مجله علمی پژوهش‌های کاربردی در علوم زمین (سال ذوم)
شماره ۴ / بهار ۱۳۹۶ / ص ۳۰- ۲۱

مطالعه شیمی کانی پلاژیوکلاز و پیروکسنهای سنگهای آندزیتی جنوب اهر، (آذربایجان شرقی)

سمیرا واحدالعین[۱]، رامک بخشایش خیابانی[۲]، محسن موید[۳]

[۱] دانشگاه تبریز، دانش آموخته علوم زمین

[۲] دانشگاه تبریز، دانش آموخته علوم زمین

[۳] دانشگاه تبریز، دانشکده علوم طبیعی، گروه زمین شناسی

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

سمیرا واحدالعین

Samira.geo89@yahoo.com

چکیده

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. قدیمی‌ترین واحد شناخته شده در این منطقه، مربوط به کرتاسه پسین است که شامل سنگ‌های آذرین- آتشفشانی با ترکیب آندزیت پورفیری، بازالت‌های الیوین دار همراه با سنگ-های اذرین تخریبی، توف های اسیدی و شیل سیلتی است. به منظور مطالعه شیمی کانی‌های سنگهای آندزیتی، از کانی‌های اصلی پلاژیوکلاز و پیروکسن آنالیز میکروپروپ به عمل آمد. پلاژیوکلازها با توجه به آنالیز نقطه‌ای ترکیبی در حد آندزین و لابرادوریت و پیروکسن‌ها ترکیبی در حد دیوپسید و اوژیت را در سنگ‌های آندزیت منطقه نشان می‌دهند و از نظر محیط تکتونیکی سنگ‌ها در محدوده کمان‌های آتشفشانی قاره‌ای قرار می‌گیرند.

کلمات کلیدی: آندزیت، بازالت، کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز، اهر.

مقدمه

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که سرزمین ایران در منطقه پر تحرک و فعال زمین ساختی قرار داشته و شاهد فعالیت ولکانیکی متنوعی بوده است. این منطقه از لحاظ تقسیم بندی زمین شناسی [۱۲] در زون ایران مرکزی و همچنین از نظر [۱] در زون البرز- آذربایجان واقع گردیده است و بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر را شامل می‌شود. در این مقاله سعی شده است بر اساس تجزیه و آنالیز انجام گرفته روی سنگ‌های ولکانیکی جنوب اهر، برای نخستین بار این سنگ‌ها از جنبه‌های ژئوشیمیایی، ترموبارومتری و مینرال شیمی به تفصیل مورد بررسی قرار گیرند.

روش انجام مطالعه

به منظور مطالعه پتروگرافی سنگ‌های منطقه تعداد ۳۷ مقطع نازک از سنگ‌های مختلف منطقه تهیه گردید و مورد بررسی قرار گرفت و همچنین به منظور مطالعه ترکیب شیمیایی کانی‌ها، ۱ نمونه سالم و غیر دگرسان از سنگ‌های ولکانیکی منطقه توسط دستگاه الکترون آنالیز پروب با مدل HORIBA XGT-7200 در آزمایشگاه شرکت کانساران بینالود مورد آنالیز قرار گرفتند. این دستگاه با ولتاژ شتاب دهنده ۵۰Kv، جریان پرتوالکترونی ۱ /۰۰۰mA و زمان تجزیه حداکثر ۱۰۰ ثانیه، کار می کند. برای توزیع کاتیون‌ها در جایگاه‌های بلوری از برنامه‌ی کامپیوتری PTMAFIC استفاده شده است. جدول ۱ نتایج آنالیز پروپ را به تفکیک برای کانی‌های پلازیوکلاز و پیروکسن نشان می‌دهد.

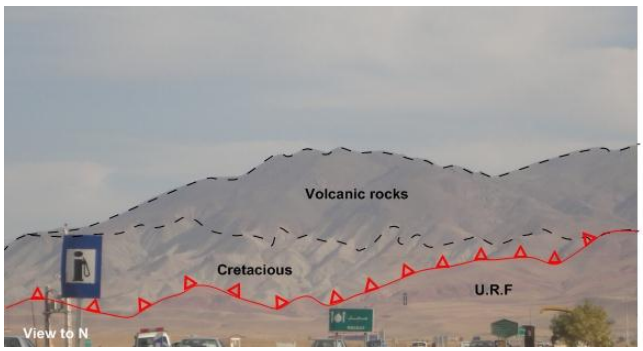
جدول ۱- نتایج آنالیز میکروپروب

	پلاژیوکلاز		
	مرکز	میانه	حاشیه
SiO_2	۵۹/۴۵	۶۰/۰۴	۵۹/۳۵
TiO_2	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۴۳
Al_2O_3	۲۴/۵۲	۲۴/۶۸	۲۲/۴۰
FeO	۰/۳۶	۰/۳۷	۱/۸۵
MnO	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۶
MgO	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۵۴
CaO	۹/۱۵	۹/۳۴	۶/۷۵
Na_2O	۵/۳۲	۴/۳۹	۶/۰۸
K_2O	۰/۴۱	۰/۳۷	۱/۵۲
Cs_2O	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
ZnO	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
HfO_2	۰	۰	۰
P_2O_5	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱
TOTAL	۹۹/۳۵	۹۹/۲۵	۹۹/۰۳
	کاتیون ها بر اساس ۸ اکسیژن محاسبه شده اند		
Si	۲/۶۷۲	۲/۶۸۹	۲/۷۰۵
Al	۱/۲۹۹	۱/۳۰۳	۱/۲۰۳
Ti	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵
Fe	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۷۱
Mn	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲
Mg	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷
Zn	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
Ca	۰/۴۴۱	۰/۴۴۸	۰/۳۳۰
Na	۰/۴۶۴	۰/۳۸۱	۰/۵۳۷
K	۰/۰۲۴	۰/۰۲۱	۰/۰۸۸
Cs	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
P	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲
TOTAL	۴/۹۲۱	۴/۸۶۰	۴/۹۸۹

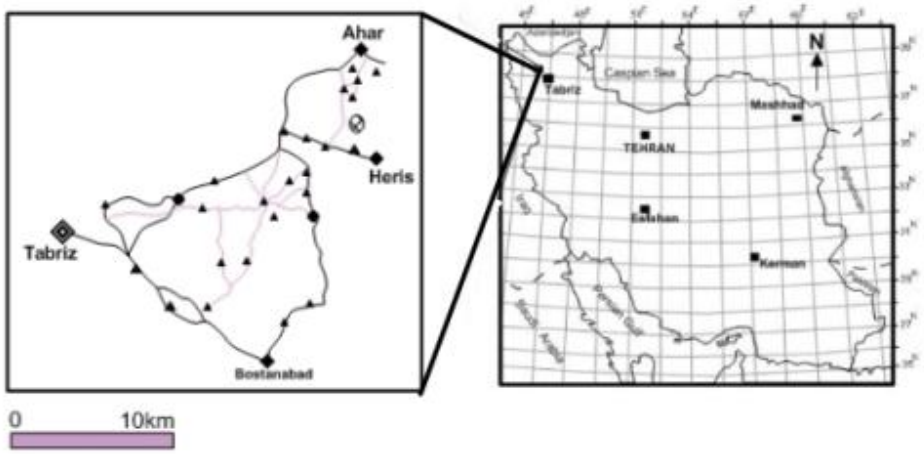
	کلینو پیروکسن		
	مرکز	میانه	حاشیه
SiO_2	۵۴/۲۱	۵۴/۸۵	۵۵/۱۳
TiO_2	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۴۱
Al_2O_3	۱/۳۸	۱/۳۶	۳/۹۵
FeO	۷/۷۰	۷/۰۵	۶/۲۵
MnO	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۵۰

زمین شناسی منطقه

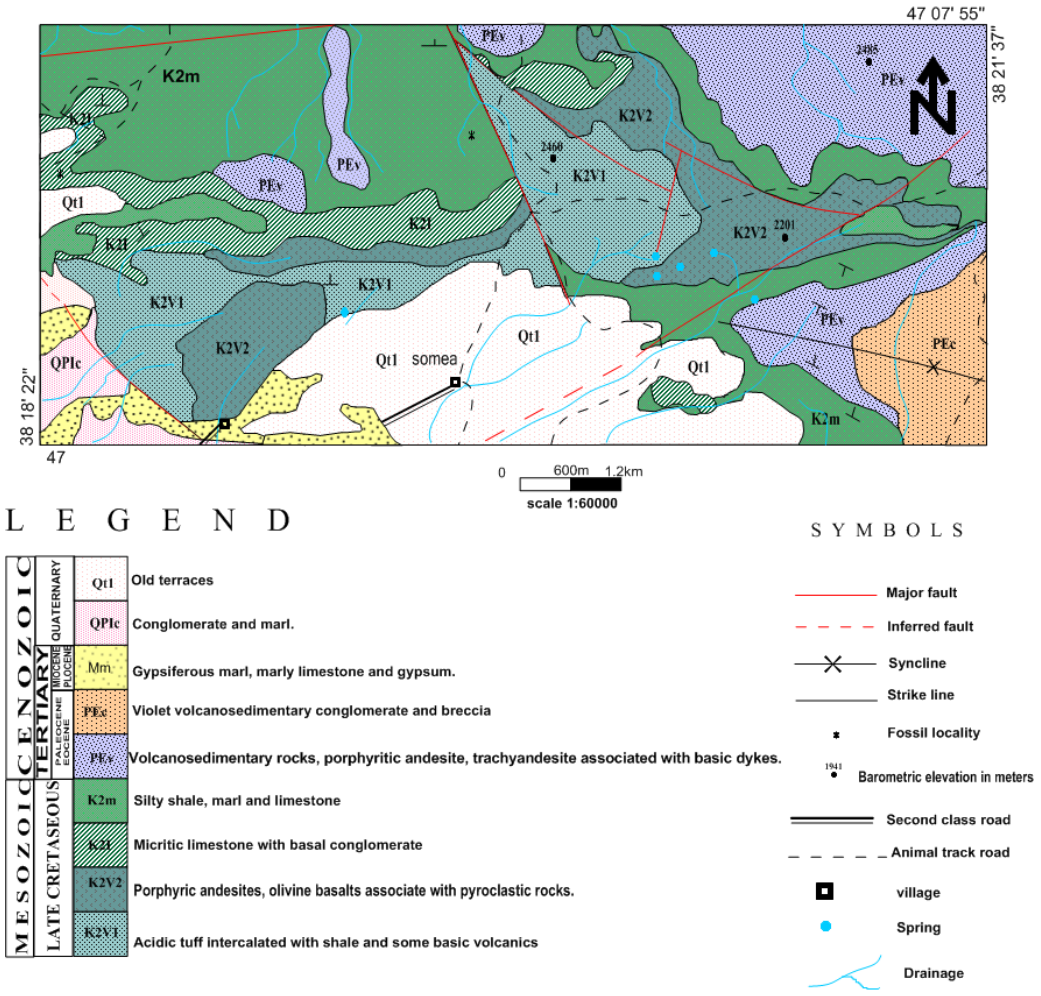
ناحیه مورد مطالعه درجنوب شهرستان اهر در استان اذربایجان شرقی در محدوده طول‌های جغرافیایی °۴۷ تا ″ ۵۵ ′ ۰۷ °۴۷شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۷ ′ ۲۱ °۳۸ تا ″۳۷ ۱۸°۳۸شمالی واقع شده است. منطقه مورد مطالعه شامل یک سری سنگ‌های آذرین-آتشفشانی با ترکیب آندزیت پورفیری، بازالت‌های الیوین دار همراه با سنگ‌های آذرین تخریبی و توف های اسیدی همراه با آهک‌های پلاژیک و شیل سیلتی می باشد. فوران‌های زمان کرتاسه بالایی در منطقه اهر بیشتر از گدازه‌های آندزیتی تا بازالتی همراه با مواد آذراواری و نهشته‌های رسوبی تشکیل شده است. در گردنه گویجه بل (مسیر اهر-تبریز) بواسطه عملکرد گسل معکوس و فشاری، سنگ‌های یاد شده برروی سازند سرخ فوقانی رانده شده اند(شکل ۱). منطقه مورد مطالعه و راه‌های ارتباطی آن درشکل ۲ نشان داده شده است و نقشه زمین شناسی منطقه نیز در شکل ۳ قابل رویت است.



شکل ۱- نمای کلی از واحدهای چینه شناسی منطقه و مرز گسلی واحدهای کرتاسه فوقانی و سازند قرمز فوقانی به سن میوسن (دید به شمال)



شکل ۲:نقشه راه‌های ارتباطی



شکل ۳: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر.

پتروگرافی

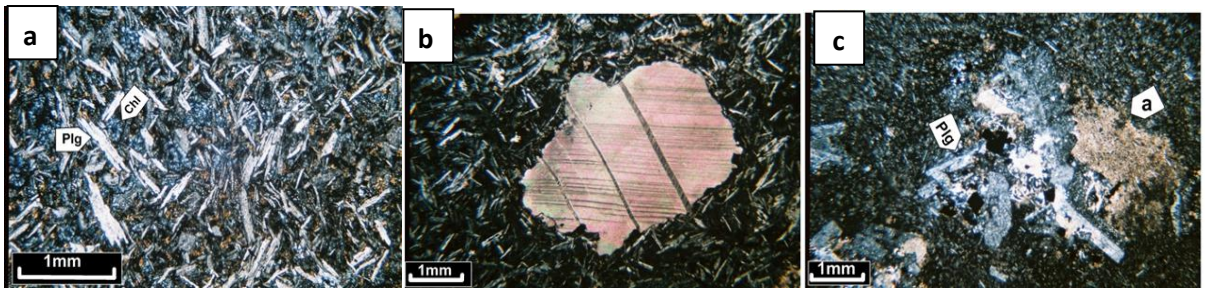
سنگ‌های آتشفشانی بازیک منطقه شامل بازالت و تراکی بازالت بوده و حجم ناچیزی از سنگ‌های منطقه را تشکیل می‌دهند. فاز کانی شناسی عمده در این سنگ‌ها پلاژیوکلاز بوده و دارای ماکل ساده و پلی سنتتیک هستند. در بعضی نمونه‌ها تعدادی پلاژیوکلاز در یک زمینه دانه ریزتر با هم جمع شده و بافت گلومروپورفیریتیک راتشکیل داده است. این کانی‌ها آثار دگرسانی از خود نشان می‌دهند و به سریسیت تبدیل شده‌اند. در برخی نمونه‌ها پلاژیوکلازها به صورت کشیده و تیغه‌ای کل زمینه مقطع را پوشانده و در برخی مقاطع پلاژیوکلازها بافت اینترسرتال نشان می‌دهند (شکل ۴-a). کلینوپیروکسن با ترکیب اوژیت نیز به صورت بلورهای کوچک در زمینه ودر لابلای میکرولیت‌ها قرار داشته و بندرت به صورت فنوکریست در سنگ وجود دارد و در برخی از مقاطع نازک پیروکسن هابه صورت انباشتی دیده می شوند وبافت گلومروپورفیری تشکیل داد ه‌اند، که علاوه بر بیان توقف ماگما در انباشتگاه ماگمایی در حین صعود، نشان دهنده تقدم تبلور کانی‌های اوژیت نسبت به دیگر کانی‌ها است [۱۱]. الیوین‌ها و پلاژیوکلازها تجزیه شدگی به کلریت را نشان می‌دهند. سودومورفهای مربوط به الیوین در سنگ‌ها قابل مشاهده است که توسط کربنات و ایدنگزیت سودومورف شده‌اند. برخی کانی‌های ثانوی مانند کلریت، اپیدوت و کلسیت در داخل حفره‌ها و نیز به عنوان محصولات دگرسانی کانی‌های فرومنیزین دیده می‌شوند. پرشدگی حفرات موجود در سنگ بافت آمیگدالوئید را ایجاد می‌کند که این حفرات یا با کلسیت پرشده و بافت آمیگدالوئید ایجاد می‌کنند(شکل۴-b).

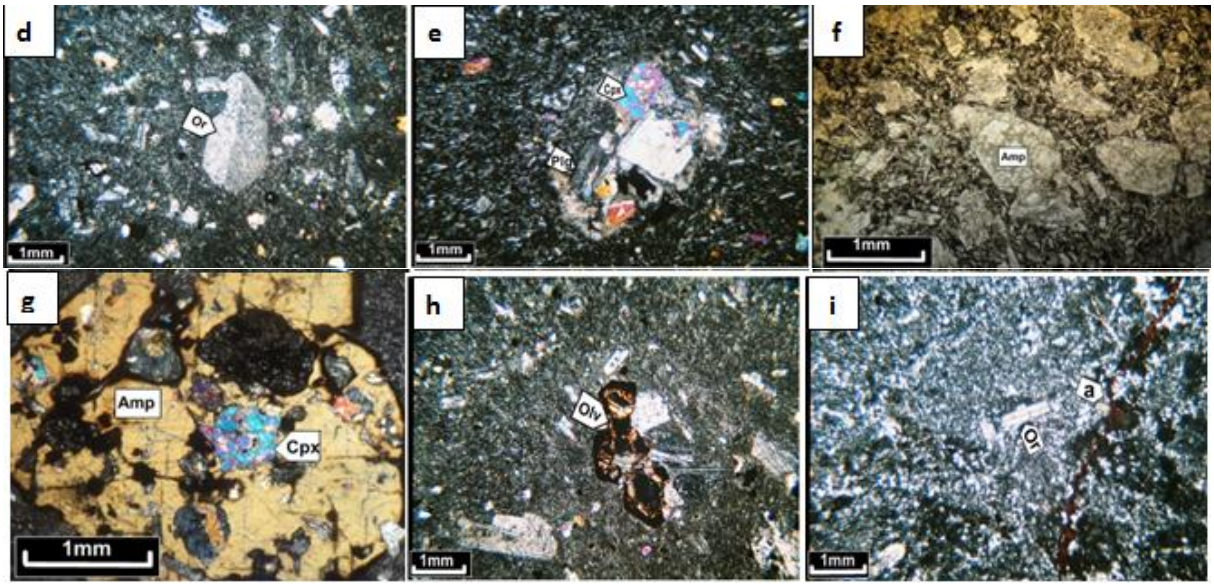
سنگ‌ها دارای بافت‌های پورفیری، میکرولیتیک، میکرولیتیک پورفیری، اینترسرتال، آمیگدالوئید و گلومروپورفیریک می‌باشند.

سنگ‌های آتشفشانی حدواسط فراوان‌ترین سنگ‌ها در منطقه بوده و شامل آندزیت بازالتی، تراکی آندزیت بازالتی و تراکی آندزیت می‌باشند. کانی‌های اصلی تشکیل دهندهٔ آندزیت‌ها عبارتنداز :پلاژیوکلازها اکثرا صفحه‌ای شکل دار بوده و ترکیبی در حد متوسط تا کمی کلسیک دارند و بیشتر از نوع آندزین تا لابرادوریت بوده (زاویه خاموشی ۲۰ تا ۴۰ درجه) و جزء فراوان‌ترین درشت بلورهای سازنده این

سنگها به شمار می‌روند. درشت بلورهای پلاژیوکلاز غالباً دارای منطقه بندی نوسانی (Oscillatory zoning) بافت غربالی (Sieve texture) و ماکل پلی سینتتیک بوده و ابعاد متغیری از ۱تا ۵ میلیمتر دارند(شکل۴-c). گاهی در زمینه تعدادی از پلاژیوکلازها با هم تجمع داشته وتشکیل بافت گلومروپورفیریک داده‌اند. برخی از کانی‌ها دچار دگرسانی شده و کانی‌های ثانویه‌ای مثل اپیدوت، کلریت، کلسیت و کانی‌های رسی را به وجود آورده‌اند و برخی از این پلاژیوکلازها به صورت مگاکریست در سنگ حضور دارند. فلدسپار آلکالن هم به صورت درشت بلور و هم به صورت میکرولیت هایی در زمینهٔ سنگ دیده می‌شود. ارتوز در آندزیت‌ها و تراکی‌آندزیت‌ها مشاهده می‌شود. این کانی شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار بوده و دارای ماکل کارلسباد می‌باشد. اندازهٔ بلورها در حدود ۱ تا ۲ میلی متر است. بلورهای ارتوز بعضا دارای بافت پرتیتی می‌باشند(شکل۴-d). در تراکی آندزیت ها و تراکی آندزیت‌های بازالتی، پلاژیوکلازها و فلدسپار آلکالن، در زمینه سنگ جهت یافتگی نشان می‌دهند. پیروکسن در این سنگ‌ها از نوع اوژیت بوده و به صورت فنوکریست و همچنین بلورهای کوچک‌تر در زمینه و فضای مابین میکرولیتها وجود دارد. متوسط اندازه آن‌ها ۰/۱ تا ۱ میلیمترمی‌باشد. پیروکسن‌ها غالبا شکسته شده و متحمل دگرسانی از نوع کلریتی و کربناتی گردیده‌اند. در برخی موارد اکسیدهای آهن و کانی‌های اپاک در نتیجه دگرسانی پیروکسن به وجود آمده که در اطراف و محل خردشدگی این کانی حضور دارند. زمینه این سنگ‌ها از شیشه، میکرولیتهای پلاژیوکلاز، کانی‌های ریز پیروکسن، مگنتیت و کانی‌های ثانویه‌ای مثل کلریت، اپیدوت، سریسیت و کربنات تشکیل شده است. گاهی پیروکسن ها کنار هم تجمع می‌یابند و بافت گلومروپورفیریک نشان می‌دهند(شکل۴-e). در برخی مقاطع فقط قالب‌هایی از بلورهای آمفیبول دیده می‌شود که اغلب کلریتی شده‌اند. (شکل۴-f) در برخی مقاطع به صورت درشت بلور(اندازه بیش از ۵ میلیمتر) بوده و حواشی سوخته نشان می‌دهند (شکل۴-g). از دیگر سازندگان آندزیت‌های بازالتی، الیوین می‌باشد. الیوین به صورت بلورهای شکل دار تا نیمه شکل‌دار دیده می‌شود که اکثر آن‌ها تجزیه شدگی شدید نشان می‌دهند. الیوین ایدنگزیتی شده است (شکل۴-h). در سنگ‌های تراکی آندزیت بازالتی و آندزیت‌های بازالتی منطقه مورد مطالعه سودومورف‌هایی موجود است که به احتمال زیاد مربوط به کانی الیوین می‌باشند که توسط ایدنگزیت و کربنات پر شده‌اند. از جمله کانی‌های فرعی موجود در آندزیت‌ها، کانی اپک است. کلریت از کانی‌های ثانویه در آندزیت ها است که از تجزیهٔ پیروکسن ها به وجود آمده است وهمچنین تجمع کلریت و سیلیس در حفرات مشاهده می‌شود. بلورهای سودومورف شده توسط کربنات و کلریت نیز قابل روئیت‌اند. از جمله بافت‌های شاخص آندزیت‌ها می‌توان به بافت پورفیری، گلومروپورفیری، میکرولیتی پورفیریک و هیالومیکرولیتی پورفیریک می‌باشد.

-پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی اسیدی منطقه: سنگ‌های اسیدی منطقه شامل ریوداسیت ها بوده که از حجم قابل توجهی در منطقه برخودار نیستند. کانی اساسی تشکیل دهنده این سنگ‌ها فنوکریست‌های پلاژیوکلاز است که ترکیبی در حد الیگوکلاز- آندزین دارند(زاویه خاموشی ۰تا ۲۷). فنوکریستهای پلاژیوکلاز غالباً دارای ماکل پلی‌سنتتیک بوده و ابعاد متغیر میلیمتری دارند. فلدسپار آلکالن به صورت شکل دار تا نیمه شکل دار و به صورت فنوکریست و هم به صورت میکرولیت در زمینهٔ سنگ دیده می‌شود. برخی از آن ها ماکل کارلسبد نشان می‌دهند و گاهی فلدسپار های آلکالن به حالت تجمعی دیده می‌شوندکه بافت گلومروپورفیریک را تشکیل می‌دهند. کوارتز در این سنگها به صورت پراکنده و بی شکل حضور دارد. خمیره این سنگ‌ها نیز بیشتر به صورت میکروکریستالین بوده و متشکل از میکرولیت‌های پلاژیوکلاز، فلدسپار آلکالن و ریزبلورهای کوارتز، کلریت، اپیدوت و کانی‌های اپاک می‌باشند. کانی‌های فرومنیزین تجزیه شدگی شدید نشان می‌دهند و اکثراً به کلریت و اپیدوت تجزیه شده‌اند و رگچه‌های هماتیتی نیز به صورت ثانویه در شکستگی‌ها مشاهده می‌شوند (شکل۴-i). در منطقه مورد مطالعه، ریولیتها به صورت جریان‌های گدازه یافت می‌شوند و اغلب در نتیجه فوران انفجاری به شکل توفها و مواد آذرآواری نیز بر روی هم نهشته شده‌اند. در این سنگ‌ها فنوکریست‌های فلدسپار (پلاژیوکلاز وفلدسپارهای آلکالن مثل سانیدین)، کوارتز، اکسیدهای آهن، کلریت و کربنات در یک خمیره شیشه‌ای قرار دارند. ریوداسیت‌ها دارای بافت غالب پورفیری ومیکرولیتی پورفیریک و گلومروپورفیریک هستند. اما گاه بافت جریانی نیز در برخی از آن‌ها دیده می‌شود.

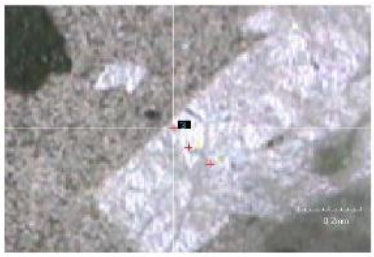


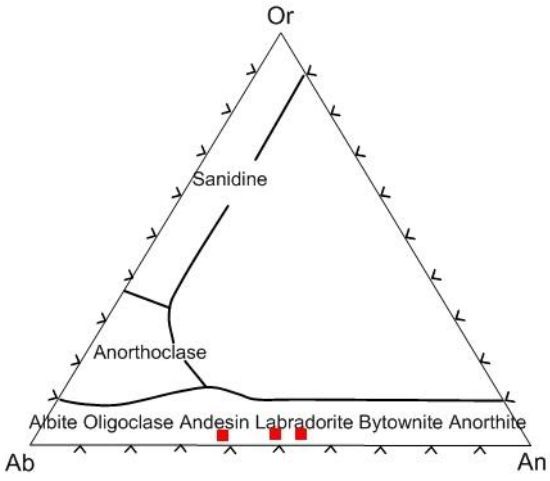


شکل ۴-a) بافت میکرولیتیک و اینترسرتال و تجمع کلریت در حد فاصل میکرولیتهای پلاژیوکلاز، b) بافت آمیگدالوئید که حفرات با کلریت و کربنات پر شده است، c) بافت گلومروپورفیریک حاصل از تجمع بلورهای پلاژیوکلاز و تجمع کربنات a: کربناتd) ارتوز پرتیتی (XPL). e) بافت گلومروپورفیریک حاصل از تجمع کلینوپیروکسن ها(XPL) f) قالب های حفظ شده از بلورآمفیبول که کلریتی شده است. (PPL) g) زینوکریست آمفیبول با حاشیه سوخته (XPL) h)بلورهای شکل دار الیوین i): a رگچه هماتیت. (XPL).

شیمی کانی‌ها

پلاژیوکلاز: آنالیز نقطه‌ای از پلاژیوکلاز نمونه‌ی آندزیتی (B-7)، (۳نقطه) انجام گرفته است (شکل ۵). فرمول ساختمانی پلاژیوکلازها به ازای ۸ اتم اکسیژن محاسبه شده است. در شکل ۵ ترکیب پلاژیوکلازها در نمودار۳ تایی An-Ab-Or [۵]، آورده شده است. در این شکل پلاژیوکلازها در محدوده آندزین و لابرادوریت واقع شده اند.

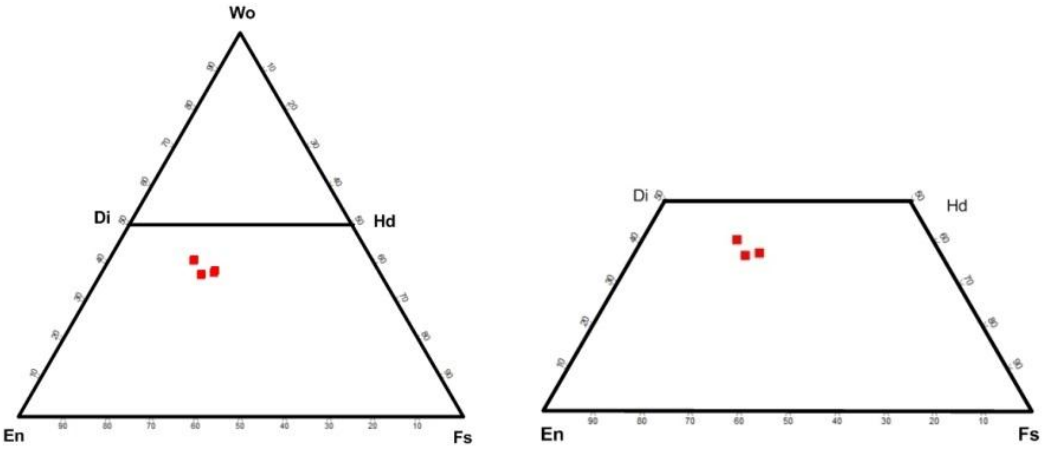




شکل ۵:آنالیز نقطه‌ای از پلاژیوکلاز نمونه‌ی آندزیتی. شکل ۶: ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازها در نمودار سه‌تایی Ab-An-Or [۳] پلاژیوکلازهای آنالیز شده دارای ترکیب آندزین و لابرادوریت می باشند.

کلینوپیروکسن: ۳ نقطه از کلینوپیروکسن‌های موجود در نمونهB-7 (نمونه آندزیتی) مورد تجزیه قرار گرفته است. . فرمول-ساختمانی کلینوپیروکسن‌ها بر اساس۴ کاتیون به ازای۶ اتم اکسیژن محاسبه شده است(جدول۵-۳). عدد منیزیم .100Mg (Mg+Fe+2)= #Mg این کانی‌ها ۶۰الی ۷۰ می‌باشد. ترکیب کلینوپیروکسن‌ها در نمودار En-Wo-Fo [۱۰] نشان می‌دهد که تمامی

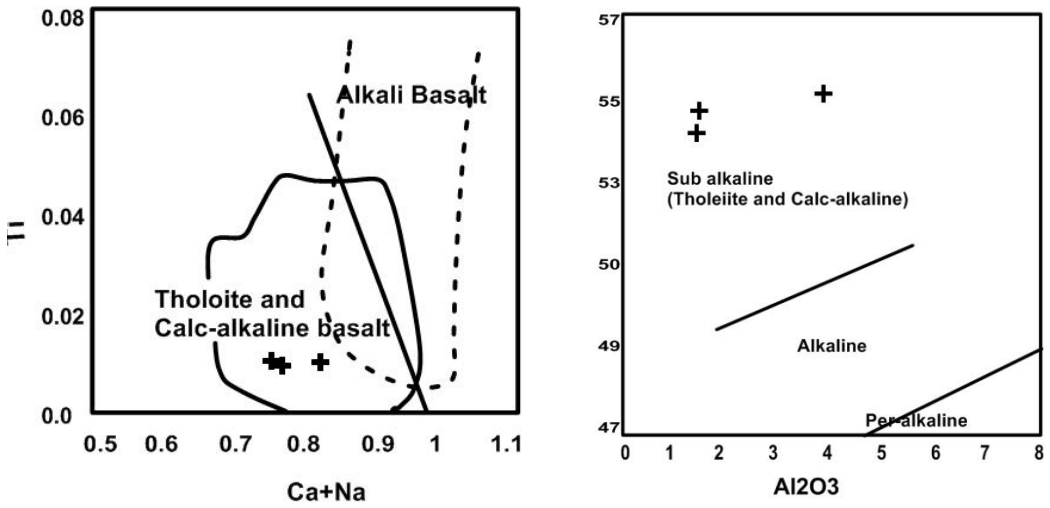
نقاط آنالیز شده در محدوده دیوپسید تا اوژیت واقع می‌شوند (شکل ۷). با توجه به اینکه در این کانی‌ها Na<Al می‌باشد باید آنها را جزء پیروکسن‌های کلسیک طبقه‌بندی کرد .



شکل ۷:ترکیب شیمیایی پیروکسن‌ها در ذوزنقه‌ی Di-Hd-En-Fs [۱۰]. کلینوپیروکسن‌های آنالیز شده نمونه‌های آندزیتی (B-7) ترکیب دیوپسید تا اوژیت را نشان می‌دهند.

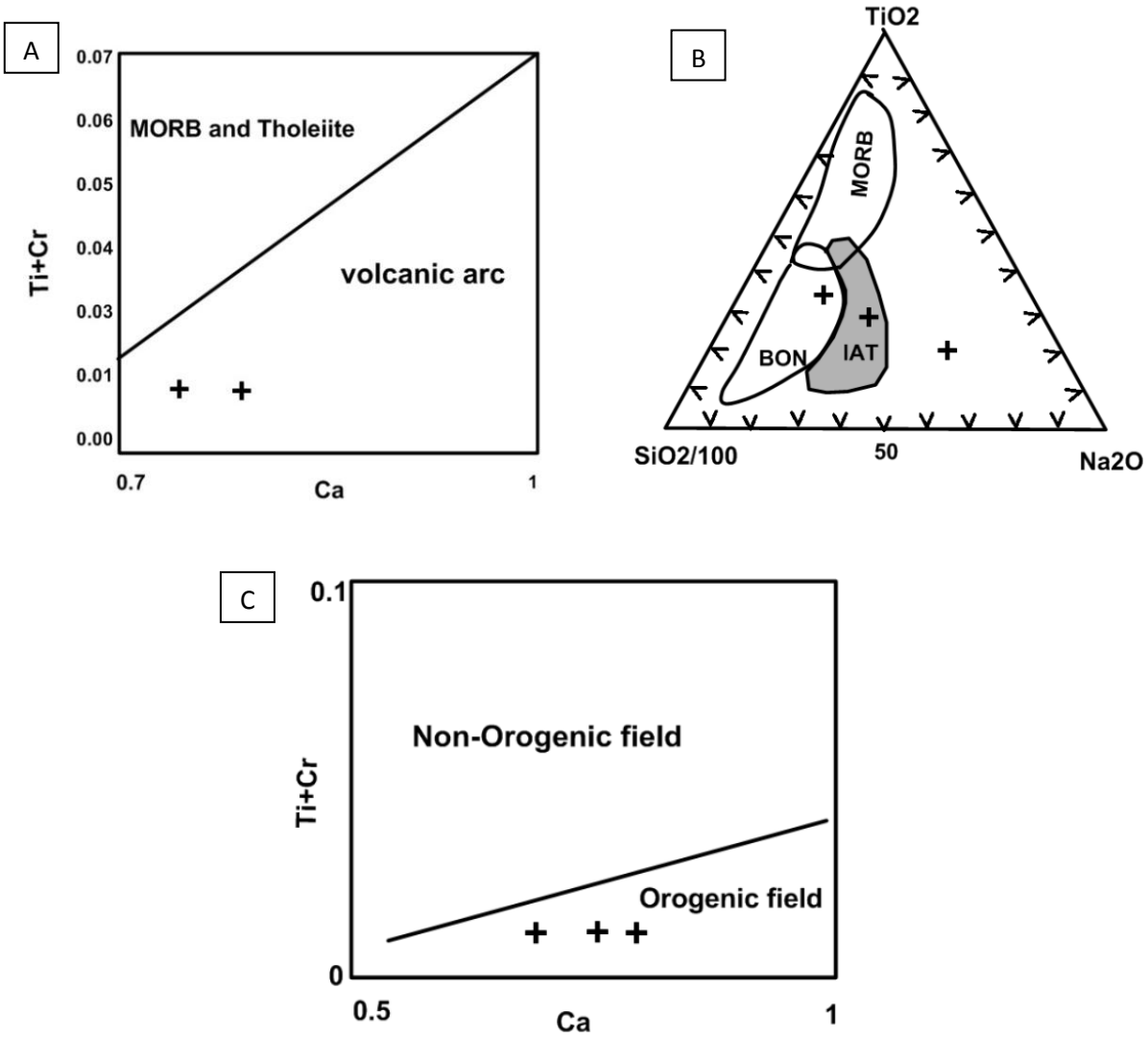
تعیین سری ماگمایی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس داده‌های پروپ

از آنجا که ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن‌ها تابعی از ترکیب شیمیایی و محیط تشکیل ماگمایی سازنده آن‌هاست، بنابراین می‌تواند اطلاعاتی را در رابطه با سری‌های ماگمایی تشکیل سنگ‌ها ارائه دهد. برای تعیین سری ماگمایی سازنده پیروکسن‌ها از دو نمودار [۸] و [۹] استفاده شده است. در نمودار تعیین سری ماگمایی SiO2-Al2O3 [۸]، نمونه‌های مورد مطالعه که دارای ترکیب دیوپسید و اوژیت می‌باشند، دارای گرایشی از سری سای آلکالن-تولئیتی می‌باشد(شکل ۸) و اما با توجه به نمودار تعیین سری ماگمایی Ti-Ca+Na [۹]،کلینوپیروکسن‌ها در محدوده بازالت‌های تولئیتی و کالک آلکالن قرار می‌گیرند (شکل ۱۱).



شکل ۸: نمودار تعیین سری ماگمایی SiO_2-Al_2O_3 [۸]. شکل ۹: نمودار تعیین سری ماگمایی Ti-Ca+Na [۹].

به منظور تعیین زمین ساختی سنگ‌های منطقه از نمودارهای مختلف استفاده گردید. با توجه به نمودار TiO2-SiO2/ 100-Na2O [۶] و قرارگیری پیروکسن‌ها ، سنگ‌های آندزیتی منطقه در یک محیط زمین ساختی قوس ولکانیکی تشکیل شده اند. همچنین در نمودار Ca در مقابلTi+Cr [۴] ، پیروکسن‌های سنگ آندزیتی در محدوده قوس‌های ولکانیکی قرار می‌گیرند. علاوه بر این نمودار Ca در مقابلTi+Cr از [۹] کلینوپیروکسن‌های سنگ آندزیت مربوط به فعالیت کوهزایی می‌باشند (شکل ۱۰) .



شکل ۱۰:a) نمودار Ca در مقابل Ti+Cr [۴]. B) نمودار TiO2-SiO2/ 100-Na2O[۶]. C) نمودار Ca در مقابل Ti+Cr [۹].

نتیجه گیری

سنگ‌های آتشفشانی در منطقه مورد مطالعه به سه گروه بازیک (بازالت‌ها و تراکی بازالت‌ها) ، حدواسط (آندزیت بازالتی، تراکی آندزیت بازالتی و تراکی آندزیت) ، اسیدی (ریولیت، داسیت و ریوداسیت) تقسیم می‌شوند. سنگ‌های آتشفشانی مطالعه شده دارای بافت‌های هیالومیکرولیتی پورفیریک، پورفیریتیک،میکرولیتیپورفیریک،گلومروپورفیریک،اینترسرتالو آمیگدالوئید می‌باشند. کانی‌های پلاژیوکلاز، فلدسپارآلکالن، پیروکسن، الیوین و آمفیبول به صورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار اصلی‌ترین درشت بلورها هستند. پلاژیوکلازها با توجه به آنالیز نقطه‌ای پروب ترکیبی در حد آندزین و لابرادوریت در سنگ‌های آندزی بازالتی منطقه را نشان می‌دهند. پلاژیوکلازها در اکثر نمونه‌ها بافت غربالی نشان می‌دهند. یکی از این عوامل ایجاد این بافت برداشت سریع فشار از روی حجره ماگمایی است و دیگری اختلاط ماگمایی بین ماگمای مافیک جدیدتر (که وارد حجره ماگمایی می‌شود) و ماگمای بازیک در حال تفریق موجود در حجره ماگمایی می‌باشد. ماگمای تشکیل دهنده منطقه با توجه به ترکیب شیمیایی، از نوع کالک‌آلکالن و تولئیتی است. از نظر محیط تکتونیکی سنگ‌ها در محدوده کمان-های آتشفشانی قاره‌ای قرار می‌گیرند.

منابع و مراجع

[۱] نبوی، محمدحسن (۱۳۵۵). دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.

[۲] نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر ، انتشارات سازمان زمین شناسی سال (۱۹۷۴).

[3] Deer, W. A. , Howie, R. A. , Zussman, J. ,(1992). "An introduction to the Rock Forming Minerals. ", England : Longman Scientific & Technical ; New York, NY : Wiley,.

[4] Dorais, M. J. , Whitney, J. A. , and Roden, M. F. (1990) Origin of ficenclaves in the Dinkey Creek pluton, central Sierra Nevada batholith,Califomia. Journal of Petrology, 3 1, 853-88 1

[5] Holland, T. and Blundy, J. (1994). Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. Contributions to Mineralogy and Petrology, 116, 433-447.

[6] Kenan Yalniz . M, M. Cemal, . 1999, Clinopyroxene Compositions of the Isotropic Gabbros From the Sarikaraman Ophiolite: New Evidence on Supra-Subduction Zone Type Magma Genesis in Central Anatolia.

[7] Le maitre, R. W. , Bateman, P. , Dudek, A. , Keller, J. , Le Bas, M. J. , Sorenson, H. , Streckeisen, A. , Wooly, A. R. , Zanettin, B. 2002. A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Blackwell, Oxford, 193 pp.

[8] Le Bas, M. J. 1962 the roie of aluminum in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage. Amer. f. Sci. 26O, 267-288.

[9] Leterrier, J. , Maury, R. C. , Thonon, P. , Girard, D. , Marchal, M. ,1982. Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleo-volcanic series. Earth Planetary Science Letters, 59, 139-154.

[10] Morimoto, N. (1989) Nomenclature of pyroxenes. Canadian Mineralogist 27: 143-156.

[11] Shelley, D. , 1993, Igneous and metamorphic rocks under the microscope. Chapman and Hall, pp. 445

[12] Stocklin, J. , 1968. Structural history and tectonics of Iran. Areview. Amer. Assoc. petril. Geol. 52, 1229-1258.