بررسی ژئوشیمی رسوبی و آلی سازند پابده در برش تاقدیس منگشت واقع در شمال باختر زون ایذه

آرمین زروانی[۱]، محمدحسین آدابی[۲]، احسان ده‌یادگاری[۳] و امیرحسین قدرتی*[۴]

۱- دانش‌آموخته گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استاد گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- دانشجو گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: amirshahtori@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۳

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

سازند پابده به عنوان سنگ‌منشأ، دارای توان مخزنی است و به علت قرارگیری آن در بین دو مخزن آسماری و بنگستان حائز اهمیت بسیاری است. در این پژوهش سازند پابده (با سن پالئوسن-الیگوسن) به منظور تعیین خصوصیات ژئوشیمی رسوبی و آلی سازند پابده در برش تاقدیس منگشت واقع در شمال باختر زون ایذه به ضخامت ۷۹۷/۲ متر مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور انجام مطالعات ژئوشیمی رسوبی، تعداد ۴۰ نمونه میکریتی انتخاب گردید و پس از پودر کردن نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی (AAS) مورد آنالیز عنصری قرار گرفتند. همچنین به منظور انجام مطالعات ژئوشیمی آلی، ۲۶ نمونه انتخاب و با دستگاه راک‌اول ۶ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز ژئوشیمی رسوبی و ترسیم داده‌های به دست آمده در نمودارهای مربوطه نظیر نسبت استرانسیوم به سدیم، نشان می‌دهند که نمونه‌های سازند پابده در این برش دارای ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی می‌باشند. بر اساس مقادیر نسبت استرانسیوم به کلسیم و همچنین نسبت استرانسیوم به منیزیم، تحت تأثیر یک سیستم دیاژنتیکی بسته تا باز به ترتیب با نسبت تبادل آب به سنگ کم تا بالا قرار گرفته است. نتایج حاصل از پیرولیز داده‌های راک اول ۶، بیانگر آن است که نمونه‌های آنالیز شده بدون پتانسیل زایش هیدروکربن بوده در حالی که تغییرات این داده‌ها در مرزهای پایین و بالای سازند پابده و نیز مرز پالئوسن-ائوسن بخوبی قابل شناسایی بوده و می‌توان از آن‌ها در جهت کمک به تفسیر محیط رسوبی استفاده نمود.

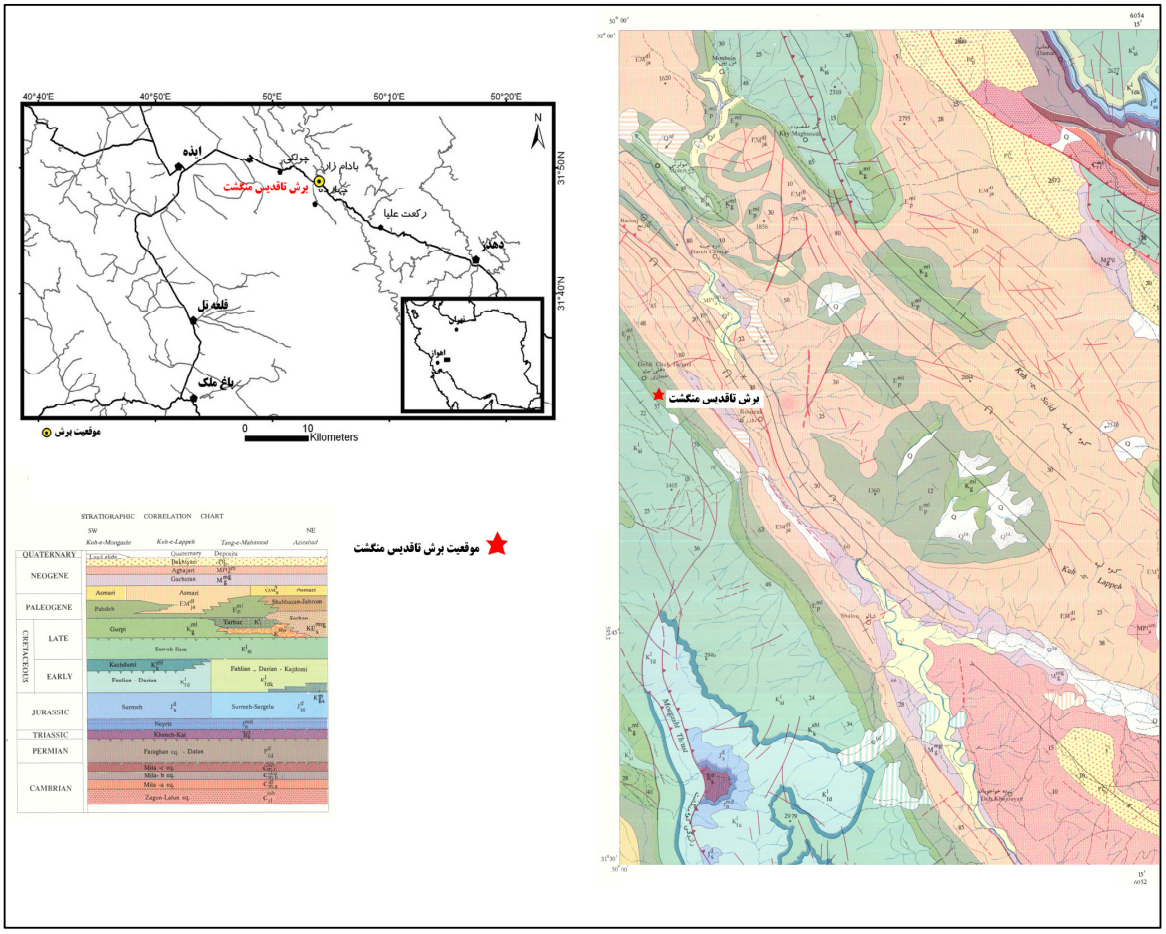
واژگان کلیدی: سازند پابده، ژئوشیمی، راک‌اول، سنگ‌منشا

پیشگفتار

تاقدیس منگشت در نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ده دز و در شمال‌باختر زون ایذه واقع شده است (شکل ۱). این تاقدیس طویل و عظیم، دارای امتداد کلی شمال‌باختری-جنوب‌خاوری می‌باشد. پهنای این تاقدیس در رخنمون‌های بنگستان و در میانه تاقدیس به ۱۵ کیلومتر می‌رسد و در ۴۰ کیلومتری جنوب خاوری باریک شده و پهنای آن حدود ۲ کیلومتر و طول آن به بیش از ۱۲۰ کیلومتر می‌رسد (مطیعی، ۱۳۷۴). سازند شیلی پابده یکی از مهم‌ترین سنگ‌منشأهای حوضه رسوبی زاگرس می‌باشد و تاکنون مطالعاتی در زمینه پتانسیل هیدروکربن‌زایی این سازند انجام شده است (هداوندخانی، ۱۳۹۴؛ حسینی عسگرآبادی، ۲۰۱۹ و علیزاده و همکاران، ۲۰۲۰). در این برش سطح الارضی، سن سازند پابده پالئوسن (سلاندین)-الیگوسن (شاتین) بوده (هداوندخانی، ۱۳۹۴) و بخش پایینی این سازند از جنس مارن و شیل‌های ارغوانی است و بقیه توالی از شیل‌های خاکستری و لایه‌های آهک رسی و گاهی چرت‌دار تشکیل شده است. در این برش مرز زیرین سازند پابده با سازند گورپی به صورت پیوسته و تدریجی و مرز بالایی این سازند با سازند آسماری نیز به صورت پیوسته و تدریجی است.

در این پژوهش با استفاده از شواهد پتروگرافی و همچنین عناصر اصلی (Mg, Ca) و فرعی (Fe ,Mn, Na, Sr)، ترکیب کانی‌شناسی اولیه و همچنین نوع سیستم دیاژنتیکی

بررسی و تعیین گردید. همچنین به کمک مطالعات ژئوشیمی آلی توان هیدورکربنی، بلوغ گرمایی و پتانسیل زایش رسوبات پابده در مرزهای پایین و بالای سازند پابده و نیز مرز پالئوسن-ائوسن مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی (برگرفته از سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۸۶) و راه دسترسی به برش تاقدیس منگشت (هداوندخانی، ۱۳۹۴)

مواد و روش‌ها

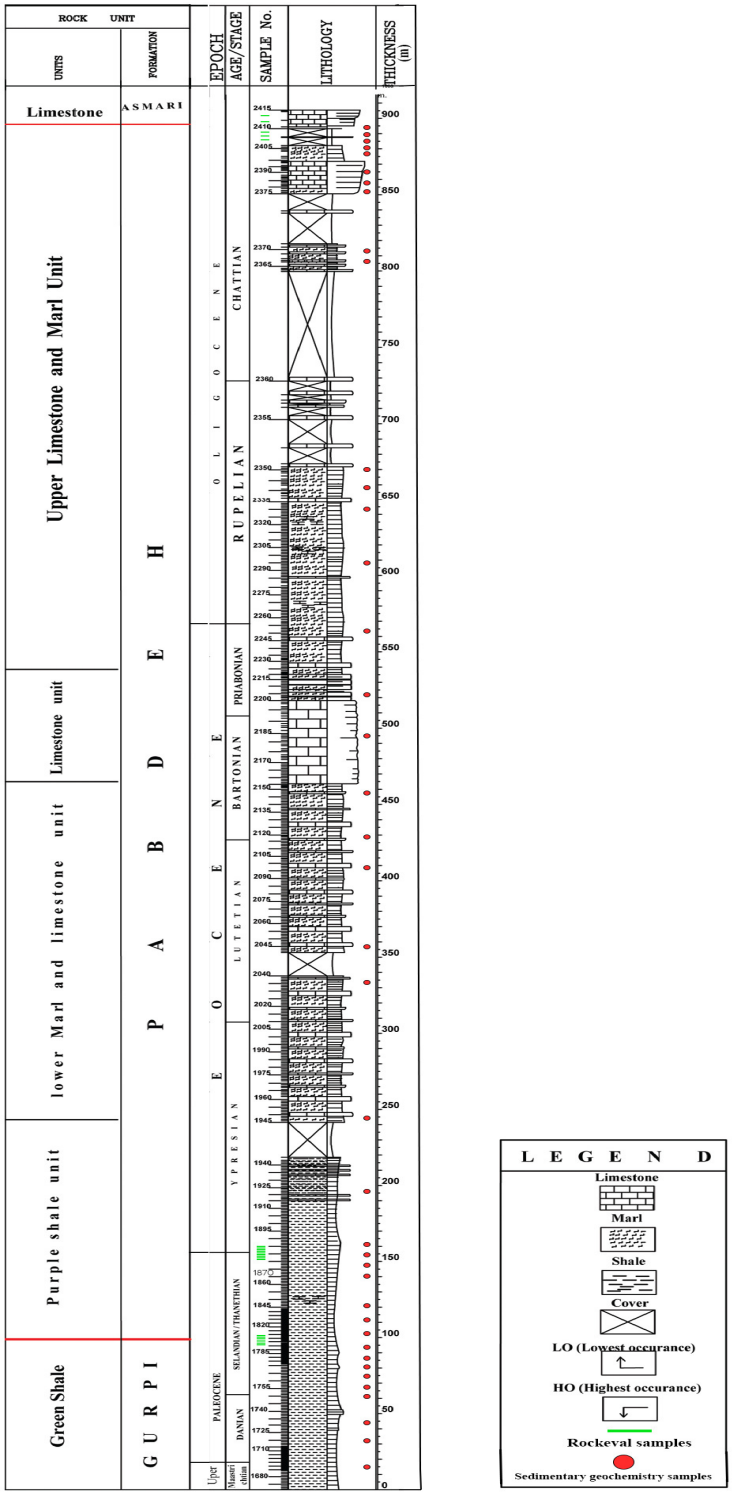
برای بررسی رسوبات پابده در این برش، به طور کلی روش‌های مورد مطالعه به سه بخش زیر تقسیم می‌شود:

الف) مطالعات صحرایی: شامل انتخاب برش چینه‌ای مناسب، پیمایش بر روی آن جهت اندازه‌گیری ستون چینه‌شناسی و بررسی ساختارهای رسوبی بوده است. فرآیند نمونه‌برداری در تاقدیس منگشت به صورت عمود بر لایه‌ها و بر اساس تغییرات لیتولوژیکی و رخساره‌ای و در فواصل کمتر از ۲ متر صورت گرفته است (شکل ۳) (هداوندخانی، ۱۳۹۴).

ب) مطالعات ژئوشیمیایی رسوبی: پس از مطالعه دقیق پتروگرافی برش‌های نازک، تعداد ۴۰ نمونه برای مطالعه ژئوشیمی سنگ‌های کربناته در رسوبات سازند پابده انتخاب گردید و پس از پودر کردن نمونه‌ها، توسط دستگاه جذب اتمی (ASS)، عناصر اصلی (Mg, Ca) بر حسب درصد و عناصر فرعی (Fe, Mn, Na, Sr) برحسب پی‌پی‌ام در آزمایشگاه ژئوشیمی دانشکده علوم‌زمین دانشگاه شهید بهشتی اندازه‌گیری شدند.

ج) مطالعات ژئوشیمیایی آلی: تعداد ۲۶ نمونه انتخاب و با دستگاه راک‌اول ۶ پژوهشگاه صنعت نفت مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که حدود ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه در یک اتمسفر خنثی (مثل هلیم) و با یک برنامه‌ریزی دمایی در کوره پیرولیز حرارت داده شد. در ابتدا به مدت ۳ دقیقه کوره به صورت ایزوترمال در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد تا هیدروکربن آزاد نمونه‌ها تبخیر شوند و به عنوان نمودار S_1 اندازه‌گیری شود که توسط شناساگر

یونش شعله (FID) انجام گرفت. سپس دما از ۳۰۰ به ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، هیدروکربن آزاد شده از این شکست حرارتی به عنوان نمودار S_2 اندازه‌گیری گردید (دمایی که در آن بیشترین S_2 گزارش می‌شود به عنوان T_{max} نامیده می‌شود). در انتها، دی اکسید کربن آزاد شده از شکست حرارتی کروژن در محدوده دمایی ۳۰۰ تا ۳۹۰ درجه سانتی‌گراد با شناساگر مادون قرمز شناسایی و به عنوان نمودار S_3 ثبت گردید.



شکل ۲. ستون سنگ‌چینه‌ای سازند پابده در برش تاقدیس منگشت

شکل ۳. نمای کلی از سازند پابده و واحدهای لیتواستراتیگرافی تشکیل دهنده این سازند در برش تاقدیس منگشت (a= شیل ارغوانی، b= واحد مارن و سنگ آهک پایینی، c= واحد سنگ آهکی، d= واحد مارن و سنگ آهک بالایی)

نتایج

۱- مطالعات ژئوشیمی رسوبی

به منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی اولیه و نوع سیستم دیاژنزی آهک‌های سازند پابده از عناصر اصلی و فرعی و ترسیم این مقادیر در مقابل هم و مقایسه آن‌ها با محدوده‌های خاصی که توسط پژوهشگران مختلف برای ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی و کلسیتی ارائه گردیده است، استفاده شده است. همچنین از نمودارهای مربوطه به منظور تشخیص دقیق‌تر میزان تغییرات عناصر اصلی و فرعی در مرزهای مختلف، به پنج مرز مختلف (شکل‌های ۴ تا ۱۰) تفکیک شده‌اند از آنجایی که بخشی از نمونه‌های آنالیز شده مربوط به نمونه‌های آهکی سازند گورپی می‌باشند، در نتیجه نمونه‌های مربوط به دو سازند گورپی و پابده از هم تفکیک شده است.

نمونه‌های آهکی نهشته‌های سازند پابده در مقطع مورد مطالعه با محدوده سنگ‌های آهکی سازند مزدوران (آدابی و رائو، ۱۹۹۱)، سنگ‌آهک گوردون (Gordon)، تاسمانیا (رائو، ۱۹۹۱)، محدوده آراگونیت‌های حارّه‌ای عهد حاضر (میلیمن، ۱۹۷۴)، سازند فهلیان (آدابی و همکاران، ۲۰۱۰) و سازند ایلام (آدابی و اسدی، ۲۰۰۸) مقایسه گردید.

۱-۱- استرانسیوم: مقدار استرانسیوم در نمونه‌های میکریتی سنگ‌آهک‌های سازند پابده که مورد مطالعه قرار گرفته است بین ۸۸۷ تا ۳۳۶۱ ppm در تغییر است. مقادیر استرانسیوم در این نمونه‌ها پایین‌تر از مقادیر عهد حاضر (۸۰۰۰-۱۰۰۰۰ ppm) است که می‌تواند به دلیل تأثیر فرآیندهای دیاژنتیکی به ویژه دیاژنز متئوریکی باشد (آدابی و رائو، ۱۹۹۱).

با توجه به شکل ۴، به دلیل تشابه کانی‌شناسی، تقریباً بیشتر نمونه‌ها در داخل محدوده سنگ‌آهک‌های آراگونیتی آب‌گرم گروه گوردون تاسمانیا واقع شده‌اند و در نتیجه مینرالوژی اولیه آن‌ها آراگونیتی بوده است. ترسیم مقادیر Sr در مقابل Na می‌تواند برای تفکیک رخساره‌های حارّه‌ای از غیرحارّه‌ای نیز بسیار مفید باشد (وینفیلد، ۱۹۹۶).

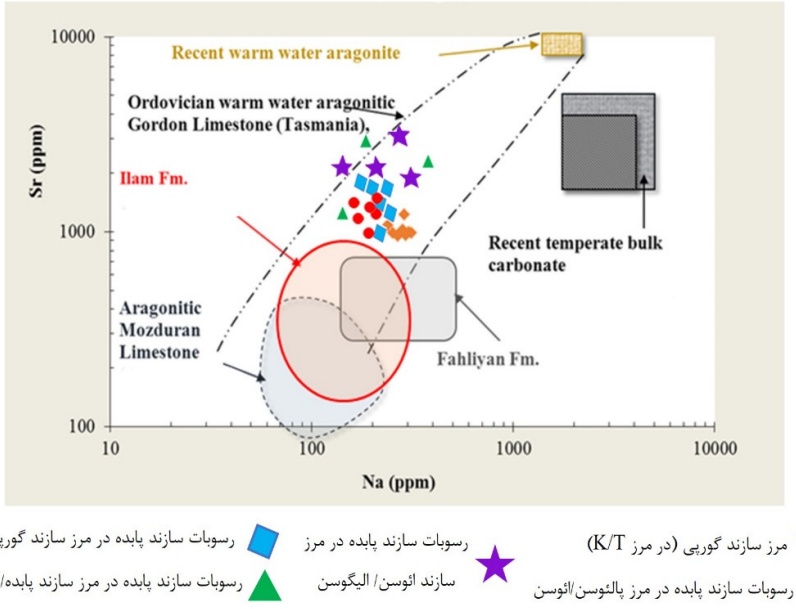
۱-۲- سدیم: مقدار سدیم با افزایش شوری، عمق آب و میزان آراگونیت افزایش می‌یابد (آدابی، ۱۳۹۰). مقدار Na در رسوبات سازند پابده بین ۱۳۷ تا ۳۵۴ ppm و در نمونه‌های مربوط به سازند گورپی در مرز K/T بین ۲۳۸ تا ۳۱۱ ppm در تغییر است.

ترسیم مقادیر سدیم در مقابل منگنز (شکل ۵) نشان می‌دهد که بیش‌تر نمونه‌های آهکی مورد مطالعه در محدوده کربنات‌های آراگونیتی سازند مزدوران و کربنات‌های سازند فهلیان به دلیل تشابه به ترکیب کانی‌شناسی آراگونیتی واقع شده است.

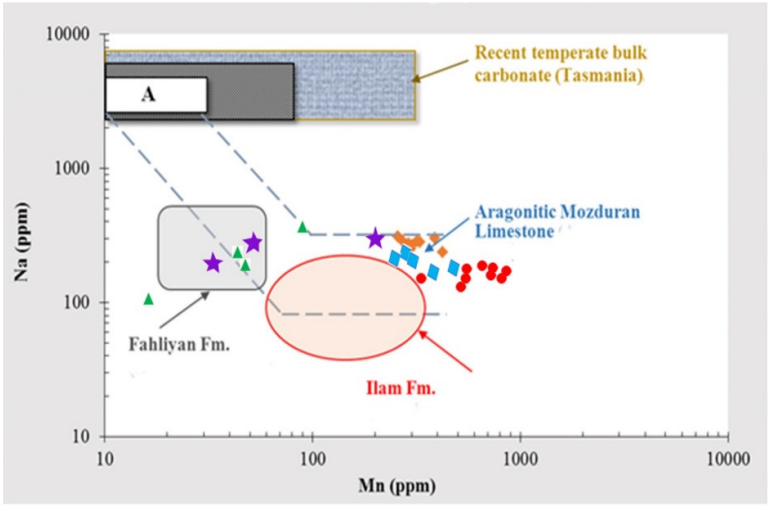
۱-۳- منگنز: منگنز در سنگ‌های‌آهک‌های مربوط به رسوبات سازند پابده در برش مطالعه شده بین ۱۵ تا ۹۶۵ ppm و میزان منگنز موجود در نمونه‌های سازند گورپی در مرز K/T بین ۲۵۸ تا ۴۲۰ ppm (به طور میانگین ۳۵۰ ppm) در تغییر است. کربنات‌های آراگونیتی واقع در دریاهای گرم و کم‌عمق دارای Mn پایینی (کم‌تر از ۵۰ ppm) هستند، در حالی‌که مقدار Mn در نمونه‌های کل کربناته مناطق معتدله عهد حاضر بیش از ۳۰۰ ppm است. بالا بودن Mn به غیر از دیاژنز متائوریکی به عمیق بودن حوضه و افزایش نرخ رسوب‌گذاری نیز مربوط می‌باشد (آدابی، ۱۳۹۰).

با توجه به شکل ۶ نمونه‌های آهکی مربوط به بخش بالایی سازند گورپی در مرز کرتاسه/ پالئوژن و همچنین نمونه‌های مربوط به مرز سازند گورپی و پابده و حتی نمونه‌های بخش پایینی سازند پابده دارای میزان Mn بالایی هستند که این

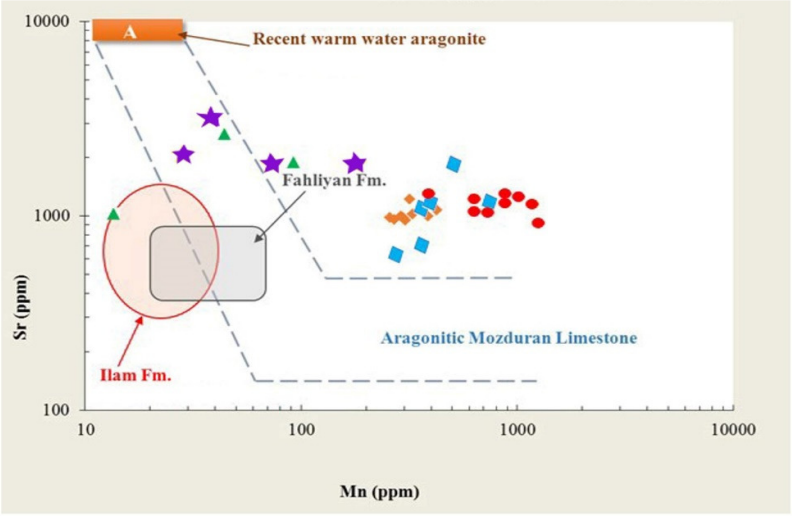
می‌تواند بیانگر تاثیر دیاژنز متائوریکی باشد. به همین دلیل در این بخش‌های یاد شده، نمونه‌ها در محدوده‌های مربوط به سازندهای با ترکیب کانی‌شناسی آراگونیتی قرار نگرفته‌اند. اما در بخش میانی سازند پابده و همچنین بخش بالایی سازند پابده و در محل مرز سازند پابده و سازند آسماری با کاهش تاثیر دیاژنز متائوریکی روبرو هستیم که همین عامل باعث کاهش میزان Mn، و قرار گرفتن نمونه‌های پابده/ آسماری در محدوده و یا نزدیک سازند آراگونیتی مزدوران (آدابی و رائو، ۱۹۹۱) و یک نمونه نمونه نیز در محدوده سازند ایلام (آدابی و اسدی، ۲۰۰۸) با ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی قرار گرفته‌اند.



شکل ۴. ترسیم روند تغییرات Sr در برابر Na. همانطوری که دیده می‌شود همه نمونه‌ها در محدوده سنگ‌های آهکی گوردون، تاسمانیا (رائو، ۱۹۹۱) به دلیل تشابه ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی قرار گرفته است.



شکل ۵. ترسیم روند تغییرات Na در برابر Mn. به طوری که دیده می‌شود تقریباً تمامی نمونه‌های سازند پابده در محدوده سنگ‌های آهکی سازند مزدوران (آدابی و رائو، ۱۹۹۱) و یا در محدوده سازند فهلیان (آدابی و همکاران، ۲۰۱۰) قرار گرفته است.



شکل ۶. ترسیم روند تغییرات Sr در برابر Mn. نکته‌ای که در این شکل حائز اهمیت است این است که نمونه‌های مربوط به سازند گورپی و نمونه‌های مربوط به مرز سازند گورپی و پابده و نمونه‌های سازند پابده در مرز پالئوسن/ ائوسن به دلیل تاثیر شرایط دیاژنز متائوریکی و بالا بودن میزان منگنز در محدوده‌های مربوطه قرار نگرفته‌اند در صورتی که در مرز سازند پابده/ آسماری با برقراری شرایط اکسیدان در هنگام رسوبگذاری و کاهش میزان تاثیر دیاژنز متائوریکی، مقدار منگنز کاهش یافته و نمونه‌ها در محدوده ایلام و مزدوران قرار گرفته‌اند.

۱-۴- نسبت Sr/Mn در برابر Mn: ترسیم نسبت Sr/Mn در برابر Mn می‌تواند به عنوان معیار مفیدی برای تخمین میزان انحلال سنگ‌آهک‌ها مورد استفاده قرار گیرد. همانطور که شکل ۷ نشان می‌دهد، نمونه‌های آهکی مربوط به مرز سازند گورپی-پابده و نمونه‌های سازند پابده در مرز پالئوسن-ائوسن دارای میزان Mn بسیار بالایی هستند که این بیانگر تاثیر فرایند دیاژنز متائوریکی تحت شرایط احیایی می‌باشد. در صورتی که در بخش بالایی سازند پابده، یعنی مرز پابده-آسماری میزان Mn کاهش قابل-ملاحظه‌ای داشته و این نشانه‌ای بر کاهش تأثیر فرایند دگرسانی یا انحلال در این نمونه‌ها است.

۱-۵- نسبت Sr/Na در برابر Mn: به وسیله نسبت Sr/Na و همچنین Mn می‌توان کربنات‌های حاره‌ای دیرینه و معتدله را از معادل‌های عهد حاضر آن‌ها تکفیک کرد (آدابی و رائو، ۱۹۹۱ و آدابی و اسدی، ۲۰۰۸). آهک‌های آراگونیتی عهد حاضر دارای مقادیر کم Mn و نسبت بالای Sr/Na (حدود ۳ تا ۵) می‌باشند. در حالی که کربنات‌های کلسیتی نواحی معتدله عهد حاضر دارای مقادیر بالای Mn و Sr/Na کمتر (در حدود یک) می‌باشند.

با توجه به شکل ۸، تمامی نمونه‌های ترسیم شده دارای میزان Sr/Na بالایی هستند که این خود نشان‌دهنده ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی نمونه‌های بررسی شده می‌باشد و در واقع این ویژگی خاص محیط‌های حاره‌ای، عمق کم و شوری نسبتاً بالا می‌باشد.

۱-۶- نسبت Sr/Ca در برابر Mn: بر اساس نسبت Sr/Ca در برابر Mn، می‌توان روند دیاژنز را در سیستم‌های باز و بسته تعیین (برند و وایزر، ۱۹۸۰). همانطور که شکل ۹ نشان می‌دهد، رسوبات سازند پابده در مرز سازند پابده و سازند آسماری به میزان کمی تحت تاثیر فرایندهای دیاژنتیکی قرار گرفته‌اند و به عبارتی میزان تبادل آب به سنگ در این نمونه‌ها پایین بوده و این خود عاملی برای میزان ناچیز Mn و همچنین مقدار بالای Sr/Ca می‌باشد.

۲- مطالعات ژئوشیمیایی آلی

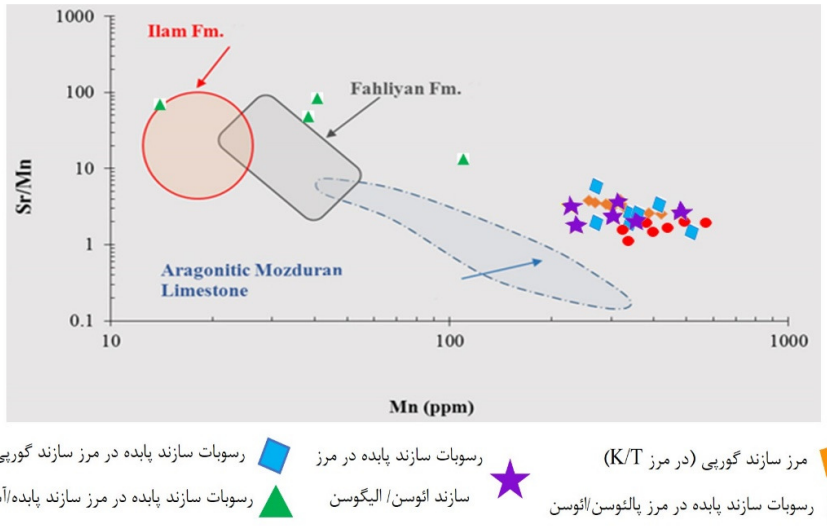
به کمک دستگاه پیرولیز راک‌اول، توان هیدروکربنی، بلوغ گرمایی و نوع هیدروکربن سنگ‌منشأ مشخص می‌شود. پیرولیز راک‌اول یک روش کامل برای ارزیابی بلوغ گرمایی نیست؛ چون تا حد بسیار زیادی به نوع ماده آلی بستگی دارد. همچنین اگر مقدار ماده آلی کم باشد و S_2 کوچک‌تر

از mg HC/g ۰/۲ باشد، مقادیر T_{max} دیگر قابل اعتماد نمی‌باشد (پیترز، ۱۹۸۶). به‌طور کلی سازندهای مناسب جهت تعیین منشأ هیدروکربن بایستی دو شرط لازم و کافی زیر را داشته باشند تا بتوان آن را بعنوان سنگ‌منشأ در ناحیه معرفی نمود (هانت، ۱۹۹۶):

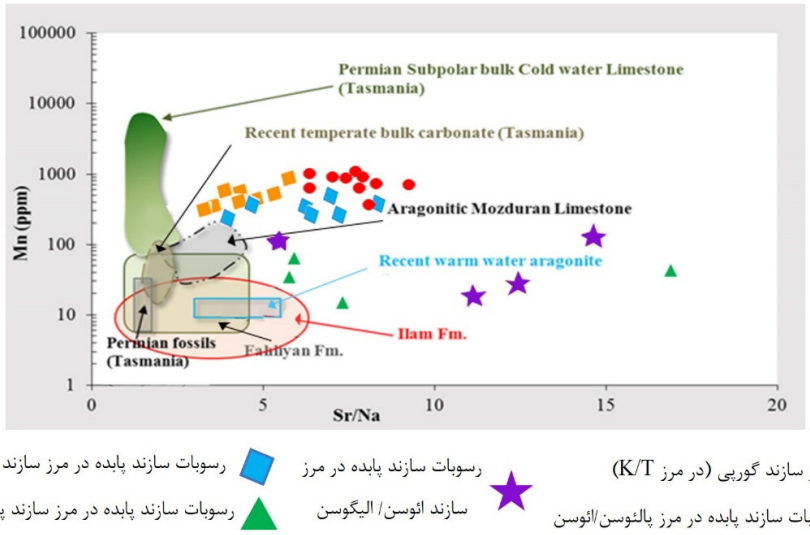
۱- دارا بودن مقادیر مناسب مواد آلی (TOC بالاتر از mg ۰/۵)

۲- بلوغ کافی مواد آلی جهت زایش هیدروکربن

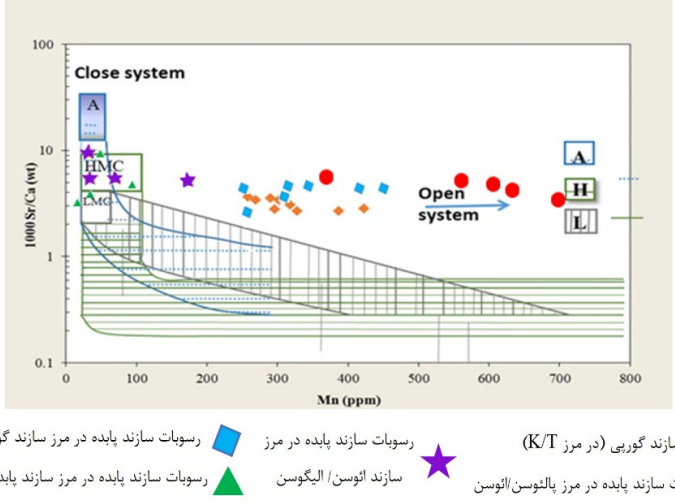
همانطور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، تمامی نمونه‌ها در ناحیه فقیر و عاری از مواد آلی جهت زایش هیدروکربن قرار گرفته‌اند. بنابراین در ادامه تفسیر مربوط به سنگ‌های منشأ را نمی‌توان ارایه کرد و لذا صرفا تغییرات پارامترهای مهم در اطراف مرزها مورد بحث قرار گرفته است.



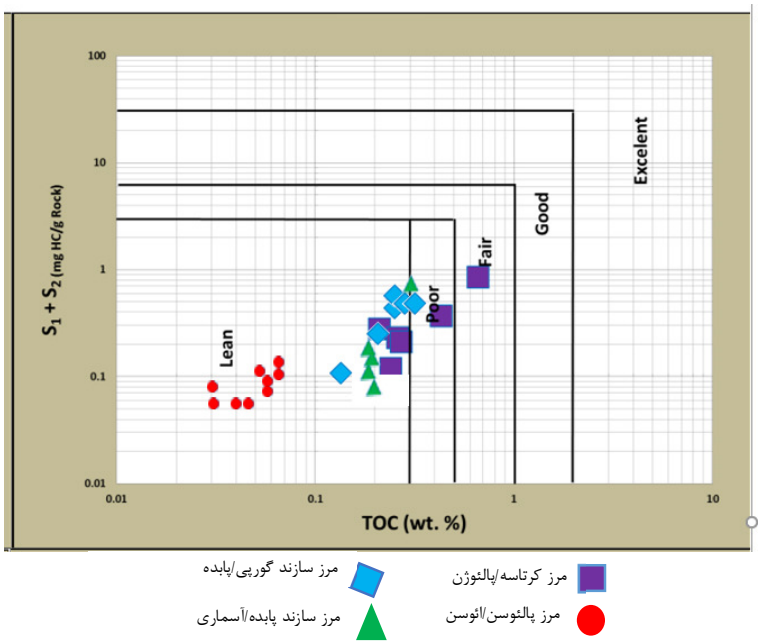
شکل ۷. ترسیم روند تغییرات Sr/Mn در برابر Mn. نمونه‌هایی که در محدوده‌ی سازندهای فهلیان و ایلام قرار گرفته‌اند به دلیل دارا بودن نسبت بالاتر Sr/Mn و در نتیجه میزان Mn پایین‌تر دارای کم‌ترین میزان دگرسانی دیاژنتیکی (انحلال) در میان این نمونه‌ها هستند. امّا نمونه‌هایی که در نزدیکی محدوده سازند مزدوران قرار گرفته‌اند به دلیل بالاتر بودن میزان Mn در آن‌ها می‌توان گفت که زمان بیش‌تری را تحت تأثیر دگرسانی دیاژنتیکی بویژه آب‌های متائوریکی قرار گرفته‌اند و در نتیجه بیش‌ترین میزان انحلال در این نمونه‌ها رخ داده است.



شکل ۸. ترسیم روند تغییرات Sr/Na در برابر Mn. نکته‌ای که در این شکل حائز اهمیت است، این است که اغلب نمونه‌های دارای Sr/Na بیشتر از یک و به دلیل Mn بالاتر در نمونه‌های مرز سازند گورپی، مرز پائوسن-ائوسن و مرز سازند گورپی/پابده دارای ترکیب کانی‌شناسی آراگونیتی و میزان دگرسانی دیاژنتیکی بالاتر می‌باشند. درحالی که، نمونه‌های آهنکی سازند پابده در مرز سازند آسماری/پابده دارای Mn پایین‌تر و دگرسانی کمتری است. این نمونه‌ها نیز دارای ترکیب اولیه آراگونیتی می‌باشند.



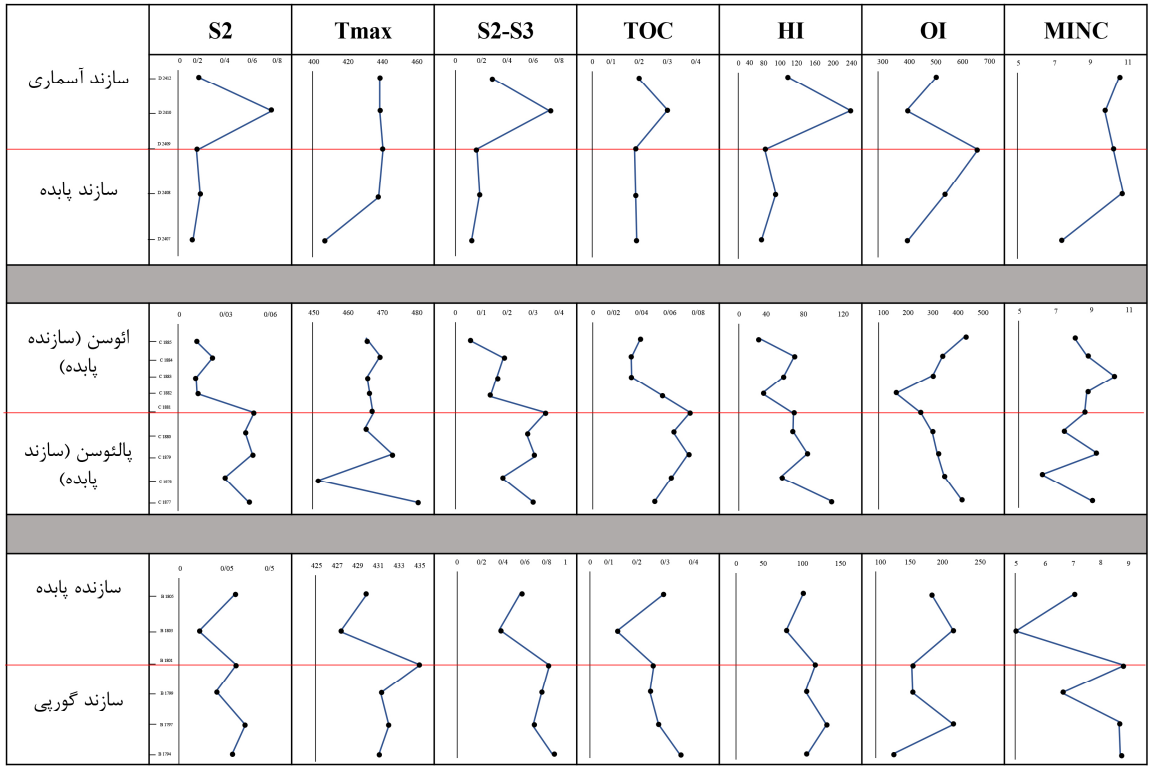
شکل ۹. ترسیم روند تغییرات Mn در مقابل Sr/Ca. با توجه به محدوده‌های تعیین شده توسط برند و وایزر (۱۹۸۰) برای روندهای دیاژنتیکی آراگونیت (A)، کلسیت پرمنیزیم (HMC) و کلسیت کم‌منیزیم (LMC)، می‌توان گفت که سازند پابده در برش مورد مطالعه تحت تأثیر یک سیستم دیاژنتیکی بسته تا باز قرار گرفته است. لکن در بخش بالایی سازند گورپی و در مرز K/T این سیستم کاملاً به صورت باز ست. در واقع می‌توان این طور تحلیل کرد که هر چه از ابتدای سازند پابده به انتهای آن نزدیک می‌شویم (همان‌طور که در نمونه‌های مربوط به مرز ائوسن / الیگوسن و نیز مرز پابده / آسماری مشاهده می‌شود)، میزان فرایند انحلال یا تبادل آب به سنگ کاهش پیدا کرده و این باعث کاهش میزان Mn و به عبارتی نشان‌دهنده پایین آمدن میزان تاثیر فرایندهای دیاژنتیکی می‌باشد. به همین دلیل هر چه از ابتدا به سمت انتهای سازند پابده پیش می‌رویم سیستم دیاژنتیکی به سمت بسته شدن پیش می‌رود که این نتیجه‌گیری با ترسیم روند تغییرات Mn در برابر Sr/Ca نیز به خوبی تایید می‌شود.



شکل ۱۰. وضعیت کمیت مواد آلی در سازند مورد مطالعه

شکل ۱۱ جهت تعیین توان تولید در مقابل میزان کل ماده آلی (TOC) برای بررسی میزان کربن آلی و توان تولید هیدروکربن کاربردی است. با توجه به این شکل، کلیه پارامترها در نزدیکی مرز سازندهای گورپی-پابده افزایش داشته و فقط پارامتر OI کاهش یافته است. بر این اساس در نزدیکی مرز سازند گورپی-پابده، کمیت و کیفیت مواد آلی افزایش یافته که نشان می‌دهد در نزدیکی این مرز شرایط حفظشدگی مواد آلی بهتر عمل کرده و در نتیجه فرآیند اکسیداسیون و تخریب مواد آلی کاهش یافته است (تیسوت و ولت، ۱۹۸۴). از سوی دیگر پدیده قابل ذکر در

این مرز، افزایش میزان کربن معدنی است. همچنین تفسیر مرز ائوسن-پالئوسن در سازند پابده تقریبا مشابه مرز سازندهای گورپی-پابده می‌باشد. از طرفی کلیه پارامترها و نسبت‌ها در اطراف مرز سازندهای پابده-آسماری، کاهش داشته و فقط پارامتر OI افزایش داشته است. لازم بذکر است که میزان کربن معدنی در اطراف این مرز تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است.



شکل ۱۱. تغییرات پارامترهای راک اول ۶ در بالا و پایین مرز سازندهای گورپی، پابده و آسماری

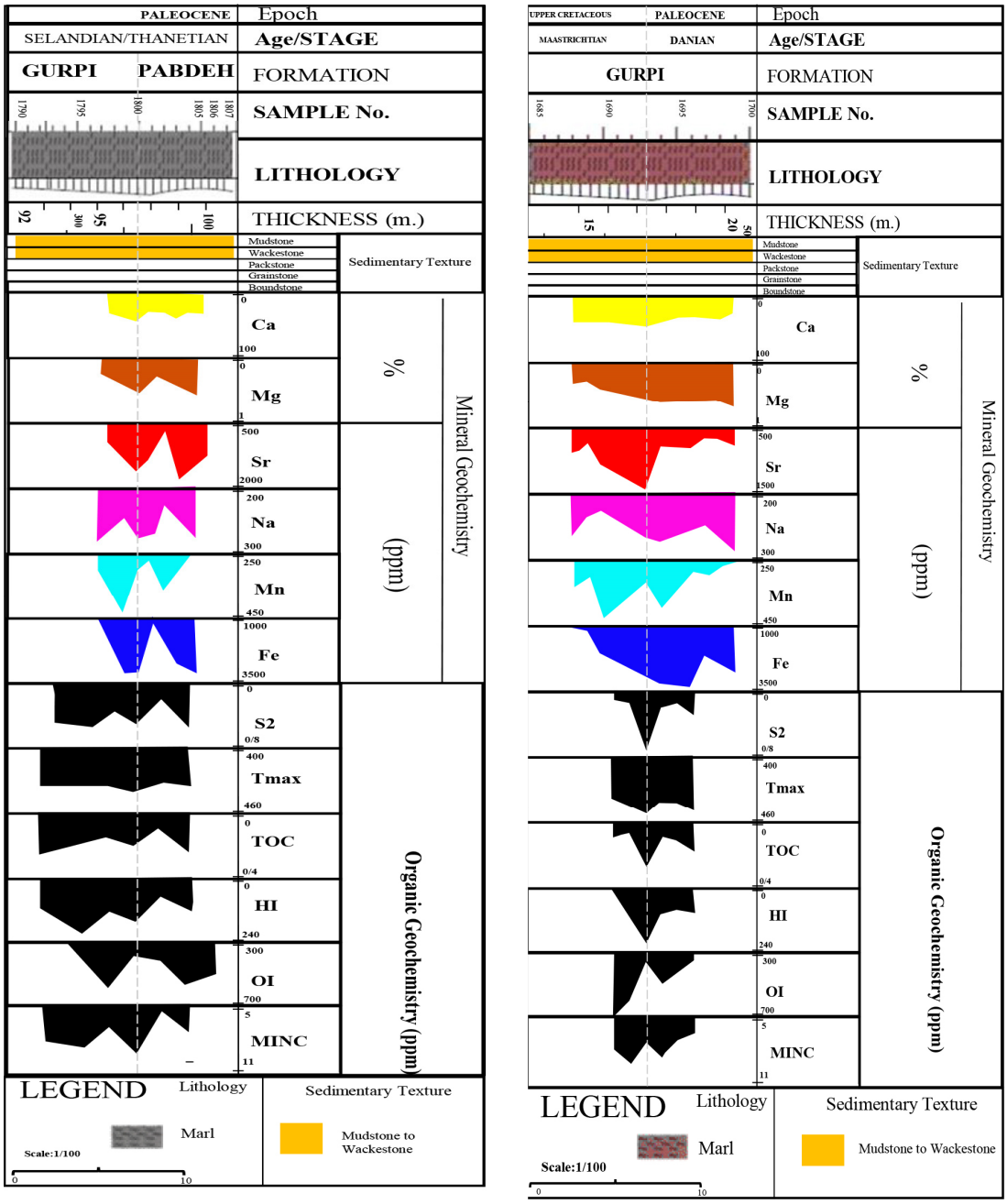
۳- تغیرات عناصر ژئوشیمی رسوبی و پارامترهای ژئوشیمی آلی بر اساس مرزهای بایو استراتیگرافی و مرز سازندها

پارامترهای مربوط به ژئوشیمی رسوبی نظیر استرانسیوم و سدیم در مرز کرتاسه-پالئوژن (شکل ۱۲-الف)، سازندهای گورپی-پابده (شکل ۱۲-ب) و مرز ائوسن-الیگوسن (شکل ۱۲-د) افزایش پیدا کرده‌اند که این افزایش استرانسیوم در این مرز می‌تواند ارتباط مستقیم با افزایش میزان آراگونیت داشته باشد. همچنین سدیم نیز احتمالا تحت تاثیر عمق نسبتا بیشتر حوضه و افزایش میزان آراگونیت، افزایش پیدا کرده است. منگنز در این دو مرز با کاهش روبرو شده است که می‌تواند به دلیل کاهش تاثیر دیاژنز متائوریکی و از جمله انحلال باشد. اما در آنالیزهای مربوط به ژئوشیمی آلی، به جز شاخص اکسیژن همگی افزایش پیدا کرده‌اند که دلیل آن می‌تواند عمیق بودن حوضه و همچنین کمبود اکسیژن و وجود شرایط احیایی باشد که مجموع این عوامل منجر به افزایش کمیت و همچنین کیفت مواد آلی در این مرز شده است. گفتنی است داده‌ها در مرز ائوسن-الیگوسن مورد آنالیز ژئوشیمی آلی قرار نگرفته‌اند.

در مرز پالئوسن- ائوسن (شکل ۱۲-ج) با وجود شرایط احیایی حاکم، میزان منگنز و آهن افزایش پیدا کرده است که نشان‌دهنده تاثیر انحلال و افزایش تبادل آب به سنگ است. میزان تغییرات داده‌های حاصل از ژئوشیمی آلی در این مرز مشابه با مرز سازند گورپی-پابده می‌باشد.

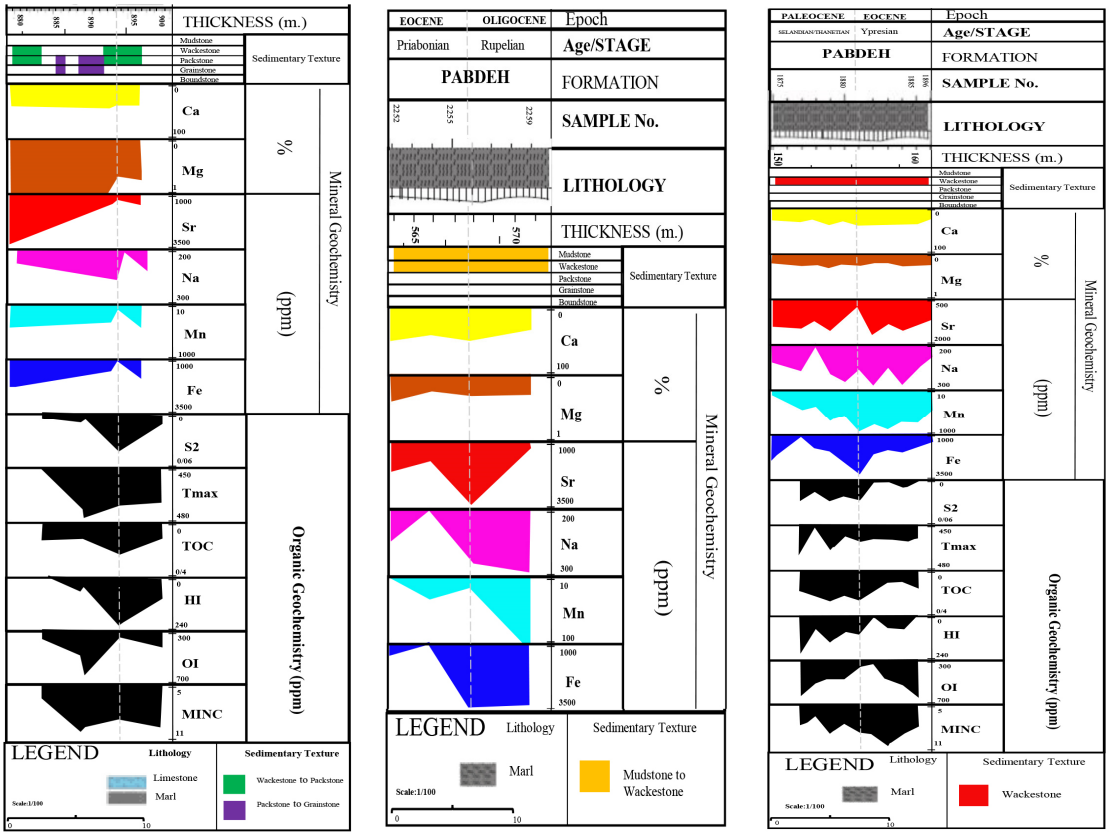
در مرز سازندهای پابده و سازند آسماری (شکل ۱۲-ه) تغییرات عمده‌ای تحت تاثیر کاهش عمق حوضه رسوبی در پارامترهای مربوط به ژئوشیمی معدنی نظیر سدیم، آهن و منگنز صورت گرفته است. مرز بین سازندها نشان‌دهنده کم‌عمق‌ترین بخش حوضه می‌باشند، بنابراین رسوبات در این فواصل شانس بیشتری برای قرار گرفتن در شرایط

خروج از آب، دگرسانی‌های دیاژنتیکی تحت تاثیر آب‌های متئوریکی و شرایط اکسیدان دارند (امیدپور و همکاران، ۲۰۲۱). تمامی این شرایط منجر به کاهش مقادیر آهن و منگنز و همچنین افزایش سدیم (به علت تبخیر بالا) شده است. اما بررسی داده‌های ژئوشیمی آلی در این مرز نشان می‌دهد که به جز میزان شاخص اکسیژن، باقی مواد در این مرز دچار افزایش شده‌اند که نشان‌دهنده افزایش میزان اکسیژن موجود و ایجاد شرایط اکسیداسیون در این قسمت می‌باشد که وجود این شرایط باعث پایین‌آمدن میزان حفظ‌شدگی مواد آلی و در نتیجه کاهش میزان سایر پارامترها شده است (وینفیلد، ۱۹۹۶).



الف ب

شکل ۱۲. تغییرات عناصر ژئوشیمی معدنی و پارامترهای ژئوشیمی آلی. الف) مرز کرتاسه - پالئوژن، ب) مرز سازندهای گورپی/ پابده



ه) د) ج)

ادامه شکل ۱۲. تغییرات عناصر ژئوشیمی معدنی و پارامترهای ژئوشیمی آلی.، ج) پالئوسن- ائوسن، د) مرز ائوسن/ الیگوسن، ه) مرز سازندهای پابده-آسماری

نتیجه‌گیری

مطالعات ژئوشیمی رسوبی بر اساس نتایج حاصل از آنالیزهای عنصری و همچنین ترسیم این مقادیر در نمودارهای مختلف نظیر Sr/Na >1 بیانگر این است که رسوبات سازند پابده در برش تاقدیس منگشت دارای یک مینرالوژی اولیه آراگونیتی می‌باشند. همچنین ترسیم مقادیر Sr/Ca در برابر Mn، نشان می‌دهد که رسوبات سازند پابده به طور کلی دارای یک سیستم دیاژنتیکی باز تا بسته هستند. به این صورت که این سیستم دیاژنتیکی از پایین به طرف بالا به تدریج به سمت بسته‌شدن پیش می‌رود که این خود نشان می‌دهد با افزایش ضخامت سازند پابده (در بخش فوقانی این سازند)، از میزان تاثیر فرآیندهای دیاژنتیکی و همچنین تبادل آب به سنگ کاسته شده و به همین دلیل میزان Mn کاهش می‌یابد و مقدار Sr/Na افزایش پیدا می‌کند و این شرایط با ترسیم Sr/Mn در مقابل Mn تایید می‌شود.

نتایج حاصل از پیرولیز راک‌اول ۶، نشان می‌دهد که با توجه به اینکه نمونه‌های آنالیز شده فاقد مقادیر مناسب مواد آلی می‌باشند بنابراین نمی‌توان انتظار زایش هیدروکربن را از این نمونه‌ها داشت. از سوی دیگر تغییرات این داده‌ها در مرزهای پایین و بالای سازند پابده و نیز مرز پالئوسن-ائوسن بخوبی قابل شناسایی بوده و می‌توان از آن‌ها به عنوان شاخص‌های فرعی جهت شناسایی مرزهای سازندی و نیز حوادث زیستی (مرز پالئوسن-ائوسن) استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از داوران محترم نشریه رسوب‌شناسی کاربردی که در جهت ارتقای کیفیت این مقاله، پیشنهادات ارزنده‌ای ارائه نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

آدابی، م. ح (۱۳۹۰) ژئوشیمی رسوبی، آرین زمین، چاپ دوم، ۵۰۳ ص.

مطیعی، ه (۱۳۷۴) زمین‌شناسی ایران: چینه‌شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.

هداوندخانی، ن (۱۳۹۴) لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند پابده (در برش‌های چهارده، تنگ حتی و یال شمالی تنگ پابده)، پایان‌نامه دکترا، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۴۸۷ ص.

Adabi, M. H., Salehi, M. A., Ghobeishavi, A (2010) Depositional environment, sequence stratigraphy and geochemistry of Lower Cretaceous carbonates (Fahliyan Formation), South-west Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 39: 148-160.

Adabi, M. H., Asadi Mehmandosti, E (2008) Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-e- Rasid area, Izeh, S. W. Iran: Journal of Asian Earth Sciences, 33: 267-277.

Adabi, M. H., Rao, C. P (1991) Petrographic and geochemical evidence for original aragonitic mineralogy of Upper Jurassic carbonate (Mozduran Formation) Sarakhs area, Iran. Sedimentary Geology, 72: 253-267.

Alizadeh, B., Opera, A., Kalani, M., Alipour, M (2020) Source rock and shale oil potential of the Pabdeh Formation (Middle–Late Eocene) in the Dezful Embayment, southwest Iran. Geologica acta: an international earth science journal, 18(1): 14.

Brand, U., Veizer, j (1980) Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system -1: trace elements: Jour. Sed. Petrology, 50: 1219-1236.

Hosseini Asgarabadi, Z., Khodabakhsh, S., Mohseni, H., Abbassi, N., Halverson, G. Hao Bui, T (2019) Microfacies, geochemical characters and possible mechanism of rhythmic deposition of the Pabdeh Formation in SE Ilam (SW Iran). Geopersia, 9 (1): 89-109.

Hunt, J. M (1996) Petroleum Geochemistry and Geology. W. H. Freeman and Company. New York.

Rao, C. P (1991) Geochemical differences between subtropical (Ordovician), temperate (Recent and Pleistocene) and subpolar (Permin) carbonates, Tasmania, Australia: Carbonates 06.

Milliman, J. D (1974) Marine Carbonates: New York, Springer-Verlag, 375 p.

Omidpour, A., Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A., Rahimpour-Bonab, H (2021) Application of stable isotopes, trace elements and spectral gamma-ray log in resolving high-frequency stratigraphic sequences of a mixed carbonate-siliciclastic reservoirs. Marine and Petroleum Geology, 125: 104854.

Peters, K. E (1986) Guidelines for Evaluating Petroleum Source Rock Using Programmed Pyrolysis. AAPG Bulletin, 70: 318–329.

Tissot, R. P., Welte, D. H (1984) Petroleum Formation and Occurrence. 2nd Ed. Springer Berlin Heidelberg New York, 699 p.

Winefield, P. R., Nelson, C. S., Hodder, A. P. W (1996) Discriminating temperate carbonates and their diagenetic environments using bulk elemental geochemistry: a reconnaissance study based on New Zealand Cenozoic limestones. Carbonates and Evaporites, 11: 19-31.