تعیین ماهیت میانبارهای ماگمایی گرانیتهای مجموعه پلوتونیک ملایر با تکیه بر روشهای ژئوشیمیایی و آماری رمادیوسالار"، محمدولی ولی زاده و وحید احدنژاد"

^اگروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران ^۳ پردیس علوم، دانشکده زمین شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ۲دانشگاه پیام نور، تهران، ایران تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۱۷

چکیدہ

گرانیتهای مجموعه پلوتونیک ملایر دارای میانبارهای (انکلاو) ماگمایی با تنوع اندازه، شکل ظاهری، کانی شناسی و ترکیب شیمیایی است. تفسیر نمودارهای دومتغیره ژنوشیمیایی عناصر اصلی و کمیاب با توجه به محتوای بالاتر برخی از اکسیدها مانند MnO، ²₂Om O CaO، MgO ، TiO و FeO در نمونههایی از میانبارها نسبت به سنگ میزبان و همین طور روندهای خطی مشاهده شده از این اکسیدها و برخی از اعناصر کمیاب همچون Ni O Ni، V نشان دهندهٔ ماهیت متفاوت و در واقع منشأ مافیک تر این دسته از میانبارها (نوع مافیک) نسبت به سنگ میزبان و دیگر میانبارهای فلسیک است. مطالعه ترکیب شیمیایی میانبارها در مقایسه با سنگ میزبان، بهره گیری از روش های آماری دو و چندمتغیره (رگرسیون دومتغیره، ضرایب همیستگی، تحلیل خوشهای و تعلیل مؤلفههای اصلی) بیانگر تباین مشخص ترکیب شیمیایی بین میانبارهای مافیک با فلسیک و سنگ میزبان و از طرفی شباهت بین میانبارهای فلسیک و سنگ میزبان است. این ویژگی به صورت پراکندگی مشخص ترکیب شیمیایی بین میانبارهای مافیک با فلسیک و سنگ میزبان و از دومتغیره، ضرایب همیستگی، تحلیل خوشهای و تعلیل مؤلفهای اصلی) بیانگر تباین مشخص ترکیب شیمیایی بین میانبارهای مافیک با فلسیک و سنگ میزبان و از مونی شباهت بین میانبارهای فلسیک و سنگ میزبان است. این ویژگی به صورت پراکندگی مشخص بیشتر اکسیدها نسبت به خط رگرسیون و ضریب ²R پایین در رگرسیون دومتغیره، ضریب همبستگی ناچیز اکسیدهای عناصر اصلی و اغلب عناصر کمیاب میانبارهای مافیک در برابر سنگ میزبان، قرار گیری نمونهها در دو گروه متفاوت و مجزا در الگوی شاخه درختی و جهت گیری بردار متغیرها و نمونه می دومتغیره تحلیل مؤلفههای اصلی (PCA) قابل مشاهده است و تأیید کننده روندهای ژنوشیمیایی متفاوت مشاهده شده برای عناصر مختلف در میزبان در نمودارهای دومتغیره ژنوشیمیایی (هار کر) است.

> **کلید واژهها:** میانبار، سنگ میزبان، کانی شناسی، ژئوشیمی، ضرایب همبستگی، روش های آماری ***نویسنده مسئول:** رضا دیوسالار

E-mail: Reza_dsalar@yahoo.com

1-مقدمه

با توجه اهمیت گرانیت به عنوان سنگی که بخش بزرگی از پوسته نواحی قارهای کره زمین را به خود اختصاص داده و همواره مورد توجه زمین شناسان قرار داشته است، باید از جنبه های متفاوت مطالعه شود و همه عوامل مؤثر در مطالعهٔ دقیق آنها در نظر گرفته شود. مطالعه میانبارهای موجود در گرانیتها یکی از بخشهای مهم در مطالعه آنهاست، که حضور و دسترسی به آنها فرصت مناسبی را برای در ک تحولات در مقیاس یک رخنمون تا کل تودههای نفوذی در یک منطقه خاص فراهم میکند. این مقاله به بررسی وضعیت میانبارها در گرانیتهای مجموعه پلوتونيک ملاير مي پردازد. مجموعه پلوتونيک ملاير در شمال باختر زون سنندج-سیرجان، محدوده گلپایگان–سنندج (افتخارنژاد، ۱۳۶۰) در عرض جغرافیایی /۸۲ °۳۴ – ٬۰۰ ۳۴° و طول ٬۵۲ ۲۸۰ – ٬۳۹ قرار دارد. این مجموعه به دلیل قرار گرفتن در یکی از مهم ترین و فعال ترین مناطق ساختاری ایران از اهمیت ویژهای برخوردار است و به عنوان محصولی از ماگماتیسم مرتبط با فعالیت های زمین ساختی، می تواند همراه با دیگر تودهای نفوذی زون سنندج-سیرجان، در تحلیل تحولات ماگمایی آن مؤثر واقع باشد. در همین راستا، مطالعاتی در این محدوده انجام شده است، از آن جمله: فرقانی(۱۳۴۸)، مدنی ایوری (۱۳۵۹)، گودرزی (۱۳۷۴)، که هر یک از دیدگاههای متفاوت به مطالعه پرداخته و بخشی از ابهامات را بر طرف کردهاند. در این مقاله، ماهیت میانبارهای گرانیتوییدهای مجموعه پلوتونیک ملایر با استفاده از اطلاعات ژئوشیمیایی بر اساس روش های آماری بررسی شده است. پیش از این نیز در قالب دو مقاله، به بررسی ویژگی های کانی شناسی و ژئوشیمیایی این میانبارها (دیوسالار و همکاران، ۱۳۸۸) و استفاده از شواهد صحرایی و ریزساختاری در تعیین ماهیت آنها پرداخته شده است (دیوسالار و ولی زاده، ۱۳۸۹). افزون بر این، مقالاتی نیز در مورد آمیختگی ماگمایی و میانبارهای مافیک در منطقه سنندج-سیرجان، به ویژه بر روی

باتولیت الوند انجام شده است که می توان به مواردی همچون هاشمی (۱۳۸۵)، (2009) Ghalamghash et al، (2009)، مصادقیان (۱۳۸۳)، (2007, 2009) hillor، اشاره کرد.

۲- ویژگیهای صحرایی و سنگنگاری

بر اساس مشاهدات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی، مجموعه پلوتونیک ملایر را می توان در حالت کلی به سه بخش عمده ۱) گرانیتی (شامل مونزوگرانیت و سینو گرانیتی)؛ ۲) گرانودیوریتی (شامل گرانودیوریت، تونالیت و کوارتز دیوریت)؛ ۳) گابرو– دیوریتی (شامل گابرو، دیوریت، مونزودیوریت و مونزوگابرو) تقسیم کرد. بخش عمده این مجموعه را گرانودیوریتها تشکیل میدهند که دارای ترکیب كانى شناسى تقريباً مشخصي مانند: كوارتز، پلاژيو كلاز، فلدسپارقليايي (ميكرو كلين و ار تو کلاز)، بيو تيت، آمفيبول، آپاتيت، زير کن، اسفن و آلانيت هستند و نسبت حجمي هر یک از آنها در نمونه های مختلف اند کی متفاوت است. در این بخش، بیوتیت یک فاز شاخص و در برخی مناطق جهت یافته است و با آرایش خطی و منظم خود، ظاهری متورق به سنگها داده است. مونزو-سیینو گرانیتها که مرز مشخصی با یکدیگر ندارند، نسبت به گرانودیوریتها، رخنمون محدودتر و گسترش کمتری دارند و در چند نقطهٔ محدود با آن سطح تماس مشخصی دارند. تفاوتهای کانی شناسی آن با بخش گرانودیوریتی، فراوانی فلدسپار قلیایی (ارتو کلاز، میکرو کلین) نسبت به پلاژیو کلاز، کاهش نسبت حجمی کانیهای مافیک مانند آمفیبول و بیوتیت و حضور کانی تورمالین در برخی از نمونههاست. فازهای فرعی آن، سوزنهای آپاتیت، به صورت میانبار در ارتوکلاز و بیوتیت، زیرکن و اسفن است. بخش های دیوریتی تا گابرودیوریتی (با وسعت کمتر از ۲ کیلومتر مربع) به صورت چند توده با رخنمون کشیدهٔ چندصد متری و رنگ کاملاً تیره حضور دارند. رخنمون تودههای مافیک گابرویی محدود به کوه تنگساران بوده و شامل گابرو-دیوریت اوژیت و الیویندار

(بخش اعظم دامنه شمالی) و گابرو- دیوریت دارای اوژیت و فاقد الیوین (سراسر بخش جنوبی و قسمتی از دامنه شمالی) است.

مجموعه کانی شناسی مشاهده شده در دیوریت ها شامل پلاژیو کلاز (۵۸٪)، آمفیبول (۱۷/۸٪)، بیوتیت (۸/۴٪)، کوارتز (۳/۳٪)، ارتو کلاز (۳/۱۶٪)، آپاتیت، اسفن و زویسیت و کانی های تیره و کلریت و سریسیت و گاه درشت بلورهای آندالوزیت با بافتی ریزدانه تا پورفیری است.

گرانیت های مجموعه پلو تونیک ملایر دارای میانبار های ماگمایی و بیگانه سنگ های (زينوليت) دگرگوني متنوعي هستند. بر اساس مشاهدات صحرايي (شکل، رنگ، بافت، ریختشناسی مرز آنها با سنگ میزبان) و بر اساس میزان شباهتهای کانی شناختی با سنگ میزبان میانبارهای ماگمایی موجود در گرانیت های مجموعه نفوذی ملایر، به دو دسته فلسیک و مافیک قابل تقسیم هستند (شکل g ،f ،e –۱). میانبارهای فلسیک با شکل های متنوع و غیر هندسی، بافت و کانی شناسی مشابه سنگ میزبان دارند، اما رنگ روشن تری نسبت به میانبارهای مافیک دارند و به نظر می رسد از جنس سنگمیزبان هستند، هضم شدگی مشخص در حاشیه و نداشتن شکل و مرز مشخص با سنگ میزبان در آنها، بیانگر حضور آنها به صورت قطعات جامد گرانیتی در ماگمایی از جنس خود است و در واقع این میانبارها، بیگانهسنگ های ماگمایی یا سنگهای فلسیک در جا هستند (نوع اول). اشاره به نداشتن مرز کاملاً مشخص به این معنی نیست که روی زمین قابل تشخیص نیستند، بلکه اساساً در مقایسه با میانبارهای مافیک تشخیص آنها دشوارتر است. افزون بر این، وجه تمایز میانبارهای ریزدانه مافیک (نوع دوم) با ترکیب کانی شناختی دیوریت، کوارتز دیوریت، مونزونیت و کوارتز مونزونیت و میانبارهای فلسیک با ترکیب کانی شناختی گرانودیوریت و سينو گرانيت با بيگانه سنگهاي متاپليتي مجموعه پلوتونيک ملاير بافت هورنفلسي و غیرماگمایی بیگانه سنگها و حضور برخی کانی های خاص رخسارههای دگرگونی در بیگانه سنگهاست. کانیهای موجود در میانبارهای ماگمایی مافیک در قالب مجموعههای دیوریتی، کوارتز دیوریتی، مونزودیوریتی و کوارتزمونزودیوریتی شامل كوارتز، پلاژيوكلاز، فلدسپار قليايي، بيوتيت، آمفيبول، آپاتيت، زيركن، کانی تیره است. سوزن های آپاتیت به صورت بیگانه بلور (زینو کریست) در بیوتیت و فلدسپارها، به فراوانی دیده میشوند و افزون بر اینها کانیهای خود شکل و مستقل آپاتیت نیز حضور دارند. فاز فرعی دیگری که به صورت میانبار، بیشتر در بیوتیتها ديده مي شود، زيركن است. ساختار پويكيليتي، بافت اسفنجي و ميرمكيتي و حضور پرتیت و میکروپرتیت و رگچههای کوارتزی دوباره تبلوریافته در آنها قابل تشخیص است. در اغلب نمونه های دگرسان شدهٔ میانبارها، دگرسانی های پتاسیک و سدیک همگام با سنگ میزبان انجام شده است و تشکیل بیوتیتهای ثانویه (شکل k ،l-۲)، کلریت، سریسیت، اسفن، اکسیدهای آهن و روتیل به رخداد این نوع دگرسانیها در کانی های اولیه مانند آمفیبول، بیوتیت، پلاژیو کلاز و فلدسپار قلیایی و رهایی Na، Mg ،Fe ،Ca ،K و انتقال برخی از آنها (عناصر متحرک) به وسیله سیال های ماگمایی یا جوی مربوط است. کانی مافیک آمفیبول در این نمونهها، ابعاد مختلفی دارد و در نمونه های ماکروسکویی، سوزن ها و باگت های کوچک- متوسط (۱mm - ۲) سبزرنگ آنها قابل مشاهده است و در مقاطع میکروسکوپی اغلب بی شکل و گاه نيمه شكل دار هستند و اغلب به بيوتيت تبديل شده اند (شكل h ،g –۲)، به ويژه در حاشیه ها و درزه ها و ترک های سطحی و ادخال ها، آپاتیت، اسفن و اکسید آهن دارند. تبديل هورنبلند سبز به بيوتيت (بيوتيتهاي ثانويه) نتيجه عملكرد سيالهاي ماگمایی پتاسیمدار بر روی بلورهای هورنبلند است و بر اثر این واکنش ها، اکسیدهای آهن و تیتانیم آزاد شده و در نهایت کانی هایی مثل اسفن و روتیل تشکیل شدهاند (متاسوماتيسم پتاسيك).

میانیا های ریزدانهٔ مافیک، مرز مشخص تری با سنگ میزبان دارند و در مشاهدات میکروسکوپی با حرکت از سمت میانبار به میزبان، در محدوده میزبان، اندازه بلورها

افزوده میشود. در مرز بین میانبار و میزبان جهت یافتگی مشخص کانی های بیوتیت و پلاژیو کلاز و انحراف، جدایش و کنده شدن برخی درشت بلورهای میزبان مانند پلاژیو کلاز و حضور آنها در درون میانبار شایان توجه است که نشانگر حضور میانبار و میزبان به صورت مذاب یا نیمه مذاب در کنار هم است (Silva et al., 2000). (شکرا ۲–۱-۱).

مشاهدات صحرایی و بررسی شکل این میانبارها و ناحیه مرزی میانبار – سنگ میزبان نشان می دهد که اختلاف گرانروی مناسبی بین این دو وجود داشته و شکلهای کروی، بیضوی و دو کی شکل... محصول این اختلاف هستند(شکل ۲–e، c، ۵)، چرا که تشکیل مرز محدب بین میانبار و میزبان، نیازمند مقاومت مذاب منشأ میانبار در برابر تنش های هیدروستاتیک و همین طور جهتدار وارد شده از طرف ماگمای در بر گیرنده است و نیروی مقاوم، گرانروی بالاتر مذاب میانبار در سطح تماسی است که در اثر همبری با ماگمای میزبان به طور ناگهانی سرد شده است و به این ترتیب، پوستهای مقاوم با گرانروی بالاتر از جنس ماگمای میانبار باعث ایجاد سطح تماس محدب می شود (Blake & Fink, 2000).

همچنین، شکل میانبارها در حاشیه توده آذرین کشیده بوده و به سمت درون توده به شکل کروی یا بدون شکل تغییر میکنند که از جمله شواهد رخداد جریان ماگمایی و حضور این میانبارها به صورت بستههای ماگمایی در ماگمای گرانیتی است.

در راستای تفکیک و تعیین منشأ میانبارهای مافیک (نوع دوم) از طریق ترکیب شیمیایی، تعداد بیست نمونه مناسب از میانبارها و سنگهای میزبان از نقاط مختلف توده، انتخاب شده و در آزمایشگاه XRF دانشگاه تربیت معلم تهران بر روی آنها تجزیه شیمی سنگ کل صورت گرفت (شکل ۱، جدول ۱).

3- ژئوشیمی میانبارهای مافیک

مقایسه مقادیر عناصر اصلی میانبارهای ماگمایی گروه دوم (دیوریتی،...) با سنگ میزبان، نشان میدهد که تنها روند تغییرات برخی از عناصر اصلی از مقادیر سنگ میزبان پیروی می کنند، باقیمانده آنها یا مقادیر بالاتری دارند و یا زیر روند مشاهده شده در میزبان قرار می گیرند. محتوای بالاتر MnO، MgO، TiO و PeO و پایین تر SiO در میانبارهای ماگمایی مافیک نسبت به میزبان گرانیتی با نسبت حجمی بالاتر کانیهای پلاژیو کلاز، بیوتیت و هورنبلند در آنها سازگار است (جدول ۱).

در حالت کلی، مقادیر و همبستگیهای ظاهری مشاهده شده بین عناصر و اکسیدهای مختلف در نمودارهای دومتغیره ژئوشیمیایی (هار کر) با توجه به وضعیت کانی شناسی میانبارها و سنگ میزبان در قالب فرایندهایی مانند آمیختگی ماگمایی، آلایش ماگمایی، دگرسانی و متاسوماتیسم قابل توجیه هستند (شکل های ۳ و۴). از جمله شواهد برای رخداد پدیده آمیختگی ماگمایی و منشأ مافیک تر میانبارهای ماگمایی نوع دوم، می توان به روند خطی و نزولی الگوی تغییرات MgO، MnO ، O و ₍₀₎ FeO با افزایش ₂SiO از میانبار به سنگ میزبان، همبستگی ظاهری منفی مناسب موجود بین عناصر Ni O با ₍₀) FeO و SiO در میانبارهای مافیک (شکل ۳) همراه با کاهش پیشرونده مقادیر Cr و O از میانبار به میزبان با افزایش SiO (0) با افزایش SiO (شکل ۳) به وسیله جدایش بیوتیت در خلال تفریق درونی ماگمای میانبار و میزبان در اثر آمیختگی ماگمایی (MgO 2006) و کاهش ماگمای میانبار و میزبان در اثر آمیختگی ماگمایی (MgO 2006) و کاهش مقادیر SiO

از جمله شواهد برای رخداد پدیده آلایش ماگمایی، می توان به مقادیر بالاتر اکسیدهای C₂0 و Na₂O در سنگ میزبان نسبت به میانبارها، همبستگی ظاهری ضعیف Na₂O و K₂O و روند نامشخص تغییرات آنها در برابر SiO در میانبار و سنگ میزبان اشاره کرد. شباهت در مقادیر این دو اکسید بسیار متحرک در

میانبار و سنگ میزبان، و پراکندگیهای مشاهده شده را می توان به آلایش ماگمایی یا دگرسانیها و در کل تحرک بالای این عناصر نسبت داد (Zorpi et al, 1991). افرون بر این، فرایند فلدسپارزایی و بیوتیتزایی در اثر متاسوماتیسم پتاسیک نیز عاملی برای تغییر مقادیر 2₀ K و Na₂O در این میانبارهاست. همان گونه که پیش از این بیان شد، تشکیل بیوتیتهای ثانویه به ویژه در ناحیه مرزی میانبار و سنگ میزبان از چمله شواهد این فرایند است. به همین ترتیب همبستگی ضعیف AB و SiO با SOI پراکندگی بالای مقادیر آنها را می توان به واکنش با ترکیبات پوستهای نسبت داد (2006, 2008). مقدار ₂DT در میانبار و سنگ میزبان نسبت به هم تغییرات زیادی نشان نمی دهد، زیرا اغلب کانیهای تیتانیم دار در این نمونه ها ثانویه بوده و محصول دگرسانی بیوتیت و آمیبول و آزاد شدن TT هستند.

از دیگر فرایندهای مهم که در مقیاس کوچک و در ناحیه مرزی میانبار و میزبان روندها و مقادیر را تحت تأثیر قرار داده، تعادل و همگن شدگی اولترامیکروسکوپی است. از شواهد این فرایند می توان به وجود همبستگی بالای بین مقادیر Ba و .sio در سنگهای میزبان و روند نامشخص تغییرات Ba در میانبارها اشاره کرد. از آنجا که شیب نزولی تغییرات Ba در سنگهای میزبان با توجه به ساز گاری Ba با K در ساختار فلدسپارهای قلیایی پتاسیک و بیوتیت غیرعادی است، می توان آن را به برقراری تعادل شیمیایی با میانبار در حالت مذاب یا نیمهمذاب و در نتیجه به حجمهای متفاوت مبادلهشده از این عنصر بین میانبارها و میزبانها مربوط دانست. افزونبر این، بررسی نمودار عنکبوتی بهنجار شده میانبار و سنگ میزبان (شکل۵)، بیانگر شباهتهای کلی بین آنها و افت مقادیر عناصر Nb ،Ta ،Sr و Ti و غنی شدگی عناصر بزرگ یون (LILEs) شامل K ،Th ،Rb و Ba است، در حالی که عناصر HFSEs شامل Yb ، Y، Zr ، Nb ، Ta نسبت به Ce ، La و Nd مقادير پايين ترى نشان مىدهند. بنابراين، همگن شدگي وسيع تركيبي در مقياس برخي از عناصر متحرك تر (LILEs) بین سنگ میزبان و میانبارها، شاهدی از تبادل در حالت مذاب یا نیمه مذاب است. غنی شدگی عناصر LILEs در میانبارهای ماگمایی مذکور، شبیه به سنگ میزبان و شباهتهای مشاهده شده بین عناصر فرعی بین آنها از یک سو تأیید کننده تبادلات انجام شده است و از سوی دیگر، نشان دهندهٔ آهنگ و سرعت بالای رسیدن به تعادل در مقایسه با HFSEs است.

دیگر روندهای مشاهدهشده از عناصر را نیز میتوان در قالب مجموعههای کانیشناسی آنها توجیه کرد. AI₂O₃ به عنوان اکسیدی ناسازگار و کم تحرک، الگوی تغییرات یکسان و مقادیر مشابه بین میانبار و سنگ میزبان نشان نمیدهد و صرفاً در مورد میانبارها، روندی با شیب مثبت و همسبتگی مناسبی با SiO دارد. همبستگی ظاهری نسبتاً مناسب و روند صعودی درجه اشباع از آلومینیم در میانبارها در برابر افزایش SiO و افزایش نسبت حجمی پلاژیوکلاز، با این وضعیت هماهنگ است.

همبستگی منفی مقادیر وانادیم با SiO₂ در سنگ میزبان را می توان به جدایش کانیهای آهن منیزیم دار و کاهش نسبت حجمی آنها در نمونههای تفریق یافته تر و روند نزولی تغییرات وانادیم همراه با افزایش Nb در برابر SiO₂ در میانبارها، بیانگر روند عمومی تفریق ماگهایی است (Arvin et al., 2004). عناصر Y، Yb تطابق ضعیف و روندی پراکنده با افزایش میزان SiO₂ نشان می دهند، این روند نامنظم وابسته به حضور مقادیر متفاوتی از کانی آپاتیت بوده و در نتیجه مانند P₂O₅ در میانبارها، نظم خاصی در تغییرات آنها دیده نمی شود.

Th، TS در ترکیب کانی هایی مانند آلانیت و منازیت و زیر کن حاضر هستند و مقدار آنها تابعی از فراوانی این فازها در نمونه هاست و با توجه به حضور پراکنده این کانی ها در نمونه های سنگ میزبان و همبستگی پایین تغییرات Zr و Th ، روند نامشخص تغییرات آنها در برابر SiO وابسته به تفریق ماگمایی نیست. تطابق بالا و روند صور می این Th یک در میانبارها با افزایش SiO را می توان به حضور میانبارهای زیر کن (و احتمالا مونازیت) در بیوتیت ها و فلدسپارهای قلیایی این نمونه ها نسبت داد.

4- بحث

به منظور درک ماهیت میانبارهای ماگمایی منطقه مورد مطالعه از طریق شیمی سنگ کل، از تلفیق نتایج به دست آمده از تحلیلهای ژئوشیمیایی در بخش قبل و نتایج حاصل از برخی روشهای آماری استفاده میشود. هدف مشترک این دو بخش شناخت، ردهبندی و تعیین ماهیت میانبارهای ماگمایی از طریق ترکیب شیمیایی آنها است.

همان گونه که می دانیم به منظور بررسی تغییراتی که در متغیرهای ژئوشیمیایی (اکسیدهای اصلی و عناصر فرعی) در طی مراحل قبل از سردشدن ماگمای والد یک نمونه سنگی روی میدهد و با هدف در ک فرایندهای مؤثر بر تحولات ماگمایی از نمودارهای دومتغیره عناصر اصلی و فرعی استفاده می شود. روندهای مشاهده شده در نمودارهای پراکندگی را می توان به عنوان معیاری از رابطه بین متغیرهای مورد مطالعه تلقی کرد. مطالعات ژئوشیمیایی بر تفسیر چشمی این پراکندگیها استوار بوده و روندهای مشاهدهشده بر این اساس تفسیر میشوند، اما از دیدگاه آماری، دادههای ژئوشیمیایی مانند هر داده دیگر قابلیت تحلیل عددی نیز دارند، به شکلی که در مطالعات اکتشافی منابع معدنی به صورت گسترده استفاده میشوند و با شناخت و رعایت محدودیت های این اطلاعات، می توان به آنها به دید یک جامعه آماری نگریست و به نتیجه گیری پرداخت. بنابراین لازمهٔ انجام تحقیقات از دیدگاه آماری روی دادههای ژئوشیمیایی، رعایت ضوابط حاکم بر این روشها و توجه به ماهیت دادههای ژئوشیمیایی است. بدین ترتیب به منظور تحلیل رابطهٔ بین میانبارهای ماگمایی و سنگ میزبان از روشهای آماری، که خروجی آنها نمایش ترسیمی، رابطه بین داده ها در قالب نمودارهای دومتغیره است، بهره می گیریم. بدیهی است به این دلیل که هدف، تشخیص وجوه تمایز دو مجموعه است، به همین علت از روشهای آماری متمایز کننده بهره می گیریم.

شرط اولیه در محاسبه پارامترهای آماری، فرض نرمال بودن توزیع دادههاست. تعیین منحنی توزیع هر اکسید یا عنصر کمیاب در یک جامعه آماری، به وسعت نمونههای تجزیه شده با تقسیمبندی دادهها به دسته های مختلف و تعیین فراوانی مقادیر موجود در هر بازه و رسم نمودار مستطیلی (هیستوگرام) انجام می شود، که معمولاً دادههای ژئوشیمیایی الگوی توزیع نرمال نشان می دهند. در حالت کلی، برای تعیین رابطه بین دومتغیر، می توان از روش های همبستگی و رگرسیون بهره برد. این روش ها به منظور جستجوی رابطه بین متغیرهایی است که به صورت تصادفی انتخاب شدهاند یعنی اول: از قبل از وجود رابطه بین متغیرها آگاهی نداشته و دوم: متغیرها برهم اثر نمی گذارند و مستقل باشنه.

- ۴-1. روش های آماری متمایز کننده
 - **روشهای آماری دومتغیره**

الف) رگرسیون دومتغیره: به منظور پیش بینی رابطه بین دو متغیر تصادفی که یکی از آنها متغیر مستقل و دیگری وابسته است، از روش رگرسیون استفاده می شود. در روش رگرسیون دومتغیره، امکان برازش یک خط یا منحنی به داده ها، بررسی می شود. خط یا منحنی که بیشترین تطابق را با نقاط موجود در نمودار دومتغیره دارند و نمایندهٔ بهترین خطی است که می توان از بین نقاط عبور داد. در این روش اگر برازش خط یا منحنی به نقاط، بر اساس روش کمترین مربعات انحراف نقاط از خط یا منحنی (Least square) استوار باشد، عامل ² هرا می توان به طور غیر مستقیم به عنوان یک نمونه، متغیرهای وابسته هستند (در گزارش نتایج تجزیه های ژئوشیمیایی عناصر اصلی بر حسب درصد بیان می شوند، پس مقادیر هر یک از آنها بر دیگری تأثیر می گذارد)، تحلیل الگوی پراکندگی ها براساس خط رگرسیون و ² هربرای عناصر اصلی میانبار و سنگ میزبان هر کدام به صورت مجزا، به منظور جستجوی رابطه بین عناصر اصلی آنها نمی تواند به یک نتیجهٔ واقعی از هماهنگی یا عدم هماهنگی

ژئوشیمیایی منجر شود. اما هنگامی که اکسیدهای یکسانی از دو نمونهٔ مجزا (میانبار و سنگ میزبان) در برابر هم در یک نمودار دومنغیره رسم شوند، همبستگی محاسبه شده بر مبنای خط رگرسیون و R² را میتوان به عنوان خویشاوندی ژئوشیمیایی یا عدم خویشاوندی ژئوشیمیایی تفسیر کرد (شکل۶).

ب) بهرهگیری از ضرایب همبستگی: ضریب همبستگی دومتغیره، معیاری از همبستگی متغیرها بدون وابستگی به واحد اندازه گیری دادههاست. ضریب همبستگی رابطه بین دو متغیری را نشان می دهد که هر دو تحت تأثیر عوامل مشتر کی قرار گرفتهاند و روند تغییرات آنها هم جهت با هم یا در دو جهت متفاوت است (حسنی پاک و شرف الدین، ۱۳۸۰). این عامل معیاری است از درجه تمایل دومتغیر به رابطه خطی با یکدیگر، که ما در اینجا به منظور نمایش میزان همبستگی عناصر مختلف در ترکیب میانبار و میزبان آنها از نمودار دومتغیرهای با محور طولی متشکل از اکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب در برابر ضریب همبستگی محاسبه شده برای هر یک از این عناصر در میانبار و سنگ میزبان استفاده کردهایم.

مقایسهٔ روندهای مشاهده شده برای تغییرات ضریب همیستگی اکسیدهای اصلی و کمیاب سنگ میزبان در برابر میانبار در هر دو حالت ذکرشده، بیانگر اختلاف مشخص در یک سری عناصر و هماهنگی در پارهای دیگر از آنهاست (شکل۷). – روشهای آماری چندمتغیره: همان گونه که مشخص است این روش ها به بررسی همزمان تغییرات چندمتغیره: پرداخته و نتایج حاصل از آن اغلب نسبت به تحلیل های آماری، بر اساس روش های دومتغیره مناسب تر هستند. از جمله روش های آماری چندمتغیره تحلیل خوشهای و تحلیل مؤلفه های اصلی هستند که می توان به وسیله آنها روابط بین نمونه ها و یا روابط بین متغیرها را بررسی کرد. اساس تحلیل هر دو روش بر ماتریس ضرایب همیستگی متغیرها و نمونه ها، استوار است.

الف) تحلیل خوشهای: در تحلیل خوشهای، هدف، دستیابی به ملاکی برای ردهبندی هرچه مناسب تر متغیرها و یا نمونهها بر اساس تشابه درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است و نتیجه آن تقسیم بندی متغیرها به گروههایی است که بیشترین تشابه را درون خود و بیشترین اختلاف را بین یکدیگر دارند. برای رسم نمودار درختی برای متغیرهای شیمیایی نمونههای میانبار و میزبان، با بهره گیری از ماتریس شباهت بین متغیرهای از ضرایب فاصله (یا ضرایب اختلاف) به عنوان معیاری از شباهت و هماهنگی بین آنها استفاده شده است. بدیهی است کمترین فاصله، بیانگر بیشترین شباهت دومتغیر در میانبار و میزبان است.

نتایج بهدست آمده از تحلیل خوشهای، اهمیت بسیاری دارد، چرا که برای انبات وجوه تمایز اغلب میانبار با میزبان در مراحل قبلی، باید، در این مرحله نمونهها به دو سری نمونه با قرابت اندک و تمایز اساسی تقسیم شوند، و در گروههایی مجزا قرار گیرند (شکل۸).

همان گونه که در الگوی درختی به دست آمده بر اساس خویشاوندی های ژئوشیمیایی میانبارها و میزبان آنها مشاهده می شود، نمونه ها به دو گروه کاملاً مجزا تقسیم شده اند که شامل سنگ های میزبان در یک نیمه و میانبارهای مافیک در نیمهٔ دیگر است. در واقع، این حالت تأییدی است بر روندهای ژئوشیمیایی مشاهده شده از عناصر مختلف، هنگامی که میزبان و میانبار در یک نمودار دومتغیره ژئوشیمیایی در کنار هم بررسی می شوند و مسیرهای ژئوشیمیایی از هم گسیخته ای را نشان می دهند. به همین دلیل می توان نتیجه گرفت که هر کدام از گروه های میانبارهای مافیک و سنگهای گرانیتی میزبان، بیشترین شباهت ژئوشیمیایی را بین خود و بیشترین تمایز را با یکدیگر دارند. نکته قابل تأمل و مهم قرار گیری میانبارهای فلسیک (یا میکرو گرانیتوییدی) در گروه سنگ های میزبان است که بیانگر خویشاوندی و هم جنس بودن آنها با میزبانهای گرانیتی است و این امر با منشأ در نظر گرفته شده برای آنها، به عنوان میزبانهای گرانیتی (به عنواز های اولیه تزریق ماگمایی توده گرانیتی (به عنوان مثال).

ب) تجزیه مؤلفه های اصلی: نمایش رابطه بین متغیرها و نمونه ها در یک نمودار دومتغیره از طریق بردارهایی که جهت گیری آنها نسبت به هم ملاک ارزیابی و تحلیل هاست (Gabriel, 1971; Buccianti & Peccerillo, 1999). آرایش موازی و هم جهت این بردارها بیانگر همبستگی بالای بین متغیرهایی است که تغییرات آنها به وسیله بردارها نمایش داده شده و قاعدتاً آرایش موازی و جهت مخالف آنها بیانگر همبستگی ناچیز است. متعامد بودن این بردارها نشانهٔ عدم تأثیر گذاری این دو متغیر یا پارامتر بر یکدیگر است (Buccianti & Peccerillo, 1999). همان گونه که در نمودار شکل ۹ دیده می شود آرایش بردارها بیانگر تمایز مشخص در ترکیب عناصر اصلی بین میانبارها و میزبان بوده و اکسیدهایی مانند و Nao (Suco و جهت مخالف آنها بیانژ بین میانبارها و میزبان بوده و اکسیدهایی مانند و Nao (Nao روزی و تو کاری) و مانبار (دمونه های تو پر) در دو سمت متفاوت از بردارها قرار گرفته اند، در حالی که میانبارهای فلسیک و سنگهای میزبان در دو سمت متفاوت از بردارها قرار گرفته اند، در حالی که میانبارهای فلسیک و سنگهای میزبان در کنار هم دیده می شوند.

بنابراین بر مبنای روشهای آماری دومتغیره و چندمتغیره، اختلاف ترکیب شیمیایی میانبارهای ماگمایی مافیک و سنگ میزبان و منشأ متفاوت آنها مشخص شده و افزون بر این، شباهت بین انکلاوها فلسیک و سنگ میزبان و احتمالاً هم منشأ بودن آنها را تأیید میکند.

۵- نتیجهگیری

- مقادیر بالاتر اکسیدهای "Moo ،Geo ،Mgo ،Feo در میانبارهای مافیک نسبت به سنگ میزبان و مقادیر بالاتر SiO در سنگ میزبان، همسان بودن تقریبی مقادیر اکسیدهای K₂O و Na₂O و اغلب عناصر کمیاب بین سنگ میزبان و میانبارهای ماگمایی، روندهای خطی مشاهدهشده در الگوی تغییرات اکسیدهای CaO ،MgO ،FeO و همبستگی مناسب بین عناصر Ni ،C و SiO در میانبارها و شب منفی تغییرات آنها، کاهش پیشرونده مقادیر V، C و O از میانبار به سنگ میزبان با افزایش SiO و شباهت الگوی نمودار عنکبوتی آنها، نشانهای برای منشا مافیک میانبارهای ماگمایی مذکور است.

- روشهای آماری دو و چندمتغیره بر اساس شیمی میانبارها در مقایسه با سنگ میزبان دو دسته متفاوت بین آنها مشخص کردهاند که بیانگر ماهیت متفاوت آنهاست. یکی از این دو دسته، خویشاوندی مشخصی با سنگ میزبان نشان می دهد (میانبارهای فلسیک) و دسته دیگر وضعیت متفاوتی دارد (میانبارهای مافیک). قرار گیری نمونهها در دو گروه متفاوت و مجزا در الگوی شاخه درختی و جهت گیری بردار متغیرها و نمونهها در نمودار دومتغیره تحلیل مؤلفههای اصلی (PAC) از جمله این موارد است. پراکندگی مشخص بیشتر اکسیدهای عناصراصلی و اغلب عناصر کمیاب، در نمودار دومتغیره میانبارهای مافیک در برابر سنگ میزبان، نسبت به خط رگرسیون و ضریب R² پایین در رگرسیون دومتغیره همراه با ضریب همبستگی ناچیز آنها، تأییدکننده روندهای ژئوشیمیایی متفاوت مشاهده شده برای عناصر مختلف در میانبار و سنگ میزبان در نمودارهای دومتغیره ژئوشیمیایی است.

- بنابراین، از مقایسه شیمی میانبارها و سنگ میزبان با روش های آماری و تحلیل نمودارهای ژئوشیمیایی می توان به این نتیجه رسید که: ۱) این میانبارها به دو نوع فلسیک و مافیک قابل تقسیم هستند. ۲) با توجه به شباهتهای کانی شناختی و بافتی و ژئوشیمیایی میانبارهای فلسیک به سنگ میزبان تشکیل آنها، به گسیختگی در حاشیه سریع متبلورشدهٔ توده گرانیتی در اثر فشار ناشی از تزریقهای متوالی مذاب، نسبت داده شده است و در واقع باور بر این است که این میانبارها به حالت جامد (بیگانه سنگ ماگمایی) در مذابی از جنس خود جای گرفتهاند. ۳) با توجه به تفاوت مشخص ویژگی های ظاهری، ماهیت شیمیایی و وضعیت کانی شناختی محتمل ترین منشأ برای میانبارهای مافیک آمیختگی دو ماگمای فلسیک و مافیک است.



100

¥ r\$



شکل ۳- نمودارهای دومتغیره تغییرات مقادیر عناصر اصلی در برابر افزایش SiO₂ در میانبارها و میزبان همان گونه که در روند تغییرات همه اکسیدها دیده می شود (مربع توپر: سنگ میزبان؛ مربع توخالی: میانبار مافیک).

www.SID.ir



شکل ۴- نمودارهای نشان دهندهٔ تغییرات عناصر کمیاب در برابر افزایش SiO_2 در میانبارها و میزبان (نمادها مانند شکل۳)



شکل۵- شباهت زیاد بین الگوی تغییرات عناصر اصلی و فرعی به تبادلات واکنشهای متقابل بین میانبارها (نمودارهای الف و ج) سنگ میزبان (نمودارهای ب و د) در حالت مذاب یا نیمه مذاب مربوط است. شکلهای الف و ب نمودار عنکبوتی بهنجارشده بر اساس مقادیر بازالتهای پشته میان اقیانوسی (Pearce, 1983)، شکلهای ج و د) نمودار عنکبوتی بهنجارشده بر اساس مقادیر گوشته اولیه (Sun & Mc Don, 1989) (به عنوان مثال:Coloun et al., 1984 ; Vernon, 1983 ... Barbarin, 2005 ; Yilmaz, 2005)



بر ایکر کی مجهد مهمان کونه که در نمودارها قابل مشاهده است، تقریباً همه اکسیدها میان است، همه اکسیدها که در نمودارها قابل مشاهده است، تقریباً همه اکسیدها پراکندگی مشخصی نسبت به خط رگرسیون نشان میدهند (و ضریب ^R2پایینی دارند) که بیانگر تمایز مشخص در محتوای بیشتر اکسیدهای مذکور بین میانبار و سنگ میزبان است.

اللي المحافظ محافظ المحافظ المحافظ المحافظ المحافظ المحافظ المحافظ المحاف



شکل ۸-الگوی شاخه درختی به دست آمده از تحلیل خوشهای که نمونههای میانبار و سنگ میزبان را بر اساس ضرایب همبستگی بین متغیرهای مختلف به دو دسته کلی و زیر شاخههای جدا از هم تقسیم کرده است(مد (مد رسم این الگو اکسیدهای عناصر اصلی با بیشترین درصد، بالاترین (در رأس آنها SiOی) درجه تأثیرگذاری را دارند و گروهبندی اصلی بر اساس آنها انجام شده است.





شکل ۹- آرایش بردارها در نمایش ترسیمی تحلیل مؤلفه های اصلی. همان گونه که در این نمودار دیده می شود آرایش بردارها بیانگر تمایز مشخص در ترکیب عناصر اصلی بین میانبارها و سنگ میزبان بوده و SiO₂ مینبان می مانند O₂A، O₂ و SiO اکسیدهایی مانند O₂A، O₂ و SiO روندی متمایز از ADO، MnO، OO بودی متمایز از K2O، MnO، O میزبان (دایرههای توخالی) و میانبار (نمونههای توپر) در دو سمت متفاوت از بردارها قرار گرفته اند، در حالی که میانبارهای فلسیک (دایره توپر زرد رنگ) و سنگهای میزبان در کنار هم دیده می شوند.

جدول۱- نتیجه تجزیه شیمیایی میانبارها و سنگ میزبان

| | میانبارهای مافیک | | | | | | | | | سنگ میزبان | | | | |
|-------|------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | EN- 46 | EN-40 | EN-59 | EN-15 | EN-5 | EN-42 | EN33-b | EN33a | EN-22 | En-1 | G- 46 | G-59 | G-42 | G-15 |
| SiO2 | 53.00 | 57.56 | 56.11 | 59.90 | 52.21 | 56.92 | 54.67 | 55.59 | 52.80 | 55.66 | 66.1 | 66.3 | 61.5 | 66.0 |
| AI2O3 | 18.75 | 15.18 | 14.70 | 14.02 | 10.92 | 14.88 | 12.20 | 12.79 | 11.35 | 13.04 | 11.7 | 12.3 | 13.2 | 12.0 |
| FeO* | 7.22 | 11.23 | 11.92 | 10.81 | 12.86 | 11.54 | 12.14 | 12.55 | 8.11 | 11.88 | 6.5 | 5.2 | 7.7 | 6.7 |
| MqO | 3.73 | 2.32 | 3.36 | 2.87 | 5.94 | 3.86 | 5.78 | 3.77 | 11.80 | 5.58 | 3.0 | 2.7 | 4.3 | 2.3 |
| CaO | 6.42 | 3.69 | 4.02 | 4.53 | 10.24 | 4.19 | 8.51 | 7.12 | 7.41 | 7.64 | 3.1 | 3.8 | 4.7 | 3.8 |
| Na2O | 3.85 | 1.49 | 2.09 | 3.19 | 2.01 | 2.51 | 1.81 | 2.10 | 1.27 | 3.41 | 2.5 | 2.6 | 3.0 | 3.0 |
| K2O | 3.08 | 5.70 | 3.58 | 1.85 | 1.93 | 3.40 | 1.45 | 1.82 | 3.55 | 0.63 | 3.7 | 4.3 | 3.6 | 3.2 |
| TiO2 | 0.73 | 1.01 | 0.84 | 0.67 | 0.79 | 0.88 | 0.79 | 0.73 | 0.44 | 0.53 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| MnO | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.09 | 0.19 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.23 | 0.14 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| P2O5 | 0.47 | 0.13 | 0.20 | 0.26 | 0.20 | 0.24 | 0.16 | 0.16 | 0.04 | 0.09 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Rb | 118 | 192 | 180 | 142 | 96 | 182 | 72 | 84 | 171 | 53 | 153 | 152 | 138 | 149 |
| Sr | 406 | 147 | 237 | 292 | 248 | 237 | 335 | 322 | 150 | 197 | 269 | 291 | 471 | 298 |
| Ni | 19 | 24 | 17 | 16 | 32 | 20 | 27 | 16 | 263 | 43 | 27 | 19 | 28 | 18 |
| Y | 13.41 | 21.72 | 17.50 | 19.67 | 14.11 | 16.91 | 11.65 | 10.93 | 22.90 | 14.24 | 16.4 | 16.4 | 15.0 | 18.4 |
| Cr | 30 | 111 | 47 | 10 | 107 | 48 | 101 | 92 | 1060 | 423 | 115 | 32 | 33 | 26 |
| Zr | 218 | 209 | 164 | 232 | 149 | 162 | 149 | 139 | 59 | 178 | 218 | 214 | 258 | 219 |
| Nb | 17 | 23 | 18 | 23 | 13 | 16 | 11 | 10 | 5.90 | 11 | 15 | 15 | 20 | 18 |
| Ва | 899 | 2141 | 1732 | 1387 | 1640 | 1831 | 1632 | 1529 | 885 | 1068 | 1242 | 1082 | 1046 | 913 |
| La | 63.40 | 34.34 | 17.40 | 28.41 | 25.25 | 25.54 | 23.24 | 17.49 | 18.60 | 22.37 | 17.3 | 26.3 | 25.9 | 16.2 |
| Ce | 110.00 | 180.68 | 73.98 | 84.22 | 84.75 | 56.47 | 117.39 | 136.62 | 38.30 | 51.54 | 117.1 | 158.9 | 196.6 | 124.6 |
| Nd | 35 | 44 | 27 | 31 | 22 | 24 | 20 | 17 | 20.10 | 29 | 25 | 37 | 27 | 29 |
| Sm | 7.18 | 6.60 | 5.32 | 5.88 | 7.70 | 8.88 | 6.27 | 7.07 | 4.67 | 6.43 | 5.7 | 7.8 | 6.3 | 6.4 |
| Tb | 0.74 | 3.44 | 3.10 | 2.22 | 3.93 | 3.26 | 3.44 | 3.55 | 0.74 | 2.46 | 2.0 | 1.6 | 1.8 | 1.5 |
| Yb | 6.81 | 7.50 | 6.49 | 6.37 | 8.50 | 6.93 | 7.84 | 6.39 | 2.62 | 10.11 | 7.8 | 6.8 | 8.0 | 6.6 |
| Hf | 3.80 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 | 1.80 | 4 | 7 | 4 | 5 | 4 |
| Та | 0.6 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.40 | 0.85 | 0.98 | 0.91 | 0.99 | 1.08 |
| Eu | 1.24 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0.59 | 3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| v | 129 | 117 | 92 | 72 | 92 | 98 | 92 | 84 | 195 | 58 | 65 | 56 | 56 | 46 |
| Pb | 11 | 43 | 25 | 36 | 30 | 28 | 23 | 20 | 15 | 40 | 45 | 44 | 28 | 42 |
| Cu | 43 | 9 | 10 | 6 | 23 | 10 | 23 | 24 | 47 | 7 | 27 | 10 | 12 | 8 |
| Co | 18 | 25 | 23 | 17 | 28 | 23 | 24 | 25 | 37 | 19 | 15 | 12 | 14 | 11 |
| Zn | 63 | 107 | 78 | 71 | 84 | 76 | 77 | 80 | 93 | 73 | 72 | 63 | 69 | 65 |
| Cs | 2.67 | 47.50 | 19.54 | 14.05 | 27.76 | 23 | 16.47 | 20.62 | 10.25 | 15.51 | 13.5 | 8.0 | 9.7 | 3.9 |
| Ga | 5.99 | 21 | 22 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 14.40 | 26 | 23 | 24 | 23 | 24 |
| Мо | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Sn | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Th | 14.05 | 25 | 16 | 21 | 6 | 15 | 6 | 5 | 6.34 | 14 | 19 | 24 | 20 | 21 |
| Sc | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |

www.SID.ir

رضا ديوسالار و همكاران

| | | | | | | | | | جدول ۱ | | |
|---|------------------|--------|--------|-------|-----------------|--------|--------|-------------|------------|--|--|
| | میانبارهای مافیک | | | | | | | | سنگ میزبان | | |
| | G-1 | G-33b | G-22 | GX-40 | X-22 | G-33a | G-5 | F1 | F2 | | |
| 2 | 62.76 | 68.23 | 57.76 | 64.68 | 60.39 | 59.07 | 63.22 | 64.2 | 62.3 | | |
| 3 | 11.42 | 13.26 | 15.09 | 16.90 | 12.14 | 12.05 | 11.41 | 15.7 | 16.7 | | |
| * | 7.34 | 4.86 | 13.61 | 5.06 | 10.57 | 10.61 | 7.46 | 6.0 | 6.2 | | |
| > | 4.51 | 1.35 | 3.82 | 11.75 | 3.83 | 4.31 | 4.49 | 1.8 | 2.4 | | |
| > | 4.98 | 4.07 | 0.72 | 2.44 | 5.82 | 5.34 | 4.58 | 3.6 | 3.4 | | |
| o | 4.04 | 3.18 | 0.95 | 2.30 | 3.1 | 2.12 | 2.03 | 3.3 | 3.3 | | |
| , | 1.64 | 2.46 | 6.18 | 3.64 | 2.4 | 2.23 | 3.28 | 2.2 | 2.7 | | |
| 2 | 0.61 | 0.57 | 1.08 | 0.69 | 0.68 | 0.86 | 0.67 | 0.7 | 0.6 | | |
| 5 | 0.08 | 0.04 | 0.17 | 0.11 | 0.12 | 0.07 | 0.09 | 0.1 | 0.1 | | |
| 5 | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.16 | 0.15 | 0.20 | 0.17 | 0.3 | 0.1 | | |
| | 76 | 101 | 185 | 138 | 136 | 91 | 127 | 162.5 | 142.5 | | |
| | 243 | 402 | 90 | 360 | 357 | 398 | 319 | 260.0 | 294.0 | | |
| | 42 | 20 | 34 | 21 | 22 | 20 | 24 | 22.0 | 19.0 | | |
| | 14 | 11 | 19 | 18 | 18 | 9.62 | 15.63 | 27.2 | 17.1 | | |
| | 284 | 22 | 121 | 48 | 63 | 51 | 110 | 100.0 | 100.0 | | |
| | 218 | 294 | 197 | 109 | 130 | 206 | 213 | 235.0 | 145.5 | | |
| | 14 | 13 | 19 | 19 | 17 | 11 | 14 | 19.0 | 12.0 | | |
| | 1246 | 1184 | 2249 | 1502 | 1393 | 1793 | 1376 | 353.0 | 250.0 | | |
| | 28.62 | 15.51 | 26.18 | 21.96 | 19.67 | 15.28 | 27.95 | 37.3 | 37.7 | | |
| | 89.88 | 157.50 | 130.32 | 59.37 | 64.20 | 172.04 | 121.97 | 74.7 | 71.3 | | |
| | 33 | 11 | 35 | 29 | 36 | 9 | 32 | 27.2 | 27.1 | | |
| , | 7.56 | 3.08 | 5.84 | 7.75 | 5 | 2.45 | 8.16 | 5.4 | 4.7 | | |
| | 1.77 | 1.52 | 3.93 | 3.93 | 4 | 2.71 | 3.93 | 0.8 | 0.6 | | |
| | 9.87 | 7.02 | 8.79 | 7.03 | 7 | 6.91 | 7.44 | 3.1 | 1.6 | | |
| | 4.00 | 7.00 | 5.00 | 7.00 | 7 | 9 | 7 | 7.0 | 5.0 | | |
| V | 0.95 | 0.89 | 1.26 | 1.01 | 1 | 0.96 | 0.91 | 1.7 | 0.9 | | |
| | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1.1 | 0.8 | | |
| Ť | 67 | 62 | 122 | 83 | 77 | 95 | 73 | 64.0 | 130.0 | | |
| | 34 | 25 | 56 | 32 | 30 | 23 | 34 | | | | |
| | 7 | 32 | 17 | 31 | 27 | 42 | 32 | _ | _ | | |
| , | 13 | 11 | 26 | 22 | 20 | 20 | 17 | - 14.2 | - 14.2 | | |
| | 70 | 75 | 98 | 77 | 75 | 79 | 75 | 56.0 | 53.0 | | |
| | 16 | 16 | 38 | 20 | 18 | 21 91 | 20 70 | 9.5 | 7.0 | | |
| | 24 | 25 | 21 | 20 | 22 | 22.00 | 22.00 | 24.0 | 20.0 | | |
| | 27 | 20 | 2 | Λ | <u>г</u> с Л | 22.00 | 22.00 | 27.0 | 20.0 | | |
| | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | - | - | | |
| | 0 | 10 | 14 | 0 | 44 | 5 | 47 | 2.U 17.0 | 2.0 | | |
| | 23 | 10 | 14 | 9 | 11 | 5 | 17 | 17.0 | 18.0 | | |
| | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | చ | - | - | | |

www.SID.ir



کتابنگاری

افتخارنژاد، ج.، ۱۳۶۰- تقسیم بندی تکتونیکی ایران با توجه به حوضه های رسوبی. مجله انجمن نفت ایران، شماره ۸۲، ۱۹–۲۸. حسنی پاک، ع.ا، شریف الدین، م.، ۱۳۸۰- تحلیل دادههای اکتشافی. انتشارات دانشگاه تهران. فرقانی، ع.، ۱۳۴۸- مطالعه کانیشناسی و سنگشناسی گرانودیوریت سامن (ملایر)، نشریه شماره ۱۵دانشکده فنی، دوره دوم. گودرزی، ح. ا. ۱۳۷۴- ماگماتیسم و متامورفیسم منطقه ملایر- بروجرد، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی، دوره دوم. دیوسالار، ر.، ولیزاده، م.، ۱۳۸۹- منشأ انکلاوها و زینولیتهای متاپلیتی مجموعه پلوتونیک ملایر، فصلنامه علوم، دانشگاه تهران ۹۷، ۱۳۰۰- ماگما دیوسالار، ر.، ولیزاده، م.، ۱۳۸۹- منشأ انکلاوها و زینولیتهای متاپلیتی مجموعه پلوتونیک ملایر، فصلنامه علوم زمین، سال نوزدهم، شماره ۷۶، ص ۱۷-۹ دیوسالار، ر.، ولیزاده، م.، ۱۳۸۹- منشأ انکلاوها و زینولیتهای متاپلیتی مجموعه پلوتونیک ملایر، فصلنامه علوم زمین، سال نوزدهم، شماره ۷۶، ص ۱۷-۹ دیوسالار، ر.، ولیزاده، م.، ۱۳۸۹- منشأ انکلاوها و زینولیتهای متاپلیتی مجموعه پلوتونیک ملایر، فصلنامه علوم دانشگاه تربیت معلم. مادقیان، م.، ۱۳۸۹- پترولوژی سنگ های نفوذی و دگرگونی منطقه چشمه قصابان همدان. رساله دکتری، دانشگاه تهران، شامه ۷۶، ص ۲۵-۹ قلمقاش، ج.، محمدیها، ک.، رشید،ح.، قهرایی پور، م.، ۱۳۸۴-امتزاج و اختلاط ماگمای مافیک و فلسیک در باتولیت الوند، شاهدی بر همزیستی ماگمایی. چکیده بیست و سومین همایش علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

مدنی ایوری، ح.،۱۳۵۹- پتروگرافی و پترولوژی توده آذرین گرانودیوریتی منطقه سامن و سنگهای همبر آن. پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه تهران. هاشمی، س. م.، ۱۳۸۵- مطالعه فرآیندهای تحول ماگمایی مجموعه پلوتونیک الوند. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

References

- Arvin, M., Dargahi, S., Babaei, A. A., 2004- Petrogenesis and origin of the chenar granitoid stock, NW of Kerman, IRAN: Evidence of neotectonic subduction related arc magmatism.journal of Asian Earth Sciences 24: 105-113.
- Barbarin, B.,2005 Mafic magmatic enclaves and mafic rocks associated with some granitoids of the central Sierra Nevada batholith, California: nature, origin, and relations with the hosts., Lithos 80 155:– 177.
- Blake, S., Fink, J. H., 2000- On the deformation and freezing of enclaves during magma mixing. Journal of Volcanology and Geothermal Research 95:1–8.
- Buccianti, A., Peccerillo, A., 1999- The complex nature of potassic and ultrapotassic magmatism in Central-Southern Italy: a multivariate analysis of major element data. In: Lippard S J, Naess A, Sinding-Larsen R (eds) Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology. Tapir, Trondheim, p. 145-150
- Coulon, C., Clocchiatti, R., Maury, R. C., Westercamp, D., 1984- Petrology of basaltic xenoliths in andesite to dasite host lava from Martinique, evidence for magma mixing.Bull. Volcano, 47, 705-734.
- Debon, F., 1991- Comparative major element chemistry in various "microgranular enclave–plutonic host" pairs. In: Didier, J., Barbarin B. (Eds.), Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology, vol. 13. Elsevier, Amsterdam, pp. 293–312.
- Donaire, T., Pascual. E., Pin, C., Duthou, J. L., 2005- Microgranular enclaves as evidence of rapid cooling in granitoid rocks: the case of the Los Pedroches granodiorite, Iberian Massif, Spain,. Contrib Mineral Petrol.149: 247–265.
- Gabriel, K. R., 1971- The biplot graphical display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika 58: 453-467.
- Ghalamghash, J., Mirnejad, H., Rashid, H.,2009- Magma mixing and mingling pattern along Neo-Tethys continental margin, Sanandaj-Sirjan zone, NW Iran: a case study from Alvand pluton, Neues Jahrbuch Fur Minealogie. Accepted paper for 2009.
- Kumar, S., Rino, V., 2006- Mineralogy and geochemistry of microgranular enclaves in Palaeoproterozoic Malanjkhand granitoids, central India: evidence of magma mixing, mingling, and chemical equilibration. Contrib.Mineral.Petrol (2006) 152:591–609.
- Pearce, J. A., 1983- Role of sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva, Nantwich, p. 230-249
- Sepahi, A. A., 2007- Syn-plutonic dykes and magma mingling: An example from the Alvand plutonic complex, Sanandaj-Sirjan metamorphic belt, Iran. – Geochim. Cosmochim. Acta. (Goldschmidt Conference) 71: A916.
- Sepahi, A. A., 2008- Typology and petrogenesis of granitic rocks in the Sanandaj-Sirjan metamorphic belt, Iran: with emphasis on the Alvand plutonic complex. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 247:295–312.
- Silva, M. M.V.G., Neiva, A. M. R., Whitehouse M. J., 2000- Geochemistry of enclaves and host granites from the Nelas area, Central Portugal. Lithos 50, 153–170.
- Sun, S. S., McDonough, W. F., 1989- Chemical and isotopic systematic of ocean basalts: Implication for mantle composition and processes, In: Saunders, A. D. and Norry, M. J., Ed., Magmatism in Ocean Basins", Geological Society of London Special Publication, 42, p. 313-345.
- Vernon, R. H., 1983- Restite, xenoliths and microgranitoid enclaves in granites (Clarke Memorial Lecture). Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 116, 77-103.
- Yilmaz, S. S., 2005- Geochemistry of mafic microgranular enclaves in the Tamdere Quartz Monzonite, south of Dereli/Giresun, Eastern Pontides, Turkey. Chemie der Erde.2005 in press.
- Zorpi, M. J., Coulon, C., Orsini, J. B., 1991- Hybridization between mafic and felsic magma in calc alkalin granitoids a case study northern Sardina, Italy. In: A,Peccerillo (Guest – Editor) Geochemistry of granitoid rockes, chem.Geol. 92,42-86.

vw.siD.u

Reducing Atmospheric Water Vapor Effects on the Interferogrametric SAR Products using MERIS-FR and GPS (Case Study: Mashhad Subsidence)

S. Adham Khiabani^{1*}, M. R. Mobasheri¹, M. J. Valadanzoej¹ & M. Dehghani²

¹Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Theran, Iran ²Dept. of Civil and Environmental Engineering, School of Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran Received: 2009 October 11 Accepted: 2010 October 30

Abstract

SAR interferometry has shown its abilities in measuring the surface deformation in various applications. Atmospheric signals as an important factor affecting the interferometric measurements have temporally uncorrelated and complicated behavior. In this paper, a model based on the error source is presented to reduce the atmospheric contributions on the interferometric measurements in Mashhad subsidence area. In this model, the Full-Resolution (RF) MODIS data and meteorological information were used in order to estimate the water vapor and reduce the pressure effect, respectively. Moreover, water drops as well as the clouds effects were considered in the proposed model. Utilizing error propagation, model error was estimated as 7.2 mm. The Root Mean Square Error (RMSE) as a quantitative comparison between GPS measurements and interferometric results showed an improvement from 9 mm (before atmospheric correction) to 2 mm after applying the correction model.

Keywords: Remote sensing, SAR interferometry, MERIS, GPS.

For Persian Version see pages 123 to 128

*Corresponding author: S. Adham Khiabani; E-mail:Adham@IEEE.org

The Determining of the Nature of Magmatic Encalves in Granites of Malayer Plutonic Complex based on Geochemical and Statistical Methods

R. Deevsalar^{1*}, M. V. Valizadeh² & V. Ahadnejad³

¹ Faculty of Basic Sciences, Department of Geology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
² College of Science, Faculty of Geology, University of Tehran, Tehran, Iran
³ Payame Noor University, Tehran, Iran
Received: 2009 September 08
Accepted: 2010 October 30

Abstact

Granitic rocks of Malayer plutonic complex contain varieties of enclaves with different shapes, sizes, mineralogy and chemical composition. The interpretation of bivariant geochemical diagrams of major oxides and trace elements with respect to higher values of some of oxides such as MnO, TiO_2 , MgO, CaO & FeO₁ than host rocks in one groups of enclaves and moreover linear trend of these oxides and some of trace elements such as Ni, Cr, V indicate to different nature and mafic source of these enclaves (Mafic type) than host rocks and other enclaves (Felsic type). The study of chemical composition of this enclaves by using of univariant and bivariant statistical methods (bivariant regression analysis, correlation coefficients, cluster analysis and principle component analysis) indicate clear chemical contrast between mafic enclaves with felsic enclaves and trace elements of mafic enclaves and host rocks and low values for R^2 in regression analysis, low value of correlation coefficient of major element oxides and trace elements between enclaves and their host rocks, separate position of samples in cluster pattern and special direction of variants and samples of vectors in bivariant diagram of principle component analysis (PCA) are outputs of different geochemical characteristics of enclaves and host rocks. Moreover this correlates with different trends of each major oxides and trace elements in bivariant geochemical diagram (Harker diagram).

Keywords: Enclave, Host Rock, Mineralogy, Geochemistry, Correlation Coefficient, Statistical Methods For Persian Version see pages 129 to 140 *Corresponding author: R.Deevsalar; E-mail: Reza_dsalar@yahoo.com

www.SID.ir

Unicol