فصلنامه زمین‌ساخت

تابستان ۱۴۰۰، سال پنجم، شماره ۱۸

doi 10.22077/JT.2022.4613.1120

مطالعه سنگ منشأ و خاستگاه زمین ساختی رسوبات کواترنری مانداب سقلکسر در رشت

معصومه مجملی رنانی[۱]، خلیل رضایی[۲*]، مهران آرین[۳]، محسن آل علی[۴]، پانته آ گیاهچی[۵]

۱. دانشجوی دکتری، رسوب‌شناسی، گروه علوم زمین، دانشکده علوم و فناوری های همگرا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲. استادیار، رسوب‌شناسی، دانشکده زمین شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳. استاد، تکتونیک، گروه علوم زمین، دانشکده علوم و فناوری های همگرا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران .

۴. استادیار، رسوب‌شناسی، گروه علوم زمین، دانشکده علوم و فناوری های همگرا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۵. مدیر مرکز زمین‌شناسی استان گیلان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۷

چکیده:

به‌منظور تعیین منشأ و خاستگاه زمین‌ساختی رسوبات مانداب سقلکسر ، ۷۴ نمونه سطحی و زیرسطحی مطالعه شد. ارتباط مثبت میزان Al_2O_3 با میزان MgO ، Fe_2O_3 و K_2O و همچنین، ارتباط منفی میزان Al_2O_3 با میزان SiO_2 و TiO_2 بر حضور این عناصر در کانی‌های رسی و میکاها دلالت دارد. در همه نمونه‌ها میزان K_2O از Na_2O به‌مراتب بیشتر است که به علت وجود فراوانی K فلدسپار نسبت به پلاژیوکلازها در سنگ منشأ می باشد، یک بی‌نظمی در شمال غرب مانداب سبب افزایش Na_2O نسبت به K۲O شده است که به دلیل فلدسپار سدیم دار در سنگ منشأ در رسوبات نیمه شمالی مانداب است. همچنین، افزایش شدید میزان MgO و Fe_2O_3 در مقایسه با پوسته بالایی قاره‌ای نشان‌دهنده حضور کانی‌های مافیک در سنگ منشأ است. مقایسه اکسیدهای عناصر اصلی و انطباق نمونه‌ها بر دیاگرام مثلثی SiO_2/10-CaO+MgO-Na_2O+K_2O حاکی از این است که منشأ اصلی رسوبات هوازدگی سنگ‌های ماگمایی شوشونیتی، داسیت، مونزونیت گابرو (عموماً ترکیب حد واسط) در مجموعه ماگماتیسم البرز است. پلات نمونه‌ها روی دیاگرام SiO_2 در مقابل $Al_2O_3+K_2O+Na_2O$ آب‌وهوای نیمه‌خشک را نشان می‌دهد. برمبنای انطباق نمونه‌های مانداب بر دیاگرام‌های دوتایی اکسید عناصر اصلی، یعنی Fe_2O_3+MgO در برابر Al_2O_3/SiO_2 و (TiO_2و log K_2O/Na_2O) در برابر SiO_2 و همچنین، نمودارهای سه‌تایی عناصر فرعی Th، La، Sc و Zr ، به نظر می‌رسد رسوبات ابتدا از یک حوضه پشت کمانی حاشیه ای و سپس از یک کمان ماگمایی در حاشیه های قاره ای فعال نشات گرفته باشند. در نهایت طی کواترنری، چرخه رسوبگذاری مجدد را پس از هوازدگی و حمل به مانداب سقلکسر پشت سر گذاشته اند.

واژه‌های کلیدی: سقلکسر، مانداب، سنگ منشأ ، البرز

*ایمیل: drkhalilrezaei@gmail.com

تلفن تماس: ۰۲۱۸۸۳۲۹۲۲۰

Geochemical approaches to the provenance and tectonic setting of the Quaternary sediments of Saghalak-sar bog

Masoumeh Mojmeli Renan[1], Khalil Rezaei[2*], Mehran Arian[3], Mohsen Aleali[4], Pantea Giahchi [5]

1- Department of Geoscience, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Department of Geology, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3- Department of Geoscience, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- Department of Geoscience, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5- Guilan Center of Geoscience.

Abstract:

Seventy- four surface and subsurface sediment samples from the SaghalakSar bog were investigated to decipher their tectonic setting and provenance. The Al_2O_3 content showed positive correlation with MgO, Fe_2O_3, and K_2O while it showed negative correlation with TiO_2 and SiO_2, suggesting that clay minerals and mica were major hosts for these elements. Average K_2O values were higher than average Na_2O levels, reflecting that k-feldspar was proportionally more abundant than plagioclase in the source rock. A decrease in K_2O with an increase in Na_2O in the northwest bog could be interpreted as alteration of rocks, suggesting possible effect of sodium feldspar on the source rock. A strong increase in MgO and Fe_2O_3 relative to average upper continental crust was consistent with mafic source rock. The results of comparing the major-element oxides with the S (SiO_2 / 10)-CM (CaO + MgO)- NK (Na_2O + K_20) diagram showed that the sediments had been subjected to weathering, and were derived from magmatic rocks, Shoshonite, Dacite, Monzonite, and Gabbro (usually intermediate composition) at the Alborz magmatic zone. Based on Binary plot of SiO_2 versus Al_2O_3+Na_2O+K_2O indicated semi-arid climatic condition. Binary plot of Fe_2O_3+MgO versus Al_2O_3/SiO_2 and TiO_2, log (K_2O/Na_2O) versus SiO_2, and ternary diagram of trace elemental, Th, Sc, La, and Zr, it seems that the sediments originated first from a marginal Back Arc basin and then from a magmatic arc in the active continental margin. Finally, during the Quaternary, they went through a recycle of sedimentation after weathering and transport to the Saghalak-Sar Bog

Keywords: Saghalak- Sar, bog, Provenance, ,Alborz

*Email: drkhalilrezaei@gmail.com
Tel: +982188329220

۱-مقدمه

بر طبق سیستم طبقه بندی کنواکسیون رامسر (Navid et al.,1989) دریاچه سقلکسر با توجه به اینکه ارتباط با دریا ندارد، بیشتر در طبقه بندی های فوق در گروه ماندابها (Bogs) قرار میگیرد.تالاب ها و مانداب ها از نقطه نظر اقتصادی، تفرجگاهی و اکولوژیک ارزش بسیاری برای محیط اطراف خود و جوامع انسانی و جانوری دارند. براساس تعاریفی که در مورد تالاب ها وجود دارد، باید گفت تالاب ها، از مکان های منحصر بفردی هستند و دارای ویژگی های بوم شناختی خاصی بوده و از نظر قدرت تنظیم آب های زیرزمینی محیط پیرامون، شکار، صید پرندگان و ماهیان و تامین منابع علوفه دامی بسیار حائز اهمیت می باشند (Costanza et al.,2014).

فعالیت‌های بشری و کشاورزی باعث نابود شدن تالاب های زیادی در کل دنیا شده است، زیرا حدود ۲۷ درصد از جمعیت انسانی در ۵۰ کیلومتری رودها زندگی می کنند که باعث آسیب رساندن به رودها در مسیر ورود به تالاب و اختلالات فیزیکی، شیمیایی، دفع زباله، فرسایش منابع، رشد آبزیان می شوند این پدیده سبب شده که مطالعات گسترده در دنیا در سالهای اخیر بتواند میزان تلفات مانداب ها را ۳۰ درصد کاهش دهد (Noe & Childers, 2007). بنابراین حفظ این محیط های ارزشمند مرهون مطالعه و شناخت دقیق این محیط های ارزشمند است.

در بین مطالعات گسترده مانداب ها مطالعه رسوبات آن اهمیت ویژه ای دارد زیرا رسوبات جزیی، تفکیک ناپذیر از اکوسیستم تالابی هستند، آنها منابع غذایی بعضی از ارگانیسم ها بوده و از طریق فازهای آب و رسوب نقش مؤثری در آلودگی یا پالایش آبهای درگیر با رسوب ایفا می کنند و مانند آرشیوی تاریخی، در ثبت فلزات سنگین، تاریخچه آب و هوایی و سنگ منشأ و..... عمل می کنند (Sunderland et al., 2008).

مانداب سقلکسار نیز یکی از مانداب های استان گیلان می باشد و منشا رسوبات کواترنری این مانداب ارتفاعات البرز می باشد این مانداب بخش عمده ای از آب مصرفی روستاهای اطراف را در امر کشاورزی و دامپروری و..... فراهم می کند لذا با توجه به روند افزایش خشکسالی، کاهش آبهای سطحی و زیرسطحی کشور و لزوم مدیریت منابع آب و به دلیل قرار گرفتن این مانداب درنزدیکی رشت، حفظ مانداب و حل مسائل زیست محیطی آن(کنترل حجم رسوبات ، پتانسیل تجمع آلودگی های بشری و طبیعی در رسوبات و.....) از اهمیت زیادی برخوردار است.

ژئوشیمی نهشته های سیلیسی آواری تابع عواملی نظیر ترکیب سنگ منشأ، فرآیندهای هوازدگی، حمل و نقل و رسوب گذاری است و لذا می توان از این داده ها در تعبیر و تفسیر آب و هوای ناحیه منشأ و شرایط رسوبگذاری استفاده کرد. (Condie et al,1995) در این مطالعه نیز از آنالیز اکسیدهای اصلی جهت تعیین سنگ منشأ، جایگاه تکتونیکی و تفسیر شرایط آب و هوای دیرینه و فرآیندهای هوازدگی در رسوبات آواری مانداب سقلکسر استفاده شده است.

۲-مواد و روشها

۷۰ نمونه از رسوبات در قالب ۱۳ مغزه (SL1- SL13) با استفاده از اوگرز (Augers) و ۱۲ نمونه سطحی (SW1-SW12) از رسوبات کف مانداب توسط گرب (Grab Sampler)، برداشت گردید (رسوبات سطحی دقیقا مقابل مغزه ها برداشت شد). با توجه به اینکه امکان نمونه برداری توسط اوگر در وسط دریاچه وجود نداشت نمونه برداری مغزه ها در نوار حاشیه دریاچه و در فصل کم آب صورت گرفت (شکل۲ و جدول ۱). . در هر مغزه نمونه ها بر اساس تغییر ظاهری اندازه دانه، رنگ و ساختهای رسوبی برداشت و در ظروف جداگانه جمع آوری گردید.

مطالعات ژئوشیمیای رسوبات و سنگهای سیلیسی آواری می تواند جهت نامگذاری، تعیین جایگاه زمین ساختی، سنگ منشأ مورد استفاده قرار گیرد (Roser and Korsch , 1986, 1988; Herron, 1988; Kroonenberg , 1994; Cox et al., 1995; Fedo et al., 1995; Nesbitt and Young , 1982; Bhatia) به همین دلیل بعد خشک کردن نمونه ها در دمای زیر ۸۰ درجه سانتیگراد و دانه بندی، تعداد ۶۶ نمونه از رسوبات دانه ریز (کمتر از ۶۲ میکرون) از کل مغزه ها و نمونه های سطحی انتخاب و به وسیله فلورسانس اشعه ایکس XRF به منظور تعیین درصد فراوانی ۱۳ اکسید عناصر فرعی و تجزیه شده اند، لازم به ذکر است تعداد اندکی از نمونه ها که درصد گل آنها بسیار ناچیز بود به ناچار در این آنالیز

کنار گذاشته شدند.

تعداد۱۲ نمونه از رسوبات دانه ریز از مغزه های ۲ در جنوب غرب ، ۹ در شمال شرق و ۱۲ در شمال غرب مانداب انتخاب و جهت تعیین فراوانی عناصر مختلف،آنالیز طیف سنج تابشی (ICP –OES,MS) صورت گرفت، نمونه های انتخابی این آنالیز به گونه ای انتخاب گردید که بتوانیم در شمال و جنوب مانداب در عمق های متفاوت نتایج را مقایسه نماییم.

به منظور منظور شناسایی نوع کانیها و به ویژه کانی های رسی موجود در رسوبات فوق تعداد ۷ نمونه از رسوبات (سیلت و رس) از مغزه های ۱،۴،۷،۸،۹،۱۰ و نمونه سطحی SW11 در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی تهران توسط دستگاه Semens Diffractometer آنالیز XRD انجام شد، به منظور پوشش حداکثری شناسایی نوع کانی ها از هر مغزه نام برده یک نمونه در عمق های مختلف انتخاب شد

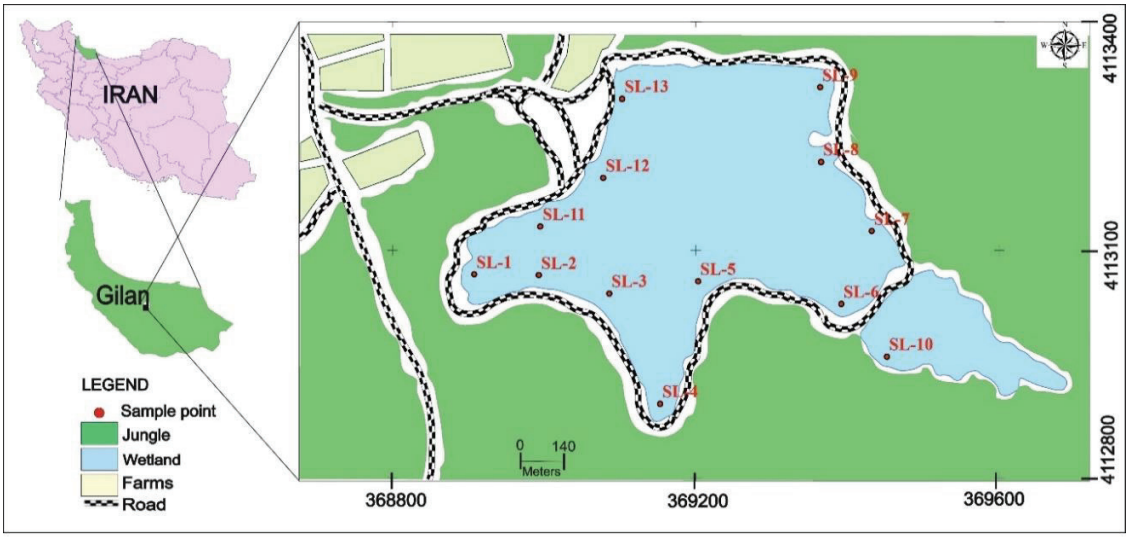
.همه نمونه ها در وزن مشخص و با ذکر مشخصات فیزیکی و عمق برداشت جهت آماده سازی و آنالیز به سازمان زمین شناسی ارسال گردید .همچنین به منظور تکمیل مطالعات کانی شناسی از نمونه های ماسه ای مقاطع نازک تهیه و مطالعه گردید.

تایج حاصل به منظورتعیین منشأ ، شرایط آب و هوایی و موقعیت تکتونیکی نهشته های رسوبی، نوع کانی ها در زمان تشکیل مورد استفاده قرار گرفت.

۳- موقعیت جغرافیایی و نقاط نمونه برداری

دریاچه سقلکسر در ۱۵ کیلومتری جنوب شهر رشت در دهستان لاکان در استان گیلان در موقعیت جغرافیایی N و واقع شده است (شکل۱).

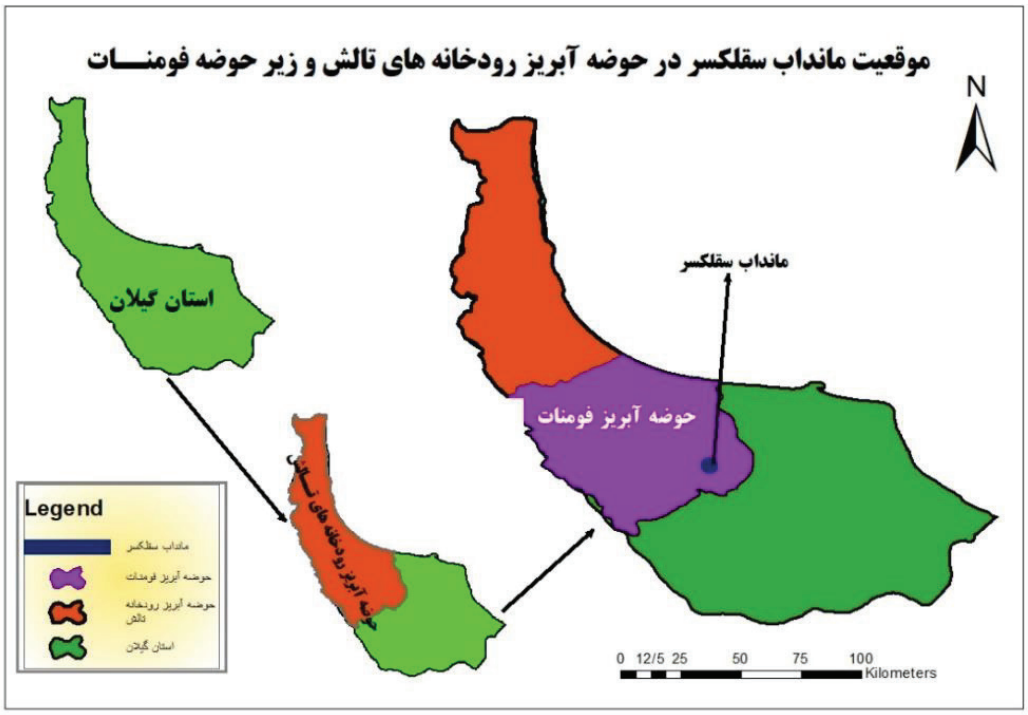
آب این دریاچه از ریزش های جوی و چشمه ساران بالادستی منطقه تامین می شود، ارتفاع دریاچه از سطح دریا ۶۴ متر است ،وسعت کل حوضه به انضمام زمین های اطراف که دارای پوشش گیاهی هستند طبق گزارشات غیر رسمی حدود ۱۵ کیلومتر مربع اعلام شده است، اما در پژوهش فوق وسعت دریاچه در زمان برداشت نمونه (خرداد ماه) حدود ۰/۳ کیلومتر مربع اندازه گیری شد(شکل ۱) .



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مانداب سقلکسر و محل نقاط برداشت نمونه (مختصات بر اساس سیستم UTM می باشد)

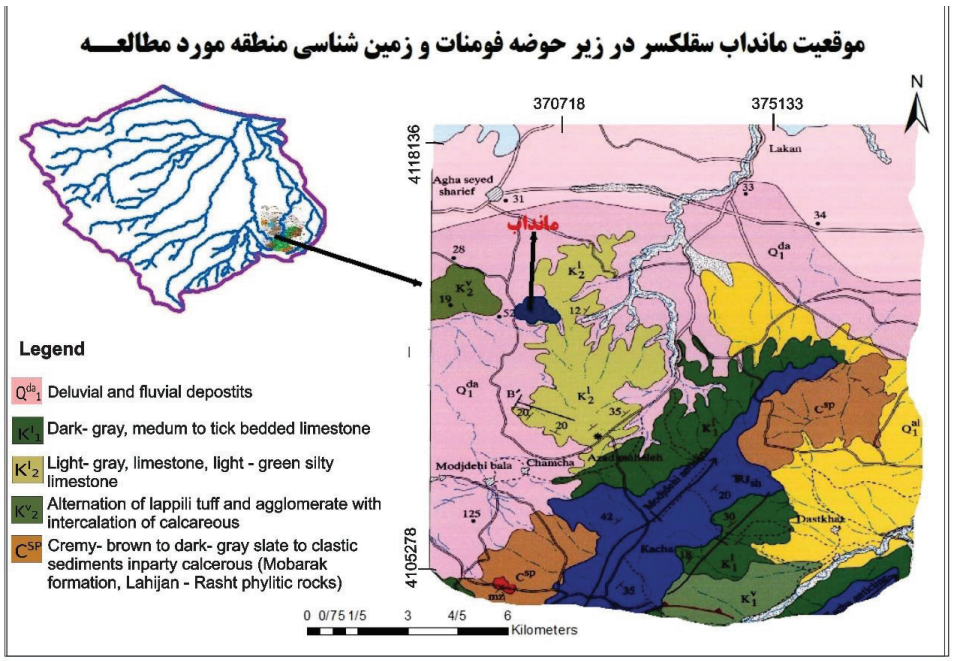
۴-زمین شناسی منطقه

محدوده موردمطالعه در جنوب غربی شهر رشت و از نظر زمین شناسی در شمال باختری پهنه ساختاری البرز جای دارد و از نظر تقسیمات جغرافیایی منطقه مورد نظر بخشی از حوضه آبریز تالش و زیر حوضه فومنات است (شکل۲).



شکل ۲. موقعیت مانداب در حوضه آبریز تالش و زیر حوضه آبریز فومن

در اطراف برش مورد مطالعه (مانداب سقلکسر) شیست ها و فیلیت های دگرگونی جنوب لاهیجان (C^{sp}_2) با سن کربونیفر آغازین، آهک بایو میکریتی و سنگ آهک های سیلتی همراه با سیلت استون کرتاسه زیرین (k^l_1)، سنگهای آهکی میکرواسپاریتی با میان لایه هایی از سنگ آهک سیلتی و سیلت استون های کرتاسه پایانی (k^l_2)، واحد آتشفشانی کرتاسه پایانی (k^v_2)، همچنین رخساره سیلابی- رودخانه ای (Q^{da}_1) به عنوان فرآورده های ثانویه پیامد فرسایش شدید رودخانه ای سنگها در کوه های البرز و رخساره دانه ریز ماسه ای، سیلتی- رسی آبرفتی بیرون زدگی دارند (شکل ۳). آبراهه های وارد شده به مانداب عمدتا از افق های آتشفشانی کرتاسه (K^v_2)، و رخساره سیلابی (Q^{da}_1) عبور می کنند.



شکل ۳. موقعیت مانداب در زیر حوضه فومنات و زمین‌شناسی منطقه(مختصات بر اساس سیستم MTU می باشد)

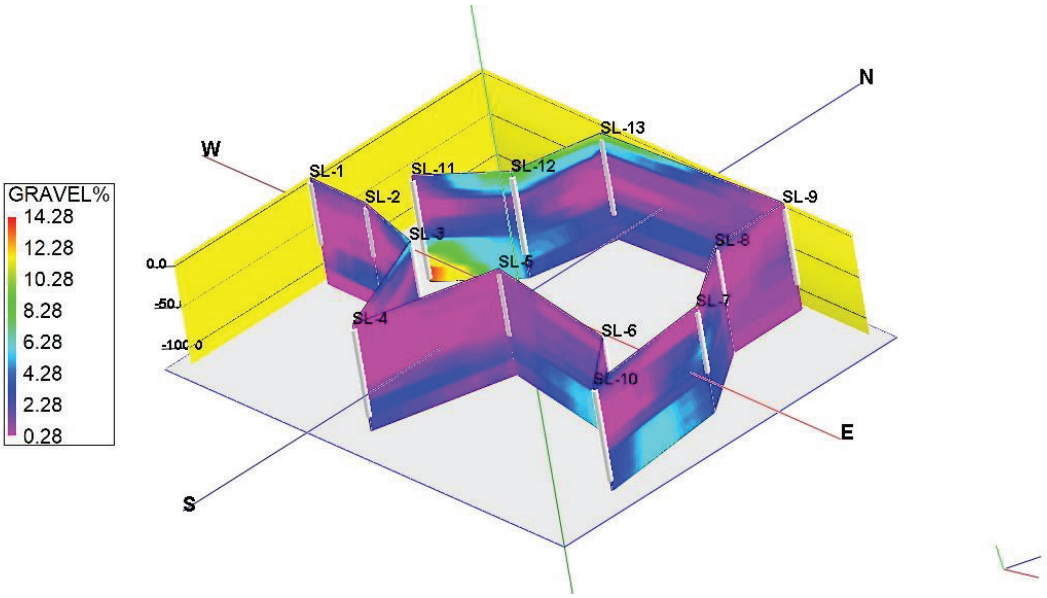
۵-بحث

آنالیز توزیع دانه‌های رسوبی برای مقایسه نمونه‌های مختلف با یکدیگر از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا بدین‌وسیله می‌توان به اختصاصات مختلف رسوبات و فرایندهایی که باعث تشکیل آنها، گردیده است، پی برد (Flemming, ۲۰۰۷; Mycielska-Dowgiałło & Ludwikowska-Kędzia, ۲۰۱۱).

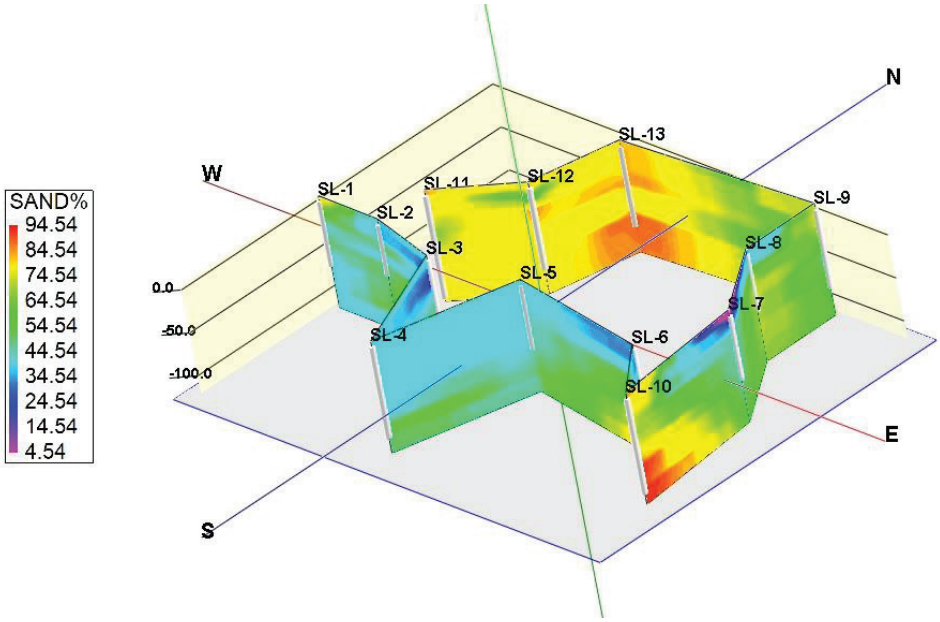
بنابراین پس از دانه‌بندی رسوبات و تعیین درصد وزنی هر رده از اندازه ذرات، نمودارهای پراکندگی اندازه ذرات ترسیم شده و باتوجه به این نمودارها، پارامترهای آماری به دست آمد. رسوبات فوق با وجود میزان گراول کم در دیاگرام مثلثی فولک نام‌گذاری شدند. این نمونه‌ها در ۸ تیپ رسوبی شامل ماسه گلی با کمی گراول (Slightly Gravelly Muddy Sand)، گل ماسه‌ای با کمی گراول (Slightly Gravelly Sandy Mud)، گل ماسه‌ای (Sandy Mud)، ماسه گلی (Muddy Sand)، ماسه گلی گراولی (Gravelly Muddy Sand)، گل گراولی (Gravelly Mud)، ماسه با کمی گراول گراولی (Slightly Gravelly Sand)، ماسه گراولی (Gravelly Sand) طبقه‌بندی می‌شوند، که فراوانی تیپ رسوبی رسوبات ماسه گلی با کمی گراول از همه بیشترو رسوبات گل گراولی از همه کمتر است.

تغییرات جانبی میزان گل و ماسه و گراول در مانداب نشان می‌دهد میزان گراول در همه نمونه ها تقریبا اندک است(شکل۴)، نسبت میانگین فراوانی ماسه به گل در مغزه های ۸، ۹، ۱۲،۱۱، ۱۳ واقع در شمال غرب و شمال شرق مانداب ۲/۹ (حدود سه برابر) (شکل ۵) و در مغزه های ۱و۲و۳و۴و۵و۶و۷ در جنوب غرب و جنوب شرق مانداب ۰/۷ می باشد (شکل ۶).

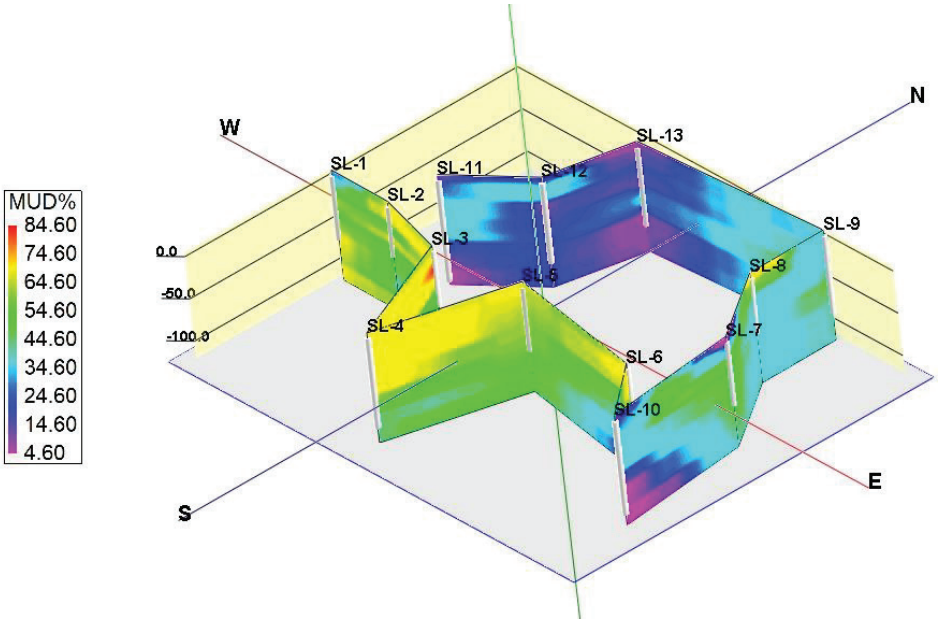
میانگین انحراف معیار جامع رسوبات از ۱/۱ فی در کلیه نمونه های نیمه شمالی مانداب(جورشدگی متوسط تا بد در نمونه های مختلف) تا ۱/۵فی در نیمه جنوبی(جورشدگی بد تا بسیار بد در نمونه های مختلف) متغییر است بنابر این جورشدگی رسوبات عمدتا بد است اما رسوبات در نیمه شمالی مانداب اندکی جور شده تر از نیمه جنوبی هستند. بنابراین رسوبات نیمه شمالی در شرایط کم‌عمق‌تر و انرژی بیشتری و رسوبات نیمه جنوبی مانداب در شرایط عمیق‌تر و انرژی کمتری ته‌نشست یافته‌اند.



شکل ٤. تغییرات عمودی و جانبی فراوانی گراول در رسوبات مانداب



شکل ۵. تغییرات عمودی و جانبی فراوانی ماسه در رسوبات مانداب



شکل ۶. تغییرات عمودی و جانبی فراوانی گل در رسوبات مانداب

عناصر اصلی و فرعی رسوبات آواری به عواملی مانند ترکیب سنگ منشأ، پستی و بلندی‌های ناحیه، آب‌وهوای دیرینه و دیاژنز بستگی دارد (Dey et al.,; 2009.Taylor & McLennan , 1985; Cullers , 1995 & 2000) بنابراین می‌توان با استفاده از نمودارهایی که به‌صورت تجربی توسط پژوهشگران مختلف ارائه شده است به شرایط دیرینه حوضه رسوبی پی برد (Bhatia , 1983; Bhatia & Crook, 1986,; Roser & Korsch , 1988).

پیش از بررسی نتایج ژئوشیمی روی نمودارهای متداول و تفسیر آنها پردازش های آماری تجزیه عناصر اصلی و فرعی،صورت گرفته است. مقایسه اکسید عناصر نمونه های فوق با پوسته قاره ای بالایی (Upper Continental Crust: UCC) در جدول۱ مشهود است.

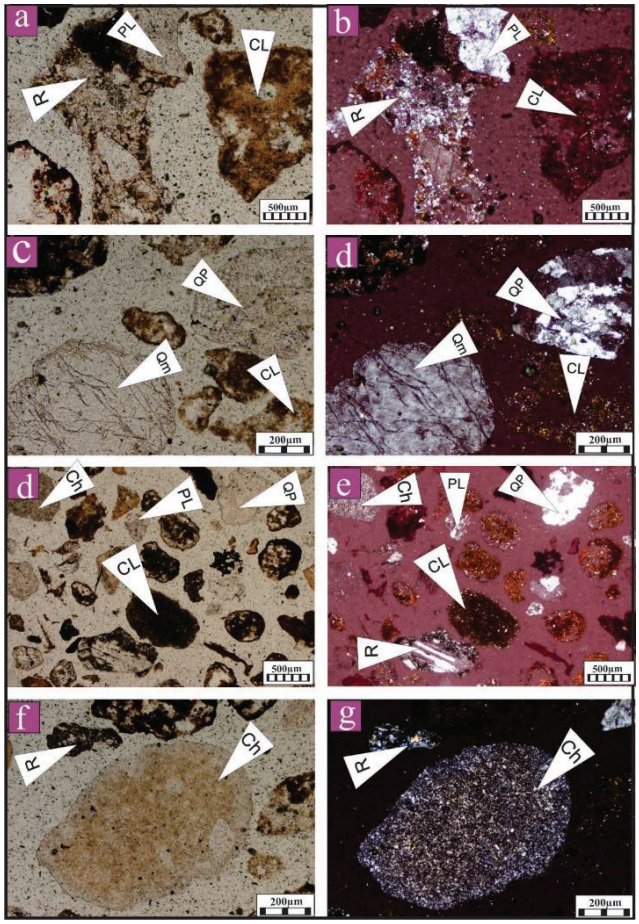
جدول ۱. میزان اکسید عناصراصلی و اندیس های SiO_2/Al_2O_3 و $Al2O_3/TiO_2$ و K_2O/Na_2O و ضریب ICV در رسوبات مانداب

Samples	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	TiO_2	SiO2/ Al2O3	Al2O3/ TiO2	K2O/ Na2O	ICV
SL1-1	65.7	13.7	6.1	0.5	1.1	0.8	1.9	0.1	1.2	4.7	11.4	2.3	0.8
SL1-2	62.7	14.4	7.5	0.6	1.1	0.7	2.1	0.1	1.2	4.3	12	3	0.9
SL1-3	65.2	13.8	7	0.6	1.2	0.8	2.1	0.1	1.2	4.7	11.5	2.6	0.9
SL1-4	66.9	14.1	6	0.5	1.2	0.9	2.2	0.1	1	4.7	14.1	2.4	0.8
SL2-1	66.4	13.5	6.4	0.5	1.2	0.8	2.1	0.1	1.3	4.9	10.3	2.6	0.9
SL2-2	67.2	13.6	5.1	0.5	1.2	0.9	2	0.1	1.2	4.9	11.3	2.2	0.8
SL2-3	68.3	13.6	5.7	0.4	1.1	0.9	2	0.1	1.1	5.0	12.3	2.2	0.8
SL2-4	67.2	13.4	6.9	0.5	1.1	0.9	2.1	0.1	1.2	5.0	11.1	2.3	0.9
SL2-5	65.9	14.2	6.9	0.5	1.2	0.8	2.3	0.1	1.2	4.6	11.8	2.8	0.9
SL3-1	66.1	13.4	5.4	0.4	1.1	0.8	2.1	0.1	1.2	4.9	11.16	2.62	0.8
SL3-2	68	13.5	5.9	0.5	1.1	0.7	2.2	0.1	1.2	5.0	11.25	3.14	0.7
SL3-3	64.2	14.9	7	0.5	1.2	0.7	2.1	0.1	1.2	4.3	12.41	3	0.8
SL4-1	67.4	13.6	6.2	0.4	1.1	0.8	2.2	0.1	1.4	4.9	9.7	2.7	0.9
SL4-2	65.4	14.6	6.6	0.5	1.2	0.7	2.2	0.1	1.3	4.4	11.2	3.1	0.8
SL4-3	64.5	15.3	6.9	0.4	1.2	0.8	2.2	0.1	1.2	4.2	12.7	2.7	0.8
SL4-4	64	15.3	7.2	0.4	1.3	0.7	2.2	0.1	1.1	4.1	13.9	3.1	0.8
SL4-5	63.6	15.1	7.4	0.4	1.2	0.7	2.5	0.1	1.2	4.2	12.5	3.5	0.8
SL5-1	67.5	13.7	5.9	0.5	1.1	0.7	2.1	0.1	1.4	4.9	9.7	3	0.8
SL5-2	63.4	15.4	7.6	0.6	1.2	0.6	2.1	0.1	1.3	4.1	11.8	3.5	0.8
SL6-1	65.2	13.8	5.8	0.5	1.1	0.7	2	0.1	1.2	4.8	11.5	2.3	0.8
SL6-2	67.3	14.2	6.2	0.4	1	0.8	2	0.1	1.2	4.7	11.8	2.5	0.8
SL6-3	65.5	15.1	6.7	0.4	1.1	0.7	2	0.1	1.1	4.3	13.7	2.8	0.8
SL6-4	59.2	17.5	8.1	0.5	1.4	0.7	2.1	0.1	1	3.3	17.5	3	0.7
SL6-5	65.4	15.2	6.6	0.5	1.1	0.8	2.1	0.1	1.2	4.3	12.6	2.6	0.8
SL6-6	58.6	17.3	8	0.8	1.7	0.8	2.2	0.1	1.1	3.3	15.7	2.7	0.8
SL7-2	66.4	13.4	6.3	0.7	1.1	1	2.4	0.1	1.2	4.9	11.1	2.4	0.9
SL7-3	66.8	14.1	6.2	0.6	1.2	0.9	2.3	0.1	1.1	4.7	12.8	2.5	0.8
SL7-4	63.2	14.9	7.9	0.7	1.3	0.8	2.2	0.1	1.1	4.2	13.5	2.7	0.9
SL8-1	69.7	12.7	5.1	0.5	0.9	1	2	0.1	1.2	5.4	10.5	2	0.8
SL8-2	64.5	13.9	7.4	0.7	1	0.8	1.9	0.1	1.2	4.6	11.5	2.3	0.9
SL8-3	57.1	17.2	9.3	0.7	1.3	0.5	2.1	0.1	1	3.3	17.2	4.2	0.8
SL8-4	59	16.4	9.2	0.6	1.2	0.6	2	0.1	1.1	3.5	14.9	3.3	0.8
SL9-1	62.9	14.3	6.8	0.8	1.4	1	2.4	0.1	1.2	4.3	11.9	2.4	0.9
SL9-3	60.4	15.5	7.8	0.9	1.6	0.7	2.3	0.1	1.2	3.8	12.9	3.2	0.9
SL9-4	61.7	14.8	7.5	0.9	1.6	0.8	2.2	0.1	1.2	4.1	12.3	2.7	0.9

SL10-1	59.1	15	7.9	0.9	1.6	0.6	2	0.1	1.3	3.9	11.5	3.3	0.9
SL10-2	57.8	15.3	9.5	0.8	1.6	0.5	1.9	0.1	1.3	3.7	11.7	3.8	1.04
SL10-3	55.5	16.4	10.7	0.8	1.7	0.5	1.8	0.1	1.2	3.3	13.6	3.6	1.0
SL10-4	50.5	14.7	16.4	1	1.4	0.4	2.2	0.1	1.6	3.4	9.1	5.5	1.5
SL10-5	54.7	17	10.2	0.8	1.7	0.5	1.9	0.1	1.1	3.2	15.4	3.8	0.9
SL10-6	56.7	16.5	9.1	0.7	1.5	0.6	2.2	0.1	1.1	3.4	15	3.6	0.9
SL11-1	67.5	12	4.9	0.4	0.9	0.9	1.9	0.1	1.2	5.6	10	2.1	0.8
SL11-2	69.9	12.9	4.8	0.5	1	0.9	1.9	0.1	1.2	5.4	10.7	2.1	0.8
SL11-3	68.7	13.1	5.7	0.5	1	0.9	2	0.1	1.3	5.2	10.0	2.2	0.8
SL11-4	68.7	13.8	5.5	0.5	1.1	0.9	2	0.1	1.2	4.9	11.5	2.2	0.8
SL11-5	64.5	15.1	7.1	0.5	1.2	0.9	2.3	0.1	1.1	4.2	13.7	2.5	0.8
SL12-1	62.9	14.6	7.9	0.8	1.1	0.7	1.9	0.1	1.2	4.3	12.1	2.7	0.9
SL12-2	56.3	13.8	7.7	4.7	1.2	0.8	2.1	0.1	1	4.0	13.8	2.6	1.2
SL12-3	58.6	16.3	9.1	0.9	1.3	0.8	2.5	0.1	1.2	3.5	13.5	3.1	0.9
SL12-4	59.2	17.6	8.3	0.7	1.5	0.7	2.5	0.1	1.1	3.3	16	3.5	0.8
SL13-2	54.8	14.2	10.4	2.5	1.2	0.5	2.3	0.1	1.2	3.8	11.8	4.6	1.3
SL13-3	55.8	15.1	9.7	2.1	1.3	0.8	2.4	0.1	1.1	3.6	13.7	3	1.1
SL13-4	57.6	17.3	8.1	1.3	1.7	0.7	2.2	0.1	1.1	3.3	15.7	3.1	0.8
SL13-5	67	13.8	4.8	0.6	1.2	1	2.1	0.1	1.1	4.8	12.5	2.1	0.7
SL13-6	58	17.4	8.2	1.1	1.7	0.6	2.2	0.1	0.9	3.3	19.3	3.6	0.8
SW2	64.6	13.8	5.7	0.6	1.2	0.8	2	0.2	1.2	4.6	11.5	2.5	0.8
SW3	67.8	13.7	5.3	0.5	1.1	0.8	2.1	0.1	1.1	4.9	12.4	2.6	0.8
SW4	67.9	13.1	5.5	0.6	1	0.8	2.1	0.1	1.3	5.1	10.0	2.6	0.8
SW5	67.5	13.5	5.5	0.5	1	0.9	2	0.1	1.2	5	11.2	2.2	0.8
SW6	67.2	13.4	5.6	0.6	1.1	0.9	2.2	0.1	1.1	5.0	12.1	2.4	0.8
SW7	64.8	14	6.5	0.7	1.2	0.8	1.9	0.1	1.2	4.6	11.6	2.3	0.8
SW8	60.7	14.8	6.9	0.8	1.5	0.8	2.3	0.1	1.2	4.1	12.3	2.8	0.9
SW9	68.6	13.2	5.5	0.5	1	0.8	2	0.1	1.1	5.1	12	2.5	0.8
SW10	62.6	14	7.1	0.7	1.4	0.7	1.8	0.2	1.5	4.4	9.3	2.5	0.9
SW11	52	13.9	8.3	5.2	1.1	0.7	2	0.2	1.1	3.7	12.6	2.8	1.3
SW12	57	15	7.5	1.7	1.3	0.7	2.1	0.2	0.9	3.8	16.6	3	0.9
AVEREG	63.1	14.6	7.2	0.8	1.2	0.8	2.1	0.1	1.2	4.2	12.5	2.8	0.92
UCC	66.6	15.4	2	3.6	2.5	3.3	2.8		0.6	4.3	25.67	.8	

۱-۵-کانی شناسی رسوبات مانداب

نتایج حاصل از مطالعات مقاطع نازک تهیه شده از نمونه‌های ماسه (به‌عنوان نمونه یک مورد در شکل ۷ آورده شده است)، حاکی از آن است که در این رسوبات فراوان‌ترین کانی‌ها ی کوارتز مونوکریستال با حاشیه رشدی حاصل چرخه مجدد رسوبگذاری وپلیکریستال ، فلدسپار (پلاژیوکلاز و ارتوکلاز) است اما اجزای دیگری از جمله قطعات فرسایشی آذرین، قطعات فرسایشی پیروکسن، چرت، نیز دیده می‌شود (شکل۷). همچنین نتایج حاصل از آزمایش‌های XRF رسوبات دانه‌ریز نشان می‌دهدکه کوارتز، فلدسپار، ایلیت وکلریت حاصل از هوازدگی و آبشویی سنگ‌های آذرین به ترتیب فراوان‌ترین کانی‌های موجود در نمونه‌های آنالیز شده هستند.



شکل ۷. کانی‌شناسی نمونه SL8-4، CL کانی رسی، QM کوارتز مونو کریستال، PL پلاژیوکلاز، QM کوارتز مونو کریستال، Ch چرت، R خرده‌سنگ ولکانیک(تصاویر سمت راست نور پلاریزان و تصاویر سمت چپ نور طبیعی هستند)

۲-۵-سنگ منشأ

همان گونه که در جدول شماره ۱ مشخص است، مقدار میانگین SiO_2 در رسوبات مانداب ۶۳/۱ است. میزان این اکسید در اغلب مغزه ها نسبت به میانگین این اکسید در پوسته قاره ای بالایی برابر یا اندکی کمتر است و نشانگر بلوغ متوسط تا خوب است در مغزه های ۱۲و ۱۳ و ۹ در شمال غرب و شمال شرق مانداب مقدار این اکسید بسیارکمتر از پوسته قاره ای بالایی است که نشان دهنده بلوغ ضعیف رسوبات حمل شده به مانداب است (Talor & McLennan, 1985)، میانگین CaO کمتر از میانگین پوسته بالایی قاره است تنها در مغزه ۱۲ و رسوبات سطحی ۱۱ واقع در شمال غرب مانداب مقدار این اکسید از میانگین پوسته قاره ای بیشتر است که سبب کاهش میزان SiO_2 در این نقاط شده است.

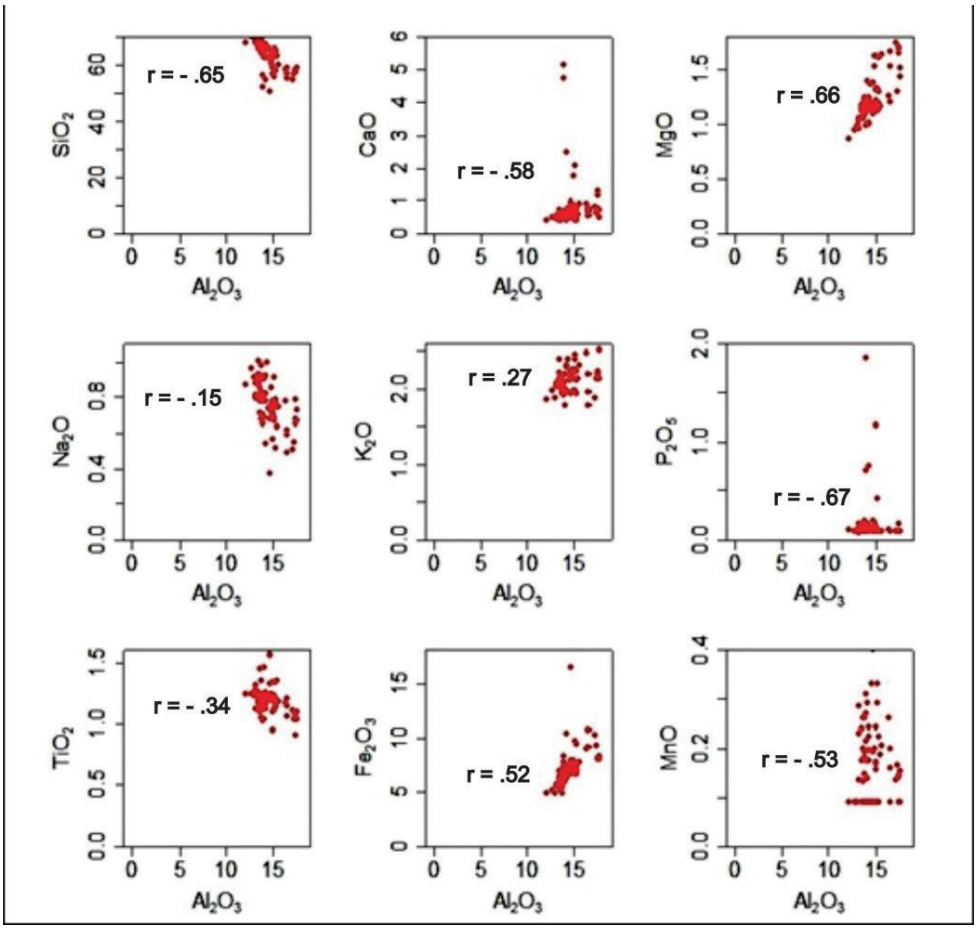
میزان Na_2O وK_2O ودر اغلب نمونه ها کمترا از پوسته بالایی قاره ای می باشد که حاکی از انهدام فلدسپارها در نتیجه هوازدگی شیمیایی در منشا یا حین فرایند حمل می باشد (Oni et al, 2014)، همچنین میزان K_2O از Na_2O به مراتب بیشتر است که می تواند به دلیل وجود فراوانی فلدسپار پتاسیم یا میکا نسبت به پلاژیوکلاز ها در سنگ منشأ باشد، تنها یک بی نظمی در میزان این دو عنصر در مغزه ۱۲ و ۱۳ دیده می شود که سبب افزایش Na_2O نسبت به K_2O شده است که به تاثیر فلدسپار سدیم دارد در سنگ منشأ این رسوبات بر می گردد (Armstrong-Altrin et al., 2004).

میانگین MgO،۱/۲ است که از پوسته بالایی قاره ای (۲/۲) کمتر است اما مقایسه میزان Fe_2O_3 در نمونه های موجود با پوسته بالایی قاره ای نشان می دهد که میزان این عنصر در نمونه ها بیشتر و نشان دهنده هوازدگی کانی های آهن دار در طول فرسایش و حمل باشد و حضور کانی های مافیک در سنگ منشأ

است. میانگین ، TiO_2(۱/۲۳) در همه نمونه ها از پوسته بالایی قاره بیشتر است که نشان دهنده حضور قطعات ایلمنیت، اسفن در رسوب است (Armstrong-Altrin et al., 2004).

میانگین Al_2O_3 حدود ۱۴/۶, می باشد که تقریبا برابر با میانگین پوسته قاره ای بالایی است و بین ۱۲ (در مغزه ۱۱) تا ۱۷/۵ (در مغزه ۱۰ و ۶) متغیر است.

طبق نظر lee و همکارانش (lee et al.,2005) کاهش CaO و Na_2O و SiO_2 و افزایش Al_2O_3 و Fe_2O_3 نشان‌دهنده افزایش هوازدگی در طول فرایند حمل و تولید رس‌های ساده و اکسید آلومینیم و اکسید آهن در اثر تجزیه رس‌های پیچیده کانی‌های غیر رسی است. بر اساس مطالعات Babeesh (Babeesh et al ., 2017) نمودارهای ترسیمی ژئوشیمی از جمله ارتباط Al_2O_3 با بقیه اکسیدهای موجود را می‌توان برای تفسیر منشأ رسوبات به کاربرد لذا این نمودارها برای رسوبات دانه‌ریز فوق ترسیم شدند (شکل۸) و محاسبه رگرسیون خطی و ضریب همبستگی(r)نشان دهنده ارتباط میزان Al_2O_3 با MgO, Fe_2O_3, K_2O مثبت و با TiO_2, SiO_2 و Na_2O منفی است . رابطه مثبت Al_2O_3 , Fe_2O_3, K_2O می‌تواند به دلیل حضور این عناصر در کانی‌های رسی و میکاها باشد که در اثر هوازدگی در حین حمل و فرسایش حاصل شده‌اند، همچنین همبستگی مثبت با K_2O می‌تواند نمایانگر یک فاز غنی ازآلومینیم به‌ویژه ایلیت باشد .



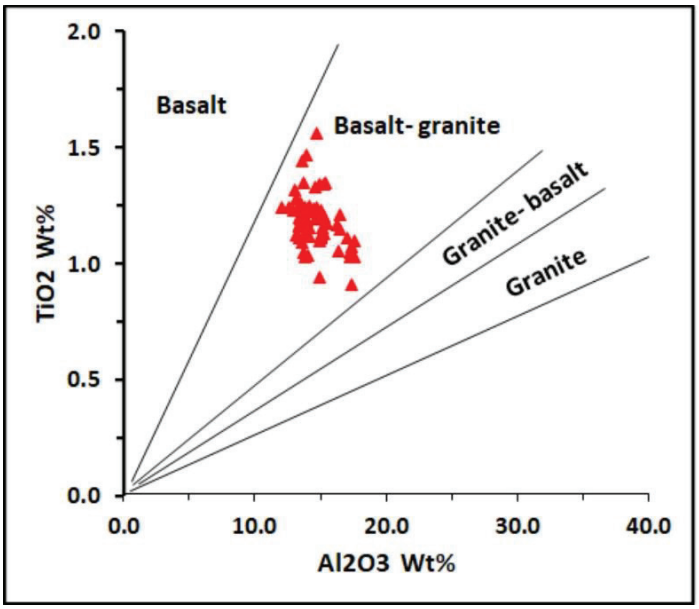
شکل۹. نمودار های دوتایی تغییرات Al_2O_3 در مقابل اکسید های دیگر

نسبت SiO_2/Al_2O_3 نیز یک اندیس مورد استفاده برای تعیین بلوغ رسوب است (Potter, 1978) این میزان در طی هوازدگی، حمل و نقل و چرخه مجدد، در نتیجه افزایش کوارتز نسبت به اجزای ناپایدار مثل فلدسپار و قطعات سنگی افزایش می یابد. نسبت SiO_2/Al_2O_3 بیشتر از ۵ الی ۶ در سنگهای رسوبی، نشان دهنده بلوغ رسوبی بالا است (Roser et al., 1996). میانگین این نسبت در نمونه های فوق بین ۳/۵ در مغزه ۱۲ تا ۵/۵ در مغزه ۱۱ متغییر است، به طور کلی این اندیس نشان می دهد در مغزه های ۱۲و ۱۳ در شمال غرب مانداب این اندیس کاهش می یابد و نشانگر بلوغ کانی شناسی ضعیف و مسافت حمل و هوازدگی کمتر سنگ منشأ می باشد (Roser et al., 1996).

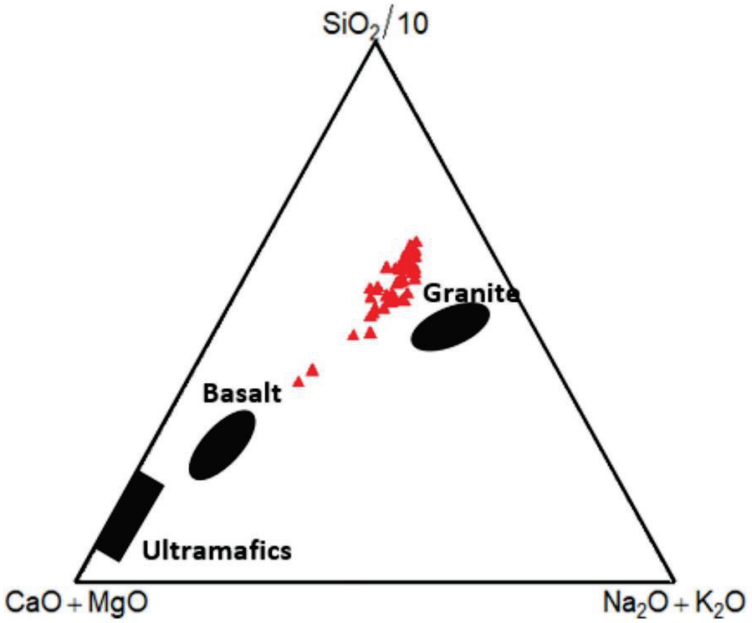
در رسوبات سیلیسی آواری نسبت Al_2O_3/TiO_2 بر ترکیب سنگ منشأ تاکید دارد، به طوری که این نسبت از ۳ الی ۸ برسنگهای آذرین مافیک(Mafic igneous)، از ۸ الی ۲۱ بر سنگهای آذرین حدواسط(Intermediate igneous) و از ۲۱ تا ۷۰ بر سنگهای آذرین فلسیک(Felcic igneous) دلالت می نماید (Hayashi et al., 1997). این اندیس در رسوبات فوق بین ۹ تا ۱۶ می باشدکه نشان دهنده منشأسنگهای آذرین حدواسط(Intermediate igneous) رسوب فوق است .

بر اساس نمودار TiO_2 در مقابل Al_2O_3 منشأ رسوبات را به چهار دسته سنگهای بازالتی، بازالت گرانیت، گرانیت بازالت و گرانیت طبقه بندی کرد (Amajor, 1987). نمونه های مورد مطالعه نمونه ها در ناحیه بازالت -گرانیتی قرار می گیرند(شکل ۹).

با استفاده از نمودار مثلثی $SiO_2/10$-CaO+MgO-Na_2O+K_2O نیز می توان در رابطه با سنگ مادر سنگهای رسوبی آواری اظهار نظرکرد (Taylor & Mc-Lennan , 1985). بر این اساس نمونه های مورد مطالعه در محدوده سنگهای منشأ در محدوده بین بازالت و گرانیت قرار می گیرند (شکل ۱۰).



شکل ۹. انطباق نمو نه های رسوبی روی نمودار دو تایی درصد TiO_2 در مقابل Al_2O_3 (Amajor, 1987)

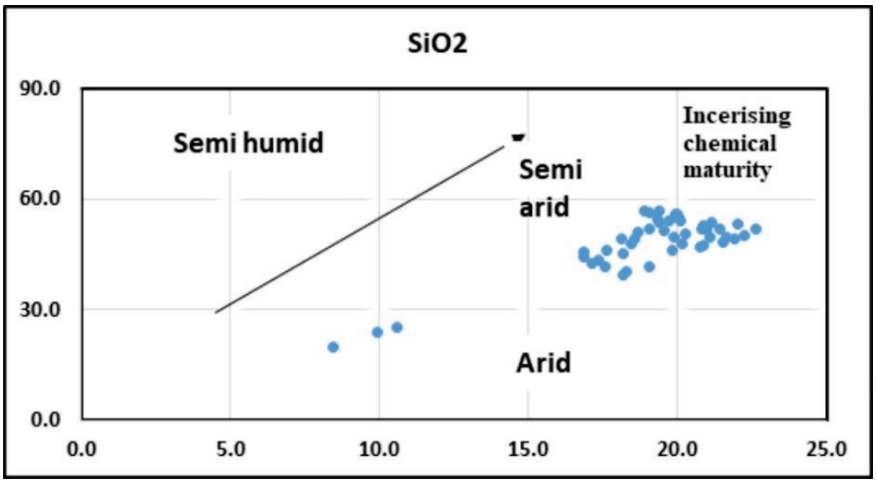


شکل ۱۰. انطباق نمونه ها روی دیاگرام مثلثی k_2O+Na_2O- $CaO+MgO+k_2O$_ $SiO_2/10$ (Taylor & McLennan, 1985)

منطقه البرز با روند E-W در شمال ایران یک زون ماگمایی سنوزوئیک است که در زمان پرمین با بازالت های قلیایی شروع و در اواخر کرتاسه با سنگهای قلیایی در البرز غربی و نهایتا رویداد آتشفشانی ائوسن ادامه یافته است ، رویداد ائوسن اصلی ترین فرایند ماگماتیسم است و شامل سنگهای شوشونیتی کالک الکالن با پتاسیم فراوان ، داسیت و مونزونیت گابرو می باشد این سنگها ابتدا در یک حوضه پشت کمانی دچار شرایط زمین ساخت کششی (ائوسن پیشین و میانی) و سپس کمان ماگمایی (ائوسن پسین) تشکیل شده اند (Asiabanha & Foden , 2012)، بر اساس شواهد بدست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی ، مقاطع نازک و نقشه زمین شناسی منطقه، منشأ اولیه رسوبات آواری مانداب عمدتا همین مجموعه سنگهای ماگمایی البرز می باشد که گاها بعد از قرار گرفتن در سنگهای رسوبی و رسوبات کواترنری البرز و جابجایی طی چرخه مجدد رسوبی به این مانداب حمل شده اند .

۵-۳-آب و هوای دیرینه

پلات نمونه ها روی دیاگرام SiO_2 درمقابل $AL_2O_3+K_2O+Na_2O$ آب و هوای نیمه خشک را برای منطقه فوق نشان می دهد (Suttner & Dutta, 1956)، (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. انطباق نمونه ها روی نمودار $AL_2O_3+K_2O+Na_2O$ – SiO_2 (Suttner & Dutta, 1956)

Cox (Cox et al, 1995)، جهت تعیین رسوبات مربوط به چرخه اول رسوبی یا رسوبات حاصل از چرخه مجدد، اندیس تنوع ترکیبی را بر اساس عناصر به صورت زیر تعریف کردند:

$$ICV= [(Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO + MgO + MnO + TiO_2) / Al_2O_3]$$

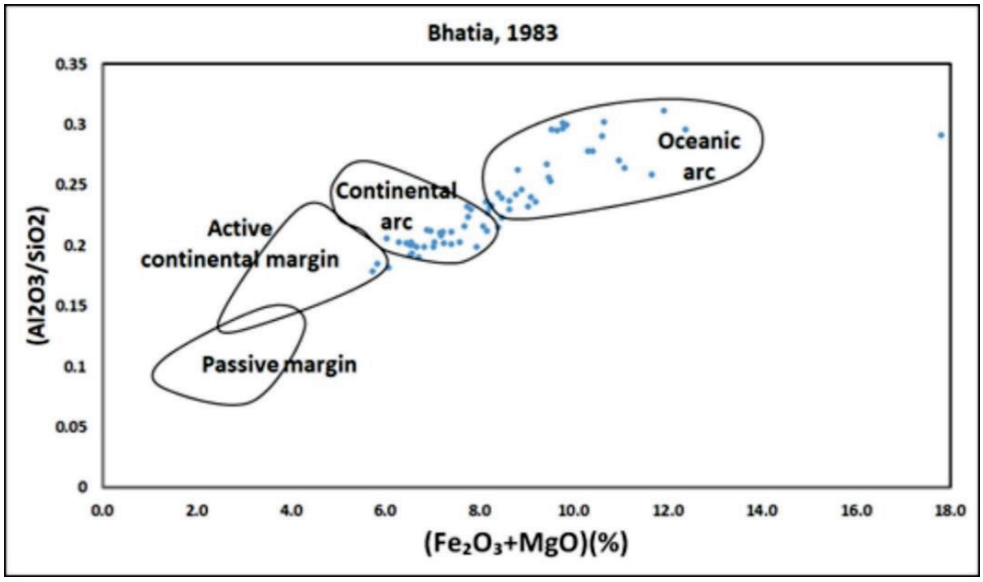
در این اندیس اکسید آهن و منیزیم نیز محاسبه می شود و میزان آن برای تغیرات ترکیبی بازالت ها وگرانیت ها به ترتیب۲/۲ و ۰/۹۵ می باشد (Lee, 2002)، همچنین این اندیس می تواند بلوغ کانی شناسی را نشان دهد اگر مقدار این شاخص بیشتر از یک باشد نمایانگر رسوباتی با عدم بلوغ ترکیب کانی شناسی است که در چرخه اول رسوبگذاری اتفاق می افتد و اگر کمتر از یک باشد رسوباتی با بلوغ ترکیبی بالا می باشد که در محیط ساکن تکتونیکی یا کراتون با باز چرخش فعال قرار دارند (Crook, 1974). این شاخص برای همه نمونه های فوق کمتر از یک است (حدود ۰/۸) که بیانگر رسوباتی با بلوغ ترکیب کانی شناسی خوب با چرخه دوم رسوبگذاری است تنها مغزه های ۱۰و ۱۲ و ۱۳ و نمونه های سطحی ۱۱ که اندیس بالاتر از یک و بلوغ کانی شناسی ضعیف دارند و حاصل چرخه اول رسوبگذاری می باشند و حاصل تغییرات یک سنگ گرانیتی تا حدواسط هستند.

۵-۴-جایگاه زمین ساختی

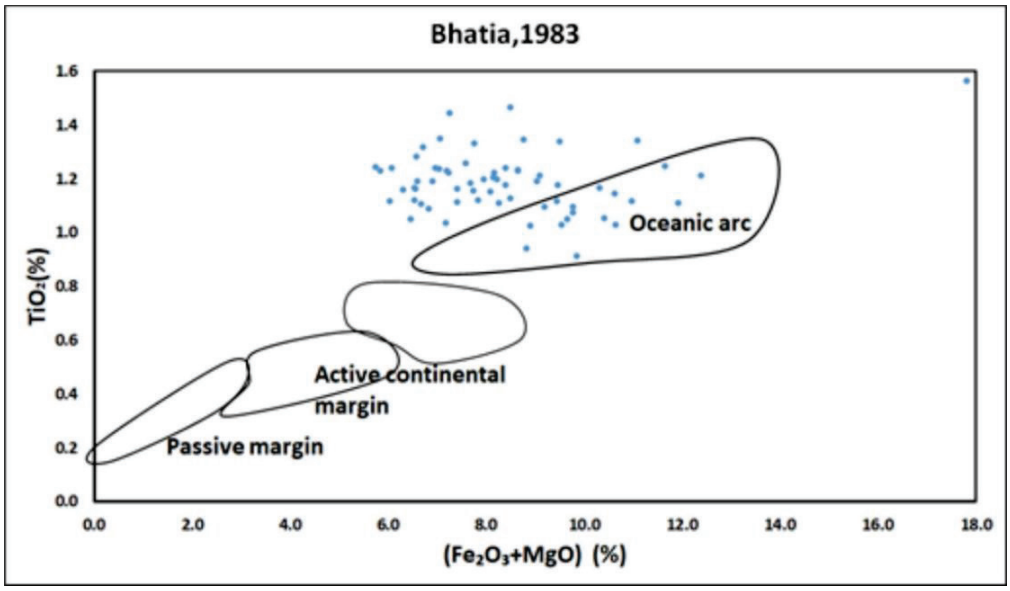
تکتونیک صفحه‌ای، زمینه‌ای برای تکامل کلی حوضه‌های پیش بوم در حاشیه‌های فعال است. تشکیل و تکامل حوضه‌های پیش بومی ابتدا با فرایندهای فشرده شدن، تجمع و کوتاه شدن در نزدیک کوه‌زایی همراه است (Saengsrichanet al., 2011) برخورد صفحه سیمرین با لوراسیا از کربونیفر پیشین شروع شده و در تریاس پسین پایان‌یافته، در محل برخورد در شمال صفحه سیمیرین (Alavi, 1991) یک حوضه پیش بوم ایجاد شده است (Fursich et al. 2009) گروه شمشک با ستبرای بیش از چهار کیلومتر در شمال ایران را به واسطه بخش تریاس پسین توالی آن(شامل سازندهای اکراسر،لاله بند و کلاریز در البرز شمالی و سازند شهمیرزاد در البرز جنوبی) یک توالی همزمان با کوهزایی سیمیرین پیشین می دانند که در حوضه پیش بومی حاشیه ای حاصل از برخورد نهشته شده است. در نتیجه حرکات کوه‌زایی آلپ و فعالیت گسل‌های راندگی، یک نوار چین‌خورده گسل خورده در حاشیه شمالی ایران ایجاد شده که شامل کوه‌های البرز و بینالود است. شروع حرکات آلپ پسین در حاشیه شمال ایران موجب کوتاه شدگی بیشتر پوشش رسوبی در این حاشیه شده و در نتیجه آن گسل‌های رانده نسل سوم فعال شده و نوار چین‌خورده گسلیده فعالیت مجدد خود را آغاز نموده است (رحیمی، ۱۳۷۱) فعالیت نوار چین خورده گسل خورده موجب خمش لیتوسفر و پسروی دریا به سمت جنوب و تشکیل حوضه های کولابی در حوضه پیش بومی میشود که در نتیجه باعث تشکیل نهشته های رسوبی به صورت پراکنده در محیطهای قاره ای میگردد.

جایگاه زمین ساختی تحت تأثیر عواملی مانند فرایندهای رسوب گذاری، دیاژنز و ترکیب رسوب است از اینرو در بررسی منشا تکتونیکی رسوبات از روشهای گوناگون پترولوژی و ژئوشیمی استفاده می شود به این دلیل که مراحل تکتونیک صفحه ای سهم زیادی در نشانه های ژئوشیمیایی برجا ماده دارند (Oni et al., 2014).

۱- انطباق نمونه های مانداب بر روی دیاگرام های دوتایی Al_2O_3/SiO_2 در مقابل درصد Fe_2O_3+ MgO (شکل ۱۲)و دیاگرام دو تایی TiO2% در مقابل درصد Fe_2O_3+ MgO (شکل۱۳) نشان می دهد که رسوبات فوق بیشتر متمایل به جزایر کمانی،کمان ماگمایی و البته تعدادی از نمونه ها در حاشیه قاره ای فعال هستند (Babeesh .et.al,2017; Bathia & Crook, 1986)

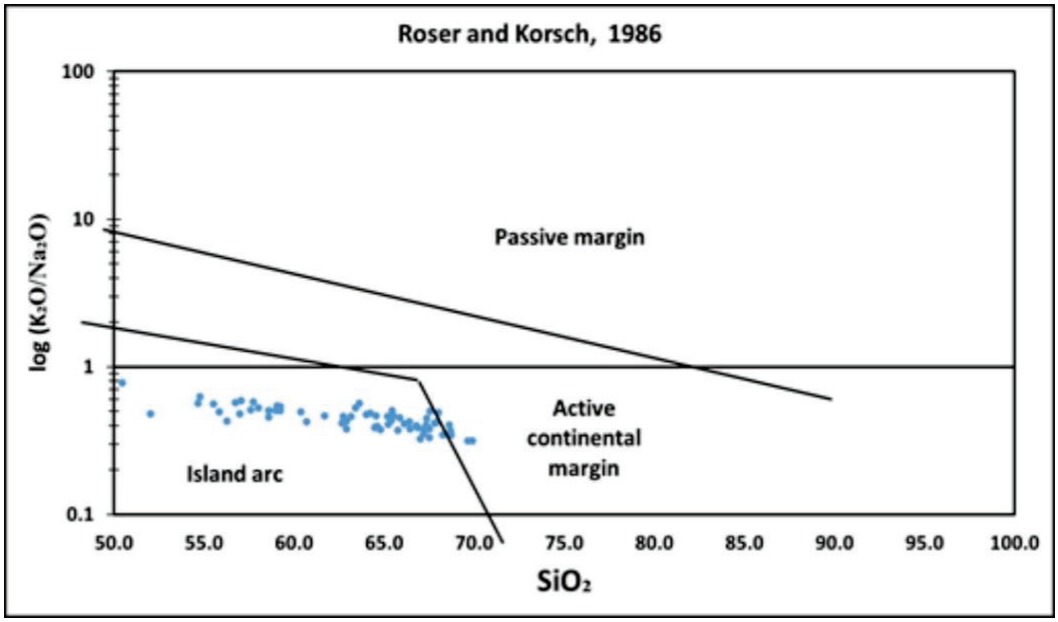


شکل ۱۲. انطباق نمونه های موجود بر روی نمودار دو بعدی Fe2O3+MgO – Al2O3/SiO2



شکل ۱۳. انطباق نمونه ها روی نمودار Fe_2O_3+MgO –TiO_2

۲- پلات نمونه های موجود بر روی نمودار دو بعدی روسر و کورش(Babeesh .et.al,2017; Das .et.al, 2008; Roser & Korsch , 1986) جهت تعیین جایگاه زمین ساختی رسوبات با استفاده از ($logK_2O/Na_2O$) در مقابل SiO2 حاکی از خاستگاه زمین ساختی جزایر کمانی و حاشیه قاره ای فعال می باشد (شکل۱۴).



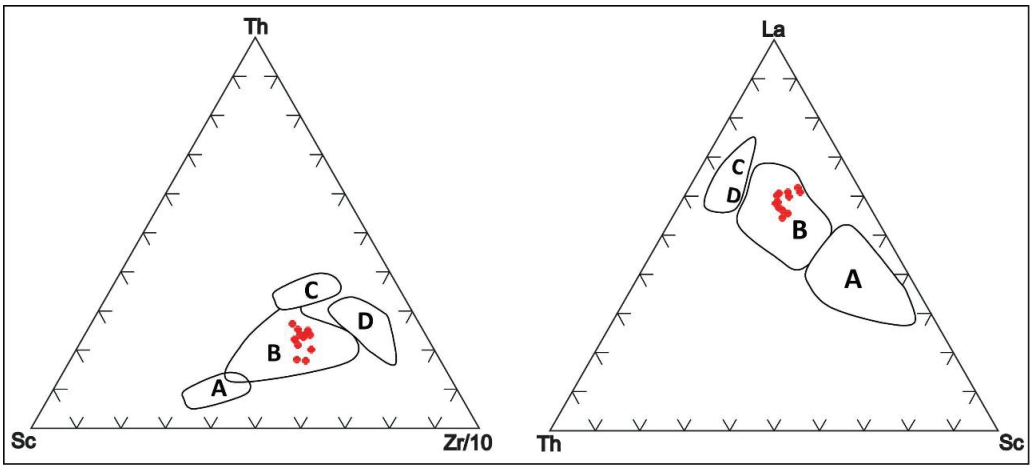
شکل ١٤. انطباق نمونه ها روی نمودار SiO_2 – log (K_2O/Na_2O)

۳- مقایسه عناصر فرعی رسوبات گستره مورد مطالعه نسبت به ترکیب پوسته قاره ای بالایی نشان می دهد در هر سه مغزه مورد آزمایش (۲، ۹،۱۲) میانگین عناصر Cs، La، U، Nd، Tb، Hf، Ce، Sm,Ti,Y,Yb, Zr بیشتر است، افزایش تیتانیم زیرکن و وانادیم و میانگین عناصر K, Nb,Sr کمتر و میزان Rb,Ba,Th,U,Ta,HF تقریبا برابر است تنها تفاوت در مغزه ۱۲ در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر است که مقدار Ta کاهش و مقدار Sr و Hf افزایش می یابد و ارتباط بین عناصر فوق می تواند در تعیین جایگاه زمین ساختی سنگ منشأ کمک کند (جدول۲ و شکل ۱۵).

جدول ۲. میزان عناصر فرعی (بر حسب ppm) در رسوبات مانداب بر اساس نتایج حاصل از آنالیز ICP

Sample	SL2-1	SL2-2	SL2-3	SL2-4	SL2-5	SL9-1	SL9-3	SL9-4	SL12-1	SL12-2	SL12-3	SL12-4	UCC
Th	14.3	14.4	12.7	13.3	12.9	10.7	10.3	9.75	13.1	8.47	12.7	12.2	10.5
La	46.4	44.6	37.7	37.8	36.8	39.6	45.7	44.2	36.9	30.3	33.2	35.5	31
Sc	15.6	15.1	13.7	13.6	15.2	14.3	18.5	16.9	14.4	11.7	14.8	16.0	14
Yb	2.82	2.59	2.81	2.11	2.02	2.47	3.25	2.56	2.20	1.73	1.99	2.10	2
Y	24.2	22.1	17.3	16.5	17.2	23.4	29.4	26.7	17.6	16.5	16.1	18.4	21
Sm	6.90	6.76	5.94	5.50	5.11	7.38	8.46	7.68	6.20	5.35	5.29	5.73	4.7
Ce	96.4	91.5	76.9	79.0	70.0	77.2	91.7	88.4	105	71.4	71.1	77.0	63
Zn	102	111	317	355	108	143	94.1	90.4	107	384	137	113	67
Hf	5.10	5.35	5.10	6.23	4.81	4.66	4.71	4.75	4.75	3.20	4.42	4.12	5.3
Nd	42.0	37.1	31.6	30.6	30.0	36.0	43.0	40.5	33.5	24.7	32.2	29.1	27
Zr	261	236	266	258	268	272	289	293	262	191	252	251	193
U	3.40	3.43	3.22	3.02	3.16	2.30	2.72	2.52	2.98	2.50	2.80	2.76	2.7
Ba	509	491	513	496	504	501	595	592	506	484	521	542	628
Ti	6456	6163	6600	6333	6381	6376	6891	6627	6002	4522	6000	5733	5600
Ca	0.42	0.41	0.34	0.35	0.36	0.57	0.68	0.67	0.54	8.37	0.58	0.52	1.17
Ba	509	491	513	496	504	501	595	592	506	484	521	542	628
Sr	155	147	136	141	129	146	161	167	138	587	139	136	320
Nb	22.0	23.1	38.1	20.2	21.4	21.1	18.7	18.7	21.0	14.2	18.5	17.8	12

بنابراین پلات نمونه ها روی دیاگرام سه تایی Th-Sc-Zr/10 و دیاگرام سه تایی Th-Sc-La نیز جایگاه زمین ساختی کمان ماگمایی را برای رسوبات فوق تایید می کند (شکل۱۲) (Bhatia & Crook ,1986, Das . et. al,2006).



شکل۱۵. انطباق نمونه ها روی دیاگرام های مثلثیTh-Sc-Zr/10 و Th-Sc-La، جزایر کمانی (A)، کمان ماگمایی (B)، حاشیه های قاره ای فعال (C) و حاشیه های قاره ای غیر فعال (D) (Das. et. al,2006)

بر اساس مدل ارائه شده توسط آسیابانها و فودن (Asiabanha and Foden , 2012) که بر پایه ژئوشیمی سنگهای البرز ارائه شد ماگماتیسم البرز در رابطه به فرورانش تتیس و برخورد صفحه عربی به اوراسیا می باشد و این سنگها طی ۳ مرحله زیر به وجود آمده اند (شکل ۱۶).

۱- تشکیل لیتوسفر اقیانوسی جنینی در یک حوضه پشت کمانی در پایان کرتاسه تا پالئوسن، ضمن فرورانش نئوتتیس .

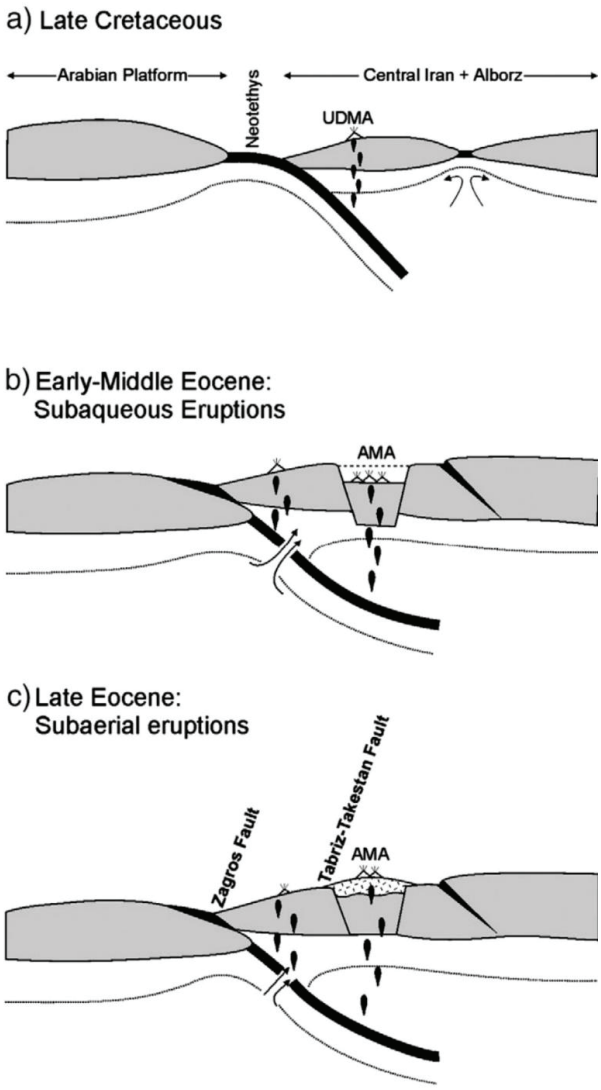
۲- تشکیل حوضه باریک و کم عمق بعد از برخورد در امتداد زمین درز البرز و فوران های انفجاری زیر دریایی در امتداد گسل های عادی و نهایتا بسته شدن این حوضه در جنوب به وسیله بالاآمدگی وفرسایش و تشکیل رسوبات تبخیری و آواری که به صورت دگر شیب روی سازند کرج قرار گرفت.

۳-آتشفشانهای شوشونیتی در البرز غربی با سنگهای کالکوآلکالن پتاسیک بعد از بسته شدن حوضه البرز جنوبی

بنابراین با مقایسه نتایج بدست آمده با مطالعات فوق طبیعی به نظر می رسدکه منشأ اولیه رسوبات از نظرتکتونیکی جزایر قوسی قاره ای و اقیانوسی تعیین شده است والبته لازم به ذکر است که این رسوبات غالبا حاصل چرخه مجدد رسوبگذاری هستند که پس از هوازدگی و حمل مجدد رسوبات کواترنری اطراف مانداب به مانداب انتقال یافته اند.

۶- نتیجه گیری

رسوبات مانداب سقلکسر نتیجه رسوبگذاری آبراهه هایی هستند که در زیر حوضه آبریز فو منات و از روی افق های آتشفشانی کرتاسه و رخساره سیلابی کواترنری عبور میکنند. بررسی میزان سیلیس و مقایسه سیلیس و آلومین در رسوبات مانداب نشان می دهد که رسوبات شمال غرب مانداب به دلیل هوازدگی ضعیف در سنگ منشأ یا مسافت حمل کمتر و نزدیک به منشأ بودن این رسوبات بلوغ ضعیف تری دارند و ولی بقیه رسوبات مانداب بلوغ کانی شناسی خوبی دارند و تحت تاثیر مسافت حمل بیشتری قرار گرفته اند. ارتباط بین اکسید های مختلف وآلومین و آنالیز XRD حاکی از وجود کانی های رسی و میکا و یک فاز غنی ازآلومین ایلیت در رسوبات می باشد که دال بر هوازدگی خوب سنگ منشأ می باشد، همچنین مقایسه میزان N_2O و K_2O بیانگر انهدام شدید K فلدسپارها و افزایش K_2O در رسوبات نیمه جنوبی مانداب و متقابلا Na_2O در نیمه شمالی مانداب هوازدگی ضعیف تر و فراوانی پلاژیوکلاز ها درسنگ منشأ Na_2O در نیمه



شکل ۱۶. تصویر شماتیک تکامل تکتونوماگمایی ماگمایی البرز: a) فرورانش نئوتتیس و تشکیل حوضه های اقیانوسی جنینی (اواخر کرتاسه)، b) تشکیل حوضه های دریایی باریک پشت قوسی، با رسوبات آواری و فوران های انفجاری (ائوسن پیشین-میانی) و c) آتشفشانی شوشونیتیک ازبالا امدگی البرز (ائوسن پسین)(Asiabanha & Foden, 2012).

شمالی مانداب می باشد.

مقادیر TiO2 و محاسبه اندیس های استاندارد (SiO2/ Al2O3 وAl2O3/TiO2 و k2O / Na2O)و رسم دیاگرام مثلثی SiO2/10-CaO+MgO- Na2O+K20 نشان دهنده سنگ منشأ اولیه گرانیت تا بازالت یا بازالت- گرانیتی در رسوبات فوق می باشد که ممکن است پس از حمل مجدد و چرخه رسوبی مجدد به مانداب حمل شده باشند که احتمالا حاصل فرسایش قطعات حاصل از هوازدگی سنگهای شوشونیتی و مونزو گابرو البرز در رسوبات کواترنری در اطراف مانداب می باشند که در نیمه جنوبی مانداب طی چرخه رسوبگذاری مجدد پس از حمل فرسایش و مجدد رسوبات اطراف مانداب در شرایط آب و هوایی نیمه خشک به مانداب انتقال پیدا کرده اند و در نیمه شمالی حاصل چرخه اولیه رسوبگذاری هستند.

داده های ژئوشیمی رسوبات مورد مطالعه و مقایسه با مطالعات پیشین ابتدا بر یک حوضه پشت کمانی حاشیه ای و سپس بر کمان ماگمایی در حاشیه های قاره ای فعال، به عنوان جایگاه زمین ساختی اولیه این رسوبات دلالت می نماید. حوضه ای که با تغییر رژیم زمین ساختی، دچار فرگشت از جایگاه کششی به فشارشی کنونی شده است. هر چند که رسوبات یاد شده طی کواترنری، چرخه رسوبگذاری را پس از هوازدگی و حمل مجدد به مانداب متحمل شده اند.

منابع

افتخار نژاد، ج.، ۱۳۵۹، تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه‌های رسوبی، انجمن نفت، ۸۲ ص.

درویش‌زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، تهران: دانش امروز، ۹۰۱ ص.

رحیمی، ب.، ۱۳۷۱، تحلیل ساختاری ارتفاعات بینالود در شرق و شمال شرق نیشابور (چهارگوش درود)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران، دانشکده علوم. ۱۵۹ ص

نبوی، م.، ۱۳۵۵. دیباچه ای بر زمین شناسی ایران, سازمان رمین شناسی کشور، ۱۰۹ ص.

Alavi, M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran. Geological Society of America Bulletin 103(8), PP.983-992.

Amajor, L., 1987, Major and trace element geochemistry of Albian and Turonian shales from the Southern Benue trough, Nigeria. Journal of African Earth Sciences, 6(5), PP.633-641.

Armstrong-Altrin, J.S., Lee, Y.I., Verma, S.P., & Ramasamy, S., 2004. Geochemistry of sandstones from the upper Miocene Kudankulam Formation, southern India: Implications for provenance, weathering, and tectonic setting, Journal of Sedimentary Research, 74 (2), PP.285-297.

Asiabanha, A. and Foden., J, 2012. Post-collisional transition from an extensional volcano-sedimentary basin to a continental arc in the Alborz Ranges, N-Iran. Lithos, 148, PP. 98-111.

Babeesh C., A H., Jaiswal M., Lone A. ,2017 Late Quaternary loess-like paleosols and pedocomplexes, geochemistry, provenance and source area weathering, Manasbal, Kashmir Valley. India, Geomorphology, 284, PP.191-205.

Bhatia, M. Crook K.A.W., 1986, Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. Contributions to mineralogy and petrology, 92(2), PP. 181-193.

Bhatia, M R, 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. The Journal of Geology, 91(6), 611-627,

Condie, K. C. Dengate, J. and Cullers, R. L., 1995, Behavior of rare earth elements in a paleoweathering profile on granodiorite in the Front Range, Colorado, USA. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59(2), PP.279-294.

Costanza, R. De Groot, R. Sutton, P. Van der Ploeg, S. Anderson, S. J. Kubiszewski, I. Farber, S. and Turner, R K, 2014, Changes in the global value of ecosystem services. Global environmental change, 261, PP.52-158.

Cox, R Lowe, D. R. and Cullers, R., 1995, The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59(14), PP.2919-2940.

Crook, A. and Keith, W., 1974, Kratonization of West Pacific-Type Geosynclines. The Journal of Geology, 82, PP.24-36.

Cullers, R. L., 1995. The controls on the major-and trace-element evolution of shales, siltstones and sandstones of Ordovician to Tertiary age in the Wet Mountains region. Colorado, USA, Chemical Geology, 123(1-4), 107-131.

Das, B. K. Al-Mikhlafi, A. and Kaur, P., 2006, Geochemistry of Mansar Lake sediments, Jammu, India: Implication for source-area weathering, provenance, and tectonic setting. Journal of Asian Earth Sciences, 26(6), PP.649-668.

Das, B. K. and Kaur, P., 2008, Geochemistry of Renuka Lake and bog sediments, Lesser Himalaya (India): implications for source-area weathering, provenance, and tectonic setting. Environmental geology, 54, PP.147-163 .

Dey, S. Rai, A. and Chaki, A., 2009, Palaeoweathering, composition and tectonics of provenance of the Proterozoic intracratonic Kaladgi–Badami basin, Karnataka, southern India: evidence from sandstone petrography and geochemistry. Journal of Asian Earth Sciences, 34(6), PP. 703-715,

Fedo, C. M. Wayne Nesbitt, H. and Young, G. M., 1995, Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. Geology, 23(10), PP. 921-924.

Flemming, Burghard W., 2007, The influence of grain-size analysis methods and sediment mixing on curve shapes and textural parameters: implications for sediment trend analysis. Sedimentary Geology, 202(3), PP. 425-435.

Fursich, F. T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K. & Majidifard, M. R., 2009, Lithostratigraphy of the

Roser, B. and Korsch, R. 1986, Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO2 content and K2O/Na2O ratio. The Journal of Geology, 94(5), PP.635-650

.Roser, B. and Korsch, R. 1988, Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. Chemical geology 67(1-2), PP. 119-139.

Saengsrichan, W. Charoentitirat, T. Meesook, A. Hisada, K. and Charusiri, P. 2011, Paleo-environments and tectonic setting of the Mesozoic Thung Yai Group in Peninsular Thailand, with a new record of Parvamussium donaiense Mansuy. Gondwana Research, 19(1), PP. 47-60.

_Sunderland, E. M. Cohen, M. D. Selin, N. E. and Chmura, G. L. 2008, Reconciling models and measurements to assess trends in atmospheric mercury deposition. Environmental Pollution, 156(2), PP.526-535.

Suttner, L. J. and Dutta, P. K. 1986, Alluvial sandstone composition and paleoclimate; I ,Framework mineralogy. Journal of Sedimentary Research, 56(3), PP.329-345.

Taylor, S. R. and McLennan, S. M. 1985, The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific Publications, Oxford, PP 312.

Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. Brunet, M.-F., Wilmsen, M. & Granath, J. W. (eds). South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications, 312,129-160.

Hayashi, K. I. Fujisawa, H. Holland, H. D. and Ohmoto, H. 1997, Geochemistry of~ 1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada. Geochimica et cosmochimica acta, 61(19), PP. 4115-4137.

Kroonenberg, B. 1994, Effects of provenance, sorting and weathering on the geochemistry of fluvial sands from different tectonic and climatic environments. Proceedings of the 29th international geological congress, part A, P.81.

Lee, J. Park, B. Jwa, Y. Yoon, H. Yoo, K. and Kim, Y. 2005, Geochemical characteristics and the provenance of sediments in the Bransfield Strait, West Antarctica. Marine Geology, 219(2-3), PP. 81-98.

Mycielska-Dowgiałło, E. and Ludwikowska-Kędzia, M. 2011, Alternative interpretations of grain-size data from Quaternary deposits. Geologos, 17(4), PP.189-203,

Nagarajan, R. Madhavaraju, J. Nagendra, R. Armstrong-Altrin, J. S. and Moutte, J. 2007, Geochemistry of Neoproterozoic shales of the Rabanpalli Formation, Bhima Basin, Northern Karnataka, southern India: implications for provenance and paleoredox conditions. Revista mexicana de ciencias geológicas, 24(2), PP.150-160,

Navid, D. 1989, The international law of migratory species: the Ramsar Convention. Natural Resources Journal, P.129.

Nesbitt, H. W. and Young, G. 1982, Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites Nature, 299(5885), P.715.

Noe, G. B. and Childers, D. L. 2007, Phosphorus budgets in Everglades bog ecosystems: the effects of hydrology and nutrient enrichment. Bogs Ecology and Management, 15(3), PP.189-205.

Oni, S. Olatunji, A. and Ehinola, O. 2014, Determination of provenance and tectonic settings of Niger Delta clastic facies using well-y, Onshore Delta State, Nigeria. Journal of Geochemistry, 2014.

Potter, P. E. 1978, Petrology and chemistry of modern big river sands. The Journal of Geology, 86(4), PP. 423-449.