یاییز ۸۹، سال بیستم، شماره ۷۷، صفحه ۸۳ تا ۹۰ 😯

سنگشناسی و ژئوشیمی سنگهای مافیک و گرانیت نوع A شاهآشانداغ در شمال خاوری خوی، شمال باختری ایران

مهران ادوای ، احمد جهانگیری ^۲، منصور مجتهدی ^۲ و جلیل قلمقاش ^۳ ۲ دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران. ۲ گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ۳ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران. تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۶/۰۷

چکیدہ

توده شاه آشان داغ در شمال باختری ایران و در حدود ۲۰ کیلومتری شمال خاوری شهرستان خوی واقع شده و بخشی از پهنه ماکو – تبریز است. این توده با مساحتی حدود ۶۰ کیلومتر مربع سنگهای مربوط به پرمین را قطع کرده است و خود توسط رسوبات سخت شده الیگو – میوسن (سازند قم) پوشیده می شود. توده شاه آشان داغ از سنگهای گابرو و آلکالی – فلدسپار گرانیت پدید آمده است. وجود بافتهای پورفیری و گرانوفیری نشانگر ژرفای کم و بافت پرتیتی نشانگر شرایط هیپر سولووس در زمان تشکیل این گرانیت است. سنگهای مافیک غنی شدگی نسبی از LREEs نسبت به HREEs دارند. همچنین غنی شدگی نسبی از HFSEs بجز (Nb, Ta, Hf) را دارند. بی هنجاری های مثبت Nb, Ta که ویژگی بازالتهای میان اقیانوسی نوع پلوم است نیز در سنگهای مافیک منطقه دیده می شود. تودههای مافیک ماهیت تولئیتی داشته و از یک منشأ گوشته ای غنی شده و در ار تباط با پلوم گوشته ای حاصل شده اند. سنگهای گرانیتی شاه آشان داغ با پتاسیم بالا، متاآلومینیوس تا پر آلومینیوس و پر آلکالن ضعیف دارد و به طور نسبی از LILEs بویژه Ro می و Th غنی هستند. این سنگهای گرانیتی شاه آشان داغ ماهیت نیمه قلیایی و در مان تشکیل این و زگی ها می تولنیتی داشته و از یک منشأ گوشته ی غذی شده و در ار تباط با پلوم گوشته ای حاصل شده اند. سنگهای گرانیتی شاه آشان داغ ماهیت نیمه قلیایی عودههای مافیک ماهیت تولئیتی داشته و از یک منشأ گوشته ای غنی شده و در ار تباط با پلوم گوشته ای حاصل شده اند. سنگهای گرانیتی شاه آشان داغ ماهیت نیمه قلیایی و دره مان مانیک ماه ی تولئیتی داشته و از یک منشأ گوشته ای غنی شده و در ار تباط با پلوم تو مانه رست ما هی هم تند. این سنگهای گرانیتی از عناصر Eu, Sr, Nb عاه و Ti فتیرند که این ویژگی ها می تواند نشانگر منشأ گوفتن آنها از مذاب های پوسته ای باشد.

> **کلیدواژهها:** سنگ شناسی، ژئوشیمی، شمال باختری ایران، گرانیت نوع A، شاه آشانداغ. *نویسنده مسئول: جلیل قلمقاش

E-mail: ghalamghash@gsi.org.ir

1- مقدمه

توده اصلی گرانیت شاهآشانداغ با مساحت حدود ۶۰ کیلومتر مربع در محدودههای طولهای جغرافیایی ۴۵ درجه تا ۴۵ درجه و ۱۲ دقیقه خاوری و عرضهای جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی در شمال خاوری خوی، در استان آذربایجان باختری (شکل ۱) واقع است. توده مورد مطالعه بر اساس تقسیمبندیهای ساختاری(Stocklin, 1968; Stampfli, 1978) و نبوی(۱۳۵۵)، به ترتیب در پهنههای ايران مركزي، البرز-آذربايجان و ماكو- تبريز واقع مي شود. اين توده با روند تقريبي شمالی- جنوبی در امتداد جاده ایواوغلی به قره ضیاءالدین برونزد دارد و توسط یک دره بسیار بزرگ به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شده است. مطالعات پیشین انجام گرفته در این منطقه شامل تهیه نقشههای ۱:۲۵۰۰۰۰ ورقه تبریز- پلدشت (افتخارنژاد و همکاران، ۱۹۹۱) و نقشه ۱:۱۰۰۰۰ ورقه قره ضیاءالدین (اسکویی، ۱۳۷۴) و همچنین عابدینمطلق(۱۳۸۲) و ادوای (۱۳۸۲) بوده است. اسکویی (۱۳۷۴) در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قره ضیاءالدین زمان تشکیل توده نفوذی شاه آشانداغ را به پس از پرمین و پیش از میوسن نسبت داده است. عابدینمطلق (۱۳۸۲) سنگهای فلسیک این توده را از نوع غیرکوهزایی (A) و پس از برخورد معرفی کرده است. ادوای (۱۳۸۲) تودههای نفوذی باختر شاه آشان داغ را تحت عنوان تودههای یاریم قیه مورد مطالعه قرار داده و آنها را از نوع A و درون ورقهای معرفی کرده است که در یک محیط کششی مرتبط با کافت جایگیری کردهاند.

در نوشتار حاضر، به توصیف ویژگیهای صحرایی، سنگشناسی و ژئوشیمی سنگهای گابرویی و گرانیتی توده شاهآشانداغ پرداخته میشود.

۲- زمینشناسی منطقه

در منطقه مورد مطالعه سنگهای دگرگونی پرکامبرین و سنگهای رسوبی پالئوزوییک رخنمون دارند (اسکویی و همکاران، ۱۳۷۴). قدیمیترین واحدهای www.SID.ir

سنگی منطقه ماسه سنگهای ریزدانه و دگرگون شده، اسلیت و فیلیت وابسته به سازند کهر مربوط به زمان پرکامبرین است. این سنگها به طور کلی خردشده و تکتونیزه هستند. واحدهای مربوط به پرمین برونزد محدودی در جنوب گرانیت شاه آشان داغ دارند که شامل ماسه سنگهای کوارتزیتی با رنگ سرخ تیره با میان لایه های شیلی به همراه آهکهای ستبر لایه پرمین هستند. این واحد توسط گرانیت شاه آشان داغ قطع و هاله دگر گونی در این سنگها به وجود آورده است (شکل ۲).

واحدهای سنگی کرتاسه که در خاور گرانیت مورد مطالعه قرار دارند، دارای مرز گسلی با گرانیت هستند و شامل آهک و آهک مارنی هستند. واحدهای الیگو- میوسن در این منطقه بهصورت پراکنده و وسیع در باختر و جنوب گرانیت شاهآشانداغ دیده میشود که بیشتر شامل آهکهای ریز دانه به رنگ سفید شیری و در برخی موارد هم با میان لایههای رسی هستند. این واحد با یک کنگلومرای قاعدهای حاوی قطعات گرانیتی، توده شاهآشانداغ را می پوشاند.

توده شاه آشانداغ از سنگهای فلسیک و مافیک پدید آمده است. سنگهای مافیک توده شاه آشانداغ رخنمونهای محدودی از سنگهای گابرویی است که در شمال و جنوب توده دیده می شوند. سنگهای مافیک جنوب توده تو سط سنگهای گرانیتی قطع شدهاند، در حالی که سنگهای مافیک شمال توده ارتباطی با توده گرانیتی نشان نمی دهند. بخش فلسیک توده ترکیب گرانیتی داشته و با رنگ سرخ گوشتی تا صورتی کم رنگ در میان واحدهای درون گیر پرمین و سنگهای مافیک توده نمایان هستند. گرانیتهای این توده با بافت تمام بلورین و مقدار اندکی کانیهای فرومنیزین مشخص است. بخش عمده سنگهای گرانیتی از فلدسپارهای قلیایی پدید آمده است که با رنگ صورتی کم رنگ در متن سنگ خودنمایی می کنند. در سنگهای گرانیتی توده هیچ گونه انکلاوی وجود ندارد.



سنگشناسی و ژئوشیمی سنگهای مافیک و گرانیت نوع A شاهآشانداغ در شمال خاوری خوی، ...

3- سنگنگاری

بر اساس نتایج تجزیه مودال (جدول ۲)، سنگهای مافیک منطقه بیشتر از گابرو تشکیل شده است (شکل ۳). گابروهای جنوب توده شاه آشان داغ بافت میکرو گرانولار داشته و پلاژیو کلاز و پیروکسن کانیهای اصلی آن را تشکیل میدهند. از نظر حجمی پلاژیو کلازها ۴۰ تا ۵۰ درصد و پیروکسنها ۳۰ تا ۴۰ درصد حجمی سنگ را به خود اختصاص دادهاند. آمفیبول با فراوانی ۵ تا ۷ درصد و کانیهای کدر با فراوانی ۳ تا ۵ درصد از کانیهای فرعی این سنگهاست (جدول ۲). اندازه بلورهای پلاژیو کلاز و پیروکسن در این سنگها به ترتیب ۱ تا ۱/۵ میلی متر و ۴/۰ تا ۷/۰ میلی متر است. در این سنگها پلاژیو کلازها به سریسیت و پیروکسنها به کلریت و آمفیبول تبدیل شدهاند (شکل ۴–۵ ول).

گابروهای شمال توده شاهآشان داغ دانه درشت تر بوده، بافت گرانولار داشته و از کانیهای پلاژیوکلاز و پیروکسن به عنوان کانیهای اصلی تشکیل یافتهاند. اندازه بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن در این سنگها به ترتیب ۲/۵ تا ۳ میلیمتر و ۱ تا ۱/۵ میلیمتر است. آپاتیت (به صورت بلورهای تیغهای و کشیده) و تیتانیت از کانیهای عارضهای این سنگهاست. در این سنگها پلاژیوکلازها به سریسیت تبدیل شدهاند اما پیروکسنها به نسبت سالمترند (شکل ۴– c و).

سنگهای فلسیک شاهآشان داغ بر اساس ردهبندی مودال (Streckeisen, 1976) در محدوده فلدسپار قلیایی گرانیت واقع می شوند (شکل ۳). بافت این سنگها گرانولار از نوع دانه های نامساوی (Unequigranular) است. بافت پورفیری با زمینه دانه ریز نیز در سنگ هایی که از ارتفاعات بالاتر برداشت شده، دیده می شود. همچنین بافت های همر شدی شامل گرانوفیری و میکرو گرافیکی به طور فرعی در سنگ وجود دارد (شکل ۴-ع). اندازه بلورهای سازنده سنگ در حد ۱ تا ۵ میلی متر است. فلدسپار قلیایی، کوارتز، پلاژیو کلاز و کانی های فرومنیزین (بیوتیت و آمفیبول) سنگ های این توده را پدید می آورند.

فلدسپار قلیایی بهصورت درشت بلور در اندازههای ۱ تا ۵ میلیمتر با بافت میکروپرتیتی (شکل ۴–f) با فراوانی بیش از ۵۰ درصد در متن سنگ وجود دارد. در برخی نمونهها فلدسپار قلیایی با کوارتز همرشدی نشان میدهد و بافت گرانوفیری و میکروگرافیکی را بهوجود میآورد که حاکی از سرد شدن ماگمای سیلیکاتی کم آب در نقطه کمینه حرارتی (ائوتکتیک) است. اما در برخی موارد، بلورهای فلدسپار قلیایی بهصورت شکلدار دیده میشود که نشان میدهد شروع تبلور از نقطه کمینه حرارتی نبوده بلکه قدری به قطب فلدسپار قلیایی نزدیک است. این کانی در مواردی دگرسان شده و به کانیهای رسی تبدیل شده است. بلورهای کوارتز بهصورت بلورهای نیمه شکل دار تا بی شکل، با ابعاد ۱ تا ۴ میلی متر در متن سنگ حضور دارد در برخی نمونهها بهصورت گرافیکی و گرانوفیری درون فلدسپارهای قلیایی نمایان است. بلورهای کوارتز دارای خاموشی موجی هستند و در بعضی موارد علامت نوري دو محوره از خود نشان ميدهند كه به احتمال زياد اين امر در ارتباط با حاکم بودن فشارهای برشی، در حین و یا پس از نفوذ توده است. این کانی ۲۷ تا ۳۶ درصد حجمي سنگ را به خود اختصاص داده است. پلاژيو کلاز بهصورت بلورهاي نیمهشکلدار، در اندازههای تقریبی ۲ میلیمتری در متن سنگ حضور دارد. درصد حجمی آن به مراتب کمتر از فلدسپار قلیایی است و به تقریب ۵ درصد حجمی سنگ را پديد مي آورد.

کانی فرومنیزین سنگهای گرانیتی بیوتیت و آمفیبول است که به مقدار کم (کمتر از ۵% حجمی) و نیمه شکل دار در فضای بین کانی های دیگر متبلور شده است. بیوتیت ها بیشتر به کلریت تبدیل شدهاند (شکل ۴-g). بررسی خواص نوری آمفیبول ها در زیر میکروسکوپ نشان می دهد که بیشتر آنها از نوع سدیم دار و به احتمال زیاد از www.SID

نوع ریبکیت- آرفودسونیت است (شکل ۴–۱). رنگ این کانی ها سبز متمایل به آبی و زاویه خاموشی آنها ۲-۳درجه است. درصد حجمی آمفیبول در بخش باختری توده (منطقه یاریمقیه) بیشتر از بقیه بخش های دیگر توده است که این امر می تواند در ارتباط با در حاشیه قرار گرفتن و در نتیجه انجماد سریع تر این بخش از توده گرانیتی باشد. تیتانیت و زیرکن به مقدار کم و جزیی در متن سنگ حضور دارند. تیتانیت

بهصورت بلورهای نیمهشکلدار دیده میشود. در بعضی موارد این کانی به همراه کانیهای اپیدوت، کلریت و پلاژیو کلاز است. زیر کن بهصورت بلورهای شکلدار و در داخل کانیهای تیره و یا به همراه فلدسپارهای قلیایی و تیتانیت دیده میشود.

4- ژئوشیمی

به منظور بررسی تحولات ژئوشیمیایی توده گرانیتی شاه آشان داغ ۱۲ نمونه نادگرسان و بدون هوازدگی برای تجزیه XRF (برای عناصر اصلی) و ICP-MS (برای تجزیه عناصر کمیاب و نادر خاکی) انتخاب شدند. تجزیه های XRF در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و تجزیه های ICP-MS همان نمونه ها در آزمایشگاه ALS-CHEMEX کانادا انجام شده است. از بین نمونه های ارسالی برای تجزیه شیمیایی ۳ نمونه مربوط به سنگهای مافیک منطقه (یک نمونه از رخمون شمالی و دو نمونه از رخنمون جنوبی توده) است (جدول ۱).

در نمودارهای ردهبندی سنگهای آذرین درونی نمونههای فلسیک و مافیک توده شاهآشانداغ (شکل ۵–۵) به ترتیب در محدودههای فلدسپار قلیایی گرانیت و گابرو-گابرودیوریت قرار میگیرند. همچنین بر اساس ردهبندی (1985) Middlemost نمونههای فلسیک و مافیک به ترتیب در محدودههای گرانیت و گابرو قرار می گیرند(در اینجا نشان داده نشده است).

شاخص اشباع از آلومینیم تودههای نفوذی مورد مطالعه که بیانگر نسبت مولکولی AL₂O₃ بر مجموع Max₂O+K₂O در نمودار A/CNK (Maniar & Piccoli, 1989) A/CNK و است، برای نمونههای مربوط به سنگهای مافیک منطقه کمتر از ۱ بوده و نشانگر متاآلومین بودن آنهاست و نمونههای گرانیتی مقادیری بین ۸/۰ تا ۱/۱ دارند که باعث قرار گیری آنها در محدودههای متاآلومین، پر آلومین ضعیف و کمی پر آلکالن می شود (شکل ۵-d). نکته قابل توجه این که تمامی نمونههایی که از بخش باختری توده برداشته شده (منطقه یاریم قیه) ویژگی پر آلکالن نشان می دهند و از نظر کانی شناسی دارای کانی های تیره بیشتری نسبت به بقیه سنگهای توده هستند.

بررسی تغییرات عناصر اصلی و کمیاب در نمودارهای(1909) Harker (شکل ۶) نشان می دهد که گرانیت های مورد مطالعه دارای مقادیر بالایی از عناصر,SiO₂,Na₂O, Rb, Y, Zr CaO₂, Rb, Y, Zr و سنگهای گابرویی منطقه دارای مقادیر بالایی از عناصر,CaO در مطاقه مورد مطالعه سنگهای توجه به این که در منطقه مورد مطالعه سنگهای حدواسط وجود ندارند، بنابراین درمورد تفریق سنگهای فلسیک از سنگهای Na₂O, MgO, Sr, Ba مافیک منطقه نمی توان با قاطعیت نظر داد اما روندهای غیرعادی اکسیدهای ,O Sigma a مافیک منطقه را محتمل نمی داند. نبود حضور سنگهای حدواسط این امر را تأیید مافیک منطقه را محتمل نمی داند. نبود حضور سنگهای حدواسط این امر را تأیید می کند.

سنگهای مافیک شمال و جنوب توده شاهآشانداغ گرچه از نظر رفتار برخی عناصر کمیاب اختلافاتی دارند، اما در کل (شکل ۷–۵) الگوی توزیع عناصر کمیاب و کمیاب خاکی کم و بیش مشابهی دارند. در الگوی توزیع عناصر کمیاب خاکی (بهنجار شده نسبت به کندریت) این سنگها غنیشدگی نسبی از HREEsنسبت به HREEs نمایان است. همچنین سنگهای مافیک مورد مطالعه غنیشدگی نسبی از مهران ادواي و همكاران

Hf, نجان منگ دوست بزرگ یون (LILEs) و تهی شدگی نسبی از HFSEs (بجز, HFSEs) نشان می دهند (شکل ۷-۵). به عبارت دیگر این سنگ ها تهی شدگی نسبی از (Ta, Nb Rb, Ba, K, Th, La, Ce, Ta, Hf یا د و عنی شدگی در عناصر Zr, Ti, Tb, Y, Yb و عنی شد گی در عناصر الن سنگ های حوضه های کششی (ان شان می دهند که بسیار مشابه با روند گزارش شده از سنگ های حوضه های کششی Ba, Rb, عناص و فایندهای ثانوی قابل تغییر است، اما اعتقاد بر این است که غلظت مایت (Al-Saleh et al., 2001). گرچه غلظت عناصر به شدت متحرک مانند, Ba, Rb, ع و محقه مای کششی ماست (Inter و فایندهای ثانوی قابل تغییر است، اما اعتقاد بر این است که غلظت مایر عناصر اساساً اولیه است (Al-Saleh et al., 2001). الگوی سنگ های مافیک مورد مطالعه با الگوی سنگ های آتشفشانی جزایر کمانی متفاوت است، به طوری که بی هنجاری های منفی شدید dN و Ta که ویژگی گدازه های کمانی است در این سنگ ها دیده نمی شود. از طرف دیگر بی هنجاری های مافیک مورد مطالعه دیده بازالت های میان اقیانوسی نوع پلوم است، در سنگ های مافیک مورد مطالعه دیده می شود (شکل ۷-۵).

محتوای REEs در سنگهای گرانیتی توده شاه آشان داغ بالاست (جدول ۱) و در نمودارهای بهنجار شده نسبت به کندریت غنی شدگی LREEs نسبت به Ba, Sr یا نشایان است. در نمودارهای میخا منطقه بهنجار شده بر مبنای گرانیت فرضی پشته میان اقیانوسی (Pearce et al. 1984) سنگهای گرانیتی یک روند کاهشی کاملا" مشخص از RD تاکلا دیده می شود (شکل ۷–۵). همچنین برای گرانیتهای مورد مطالعه در این نمودار Ba بی هنجاری منفی شدیدی را نشان می دهد و عناصر RD و Th به طور قابل توجهی نسبت به عناصر MN و Ta غنی شده هستند. همچنین Cm نشای می دان تساط پوسته ای نامید گی نشان می دهند. پختین غنی شدگی های انتخابی به عنوان تسلط پوسته ای (Crustal dominant) یاد شده است (Pearce et al. 1984) بی هنجاری منفی مدیدی را نشان ولیه، برای گرانیتهای مورد مطالعه محاور خودشان غنی شدگی نشان می دهند. است (Ba, Sr یا یو تاین می دهند (شکل ۷–۵). افزون بر این، گرانیت های مورد مطالعه به طور کاملا" واضحی از LILEs بویژه BG و Ta غنی هستند اما از عناصر RS و Ta و مورد مطالعه به طور کاملا" واضحی از ویژگی ها نشانگر منشأ گرفتن این گرانیت ها از مذاب های پوسته ای است (Da می داند که این ویژگی ها نشانگر منشا گرفتن این گرانیت ها از مذاب های

از مطالب بالا چنین برمی آید که گابروهای مورد مطالعه در یک محیط کششی و در ارتباط با یک پلوم گوشتهای تشکیل شده و گرانیتهای مورد مطالعه از مذابهای پوستهای نشأت گرفتهاند.

۵- بحث

5-1.منشأ و جایگاه زمینساختی

سنگهای گابرویی شاه آشانداغ ماهیت تولئیتی دارند (شکل ۸-۵). غنی شدگی نسبی LREE نسبت به HREE و غنی شدگی نسبی از عناصر سنگ دوست بزرگ یون (LILE) نشان می دهد که سنگ های مافیک توده از منشأ گوشته ای غنی شده پدید آمده اند. مقایسه الگوی REE تو ده های مافیک جنوب شاه آشان داغ با تو ده های شناخته شده دنیا مثل گابروهای هورنبلنددار منطقه پانژی هوا چین (Zhao and Zhou, 2007)، که یک گابروی تشکیل شده در رژیم کششی است، تطابق خوبی نشان می دهد (شکل ۷-۵).

سنگهای گرانیتی ویژگی هیپرسولووس داشته و در مجموعهای از نمودارهایی که توسط(I987) Whalen et al. برای شناسایی گرانیتهای نوع A طراحی شده است، در محدوده گرانیتهای نوع A جانمایی میشوند (شکل۹).

حجم بخش گرانیتی توده شاهآشانداغ در مقایسه با بخش مافیک توده بسیار بیشتر است و تفریق آن از بخش مافیک منطقی به نظر نمیرسد. افزون بر آن، در نمودارهای هارکر اکسیدهایی مثل Na₂O و Al₂O و TiO در برابر SiO روند www.SID.ir

افزایشی یا کاهشی مشخص را نشان نمیدهد، بنابراین سنگ های مافیک و فلسیک توده شاه آشان داغ از ماگماهای مجزایی تشکیل شدهاند. ترکیب گرانیتی، محتوای سیلیس و پتاسیم بالا، محتوای بالای عناصر REEs، غنی شدگی LREEs نسبت به HREEs، غنی شدگی نسبی عناصر LILEs, Ce و فقر نسبی از عناصر HREEs, Ba Gr, Nb, Ba و Ti نشانگر منشأ پوستهای سنگهای گرانیتی توده شاه آشانداغ است (Zhao and Zhou, 2007).

بررسی محیط زمین ساختی سنگ های گابرویی شاه آشان داغ با استفاده از نمودارهای (Pearce & Norry (1979) و Cabanis & Leocolle (1989) و (2002) Schandl and Gorton که در شکل ۸ ارائه شده است، نشان می دهد که این سنگ ها از نوع سنگ های بازیک درون ورقهای (معادل بازالت های قارهای) هستند.

همچنین گرانیتهای مورد مطالعه با استفاده از نمودارهای ارائه شده توسط (2002) Schandl and Gorton و Pearce et al. (1984)، که در شکل ۸ و ۹ نشان داده شده است ماهیت درون ورقهای از خود نشان میدهند.

5-2. جایگاه ژئودینامیکی

سنگهای گابرویی مورد مطالعه درون ورقهای بوده و از گوشته غنی شده در ارتباط با یک پلوم گوشته ای نشأت گرفته اند. همچنین گرانیت های مورد مطالعه درون ورقه ای و از نوع A بوده و منشأ پوسته ای نشان می دهند. از ویژگی های مهم گرانیت های نوع A شکل گیری آنها در محیط های کششی است. این نوع محیط های کششی یا مربوط به فعالیت های آغازین کافتزایی است و یا مربوط به کشش های پس از برخورد است(Pitcher, 1997; Nedelec et al., 1997; 1996 برخورد است(Pitcher, 1997). با توجه به شواهد صحرایی و حضور افیولیت های خوی در جوار ناحیه مورد مطالعه، می توان این گرانیت ها را یا به کشش های مربوط به فعالیت های آغازین کافتزایی اقیانوس خوی و یا کشش های پس از برخورد قاره ای و تشکیل افیولیت های مربوطه (افیولیت خوی) نسبت داد. بررسی های ایزو توپی و تعیین سن رادیومتری گرانیت ها می تواند به انتخاب یکی از این محیط ها کمک کند.

6- نتیجهگیری

توده شاه آشان داغ با وسعت تقریبی ۶۰ کیلومتر مربع در انتهای شمال باختری زون ساختاری ایران مرکزی (شمال باختری ایران) و در ۲۰ کیلومتری شمال خاوری شهرستان خوی واقع است. این توده از سنگهای گابرویی و گرانیتی تشکیل شده است. بررسیهای ژئوشیمیایی نشان میدهد که گابروهای مورد مطالعه ماهیت تولئیتی داشته و از ذوب بخشی سنگهای گوشته غنی شده و در ارتباط با پلوم گوشتهای پدید آمدهاند. این گابروها قابل مقایسه با گابروهای تشکیل شده در محیطهای کششی هستند. گرانیتهای مورد مطالعه از جمله گرانیتوییدهای نوع A بوده و ویژگی متاآلومینیوس تا پرآلومینیوس ضعیف داشته و منشأ پوستهای دارند. این گرانیتها را میتوان یا به کششهای مربوط به فعالیتهای آغازین کافتزایی اقیانوس خوی و یا کشش های پس از برخورد قارهای و تشکیل افیولیتهای مربوطه (افیولیت خوی) نسبت داد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایتهای مالی معاونت پژوهشی و معاونت تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز به انجام رسیده است، لذا بدین وسیله از همکاری ارزنده آن معاونت قدردانی میشود و همچنین از نظرات و پیشنهادات سازنده داوران مجله که در ارتقای کیفیت مقاله تأثیرگذار بود، صمیمانه سپاسگزاری میشود.

سنگشناسی و ژ ئوشیمی سنگهای مافیک و گر انیت نوع A شاهآشانداغ در شمال خاوری خوی، ...



جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی و کمیاب توده نفوذی شاه آشان داغ.

	Alkali-feldspar Granites										Gabbros			
	DG3G	YG03	YG02	YG05	TA2	SHG2	SHA1	FSH1G	FSH10G		DG5G	MSB4	MSB3	
Major Oxides (%wt)														
SiO ₂	75.89	77.51	76.72	72.75	76.64	77.30	75.74	75.76	75.59		47.06	47.01	48.69	
TiO ₂	0.23	0.21	0.2	0.48	0.25	0.22	0.2	0.25	0.2		0.17	0.28	0.25	
Al ₂ O ₃	10.24	9.99	10.32	11.41	12.38	11.07	10.92	10.96	11.39		14.5	12.14	11.85	
Fe ₂ O ₃ *	3.07	2.56	2.53	4.64	0.7	2.4	2.88	2.49	2.56		10.31	15.55	15.28	
MnO	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		0.18	0.18	0.19	
MgO	0.12	0.27	0.53	0.15	< 0.1	0.16	0.1	< 0.1	0.1		5.99	6.11	6.04	
CaO	0.72	0.45	0.48	0.4	0.15	0.12	0.37	0.58	0.22		13.04	9.62	8.06	
Na ₂ O	3.44	3.22	3.25	3.99	3.41	3.55	3.02	3.76	2.44		2.21	2.53	2.78	
K20	4.62	4.53	4.7	5	5.18	3.99	5.11	4.86	6.26		1.66	1.11	1.37	
P205	<0.1	<0.1	< 0.1	<0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		1.88	2.45	2.33	
L.O.I.	0.87	0.73	0.62	0.57	0.59	0.5	0.93	0.71	0.67		2.19	2.43	2.75	
trace elements (ppm)														
Rb	134.5	123.5	127.5	120	162.5	127.5	138	154.5	193.5		136.5	65.2	83.2	
Sr	21.5	9.4	12.5	11	13.6	6.6	13.6	12.8	13.3		393	239	248	
Ba	152	43.2	28.4	78.7	114	50.1	231	176.5	166.5		279	140.5	181	
Zr	1320	618	309	430	840	1000	685	606	694		95	177	155	
Y	161	60.3	82.4	53.2	99.6	121.5	87.1	49.8	79		14.9	34	35.2	
Nb	119	63	65.5	59.5	76.6	81.2	69.6	40.9	60.8		6.1	22.9	25.7	
V	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		381	305	283	
Cr	10	10	10	<10	<10	10	10	10	10		70	90	80	
Co	49.1	62.4	44.7	47.5	76.3	32	43.3	52.6	58.5		41.2	47.3	41.5	
Ni	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		15	28	26	
Cu	<5	<5	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5		31	<5	69	
Zn	210	32	71	106	35	120	179	172	67		115	159	148	
Ga	29.5	30.4	32.9	35.7	33.2	30.5	30.2	29.5	26.8		18.5	21.7	21.2	
Cs	1.59	0.68	0.62	1.03	0.9	0.49	0.62	0.91	0.85		1.64	2.37	1.93	
La	108.5	110.5	121.5	55.4	105.5	214	91.8	51.2	93.2		7.2	26.4	22.3	
Ce	215	215	225	129	211	333	185.5	103.5	185		16.3	55.2	46.8	
Pr	25.5	24.8	24.8	14.95	25.7	56.1	22.2	12.5	21.5		2.31	6.74	5.91	
Nd	100.5	93.3	90.8	60.3	101	214	86.8	49.5	82.6		10.7	27.5	24.4	
Sm	23	18.05	15.5	12.9	21.7	46.3	18.65	10.45	16.85		2.86	6.53	6.08	
Eu	2.43	1.31	1.14	1.26	1.92	3.13	1.84	1.2	1.55		1.21	2.04	1.75	
Gd	26.10	17.35	15.4	13	21.9	43	18.65	10.85	18.2		3.31	6.72	6.57	
Tb	4.8	2.52	2.38	2.01	3.47	6.27	2.99	1.68	2.85		0.54	1.13	1.1	
Dy	30.3	13.55	14.15	11.1	19.2	30.8	16.95	9.54	16.5		3.23	6.57	6.85	
Ho	6.25	2.62	2.95	2.16	3.8	5.32	3.42	1.88	3.26		0.61	1.33	1.36	
Er	18.75	7.47	9.17	6.51	11.3	14.55	10.05	5.58	9.5		1.67	3.78	3.98	
Tm	2.67	0.99	1.33	0.91	1.61	1.95	1.38	0.79	1.37		0.21	0.51	0.54	
Yb	17.25	6.38	8.49	6.58	10.6	13.25	9.24	5.62	8.95		1.37	3.42	3.51	
Lu	2.35	0.89	1.18	0.98	1.5	1.88	1.32	0.91	1.32		0.2	0.48	0.48	
Hf	35.2	15.7	7.6	10.8	21.6	26.1	17.5	14.8	17.9		2.8	4.9	4.5	
Ta	7.8	4.1	3.7	3.1	5	5.6	4.3	2.4	4.2		0.4	1.5	1.8	
Th	33.1	15.6	17.45	9.91	20.5	30.5	16.8	19.45	16.75		0.91	3.95	5.2	
U	7.38	3.07	2.69	2.11	4.17	5.79	3.87	3.49	3.93		0.2	0.96	1.25	
Pb	19	5	9	7	5	18	16	30	11		11	6	5	



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در شمال باختری ایران و نقشه زمین شناسی ساده شده.

نوع سنگ	گابرو نوع س			تحرانیت								
شماره نمونه	DG5G	MSB3	MSB4	DG3G	YG02	YG03	YG05	TA2	SHG2	SHA1	FSH1G	FSH10G
Quartz	-	-	-	30	37	32	33	36	35	29	30	27
Plagioclase	52	35	45	6	7	5	3	3	4	2	-	-
K-feldspar	-	-	-	57	52	57	55	58	56	65	64	66
Amphibole	-	5	-	4	-	1	5	-	-	-	5	2
Biotite	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Clinopyroxene	35	30	31		-	-	-	-	-	-		-
Orthopyroxene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opaque	5	8	5	2	3	4	4	3	5	4	1	4
Titanite	8	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Apatite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zircone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epidote	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorite	2	20	15	 -	1	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۲- نتایج تجزیه مودال سنگهای آذرین مورد مطالعه.

مهران ادواي و همکاران





شکل ۳– ردهبندی مودال سنگهای آذرین مورد مطالعه بر اساس (Streckeisen (1974). علائم مثلثي مربوط به سنگهاي فلسيک و علائم مربعي توپر مربوط به سنگهاي مافيک است.

شکل a -۲) قطع شدن گابروها توسط آلکالی گرانیت. b) قطع شدن سنگهای آهکی پرمین توسط آلکالی گرانیت شاه آشان داغ.



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپی از توده شاهآشان داغ. a) بافت میکروگرانولار در گابروهای ریزدانه جنوب شاه آشان داغ(XPL). b) کلریتی شدن شدید در گابروهای ریزدانه جنوب شاه آشانداغ(PPL). c و d) بافت گرانولار و حضور تیتانیت و کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز در گابروهای شمال شاه آشان داغ (XPL). e) بافت گرانوفیری در آلکالی گرانیتهای شاه آشان داغ (XPL). f) بافت میکروپرتیتی در آلکالی فلدسپارهای موجود در گرانیتهای شاه آشان داغ (XPL). g) تبدیل شدن بیوتیت به کلریت در آلکالی گرانیتهای شاه آشان داغ(PPL). h) آمفیبول از نوع ریهبکیت- آرفودسونیت در آلکالی گرانیتهای شاه آشان داغ (XPL). www.SID.ir





شكل ۵- نمودار هاى طبقهبندى شيميايي. a) طبقهبندى كاتيونى R1-R2 ،(De la Roche et al., 1980)، R1-R2) نمودار شاخص اشباع از آلومين (Maniar & Piccoli,1989). (علائم شيبه شكل ۲).



شکل ۶- بررسی خویشاوندی سنگ های توده نفوذی شاه آشان داغ با استفاده از نمودارهای تغییرات اکسیدها و عناصر کمیاب مختلف در برابر SiO₂ بررسی (Harker, 1909). (علائم شبیه شکل ۲).

مهران ادواي و همكاران





شکل ۸- نمودارهای تعیین محیط زمین ساختی برای گابرو و گرانیت شاه آشان داغ. (a) از b (Irvine & Baragar (1979) از b (Irvine & Baragar (1979)) از d Cabanis & Leocolle (1989) و e) از (Schandl and Gorton (2002). (علائم شبیه شکل ۲).



شکل ۱۰– نمودارهای تعیین محیط زمین ساختی از Rb (a .Pearce et al. (1984) در برابر Nb (b ·Y+Nb در برابر Y، و Ca (c) تا در برابر Yb.



شكل ۷- نمودار REE و عنكبوتى براى سنگ هاى مورد مطالعه. a) تغییرات فراوانى REE بهنجار شده نسبت به كندریت (Boynton, 1984)، b) تغییرات فراوانى عناصر اصلى و كمیاب بهنجار شده نسبت به ORG (Pearce et al., 1984) ORG)، c) تغییرات فراوانى عناصر اصلى و كمیاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (Rea McDonough, 1989)، d) مقایسه الگوى REE گابروهاى شاه آشان داغ با گابروهاى تشكیل شده در محیط كششى، e) تغییرات فراوانى عناصر اصلى و كمیاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (Sun & McDonough, 1979).



شکل ۹- نمودارهای بعضی از عناصر کمیاب در برابر Ga/Al × ۱۰۰۰۰ و قرار گیری نمونهها در محدوده گرانیتهای تیپ A (از Whalen et al., 1987). علائم همانند شکل ۲ است.

سنگشناسی و ژئوشیمی سنگهای مافیک و گر انیت نوع A شاهآشانداغ در شمال خاوری خوی، ...



کتابنگاری

ادوای، م.، ۱۳۸۲- بررسیهای پتروگرافی و پترولوژیکی تودههای گرانیتوییدی غرب ایواوغلی با نگرشی ویژه بر سنگهای دگرگونی مجاورتی آنها، پایاننامه کارشناسی ارشد زمین شناسی، گرایش پترولوژی، دانشکده علوم، دانشگاه تبریز.

افتخارنژاد، ج.، قرشی، م.، مهرپرتو، م.، ۱۹۹۱- نقشه زمین شناسی چهارگوش تبریز- پلدشت با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

اسکویی، ا. و حاج علیلو، ب.، ۱۳۷۴ – نقشه زمین شناسی چهار گوش قره ضیاءالدین، سازمان زمین شناسی کشور.

عابدینمطلق، س. ر.، ۱۳۸۲– بررسی پترولوژی و پتروگرافی گرانیتویید شاهآشانداغ، شمال غرب ایران، جنوب شرق قره ضیاءالدین. پایاننامه کارشناسی ارشد، گرایش یترولوژی، دانشگاه تبریز.

نبوي، م. ح.، ۱۳۵۵ – ديباچهاي بر زمين شناسي ايران، سازمان زمين شناسي كشور، ۱۰۹ صفحه.

References

- Al-Saleh, A. M. & Boyle, A. P., 2001- Neoproterozoic ensialic back-arc spreading in the eastern Arabian Shield: geochemical evidence from the Halaban Ophiolite. Journal of African Earth Science, Vol. 33: No. 1, 1-15.
- Boynton, W. V., 1984- Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (ed.), Rare earth element geochemistry. Elsevier, pp. 203-213.
- Cabanis, B. & Leocolle, M., 1989- Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale. C. R. Acad. Sci. Paris Sér. II 309: 2023- 2029.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grand Claude, P. & Marchal, M., 1980- A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses its relationships and current nomenclature. Chemical Geology 29: 183-210.
- Eby, G. N., 1992- Chemical Subdivision of the A-type granitoides: Petrogenesis and tectonic implications. Geology, 20: 641-644.
- Ghasemi, A. & Talbot, C. J., 2006- A new tectonic scenario for the Sanandaj-Sirjan zone (Iran). Journal of Asian Earth Science 26: 683-693.
- Grabowsky Jr, G. J. & Norton, I. O., 1994- Tectonic controls on the stratigraphic architecture and hydrocarbon systems of the Arabia plate. The Middle East Petroleum Geosciences (GEO) 1: 413-430.
- Harker, A., 1909- The natural history of igneous rocks. Methuen, London.
- Irvine, T. N. & Baragar, W. R. A., 1971- A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Sci. 8: 523-548.

Maniar, P. D. & Piccoli, P. M., 1989- Tectonic discrimination of granitoids. Geo. Soc. Am. Bull. Vol. 101.

- Mohajjel, M., Fergusson, C. L. & Sahandi, M. R., 2003- Cretaceous-Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj-Sirjan Zone, western Iran. Journal of Asian Earth Sciences 21: 397-412.
- Mohajjel, M. & Fergusson, C. L., 2000- Dextral transpression in late Cretaceous continental collision, Sanandaj-Sirjan zone, western Iran. Journal of Structural Geology 22: 1125-1139.
- Nedelec, A., Stephens, W. E. & Fallick, A. E., 1995- The Panafrican stratoid granites of Madagascar: alkaline magmatism in a postcollisional extensional setting. J. Petrol. 36: 1367–1391.
- Pearce, J. A. & Norry, M. J., 1979- Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. Contrib. Mineral Petrol. 69: 33-47.
- Pearce, J., 1996- Source and setting of granitic rocks. Episode 19, 120-125.
- Pearce, J. A. & Cann, J. R., 1973- Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. Earth Planetary Science Letters 19: 290-300.
- Pearce, J. A., Harris, N. B. W. & Tindle, A. G., 1984- Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Geol. Soc. Spec. Publ. 7: 14-24.
- Pitcher, W. S., 1997- The Nature and Origin of Granite, 2nd ed. Chapman & Hall, London, p. 386.
- Schandl, E. S. & Gorton, M. P., 2002- Application of high field strength elements to discriminate tectonic settings in VMS environments. Economic Geology 97: 629-642.
- Stampfli, G. M., Marcoux, J. & Baud, A., 1991- Tethyan margins in space and time. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 87, 373-409.
- Streckeisen, A., 1976- To each plutonic rock its proper name. Earth Science Reviews 12: 1–33.
- Sun, S. S. & McDonough, W. F., 1989- Chemical and isotopic systematics of ocean basalts:Implication for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J., (Eds.), Magmatism in Ocean Basins. Geological Society of London, Special publication, No. 42: pp. 313-345.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. & Chappel, B. W., 1987- A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. Mineral. Petrol. 95: 407-419.
- Zhao, J. H. & Zhou, M. F., 2007- Geochemistry of Neoproterozoic mafic intrusions in the Panzhihua district (Sichuan Province, SW China); implications for subduction rtelated metamorphism in the upper mantle. Precamrian Res. 152: 27-47.