سال بیست و یکم، شمارهٔ ۳، پاییز ۹۲، از صفحهٔ ۴۵۷ تا ۴۷۰

سنگ شناختی و ژئوشیمی توده‌های نفوذی-نیمه نفوذی و ارتباط آنها با کانه زایی اسکارن آهن در منطقه بیشه (شرق ایران - جنوب بیرجند)

ملیحه نخعی*[۱]، محمدحسن کریم‌پور[۱]، سیداحمد مظاهری[۱]، محمدرضا حیدریان‌شهری[۱]،محمدحسین زرین‌کوب[۲]

۱- گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- گروه زمین شناسی، دانشگاه بیرجند

(دریافت مقاله: ۹۰/۱۰/۱۸، نسخه نهایی: ۹۱/۴/۸)

چکیده: منطقه‌ی مورد بررسی در شمال شرقی بلوک لوت و در نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بصیران قرار گرفته است. نفوذ سنگ-های عمیق تا نیمه عمیق ترشیری در سنگ آهک‌های پالئوسن باعث تشکیل اسکارن و کانی‌سازی آهن در این منطقه شده است. بررسی‌های سنگ‌نگاری نشان داد که سنگ‌های مورد بررسی شامل هورنبلند دیوریت پورفیری، هورنبلند کوارتز دیوریت پورفیری، پیروکسن دیوریت پورفیری، هورنبلند پیروکسن دیوریت پورفیری، هورنبلند دیوریت و بیوتیت دیوریت هستند. این سنگ‌ها دارای ماهیت شبه قلیایی و متا آلومین بوده و بر اساس پذیرفتاری مغناطیسی و ویژگی‌های ژئوشیمیایی، وابسته به سری مگنتیت و گرانیتوئیدهای نوع I هستند. غنی شدگی عناصر نادر خاکی سبک (LREE)، فقیر شدگی عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) و بی-هنجاری منفی کم Eu از ویژگی‌های آنها بوده و بیانگر ماگماتیسم متا آلومین نوع I کمان‌های آتشفشانی حاشیه‌ی قاره‌هاست. تهی شدگی عناصر نادر خاکی سنگین احتمالاً ناشی از وجود گارنت در خاستگاه آن‌هاست. نمودارهای جداکننده‌ی محیط‌های زمین‌ساختی نیز جایگاه گرانیتوئیدهای کمان آتشفشانی را برای آن تایید می‌کند. نمودارهای مختلف ژئوشیمیایی نشان دهنده‌ی همخوانی سنگ-های گرانیتوئیدی بیشه با نفوذی‌های وابسته به اسکارن‌های آهن است.

واژه‌های کلیدی: *لوت؛ اسکارن آهن؛ گرانیتوئید؛ بیشه.*

مقدمه

منطقه‌ی مورد بررسی در رده‌بندی زمین‌شناسی و ساختاری ایران [۱] در بلوک لوت جای می‌گیرد (شکل ۱). برخی از پژوهشگران رخداد ماگماتیسم و تشکیل کانسارهای شرق ایران را وابسته به فرورانش می‌دانند [۲- ۶]. برخی دیگر نیز مسئله فرورانش را مردود دانسته و ماگماتیسم و تشکیل کانی‌سازی‌ها را به وجود شرایط کششی نسبت داده‌اند [۷-۹]. به دلیل فعالیت‌های ماگمایی فراوان و شرایط زمین‌ساختی خاصی که در زمان‌های مختلف در بلوک لوت برقرار بوده است، کانی سازی‌های مختلفی نظیر ذخایر پورفیری، اپی‌ترمال و انواع کانی‌سازی رگه‌ای در این بلوک رخ داده است [۷، ۱۰-۱۳]. در راستای طرح‌های پی‌جویی سازمان صنعت، معدن و تجارت استان خراسان جنوبی، مرحله‌ی پتانسیل‌یابی و پی‌جویی مقدماتی منطقه‌ی مورد بررسی از سال ۱۳۸۴ آغاز و هم اکنون مرحله‌ی تفصیلی پی‌جویی آن به پایان رسیده است. این منطقه در ۱۹۶ کیلومتری جنوب بیرجند و ۱۶ کیلومتری جنوب

* نویسنده مسئول، تلفن-نمابر: ۸۷۹۷۲۷۵ (۰۵۱۱)، پست الکترونیکی: nakhaei2002@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

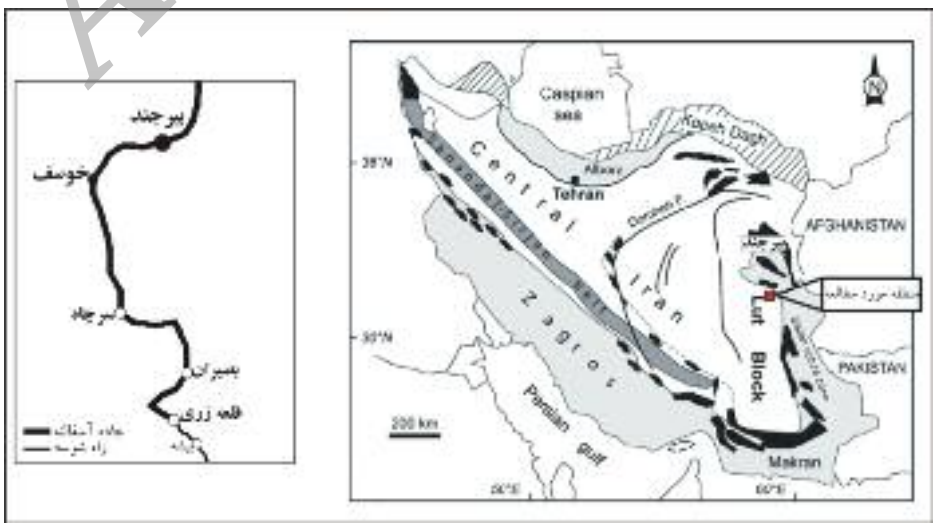
شرقی معدن مس قلعه‌زری (شکل ۱)، در گستره‌ی نقشه زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰ :۱ بصیران قرار داشته و دارای موقعیت جغرافیایی″ ۲۹ ′ ۴۲ °۳۱ تا ″ ۱۳ ′ ۴۴ °۳۱عرض شمالی و″۳۵ ′ ۰۵ °۵۹ تا ″ ۳۰ ′ ۰۷ °۵۹ طول شرقی است. هدف از این پژوهش بررسی سنگ‌شناختی و زمین شیمی توده‌های نفوذی- نیمه نفوذی منطقه بیشه و ارتباط آنها با کانه‌زایی آهن در منطقه است. در این راستا برای اولین بار، توده‌های نفوذی و نیمه نفوذی که در تشکیل اسکارن و کانی‌سازی آهن موثر بودند مورد بررسی‌های دقیق سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی قرار گرفته‌اند.

روش مطالعه

این پژوهش بر مبنای بررسی‌های صحرایی، مقاطع نازک، صیقلی و آنالیز شیمیایی به روش فلورسانی پرتو X (XRF) و ICP-MS انجام شده است. در این راستا تعداد ۲۵۰ مقطع نازک تهیه شده از سنگ‌های منطقه‌ی، مورد بررسی میکروسکوپی قرار گرفتند. سپس تعداد ۲۳ نمونه از سنگ‌های نفوذی-نیمه نفوذی که دارای کمترین دگرسانی هستند انتخاب و پس از خردایش (رساندن اندازه‌ی نمونه‌ها به ۱ تا ۲ سانتی متر) و نرمایش (رساندن سایز نمونه‌ها به ۲۰۰ مش) با XRF مدل X'unique II ساخت شرکت فیلیپس در دانشگاه فردوسی مشهد مورد تجزیه شیمیایی عناصر اصلی قرار گرفت. از این تعداد ۱۰ نمونه در آزمایشگاه Acme کانادا به روش ICP-MS (کد 4B03) تجزیه شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها به روش ذوب قلیایی آماده و سپس برای عناصر فرعی و نادر خاکی (REE) تجزیه می‌شوند.

زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی

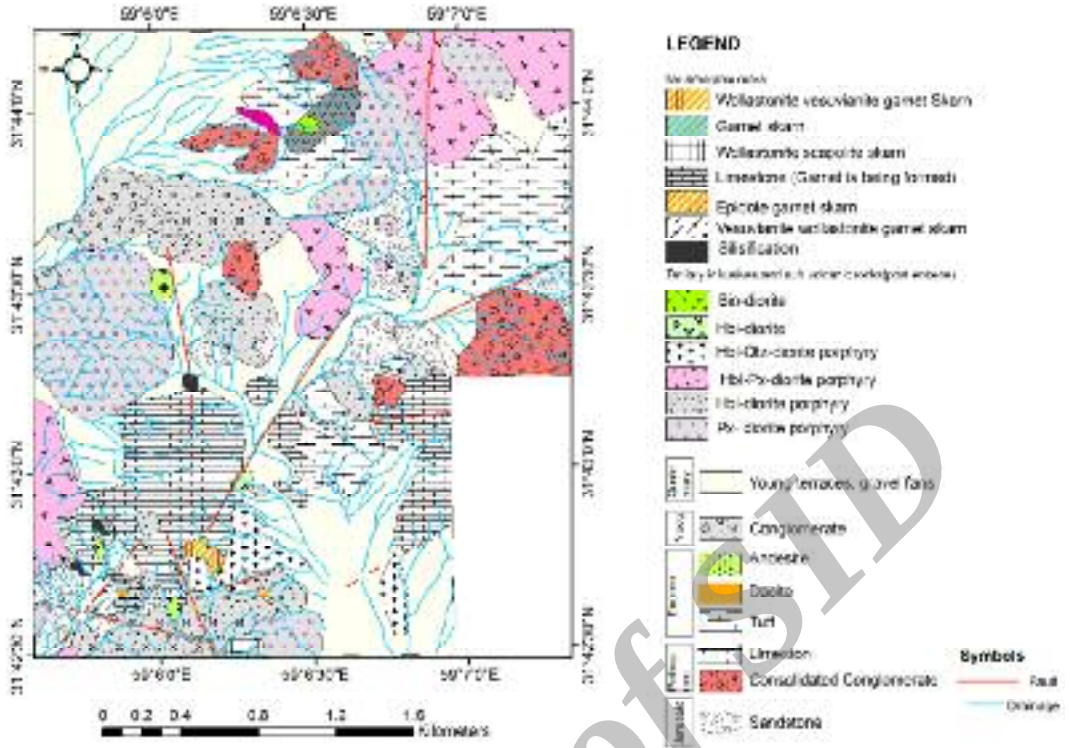
واحدهای سنگی منطقه را می‌توان به پنج گروه سنگ‌های رسوبی، سنگ‌های آذرین عمیق و نیمه عمیق، گدازه‌ها، آذرآواری‌ها و اسکارن‌ها تقسیم کرد (شکل ۲). قدیمی‌ترین واحد چینه‌سنگی منطقه‌ی مورد بررسی، شیل و ماسه سنگ-های ژوراسیک [۱۴] است. کنگلومرای قاعده‌ای پالئوسن به رنگ قهوه‌ای و آهک‌های توده‌ای و ضخیم لایه‌ی کرم‌رنگ که دارای ریز فسیل‌های پالئوسن هستند به صورت دگرشیب روی شیل و ماسه سنگ ژوراسیک قرار گرفته‌اند. واحدهای ماگمایی ترشیر شامل سنگ‌های گدازه‌ای- آذرآواری و نفوذی- نیمه نفوذی، دیگر واحدهای سنگی منطقه را تشکیل می‌دهند. سنگ‌های آتشفشانی- آذرآواری منسوب به ائوسن [۱۴]، شامل آندزیت ، داسیت و توف‌های داسیتی هستند که به وسیله‌ی سنگ‌های عمیق-نیمه عمیق حدواسط بریده شده‌اند. در شمال روستای بیشه روی گدازه و توف‌های ائوسن، کنگلومراهای نئوژن به ضخامت ۴۰ تا ۵۰ متر بگونه‌ی ناهمساز قرار گرفته‌اند. بخش‌های جنوب شرقی و بخش‌هایی از شمال غربی منطقه دارای پوشش آبرفتی است. این نهشته‌ها به صورت تراس‌های رودخانه‌ای و گراول‌های دامنه‌ی کوه‌ها، پادگانه‌های فرسایش یافته و نهشته‌های بستر آبراهه‌ها هستند.



شکل۱ نقشه تقسیمات ساختاری ایران [۱] با تغییرات و موقعیت منطقه‌ی مورد بررسی، به همراه نقشه راه‌های دسترسی .

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ نقشه‌ی زمین شناسی منطقه‌ی مورد بررسی.

ویژگی‌های سنگ‌شناسی سنگ‌های نیمه نفوذی منطقه به شرح زیراند:

هورنبلند دیوریت پورفیری

بیشترین حضور این واحد سنگی در بخش جنوب و مرکز منطقه‌ی مورد بررسی است. بافت این سنگ‌ها بیشتر پورفیری با خمیره‌ای ریز دانه است. فنوکریست‌ها حدود ۵۵ درصد سنگ را تشکیل می‌دهند. زمینه آن از بلورهای ریز پلاژیوکلاز، مقادیر کمی فلدسپار قلیایی و کوارتز تشکیل شده است. فنوکریست‌ها شامل ۴۰ تا ۴۵ درصد پلاژیوکلاز ، ۱۰ تا ۱۲ درصد هورنبلند و در صورت وجود، کمتر از ۲ درصد پیروکسن هستند (شکل ۳-الف). آنچه در این سنگ‌ها قابل توجه است دگرسانی شدید آنهاست، به طوری که بلورهای آمفیبول کاملاً به کلریت آهن‌دار تبدیل شده‌اند (شکل ۳-الف).

هورنبلند کوارتز دیوریت پورفیری

این واحد یکی دیگر از واحدهای رخنمون یافته در بخش‌های جنوبی منطقه است. بافت سنگ پورفیری با زمینه‌ی دانه شکری است. فنوکریست‌های آن شامل ۳۵ درصد پلاژیوکلاز و ۱۰ تا ۱۲ درصد هورنبلند است (شکل ۳-ب).

پیروکسن دیوریت پورفیری

این واحد در بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه‌ی مورد بررسی دارای بیشترین رخنمون است. بافت آن پورفیری با ۴۵ تا ۵۰ درصد فنوکریست است. پلاژیوکلاز و پیروکسن فنوکریست‌ها را تشکیل می‌دهند (شکل ۳-پ). میانگین اندازه‌ی پلاژیوکلاز ۷۰۰ میکرون و گاهی به ۱ میلی متر می‌رسد.

هورنبلند پیروکسن دیوریت پورفیری

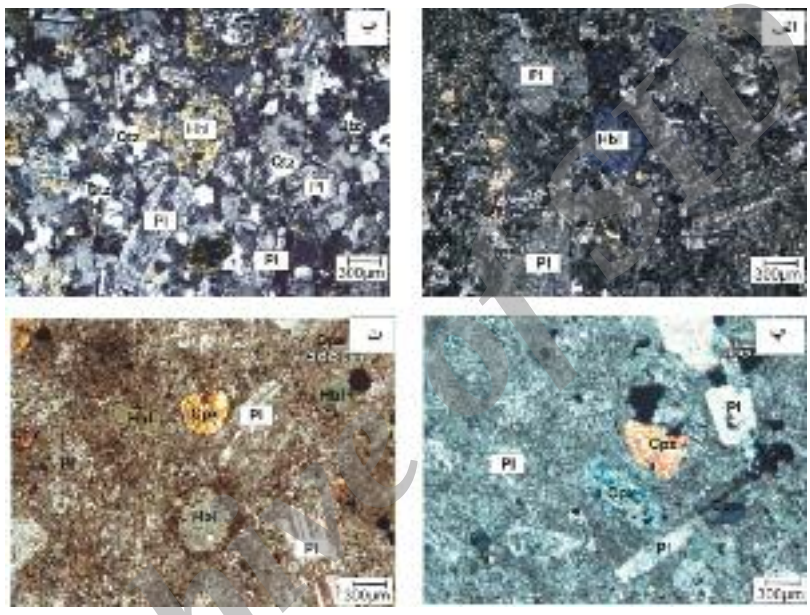
این واحد نیز رخنمون نسبتا بزرگی در بخش‌های غربی، مرکزی و شمالی منطقه‌ی مورد بررسی دارد. بافت این سنگ‌ها پورفیری با زمینه‌ی ریز دانه است. فنوکریست‌ها شامل پلاژیوکلاز (۲۵ تا ۳۰ درصد)، پیروکسن (حدود ۹ درصد) و هورنبلند (۶ تا ۷ درصد) است (شکل ۳-ت).

دیوریت به صورت رخنمون‌های کوچک با بافت دانه‌ای در منطقه وجود دارد. کانی‌های اصلی این سنگ‌ها شامل کوارتز (بین ۲ تا ۵ درصد)، پلاژیوکلاز (۷۵ تا ۸۰ درصد) و فلدسپار قلیایی (۳ تا ۵ درصد) بوده، و بیوتیت و هورنبلند از جمله کانی‌های مافیک هستند. هجوم این توده‌های نفوذی-نیمه نفوذی در سنگ آهک‌های پالئوسن باعث تشکیل اسکارن و

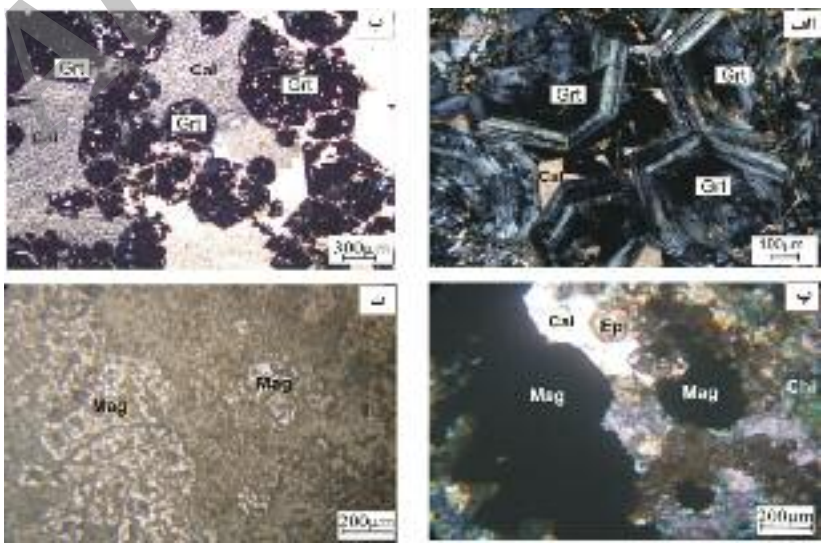
Archive of SID

www.SID.ir

کانی‌سازی آهن در منطقه‌ی مورد بررسی شده است [۱۶،۱۵]. بافت اصلی اسکارن‌ها گرانوبلاستیک است. بر اساس بررسی‌های میکروسکوپی، گارنت مهمترین کانی اسکارنی در منطقه بیشه است (شکل ۴- الف و ب). کانی‌هایی دیگری که در اسکارن‌های بیشه مشاهده می‌شود، شامل کربنات (کلسیت)، وزوویانیت، اسکاپولیت، ولاستونیت، اپیدوت، اسفن و کلریت‌اند. بررسی ۵۰ مقطع صیقلی و نازک صیقلی نشان داده است که کانه مهم تشکیل شده در زون اسکارنی، مگنتیت بوده که به صورت جانشینی در گارنت و در مرحله‌ی پسرونده اسکارن تشکیل شده است. کانه‌سازی در این مرحله با تشکیل کانی‌های آبدار با دمای پایین مثل اپیدوت و کلریت همراه است (شکل ۴- پ و ت). بیشترین میزان مگنتیت حدود ۵۰ درصد است. پیریت (گاهی تا ۴۰ درصد) و کالکوپیریت (کمتر از ۱ درصد) از کانی-های سولفیدی این کانسار هستند که پس از تشکیل مگنتیت به وجود آمده‌اند.



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی از: الف) هورنبلند دیوریت پورفیری؛ ب) هورنبلند کوارتز دیوریت پورفیری؛ پ) پیروکسن دیوریت پورفیری و ت) هورنبلند پیروکسن دیوریت پورفیری منطقه‌ی مورد بررسی (XPL) .



شکل ۴ الف و ب)تصاویر میکروسکوپی از گارنت اسکارن‌های منطقه‌ی مورد بررسی (XPL)؛ پ وت)جانشینی مگنتیت به جای گارنت و همراهی آن با مجموعه کانی‌های کلریت و اپیدوت (هر دو تصویر یک گستره را نشان می‌دهد)؛ پ: (نور عبوری، XPL) ت: (نور بازتابی،PPL)

www.SID.ir

ژئوشیمی

ویژگی‌های کلی ژئوشیمیایی سنگ‌های نفوذی-نیمه نفوذی منطقه با تجزیه‌های شیمیایی مشخص شده است (جدول ۱).

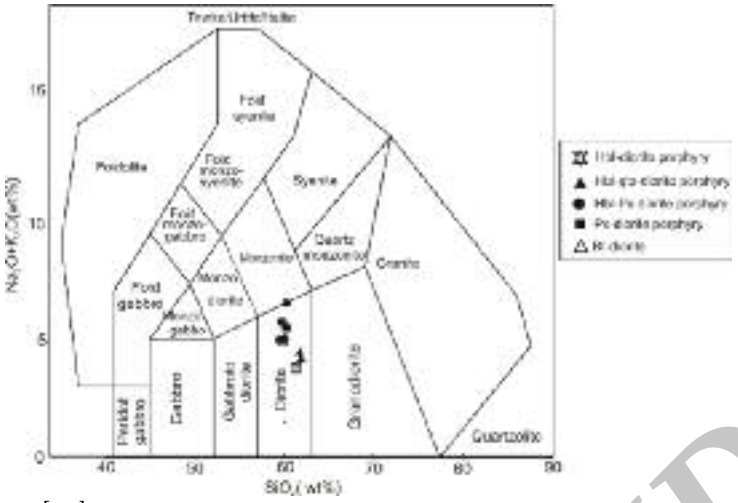
این سنگ‌ها با توجه به نمودار Na_2O+K_2O نسبت به SiO_2 [۱۷] در گستره‌ی دیوریت قرار دارند (شکل ۵).

جدول۱ نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی و کمیاب تعدادی از نمونه‌های بیشه همراه با آنالیز عناصر اصلی و کمیاب توده‌های نفوذی همیافت با اسکارن‌های آهن [۱۸].

	NB173	NB136	NB171	NB117	NB5	NB131	NB178	NB86	NB181	NB145	Fe Skarns[۱۸]	
											Mean	Range
SiO_2(wt%)	۵۷٫۳۵	۵۸٫۹۹	۵۹٫۹۳	۵۸٫۸۸	۵۸٫۳۵	۵۸٫۶۲	۵۸٫۴۷	۶۰٫۵۱	۵۸٫۳۹	۵۸٫۸۳	۵۹٫۳	۴۷-۷۵٫۶
TiO_2	۰٫۷۷	۰٫۷۸	۰٫۵۷	۰٫۷۶	۰٫۷۷	۰٫۵۹	۰٫۶۴	۰٫۶	۰٫۷۵	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۱-۰٫۳
Al_2O_3	۱۴٫۵۷	۱۴٫۷۷	۱۵٫۰۳	۱۴٫۱۹	۱۵٫۵۲	۱۵٫۷۸	۱۵٫۵۴	۱۵٫۶۹	۱۵٫۲۴	۱۴٫۷۱	۱۶٫۸	۱۲٫۲-۲۲٫۷
FeOt	۷٫۷۹	۷٫۶۹	۸٫۶۹	۸٫۳۲	۷٫۲۵	۸٫۵	۸٫۷۵	۸٫۴۹	۸٫۵۳	۷٫۸۷	۲٫۸	۰٫۵-۶٫۵
MnO	۰٫۱۴	۰٫۱۲	۰٫۱۲	۰٫۱۲	۰٫۱۱	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱	۰٫۱۴	۰٫۱	۰-۰٫۶
MgO	۳٫۱۴	۲٫۸۹	۲٫۱۸	۳٫۳۴	۳٫۶۱	۳٫۷۶	۲٫۸۷	۲٫۴۲	۳٫۲۱	۳٫۲۴	۳٫۰	۰٫۲-۷٫۹
CaO	۶٫۷۷	۷٫۱	۶٫۵۲	۶٫۸۱	۶٫۳۷	۴٫۶۴	۶٫۱	۶٫۰۴	۶٫۷۱	۵٫۷۵	۷٫۲	۰٫۹-۲۲٫۴
Na_2O	۲٫۶۴	۲٫۳۳	۲٫۶۹	۲٫۴۹	۲٫۴۹	۲٫۶۲	۲٫۵۱	۲٫۴۷	۲٫۴۹	۳٫۰۸	۴٫۰	۰٫۶-۷٫۵
K_2O	۲٫۳۵	۳٫۱۴	۱٫۹۳	۳٫۰۱	۳٫۱۸	۲٫۹۴	۲٫۴۸	۱٫۹۷	۲٫۶	۳٫۴۶	۲٫۱	۰٫۲-۵٫۶
P_2O_5	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۱۴	۰٫۲	۰٫۱۹	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۳	۰٫۲۲	۰٫۲	۰٫۳	۰-۱٫۵
LOI	۱٫۹۳	۱٫۵	۱	۲٫۸	۲٫۵	۲٫۴	۲	۱٫۷	۱٫۷	۱٫۱		
Total	۹۹٫۴	۹۹٫۵۱	۹۸٫۸	۱۰۰٫۹۲	۱۰۰٫۳۴	۱۰۰٫۱۴	۹۹٫۶۶	۱۰۰٫۱۶	۹۹٫۷۸	۹۹٫۳۴		
ASI	۰٫۷۵	۰٫۷۳	۰٫۸۱	۰٫۷۲	۰٫۸۱	۰٫۹۹	۰٫۸۶	۰٫۹۱	۰٫۷۹	۰٫۷۶		
Ba(ppm)	۵۰۹	۵۶۳	۳۸۱	۵۲۰	۵۶۸	۵۲۵	۴۳۹	۳۶۳	۵۱۷	۶۱۵	۳۲۶	۱-۶۵۸
Rb	۷۵٫۹	۱۰۴٫۳	۵۵٫۶	۹۳٫۳	۸۸٫۷	۱۰۳٫۱	۸۳٫۵	۶۵٫۷	۸۴٫۵	۱۰۳٫۴	۳۹	۲-۱۳۷
Sr	۴۸۱٫۵	۵۵۳٫۱	۲۸۴٫۳	۴۳۰٫۳	۴۸۴٫۷	۴۲۲٫۴	۳۷۶	۳۳۱٫۸	۴۸۷٫۳	۵۳۹٫۴	۵۰۵	۲۰۰-۹۸۱
Zr	۱۶۲٫۹	۱۵۹٫۹	۱۰۰٫۹	۱۵۶٫۵	۱۵۱٫۷	۱۴۹٫۵	۱۳۱٫۶	۱۲۰٫۶	۱۶۷٫۱	۱۶۹٫۹	۱۴۱	۶۶-۲۲۷
Nb	۱۳٫۴	۱۲٫۵	۶	۱۲٫۷	۱۱٫۹	۸٫۷	۷٫۹	۸٫۲	۱۳٫۲	۱۳٫۴	۹	۳-۲۱
Co	۲۰٫۱	۲۱٫۷	۱۳٫۳	۱۷٫۹	۱۹٫۸	۱۴٫۲	۱۶٫۱	۱۴	۱۸٫۷	۲۰٫۸		
La	۲۷٫۹	۲۸	۱۷٫۸	۲۶٫۲	۲۶٫۲	۲۳٫۸	۲۱٫۷	۱۷٫۸	۲۷٫۴	۲۸٫۴	۱۶	۰-۴۵
Ce	۵۶٫۶	۵۶٫۶	۳۹٫۱	۵۳٫۹	۵۴٫۵	۵۱٫۹	۴۸٫۲	۳۶٫۷	۵۹٫۸	۵۸٫۹	۴۳	۱۹-۷۳
Pr	۶٫۴۲	۶٫۳۲	۴٫۱۷	۶٫۱۳	۶٫۰۶	۵٫۷۴	۵٫۲۳	۴٫۱۱	۶٫۴۴	۶٫۵۴		
Nd	۲۶٫۱	۲۶	۱۶٫۸	۲۵٫۷	۲۵٫۱	۲۴٫۲	۲۲٫۱	۱۶٫۹	۲۷٫۳	۲۷٫۸		
Sm	۴٫۷۱	۴٫۷۴	۳٫۳۱	۴٫۵۹	۴٫۴۸	۴٫۴۵	۴٫۱۷	۳٫۲۴	۴٫۷۵	۵٫۰۱		
Eu	۱٫۲۱	۱٫۱۸	۰٫۸۷	۱٫۱۲	۱٫۰۹	۱	۰٫۹۵	۰٫۹۷	۱٫۲	۱٫۲۱		
Gd	۴٫۱۷	۴٫۳۹	۳٫۲۴	۴٫۲۵	۴٫۲۶	۴٫۱۲	۴٫۱۳	۳٫۰۱	۴٫۴۶	۴٫۴۱		
Tb	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۵۲	۰٫۶۵	۰٫۶۱	۰٫۶۵	۰٫۶۵	۰٫۴۹	۰٫۶۷	۰٫۶۹		
Dy	۳٫۷۱	۳٫۸۴	۳٫۰۵	۳٫۷۸	۳٫۵۳	۳٫۸۶	۳٫۸۷	۲٫۹۲	۳٫۷۳	۴٫۰۵		
Ho	۰٫۷۳	۰٫۷۳	۰٫۶۵	۰٫۷۳	۰٫۷	۰٫۸۱	۰٫۸۳	۰٫۵۷	۰٫۷۴	۰٫۷۶		
Er	۲٫۱۱	۲٫۱۳	۱٫۸۱	۲٫۰۹	۲٫۰۳	۲٫۲۷	۲٫۲	۱٫۶۳	۲٫۲۵	۲٫۲۲		
Tm	۰٫۳۲	۰٫۳۲	۰٫۳۱	۰٫۳۲	۰٫۲۸	۰٫۳۵	۰٫۳۶	۰٫۲۵	۰٫۳۳	۰٫۳۴		
Yb	۲٫۰۷	۲٫۰۴	۱٫۸۹	۲٫۰۶	۲	۲٫۳۱	۲٫۳۵	۱٫۵۷	۲٫۰۶	۲٫۱۹		
Lu	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۲۹	۰٫۳۲	۰٫۲۸	۰٫۳۴	۰٫۳۴	۰٫۲۵	۰٫۳۱	۰٫۳۳		
Y	۲۰٫۹	۲۰٫۶	۱۷	۲۰٫۷	۲۰٫۱	۲۲٫۵	۲۲٫۲	۱۶٫۳	۲۱٫۱	۲۰٫۸	۲۴	۱۶-۳۵
Cs	۴	۲٫۱	۴٫۱	۳٫۳	۵٫۹	۳٫۷	۶٫۳	۲٫۲	۴٫۸	۵٫۱		
Ta	۰٫۹	۰٫۹	۰٫۶	۰٫۹	۰٫۹	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۱	۱		
Hf	۴٫۱	۴٫۱	۳٫۲	۴	۴٫۳	۳٫۷	۳٫۷	۳٫۴	۳٫۹	۴٫۸		
Th	۱۰٫۴	۱۰٫۵	۶	۹٫۷	۱۲	۹٫۹	۹٫۲	۴٫۱	۱۰٫۲	۱۰٫۱	۵	۰-۳۰
U	۲٫۶	۲٫۳	۱٫۵	۲٫۵	۲٫۸	۲	۲٫۱	۱٫۱	۲٫۵	۲٫۴		
Eu/Eu*	۰٫۸۳	۰٫۷۹	۰٫۸۱	۰٫۷۸	۰٫۷۶	۰٫۷۱	۰٫۷۰	۰٫۹۵	۰٫۸	۰٫۷۹		

Archive of SID

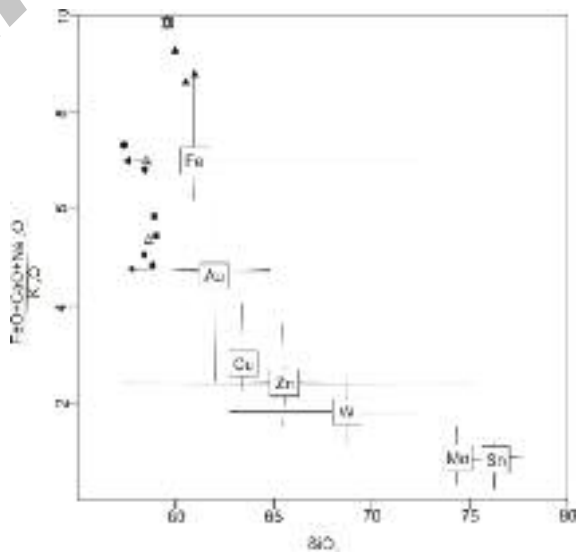
www.SID.ir



شکل ۵ نامگذاری سنگ‌های نفوذی - نیمه نفوذی بیشه با استفاده از [۱۷].

بین کانسارهای اسکارن و توده‌های نفوذی همراه رابطه‌ی خوبی حاکم است. وجود ارتباط بین ترکیب سنگ نفوذی و نوع اسکارن توسط افراد مختلفی شرح داده شده است [۱۸- ۲۴]. در جدول ۱ گستره‌ی و میانگین ترکیبات عناصر اصلی و کمیاب پلوتون‌های همیافت با اسکارن‌های آهن [۱۸] نیز آمده است. میانگین درصد سیلیس در توده‌های نفوذی همراه اسکارن‌های آهن، ۵۹/۳ درصد (جدول ۱) و در نمونه‌های منطقه‌ی بیشه، ۵۸/۹ درصد است. در شکل ۶ میانگین ترکیب توده‌های نفوذی در انواع اسکارن‌ها [۲۴] و موقعیت نمونه‌های مورد بررسی نشان داده شده است. در یک انتها اسکارن‌های قلع و مولیبدن با توده‌های نفوذی غنی از سیلیس و شدیداً جدا شده و در انتهای دیگر، اسکارن‌های آهن با توده نفوذی فقیر از سیلیس یافت می‌شوند.

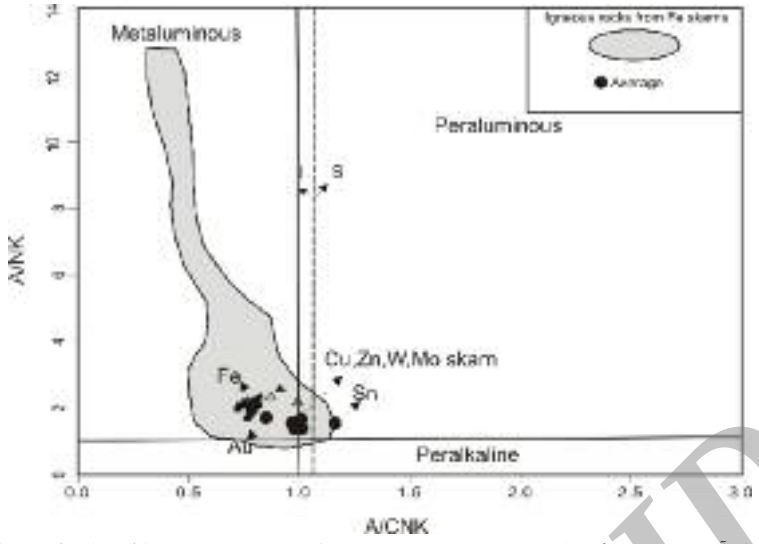
به عقیده [۱۸]بیشتر سنگ‌های نفوذی وابسته به اسکارن در نمودار [۲۵]، در گستره‌ی متا آلومین و پر آلومین قرار می‌گیرند (شکل ۷). اسکارن‌های قلع بیشتر با توده‌های نفوذی پرآلومینوس در ارتباطند. کمترین شاخص اشباع از آلومین، در نفوذی‌های وابسته به اسکارن‌های آهن کلسیک جزایر اقیانوسی تعلق دارد که کمترین واکنش را با رسوب‌های قاره‌ای داشته‌اند [۲۶]. نمونه‌های نفوذی-نیمه نفوذی مورد بررسی در منطقه‌ی بیشه در گستره‌ی متا آلومین و بر اساس جدایش گرانیتوئیدها توسط [۲۷] در گروه گرانیتوئیدهای نوع I قرار گرفته‌اند (شکل ۷). این سنگ‌ها قابل مقایسه با نفوذی‌های همراه با اسکارن‌های آهن‌اند.



شکل۶ میانگین ترکیب توده‌های نفوذی همراه با انواع کانسارهای اسکارن [۲۴] همراه با نمونه‌های مورد بررسی (علائم مانند شکل ۵).

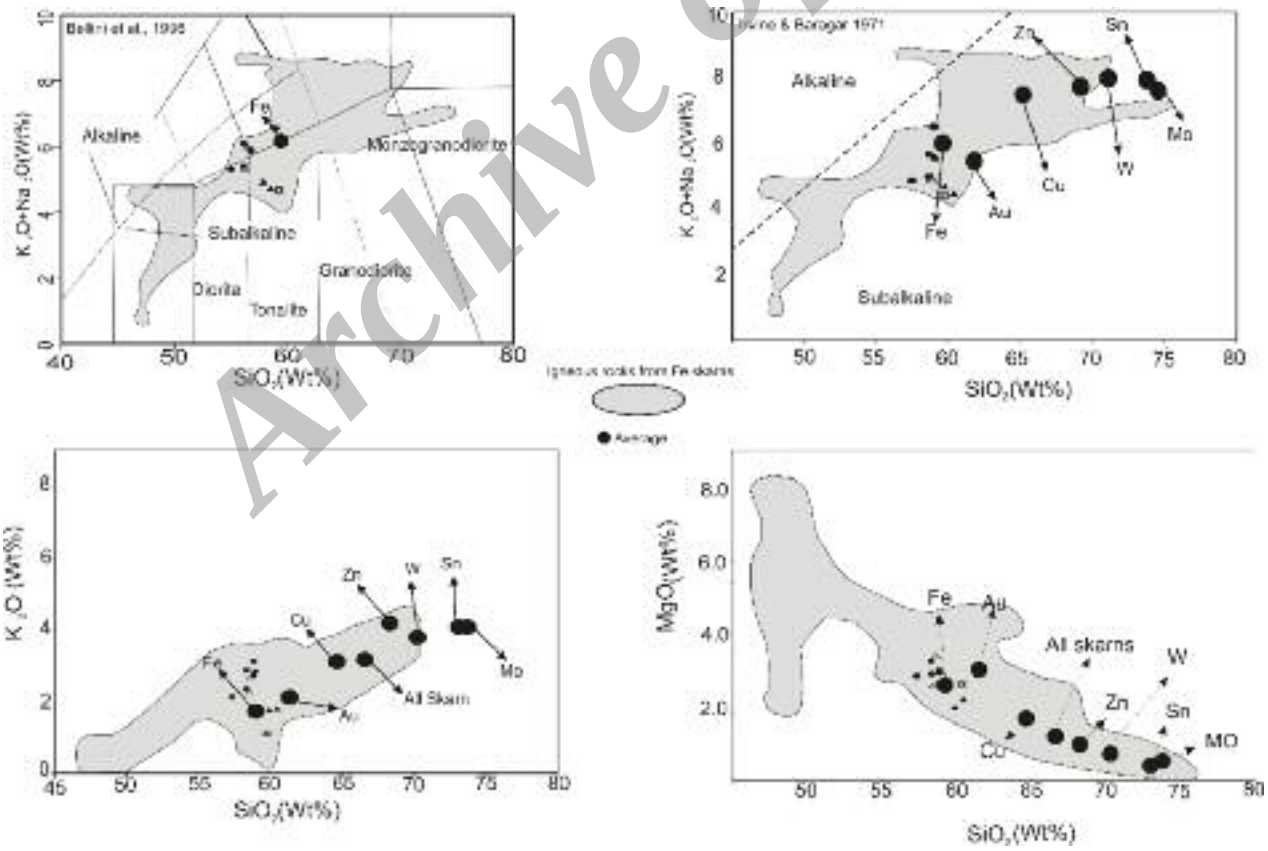
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷ بررسی شاخص اشباع از آلومین در سنگ‌های نفوذی- نیمه نفوذی منطقه‌ی مورد بررسی با استفاده از نمودار [۲۵] (علائم مانند شکل ۵) و موقعیت توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های مختلف از [۱۸].

شکل ۸ نشان دهنده‌ی برخی از ویژگی‌های ژئوشیمیایی نمونه‌های مورد بررسی است. بر پایه‌ی نمودار مجموع قلیا نسبت به سیلیس [۲۹،۲۸]، تمام سنگ‌های منطقه مورد بررسی در گستره‌ی شبه قلیایی قرار گرفته‌اند.



شکل ۸ نمودارهایی از ویژگی‌های ژئوشیمیایی گرانیتوئیدهای بیشه (علائم مانند شکل ۵) و موقعیت توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های مختلف از [۱۸].

Archive of SID

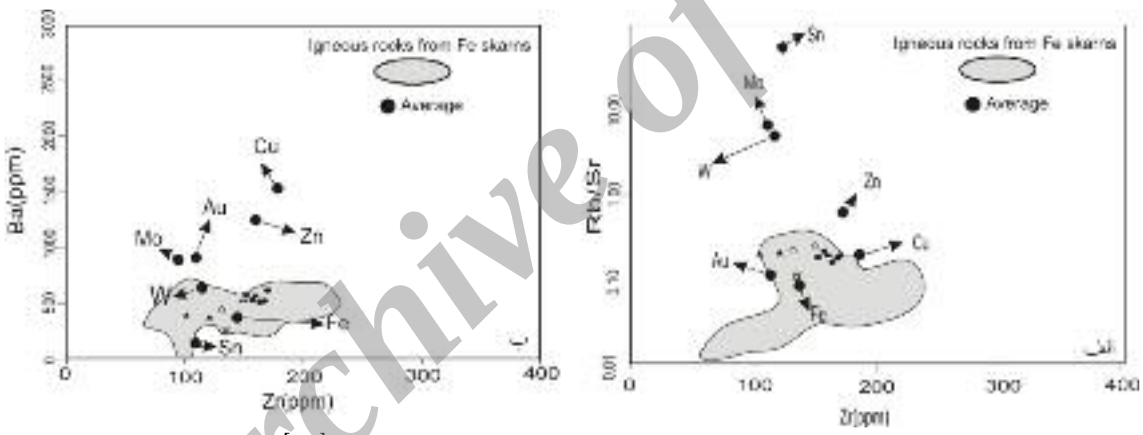
www.SID.ir

توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های آهن‌دار دارای SiO_2 و K_2O کمتر و MgO بیشتری نسبت به توده‌های نفوذی همراه اسکارن‌های دیگرند [۱۸،۳۰]. چنانکه ملاحظه می‌شود (شکل ۸)، نمونه‌های مورد بررسی با توده‌های وابسته به اسکارن‌های آهن همخوانی دارند.

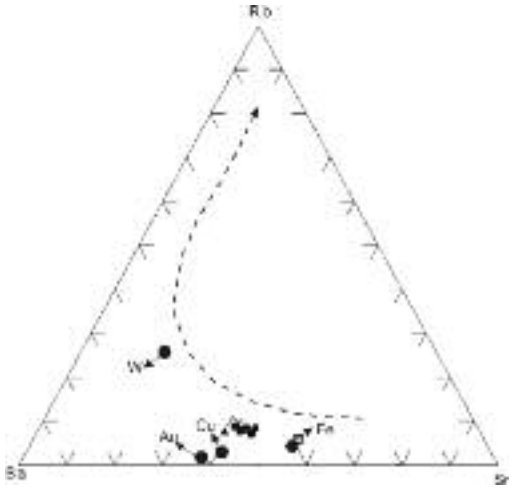
راه دیگر شناخت نفوذی‌های همراه با ذخایر اسکارن، تغییرات عناصر متحرک LILE نظیر K، Rb و Sr از عناصر نا متحرک HFS نظیر Zr، Nb، P و Ti است. میانگین میزان Zr، نفوذی وابسته به اسکارن‌های مختلف و تنوع زیادی ندارد، در حالی که توده‌های نفوذی وابسته به اسکارن های W و Mo و به خصوص Sn بسیار جدایشی بوده و نسبت Rb/Sr در آنها بالاست. در مقابل، سیستم‌های اسکارنی Fe، Au و به میزان کمتر Zn، شواهد کمتری برای جدایش دارند[۱۸].

باریم جانشین پتاسیم در فلدسپارهای قلیایی و میکاها می‌شود. نفوذی‌های حدواسط همراه با اسکارن‌های Cu و Zn نسبت به سنگ‌های نفوذی همراه اسکارن‌های Sn و W، که دارای اورتوکلاز بالاتری هستند از باریم غنی ترند. این غنی شدگی ممکن است بازگو کننده‌ی فراوانی پتاسیک و فیلیک دگرسان در این ذخایر باشد [۱۸]. شکل ۹ نمودار Rb/Sr (الف) و Ba (ب) نسبت به Zr، کانه‌زایی‌های مختلف اسکارن و هماهنگی نمونه‌های مورد بررسی با اسکارن آهن را نشان می دهد.

نفوذی‌های همراه با اسکارن‌های آهن به دلیل جدایش کمتر، غنی شدگی از Sr و کاهیدگی در Rb را نشان می‌دهند. شکل ۱۰ جایگاه توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های مختلف بریتیش کلمبیا [۳۱] را همراه نمونه‌های گرانیتوئیدی منطقه بیشه در نمودار Ba-Rb-Sr [۲۰] نشان می‌دهد.



شکل ۹ نمودار Rb/Sr (الف) و Ba (ب) نسبت به Zr در توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های دیگر [۱۸] و نمونه‌های مورد بررسی (علائم مانند شکل ۵).



شکل ۱۰ مثلث Rb-Ba-Sr [۲۰] و میانگین توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های مختلف بریتیش کلمبیا [۳۱] (دوایر تو پر) به همراه نمونه‌های گرانیتوئیدی منطقه‌ی مورد بررسی (علائم مانند شکل ۵)، (پیکان خط چین راستای جدایش را نشان می‌دهد).

Archive of SID

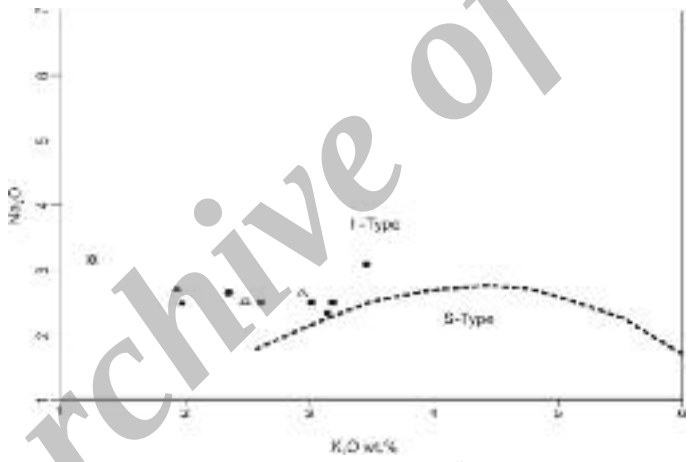
www.SID.ir

خاستگاه و محیط زمین ساختی

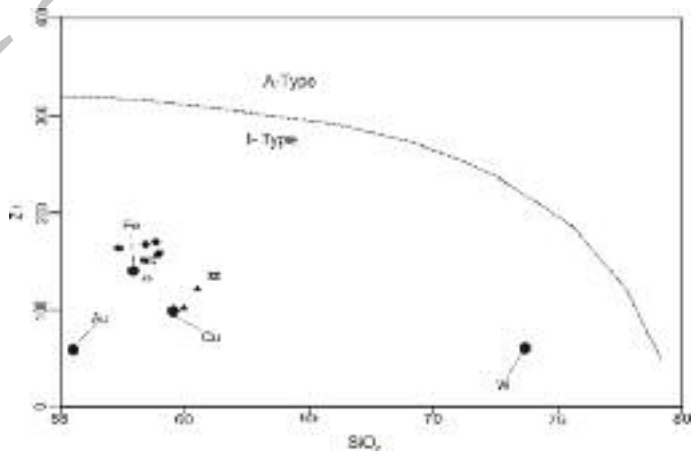
[۳۲] گرانیت‌ها را بر اساس پذیرفتاری مغناطیسی به دو دسته مگنتیت و ایلمنیت تقسیم کرد. سری مگنتیت بیشتر با گرانیت‌های نوع I و سری ایلمنیت بیشتر با گرانیت‌های نوع S همخوانی دارند. پذیرفتاری مغناطیسی گرانیت‌های سری ایلمنیت در گستره‌ی [SI] 10^{-5} تا 10^{-4} و گرانیت‌های سری مگنتیت در گستره‌ی [SI] 10^{-2} تا 10^{-3} است [۳۲ تا ۳۴]. اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی که با استفاده از مغناطیس سنج مدل GMS-2 در دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت، موید حضور توده‌های گرانیتوئیدی سری مگنتیت در منطقه‌ی مورد بررسی است. دامنه‌ی تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی سنگ‌های مورد بررسی [SI] 10^{-5} × ۲۰۷۶ - 10^{-5} × ۱۰۸ است.

یکی از روش‌های تمایز گرانیتوئیدهای I و S محتوای سدیم و پتاسیم آنهاست. گرانیت‌های نوع S نسبت به نوع I حاوی پتاسیم بیشتری هستند [۳۵]، در صورتی که محتوای سدیم گرانیت‌های نوع I و S به ترتیب شامل مقادیر نسبتا بالا و پایین است [۳۶]. شکل ۱۱ نمودار Na_2O نسبت به K_2O [۳۷] جدایش گرانیتوئیدهای I و S را نشان می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود نمونه‌های مورد بررسی در گستره‌ی گرانیتوئیدهای نوع I قرار می‌گیرند.

سنگ‌های گرانیتوئیدی نوع I با پایین بودن میزان Zr، Y، Ga، Nb و REE، ازگرانیتوئیدهای نوع A تمیز داده می‌شوند [۳۹،۳۸]. شکل ۱۲ نمودار تغییرات Zr نسبت به SiO_2 را همراه با موقعیت میانگین نفوذی‌های همراه با اسکارن‌های آهن، مس، طلا و تنگستن بریتیش کلمبیا [۳۱] نشان می‌دهد. در این نمودار هماهنگی خوبی بین نمونه‌های مورد بررسی و نفوذی‌های همراه با اسکارن‌های آهن وجود دارند.



شکل ۱۱ نمودار تغییرات Na_2O نسبت به K_2O که در آن محدوده گرانیت‌های I و S از یکدیگر جدا شده‌اند [۳۷] (علائم مانند شکل ۵).



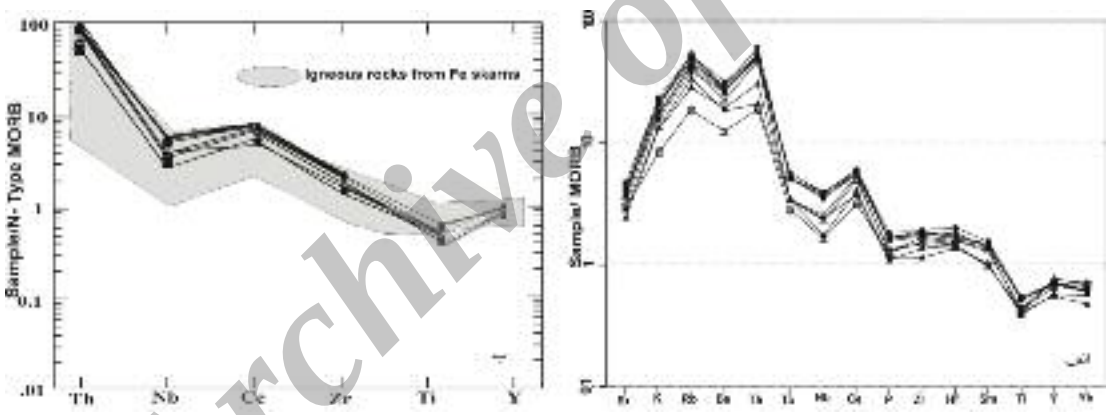
شکل۱۲ نمودار تغییرات Zr نسبت به SiO_2 [۳۹] نمونه‌های مورد بررسی (علائم مانند شکل ۵)، به همراه موقعیت میانگین نفوذی‌های همراه با اسکارن‌های مختلف بریتیش کلمبیا [۳۱].

Archive of SID

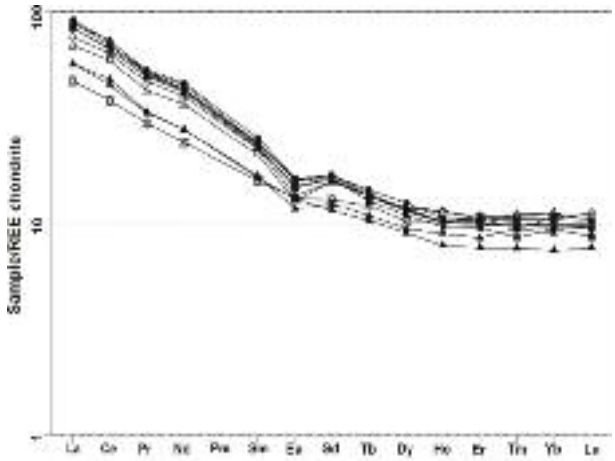
www.SID.ir

نمودار عنکبوتی چند عنصری بهنجار شده با MORB [۴۰] برای سنگ‌های گرانیتوئیدی مورد نظر در شکل ۱۳ الف نشان داده شده است. سنگ‌های گرانیتوئیدی مورد بررسی تهی شدگی از عناصر با شدت میدان بالا نظیر Nb، P، Ti، Y، Yb و Ta را نشان می‌دهند که بیانگر وابستگی آن‌ها به جایگاه زمین ساختی وابسته به فرورانش است. بی هنجاری منفی عناصر یاد شده می‌تواند ناشی از آغشتگی ماگما با مواد پوسته‌ای حین صعود و جایگزینی آن در مناطق فرورانش باشد. بی هنجاری منفی P و Ti به جدایش آپاتیت و تیتانومگنتیت مربوط می‌شود [۴۱-۴۴]. مقادیر بالای Rb، Th، K و مقدار پایین P، Ti و Sr در گرانیتوئیدهای مورد بررسی قابل مقایسه با گدازه‌های پوسته‌ای بوده [۴۴] و می‌تواند بیانگر آلودگی ماگما در پوسته فوقانی طی تکامل ماگما باشد. بیهنجاری منفی Ba نیز احتمالا به جدایش فلدسپارها مربوط می‌شود [۴۱]. شکل ۱۳ ب نمودار عنکبوتی نمونه‌های مورد بررسی بهنجار شده را که N-MORB [۴۵]، را که با توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های آهن [۴۶] مقایسه شده است نشان می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود توده‌های نفوذی وابسته به کانسارهای اسکارن آهن دارای کاهیدگی Nb نسبت به Th و Ce و نیز Ti نسبت به Zr و Y هستند، که نشان دهنده‌ی منشا گوشته‌ای با مقدار کم گارنت یا نبود آن است [۴۵].

نمودار فراوانی REE بهنجار شده با کندریت [۴۷] (شکل ۱۴) بیانگر غنی‌شدگی عناصر نادر خاکی سبک نسبت به عناصر نادر خاکی سنگین است. در این نمودار بی هنجاری کم Eu (Eu/Eu*= ۰/۷-۰/۹۵) نیز مشاهده می‌شود. بی‌هنجاری منفی Eu حاکی از این است که یا فلدسپات یک فاز مهم در باقی مانده‌ی ذوب نشده بوده یا در فرایند جدایش درگیر شده‌اند. غنی شدگی نمونه‌ها از LREE و فقیر شدگی آن‌ها از HREE بیانگر ماگماتیسم نفوذی متا آلومین نوع I کمان‌های آتشفشانی حاشیه‌ی قاره‌هاست که به فرورانش وابسته‌اند [۴۸].



شکل ۱۳ نمودارهای عناصر کمیاب بهنجار شده با MORB [۴۰] برای سنگ های گرانیتوئیدی بیشه (علائم مانند شکل ۵) (الف) و مقایسه‌ی آن‌ها با عناصر کمیاب توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌های آهن (ب) [۴۶] به هنجار شده با N-MORB [۴۵].



شکل۱۴ نمودار عناصر نادر خاکی بهنجار شده با کندریت [۴۷] برای سنگ‌های گرانیتوئیدی بیشه (علائم مانند شکل ۵).

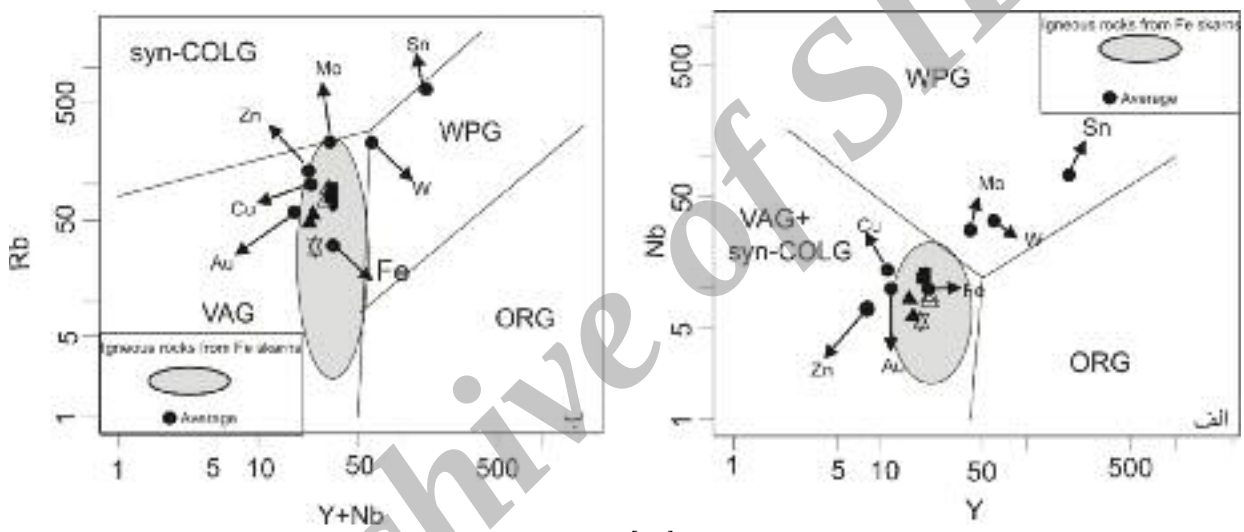
Archive of SID

www.SID.ir

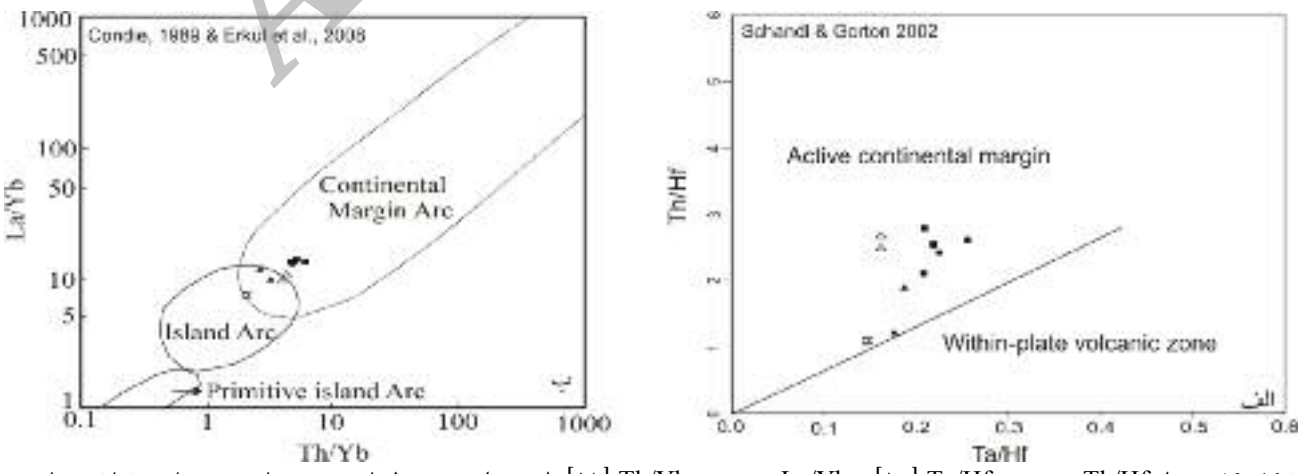
نمونه‌های گرانیتوئیدی بیشه بر اساس نمودار رده بندی زمین‌ساختی Nb نسبت به Y (شکل ۱۵-الف) و Rb نسبت به Y+Nb (شکل ۱۵-ب) [۴۹] به ترتیب در گستره‌ی VAG+Syn-COLG و VAG قرار می‌گیرند. در این نمودار موقعیت توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌ها [۱۸] نیز آمده است. چنانکه مشاهده می‌شود هیچ توده‌ی نفوذی در ارتباط با اسکارن، در منطقه ریفت میان اقیانوسی وجود نداشته و بیشترین اسکارن‌ها همراه با کمان‌های آتشفشانی و محیط‌های درون صفحه‌ای هستند.

[۵۱،۵۰] نمودارهایی را برای جدایش سنگ‌های حاشیه فعال قاره‌ای از محیط‌های دیگر زمین‌ساختی پیشنهاد کرده‌اند. بنابراین نمودارها سنگ‌های مورد بررسی در گستره‌ی حاشیه‌ی فعال قاره‌ای قرار می‌گیرند (شکل ۱۶- الف و ب).

چنانکه در مقدمه نیز بیان شد، در مورد ماگماتیسم بلوک لوت نظرهای مختلفی وجود دارند. ارجمندزاده و همکاران [۶]، فرورانش دوسویه نا متقارن را به عنوان یک نظریه جدید در مورد محیط تکتونوماگمایی و متالوژنی بلوک لوت مطرح کرده‌اند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، سنگ‌های نفوذی-نیمه نفوذی منطقه‌ی مورد بررسی می‌توانند حاصل فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی به زیر بلوک لوت در زمان ترشیری باشند.



شکل۱۵ نمودار تغییرات Nb نسبت به Y و Rb نسبت به Y+Nb [۴۹]، برای جدایش محیط زمین ساختی گرانیتوئیدها و موقعیت نمونه‌های گرانیتوئیدی بیشه (علائم مانند شکل ۵)، به همراه موقعیت توده‌های نفوذی همراه با اسکارن‌ها [۱۸].



شکل ۱۶ نمودار Th/Hf نسبت به Ta/Hf [۵۰] و La/Yb نسبت به Th/Yb [۵۱]برای جدایش محیط‌های زمین‌ساختی مختلف (علائم مانند شکل ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

برداشت

بر پایه ویژگی‌های سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی، سنگ‌های نفوذی-نیمه نفوذی منطقه‌ی بیشه در گستره‌ی دیوریت قرار می‌گیرند. نفوذ سنگ‌های حدواسط در آهک‌های پالئوسن موجب کانی‌سازی اسکارن شده است. کانه مهم تشکیل شده در زون اسکارنی، مگنتیت بوده که به صورت جانشینی در گارنت و در مرحله‌ی پسرونده‌ی اسکارن تشکیل شده است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، بیانگر وابستگی این سنگ‌ها به سری مگنتیت و گرانیتوئیدهای نوع I است. میانگین درصد سیلیس در توده‌های نفوذی منطقه‌ی بیشه ۵۸٫۹ درصد و قابل مقایسه با سنگ‌های نفوذی وابسته به اسکارن‌های آهن (۵۹٫۳ درصد) است. شاخص‌های ژئوشیمیایی دیگر نیز نشان دهنده‌ی همخوانی این سنگ‌ها با سنگ‌های وابسته به اسکارن‌های آهن است. میزان پایین ASI، تهی‌شدگی از عناصر با شدت میدان بالا نظیر Nb، P، Ti، Y، Yb، Ta و بی هنجاری منفی Eu وابستگی این سنگ‌ها به کمان ماگمایی وابسته به فرورانش را نشان می‌دهد. به منظور برداشت مطمئن از خاستگاه این سنگ‌ها بررسی‌های ایزوتوپی مورد نیازند.

مراجع

[1] Berberian M., King G.C.P., *"Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran"*, Canadian Journal of Earth Sciences, 18(1981) 210–265.

[۲] افتخارنژاد ج.، *"مطالبی چند درباره تشکیل حوضه رسوبی فلیش در شرق ایران و توجیه آن با تئوری تکتونیک صفحه ای"*، گزارش شماره ۲۲ف،سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۵۲).

[3] Camp V.E., Griffis R.J., , *"Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone, eastern Iran*", Lithos 15(1982) 221-239.

[4] Tirul R., Bell I.R., Griffis R.J., Camp V.E., "*The Sistan suture zone of eastern Iran"*.Geological Society of America Bulletin, 94 (1983) 134-150.

[۵] بربریان م.، *"فرگشت ژئوتکتونیکی رشته کوههای ایران زمین"*، هفتمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور(۱۳۶۷).

[6] Arjmandzadeh R., Karimpour M.H., Mazaheri S.A., Santos J.F., Medina J.M., Homam S.M., "*Two-sided asymmetric subduction; implications for tectonomagmatic and metallogenic evolution of the (Lut Block, eastern Iran)"*. Journal Of Economic Geology 3(2011) 1-14.

[7] Jung D., Keller J., Khorasani R., Marcks Chr., Baumann A., and Horn P., *"Petrology of the Tertiary magmatic activity the northern Lut area, East of Iran"*, Ministry of mines and metals, GSI, geodynamic project (geotraverse) in Iran 51(1983) 285-336.

[8] Tarkian M., Lotfi M., Baumann A., *"Tectonic, magmatism and the formation of mineral deposits in the central Lut, east Iran"*, Ministry of mines and metals, GSI, geodynamic project (geotraverse) in Iran, 51(1983) 357-383.

[۹] سامانی ب.، اشتری ش.، *"تکوین زمین شناسی ناحیه سیستان و بلوچستان"*، فصلنامه علوم زمین، شماره ۴، سازمان زمین شناسی کشور (۱۳۷۱).

[10] Karimpour M.H., Khin Zaw., Huston D.L., *"S-C-O isotopes, fluid inclusion microthermometry, and the genesis of ore bearing fluids at Qaleh-Zari Fe-Oxide Cu-Au-Ag Mine, Iran"*,Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, 16 (2005) 153-168.

[11] Karimpour M.H., Stern C. R., Farmer G.L., Saadat S., Malekzadeh Shafaroudi A., *"Review of Age, Rb-Sr Geochemistry and Petrogenesis of Jurassic to Quaternary Igneous rocks in Lut Block, Eastern Iran"* , Geopersia , 1 (2011) 19-36.

[12] Malekzadeh Shafaroudi A., Karimpour M.H., Mazaheri S.A., *"Rb–Sr and Sm–Nd isotopic compositions and Petrogenesis of ore-related intrusive rocks of gold-rich porphyry copper Maherabad prospect area (North of Hanich), east of Iran"*, Iranian journal of crystallography and mineralogy , 18 (2010) , 15-32.

[13] Arjmandzadeh R., Karimpour M.H., Mazaheri S.A., Santos S.AJ.F., Medina J.M., Homam S.M., *"Sr–Nd isotope geochemistry and petrogenesis of the Chah-Shaljami granitoids (Lut Block, Eastern Iran)"*, Journal of Asian Earth Sciences, 41(2011) 283-296.

[14] Behrouzi A., Nazer N. Kh., *"Geological Map of Basiran"*., 1:100000, GSI, Tehran(1992).

[۱۵] نخعی م.، کریم پور م. ح.، مظاهری س. ا.، حیدریان شهری م. ر.، زرین کوب م. ح.، *"مطالعه زمین شناسی و کانی*

Archive of SID

www.SID.ir

شناسی محدوده کانی سازی اسکارن آهن بیشه (جنوب بیرجند،خاور ایران)"، نخستین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران (۱۳۸۹).

[۱۶] نخعی م.، کریم پور م. ح.، مظاهری س. ا.، حیدریان شهری م. ر.، زرین کوب م. ح.، "*بررسی سنگ شناختی توده های نفوذی و ارتباط آنها با کانه زایی آهن در منطقه بیشه (جنوب بیرجند،خاور ایران)*"، دومین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران (۱۳۹۰).

[17] Middlemost E.A.K., *"Naming materials in the magma/ igneous rock system"*, Earth Sciences Review. 37(1994) 215–224.

[18] Meinert L.D., *"Compositional variation of igneous rocks associated with skarn deposits - chemical evidence for a genetic connectionbetween petrogenesis and mineralization"*, In: THOMPSON, J.F.H.(ed), Magmas, fluids, and ore deposits. Mineralogical Associationof Canada, Short Course Series 23 (1995) 401-418.

[19] Keith J.D., Van middelaar W.T., Clark A.H. Hodgson C.J. *"Granitoid textures, compositions, and volatile fugacities associated with the formation of tungsten-dominated skarn deposits. In Ore Deposition Associated with Magmas (J.M.Robertson, ed.)"*.Reviews Econ. Geol, 4 (1989) 235-250.

[20] Ray G.E., Webster I.C.L., Ballantyne S. B., Kilby C. E., Cornlius S. B., *"The Geochemistry of Three Tin-Bearing Skarns and Their Related Plutonic Rocks, Atlin, Northern British Columbia"*, Economic Geology, 95 (2000) 1349–1365.

[21] Kuscu I., Gençalioglu-Kuscu G., Erler A.,*"Geochemical Signatures of Granitoids Associated with Skarns in Central Anatolia"*, International Geology Review, 43(2001) 722-735.

[22] Yücel-Öztürk Y., Helvaci C., Satir M., *"Genetic Relations Between Skarn Mineralization and Petrogenesis of the Evciler Granitoid, Kazdag, .Canakkale, Turkey and Comparison with World Skarn Granitoids"*, Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), 14(2005) 255-280.

[23] Oyman T., *"Geochemistry, mineralogy and genesis of the Ayazmant Fe–Cu skarn deposit in Ayvalik, (Balikesir), Turkey"*, Ore Geology Reviews, 37 (2010) 175-201.

[24] Meinert L. D., *"Igneous Petrogenesis and Skarn Deposits"*, in Mineral Deposit Modeling: R. V. Kirkham, W. D. Sinclair, R. I. Thorpe and J. M. Duke (eds.), Geological Association of Canada Special Paper, 40 (1993) 569-583.

[25] Maniar P.D., Piccoli P.M., *"Tectonic discrimination of granitoids"*. Geological Society of America Bulletin 101(1989) 635-643.

[26] Meinert L.D., *"Mineralogy and petrology of iron skarns in western British Columbia"*, Canada. Econ. Geol. 79(1984) 869-882.

[27] Chappell B.W., White A.J.R., *"Two contrasting granite types"*. Pacific geology8(1974) 173-174.

[28] Irvine T. N., Baragar W. R., *"A guide to the chemical classification of the common igneous rocks"*, Canadian Journal of Earth Sciences 8 (1971) 523–548.

[29] Bellieni G., Visentin E.J., Zanettin B., *"Use of chemical TAS diagram (total alkali silica) for classification of plutonic rocks: Problems and suggestions"*, I.U.G.S.: Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks Contribution, no. 157(1996) 35 p.

[30] Meinert L.D., Dipple G.M., Nicolescu S., *"World skarn deposits"*. Society of Economic Geologists, Inc.Economic Geology 100th Anniversary Volume(2005) 299–336

[31] Ray G.E., Dawson G.L., Webster I.C.L., *"The stratigraphy of the Nicola Group in the Hedley district, British Columbia, and the chemistry of its intrusions and Au skarns"*, Canadian Journal of Earth Sciences, 33 (1996) 1105–1126.

[32] Ishihara S., *"The magnetite series and ilmenite series granitic rocks"* Mining Geology, Japan, 27 (1977) 43-50.

[33] Goutham M.R., Sandhya R., Madhusudhan Rao B., Patil S.K., Murthy B.V.S., *"Rock magnetic and Palaeomagnetic Study of the Archaean Granites from Hyderabad, India"*, Journal of Indian Geophysical Union, 14 (2010)67-74.

[34] Gregorová D., Hrouda F., Kohýt M., *"Magnetic susceptibility and Geochemistry of Variscan West Carpathian granites: implications for tectonic setting"* Physics and Chemistry of the Earth, 28 (2003) 729-734.

[35] Chappell B.W., White A.J.R., *"I-and S-type granites in the Lachlan Fold Belt"*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences83 (1992) 1-26.

[36] Chappell B.W., White A.J.R., *"Two contrasting granite types- 25 years later"*,

Archive of SID

www.SID.ir

magmatism following closure of the Palaeotethys", Island arc 17 (2008) 394-418.

[44] Ahmadi Khalaji A., Esmaeily D., Valizadeh M.V., Rahimpour-Bonab H., *"Petrology and geochemistry of the granitoid complex of Boroujerd, Sanandaj-Sirjan Zone, Western Iran"*. Journal of Asian Earth Sciences 29 (2007) 859–877.

[45] Pearce J., *"A user's guide to basalt discrimination diagrams: in Wyman, D.A., ed., Trace element geochemistry of volcanic rocks: Applications for massive sulphide exploration"* Geological Association of Canada Short Course Notes 12(1996) 79–114.

[46] Pons J M, Franchini, M., Meinert L.D., Recio C., Etcheverry R., *"Iron Skarns of the Vegas Peladas District, Mendoza, Argentina"*., Economic Geology, 104(2009) 157-184

[47] Boynton W.V., *"Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, P. (ed), Rare Earth Element Geochemistry"*, Elsevier(1984) 63-114.

[48] Wilson M., *"Igneous Petrogenesis"*. Springer Verlag(2007) 466 p.

[49] Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G., *"Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks"*. Journal of petrology25 (1984) 956-983.

[50] Schandl E S., Gorton M P., *"Application of high field strength elements to discriminate tectonic setting in VMS environment"*, Economic Geology, 97 (2002) 629-642.

[51] Condie K. C., *"Geochemical changes in basalts and andesites across the Archean–Proterozoic boundary: Identification and significance"*. Lithos 23(1989)1–18.

Australian Journal of Earth Sciences, 48 (2001) 489-499.

[37] White A.J.R., Chappell B.W., *"Granitoid types and their distribution in the Lachan fold belt, southeast Australia"* Geological Society of America Memoir, 159(1983)21–34.

[38] Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W., *"A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis"*, Contributions to Mineralogy and Petrology, 95(1987)407-419.

[39] Collins W.J., Beams S.D., White A.J.R., Chappell B.W., *"Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia"*, Contributions to Mineralogy and Petrology, 80 (1982) 189–200.

[40] Pearce J. A., *"Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, Continental basalts and mantle xenoliths-Hawkesworth C.J., Norry M. J."* , eds.(1983) Nantwich, UK:: Shiva. (1983) 230-249.

[41] Arsalan M., Aslan Z., *"Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, Turkey"*, Journal of Asian Earth Sciences 27(2006) 177-193.

[42] Kaygusuz A., Aydınçakır E., *"Mineralogy, whole-rock and Sr–Nd isotope geochemistry of mafic microgranular enclaves in Cretaceous Dagbasi granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: Evidence of magma mixing, mingling and chemical equilibration"*, Chemie der Erde 69 (2009) 247–277.

[43] Erkül S.T., Sözbìlìr R, H., Erkül F., T Helvaci C., Ersoy Y., Sümer O., *"Geochemistry of I-type granitoids in the Karaburun Peninsula, West Turkey: Evidence for Triassic continental arc*

Archive of SID

www.SID.ir