

مطالعه پتانسیل گوهری آندالوزیت‌های جنوب همدان

رسول شیخی قشلاقی*، دانشجوی دکتری پترولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، rasoul sheikhi@yahoo.com

منصور قربانی، دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده:

در زون سنندج سیرجان، واقع در جنوب شهر همدان و منطقه چشمه‌پهن شیست‌هایی وجود دارد که ۴ تا ۵ گامه دگرریختی را تحمل کرده‌اند. درون این شیست‌ها همزمان با دگرریختی اول و دوم آندالوزیت‌هایی رشد کرده‌اند که در این پژوهش پتانسیل گوهری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. این آندالوزیت‌ها از نوع کیاستولیت و به رنگ قهوه‌ای (بعد از صیقل) و دارای جلای چرب با شدت اسپلندنت تا گلسنینگ (برای نمونه‌های کابوشن) می‌باشند. این کانی‌ها علی‌رغم تحمل کردن چند مرحله دگرریختی مقاومت لازم برای برش و تراش را دارند. همچنین شدید نبودن دگرگونی همبری و به دنبال آن شدت کمتر سرسیتی شدن (به طوری که فقط سطح کانی سرسیتی شده) سبب شده تا مقاومت خود را هنگام برش و تراش از دست ندهند. این نمونه‌ها به علت شفافیت ترنسلسنت تا اپک، برای تراش چندوجهی مناسب نیستند و به دلیل داشتن شکستگی و هوازدگی و برای دستیابی به کیفیت صیقل بهتر باید به صورت کابوشن (گنبدی) تراش داده شوند. افزون بر آن برای نمایان شدن طرح صلیبی، برش اولیه باید عمود بر محور C بلورشناسی باشد.

کلید واژه: آندالوزیت، گوهر، همدان، شیست، کابوشن

مقدمه

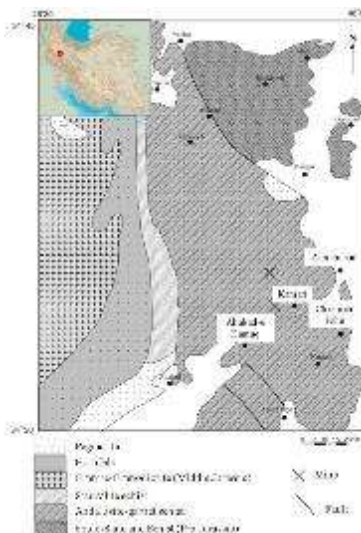
آندالوزیت کانی است که به همراه کیانیت و سیلیمانیت پلی‌مورف‌های Al_2SiO_5 را شامل می‌شوند (Donoghue, 2006). این کانی اغلب در سنگ‌های رسی دگرگون شده در اطراف توده‌های آذرین درونی (دگرگونی همبری) دیده می‌شود. این کانی همچنین در محیط‌های دگرگونی ناحیه‌ای در داخل میکاشیست‌ها و گنیس‌ها یافت می‌شود. بیشترین مصرف آندالوزیت در صنعت نسوز و دیرگداز است. از کاربردهای دیگر آندالوزیت می‌توان به تولید ساینده‌ها، لعاب‌کاری، تولید سرامیک، آجرهای نسوز، ساخت شمع ماشین، چینی‌های دیرگداز و کفپوش‌های ضد لغزش اشاره نمود (حاج علیلو، ۱۳۸۵). افزون بر آن آندالوزیت‌های فاقد هوازدگی و شکستگی که مقاومت و کیفیت صیقل مناسب هنگام تراش را دارند و از رنگ‌های مناسبی برخوردارند می‌توانند در صنعت جواهرسازی مورد استفاده قرار گیرند.

یکی از مکان‌هایی که این کانی گزارش شده آندالوزیت شیست‌های همدان و توپسرکان است که در حال حاضر به منظور استفاده در صنایع نسوز مورد بهره برداری قرار می‌گیرد (وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۳). افزون بر آن آندالوزیت از چندین



مکان دیگر در کشور نظیر بافق و تاشک در ایران مرکزی گزارش شده که ضمن نامناسب بودن ابعاد آن به‌عنوان جواهر، غالباً سرسیتی یا سیلیمانیتی شده‌اند (وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۳).

آندالوزیت‌های مورد مطالعه در منطقه چشمه پهن واقع در جنوب همدان بین عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ} 30'$ تا $34^{\circ} 45'$ شمالی و طول جغرافیایی $48^{\circ} 30'$ تا $48^{\circ} 45'$ شرقی قرار دارند (شکل ۱). اگرچه این کانی‌ها از لحاظ زمین‌شناسی توسط پژوهشگرانی همچون ایزدی کیان و همکاران (۱۳۹۲) و مولایی و سپاهی (۱۳۸۹) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، اما به پتانسیل و کیفیت آن‌ها به‌عنوان گوهر کمتر توجه شده است. لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی کیفیت گوهری و چگونگی فرآوری آن می‌باشد، زیرا با معرفی این کانی‌ها به‌عنوان گوهر و تفکیک آن‌ها از نمونه‌های فاقد کیفیت گوهری که تنها کاربرد صنعتی دارند و عرضه آن‌ها در بازارهای خارجی (با توجه به اینکه این کانی در خارج از کشور شناخته شده‌تر است) می‌توان سود بیشتری را عاید کشور و به خصوص استان همدان کرد.



شکل ۱. نقشه ساده شده منطقه همدان (Shahbazi et al, 2010; Baharifar et al, 2004; Torkian, 1995) و موقعیت آندالوزیت گارنت شیبست‌ها بر روی آن

جایگاه زمین‌شناسی

منطقه‌ای که آندالوزیت‌های مورد مطالعه در آن قرار دارد در زون سنندج - سیرجان و جنوب شهر همدان واقع در عرض جغرافیایی $34^{\circ} 30'$ تا $34^{\circ} 45'$ شمالی و طول جغرافیایی $48^{\circ} 30'$ تا $48^{\circ} 45'$ شرقی می‌باشد (شکل ۱). کوتاه‌شدگی پوسته در ارتباط با فرورانش و برخورد سبب دگرگونی و دگرشکلی سنگ‌های رسوبی پالئوزوییک تا مزوزوییک شده که شامل یک توالی از سنگ‌های رسی، نیمه رسی، مافیک، رسی - آهکی و آهکی در نزدیک شهر همدان است (ساکو و بهاری فر، ۱۳۹۰).



همه سنگ‌های دگرگونی در منطقه پیش از دگرگونی همبری ناشی از نفوذ باتولیت الوند تحت تأثیر دگرگونی ناحیه‌ای که تا رخساره شیست سبز و آمفیبولیت پیش رفته است، قرار گرفته‌اند (Baharifar et al 2004, Saki 2011، بهاری فر ۱۳۷۵). در مطالعات جدید سن دگرگونی ناحیه‌ای قبل از ژوراسیک میانی بوده است (Shahbazi et al, 2010).

تغییرات دگرگونی در منطقه همدان از نوع پیشرونده است و توسعه پرفیروبلاست‌های دما و فشار بالا در طی توسعه برگواری‌های متعدد آن را اثبات می‌کند. در منطقه همدان چهار گامه دگرریختی در سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای شناسایی شده‌اند و در سنگ‌های دگرگونی مجاورتی تنها سه گامه در مشاهدات صحرایی دیده می‌شود (ایزدی کیان، ۱۳۸۸). البته در مطالعات نوزعیم (۱۳۸۲) در سنگ‌های دگرگونی ناحیه چشمه‌پهن ۵ گامه دگرریختی معرفی شده است. آندالوزیت‌های موجود در سنگ‌های دگرگونی همدان همزمان با دگرریختی اول و دوم رشد کرده‌اند درحالی که گارنت‌ها طیف وسیعی از تبلور را نشان می‌دهند و قبل یا همزمان با دگرریختی اول، بعد از دگرریختی اول و قبل از دگرریختی دوم، همزمان با دگرریختی دوم، احتمالاً همزمان با دگرریختی سوم و همزمان با دگرریختی چهارم رشد کرده‌اند. دگرریختی گامه دوم اصلی‌ترین دگرریختی در منطقه است که همزمان با نفوذ گرانیوتئید الوند در منطقه همدان شکل گرفته است (ایزدی کیان و همکاران، ۱۳۹۲).

روش مطالعه

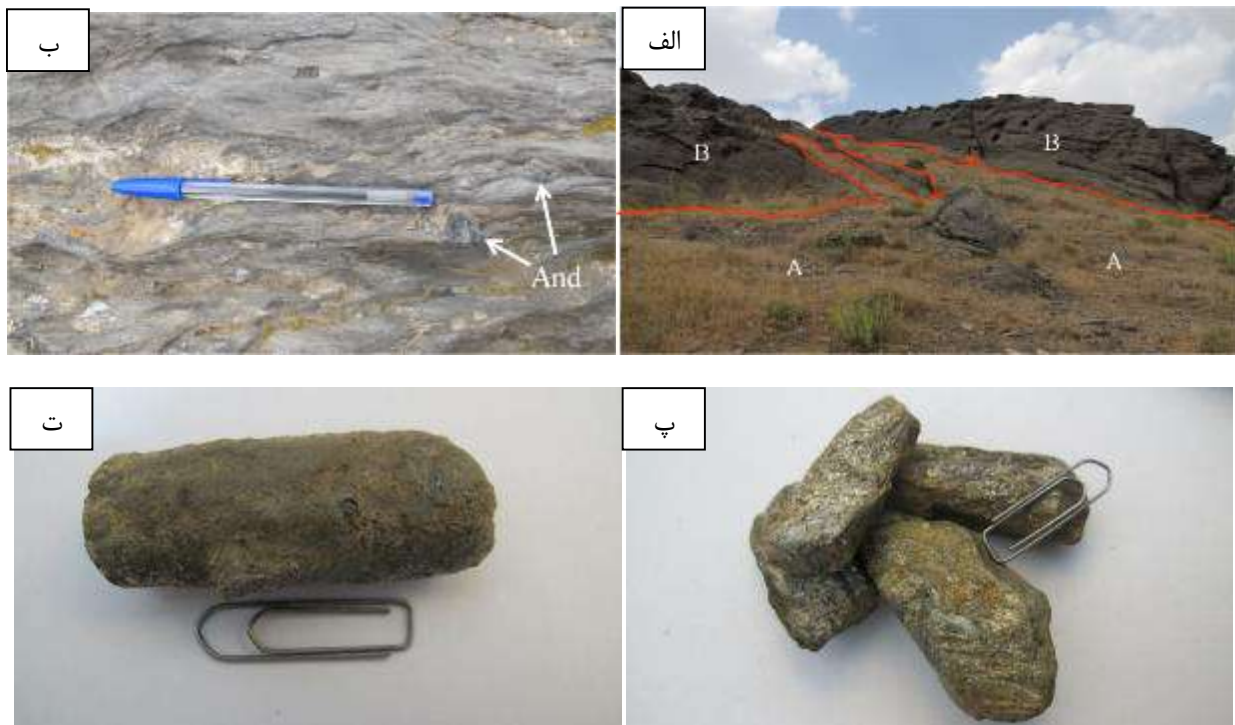
به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش ابتدا شیست‌های آندالوزیت‌دار جنوب همدان مورد بررسی صحرایی و عکسبرداری قرار گرفت و پس از نمونه‌برداری از آندالوزیت‌ها، نمونه‌های مورد نظر به کارگاه تراش گوهر منتقل شد. در کارگاه تراش گوهر برای بررسی مقاومت نمونه‌ها و کیفیت گوهری آن‌ها پس از غربالگری و جدایش نمونه‌های خیلی هوازده و خرد شده تعدادی از آندالوزیت‌ها تراش و سپس صیقل داده شد. در نهایت نمونه‌ها به آزمایشگاه گوهرشناسی منتقل و در آنجا خصوصیات گوهرشناسی نمونه‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. بخشی از این خصوصیات توسط مشاهدات عینی (برای تعیین رنگ، نوع جلا، شدت جلا و شفافیت) مطالعه شد. سایر خصوصیات گوهرشناسی نیز به وسیله دستگاه‌های رفرکتومتر مدل CI-181 (برای اندازه‌گیری ضریب شکست) پولاریسکوپ مدل Gish 100 (جهت تعیین خاصیت نوری)، دستگاه اولتراویولت مدل UV Box Gis LS 200 (برای بررسی خاصیت فلئورسانس) و ترازوی هیدرواستاتیک (برای اندازه‌گیری وزن مخصوص) مشخص شد.

مطالعات صحرایی

بر اساس مطالعات صحرایی سنگ‌های دگرگونی منطقه شامل آندالوزیت گارنت شیست و آندالوزیت شیست است که سنگ میزبان آندالوزیت‌های مورد مطالعه می‌باشند. شیب این آندالوزیت گارنت شیست‌ها به طرف شمال است و از بین رسوبات



عهد حاضر رخنمون دارند (شکل ۲ الف). آندالوزیت‌ها به صورت پرفیروبلاست داخل آندالوزیت گارنت شیست‌های منطقه واقع شده‌اند و فابریک چشمی را ایجاد کرده‌اند (شکل ۲ ب). امتداد این آندالوزیت‌ها غرب - شرق است و اندازه آن‌ها از ۱ تا بیش از ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین گارنت‌های موجود در این سنگ‌ها از کمتر از ۱ میلی‌متر تا ۲ میلی‌متر است. افزون بر آن در سطح تعدادی از نمونه‌ها سرسیت دیده می‌شود که می‌تواند به دلیل تأثیر دگرگونی همبری و تبدیل آندالوزیت‌ها به سرسیت باشد. این در حالی است که تعداد دیگری از نمونه‌های مورد مطالعه که حجم خیلی کمی در منطقه دارند تقریباً فاقد سرسیت می‌باشند (شکل ۲ پ و ت).



شکل ۲. الف) آندالوزیت گارنت شیست‌های منطقه مورد مطالعه و رخنمون آن‌ها از میان رسوبات عهد حاضر. A: رسوبات عهد حاضر. B: آندالوزیت گارنت شیست. ب) پرفیروبلاست‌های آندالوزیت و فابریک چشمی. پ) آندالوزیت‌های سرسیتی شده (ت) آندالوزیت فاقد سرسیت

تراش

پس از تراش آندالوزیت‌های مورد مطالعه و تعیین خصوصیات گوهرشناسی مانند شدت جلا و میزان شفافیت و با توجه به وجود طرح صلیبی در این کانی‌ها (شکل ۳ الف) اطلاعات زیر بدست آمد:

تعداد زیادی از این کانی‌ها سرسیتی شده‌اند (شکل ۲ پ) و افزون بر آن دو سیستم شکستگی دارند، اما با این وجود در اکثر موارد مقاومت لازم هنگام برش، تراش و صیقل را دارند، با این حال بهتر است که برای جلوگیری از شکسته شدن کانی



هنگام تراش از آب فراوان و دیسک‌های نازک‌بر با ضخامت ۰,۳ میلی‌متر استفاده کرد. البته چنین نمونه‌هایی دارای کیفیت صیقل خوری پایین‌تری نسبت به نمونه‌های فاقد شکستگی و هوازگی هستند (شکل ۳ ب و پ). برای نمایان شدن طرح صلیبی باید برش عمود بر محور C بلورشناسی باشد. با توجه به اینکه میزان شفافیت این کانی‌ها بر اساس مطالعات گوهرشناسی ترنس‌لوسنت تا اپک مشخص شده باید به صورت کابوشن (گنبدی) تراش داده شوند و برای تراش چندوجهی (فست) مناسب نمی‌باشند. همچنین تراش به صورت کابوشن موجب می‌شود کیفیت صیقل خوری که به دلیل وجود دو سیستم شکستگی و هوازگی پایین می‌آید (زیرا این موارد موجب می‌شود در نور بازتابیده شده از سطح کانی اختلال ایجاد شود)، نسبت به تراش تخت افزایش یابد (شکل ۳ ب و ت). لازم به ذکر است که نمونه‌های دارای تراش تخت فاقد کیفیت صیقل خوری لازم به عنوان گوهر هستند (شکل ۳ ت).

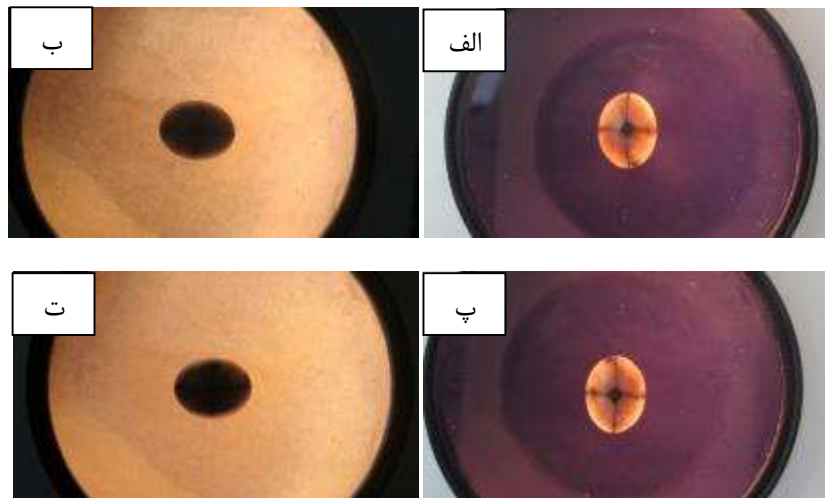


شکل ۳. الف) نمونه کیاستولیت (آندالوزیت دارای طرح صلیبی) قبل از تراش و صیقل که به رنگ قرمز گوشتی می‌باشد. ب) نمونه هوازده که پس از تراش به رنگ قهوه‌ای و دارای کیفیت صیقل خوری پایین است. پ) نمونه‌هایی از کیاستولیت‌های تقریباً سالم از لحاظ هوازگی که بعد از تراش و صیقل به رنگ قهوه‌ای درآمده‌اند و کیفیت صیقل بالاتری نسبت به حالت ب دارند. ت) کیاستولیت هوازده با دو سیستم شکستگی که تراش تخت آن دارای شدت جلای پایین‌تری نسبت به حالت ب و پ (که به صورت کابوشن تراش داده شده‌اند) می‌باشد و فاقد کیفیت گوهری است.



خصوصیات گوهرشناسی و کانی‌شناسی

آندالوزیت‌های مورد مطالعه در اثر تجمع گرافیت در امتداد یال‌ها و محور میانی دارای طرح صلیبی شکل هستند و از نوع کیاستولیت می‌باشند (شکل ۳). این کیاستولیت‌ها که قبل از تراش به رنگ قرمز گوشتی هستند (شکل ۳ الف) بعد از تراش و صیقل به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند (شکل ۳ ب، پ و ت). در قسمت‌هایی که اکسید آهن داخل شکستگی‌ها نفوذ کرده رنگ آن‌ها به قرمز متمایل شده است. این نمونه‌ها دارای رنگ خاکه سفید، جلای چرب با شدت اسپلندنت تا گلسیننگ (برای نمونه‌های دارای تراش کابوشن که کیفیت گوهری دارند)، شفافیت ترنسلوسنت تا اپک، ضریب شکست ۱٫۶۳ و وزن مخصوص ۳٫۱۵ تا ۳٫۲۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشند. با افزایش میزان شکستگی در این کانی‌ها وزن مخصوص کاهش می‌یابد. فاقد خاصیت فلئورسانس می‌باشند و در زیر دستگاه پولاریسکوپ ۴ بار خاموش و روشن می‌شوند که نشان دهنده خاصیت نوری DR است (شکل ۴).



شکل ۴. بررسی خاصیت نوری زیر دستگاه پولاریسکوپ. در چرخش 360° از الف تا ت، نمونه مورد مطالعه دوبار روشن و دوبار خاموش می‌شود. اندازه نمونه مورد مطالعه 12×16 میلی‌متر

نتیجه‌گیری

بر اساس پژوهش‌های انجام شده سنگ‌های دگرگونی منطقه که شامل آندالوزیت شیبست و آندالوزیت گارنت شیبست است چهار یا پنج گامه دگرریختی را تحمل کرده‌اند. آندالوزیت‌های مورد مطالعه همزمان با دگرریختی‌های اول و دوم متبلور شده‌اند. بنابراین مراحل بعدی دگرریختی موجب ایجاد دو سیستم شکستگی در آن‌ها شده است که تراش و فرآوری را



اندکی مشکل می‌سازد. افزون بر آن این شکستگی‌ها می‌توانند در شدت جلای نمونه‌های فرآوری شده اثر منفی بگذارند. تلفیق اطلاعات حاصل از تراش با اطلاعات حاصل از مطالعات گوهرشناسی بیانگر این مطلب است که نمونه‌های مورد مطالعه برای تراش چندوجهی مناسب نمی‌باشند و باید به صورت گنبدی و عمود بر محور C بلورشناسی و با دیسک‌های نازک بر آب فراوان تراش داده شوند. افزون بر آن گرچه آندالوزیت‌ها در تعدادی از نمونه‌ها سرسیتی شده‌اند اما حتی همین نمونه‌ها هم هنگام برش و تراش مقاومت لازم را دارند. این موضوع می‌تواند به دلیل فاصله از باتولیت الوند و شدید نبودن دگرگونی همبری باشد که موجب شده فقط سطح کانی سرسیتی شود.

منابع

- ایزدی کیان، ل.، (۱۳۸۸)، تحلیل ساختاری سنگ‌های دگرگونی کوهستان الوند، رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
- ایزدی کیان، ل.، محجل کفشدوز، م.، علوی، الف.، سپاهی گرو، ع.ا.، حسینی دوست، ج.، (۱۳۹۲)، زمان‌سنجی رشد پورفیروبلاست‌ها و ارتباط آن با گامه‌های دگرریختی در سنگ‌های دگرگون منطقه همدان، مجله پترولوژی، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحه ۱ تا ۱۸.
- بهاری فر، ع.ا.، (۱۳۷۵)، نگرشی نو بر دگرگونی‌های ناحیه‌ای زون سنندج - سیرجان، منطقه همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران.
- حاج علیلو، ب.، (۱۳۸۵)، کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۰۶ صفحه.
- ساکي، ع.، بهاری فر، ع.ا.، (۱۳۹۰)، واکنش‌های متداول ذوب و مشخصه آن‌ها در سنگ‌های رسی دگرگون شده هاله الوند، همدان، فصلنامه علوم زمین، سال بیست یکم، شماره ۸۹، صفحه ۱۶۵ - ۱۷۲.
- مولایی، ط.، سپاهی، ع.ا.، (۱۳۸۹)، مطالعه پیدایش‌های مختلف پلی‌مورفهای آلومینوسیلیکات در سنگ‌ها، رگه‌های منطقه همدان، ایران: با نگرش ویژه بر منشا رگه‌های کوارتز، کیانیت، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، دوره ۱۸، شماره ۲، صفحه ۳۳-۴۲.
- نوزعیم، ر.، (۱۳۸۲)، تحلیل شیست‌های همدان در منطقه چشمه‌پهن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- وزارت صنایع و معادن، (۱۳۸۳)، بررسی زمینه‌های اشتغال در به‌کارگیری سنگ‌های قیمتی استان همدان (طرح تحقیقات صنعتی، آموزش و اطلاع‌رسانی)، گزارش نهایی



Baharifar, A., Moinevaziri, H., Bellon, H. & Pique, A., (2004), The crystalline complexes of Hamadan (Sanandaj-Sirjan zone ,western Iran):metasedimentary Mesozoic sequences affected by Late Cretaceous tectono-metamorphic and plutonic events, II .40K-40Ar dating, Comptes Rendus Geoscience.

Donoghue, M., (2006), Gems. Elsevier, 937p.

Saki, A., (2011), Formation of Spinel-cordierite-plagioclase symplectites replacing andalusite in metapelitic of the Alvand aureole, Iran, Geological Magazine, 148: 423-434.

Shahbazi, H., Siebel, W., Pourmoafee, M., Ghorbani, M., Sepahi, A. A., Shang, C. K., Vousoughi & Abedini, M., (2010), Geochemistry and U-Pb zircon geochronology of the Alvand plutonic complex in Sanandaj-Sirjan Zone (Iran): New evidence for Jurassic magmatism, Journal of Asian Earth Sciences, in press.

Torkian, A., (1995), The Study of petrography and petrology of Alvand pegmatites (Hamadan). M.Sc thesis, Tehran University, Tehran, Iran, 172p. (in Persian with English abstract).

