ماگماتیسم ترسیر- کواترنر در منطقه دهج

منصور قربانی، مهسا ابراهیمی، منصور وثوقی عابدینی و رضا مظفرزاده

گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده

منطقه مورد مطالعه در غرب و شمال غرب استان کرمان و جنوب شهرستان انار واقع می‌باشد. ویژگی‌های کلی زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، همان ویژگی های کمان ارومیه دختر جنوبی (ساب زون ماگمایی کرمان) می باشد. در این منطقه تنها سنگ‌هایی که برونزد دارند عبارت‌اند از: سنگ‌های آتشفشانی و نیمه آتشفشانی‌ها و نفوذی‌های کوچک تا متوسط. بر اساس مطالعه مقاطع نازک سنگهای منطقه به دسته های زیر قابل تقسیم هستند:

الف: آندزیت ها و کوارتز آندزیت ها، ب: داسیت ها و ریو داسیت ها، ج: سنگهای بازیک و نفوذی‌های بازیک مانند دایک‌ها و استوک‌ها، د: توده های نفوذی کم‌عمق پورفیری متوسط تا اسیدی.

در طول ترشیر در منطقه مورد مطالعه ۵ فاز ماگمایی رخ داده است این فازها عبارت‌اند از:

فاز آتشفشانی ائوسن که با فعالیتهای بازالتی- آندزیتی شروع می شود، فاز آتشفشانی ائوسن- الیگوسن که اغلب ترکیب اسیدی و فوق اسیدی دارد، فاز نفوذی دیوریت تا تونالیتی، فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی میو-پلیوسن که مهمترین فاز ماگمایی در منطقه می باشد و سرانجام فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی پلیوکواترنر.

بر اساس نمودارهای تعیین سری ماگمایی سنگهای منطقه در سری کالک آلکالن قرار می‌گیرند. همچنین در نمودار های تعیین محیط تکتونیکی، این سنگها در حاشیه فعال قاره ای قرار می‌گیرند، شواهد ژئوشیمیایی موجود نشان می‌دهند که ماگماهای سنگهای منطقه مورد مطالعه خویشاوندی‌ها مشترک دارند و در یک محیط فرورانش تشکیل شده اند. این مسئله با کل ماگماتیسم ارومیه- دختر نیز همخوانی دارد.

واژه های کلیدی: *فازهای ماگمایی، سنگ‌های آتشفشانی، دهج، ترسیر، کواترنر.*

Archive of SID

www.SID.ir

موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در غرب و شمال غرب استان کرمان و جنوب شهرستان انار در بین عرض های ′۵۴°۳۰ تا°۵۵ شمالی و طول های°۳۱ تا ′۳۰°۳۰ شرقی واقع است و از شمال شرق شهر بابک تا جنوب غرب انار را در بر می‌گیرد. این محدوده در انتهای جنوب شرقی کمربند ماگمایی ارومیه – دختر و در ورقه۱:۱۰۰/۰۰۰ دهج و ورقه ۱:۲۵۰/۰۰۰ انار قرار دارد.

بحث و بررسی

زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه کرمان از نظر ساختاری و زمین شناسی بخشی از زون مرکزی ایران محسوب می شود. در نوشته‌های تمام محققینی که در این منطقه کار کرده اند در مورد این تقسیم بندی اتفاق نظر وجود دارد. منطقه مورد مطالعه بخشی از کمربند ماگمایی ارومیه دختر می باشد. ویژگی های کلی زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، همان ویژگی‌های کمان ارومیه دختر جنوبی (ساب زون ماگمایی کرمان) می باشد. در این ساب زون سنگهای آتشفشانی با ترکیب بازالت تا ریولیت (با حجم گسترده آندزیت) و پیرو کلاستیکهای وابسته، همچنین توده های نفوذی با ترکیب متنوع از ائوسن تا کواترنر برونزد دارند.

ماگماتیسم در منطقه مورد مطالعه

پیکر اصلی سنگهای ماگمایی منطقه مورد مطالعه را می‌توان بر دو دسته تقسیم نمود. الف) سنگهای آتشفشانی و پیروکلاستیکهای وابسته و ب) توده‌های نفوذی کوچک که تحت عنوان توده‌های پورفیری در این منطقه قابل مشاهده هستند.

سنگهای آتشفشانی ترکیب متناوبی از بازالت تا ریولیت دارند. اما به طور مشخص سنگهایی که ترکیب آندزیتی دارند، غالب می‌باشند، هرچند که حجم توفهای اسیدی نیز در این منطقه قابل توجه است.

سنگهای آتشفشانی این منطقه، دامنه سنی از ائوسن تا کواترنر دارند. سنگهای ائوسن اغلب گسترده می‌باشند به طوریکه می‌توان گفت پی سنگ این منطقه را تشکیل می‌دهند.

سنگهای آتشفشانی کواترنر این منطقه و یا بهتر است بگوییم پلیو- کواترنر اغلب ترکیب اسیدی دارند و گنبدها و دمهای این منطقه را می‌سازند، مانند آتشفشان آج پایین و بالا.

در این منطقه توده نفوذی با ابعاد حدود ۲۰ کیلومتر مربع سنگهای آتشفشانی ائوسن و ائو- الیگوسن را قطع نموده‌اند (نمونه‌وار توده نفوذی کدر). توده‌های نفوذی حالت پورفیری داشته و اغلب ترکیب دیوریتی تا تونالیتی دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به آنچه گفته شد و نیز با توجه به مطالعات صحرایی و مطالعات پتروگرافی که در پی خواهد آمد، فازهای ماگماتیسم متعدد در طول ترشیر در منطقه مورد مطالعه رخ داده است، که چکیده آنها به قرار زیر است:

۱. فاز آتشفشانی ائوسن که با فعالیتهای بازالتی – آندزیتی شروع می شود و توده های کوچک نفوذی از نوع و تا دلریتی آنها را همراهی می کند.
۲. فاز آتشفشانی ائوسن- الیگوسن که اغلب ترکیب اسیدی و فوق اسیدی داشته و سنگهای آن بر روی واحد آندزیتی- بازالتی ائوسن قرار می گیرد.
۳. فاز نفوذی دیوریت پورفیری کدر: این فاز با توجه به شواهد منطقه ای و تعیین سنهای مشابه انجام گرفته (چاه فیروزی، میدوک و ایجو)، سن میوسن دارد (قربانی، ۱۳۸۶).
۴. فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی میو-پلیوسن: این فاز مهمترین فاز ماگمایی در منطقه می باشد. اغلب قله های منطقه (کوه ایوب، مردوار و کوههای مسیر دهج- کدر) که مورفولوژی خشن داشته و تک کوههای منطقه را تشکیل می دهند، متعلق به این فاز می باشند.
۵. فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی پلیوکواترنر این فاز، آخرین و جوانترین فاز ماگمایی منطقه می‌باشد که حاصل آن تشکیل دو گنبد آج بالا و پایین می باشد.

پتروگرافی

براساس مطالعه مقاطع نازک تهیه شده (۴۵ مقطع نازک) سنگهای منطقه، به دسته های زیر قابل تقسیم هستند:

الف: آندزیت ها و کوارتز آندزیت ها، ب: داسیت ها و ریو داسیت ها، ج: سنگهای بازیک، د: توده‌های نفوذی کم عمق پورفیری

در زیر به مشخصات پتروگرافی هر یک از این دسته ها اشاره می‌شود:

آندزیت ها و کوارتز آندزیت ها

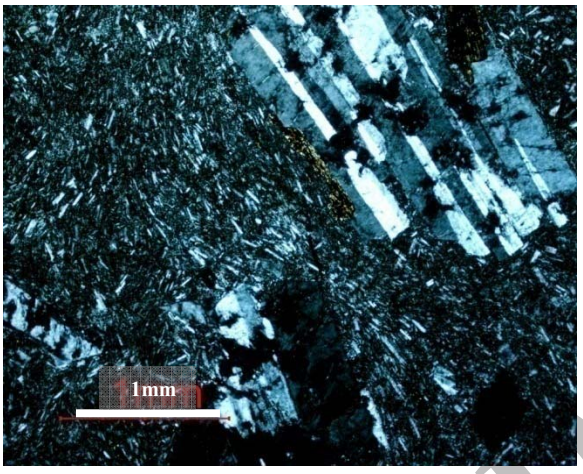
این سنگها بخش بزرگی از سنگهای منطقه را به خود اختصاص می دهند. نمونه دستی این سنگها عموماً قهوه‌ای تیره تا روشن بوده و در ابتدای جاده دهج-کدر به وفور دیده می شوند.

از دیدگاه میکروسکوپی، خصوصیات آنها کم و بیش و به طور خلاصه از این قرار است:

بافت سنگی: بافت اکثر آنها پورفیریک با خمیره میکرولیتی می باشد. گاهاً در نتیجه تعدد میکرولیت‌های پلاژیوکلاز، خمیره حالت جریانی به خود می گیرد. این مطلب خصوصا در اطراف فنوکریست ها بارزتر و مشخص تر قابل مشاهده می شود (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: بافت تراکیتی جریانی در اطراف یک فنوکریست پلاژیوکلاز در مقطع یک آندزیت

بخش اعظم خمیره این سنگها، از میکرولیت های پلاژیوکلاز تشکیل شده است. گاها این خمیره، خصوصاً در اطراف فنوکریستهای بزرگتر، حالت جهت یافتگی به خود گرفته است که در این حالت، جهت جریان را نشان می دهد. میکرولیت های خمیره گاهاً تا حدی دگرسان شده اند.

فنوکریست در این سنگها، عموما متنوع تر از خمیره بوده و فراوانترین فنوکریست در این سنگ، پلاژیوکلاز می‌باشد. اندازه پلاژیوکلازها در فنوکریست، از متوسط تا خیلی درشت (مگاکریستهای پلاژیوکلاز) تغییر می کند. این کانی عمدتا به صورت اتومورف ظاهر شده و در اکثر موارد دارای ماکل پلی سنتتیک بوده و گاهاً ماکل کارلسباد (دوتایی) نیز نشان می دهند.

در برخی موارد، از اجتماع این بلورها در کنار هم، بلورهای بسیار درشتی از پلاژیوکلاز تشکیل شده اند همچنین این کانی در برخی موارد منطقه بندی نوسانی (زونینگ) نیز در این کانیها مشاهده می‌شود که می‌تواند دلیلی بر تغییر موضعی ترکیب در این کانی، و در مقیاس بزرگتر اختلاط ماگماها باشد.

در کوارتز آندزیتها، در خمیره، علاوه بر پلاژیوکلاز کانی کوارتز نیز ظاهر می شود به طوری که مقدار این کانی بر مقدار پلاژیوکلاز فزونی گرفته و به همین دلیل بافت این سنگها از حالت میکرولیتی- جریانی فاصله گرفته و به حالت پورفیریک با خمیره میکروگرانولار نزدیک می شود.

داسیت ها و ریو داسیت ها

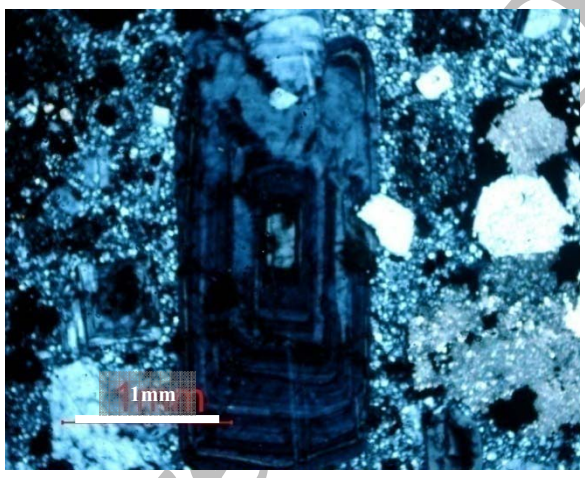
این سنگها، بخش اعظم رخنمونهای سنگی منطقه را تشکیل می دهند، عموماً ستیغ سازند و در منطقه ارتفاعاتی بلند با مورفولوژی خشن تشکیل می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

رنگ آنها در نمونه دستی صورتی روشن تا سفید بوده و بسیار سخت هستند. از دیدگاه میکروسکوپی، به علت افزایش مقدار کوارتز و کم شدن مقدار پلاژیوکلاز، بافت آنها به پورفیریک با خمیره میکرو گرانولار تغییر کرده است. گاهاً و به میزان خیلی کمتر نسبت به آندزیت ها، حالت میکرولیتی به خود می گیرد.

از دیدگاه کانی شناسی، مهمترین کانی تشکیل دهنده در فنوکریست، پلاژیوکلاز است. پلاژیوکلاز ها از نظر اندازه از متوسط تا بسیار درشت متغیر بوده و عموماً اتومورف تا ساب اتومورفند. همانند آندزیت ها، پلاژیوکلاز ها در این نوع سنگ نیز دارای ماکل پلی سنتتیک و کارلسباد (دو تایی) بوده و در موارد بسیاری نیز زونینگ نشان می‌دهند که این مسئله نشان دهنده تفاوت ترکیب لایه های تشکیل دهنده آن می باشد (شکل ۲).



شکل ۲: تفاوت ترکیب در لایه ها در یک فنوکریست پلازیو کلاز

ترکیب پلاژیوکلازها عمدتاً کلسیک و گاهاً متحمل دگرسانی شده اند. در برخی نمونه ها، در فنوکریست‌های این کانی ادخال هایی از سایر کانی ها، از جمله کوارتز و کانی های اپک مشاهده می‌شود).

پس از پلاژیوکلاز،کانی کوارتز مهمترین کانی اصلی در سنگ است. این کانی به ندرت در فنوکریست ظاهر می‌شود. این کانی در فنوکریست عموماً به صورت بی شکل ظاهر می شود. نکته قابل توجه این که در بین نمونه‌ها این کانی به صورت بلور های درشت و کاملاً اتومورف دیده می شود. همچنین در برخی نمونه ها، خوردگی خلیجی نیز در این کانی مشاهده می شوند.

سنگ های بازیک

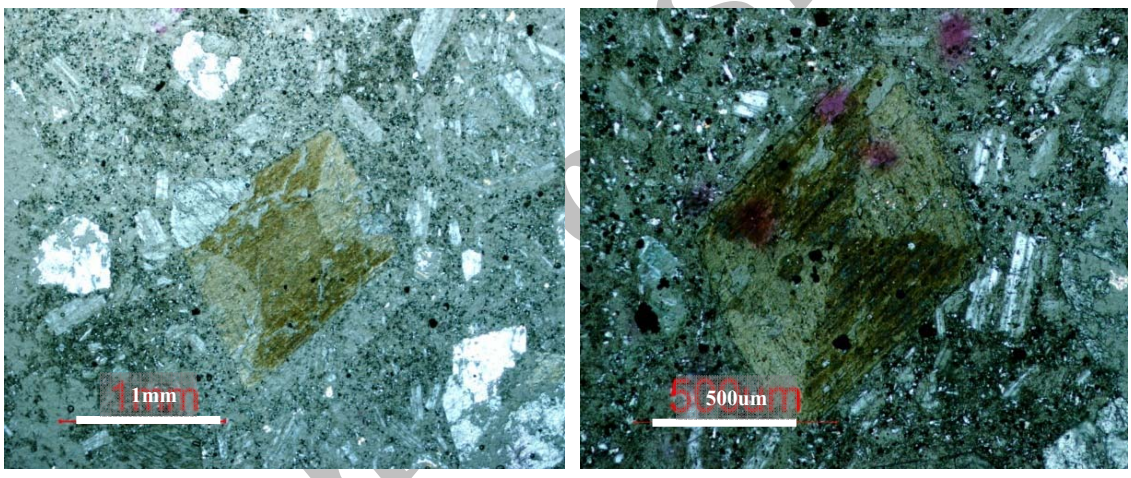
این دسته از سنگ ها شامل انواع بازالت ها،الیوین بازالت ها و آندزی‌بازالت‌ها می باشد. گستردگی این سنگ ها در منطقه نسبت به داسیت ها و آندزیت ها بسیار کمتر است و در برخی موارد به صورت دایک مشاهده شدند رنگ آنها در نمونه دستی روشن بوده ولی بلور های پیروکسن در آنها قابل مشاهده است.

Archive of SID

www.SID.ir

از دیدگاه میکروسکوپی، بافت این سنگ ها معمولاً پورفیریک با خمیره میکرولیتی تا میکروگرانولر است (شکل ۳). بنابر این کانی اصلی در خمیره، پلاژیوکلاز است که به صورت میکرولیت های منشوری وجود دارد. پیروکسن‌ها، از نظر کمی بعد از پلاژیوکلاز، در خمیره وجود دارد و به حالت بلور های ریز و سبز رنگ در خمیره پراکنده اند. به علت همین تمایز رنگ، بلور های پیروکسن خمیره از میکرولیت های پلاژیوکلازها قابل تشخیص هستند.

مهمترین کانی موجود در فنوکریست این سنگ ها، پیروکسن می باشد. پیروکسن ها به صورت بلورهای اتومورف تا ساب اتومورف، و عموماً در اندازه های درشت در فنوکریست ظاهر شده اند و در بسیاری از آنها دو سیستم رخ عمود بر هم قابل تشخیص است. در بسیاری موارد، این کانی آلتره شده و از محل شکستگی های روی سطح بلورها تبدیل شدگی به اکسیدهای آهن قابل مشاهده است. گاهاً در اثر آبگیری، این کانی ها به آمفیبول تبدیل شدگی نشان می دهند. ماکل ساعت شنی نیز در برخی از نمونه ها قابل تشخیص است (شکل ۳).



شکل ۳: ماکل ساعت شنی در یک پیروکسن

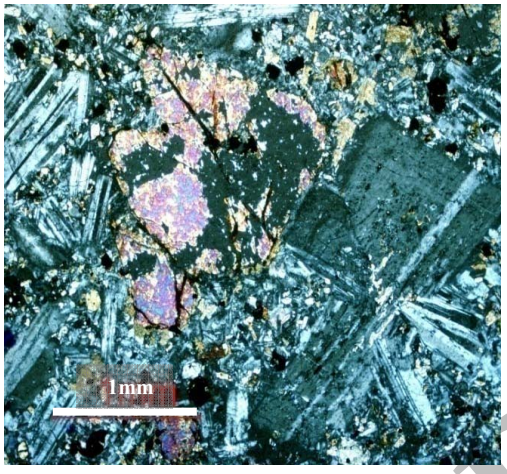
پس از پیروکسن، مهمترین کانی موجود در فنوکریست پلاژیوکلاز می باشد. مقدار این کانی در فنوکریست، کمتر از خمیره است و بیشترین حجم آن در خمیره و به صورت میکرولیت ظهور پیدا کرده است. این کانی در فنو کریست به صورت بلور های اتومورف تا ساب اتو مورف، با ماکل های پلی سنتتیک و کارلسپاد دیده می شود. همچنین زونینگ نیز در این کانی ها قابل مشاهده است، پلاژیوکلاز ها در برخی نمونه ها تا حد کمی آلتره شدند و بافت غربالی در آنها به طور ضعیف قابل مشاهده است. پاره‌ای از سنگ‌های بازیک به صورت دایک و یا به شکل توده‌های دلریتی قابل مشاهده هستند.

بافت سنگی مشاهده شده در اکثر آنها مبین کوچک بودن و عمیق بودن این سنگ ها است. این بافت ها شامل بافت های اینتر گرانولر و افیتیک و تا ساب افیتیک دلریت می باشد (شکل ۴).

در عمده این سنگ ها، سه سری کانی قابل تشخیص است:

الف) فنوکریست های درشت پیروکسن ب) بلور های متوسط پلاژیوکلاز ج) خمیره ریز دانه

www.SID.ir



شکل ۴: بافت افیتیک

نامگذاری شیمیایی سنگ‌های مورد مطالعه

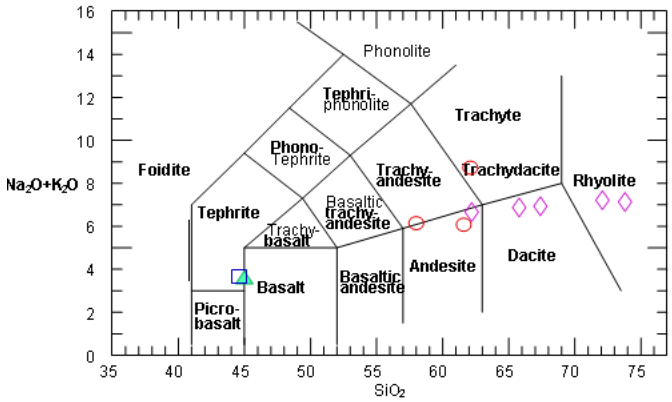
همانطور که ذکر شد، بخش قابل توجهی از سنگ‌های منطقه واجد خمیره ریز دانه بوده و در آنها شناسایی نوع و نسبت کانی ها تا حد زیادی غیر ممکن می‌باشد. لذا جهت نامگذاری دقیق و کمک به مطالعات پتروگرافی سنگ‌های منطقه با استفاده از داده‌های شیمیایی نیز انجام شد. جهت انجام مطالعات ژئوشیمیایی، نامگذاری و رسم نمودارهای مختلف برای سنگ‌های منطقه از نمودار های TAS (Le Bas et al .1986) و TAS (Cox et al, 1979) . استفاده شد.

نمودارTAS

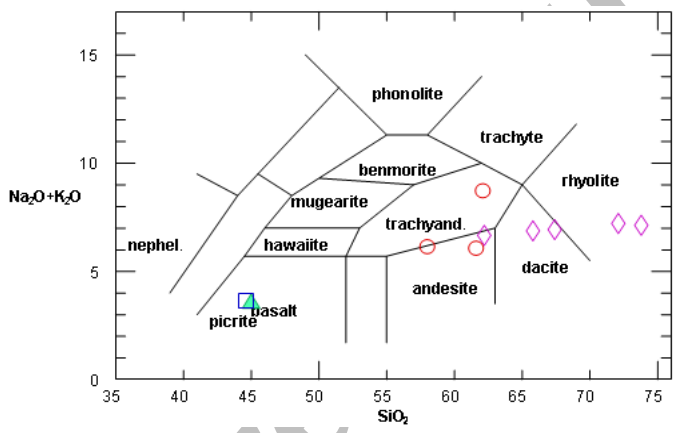
بر مبنای نمودار TAS، سنگ‌های منطقه متعلق به سری ماگمایی ساب‌آلکالن و از نوع آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت، ریولیت و در چند نمونه محدود بازالت می باشند (شکل۵). نمونه دیگری از نمودار TAS، که توسط Cox et al (1979) ارائه شده، نیز ترکیب سنگ‌شناسی مشابهی را برای سنگ‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد (شکل۶).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵: موقعیت سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار TAS (Le Bas et al .1986)



شکل ۶: موقعیت سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار TAS (Cox et al, 1979)

رفتار وابستگی عناصر در سنگ‌های منطقه مورد مطالعه (نمودارهای هارکر)

با توجه به رفتار عناصر اصلی و فرعی در نمودارهای هارکر و روند آنها، اینگونه نتیجه گیری می شود که تمام سنگهای آندزیتی، داسیتی، ریولیتی و توده های نفوذی هم ارز آنها از یک ماگمای مادر تفریق یافته اند. هم چنین دسته دیگری از سنگها وجود دارند که از روند فوق پیروی نمی کنند. این سنگها شامل دایکهای بازیک و استوکهای دلریتی می باشند. بنابراین، چنین به نظر می رسد که در منطقه دو سری ماگمایی جداگانه وجود دارند.

تعیین سری‌های ماگمایی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه

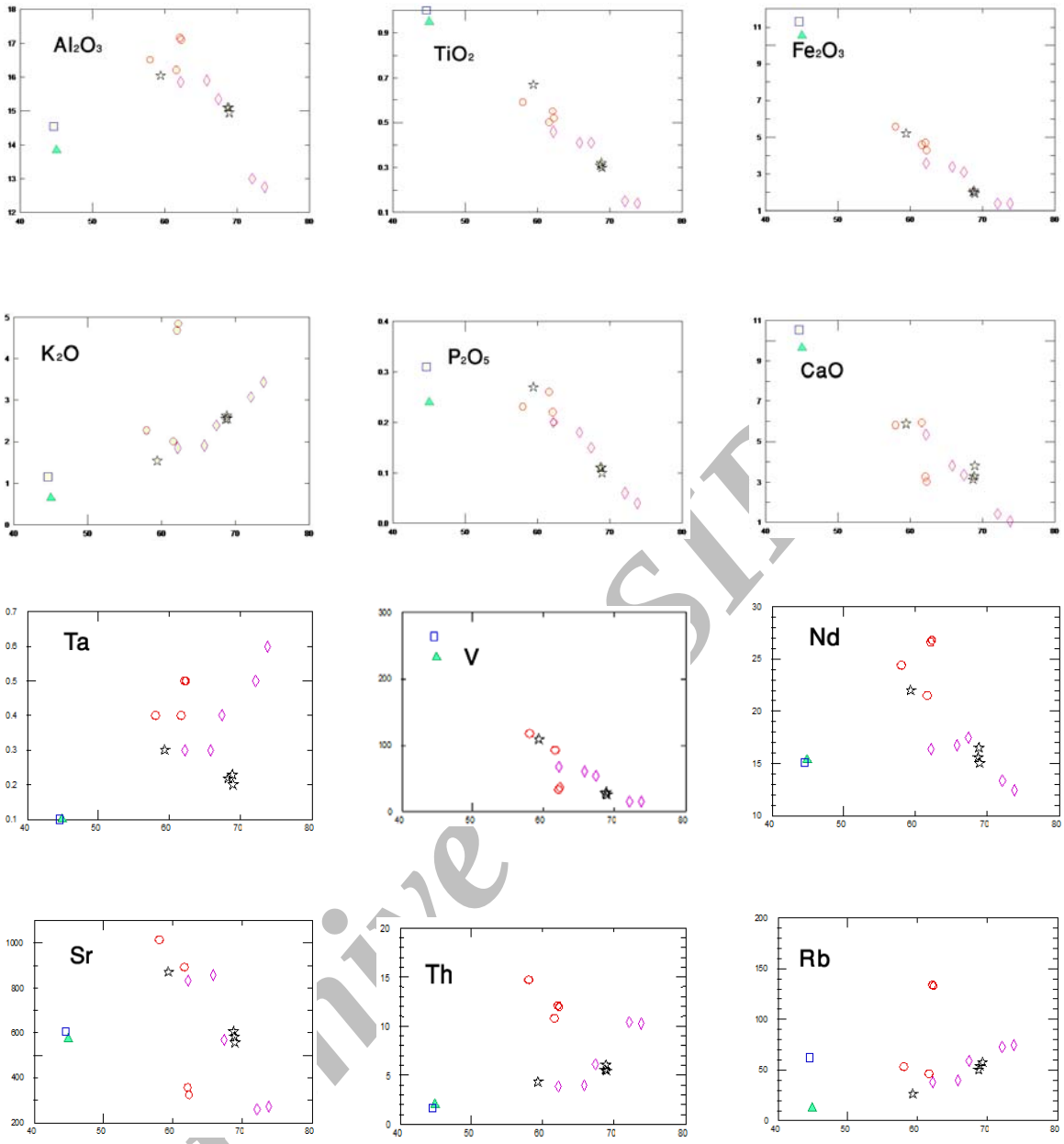
سنگ‌های آتشفشانی و نیمه آتشفشانی منطقه مورد مطالعه را جهت تشخیص سری‌های ماگمایی در نمودارهای مختلف مورد بررسی قرار داده‌ایم:

نمودار AFM (Na2O+K2O, F=FeO, M=MgO)

بر روی نمودار AFM، سنگ‌های آتشفشانی و نیمه آتشفشانی منطقه مورد مطالعه از روند تغییرات سری کالک‌آلکالن تبعیت می‌نمایند (شکل ۸).

Archive of SID

www.SID.ir

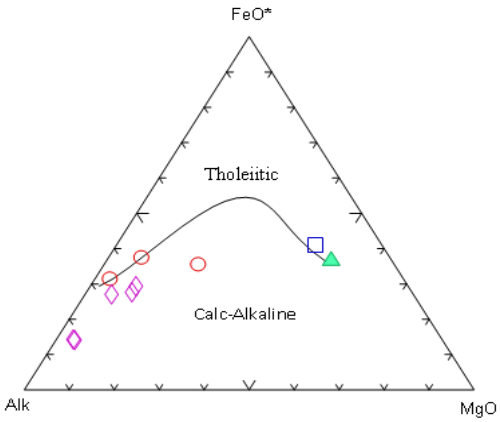


شکل۷: نمودارهای هارکر برخی از عناصر اصلی و فرعی در مقابل SiO_2

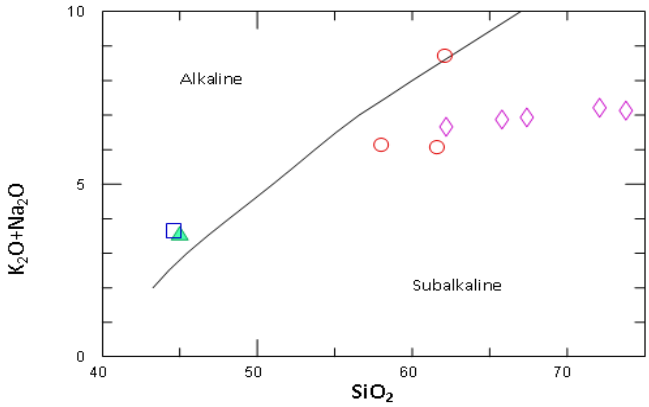
در نمودار عناصر آلکالن در برابر سیلیس (شکل ۹) اکثر نمونه‌ها به جز دو نمونه در محدوده ساب‌آلکالن قرار می‌گیرند. دو نمونه ۱ و ۱۱ در محدوده آلکالن ها قرار می گیرند.

Archive of SID

www.SID.ir



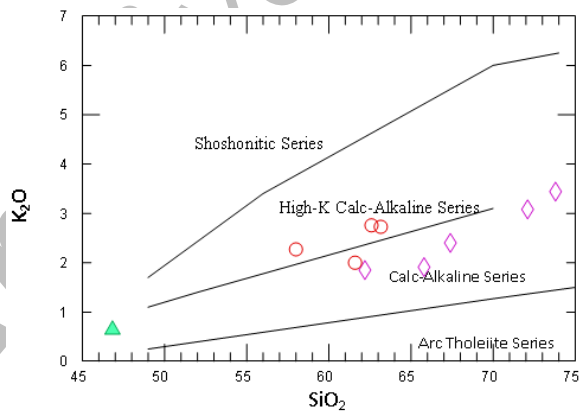
شکل ۸: موقعیت سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه براساس نمودار AFM (Kuno ,1968) در محدوده کالک‌آلکالن قرار می‌گیرند.



شکل ۹: تفکیک سری ماگمایی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه براساس Irvine & Baragar (1971)

نمودار K_2O در برابر SiO_2

این نمودار که توسط (Taylor et al,1981) ارائه گردید، سری‌های ماگمایی را به چهار دسته پتاسیم پایین (توله ایتی)، کالک‌آلکالن، کالک‌آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی تقسیم می کنند. با توجه به شکل۱۰ اغلب نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در این نمودار در محدوده کالک‌آلکالن و تنها چند نمونه محدود در بخش کالک‌آلکالی پتاسیم بالا قرار می‌گیرند.



شکل ۱۰: موقعیت سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار K_2O در برابر Sio_2 (Taylor et al,1981)

با توجه به نمودارهای فوق، تمام سنگهای منطقه مورد مطالعه در سری ماگمایی کالک آلکالن قرار می‌گیرند. این ویژگی سنگهای منطقه مورد مطالعه، با ویژگیهای سنگهای دیگر مناطق کمربند ماگمایی ارومیه- دختر همخوانی دارند.

Archive of SID

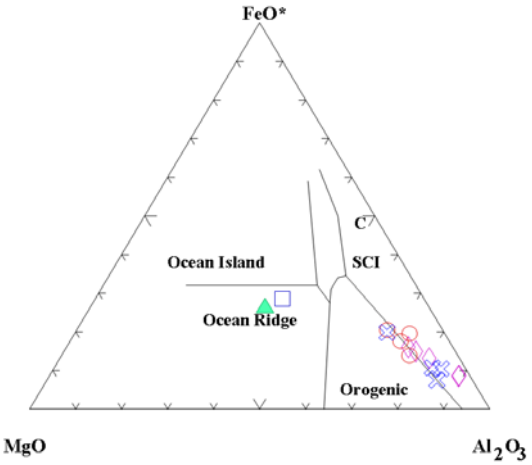
www.SID.ir

محیط ژئودینامیکی ماگماتیسم

جهت تعیین محیط ژئودینامیکی سنگ‌های منطقه از دیاگرام‌های مختلفی استفاده شده است، از جمله:

نمودار Al2O3-FeO-MgO: این نمودار سنگهای آتشفشانی (به خصوص بازالتها) متعلق به محیط‌های مختلف تکتونیکی را براساس شیمی عناصر اصلی آنها تفکیک می کند (Pearce and Cann 1973).

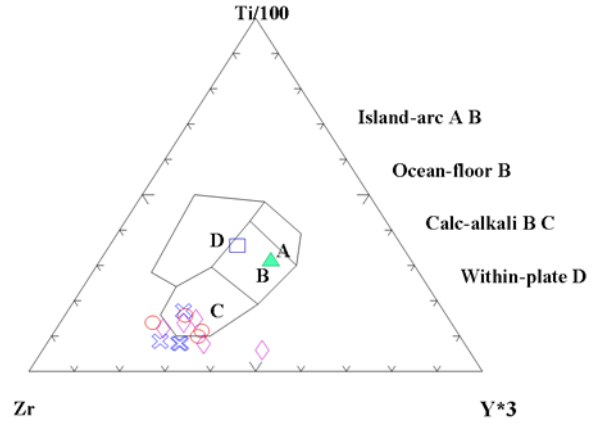
با توجه به این دیاگرام (شکل ۱۱) معلوم می‌گردد که اکثر سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده حاشیه فعال قاره‌ای قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱: موقعیت سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار Al_2O_3-FeO-MgO

نمودار Ti/100-Zr-Y*3

این نمودار، محیط تکتونیکی تشکیل سنگهای آتشفشانی (به خصوص بازالتها) را بر اساس سه عنصر Ti، Zr و Y تعیین می کند. این عناصر، ناسازگار و کم تحرک هستند. همانگونه که در شکل مشخص است، اکثر نمونه های منطقه (به جز دو نمونه) در محدوده C که متعلق به به ماگماهای کالک آلکالن محیط‌های فرورانش و حاشیه قاره‌ای انطباق دارد (شکل ۱۲).



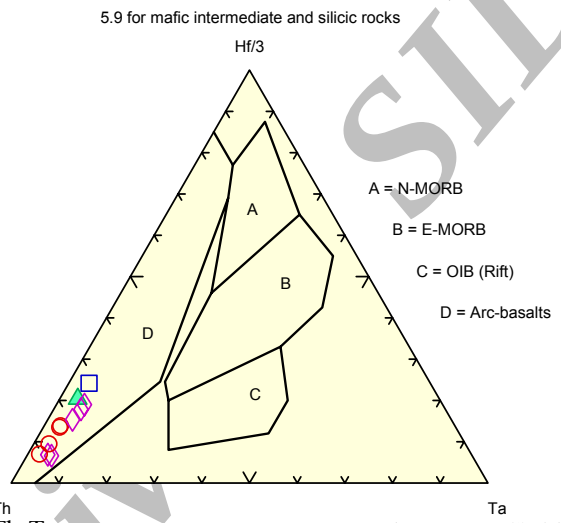
شکل ۱۲: موقعیت سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار Ti/100-Zr-Y*3

Archive
www.SID.ir

نمودار Hf/3-Th-Ta

در این نمودار نیز از سه عنصر ناسازگار و کم تحرک برای تعیین محیط تکتونیکی تشکیل سنگها استفاده شده است و توسط Wood, 1980 ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می کنید، تمام نمونه ها در این نمودار نیز در محدوده D که نماینده سنگهای تشکیل شده در مناطق کمان هستند قرار می گیرند.

با توجه به اینکه نمودارهای تعیین سری ماگمایی، سری ماگمایی سنگهای منطقه را کالک آلکالن تعین نموده؛ و نیز نمودار های تعیین محیط پتروژنز، محل تشکیل این سنگها را حاشیه فعال قاره ای بیان می کند، چنین به نظر می رسد که ماگمای مادر سنگهای منطقه مورد مطالعه در یک محیط فرورانش تشکیل شده اند. این مسئله با کل ماگماتیسم ارومیه- دختر نیز همخوانی دارد.



شکل ۱۳: موقعیت سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار Hf/3-Th-Ta

نتیجه گیری

با توجه به آنچه گفته شد، سنگهای منطقه مورد مطالعه در ۴ گروه قرار می گیرند:

الف: آندزیت ها و کوارتز آندزیت ها

ب: داسیت ها و ریو داسیت ها

ج: سنگهای بازیک (بازالت ها و آندزیت بازالت ها)

د: توده های نیمه عمیق

این سنگها در ۵ فاز گوناگون ذیل تشکیل شده اند:

۱. فاز آتشفشانی ائوسن

۲. فاز آتشفشانی ائوسن- الیگوسن

۳. فاز نفوذی دیوریت کدر پورفیری

Archive of SID

www.SID.ir

۴. فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی میو-پلیوسن

۵. فاز ولکانیکی و ساب ولکانیکی پلیوکواترنر

از نظر ژئوشیمی این سنگها (به جز دایکهای بازیک) از یک ماگمای مشترک و در نتیجه تفریق مشتق شده اند. تمام سنگها در سری ماگمایی کالک آلکالن قرار می گیرند. و از نظر محیط تکتونیکی متعلق به حاشیه فعال قاره ای می باشند. که در نتیجه در یک محیط فرو رانش تشکیل شده اند.

منابع

۱. آقانباتی،سید علی ،زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور،۱۳۸۳، ۵۸۶ صفحه.

۲. شلی، دیوید، ترجمه آسیابان‌ها، علی، ۱۳۷۴، بررسی میکروسکوپی سنگ‌های آذرین و دگرگونی، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، ۶۳۰ صفحه.

۳. قربانی، منصور، ۱۳۸۶، زمین شناسی اقتصادی ذخائر معدنی و طبیعی ایران، انتشارات آرین زمین، ۴۶۴ صفحه.

۴. قربانی، منصور، ۱۳۸۲، مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشان های ایران، انتشارات آرین زمین، ۳۶۲ صفحه.

۵. معین وزیری، حسین، دیباچه‌ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه‌تربیت معلم تهران، ۴۴۰ صفحه.

۶. میدل موست، اریک، ا.ک.، ماگماها و سنگ‌های ماگمایی (مبانی پترولوژی آذرین).ترجمه درویش زاده، علی و آسیابانها عباس، انتشارات دانشگاه تهران ،۱۳۷۷، ۵۲۶ صفحه.

7. Cox, K. G., Bell, J. D., Pankhurst, R. J., 1979, The interpretation of igneous rocks. George Allen and Unvin, London
8. Gill, J.B., 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Springer, New York, 390 pp.
9. Irvine, T. N., and Baragar, W. R. A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Canadian Journal of Earth Science, v. 8, p. 523–548.
10. Kuno,H ,1968: Differentiation Of Basalt Magmas. In Hess H.H .et Poldervaart,A., edit,Basalt,V 2 , pp 623- 688
11. Omrani, J.,Agard, Ph., Whitechurch,W.,Benoit,M.,Prouteau,G.,2009,arc magmatism and subduction history beneath the zagros mountain; Iran: A new report of Adakites and geodynamic consequences
12. Pearce J. A. and Peate D. W., 1995, Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 23, 251–285.
13. Pearce, J.A., 1983. Role of sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J., Nurry, M.L. (Eds.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva, Nantwich, pp. 230- 249.

Archive of SID

www.SID.ir