

پetroگرافی و ژئوشیمی توالی ماسه سنگی فرازنین در ناحیه زفره

(شمال شرق اصفهان)

صبا صانعی^۱، دکتر سید حسن حجازی^۲ و دکتر واجیک هایراپتیان^۳

چکیده

ناحیه مورد مطالعه دربرش غربی کوه زرد، در نزدیکی روستای زفره و در غرب حوضه ایران مرکزی (در ۶۵ کیلومتری شمال شرق اصفهان) واقع شده است. نهشته های دونین بالایی (فرازنین - فامنین) این برش در پنج واحد رسوبی قابل مشاهده هستند. دو واحد زیرین، ماسه سنگی و مربوط به فرازنین و سه واحد بالایی به طور عمده کربناته می باشند. ترکیب اغلب ماسه سنگها کوارتز آرنایتی می باشد. درصد پایین فلدسپاتها و دیگر کانیهای ناپایدار و وجود کانیهای سنگینی همچون زیرکن و تورمالین، هوازدگی شدید در ناحیه منشا را نشان می دهد. با توجه به میزان هوازدگی نسبتا شدید نمونه ها که علاوه بر مطالعات پتروگرافی بر اساس شاخص CIW نیز مشخص شده است، وجود آب و هوای گرم و مرطوب در ناحیه منشا محتمل تر می شود. نتایج بدست آمده از آنالیزهای ژئوشیمیایی و مدال ماسه سنگهای مورد مطالعه و رسم دیاگرامهای مختلف، وجود سنگ منشا رسوبی کوارتزی، حمل و تشکیل در طی چرخه های مجدد رسوبی و رسوبگذاری در جایگاه تکتونیکی حاشیه غیر فعال قاره ای برای ماسه سنگهای این ناحیه پیشنهاد می شود.

کلید واژه ها: ماسه سنگ، برخاستگاه، جایگاه تکتونیکی، هوازدگی، فرازنین

Petrography and geochemistry of the Frasnian Zefreh sandstone (northeast of Esfahan)

Saba Sanei, Dr. Seyed-Hassan-Hejazi and Dr. Vachik Hairapetian

Abstract

A sequence of the Upper Devonian age (Frasnian-Lower Famennian) on the western side of Zard Mountain is located near the Zefreh village. W of central

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، واحد خوراسگان، saba.saneei@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد خوراسگان، hhejazi@khuisf.ac.ir

Iran Basin (ca. 65 km NE of Esfahan). It is composed of five lithostratigraphic units, including two lowermost sandstone and three uppermost carbonate units. Sandstones are mainly quartz arenite in composition. Low percentage of feldspar, unstable minerals and presence of heavy minerals (Zircon and Turmaline) suggests high weathering rate in source region, The high weathering rate in samples. Revealed by petrographic studies and, CIW index as well, suggests a warm humid climate. The geochemical and modal data analysis of sandstones samples, plotted on the discriminate function diagrams determined the quartzose recycled provenance and reveals that the source material was deposited on a passive margin tectonic setting, after transport and recycling.

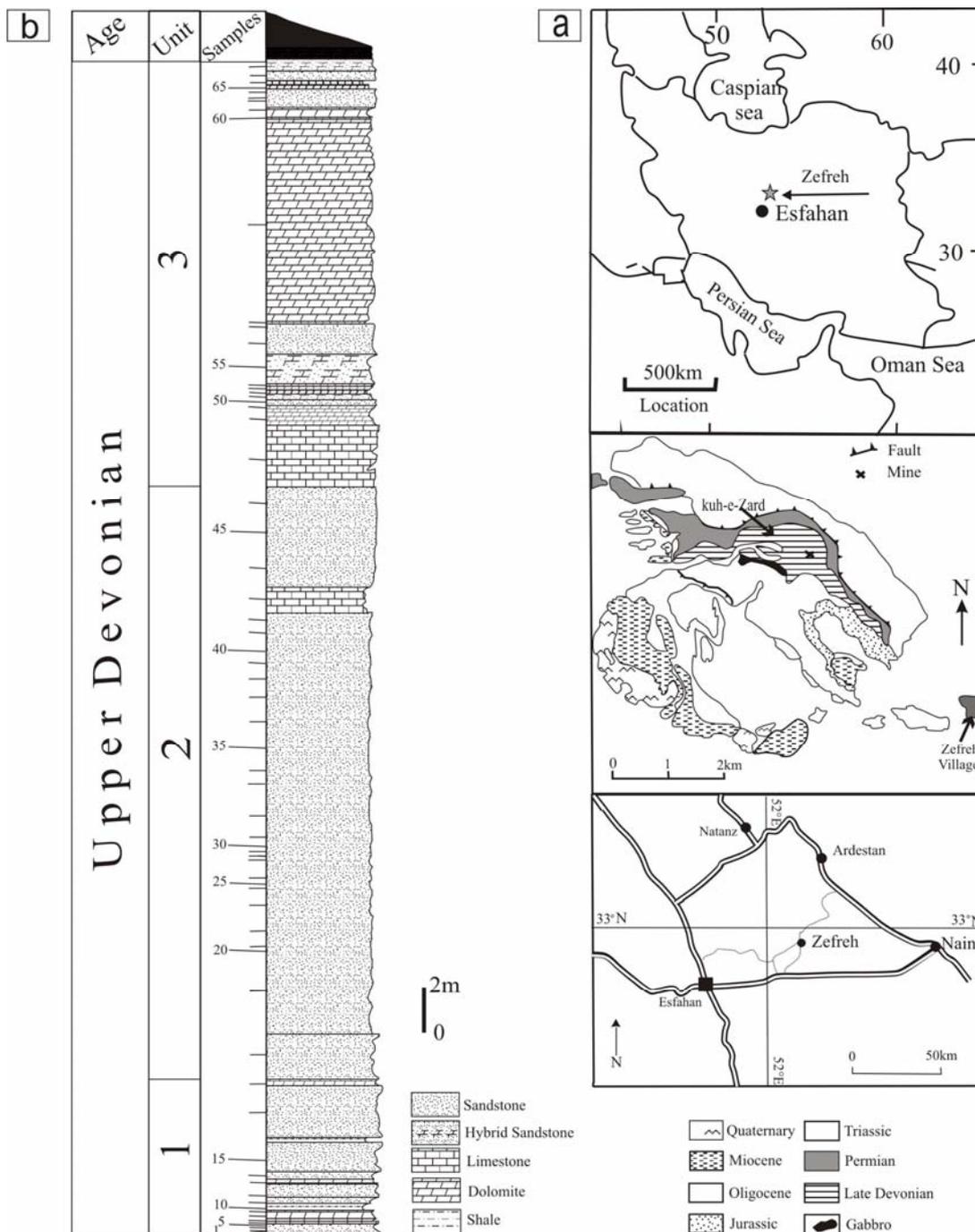
Keywords: Sandstone, Provenance, Tectonic setting, Weathering, Frasnian

مقدمه: (Altrin et al., 2004). برش ماسه سنگی مورد

مطالعه در فاصله ۶۵ کیلومتری شمال شرق اصفهان، در نزدیکی روستای زفره و در مجاورت معدن دولومیت زفره واقع شده است (شکل ۱a).

برایس و همکاران (2006)، با کشف گونه های براکیوپود مربوط به ایفلین در برش معدن دولومیت زفره بیان نمودند که قدیمی ترین رسوبات مربوط به دونین در ایران مرکزی در قاعده برش معدن زفره واقع شده است.

به اعتقاد بیشتر محققین، اطلاعات مهمی از قبیل محیط رسوبگذاری و جایگاه ژئودینامیکی را می توان با مطالعه سنگهای آواری بدست آورد (Basu et al., 1975). e.g. روش های متنوع پتروگرافی و ژئوشیمی بر روی سنگهای آواری به خصوص ماسه سنگها می تواند برای تعیین منشا و جایگاه تکتونیک به ما کمک نماید (Basu et al., 1975; Bhatia., 1983; Pettijohn et al., 1987; Armstrong-



شکل ۱- a: موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه اقتباس از (Kebriaei, 2003)

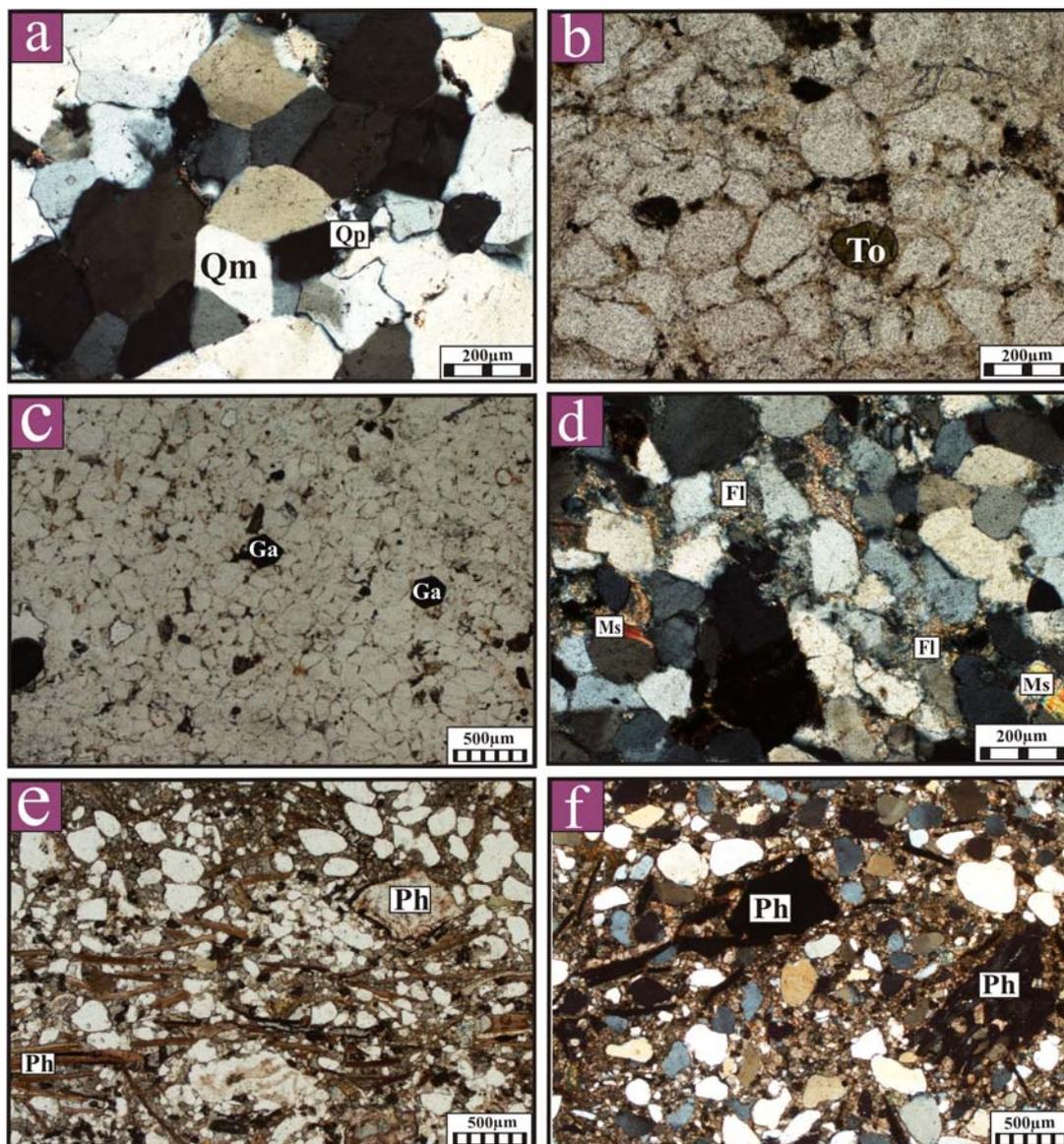
b: ستون چینه شناسی ماسه سنگهای ناحیه زفره (واحدهای ۱، ۲، ۳)

۱) زمین شناسی ناحیه:

در این مطالعه اطلاعات صحرائی به صورت بازدید از ناحیه، انتخاب برش مناسب و برداشت نمونه به روش رخساره ای-سیستماتیک از رخنمون های سنگی موجود در ناحیه انجام شده است. نمونه برداری از یک برش با موقعیت دسترسی مناسب که کمتر تحت تاثیر فرآیندهای تکتونیکی قرار گرفته، انجام شده است. در مرحله بعد نمونه های جمع آوری شده به آزمایشگاه منتقل و مقاطع نازک میکروسکوپی تهیه شده و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان به طور دقیق مطالعه شده است. مطالعات پتروگرافی بر اساس مطالعات فولک (Folk., 1980)، پتی جان و همکاران (Pettijoh et al., 1987) و روش نقطه شماری گزی- دیکینسون نقل از (Ingersoll et al., 1984)، انجام گرفته و برای هر نمونه ۴۰۰ نقطه شمارش شده است (جدول ۱). مطالعات ژئوشیمی بر اساس آنالیز تعداد ۲۰ نمونه از بین نمونه های نقطه شماری شده که توسط دستگاه ICP-MS در آزمایشگاه ALS-Chemex کانادا مورد بررسی قرار گرفته، انجام شده است (جدول ۲). پلات اکسیدهای اصلی و عناصر فرعی بر روی دیاگرام های مختلف همچون (Basu et al., 1975; Bhatia., 1983; Dickinson et al., 1983; Roser and Korsch., 1986; Bhatia and Crook., 1986)، موجب بدست آمدن نتایجی در ارتباط با برخاستگاه این ماسه سنگها گردیده است.

ضخامت نهشته های متعلق به دونین بالای در این برش حدود ۳۳۰ متر بوده و به ۵ واحد لیتولوژیکی تقسیم می شود. واحد اول، تناوبی از ماسه سنگ همراه با بین لایه هایی از کربنات و شیل می باشد. واحد دوم، ماسه سنگ همراه با آثار کراس بدینگ که احتمالاً نشان دهنده محیط های کم عمق ساحلی هستند. واحد سوم تناوب کربنات و ماسه سنگ که قسمت عمده آنها سنگهای کربناته است و نشان دهنده تغییر تدریجی رژیم رسوبگذاری از سنگهای آواری (ماسه سنگ) به سنگهای کربناته است. واحد چهارم سنگهای کربناته که در بعضی لایه های آن تناوب شیل و ماسه سنگ به صورت بین لایه ای با ضخامت خیلی کم مشاهده می شود. واحد پنجم، سنگهای کربناته همراه با بین لایه های ماسه سنگ با ضخامت بیشتر نسبت به واحد چهارم است. در انتهای برش دولومیت های توده ای با ضخامت زیاد نشان دهنده انتهای رسوبگذاری دونین در ناحیه می باشد، و با یک وقفه رسوبگذاری، کربناتهای پرمین بر روی این دولومیتها قرار می گیرند (شکل ۱b). همانطور که در شکل (۱b) مشخص گردیده، مطالعات انجام گرفته در این تحقیق، بر روی ماسه سنگهای واحدهای (۱)، (۲) و (۳) صورت پذیرفته است.

۲) روش مطالعه:



a: کوارتز مونو کریستالین و پلی کریستالین در نور XPL

d: مسکوویت و فلدسپاتهای سریسیتی شده در نور XPL

b: کانی سنگین تورمالین در نور PPL

e: براکیوپودهای فسفات شده در نور PPL

c: گارنت ایزوتروپ در نور PPL

f: قطعات ماهی های فسفات شده در نور XPL

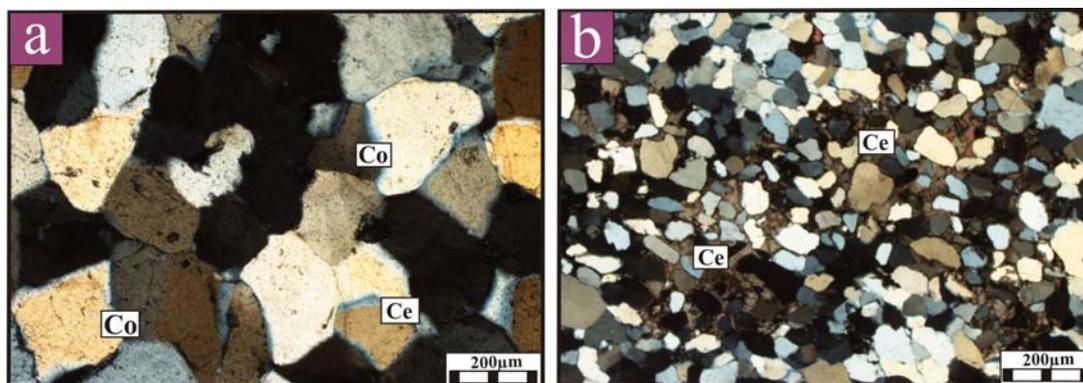
شکل ۲: اجزای تشکیل دهنده ماسه سنگها در نور پلاریزان و طبیعی

۳ مطالعات پتروگرافی

۳-۱ سنگ شناسی:

تبدیل شده است (شکل ۲d)، همچنین دانه های فسفات‌ها (بیشتر در نمونه های قاعده ای) دیده می شود (شکل ۲e,f). از نظر خصوصیات بافتی جورشدگی ماسه سنگها متوسط تا خیلی خوب و از نظرگردشدگی نیمه گرد شده تا گرد شده و فاقد ماتریکس هستند به همین دلیل مچوریتی آنها بالا است که نشان دهنده دوره طولانی حمل و نقل و رسوبگذاری تحت شرایط پایدار تکتونیکی است. در بخشهای ابتدایی برش، برخی از ماسه سنگها به صورت هیبرید بوده و علاوه بر دانه های کوارتز دارای ماتریکس میکریتی و آلوم های فسفات‌ها می باشند. این گروه از ماسه سنگها بر اساس طبقه بندی مونت (Mount., 1985)، اکثرا ماسه سنگ میکریتی نامیده می شوند (شکل ۳e,f).

مطالعات پتروگرافی نشان می دهد که اغلب ماسه سنگها (به جز سه نمونه) با توجه به طبقه بندی فولک (Folk., 1980) کوارتزآرنایت هستند. دانه های کوارتز شامل کوارتزهای پلی کریستالین (با درصد کم)، (شکل ۲a) و کوارتزهای مونو کریستالین (دارای خاموشی مستقیم و موجی) با درصد بیشتر می باشند. (شکل ۲a)، سایر دانه ها شامل، درصد کمی کانیهای سنگین (زیرکن، تورمالین و اپاک)، (شکل ۲b,c) مسکویت، (شکل ۲d)، بیوتیت، فلدسپات هستند، که فلدسپاتها در اثر هوازگی شیمیایی به سریسیت



a: فشردگی، مرزهای محدب-مقعر و سیمان سیلیسی بین ذرات کوارتز در نور XPL

b: سیمان کربناته بین ذرات کوارتز در نور XPL

شکل ۳: فرایندهای دیاژنتیکی غالب مشاهده در ماسه سنگها

۲-۳) فرآیندهای دیاژنتیکی:

سنگین و ژئوشیمی آنها تعیین می شود. اصولاً به دلیل کمیاب بودن دانه های فلدسپات و خرده سنگها، برخاستگاه به وسیله انواع کوارتز و مطالعه کانیهای سنگین تعیین می گردد (Basu et al., 1975). به منظور مشخص کردن برخاستگاه ماسه سنگهای ناحیه زفره کوارتزهای پلی کریستالین، کوارتزهای دارای خاموشی موجی و کوارتزهای فاقد خاموشی موجی طبق دیاگرام (Basu et al., 1975)، رسم شد. شکل a نشان می دهد که منشا قسمت عمده کوارتزها از سنگهای با درجه دگرگونی متوسط و بالا و منشا بقیه ذرات کوارتزی سنگهای پلوتونیک و سنگهای با درجه دگرگونی پایین می باشد. درصد بالای کوارتزهای مونو کریستالین ممکن است به دلیل فروپاشی کوارتزهای پلی کریستالین در اثر انرژی بالای محیط یا فاصله طولانی حمل و نقل ذرات از منشا باشد (Dabbagh and Rogers., 1983). همچنین دیاگرام شکل b که بر اساس درصد کوارتز، فلدسپات و خرده سنگ ترسیم شده است، نشان دهنده منشا متامورفیک برای ماسه سنگها و آب و هوای گرم و مرطوب ناحیه منشا می باشد، که درصد پایین فلدسپات و خرده سنگها که ناشی از هوازدگی شدید است، شاهدی بر این ادعا میباشد.

فرآیندهای دیاژنتیکی غالب شناسایی شده شامل تراکم فیزیکی، تراکم شیمیایی (شکل ۳a) و سیمان شدگی می باشد (شکل ۳a,b). شواهد تراکم فیزیکی را می توان به صورت کاهش تخلخل در رسوبات اولیه و فشردگی ذرات مشاهده کرد. تراکم شیمیایی ناشی از دفن شدن ذرات در زیر طبقات بالایی است که باعث فشردن و در هم فرورفتگی ذرات شده و مرزهای محدب-مقعر (شکل ۳b) و مضرسی بین دانه ها به وجود می آورد، همچنین دانه های کوارتز در محل تماسها در اثر فشار، انحلال پیدا کرده است. مهمترین سیمانهای مشاهده شده در این ماسه سنگها، سیمانهای سیلیسی و کربناته می باشند و قسمت عمده آنها سیمانهای سیلیسی رورشدی و حاصل انحلال فشاری هستند که اغلب در اثر فشردگی به وجود آمده اند.

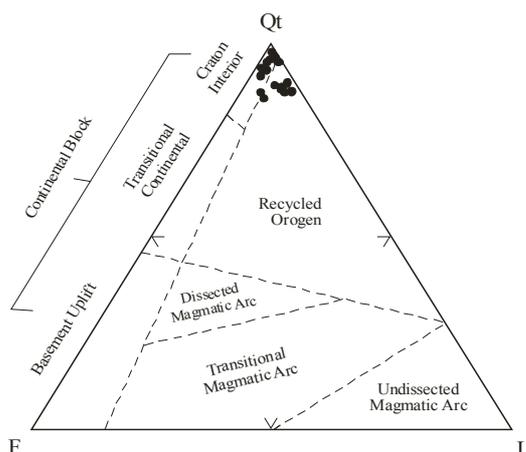
۳-۳) برخاستگاه:

برخاستگاه سنگهای آواری به وسیله چندین فاکتور پتروگرافی مانند، دانه های کوارتز دارای خاموشی موجی و پلی کریستالین (Basu et al., 1975; Young., 1976)، انواع فلدسپاتها (Pittman., 1970)، خرده سنگها (Pettijohn et al., 1987)، کاندولومینسانس دانه های کوارتز (Seyedolal et al., 1997) Matter and Ramsey., 1985)، انواع کانیهای

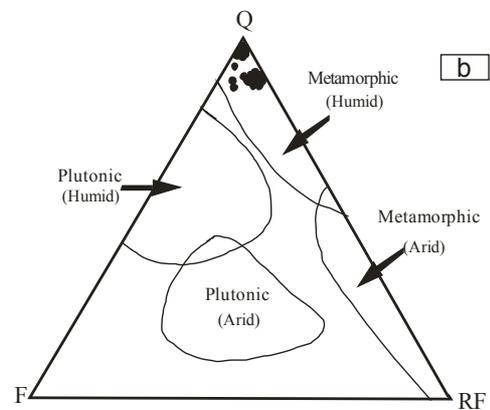
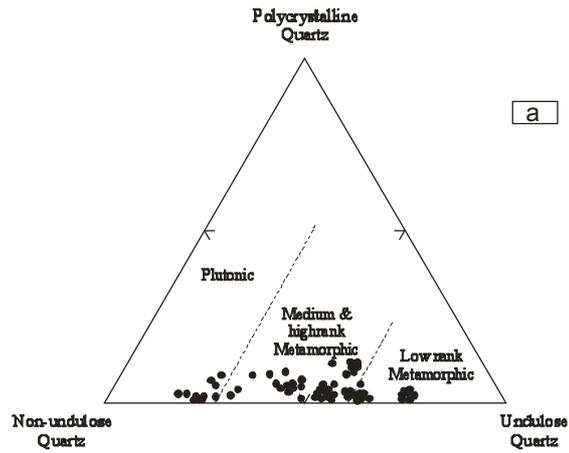
گرفته اند. وجود کانیهای سنگین پایدار مانند زیرکن و تورمالین، هوازدگی شدید سنگهای منشا و چرخه مجدد ذرات آواری از پیش تشکیل شده را نشان می دهد (Wanas et al., 2006).

۴-۳) ذرات آواری و نقش آن در تعیین جایگاه تکتونیکی:

جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها با استفاده از ترکیب ذرات آواری مشخص می شود. رسم داده های حاصل از نقطه شماری ماسه سنگهای منطقه مورد مطالعه (جدول ۱)، در دیاگرام سه تایی (Q-F-L) که طبق مطالعات (Dickinson et al., 1983)، بدست آمده است (شکل ۵)، نشان می دهد که جایگاه تکتونیکی ماسه سنگهای مورد مطالعه یک کراتون پایدار بوده و در اثر چرخه های مجدد کوهزایی به وجود آمده اند.



شکل ۵: ذرات تشکیل دهنده ماسه سنگها و تعیین جایگاه تکتونیکی آنها (Dickinson et al., 1983)



شکل ۴-ا: انواع کوارتزهای موجود در ناحیه زفره و منشا آنها (Basu et al., 1975) b: تاثیر سنگ منشا بر روی ترکیب ماسه سنگهای ناحیه زفره (Suttner et al., 1981)

منشا انواع کانیهای سنگین مانند زیرکن و تورمالین در ماسه سنگها از سنگهای آذرین درونی می باشد، وجود گارنت در مقاطع نشان دهنده وجود سنگهای متامورفیک در منشا می باشد. بنابراین با توجه به انواع کانیهای سنگین موجود می توان گفت ماسه سنگهای ناحیه زفره از سنگهای آذرین و متامورفیک سرچشمه

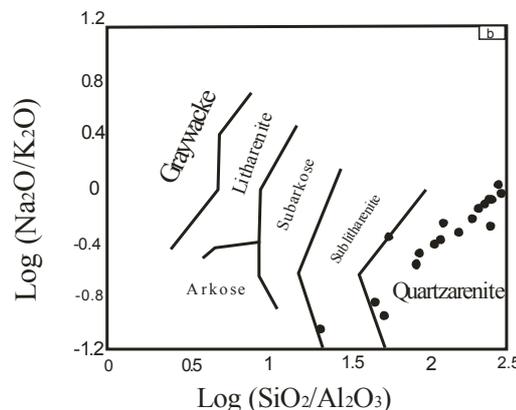
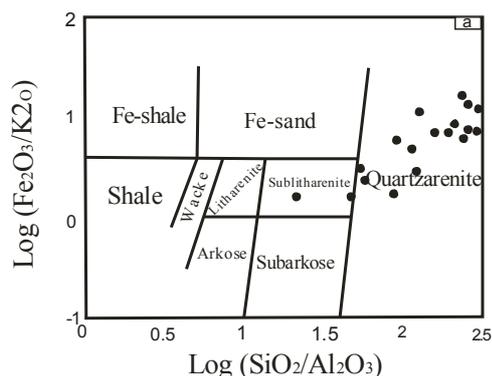
۴) مطالعات ژئوشیمی

۲-۴) هوازگی در ناحیه منشا:

۱-۴) سنگ‌شناسی:

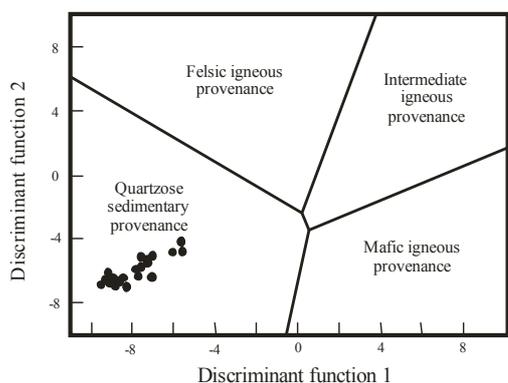
پلات داده های حاصل از آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی ماسه سنگهای ناحیه زفره بر روی نمودار پتی جان و همکاران (Pettijohn et al., 1972) و هرون (Herron., 1988) ترکیب کوارتز آرنایتی را برای اغلب ماسه سنگها نشان می دهد و تنها دو نمونه ماسه سنگی ترکیب ساب لیتارنایتی دارند، که مطالعات پتروگرافی نیز این موارد را تایید می کند (شکل ۶).

ترکیب شیمیایی سنگهای آواری با توجه به ترکیب سنگ منشا، هوازگی شیمیایی، شرایط دیاژنزی پس از رسوبگذاری ذرات و دگرسانی حرارتی منطقه ای متغیر است (Long et al., 2006). متدهای ژئوشیمیایی ابزار بسیار مناسبی برای شناسایی کانیهای آواری اولیه و سنگهای رسوبی هوازده می باشد (Nesbitt and Young., 1982; Taylor and McLennan., 1985; McLennan et al., 1990, 1993; Fedo et al., 1995). شاخص دگرسانی شیمیایی (CIA) و شاخص دگرسانی پلاژیوکلازها (PIA) از متداولترین فاکتورهای تعیین هوازگی سنگ منشا می باشند (Gao et al., 1999; Cullers and Podkovyrov., 2000; Bhat and Ghosh., 2001; Joo et al., 2005). مقدار CIA متوسط و بالا نشان دهنده حرکت کاتیونهای ناپایدار نسبت به عناصر پایدار برجا مانده در طول هوازگی می باشد. مقدار پایین CIA نشان دهنده دگرسانی پایین یا عدم وجود دگرسانی است (Nesbitt and Young., 1982). مقدار Cao موجود در رابطه CIA و PIA مربوط به ساختمان سیلیکاته سنگ است. در ماسه سنگهای مورد مطالعه مقدار CIA و PIA برای همه نمونه ها محاسبه شد ولی به دلیل مقدار بالای Cao که مربوط به سیمان کربناته است، اندیس CIA مقدار پایینی را نشان داد. پایین بودن مقادیر CIA رسوبات با



شکل ۶- a: دیاگرام تقسیم بندی ماسه سنگها (Pettijohn et al., 1972) b: دیاگرام تقسیم بندی ماسه سنگها و گلسنگها (Herron., 1988)

رسوباتی که منشا آنها عمدتاً از سنگهای آذرین مافیک، حدواسط، فلسیک و یا کوارتزهای رسوبی نشأت گرفته اند، ارائه کرده اند. این دیاگرام نشان می دهد که ماسه سنگهای این ناحیه در محدوده چرخه مجدد رسوبی قرار می گیرند و برخاستگاه رسوبی کوارتزی را برای آنها مشخص می کند (شکل ۸).

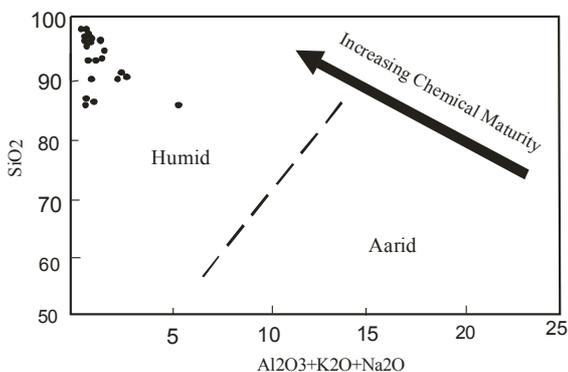


شکل ۸: نمودار متمایز کننده تابعی برای تعیین مجموع ماسه سنگی با استفاده از عناصر اصلی (Roser and Korsch., 1988)

۳-۴) جایگاه تکتونیکی:

به طور کلی ماسه سنگهای مربوط به جایگاههای تکتونیکی مختلف ترکیب ژئوشیمیایی و پتروگرافی متفاوت دارند (Crook., 1974; Dickinson and suczek., 1979; Valloni and Maynard., 1981; Dickinson et al., 1983). به عنوان مثال می توان گفت مقدار TiO_2 و مجموع مقادیر $Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO$ در ماسه سنگها از جزایر قوسی به سمت حواشی غیرفعال کاهش پیدا می کند.

هوازگی ضعیف یا عدم هوازگی در ناحیه منشا را مشخص می کند. این در حالی است که مطالعات پتروگرافی نشان دهنده درصد پایین کانیهای ناپایدار مثل فلدسپات و وجود فلدسپاتهای هوازده در سنگ است. به همین منظور از اندیس دیگری به نام CIW برای مشخص کردن میزان هوازگی در ناحیه منشا برای ماسه سنگها با میزان Cao بالا استفاده شد (Nesbitt and Young., 1982). مقدار CIW نمونه ها به طور میانگین ۸۷ شد که هوازگی نسبتاً شدید را در ناحیه منشا نشان می دهد. همچنین دیاگرام ساتنر و دوتا مطالعات پتروگرافی آب و هوای گرم و مرطوب ناحیه منشا را مشخص می کند (شکل ۷).

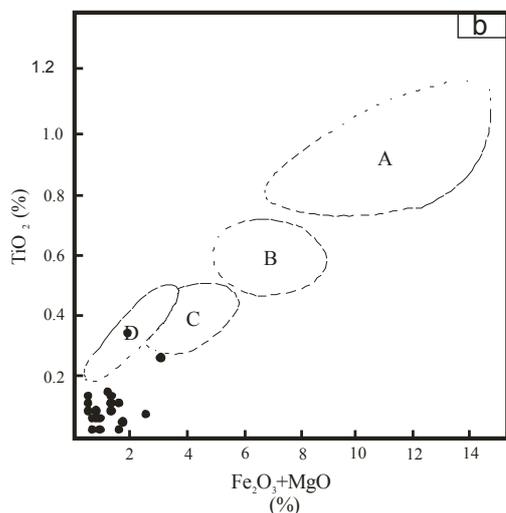
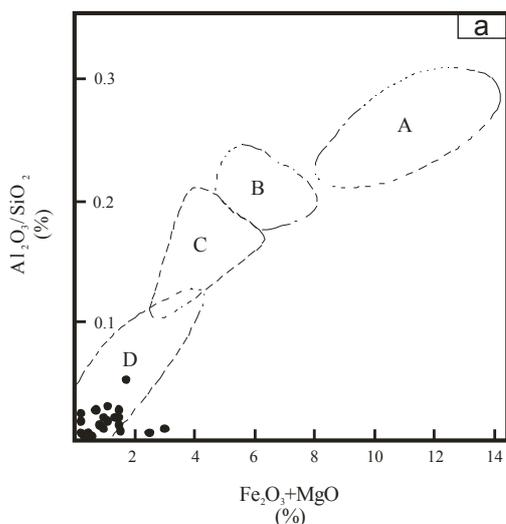


شکل ۷: دیاگرام تعیین کننده آب و هوایی ساتنر و دوتا (Suttner and Duta., 1986)

۳-۴) برخاستگاه:

روسر و کورش (Roser and Korsch., 1988)، دیاگرام متمایز کننده تابعی برای تمایز

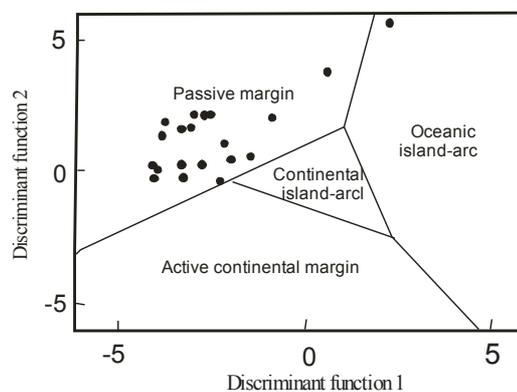
ماسه سنگی، تشکیل آنها در حواشی غیر فعال قاره ای تایید می شود (شکل ۱۰). در این دیاگرامها و دیاگرامهای شکل (۱۲ و ۱۳) محدوده های A, B, C و D به ترتیب نشان دهنده، جزایر قوسی اقیانوسی، جزایر قوسی قاره ای، حاشیه های قاره ای فعال و حاشیه های قاره ای غیر فعال می باشد.



شکل ۱۰: دیاگرامهای تفکیک کننده تکتونیکی ماسه سنگها بر اساس درصد عناصر اصلی (Bhatia., 1983)

۱-۳-۴) تعیین جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها با توجه به ژئوشیمی عناصر اصلی:

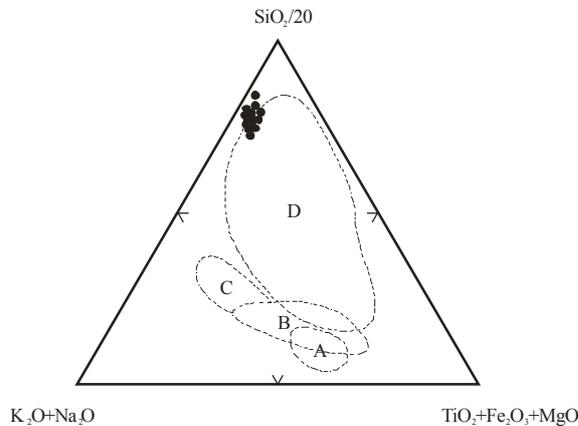
با رسم دیاگرامهای دو بعدی و تفکیک کننده تابعی باتیا (Bhatia, 1983)، دیاگرام تفکیک کننده تکتونیکی روسر و کورش (Roser and Korsch., 1986) و همچنین نمودار سه گانه تفکیک کننده تکتونیکی باتیا و کروک (Bhatia and Crook., 1986) نتایج مشابهی در تعیین جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها به دست آمد. پلات داده های بدست آمده از آنالیز ماسه سنگها بر روی دیاگرام تفکیکی باتیا (Bhatia., 1983)، برای تعیین جایگاه تکتونیکی منشا ماسه سنگها، نشان می دهد که ماسه سنگهای ناحیه زفره در یک حاشیه غیر فعال قاره ای تشکیل شده اند. (شکل ۹)



شکل ۹: دیاگرام تفکیکی باتیا (Bhatia., 1983) به منظور مشخص کردن برخاستگاه ماسه سنگها

با ترسیم دیاگرامهای دو بعدی باتیا (Bhatia., 1983) بر اساس مقدار TiO_2 و Al_2O_3/SiO_2 در مقابل Fe_2O_3+MgO برای نمونه های

تایید دیاگرامهای فوق جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها را حاشیه غیر فعال قاره ای مشخص نمود (شکل ۱۲).

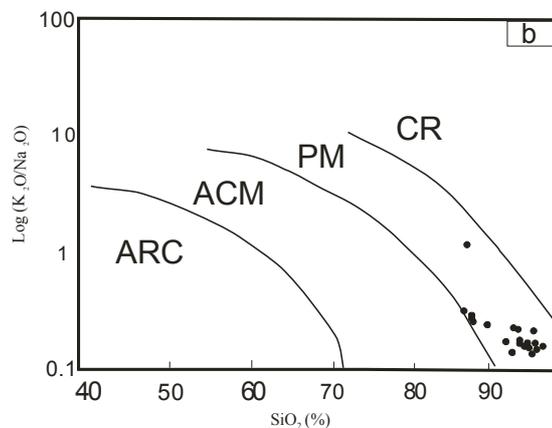
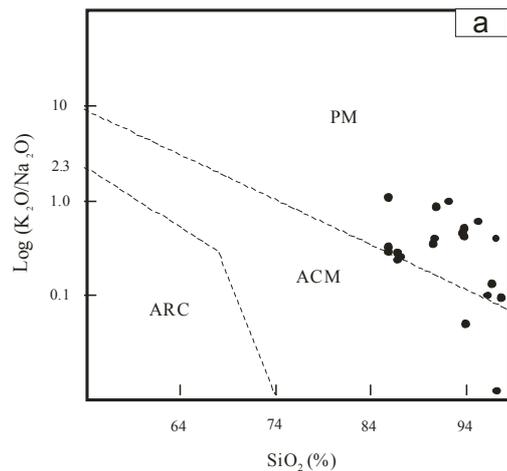


شکل ۱۲: نمودار تفکیک کننده تکتونیکی برای ماسه سنگها بر اساس فراوانی عناصر اصلی (Bhatia and Crook., 1986)

۲-۳-۴) تعیین جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها با توجه به ژئوشیمی عناصر فرعی:

تغییرات عناصر فرعی در سنگهای آواری در شرایط هوازدگی و دیازنز پایین می باشد (Bhatia and Crook., 1986; McLennan et al., 1993). بنابراین عناصر فرعی در تعیین برخاستگاه و جایگاه تکتونیکی بسیار مورد توجه قرار می گیرند (Bhatia and Crook., 2001; McLennan., 1986). و این مسئله باعث شده است که مطالعات بسیاری بر روی عناصر فرعی موجود در سنگهای رسوبی برای تعیین جایگاه تکتونیکی و برخاستگاه آنها انجام شود (McLennan et al., 1993; Eriksson et al., 1994; Bahlburg., 1998; Burnett and Quirk., 2001; Zimmermann and

بر اساس نسبت K_2O/Na_2O در مقابل درصد SiO_2 نمودار تفکیک کننده روسر و کورش (Roser and Korsch., 1986, 1988) رسم شد و این دیاگرامها هم جایگاه تکتونیکی قسمت عمده ماسه سنگها را حاشیه غیر فعال قاره ای مشخص نمود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- a: دیاگرام روسر و کورش (Roser and Korsch., 1986) جهت تفکیک تکتونیکی ماسه سنگها

ترسیم دیاگرام سه گانه تفکیک کننده تکتونیکی باتیا و کروش (Bhatia and Crook., 1986)، بر اساس فراوانی عناصر اصلی هم در

۲- درصد پایین فلدسپاتها، خرده سنگها و دیگر کانیهای ناپایدار و همچنین مچوریتی بالای رسوبات، هوازگی شدید در ناحیه منشا را نشان می دهد.

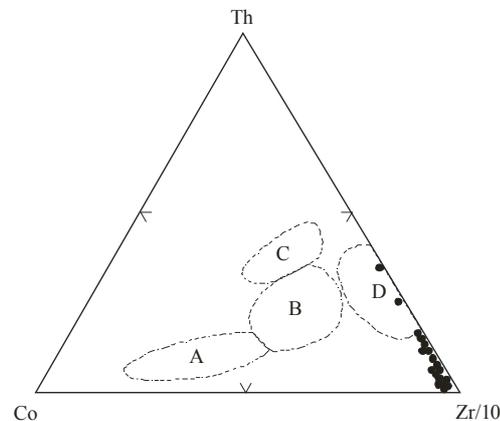
۳- با توجه به میزان هوازگی نسبتا شدید نمونه ها که علاوه بر مطالعات پتروگرافی بر اساس شاخص CIW نیز مشخص شده است، وجود آب و هوای گرم و مرطوب در ناحیه منشا محتمل تر می شود.

۴- استفاده از دیاگرامهای مختلف مربوط به برخاستگاه و تعیین جایگاه تکتونیکی، که با توجه به آنالیزهای مدال و ژئوشیمیایی ماسه سنگها، رسم شد، وجود سنگ منشا رسوبی کوارتزی، حمل و تشکیل در طی چرخه مجدد رسوبی و رسوبگذاری در حاشیه غیر فعال قاره ای برای ماسه سنگهای این ناحیه پیشنهاد می شود.

References:

- Armstrong-Altrin, J.S., Lee, Y., Verma, S., Ramasamy, S., 2004. Geochemistry of sandstones from the Upper Miocene Kudanul Formation, southern India: Implications for provenance, weathering and tectonic setting. *Journal of Sedimentary Research* 74 (2), 167-179.
- Bahlburg, H., 1998. The geochemistry and provenance of Ordovician turbidites in the Argentine Puna. In: Pankhurst, R.J., Rapela, C.W. (Eds.), *The Proto-Andean Margin of Gondwana Special Publication* 142. Geological Society of London, pp. 127-142.

(Bahlburg., 2003). برای این منظور دیاگرام مربوط به عناصر فرعی برای تعیین جایگاه تکتونیکی ماسه سنگها رسم شد و نتایج بدست آمده از آنها در تایید دیاگرامهای مربوط به عناصر اصلی نشان داد که جایگاه تکتونیکی رسوبات، حواشی غیر فعال قاره ای می باشد (شکل ۱۳). تمرکز نمونه ها در نزدیکی راس Zr به دلیل وجود کانی زیرکن نسبتا زیاد در این ماسه سنگها می باشد.



شکل ۱۳: نمودار تفکیک کننده تکتونیکی برای ماسه سنگها بر اساس فراوانی عناصر فرعی (Bhatia and

(Crook.,1986

نتیجه گیری:

در این پژوهش جهت تعیین برخاستگاه ماسه سنگهای ناحیه زفره پس از مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی نتایج زیر بدست آمد:

- ۱- مطالعات پتروگرافی و آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر اصلی و فرعی ماسه سنگهای ناحیه مورد مطالعه به طور عمده ترکیب کوارتز آرنایتی را نشان می دهند.

- Basu, A., Young, S., Suttner, L., James, W., Mack, G., 1975. Re-evaluation of the use of undulatory extinction and crystallinity in detrital quartz for provenance interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology* 45, 873-882.
- Bhat, M.I., Ghosh, S.K., 2001. Geochemistry of the 2.15 Ga old Rampur group pelites, western Himalayas: implication for their provenance and weathering. *Precambrian Research* 108,1-16.
- Bhatia, M.R., 1983. Plate tectonic and geochemical composition of sandstone. *Journal of Geology* 91, 611-627.
- Bhatia, M.R., Crook, K.W., 1986. Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 92, 181-193.
- Brice, D., Yazdi, M., Torabi, H., Maleki, A., 2006. Devonian Brachiopods from the Zefreh section (central Iran): p141-155.
- Burnett, D.J., Quirk, D.G., 2001. Turbidite provenance in the Lower Paleozoic Manx Group, Isle of Man; implication for the tectonic setting of Eastern Avalonia. *Journal of Geological Society of London* 158, 913-924.
- Crook, K. A. W., 1974. Lithogenesis and tectonics: the significance of compositional variation in flysch arenites (greywackes). In: Dott, R.H., Shaver, R.H. (Eds), *Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation Special*.
- Cullers, R.L., Podkovyrov, V.N., 2000. Geochemistry of the Mesoproterozoic Lakhanda shales in southeastern Yakutia, Russia: implication for mineralogical and provenance control, and recycling. *Precambrian Research* 104,77-93.
- Dabbagh, M.E., Rogers, J.J., 1983. Depositional environments and tectonic significance of the Wajid Sandstone of southern Saudi Arabia. *Journal of African Earth Sciences* 1, 47-57.
- Dickinson, W.R., Suczek, C., 1979. Plate tectonics and sandstone composition. *American Association of Petroleum Geological Bulletin* 63, 2146-2182.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inma, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A., Ryberg, P.T., 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of American Bulletin* 94, 222-235.
- Eriksson, P.G., Schreiber, U.M., Reczko, B.F., Snyman, C.P., 1994. Petrography and geochemistry of sandstones interbedded with the Rooiberg Felsite Group (Transvaal sequence, south Africa): implication for provenance and tectonic setting. *Journal of Sedimentary Research* A64, 836-846.
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosoils, with implication for paleoweathering conditions and provenance. *Geology* 23, 921-924.
- Folk, R.L., 1980. *Petrology of Sedimentary Rock*. Austin, Texas: Hemphill Publication Company, 182pp.
- Gao, S., Ling, W.L., Qiu, Y.M., Lian, Z., Hartman, G., Simon, K., 1999. Contrasting geochemical and Sm-Nd isotopic compositions of Archean

- metasediments from the Kongling high-grade terrain of the Yangtze craton: evidence for cratonic evolution and redistribution of REE during crustal anatexis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63, 2071-2088.
- Herron, M.M., 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. *J. Sed. Petrol* 58, 820-829.
 - Ingersoll, R.V., Bullard, T., Ford, R., Grimm, J., Pickle, J., Sares, S., 1984. The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Petrology* 13, 267-288.
 - Joo, Y.J., Lee, Y., Bai, Z.Q., 2005. Provenance of the Qingshuijian Formation (Late carboniferous), NE China: implication for tectonic processes in the northern margin of the North China block. *Sedimentary Geology* 177 (1-2), 97-114.
 - Kebriaei, M.R., 2003. Late Devonian Conodont biostratigraphy of Kuh-E-Zard, Zefreh area, northeast of Esfahan, Iran: *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 245, 195-199.
 - Long, X.P., Sun, M., Yuan, C., Xiao, W.J., Chen, H.L., Zhao, Y.J., Cai, K.D., Li, J.L., 2006. Genesis of Carboniferous volcanic rocks in the eastern Janggar: constraints on the closure of the Janggar ocean. *Acta Petrological Sinica* 22, 31-40.
 - Matter, A., Ramseyer, K., 1985. Cathodoluminescence microscopy as a tool for provenance studies of sandstones. In: Zuffa, G.G. (Ed.), *Provenance of Arenite*. Reidel, Dordrecht, the Netherlands.
 - McLennan, S.M., 2001. Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 2, C000109.
 - McLennan, S.M., Taylor, S.R., McCulloch, M.T., Maynard, J.B., 1990. Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: crustal evolution and plate tectonic associations. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 43, 375-388.
 - McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K., Hanson, G.N., 1993. Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. *Geological Society of America Special Paper* 284, 21-40.
 - Mount, J., 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediment: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology* 32, 435-442.
 - Nesbitt, H.W., Young, Y.M., 1982. Early Paleozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of limestones. *Nature* 299, 715-717.
 - Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1972. *Sand and sandstones*. Springer Verlag, Berlin. 618p.
 - Pettijohn, F., Potter, P.E., Siever, R., 1987. *Sand and sandstones*. Second ed. Springer, New York. 553 pp.
 - Pittman, E.D., 1970. Plagioclase as an indicator of provenance in sedimentary rocks. *Journal of Sedimentary Petrology* 40, 591-598.
 - Roser, B.P., Korsch, R.J., 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂

- content and K_2O/Na_2O ratio. *Journal of Geology* 94, 635-650.
- Roser, B.P., Korsch, R.J., 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. *Chemical Geology* 67, 119-139.
- Seyedolali, A., Krinsley, D., Boggs, S., Ohara, P., Dypvi, H., Goles, G., 1997. Provenance interpretation of quartz by scanning electron microscope-cathodoluminescence fabric analysis. *Geology* 25, 787-790.
- Suttner, L.J., Dutta, P.K., 1986. Alluvial sandstone composition and palaeoclimate: framework mineralogy. *Journal of Sedimentary Petrology* 56, 329-345.
- Suttner, L.J., Basu, A., Mack, G.H., 1981. Climate and the origin of quartz arenites: *Journal of Sedimentary Petrology*, 51, 235-246.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell Science Publication, Oxford, UK, p. 312.
- Valloni, R., Maynard, B., 1981. Detrital modes of recent deep-sea sands and their relation to tectonic setting: a first approximation. *Sedimentology* 28, 75-83.
- Wannas, H.A., Abdel-Maqid, N.M., 2006. Petrography and geochemistry of the Cambro-Ordovician Wajid Sandstone, southwest Saudi Arabia: Implication for provenance and tectonic setting. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 416-429.
- Young, S.W., 1976. Petrographic textures of detrital polycrystalline quartz as an aid to interpreting crystalline source rocks. *Journal of Sedimentary Petrology* 46, 595-603.
- Zimmermann, U., Bahlburg, H., 2003. Provenance analysis and tectonic setting of the Ordovician clastic deposits in the southern Puna Basin, NW Argentina. *Sedimentology* 50, 1079-1104.