت خوشه‌ای در هورنبلندیت‌ها و یا به صورت منفرد در رگه‌های فلدسپاتی همراه با سنگ‌های مافیک-اولترامافیک رخ می‌دهند (شکل ۲ و ۳). مشاهدات صحرایی نشان می‌دهد که این بلورها دارای مرزهای نسبتاً تیز در هورنبلندیت‌ها و کاملاً تیز در رگه‌های فلدسپاتی هستند و تمرکز آن‌ها به شکستگی‌ها یا زون‌های دگرسانی محدود نمی‌شود. این ویژگی‌ها نخستین شواهدی هستند که با منشأ اولیه و ماگمایی آمفیبول‌ها سازگارند.

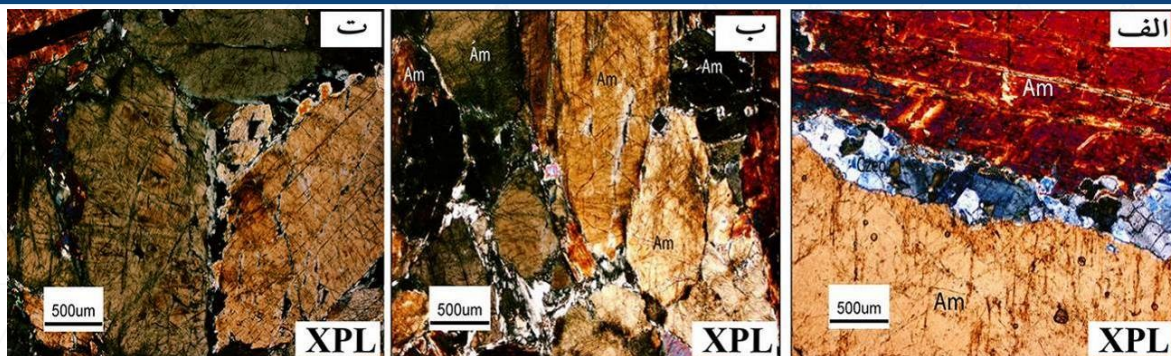


شکل ۲: الف و ب: نمایی از رگه فلدسپاتی حاوی مگاکریست های آمفیبول در داخل یخس مافیکی، پ) رخنمون هورنبلندیت با دشت بلورهای آمفیبول، ت) یک نمونه با مرز تدریجی از پگماتیت گابرو، هورنبلندیت و بخش آنورتوزیتی (مگاکریست های آمفیبول بوضوح دیده می شود).



شکل ۳: الف و ب: بخش های عدسی مانند فلدسپاتی با بلورهای درشت و شکل دار آمفیبول در داخل بخش مافیکی، پ) نمونه دستی یک هورنبلندیت با مگاکریست های درشت آمفیبول، ت) نمونه صحرایی از مگاکریست های آمفیبول در یک متن فلدسپاتی.

در مقاطع نازک، آمفیبول‌ها عمدتاً دارای شکل euhedral در رگه‌های فلدسپاتی و شکل subhedral تا euhedral در پگماتیت گابروها و هورنبلندیت‌ها هستند. این بلورها کلیواژهای مشخص و خواص نوری تیپیک آمفیبول‌های ماگمایی شامل پلی‌کروئیسیم قوی، زاویه خاموشی مشخص و رنگ‌های تداخلی منظم را نشان می‌دهند. نبود جانشینی گسترده توسط کانی‌های ثانویه نظیر کلریت، اپیدوت یا ترمولیت و فقدان بافت‌های فیبری یا نامنظم، تشکیل ثانویه یا دگرسانی‌زاد این آمفیبول‌ها را منتفی می‌سازد (شکل ۴).



شکل ۴. تصاویر میکروسکوپی بلورهای درشت آمفیبول همراه با مقداری از کانی‌های فلدسپار، اپیدوت و کوارتز.

ویژگی‌های مورفولوژیکی و روابط بافتی آمفیبول‌های درشت‌بلور منطقه ممکن حاکی از تبلور آن‌ها در مراحل نسبتاً اولیه تحول ماگما است. شکلدار بودن بلورها و رشد آزاد آن‌ها نشان می‌دهد که تبلور آمفیبول‌ها در شرایطی انجام شده که فضای کافی و نرخ رشد نسبتاً پایین فراهم بوده است؛ شرایطی که معمولاً با تبلور در اعماق بیشتر یا در مراحل اولیه صعود ماگما مطابقت دارد. قرارگیری بلورهای آمفیبول در تماس مستقیم با ماتریکس سنگ میزبان و نبود شواهدی از رشد ثانویه در امتداد شکستگی‌ها نشان می‌دهد که این بلورها پیش از انجماد نهایی مذاب شکل گرفته‌اند. از این‌رو، آمفیبول‌ها را می‌توان به‌عنوان فازهای اولیه یا نزدیک به اولیه در توالی تبلور ماگمایی سنگ‌های مافیک-اولترامافیک منطقه در نظر گرفت. در برخی نمونه‌ها، حضور هاله‌های واکنشی بسیار محدود یا حاشیه‌های کلریتی ضعیف در اطراف بلورها مشاهده می‌شود که احتمالاً به برهم‌کنش محدود آمفیبول‌ها با مذاب یا سیالات در مراحل پایانی تبلور مربوط است و ماهیت اولیه این بلورها را زیر سؤال نمی‌برد. در مجموع، شواهد صحرایی، کانی‌شناسی و پتروگرافی نشان می‌دهد که آمفیبول‌های درشت‌بلور منطقه ممکن مگاکریست‌های اولیه با منشأ ماگمایی هستند. فراوانی بالای هورنبلند نسبت به الیون، پیروکسن‌ها و پلاژیوکلاز در سنگ‌های مافیک، همراه با توسعه گسترده گابروهای پگماتیته و هورنبلنددار، بیانگر آن است که ماگماهای مافیک این منطقه به‌طور غیرمعمولی از H_2O غنی بوده و در یک سیستم ماگمایی نسبتاً آبدار تکامل یافته‌اند. این آمفیبول‌ها نقش کلیدی در بازسازی تاریخچه تبلور و شرایط فیزیکوشیمیایی ماگمای مولد کمپلکس ممکن ایفا می‌کنند.

۴- نتیجه‌گیری

بررسی‌های صحرایی و پتروگرافی انجام‌شده بر روی کمپلکس مافیک-اولترامافیک لایه‌ای ممکن نشان می‌دهد که بلورهای درشت آمفیبول موجود در این مجموعه، مگاکریست‌های اولیه با منشأ ماگمایی هستند. رخداد این بلورها به‌صورت خوشه‌ای در هورنبلندیت‌ها و یا منفرد در رگه‌های فلدسپاتی، همراه با مرزهای تیز با سنگ میزبان و نبود تمرکز آن‌ها در امتداد شکستگی‌ها یا زون‌های دگرسانی، با تشکیل ثانویه یا متاسوماتیسم سازگار نیست. ویژگی‌های نوری تیپیک آمفیبول‌های ماگمایی، شکل subhedral to euhedral و فقدان جانمایی گسترده توسط کانی‌های ثانویه در مقاطع نازک، این تفسیر را تقویت می‌کند. روابط بافتی و لیتولوژیکی میان هورنبلندیت‌ها، گابروهای لایه‌ای و گابروهای پگماتیته نشان می‌دهد که این سنگ‌ها از یک سامانه ماگمایی مشترک منشأ گرفته‌اند و تغییرات ترکیب آن‌ها عمدتاً حاصل فرآیندهای درون‌محفظه‌ای بوده است. در مجموع، شواهد موجود حاکی از آن است که ماگماهای مافیک منطقه ممکن در یک سیستم نسبتاً غنی از H_2O تکامل یافته‌اند که شرایط لازم برای تبلور زودهنگام آمفیبول و تشکیل مگاکریست‌های درشت را فراهم کرده است.

۵- مراجع

- آقائباتی، آ.، حق‌پور، آ.، ۱۳۸۳. نقشه ۱:۱۰۰۰۰ سرو. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- اسدپور، م.، پورمعافی، س.م.، و هویس، ث.، ۱۳۹۲. ژئوشیمی، پترولوژی و تعیین سن توده مافیک - اولترامافیک غازان، شما غرب ایران، مجله پترولوژی، جلد ۴، شماره ۱۴، ص ۱ - ۱۶.
- Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: a review. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin 52, 1229-1258.