

بررسی ویژگی های ژئوشیمیایی و جایگاه تکتونوماگمایی سنگ های آتشفشانی با

ترکیب حدواسط - شمال ساوه

سپیده آقاوردی زاد زاغه^۱، شیوا انصاری^{۲*} و ناصر عبادتی^۳

۱ - دانش آموخته ی کارشناسی ارشد زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران

۲ و ۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران

چکیده

منطقه مورد مطالعه بخشی از نوار ماگمایی آتشفشانی ارومیه - دختر است، رخنمون های اصلی این نوار ماگمایی با روند شمال غرب - جنوب شرق را واحدهای آتشفشانی ائوسن تشکیل می دهند. در نقشه زمین شناسی واحد مورد مطالعه دارای ترکیب بازالت، آندزیت بازالت، داسیت، ایگنبریت و توف می باشد که به طور متناوب در سرتاسر پهنه ارومیه - دختر تکرار شده است و توده های نفوذی بیشتر ترکیب گرانیت - گرانودیوریت تا تونالیت دارند. سنگ های آتشفشانی منطقه به سن ائوسن شامل آندزیت، تراکی آندزیت، آندزیت بازالت، آکالی بازالت، تراکی داسیت و بازالت همراه هستند که دارای بافت های بافت پورفیری شیشه ای، هیالومیکروولیتی پورفیری، پورفیری، پورفیری در زمینه میکروولیتی، تراکیتی، پورفیریک میکروولیت و گاهی پوئی کیلیتیک هستند. نمونه های مورد مطالعه اغلب سرشت کالکو آلکان، کالکوآلکان پتاسیم بالا و شوشونیتی و در برخی نمونه ها سرشت توله ایتی دارند. سیر نزولی بعضی از اکسیدهای عناصر اصلی مانند CaO و TiO_2 و MgO ، و روند افزایشی بعضی از اکسید ها مانند K_2O از سوی سنگ های بازیک به سوی سنگ های میانه - اسیدی با روند تفریق سازگار است. برخی از پراکندگی هایی که در این نمودارها دیده می شود را می توان به فرآیندهایی مانند دگرسانی یا آلیش و آلودگی ماگمایی سازنده سنگ های آتشفشانی منطقه با مواد پسته ای نسبت داد.

واژگان کلیدی: آندزیت، آندزیت بازالت، ساوه، ارومیه دختر.

مقدمه

منطقه در محدوده نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه مربوط به سنوزوئیک هستند و سنگ های قدیمی تر در منطقه برونزد ندارند. در مناطق مجاور به ویژه غرق آباد در زیر واحدهای سنوزوئیک، واحدهای سنگی مزوزوئیک جای می گیرند که به گونه ای ناپیوسته توسط واحدهای آتشفشانی ائوسن میانی و بالائی پوشیده شده اند. (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۷).

منطقه مورد مطالعه در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه واقع شده است و در بردارنده سنگهای آذرین خروجی ائوسن (واحد E_U^{Vbr}) است. محدوده مورد مطالعه بین طول های جغرافیایی $50^{\circ} 10'$ تا $50^{\circ} 28'$ شرقی و عرض جغرافیایی $34^{\circ} 08'$ تا $34^{\circ} 43'$ شمالی قرار دارد. از نظر زمین شناسی منطقه ساوه بخشی از پهنه ایران مرکزی بوده و در کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر واقع است. تمام رخنمونهای سنگی

کایا و همکاران (۱۹۷۸) پنج مرحله ماگمایی (آتشفشانی و نفوذی) متوالی را در منطقه ساوه مشخص کرده اند که مهمترین آن ها فورانهای آتشفشانی ائوسن می باشد. سنگ های ائوسن به صورت سری ضخیمی به ضخامت تقریبی ۳۰۰۰ متر متشکل از سه مجموعه مشخص می باشد. به ترتیب اهمیت: گدازه ها، سری رسوبی، توفها این سه مجموعه را تشکیل می دهند. در تمام طول این دوره حجم سنگ های آتشفشانی ریولیتی قابل توجه بوده است. در واحد آتشفشانی E_{II}^{vbr} لایه های تخریبی به صورت ماسه سنگ و کنگلومرا به رنگ قرمز وجود دارد به طور محلی در تناوب با افقهای آتشفشانی هم دیده می شود (غرب مزرعه سیاه کلا تا روستای ترشک) قطعه های سنگی موجود در کنگلومرا از سنگ های آتشفشانی است. گردشگری قطعات خوب تا متوسط و جورشدهگی آنها ضعیف است. قطعات با یک سیمان کربناته - اکسید آهنی به یکدیگر سخت شده اند.

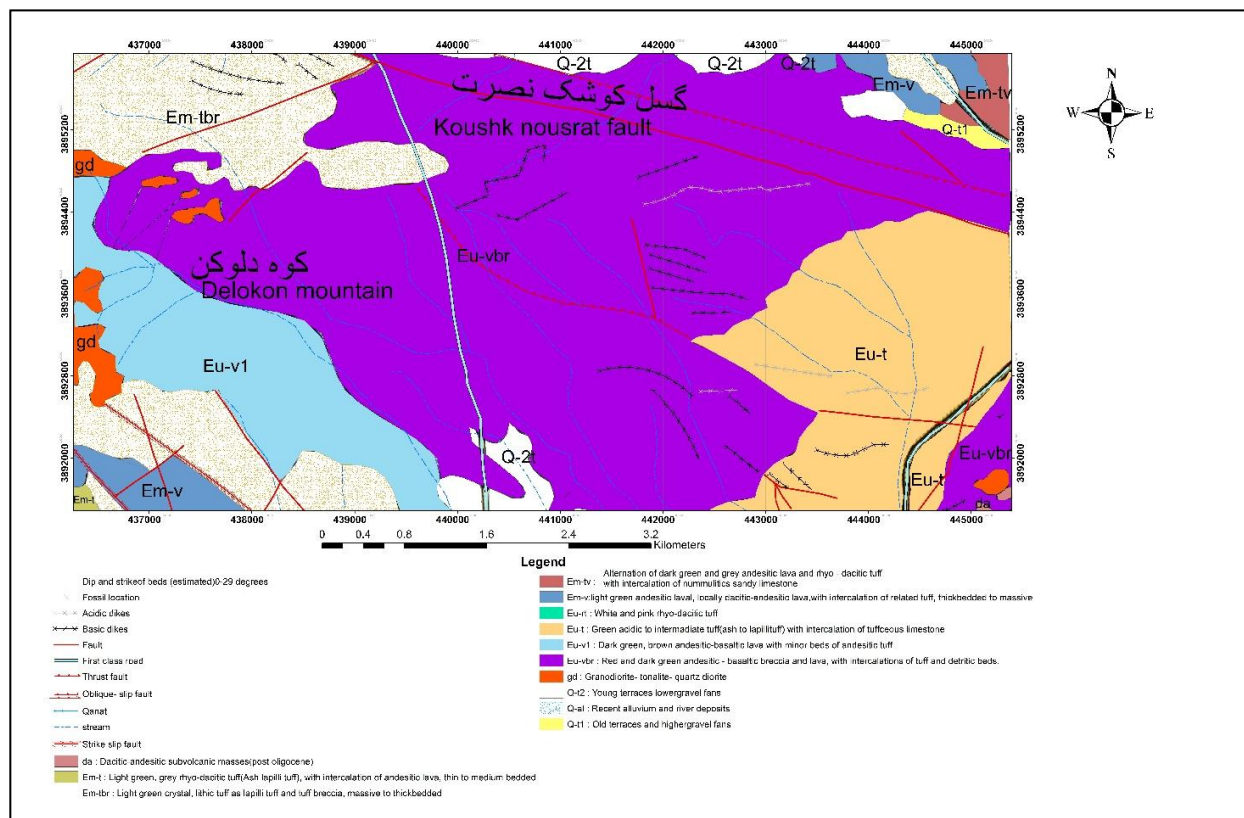
در کوه دلوکن در بخش های بالایی این واحد یک افق سنگ آهک توفی فسیل دار وجود دارد. با توجه به فسیل های زیر در این لایه کربناته زمان پیدایش این واحد به ائوسن پایینی نسبت داده شده است. گفتنی است رخنمونهای واحد آتشفشانی در محدوده روستای الیور - ویدر در نقشه زمین شناسی ساوه به الیگو میوسن نسبت داده شده است.

به طور محلی ضخامت این واحد به ۱۰۰۰ متر می رسد. به سوی بالا این واحد به طور هم شیب توسط واحدهای توفی ائوسن پایینی یا واحد ایگنمبریتی ائوسن پایانی و یا به گونه ای ناپیوسته توسط نهشته های سازند قرمز زیرین پوشیده می شود. پس از بررسی های صحرایی جمع آوری نمونه انجام گردید که در این مدت واحدهای چینه شناسی منطقه، وضعیت تکتونیکی و گسل های منطقه و... بررسی گردید. سپس مطالعه مقاطع میکروسکوپی جهت تعیین نام نمونه ها به لحاظ پتروگرافی صورت پذیرفت و در نهایت با استفاده

از داده های مربوطه، تجزیه شیمی مطالعات فوق تکمیل شد. ابتدا به کمک نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه و دستگاه GPS نمونه برداری از سنگ های آذرین مورد مطالعه با برداشت ۳۰ نمونه سنگی به صورت سیستماتیک واحدی انجام شد. از این نمونه ها در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی کشور مقاطع نازک جهت مطالعات سنگ شناسی تهیه و سپس در آزمایشگاه سنگ شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر با میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفتند. در این بررسی تعداد ۱۰ نمونه از سنگ های محدوده مورد مطالعه که کمترین دگرسانی را متحمل شده بودند انتخاب و به روش ICP-MS در آزمایشگاه ALS کشور کانادا مورد تجزیه شیمی به لحاظ اکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب قرار گرفتند.

پتروگرافی

این واحد آتشفشانی با ضخامت زیاد و تنوع سنگی شایان توجه در بخش های مرکزی منطقه گسترش دارد. رخنمون های آن در اطراف گسل کوشک نصرت و شرق روستای الویر و پیرامون روستای ورده قابل رویت می باشد. این واحد دربرگیرنده تناوبی از برش های آتشفشانی و گدازه های میانه-بازیک همراه با میان لایه هایی از سنگ های رسوبی- تخریبی و توف های ریز دانه است. رنگ عمومی این واحد قرمز، قهوه ای، سبز تیره و خاکستری تیره تا روشن است (شکل ۲). برش های آتشفشانی عموماً دارای یک خمیره آذر آواری با گدازه ای با ترکیب حدواسط-بازیک هستند که در این خمیره قطعات سنگی با ترکیب مشابه با ابعاد چند میلی متری تا چند سانتی متری و حتی چند ده سانتی متری، با اشکال نامنظم وجود دارند. لایه های گدازه ای با ترکیبی مشابه برش به صورت متناوب با آن ها دیده می شود.



شکل ۱- موقعیت منطقه بر روی نقشه زمین شناسی (رقومی شده توسط مولفین مقاله) با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه.

دهد و تقریباً ۳۵ تا ۷۰ درصد مقاطع را به خود اختصاص می دهد. درشت بلورهای پیروکسن شکل دار تا نیمه شکل دار در بیشتر موارد تجزیه شده در متن سنگ دیده می شوند. زمینه سنگ از بلورهای ریز پلاژیوکلاز و پیروکسن پدید آمده است، گاه در متن سنگ شیشه دگرسان شده نیز وجود دارد. کانیهای سازنده سنگ با شدت های متفاوتی دچار دگرسانی و تجزیه شده اند. کانیهای فرعی موجود در سنگ ها شامل کانی های اوپک، کوارتز، آپاتیت، اسفن و زیرکن هستند. کانیهای اوپک بی شکل تا نیمه شکل دار می باشند و همراهی آنها با کانیهای مافیک قابل توجه است. کوارتز به صورت کانیهای بی شکل در لایه لای سایر کانیها رشد کرده است، از نظر اندازه در مقاطع مختلف فرق می کند، در برخی مقاطع به صورت بلورهای درشت و اولیه و در بعضی

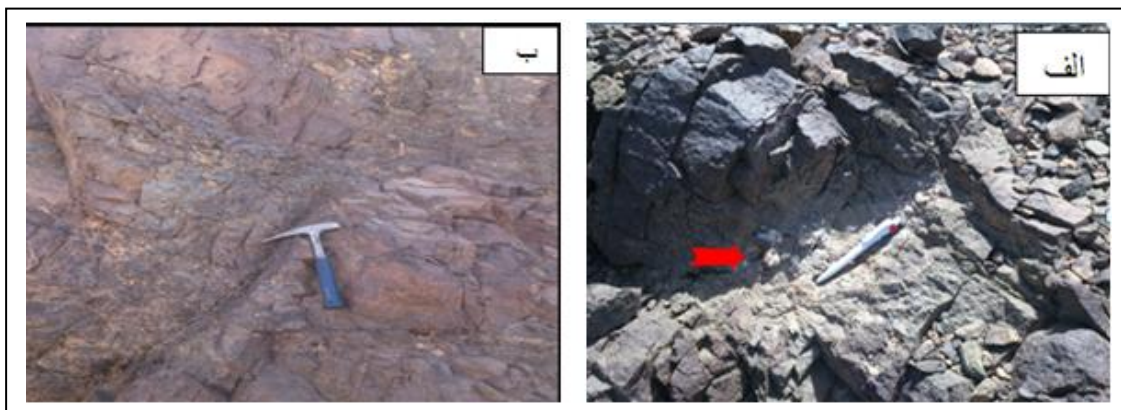
با توجه به ترکیب کانی شناسی سنگ های این واحد در حد آندزیت، تراکی آندزیت و آندزیت بازالت و بازالت است. بافت میکروسکوپی این سنگ ها عموماً از نوع پورفیریک با زمینه میکروولیت شیشه ای، تراکیتی، پوئی کلیتیک، گاه حفره دار و ندرتا اینترسرتال است. در ضمن در سنگ درشت بلورهای پلاژیوکلاز پیروکسن و بیوتیت و ندرتا پزودومورفهای البوین وجود دارد. درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ترکیب آندزین-لابرادور به صورت شکل دار تا نیمه شکل دار و معمولاً ماکل دار با ماکل پلی سنتتیک و پریکلین و یا با ساختمان منطقه ای از نوع عادی-معکوس و نوسانی هستند که منطقه بندی معکوس گاهی با پدیده هضم و اختلاط ماگمایی در ارتباط است. در اکثر مقاطع بیشترین حجم کانیهای فلسیک را پلاژیوکلاز تشکیل می

شکستگی های ریز مقاطع نازک دیده می شود. تصاویر میکروسکوپی سنگهای مورد بررسی در شکل ۳ آمده است.

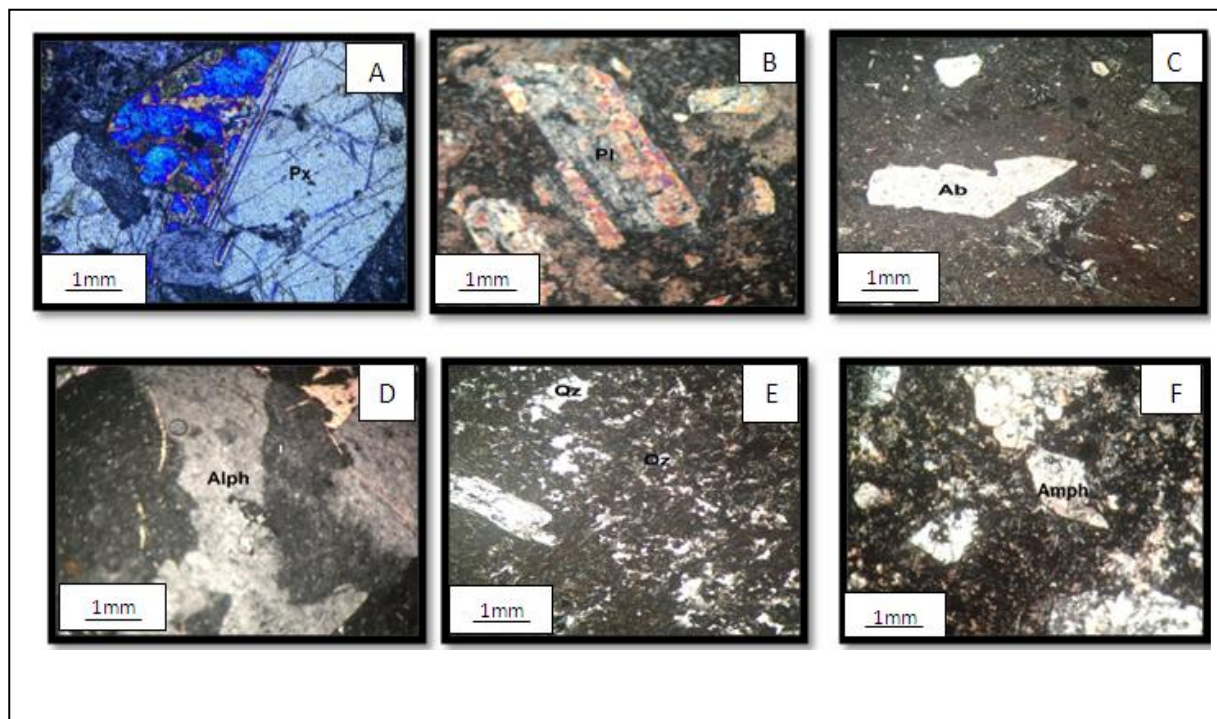
ژئوشیمی

برای بررسی دقیق تر سنگ ها علاوه بر بررسی های میکروسکوپی، از تجزیه شیمیایی نیز برای نام گذاری، تعیین سری ماگمایی تحولات ماگمایی و محیط ژئودینامیکی استفاده گردید. نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب در جدول ۱ آمده است. پردازش داده ها توسط نرم افزارهای GCDKit و Minpet انجام شده است. با توجه به شکل ۴ در نمودار نام گذاری بر اساس داده های عناصر اصلی سنگ های آتشفشانی منطقه در دامنه بازیک تا میانه -اسیدی و در محدوده تراکی آندزیت، موثریت و هاوائیت جای گرفته اند و اغلب نمونه ها ماهیت آکالن نشان می دهند. در نمودارهای اکسیدهای عناصر اصلی در برابر SiO_2 (Harker, 1909) (شکل ۵) برای سنگ های مورد مطالعه، با افزایش مقدار SiO_2 مقدار Al_2O_3 کاهش می یابد که می تواند نتیجه تمرکز پلاژیوکلازها و تبلور بخشی کانی پیروکسن باشد.

خرد شده و به صورت ثانویه ملاحظه می شود. اسفن نیز به صورت بلورهای شکل دار تا بدون شکل هندسی منظم دیده می شود. آپاتیت ریزدانه و کاملاً شکل دار به صورت ادخال درون پلاژیوکلاز دیده می شود. زیرکن نیز به صورت ریزدانه و به شکل بلورهای منشوری کوتاه به صورت ادخال درون بیوتیت ملاحظه می گردد. کانیهای ثانویه سنگ را اکسیدهای آهن، کانیهای کربناته، اپیدوت، کلریت، سریسیت و ترمولیت-اکتینولیت تشکیل می دهند. سریسیت فراوان ترین کانی ثانویه موجود در نمونه ها می باشد و حاصل تجزیه پلاژیوکلازها است. در مقاطع مطالعه شده این کانی معمولاً از حاشیه به مرکز و در امتداد ماگل، پلاژیوکلازها را در بر گرفته است. کانی های رسی (کائولینیت) از دیگر کانی های ثانویه است که به وفور در مقاطع ملاحظه شده، این کانی نیز حاصل دگرسانی فلدسپارها بخصوص آلکالی فلدسپار می باشد. کانیهای کلریت، اپیدوت، اورالیت، اکتینولیت و ترمولیت نیز کم و بیش در مقاطع مشاهده می گردند. این کانیها از دگرسانی کانیهای مافیک تشکیل شده اند و به صورت ریزدانه و بی شکل دیده می شوند. اکسید آهن به صورت رگه یا رگچه های ضعیفی در شکستگی های موجود در مقاطع دیده می شود. کلسیت نیز در بعضی



شکل ۲- (الف) تصویر صحرایی تراکیت در منطقه مورد مطالعه با رگه کلسیتی، (ب) تصویر صحرایی آندزیت بازالت در منطقه مورد مطالعه با اکسیدهای آهن ثانویه (دید به سوی شمال)



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی از نمونه های مورد مطالعه در نور پلاریزه (XPL) با بزرگنمایی 10X. A: مقطع عرضی پیروکسن در سنگ آندزیت دارای بافت پوئی کیلیتیک، B: پلاژیوکلاز سرسیتی شده در سنگ تراکی آندزیت با بافت میکروبلیتی شیشه ای، C: آل بیت خلیجی در سنگ کریستال توف آندزیتی دارای بافت پورفیری شیشه ای، D: فنوکریست آلکالی فلدسپار در سنگ تراکی آندزیت با بافت هیالومیکروبلیتی (شواهد اختلاط ماگمایی اسیدی و بازیک در منطقه مورد مطالعه)، E: کوارتز ریز دانه در سنگ آندزیت، F: مقطع عرضی آمفیبول در سنگ آندزیت با بافت پورفیری شیشه ای.

اولیون و کلینو پیروکسن در مراحل نخستین تبلور می باشد. به دلیل مصرف Na_2O در آلکالی فلدسپار و پلاژیوکلازهای سدیک و همین طور شرکت آن در بافت های غربالی کاهش Na_2O ایجاد شده است. با افزایش میزان K_2O ، SiO_2 نیز افزایش یافته است. علت عدم حضور K_2O در ساختمان کانی های تشکیل شده در مراحل نخستین تفریق به دلیل شعاع یونی زیاد پتاسیم است، این عنصر در مراحل پایانی در ساختمان آلکالی فلدسپار و تا حدود کمی پلاژیوکلازهای سدیک شرکت می نماید (شکل ۵).

پراکندگی نقاط معرف سنگ های مورد مطالعه در روی نمودار نیز نتیجه دگرسانی یا آلودگی این سنگ ها با مواد پوسته ای می باشد. علت پراکندگی برخی از نمونه ها بر روی نمودار CaO به دلیل تاثیر فرآیندهایی نظیر رسی شدن و کربناتی شدن پلاژیوکلازها می باشد، طی فرایند خارج شدن کلسیم از سنگ سیر نزولی CaO مشاهده می شود. در نمودار TiO_2 در مقابل SiO_2 با افزایش مقدار سیلیس مقدار TiO_2 روند کاهشی نشان می دهد، که می تواند به علت تبلور کانی هایی نظیر پیروکسن باشد. روند منفی MgO نشان دهنده مصرف منیزیم در کانی های مافیک نظیر

جدول ۱ - نتایج داده های آنالیز اکسید های عناصر اصلی برای سنگ های منطقه مورد مطالعه

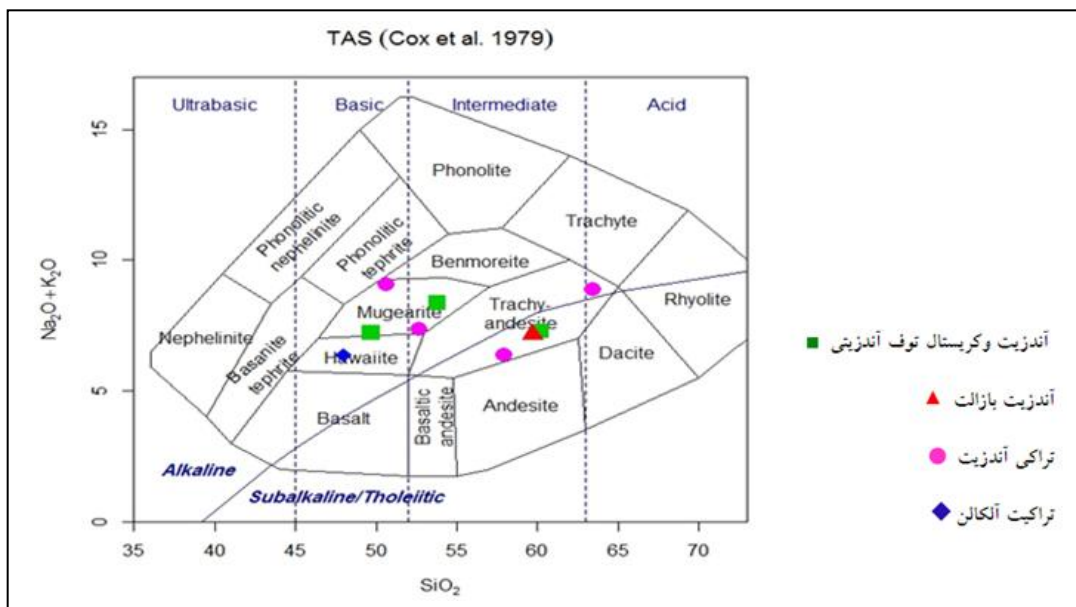
sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Zr	SrO	BaO
A.2.G	52.7	17.55	8.59	3.53	4.01	3.81	3.53	<0.01	0.84	0.17	0.15	84	0.01	0.06
A.5.G	50.6	17.3	13.55	1.26	4.47	4.47	4.61	<0.01	0.92	0.1	0.12	99	<0.01	0.07
A.6.G	48	17.35	12.1	4.08	6.2	6.2	0.16	<0.01	0.88	0.11	0.11	46	<0.01	<0.01
A.9.G	59.7	14.45	7.51	3.13	5.04	5.04	2.12	<0.01	0.92	0.07	0.18	106	0.01	0.04
A.14.G	49.7	17.5	12.35	2.79	7.03	7.03	0.2	<0.01	0.99	0.09	0.17	50	0.01	<0.01
A.15.G	53.8	17.85	11.6	1.47	8.12	8.12	0.25	<0.01	0.99	0.05	0.17	101	0.01	<0.01
A.16.G	57.9	16.4	8.52	4.47	3.92	3.92	2.43	<0.01	0.79	0.15	0.17	113	0.02	0.05
A.17.G	63.4	15.55	6.64	1.62	5.24	5.24	3.65	<0.01	0.91	0.04	0.3	181	<0.01	0.06
A.21.G	60.2	15.8	7.03	3.5	5.04	5.04	2.23	<0.01	0.63	0.19	0.24	78	0.03	0.07
A.25.G	74.1	12.9	3.17	1.09	3.76	3.76	2.24	<0.01	0.32	0.03	0.08	150	<0.01	0.05

عوامل شامل درجات کم ذوب بخشی منبع گوشته ای و آرایش ماگما بوسیله مواد پوسته ای می باشند.

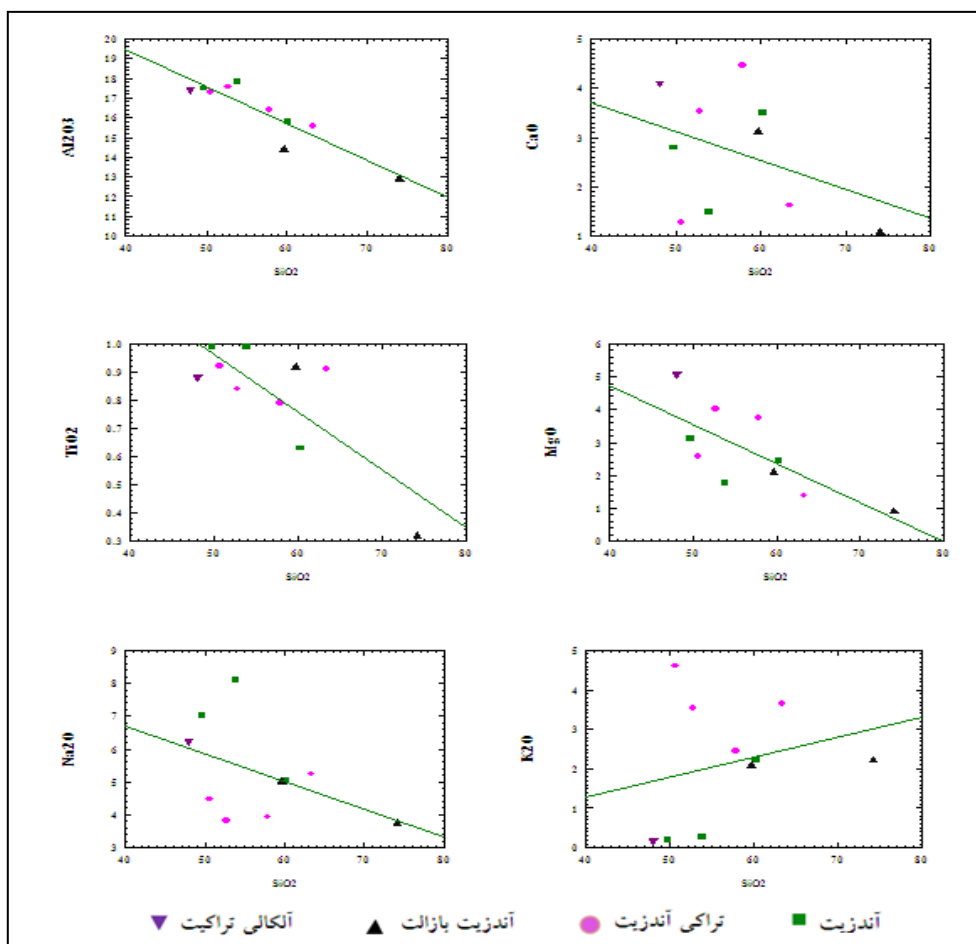
تعیین سری ماگمایی و خاستگاه تکتونوماگمایی:

به منظور تمایز سری ماگمایی از نمودار (Irvine and Baragar 1971) استفاده شده است که نمونه های منطقه مورد مطالعه بیشتر ماهیت کالک آلکالن را نشان می دهند (شکل ۷). برخی از نمونه ها به علت ماکل تدریجی و خروج آتشفشان های با ترکیب آلکالن و اسیدی در ادامه ی فعالیت های ماگمایی باقی مانده اند و ماگما دارای ترکیب متفاوتی شده است. چنانچه ابتدا سنگ های غنی از آهن ایجاد شود و سپس در ابتدا عناصر آهن و منیزیم بالاتر از حد میانگین محفظه ماگمای اولیه خواهد بود و سری های ماگمایی تولییتی را تداعی می کند و در ادامه ی تفریق ماگمایی و نزدیک سطح زمین توده های آتشفشانی شکل می گیرد که دارای عناصر غنی از سدیم و پتاسیم و گاهی کلسیم می باشد. سری ماگمایی با توجه به این نمودار و نمودارهای قبلی که به آنها پرداخته شد در حیطه آلکالن - ساب آلکالن و کالکوآلکالن قرار می گیرند. منطقه مورد مطالعه بخش کوچکی از کمربند آتشفشانی ارومیه دختر است. در ارتباط با محیط تکتونوماگمایی این زیر زون نظریات مختلفی ابراز شده است.

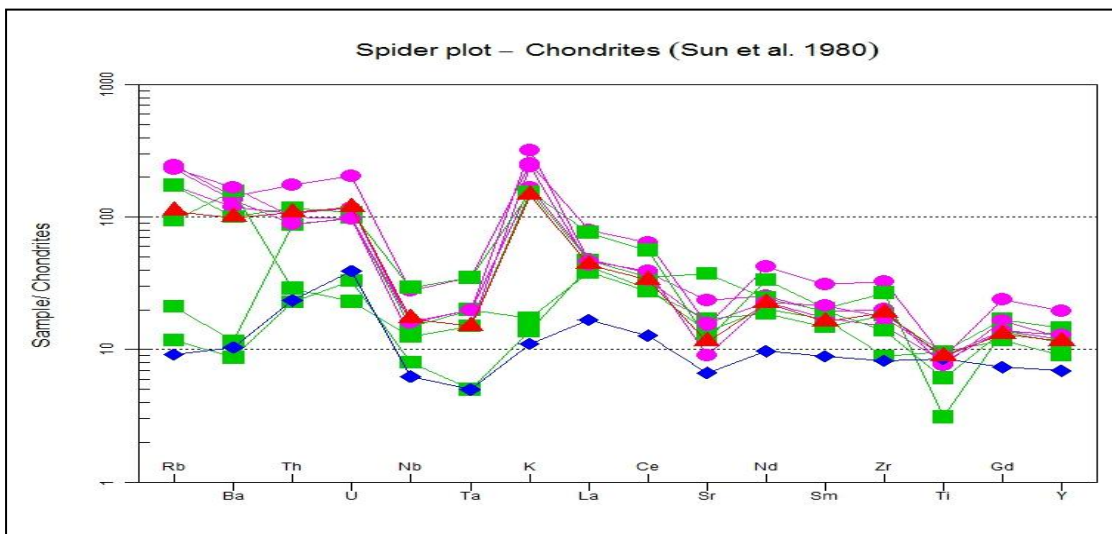
از نمودارهای عنکبوتی نیز جهت بررسی ژئوشیمیایی استفاده شده است. این نمودارها شامل مجموعه ای از عناصر نادر با تعداد زیادی قله (تحذب) و گودی (تقعر) است که منعکس کننده رفتار متفاوت عناصر می باشد. برای در نمودارهای عنکبوتی ناسازگاری عناصر از چپ به راست کاهش می یابد، به طوریکه عناصر ناسازگار متحرک در سمت چپ، عناصر نادر خاکی سبک و متوسط در وسط، و عناصر نادر خاکی سنگین در سمت راست منحنی آمده اند. بر این اساس عناصر کمیاب خاکی سبک (LREE) نسبت به عناصر کمیاب خاکی سنگین (HREE) غنی شدگی نشان می دهند. برای مطالعه عناصر REE نمونه های سنگی محدوده مورد مطالعه اعم از تراکی آندزیت، آندزیت بازالیت، تراکیت آلکالن، آندزیت کریستال توف آندزیتی ازروش به هنجار سازی نسبت به کندریت استفاده شده است (شکل ۶). مثال تفاوت آشکاری در رفتار عناصر پرتحرک (LILE) مانند Sr, Ba, Rb, K, Cs با عناصر کم تحرک (HFS) مانند Y, Hf, Zr, Nb, Ti, Ta وجود دارد. این پدیده می تواند نشانه حضور گارنت در محل منشأ باشد، این کانی با حفظ HREE در ساختمان خود موجب تهی شدگی این عناصر در ماگمای تولید شده می شود. غنی شدگی عناصر LREE نسبت به HREE ممکن است به علت حضور الومین، ارتوپروکسن و کلینوپروکسن نیز باشد، البته غنی شدگی بیشتر عناصر کمیاب خاکی سبک LREE ممکن است در اثر دو عامل ایجاد شده باشد که این



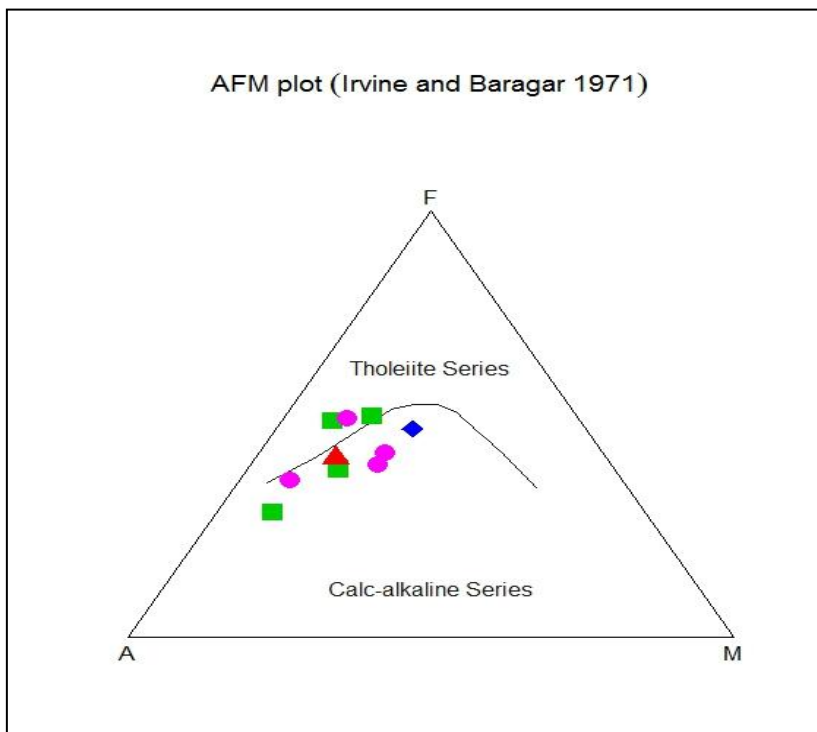
شکل ۴ - موقعیت نمونه ها در نمودار Na_2O در مقابل SiO_2 (Cox et al, 1979)



شکل ۵ - نمودارهای اکسیدهای عناصر اصلی در برابر نمونه های مختلف



شکل ۶- نمودارهای عنکبوتی به هنجار شده تراکی آندزیت ، آندزیت بازالت ، تراکیت آلکان ، آندزیت و کریستال توف آندزیتی منطقه نسبت به کندریت. (Sun & McDonough 1989)



شکل ۷- موقعیت نمونه ها در نمودار (Irvine & Baragar , 1971)

آتشفشانی را به ریفت قاره ای نسبت می دهند دلایلی که محققان به آن استناد می کنند متعدد است، مواردی از قبیل

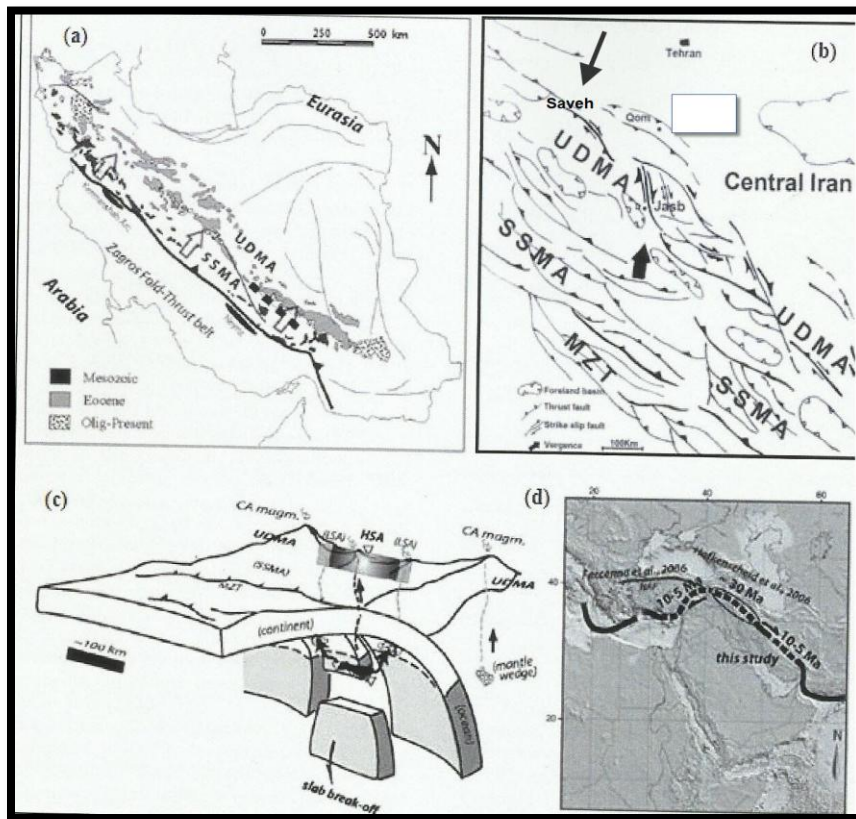
گروهی از محققین، امامی (۱۹۸۱) و عمیدی خاستگاه ماگماهای مختلف اعم از آلکان و کالکوآلکان این کمر بند

عدم وجود دگرگونی دوگانه یا مزدوج که می بایست در مناطق فرورانش یافت شود، قرار گرفتن گدازه های آتشفشانی ترشیری در مجاورت و امتداد گسل ها، وجود رخساره های رسوبی متفاوت در طی پالئوزوئیک و مزوزوئیک که تایید کننده سرزمین های هورست و گرابنی است، وجود ماگمای آکالن متعلق به ائوسن فوقانی و عدم نظم و ترتیب در قرارگیری گدازه های آکالن و کالکوالکالن از جمله دلایل این محققین محسوب می شود. امامی طی مطالعاتی بر روی سنگ های آتشفشانی قم-آران، عامل اصلی تشکیل دهنده سنگ های کالکوالکالن را اختلاط ماگمایی دانسته است. محققین دیگری از جمله تکین، فورستر، بریریان و کینگ با انجام مطالعات زیادی بر روی زون ارومیه - دختر دلایلی را بر خاستگاه فرورانشی برمی شمارند. بسته شدن اقیانوس نئوتیس، وجود گدازه های کالکوالکالن و اسیدی زیاد، وجود نوارهای افیولیتی، وجود ماگماهای با پتاسیم زیاد مانند سری ماگماهای با پتاسیم زیاد مانند سری شوشونیتی، هم امتداد و موازی بودن زون زاگرس رانده و زون ارومیه - دختر و وجود معادن مس پورفیری از دلایلی محسوب می شوند که به عقیده محققین نامبرده ماگماهای کمر بند آتشفشانی ارومیه - دختر دارای خاستگاه فرورانش هستند.

تکون زمین ساختی :

به منظور تجزیه و تحلیل ساختمان های زمین شناسی منطقه و تعیین ارتباط آنها با الگوی زمین ساختی حاکم در یک مقیاس وسیع تر، لازم است روند زون های اصلی همجوار تشریح گردد. در برش زمین شناسی از ناحیه زاگرس تا ایران مرکزی حاشیه غیرفعال قاره ای ورقه عربی به زیر حاشیه فعال قاره ای ورقه ایران فرورانده می شود. از شمال شرق به سوی جنوب غربی به ترتیب چهار کمر بند کاملاً مجزا شامل کمر بند ماگمایی ارومیه-دختر، کمر بند ماگمایی سنندج-سیرجان، کمر بند راندگی اصلی زاگرس و کمر بند چین خورده زاگرس قابل تشخیص است. شواهد چینه نگاری و بررسی های ساختمانی بیانگر شروع فرآیند رانده شدن از اواخر کرتاسه تاکنون بوده و حرکت و تنش های عمومی در جهت شمال شرقی -

جنوب غربی ($N20^{\circ}$) در زمان های متوالی ادامه یافته و در هر مرحله بر روی ساختمان های قبل از آن تاثیر گذاشته و تغییرات تکتونوماگمایی نیز متأثر از آن بوده است. به هر حال شدت تغییر شکل از جنوب غربی چین خوردگی های زاگرس به طرف شمال شرق افزایش یافته و از جمله مهمترین فعالیت های ماگمایی بر روی ورقه ایران میتوان به فعالیت ماگمایی طی زمان مزوزوئیک و ایجاد کمان آتشفشانی پهنه سنندج-سیرجان اشاره کرد که روند عمومی راندگی ها و ساختمان های موجود در سال های اخیر جایگاه زمین ساختی پهنه سنندج -سیرجان جزئی از کمر بند کوهزایی زاگرس و ورقه عربستان عنوان شده و خط درز بین ورقه ایران و عربستان در شمال شرق این پهنه در نظر گرفته شده است (شکل ۸). در گذر از این کمر بند آتشفشانی در بخش های شمال شرقی به حوضه های فرونشستی پشت کمائی ظاهر می شوند در ادامه در یک دگرشکلی پیشرونده جوان ترین فعالیت های آتشفشانی با فاصله گرفتن از خط درز به سمت ورقه ایران از ائوسن میانی شروع و در الیگوسن فعالیت آن تشدید می گردد و در حاشیه ورقه ایران از ائوسن میانی شروع و در الیگوسن فعالیت آن تشدید می گردد و در حاشیه ورقه ایران کمان داخلی ماگمایی ارومیه-دختر موازات خط درز ایجاد نموده است. مکانیزم ایجاد کمر بند آتشفشانی ارومیه-دختر با یک الگوی کافت برخوردی که در ادامه یک رژیم فشاری به وجود آمده قابل مقایسه است. حاشیه جنوب غربی ورقه ایران در راستای شمال غربی - جنوب شرقی با روند تقریبی خط درز ($N40^{\circ}$) با ورقه عربستان برخورد دارد و همان طوری که ذکر شد راستای تنش فشارهای وارده ($N20^{\circ}$) نسبت به خط درز عمود نبوده و در نتیجه زمین ساخت برخوردی پیش رونده در ادامه دگرشکلی باعث ایجاد گسل های بنیادی فشاری با مولفه چیره امتداد لغز راست لغز می گردد و نتیجه آن توسعه حوضه های کششی به صورت متناوب با مناطق فشاری می باشد که در امتداد این مناطق، فعالیت های ماگمایی از ائوسن تا کواترنری در مراحل مختلف تنش های وارده، بیرون زدگی سنگ های آتشفشانی منطقه را باعث شده است.



شکل ۸- موقعیت تکنونوماگمایی سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه در کمربند ارومیه - دختر و جایگاه عمومی آن: شکل (a) پراکندگی سنگ های آتشفشانی کمربند ارومیه - دختر (UDMA: Urumieh-Dokhtar Magmatic ARC) در ائوسن و الیگوسن تا پیلوکواترن را نشان میدهد که دو مرحله فعالیت آتشفشانی حداقل قابل تشخیص است و کمربند آتشفشانی سنندج - سیرجان (SSMA: Sanandaj-sirjan Magmatic Arc) که فعالیت های آذرین با سن مزوزوئیک تا کرتاسه را نشان می دهد. شکل (b) نشانگر موقعیت ساختاری منطقه ساوه در راستای گسل های فشاری با مولفه امتداد لغز راستگرد قم - زفره میباشد و گسل کوشک نصرت را در یک فشاری که توسط یک حوضه کششی از کمربند سنندج - سیرجان جدا افتاده نشان می دهد. شکل (c) نشانگر مدل عمومی ذوب بخشی در یک حاشیه فرورانش و تشکیل کمان آتشفشانی کالکوالکال (CA. Magmatic) در کمربند ارومیه - دختر با فاصله گرفتن از خط درز (SSMA) روراندگی اصلی زاگرس (MZT: Main Zagros Thrust) است. شکل (d) خط ضخیم نشانگر موقعیت خط درز نوتتیس از ایران تا گسل آناطولی و جنوب ترکیه است. براساس مطالعات (Hafkensheid, Faccenna, 2006) ذوب بخشی و جدا شدن قطعه فرورانش در شمال غربی زاگرس از ۳۰ تا ۴۰ میلیون سال قبل و در جنوب شرقی ترکیه و جنوب شرقی زاگرس به ۵ تا ۱۰ میلیون سال قبل تخمین زده شده است.

نتیجه گیری

قرار دارند که به گونه ای ناپیوسته توسط واحدهای آتشفشانی ائوسن میانی و بالایی پوشیده شده اند. براساس مطالعات پتروگرافی سنگهای منطقه شامل آندزیت، تراکی آندزیت، آندزیت بازالت،

در محدوده نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه تمام رخنمون های سنگی مربوط به زمان سنوزوئیک هستند و در این محدوده سنگ های قدیمی برونزد ندارند. در زیر واحدهای سنوزوئیک، واحدهای مزوزوئیک

سنگ های یاد شده عنصر U نسبت به گوشته اولیه غنی شدگی دارد، آنومالی مثبت این عنصر به احتمال می تواند بیانگر آلودگی مذاب های سازنده آن ها با پوسته بالایی باشد. در کل سنگ های مورد مطالعه عناصر HFS مانند Ti, Nb الگوی مقعر و تهی شدگی نشان می دهند و تهی شدگی عناصر یاد شده نسبت به گوشته اولیه را شاید بتوان به آلودگی این مذاب ها با پوسته زیرین و تا حدودی پوسته بالایی و یا احتمالاً وابستگی این مذاب ها به محیط های ژئودینامیکی فرورانش زیرین و تا حدودی پوسته بالایی نسبت داد. گودیهایی مشخصی که در نمودارهای عنکبوتی در محل عناصر Nb و Ta وجود دارد، از نشانه های ماگمایی است که توسط پوسته قاره ای آلوده شده اند. به علاوه آنومالی منفی در عناصر Nb و Ta را میتوان از ویژگی های بارز ماگماهای کمان قاره ای (مناطق فرورانش) دانست. جایگاه تکنونوماگمایی سنگ ها در حیطه ی آلکان-سبب آلکان و کالکو آلکان قرار می گیرند.

منابع

- آقا نباتی، س.ع. ، ۱۳۸۳: زمین شناسی ایران ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- امامی، م. ه. ، ۱۳۷۰: شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش قم (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- حیدرزاده، م. ، ۱۳۸۴: بررسی پترولوژی سنگهای گرانیتوئیدی شمال غرب ساوه (توده نشوه) ، رساله کارشناسی ارشد ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- محمدی، ر - عبادتی، ن ، ۱۳۸۸: پتروگرافی ، ژئوشیمی و خاستگاه تکنونوماگمایی توده های نفوذی جاسب، فصلنامه علمی، پژوهشی زمین شناسی و محیط زیست، سال سوم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸.
- Amidi, S. M. (1975): Contribution a letude stratigraphique et Petrochimique des roches magmatiques de la regio n Natanz- Nain- Surk (Iran Central). These, universite Scientifique et Medical de Grenoble, France, 316p.

آلکالی بازال، تراکی داسیت و بازال همراه هستند. سنگ های مورد مطالعه در زیر میکروسکوپ دارای بافت پورفیری شیشه ای، هیالومیکرولیتی پورفیری، پورفیری، پورفیری در زمینه میکرولیتی، تراکیتی، پورفیریک میکرولیت و گاهی پوئی کیلیتیک هستند، این سنگ ها در بررسی های سنگ شناسی شواهد پتروگرافی و اختلاط و آلودگی ماگمایی را نشان می دهند که از جمله می توان به بافت غربالی در پلاژیوکلازها و خرد شدگی و گرد شدگی حاشیه آنها، حاشیه سوخته و گرد شده در اطراف کانی پیروکسن اشاره کرد که این ها بیانگر سرد شدن سریع ماگما بوده و نشان می دهند که در مراحل مختلف تغذیه مخزن ماگمایی، ماگمای تازه وارد با بلورهای تشکیل دهنده قبلی در تعادل نبوده است. حاشیه نامتعادل و خرد شده بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن این سنگ ها که اغلب با گردشگری نیز همراه هستند با تغییر شرایط پایدار ناشی از تغییر فشار و یا ترکیب مذاب هنگام وقوع اختلاط ماگمایی ارتباط دارد. سنگ های آتشفشانی در نمودارهای TAS در محدوده های تراکی آندزیت، تراکی آندزیت بازال، تراکیت، تراکی داسیت، ریولیت، تفری فنولیت، موژاریت و هاوائیت، در نمودارهای کاتیونی در محدوده کوآرتز تراکیت، کوآرتز لاتیت، لاتیت آندزیت، تراکی فنولیت و موژاریت و در نمودارهای نام گذاری بر اساس عناصر فرعی در محدوده های سبب آلکالی بازال، آندزیت، ریوداسیت و ریولیت جای می گیرند. با توجه به نمودارهای هارکر رسم شده برای نمونه های مورد مطالعه سیر نزولی برخی اکسیدهای عناصر اصلی مانند TiO_2 , CaO , MgO و روند افزایشی Na_2O از سوی سنگ های بازیک به سوی سنگ های میانه-اسیدی با روند تفریق سازگار است. برخی از پراکندگی هایی که در این نمودارها دیده می شود را می توان به فرآیندهایی مانند دگرسانی یا آلیش و آلودگی ماگمایی سازنده سنگ های آتشفشانی منطقه با مواد پوسته ای نسبت داد. الگوهای به هنجار شده همه سنگ های مورد مطالعه غنی شدگی از عناصر (LILE) مانند Cs, Rb, Ba و خاک های نادر سبک (LREE) نسبت به عناصر (Ta, Ti, Nb)HFS و عناصر نادر خاکی سنگین (Y, Yb, Lu)HREE را نشان می دهند. در همه

- Pearce, J. A. (1983) Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In C.J Hawkesworth and M.J. Norry, Eds., Continental basalts and mantle xenoliths, p.230-249
- Peccerilo, A., Taylor, S. R. 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. Contributions in Mineralogy and petrology: 58, 63-81
- Shand, S. J. (1943) .Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore Deposits with a Chapter on Meteorite. New York: John Wiley & Sons.
- Sun, s-s. (1980) Lead isotope study of young volcanic rocks from midocean ridges, ocean islands and island arcs. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series A, 297,409-445.
- Sun, S.S. & Mc Donough, W.F., 1988 – Chemical and Isotopic Systematics of Ocean Basins. Geological Society of London Special Publication, 42. Black Well, Oxford, pp.313 – 346.
- Taylor, S. R. & McLennan, S. M. 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution . xvi + 312 pp. Oxford , London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne: Blackwell Scientific.
- Weaver, B.L. and Tarney, J. (1984). Major and trace element composition of the continental lithosphere. Physical and Chemistry of the Earth 15: 39-68
- Wood, D.A. (1980). The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Earth and Planetary Science Letters 50, 11-30.
- Cox, K. G., Bell, J. D. & PanKhurst, R. J., (1979) – The interpretation of igneous rocks. Ricks. George, Allen and Unwin, London.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude. P. & Marchal, M. (1980). A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses – its relationships with current nomenclature. Chemical Geology 29,183-210.
- Emami, M.H., (1981), Géologie de la région de Qom-Aran (Iran): Contribution a l'étude dynamique et géochimique du volcanisme Tertiaire de l'Iran Central: Ph.D., Thèse, Univ., Grenoble, France, 489pp
- Irvine, T. N. & ARAGAR, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian journal of earth Sciences 8, 522-548.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. & Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology 27, 745 – 750.
- Le Maitre, R.w. (1989). A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendations of the IUGS Commission on the Systematic of Igneous Rocks. Oxford : Blackwell.
- Middlemost, E. A. K. (1987). Magmas and Magmatic Rocks. London: Longman.
- Milovanovic, S., Banjesevic, M., 2005. Petrology of alkali basalts of Zlot, Timok Magmatic Complex (Eastern Serbia). Tectonophysics 410, 501-509.
- Pearce, J. A. & Cann, J. R., 1973 – Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, Earth and Planetary Science Letters 19, 290-300.

Geochemical and Tectonomagmatic Characteristic Investigations of Intermediate Volcanic Rocks-North of Saveh

Sepideh Aghaverdizadezagheh¹, Shiva Ansari² & Naser Ebadati³

¹- Master's degree in geology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran

^{2,3}- Assistant Professor of Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran

Abstract

The study area is a part of Urmia-Dokhtar volcanomagmatic belt, the main outcrops of this magmatic belt form the Eocene volcanic units with the northwest-southeast trend. The unit is composed of basaltic, basaltic andesite, dacite, ignimbrite and tuff which is repeated throughout the Urmia-Dokhtar area in the geological map and the intrusive masses are more granite, granodiorite to tonalite. The volcanic rocks of the region belong to the age of Eocene including andesitic, trachy andesitic, basaltic andesite, alkaline basalt, dacite and basalt composition which have porphyritic textures with glass groundmass, hyalo microlithic porphyritic, porphyry, porphyritic textures with microlithic groundmass, trachytic, trachytic, microlithic porphyry and Poikilitic textures. The studied samples are often calc-alkaline, high-K calc-alkaline and shoshonitic but some samples have tholeiitic nature. Some of the main elemental oxides such as CaO, TiO₂ and MgO with decreasing trend and some of them such as K₂O with increasing trend from basic rocks to intermediate-acidic rocks are compatible with the magmatic differentiation process. Some of the dispersions shown in these graphs can be attributed to processes such as alteration, emission and contamination of the magma of the volcanic rocks with crustal materials.

Keywords: Andesite, Basalt Andesite, Saveh, Urmia-Dokhtar