



سنگ شناسی و مطالعه کانیهای فلزی در توده گرانیتوئیدی آستانه (جنوب غرب اراک)

بهمن پور، فرزانه*^۱ - عسگری، عباس^۲ - شجاعی، به آفرین^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

E.mail: farzane_136565@yahoo.com

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

^۳ دانش آموزانه کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده:

توده نفوذی آستانه در ۴۰ کیلومتری جنوب غرب اراک و در زون سنندج-سیرجان واقع شده است. سنگهای منطقه مورد مطالعه شامل سنگهای آذرین درونی است. ترکیب عمومی سنگها شامل گرانودیوریت، کوارتز مونزونیت و مونزوگرانیت می باشد. آنکلاوهای میکروگرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزودیوریت و کوارتز دیوریت به خصوص در بخشهای حاشیه ای به فراوانی یافت می شوند. بررسیهای مقاطع صیقلی نیز حاکی از حضور کانیهای فلزی از جمله طلا پیریت، کالکوپیریت، ملاکیت، آزوریت، گوئیتیت، هماتیت، مگنتیت و اسپینل در این منطقه می باشد که پیریت و کالکوپیریت از گسترش زیادی در منطقه برخوردار هستند.

واژه های کلیدی: سنگهای آذرین، آنکلاو، کانیهای فلزی، آستانه، سنندج-سیرجان

Abstract:

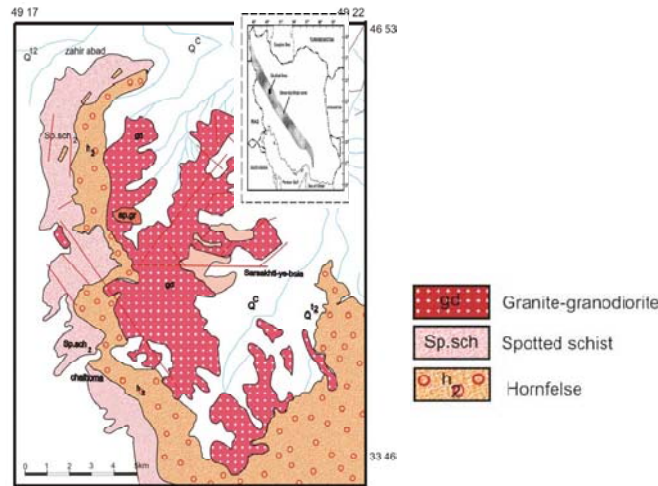
Astaneh plutonic body is located at 40 km SouthWest of Arak & in the Sanandaj_Sirjan zone. The rocks of study area include of a complex of intrusive rocks. General composition of this rocks including: granodiorite, quartz-monzonite & monzogranite. . Microgranular-mafic enclaves that have been seen Abundance , especially in marginal sectors in this plutonic body, comprise of: quartz-monzodiorit & quartz-diorite. studies conducted on the smooth sections, also showed the presence of metallic minerals such as: gold, pyrite, chalcopyrite, malachite, azurite, goethite, hematite, magnetite & spinel. in this area, as minerals of pyrite & chalcopyrite are a large expansion in the region.

مقدمه:

توده گرانیتوئیدی آستانه با مختصات جغرافیایی ۳۰ ۱۷' ۴۹° الی ۲۲' ۴۹° و عرضهای جغرافیایی " ۳۰' ۴۶" الی ۵۴' ۳۳" بخشی از زون سنندج-سیرجان را تشکیل می دهد. غالب توده های نفوذی این زون از جمله گرانیت الوند و دگرگونی سنندج-سیرجان در این دوران مزوزوئیک زخ داده است که یکی از مهمترین دوره های ماگما تیسیم در این زون است. این سنگها در کنار خود هاله دگرگونی به وجود آورده اند که به صورت اسلیت و هورنفلس دیده می شود و دارای تکنونیک پیچیده و شکستگی است (شکل ۱). راه ارتباطی اصلی جهت دسترسی به این منطقه، جاده آسفالت اراک به بروجرد و خرم آباد است که از گوشه شمال غربی و جاده آسفالت درود به دوراهی خرم آباد از گوشه جنوب غربی آستانه می گذرد. این توده در گذشته توسط محققین متعددی مطالعه شده است از جمله رادفر (۱۳۶۶) به بررسی زمین شناسی و پترولوژی این توده پرداخته، رشید مقدم (۱۳۸۶) پترولوژی و ژئوشیمی و مطالعه دگرگونی مجاورتی اطراف آن را بررسی کرده، افشونی (۱۳۸۶) به بررسی دگرسانی و کانه سازی



طلا در این منطقه پرداخته، میکائیلی (۱۳۸۸) کانی شناسی دگرسانیه‌های گرمابی آن را مطالعه نموده و طهماسبی (۱۳۸۸) به بررسی پترولوژی توده نفوذی پرداخته است. هدف از این مقاله تعیین سنگ شناسی و مطالعه کانیهای فلزی در این منطقه می باشد.



شکل (۱): نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق :

ابتدا مطالعات کتابخانه ای، کتب، مقالات و طرحهای تحقیقاتی انجام شد. گام بعدی نقشه های توپوگرافی بر گه های شازند و نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ خرم آباد و ۱:۱۰۰۰۰۰ شازند تهیه و همچنین عکسهای ماهواره ای از منطقه تهیه گردید. سپس مطالعات صحرایی و ماکروسکوپی و برداشتهایی از نمونه ها انجام شد و ثبت موقعیت آن ها به کمک GPS صورت پذیرفت. در مرحله آزمایشگاهی از نمونه های برداشت شده ۳۵ مقاطع نازک و ۵ مقطع صیقلی تهیه و همچنین آنالیز جذب اتمی برای عنصر طلا انجام شد و سپس انواع سنگ ها و کانی های فلزی مشخص گردید.

بحث:

توده گرانیتوئیدی آستانه از ترکیب سنگ شناسی متفاوتی تشکیل شده است که عبارتند از: گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و مونزوگرانیت. بافت اصلی و کلی در سنگهای توده نفوذی آستانه دانه متوسط تا دانه درشت است و بافت غالب گرانولار می باشد. همچنین آنکلاوهای میکروگرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزو دیوریت و کوارتز دیوریت به خصوص در بخشهای حاشیه ای به فراوانی یافت می شوند. دایکهای میکروگرانودیوریتی و آپلیت ها از دیگر واحدهای موجود در توده نفوذی آستانه می باشد و جوانتر از توده نفوذی هستند. دایکهای میکروگرانودیوریتی به صورت پراکنده و بیشتر در کوه شیرمزد رخنمون داشته و در اثر نفوذ آبگونیهای گرمابی، به شدت دگرسان شده اند. رگه های کوارتز تورمالین نیز در منطقه حضور دارند و در شمال باختری روستای سرسختی دیده می شود که همانند دایکها جوانتر از توده نفوذی هستند (طهماسبی، ۱۳۸۸).

گرانودیوریت ها بخش وسیع و اصلی توده نفوذی منطقه را در بر می گیرند و توسط رسوبات رسی کواترن پوشیده است. این واحد در جاهای مختلفی رخنمون دارد از جمله در حوالی روستای سرسختی، قلعه آقا حمید و چالهما دیده می شود. گرانودیوریت ها در



نمونه دستی معمولاً دانه متوسط تا دانه درشت و زبر و خشن و رنگ آن‌ها نیز غالباً خاکستری می‌باشد. سنگهای منطقه به شدت هوازده شده‌اند و به صورت تپه‌های کم ارتفاع هستند (میکائیلی، ۱۳۸۸). کانی شناختی آن‌ها از کانیهای همگنی تشکیل شده است که شامل کوارتز، پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت است. همچنین دارای کانیهای فرعی از جمله اسپینل، زیرکن و آپاتیت و کانیهای کدر می‌باشد. بر اساس درصد کانیهای تشکیل دهنده، کوارتز ۳۰-۲۵ درصد، پلاژیوکلاز ۴۵-۳۰ درصد، بیوتیت ۱۵-۵ درصد، آمفیبول ۱۰-۵ درصد، فلدسپات آلکالن کمتر از ۱۰ درصد کانی‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

کوارتز در مقاطع میکروسکوپی به رنگ خاکستری و به صورت چند دانه‌ای با مرزهای نامنظم و آنهدرال و این اکیگرانولار می‌باشند و به صورت خاموشی موجی دیده می‌شوند که این امر نشان دهنده فشارهای تکتونیکی روی محورهای بلورشناسی آن دارد. پلاژیوکلازها دارای ماکل تکراری هستند و خاموشی منطقه‌ای دارند و شکل دار تا نیمه شکل دار می‌باشند. پلاژیوکلازها در اثر فرایند دگرسانی به سریسیت و اپیدوت تجزیه شده‌اند (شکل ۲-۱). فلدسپار آلکالن نسبت به کوارتز و پلاژیوکلاز از فراوانی کمتری برخوردار است و بیشتر از نوع میکروکلین و پرتیت می‌باشند.

بیوتیت هم فراوانترین کانی مافیک در این سنگهاست. بیوتیت‌ها در مقاطع نازک در این واحد، به حالت رخ کاملاً خمیده شده مشاهده می‌شوند. اغلب بیوتیت‌ها از دو نوع تشکیل شده‌اند که یک نوع دانه درشت و جهت یافته و نوع دیگر دانه ریز و بدون جهت یافتگی هستند. بیوتیت با هورنبلند حالت درون رشدی نشان می‌دهد که حاکی از تبلور همزمان این دو کانی با هم می‌باشد. آمفیبول نیز به حالت منشوری یوهدرال و یا به صورت ساب هدرال هستند و ترکیب آنها از هورنبلند غنی از منیزیم تا هورنبلند اکتینولیت متفاوت است.

کوارتز دیوریت‌ها بیشتر در حوالی روستای سرسختی مشاهده می‌شوند و می‌توان گفت درون واحد گرانودیوریت‌ها برونزد دارند و ارتفاعات منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. کانیهای اصلی تشکیل دهنده آنها را پلاژیوکلاز، کوارتز، بیوتیت، آمفیبول و فلدسپار آلکالن تشکیل می‌دهند. زیرکن، اسفن و آپاتیت هم کانیهای فرعی در این واحد هستند. بر اساس درصد کانیهای تشکیل دهنده پلاژیوکلاز ۵۰-۳۵ درصد، کوارتز ۲۰-۱۰ درصد، بیوتیت ۲۰-۱۵ درصد، آمفیبول ۱۵-۵ درصد و فلدسپات آلکالن کمتر از ۵ درصد حجم سنگ را به خود اختصاص داده‌اند.

پلاژیوکلازها به صورت صفحات آنهدرال و یا ساب هدرال دیده می‌شوند. اندازه بلورها بین ۱/۵ تا ۳ میلیمتر میباشد. بیشتر پلاژیوکلازها دارای زونینگ هستند و زوناسیون ترکیبی در پلاژیوکلازها اختلافاتی را در شرایط پیرامون آنها نشان میدهد. کوارتز به صورت بلورهای آنهدرال تا ساب هدرال با اندازه ۲-۵/۵ میلیمتر دیده می‌شود. این کانی دارای خاموشی موجی می‌باشد که حاکی از عملکرد دگرشکلی حالت جامد می‌باشد. فنوکریست‌های بزرگ این کانی غالباً خاموشی موجی و بلورهای کوچک در برخی مقاطع خاموشی یکنواختی را نشان می‌دهند (رشید مقدم، ۱۳۸۶). بیوتیت به صورت فلسهای قهوه‌ای رنگ در این واحد دیده می‌شود و به صورت بلورهای ساب هدرال تا یوهدرال هستند. اندازه این کانی به ۳-۱/۵ میلیمتر می‌رسد. بیوتیت معمولاً با آمفیبول همراه است. بیوتیت‌ها اغلب به کلریت تجزیه شده‌اند (شکل ۲-۲). مسکوویت به صورت ریز بلور و خود شکل در حاشیه بیوتیت دیده می‌شود.

آمفیبول با بلورهای کشیده و بلند یوهدرال دیده می‌شود و معمولاً ماکل تکراری و دوقلو از خود نشان می‌دهد و غالباً همراه بیوتیت می‌باشد. آمفیبول‌ها به صورت تیغه‌های بلند و کلریتی شده با ابعاد ۱ تا ۲/۵ میلیمتر وجود دارد. همچنین آمفیبول با رخ

های لوزی نیز دیده می شود. محصولات دگرسانی این کانی بیوتیت، کلریت، اپیدوت و پرهیت می باشد. فلدسپار آلکالن در این واحد ها به صورت بلورهای آنهدرال تا ساب هدرال با ابعاد ۱-۲ میلیمتر است. محصولات دگرسانی و آلتراسیون جزئی شامل سرسیت، کلریت، اپیدوت و کلسیت است.

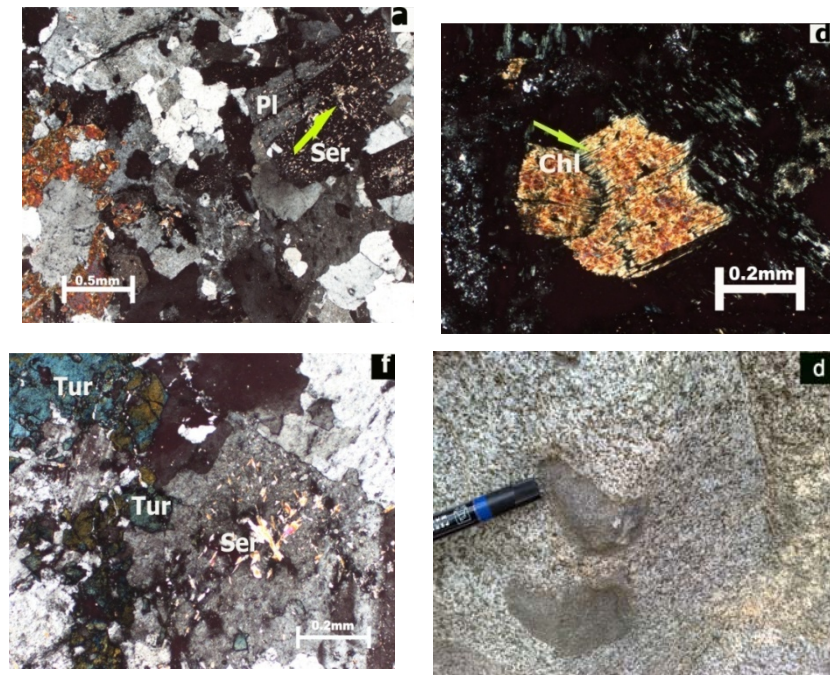
مونوزوگرانیت ها بیشتر در حوالی روستالی پاکل و کوه کلک برنزد دارند. سنگهای این واحد ها دارای بافت گرانولار تا پورفیریتیک با گرهکهای غنی از بیوتیت و مگا کریست های فلدسپات و کوارتز هستند (طهماسی، ۱۳۸۸). تورمالین با منطقه بندی مشخص و اینترفراکس قهوه ای و پلوکروئیسیم معکوس کانی شاخص مونوزوگرانیت ها را تشکیل می دهد (شکل 2-f). تورمالین به صورت اجتماعات کروی شکل (نودول) که اندازه آنها ۸-۲ سانتیمتر است وجود دارد.

بر اساس درصد کانی های تشکیل دهنده؛ کوارتز ۴۰-۲۵ درصد، پلاژیوکلازها ۲۰-۱۵ درصد، فلدسپات آلکالن ۴۰-۳۰ درصد، بیوتیت ۱۰-۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می دهند.

پلاژیوکلازها به صورت آنهدرال تا ساب هدرال بوده است. دارای ماکل تکراری و خاموشی منطقه ای می باشد. دارای زونینگ هستند. فلدسپات آلکالن از نوع پرتیت و به وفور در این سنگ ها یافت می شود و به صورت درشت بلور آنهدرال تا ساب هدرال دیده می شود. در اثر هوازدگی این کانی به مقدار ناچیز به کانیهای رسی تبدیل شده است. زیرکن، اسفن و آپاتیت و تیتانیت عمده کانیهای فرعی این سنگ ها به صورت ادخال در کانیهای بیوتیت، آمفیبول و پلاژیوکلاز وجود دارند. کوارتز در این واحد به صورت بلورهای بی شکل دیده می شود که تبلور مجدد پیدا کرده اند. آثار خرد شدگی برشی و تجدید تبلور در این کانی نمایان است که به احتمال زیاد ناشی از گسل خوردگی این منطقه است.

بیوتیت به صورت بی شکل با جهت یافتگی ضعیف یا بدون جهت یافتگی کانیهای اصلی واحد مونوزوگرانیت را تشکیل می دهد. آپاتیت، زیرکن و آلانیت عمده کانیهای فرعی این سنگها را می سازند که به صورت ادخال در بیوتیت و پلاژیوکلاز دیده می شوند. همچنین ذرات کانیهای اپیک در بین بیوتیت ها دیده می شود.

آنکلاو ها نیز در این توده وجود دارند و از فراوانی زیادی برخوردار هستند. واژه آنکلاو جهت توصیف قطعات سنگی بیگانه موجود در داخل سنگهای آذرین همگن پیشنهاد گردیده است. بیشتر آنکلاو های موجود در گرانیتوئید ها، سنگهای آذرین دانه ریزی هستند که از نوع آنکلاو های میکرو گرانولار تعریف شده اند و کنتاکشان با گرانیتوئیدهای میزبان مشخص است. آنکلاوهای میکرو گرانولاریشتریضوی شکل هستند (شکل 2-d) و باجنس کوارتز دیوریت و کوارتز مونوزودیوریت می باشند. وجود حاشیه روشن در اطراف بعضی از آنکلاوها به دلیل افت سریع دما در قرارگیری دو ماگمای آنکلاو و ماگمای فلسیک تر گرانیتی است که باعث انتشار پتاسیم و آب می شود و به همین دلیل باعث جابه جایی کانی های آبدار مانند آمفیبول و بیوتیت در آنکلاو و یا گرانیت می شود. آنکلاوهای مافیک در اغلب توده های نفوذی حضور دارند و دارای شکل نامنظم و سطوح تماس دندانه دار می باشند و نزدیک محلی که در آنجا فرایند اختلاط صورت گرفته تشکیل می شوند. (دیدر و بارباریان، ۱۹۹۱).



شکل (۲): تصاویری از سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه، (a) بلور دانه درشت پلاژیو کلاز و تبدیل بخشی از آن به سریسیت در واحد گرانودیوریت (XPL)، (b) بیوتیت در واحد کوارتز دیوریت و تبدیل آن به کلریت (XPL)، (f) تورمالین های دانه درشت در واحد مونزوگرانیت (XPL)، (d) آنکلاو های بیضوی شکل در منطقه مورد مطالعه

کانه های فلزی در منطقه مورد مطالعه:

به منظور مطالعه کانسنگ های توده گرانیتوئیدی آستانه، ۵ مقطع نازک صیقلی از نمونه های جمع آوری شده، تهیه گردید و مطالعه شد. مطالعات مینرالوگرافی نشان دهنده تنوع کانه های فلزی در منطقه آستانه هستند که شامل طلا، کالکوپیریت، پیریت، گوئیتیت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت، مگنتیت و اسپینل می باشند. مطالعات میکروسکوپی نشان می دهد که کانی طلا (Au) به صورت آزاد در نمونه های صحرایی برداشت شده و در مقاطع صیقلی تهیه شده مورد مشاهده قرار نگرفت. ولی نتایج آنالیز نمونه (Bpp64) و (B-sp61) به ترتیب ۷۲ و ۳۵ ppb گزارش شده است که نشان دهنده مقدار بالای طلا در این منطقه است. کالکوپیریت مهمترین و فراوانترین کانی اولیه کانسنگ مس با فرمول $CuFeS_2$ محسوب می شود. این کانی یکی از فراوانترین کانی های موجود در منطقه گرانیتوئیدی آستانه می باشد و حفرات را پر کرده است (افشونی، ۱۳۸۶). در منطقه آستانه کانیهای پیریت و کالکوپیریت موجود در منطقه آلتزه شده و منجر به تشکیل گوئیتیت گردیده است.

پیریت (FeS_2) موجود در منطقه نیز همانند کالکوپیریت ها از تنوع زیادی برخوردار هستند. این کانی بیشتر شکل دار می باشد. آهن مورد نیاز برای تشکیل پیریت در زون سریسیتی می تواند در اثر آلتراسیون کانیهای مافیک از قبیل بیوتیت بدست آید و گوگرد مورد نیاز از سیالات هیدروترمال حاصل می شود و منجر به تشکیل پیریت می گردد (میکائیلی، ۱۳۸۸). مالاکیت با فرمول $Cu_2CO_3(OH)_2$ از اکسیداسیون کالکوپیریت حاصل می شود. مالاکیت از تنوع بالایی در منطقه برخوردار است. دمای

اکسیداسیون متفاوت بوده و می تواند توسط شرایط سطحی یا اتمسفری رخ دهد. آزوریت با فرمول $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ نشان داده می شود و در مقابل هوا مانند مالاکیت واکنش نشان می دهد. آزوریت همراه با مالاکیت از فراوانترین کانیهای حاصل از تغییر ترکیبات اولیه مس در منطقه اکسیداسیون است.

هماتیت (Fe_2SO_4) نیز یکی دیگر از کانیهای موجود در مقاطع صیقلی می باشد که ناشی از اکسیداسیون پیریت و کالکوپیریت ها می باشد، همچنین فراوانترین سنگ معدن آهن است و ممکن است در اثر پدیده تصعید از فرایند آتشفشانی حاصل شود. تشکیل کانیهای اکسیدی شامل هماتیت، لیمونیت و مگنتیت به فلزهای در دسترس مربوط می باشد. کانی مگنتیت در طی آلتراسیون و فشارهای وارد شده دچار شکستگی شده است و خود این شکستگی ها را پر کرده است. مگنتیت مهمترین کانی اکسیدی بوده که در طی اکسیداسیون و آلتراسیون در مرحله اول منجر به تشکیل مگمیت شده (استین تورسن و همکاران، ۱۹۹۲) و در ادامه دگرسانی تبدیل به هماتیت مارتیت می گردد (گانلاکسون و همکاران، ۲۰۰۲) که این تغییرات بیانگر افزایش شرایط کسیداسیون در طی مراحل آلتراسیون می باشد. از تجزیه و آلتراسیون مگنتیت و فلوگوپیت هم اسپینل به وجود آمده است که به عنوان یک کانی ثانویه در نظر می گیرند.

نتیجه گیری:

توده گرانیتوئیدی آستانه بخشی از زون سنندج-سیرجان می باشد. این توده از ترکیب سنگ شناسی گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و مونزوگرانیت تشکیل شده است. این واحدها از ترکیب کانی شناسی مشابهی برخوردار هستند و شامل کانیهای اصلی کوارتز، پلازیو کلاز، بیوتیت، آمفیبول و فلدسپار آلکالن و کانی های فرعی زیرکن، اسفن و آپاتیت تشکیل شده اند. کانیهای سریست، کائولینیت، کلریت، کلسیت، اپیدوت و کانیهای تیره هم از کانیهای تجزیه ای و ثانوی می باشند. آنکلاوهای میکرو گرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزو دیوریت و کوارتز دیوریت نیز در منطقه حضور دارند و دایکهای میکرو گرانودیوریتی و آپلیت ها از دیگر واحدهای موجود در توده نفوذی آستانه می باشد و جوانتر از توده نفوذی هستند. همچنین مطالعات حاصل از مقاطع صیقلی نشان دهنده حضور کانیهای فلزی طلا، کالکوپیریت، پیریت، گوئیت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت، مگنتیت و اسپینل در منطقه می باشند. طلا به صورت آزاد مورد مشاهده قرار نگرفت. کالکوپیریت و پیریت هم از فراوانترین کانیهای فلزی موجود در منطقه گرانیتوئیدی آستانه می باشد.

منابع:

- رادفر. جواد، (۱۳۶۶)، بررسی های زمین شناسی و پترولوژی سنگهای گرانیتوئیدی ناحیه آستانه - گوشه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- افشونی. زهرا، (۱۳۸۶)، بررسی دگرسانی و کانی سازی طلا در آستانه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- رشید مقدم. نسرین، (۱۳۸۶)، پترولوژی و ژئوشیمی توده گرانیتوئیدی آستانه و مطالعه دگرگونی مجاورتی اطراف آن (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- طهماسبی. (۱۳۸۸) بررسی پترولوژی توده نفوذی آستانه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه اصفهان



- میکائیلی، رحیمه، (۱۳۸۸)، مطالعه کانی شناسی دگرسانی های گرمابی در گرانیت های طلا دار در استانه اراک (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه اصفهان

- Didier, J., Barbarin, B., 1991, Enclaves and granite petrology, Bibliography, Elsevier, Amsterdam, p601.
- Gunnlaugsson, H.P., G., Weyer and D., Helgason., (2002), Titanomaghemite in Icelandic basalt, possible clues for the strongly magnetic phase in martian soil and dust. Planet space Science. v5. pp157-161.
- Steinthorsson, S., O. Helgason, M.B, Madsen., C.B. Koch., M.D. Bentazon and S. Morup., (1992), Maghemite in Icelandic basalts. Mineral Magv56. pp185-199.