

چینه‌نگاری شیمیایی نهشته‌های پالئوزوئیک در شمال شرق کرمان

سید محمد صالح علمی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند
محمدرضا قطبی راوندی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند

چکیده:

به منظور مطالعه ژئوشیمیایی رسوبات پالئوزوئیک شمال شرق کرمان، برشی در ۲۵ کیلومتری جاده کرمان - کوهپایه انتخاب شد. لیتولوژی برش مورد مطالعه عمدتاً از ماسه‌سنگ با میان لایه‌های شیلی، شیل، سنگ آهک و دولومیت تشکیل شده است. بر اساس مطالعات صحرایی و آنالیز عنصری (XRF) تعدادی از نمونه سنگ‌ها، ترکیب کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها مشخص شد و تغییرات عناصر اصلی Mg و Ca و عناصر فرعی Fe, Mn, Na, Sr مورد مطالعه قرار گرفت. از تغییرات Mg در مقابل هر یک از عناصر فرعی نمونه‌های کربنات‌ها منطقه مورد نظر، می‌توان به وضعیت آب و هوایی، شوری آب، عمق منطقه و همچنین شرایط اکسیدی و احیایی پی‌برد. تغییرات عناصر در منحنی سنگ‌های کربنات‌ها منطقه مورد نظر بیانگر این است که منطقه، در ناحیه کم عمق و در آب و هوای معتدل قرار گرفته است.

با توجه به تغییرات Fe و Mn می‌توان نتیجه گرفت که دولومیت‌هایی که در عمق کمتر در محدوده سنی دونین تا پرمین تشکیل شده‌اند، شرایط محیطی اکسیدی دارند و همچنین دولومیت‌هایی که در اعماق در محدوده زمانی کامبرین میانی تا دونین زیرین تشکیل شده‌اند، شرایط محیطی احیایی دارند زیرا کمتر در معرض عوامل ژئوشیمیایی قرار گرفته‌اند. همچنین با ترسیم نمودار عنصر منگنز در مقابل عنصر منیزیم می‌توان نتیجه گرفت که سرعت رسوب‌گذاری در محدوده زمانی پرمین در منطقه، به علت کاهش عنصر منگنز افزایش یافته است. مقدار عنصر سدیم در دولومیت‌ها نشانه میزان شوری سیال اولیه است که منطقه مورد نظر دارای دولومیت‌هایی از نوع دولومیت‌هایی با شوری نسبتاً بالایی نسبت به دولومیت‌های با شوری نرمال می‌باشد و میزان عنصر Sr وابسته به سیال دولومیت ساز است.

واژه‌های کلیدی: ژئوشیمی، چینه‌نگاری ژئوشیمیایی، دولومیت، XRF

مقدمه:

رگه‌ای و لایه‌ای)، آنتیموان، کرومیت، فسفات (تیپ‌های آذرین و رسوبی)، عناصر کمیاب، بر، سولفات سدیم، پتاس، زغال سنگ، باریت، زئولیت، سیلیس، بنتونیت، فلوریت، نمک، گچ، سلسترین، انواع سنگ‌های تزئینی و دولومیت از عمده ذخایر قابل ملاحظه در پلاتفرم پالئوزوئیک ایران مرکزی هستند که در این واحد زمین‌ساختی در اندازه و ابعاد مختلف شناخته شده و در حال حاضر اکثراً در دست استخراج و بهره‌برداری هستند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

پلاتفرم پالئوزوئیک ایران مرکزی بخش عمده‌ای از شرق و شمال و شمال شرق استان کرمان را پوشش داده است. پیکره بزرگ سنگی شمال شرق استان کرمان را می‌توان پیکره‌های رسوبی شامل رسوبات پلاتفرم پالئوزوئیک_موزوئیک نواحی زرنند، کوهبنان، راور، کرمان و ماهان است (آقانباتی، ۱۳۸۳). همچنین ذخایر آهن، مس، سرب و روی، طلا، منگنز (تیپ‌های

روش مطالعه

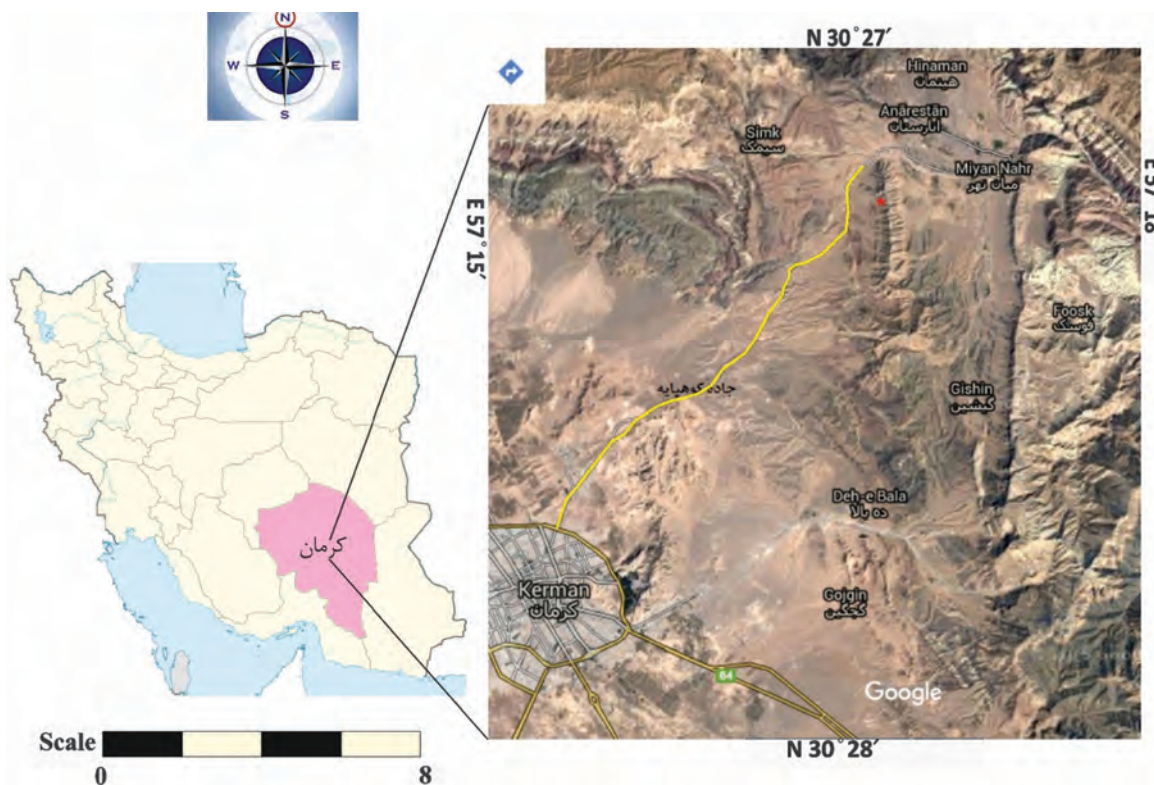
در عملیات صحرایی، نمونه برداری به صورت سیستماتیک انجام و با کمک متر و کمپاس ضخامت ظاهری، شیب و امتداد لایه‌ها مشخص شد. فواصل نمونه‌ها به طور متوسط یک متر بوده، که در بخش‌هایی به دلیل تغییرات رخساره‌ای فاصله‌ها متغیر و تا ۵۰ سانتی متر از هم اندازه‌گیری شده است.

تعداد زیادی نمونه برداشت شد بخشی از آن برای تهیه مقاطع نازک و مطالعات میکروسکوپی فرستاده و پس از مطالعه دقیق پتروگرافی، تعدادی نمونه به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی استان کرمان ارسال شد. این نمونه‌ها توسط دستگاه XRF برای تعیین عناصر اصلی و فرعی آنالیز شد.

در تمام مدت دوران پالئوزوئیک، منطقه ایران مرکزی وضعی مشابه با سایر قسمت‌های ایران داشته است، به طوری که یک حالت پلاتفرمی در آن حکم فرما بوده و کویر بزرگ و فرورفتگی ایران مرکزی احتمالاً حوضه وسیع کم عمقی را تشکیل می‌داده است. پس از رسوب‌گذاری پرمین میانی یک دوره فرسایش طولانی بر ایران چیره گشته که حاصل آن، نهشت رسوبات آواری و قرمز رنگ در زمان تریاس زیرین (سازند سرخ شیل) بوده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

برش مطالعاتی در شمال شرق کرمان در ۲۵ کیلومتری جاده کرمان به سمت کوهپایه و پس از طی یک جاده خاکی به طول ۵ کیلومتر قابل دسترسی است. این برش بین عرض‌های جغرافیایی $30^{\circ} 27' 21,1''$ تا $30^{\circ} 28' 35,3''$ و طول‌های جغرافیایی $57^{\circ} 15' 24,4''$ تا $57^{\circ} 18' 16,3''$ قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به شمال شرق کرمان در مقطع چینه‌شناسی. منطقه مورد نظر با علامت ستاره مشخص شده است (اقتباس از ۲۰۱۶ Google Earth با تغییرات).

بحث و بررسی ترکیب عنصری

ترکیب عناصر اصلی (Ca و gM) و فرعی (Sr, Mn, Na, eF) در شبکه کربنات‌ها، اطلاعات با ارزشی در خصوص مینرالورژی کربنات‌ها، دمای آب دریا، شرایط اکسیداسیون و احیا، درجه شوری، تفریق بیوشیمیایی، سرعت تشکیل کربنات‌های بیوتیک و غیر بیوتیک و سطح PCO_2 در آب دریا و همچنین نوع دولومیت‌های منطقه را ارائه می‌کند. از آنجایی که کربنات‌های مناطق معتدله عمدتاً از کلسیت تشکیل شده‌اند، ترکیب عناصر اصلی و فرعی در آن‌ها به ترکیب کلسیت دریایی (Marine Calcite) بستگی دارد (آدابی، ۱۳۸۳).

منیزیم و کلسیم (Ca, Mg)

مقدار منیزیم در نمونه‌های کل کربنات مناطق حاره‌ای بین ۰/۱۱ تا ۳/۲ درصد، متغیر است. آراگونیت ($CaCO_3$) حاوی کمتر از یک درصد Mg است، در حالی که کلسیت دارای منیزیم زیاد، حاوی ۱-۲/۳ درصد Mg می‌باشد. در مناطق معتدله کربنات‌ها عمدتاً از کلسیت تشکیل شده‌اند و مقدار منیزیم با درصد کلسیت دارای منیزیم زیاد ارتباط مستقیمی دارد، زیرا در (HMC کلسیت دارای منیزیم زیاد) بیشترین مقدار Mg وجود دارد (آدابی، ۱۳۸۳). دولومیت می‌تواند از سیالاتی که نسبت Mg/Ca آن‌ها بین حدود ۱ تا ۱۰ است تشکیل شود. اندازه بلورهای دولومیت با کاهش مقادیر Mg/Ca و کاهش شوری سیالات افزایش می‌یابد (Folk and Land, ۱۹۷۵). در حین فرآیند دولومیتی شدن، مقادیر Mg/Ca به دلیل تشکیل دولومیت کاهش یافته و بر عکس مقدار Ca افزایش می‌یابد (نمودار ۲).

با توجه به (نمودار ۱) در منطقه شمال شرق کرمان مقدار کلسیت با مقدار منیزیم ارتباط مستقیمی دارد و سنگ‌های برش مورد مطالعه عمدتاً از کلسیت تشکیل شده‌اند. از تفاسیر بالا می‌توان نتیجه گرفت که منطقه مورد مطالعه، در ناحیه معتدله قرار دارد و در نمونه ۴۰-KEL- در محدوده زمانی پالئوزوئیک بالایی به سن پرمین، مقدار CaO نسبت به MgO افزایش زیادی پیدا کرده است، (بر اساس تحقیقات رنی و همکاران، ۲۰۰۴، با

افزایش بارش و دوره‌های احیایی یا دیاژنز متائوریکی، مقدار Mg افزایش و در این شرایط کلسیم کاهش می‌یابد که بیانگر یک همبستگی مثبت بین Mg/Ca و دمای آب است. بنابراین این نسبت می‌تواند شاخص دمای دیرینه باشد). همان‌طور که می‌دانیم در دوره پرمین شرایط آب و هوایی خشک‌تری حاکم بوده و بر اساس تفاسیر بالا می‌توان نتیجه گرفت که در این دوره، Mg نسبت Ca به حداقل خود رسیده است و منطقه مورد نظر دارای بارندگی کم و کمتر دستخوش دیاژنز متائوریکی شده است و رشد موجودات دوکفه‌ای و کفزی در این دوره بیشتر بوده و همچنین می‌توان گفت که دلیل افزایش مقدار CaO نیز می‌تواند در اثر رشد پوسته کلسیتی موجودات در این دوره زمانی باشد؛ مقدار MgO در نمونه ۴۰-KEL به حداقل رسیده است و مقدار CaO افزایش یافته که امکان دارد این نمونه کربناته، آراگونیت باشد.

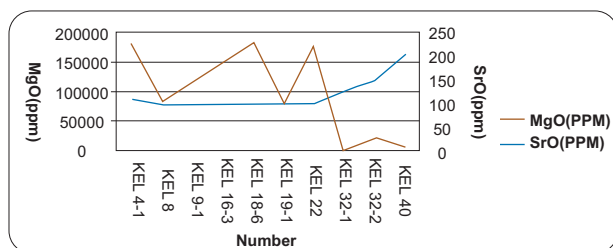
همان‌طور که توضیح داده شد از رابطه بین کلسیم و منیزیم نیز می‌توان نوع دولومیت‌های منطقه را تشخیص داد. به عنوان مثال در نمونه‌های (۴-LEK, ۱۸-LEK, ۲۲-LEK) مقدار منیزیم و کلسیت با هم روند برابری دارند که این نشان دهنده دولومیت است که می‌توان دولومیت‌های این منطقه را از نوع دولومیت ایده‌آل (استوی شیومتری) نامید. این دولومیت‌ها، در محدوده‌های سنی کامبرین زیرین و دونین بالایی تا دونین زیرین تشکیل شده‌اند و همچنین در نمونه ۴۰-KEL که در محدوده زمانی پرمین قرار دارد، مقدار CaO نسبت به MgO افزایش زیادی پیدا کرده است و می‌تواند دولومیت غیر ایده‌آل (غیر استوی شیومتری) نامیده شود و به آن واژه دولومیت کلسیم‌دار تعلق داد.

رابطه بین MgO/CaO در مقابل CaO فرآیند دولومیتی شدن را نشان می‌دهد (نمودار ۲) که با افزایش نسبت MgO/CaO ، نسبت CaO کاهش می‌یابد. در نتیجه، اندازه بلورها افزایش می‌یابد که در نمونه‌های (۴۰-LEK و ۶-۱۸-KEL) اندازه بلورهای دولومیت افزایش یافته است. قابل مقایسه با مطالعات آدابی، ۱۳۸۳ است).

می‌توان گفت که در محدوده زمانی دونین تا پرمین، فرآیند افزایش رشد بلور را داشته‌ایم.

معادل‌های عهد حاضر آن‌ها است که این کاهش استرانسیم، می‌تواند به دلیل فرآیند دیاژنز متائوریک یا تبادلات شیمیایی باشد. مقدار SrO در نمونه‌های (KEL۳۲-۱, KEL۳۲-۲, KEL۴۰) افزایش یافته است که این افزایش مقدار استرانسیوم نشان دهنده افزایش دمای آب در بخش فوقانی ستون چینه‌شناسی در بازه زمانی دونین تا پرمین است. زیرا استرانسیوم با افزایش و کاهش دمای آب، ارتباط مستقیم و با عمق آب، رابطه عکس دارد که می‌توان نتیجه گرفت که در محدوده زمانی دونین - پرمین، عمق آب کاهش یافته و دما افزایش یافته است که می‌تواند این افزایش دما در اثر رشد موجودات زنده در این محدوده سنی باشد (اقتباس از آدابی، ۱۳۸۳).

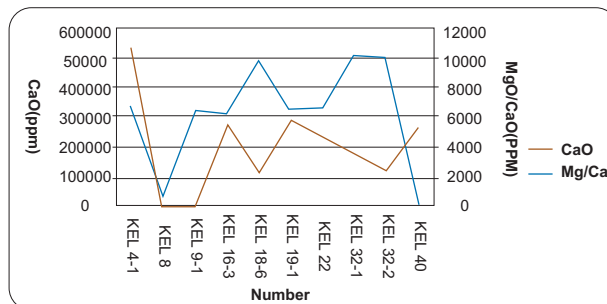
عنصر استرانسیوم در مقابل منیزیم می‌تواند در تشخیص انواع دولومیت کمک شایانی کند همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود در اکثر نمونه‌های منطقه مطالعاتی نیز مقدار SrO با افزایش MgO کاهش یافته است. پس می‌توان نمونه‌های کربناته‌ای که بیشترین مقدار منیزیم و حداقل مقدار استرانسیوم را دارند (شکل ۱) را در رده دولومیت ایده‌آل یا استوی شیومتری جای داد. در نمونه KEL۴۰ مقدار SrO افزایش یافته و مقدار MgO کاهش یافته است که این نمونه را می‌توان در رده دولومیت‌های غیر ایده‌آل در محدوده سنی پرمین جای داد.



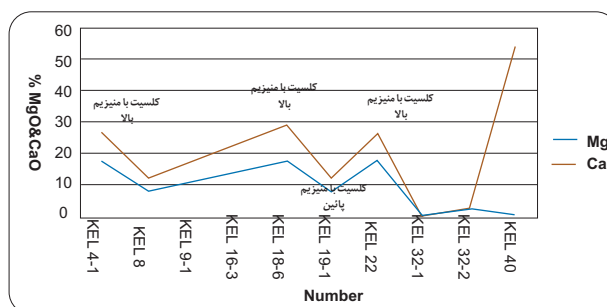
نمودار ۳- تغییرات SrO در مقابل MgO بر حسب پی‌پی‌ام در نمونه‌های کربناته شمال شرق کرمان

سدیم و منیزیم Na, Mg

اختلاف زیادی بین سدیم کربنات‌های حاره‌ای عهد حاضر و کربنات‌های مناطق معتدله عهد حاضر و همچنین در سنگ‌های آهکی حاره‌ای اردویسین و سنگ آهک‌های مربوط به مناطق نیمه قطبی سرد پرمین وجود دارد. مقدار سدیم در سنگ آهک‌های



نمودار ۱- تغییرات Mg و Ca بر حسب درصد در نمونه‌های کربناته شمال شرق کرمان



نمودار ۲- تغییرات MgO/CaO در مقابل CaO بر حسب پی‌پی‌ام در نمونه‌های کربناته شمال شرق کرمان

استرانسیوم و منیزیم Sr و Mg

میزان استرانسیوم در نمونه‌های کل کربناته، مناطق حاره‌ای عهد حاضر بین ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام در تغییر است، در حالی که در نمونه‌های کل کربناته مناطق معتدله عهد حاضر، محدوده کمتری داشته و بین ۱۶۴۷ تا ۵۰۰۷ پی‌پی‌ام (میانگین ۳۲۷۰ پی‌پی‌ام) در نوسان است. میزان Sr با توجه به مینرالوژی کربنات‌ها متغیر است. یعنی مقدار استرانسیم با افزایش عمق آب کاهش و با افزایش میزان آراگونیت، افزایش می‌یابد و همچنین فراوانی Sr، ارتباط مستقیمی با افزایش دمای آب دریا را دارد (آدابی، ۱۳۸۳).

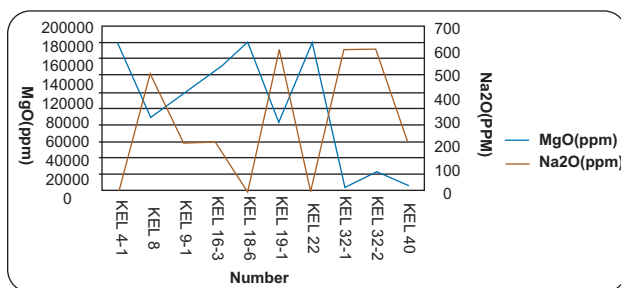
ترسیم مقدار Sr در مقابل Mg نشان می‌دهد که مقدار استرانسیم با افزایش منیزیم کاهش می‌یابد که این حالت ممکن است به دلیل حالت استوی شیومتری بیشتر در نمونه‌های دولومیتی خالص باشد (آدابی، ۱۳۸۳).

در (نمودار ۳) مقدار Sr در نمونه‌های منطقه مورد نظر، از $100 < \text{ppm}$ تا 200 ppm در تغییر است که این مقدار نیز در مقایسه با سازند مزدوران در ژوراسیک فوقانی، خیلی پایین‌تر از مقادیر

مقادیر بالای سدیم در دولومیت‌های خالص و ایده‌آل منطقه، به دلیل شوری سیالات دولومیت‌ساز است.

همان‌طور که می‌دانیم مقدار سدیم در دولومیت‌های با شوری نرمال، بین ۱۱۰ تا ۱۶۰ پی‌پی‌ام است در حالی که دولومیت‌های منطقه مورد نظر از لحاظ درجه شوری دارای شوری نسبتاً بیشتری نسبت به دولومیت‌های دریای نرمال هستند. زیرا مقدار سدیم‌های منطقه مورد نظر در گستره ۰ تا ۶۰۰ قرار دارد (آدابی، ۱۳۸۳).

در منطقه مورد مطالعه در محدوده‌های سنی کامبرین و دونین تا پرمین، بیشترین مقدار سدیم را دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که در این محدوده زمانی منطقه دارای شوری نسبتاً زیادی بوده است که این شوری می‌تواند در اثر افزایش رسوب‌گذاری و ورود رسوبات جدید به این حوضه باشد.



نمودار ۴- تغییرات Na₂O در مقابل MgO بر حسب پی‌پی‌ام در نمونه‌های کربناته شمال شرق کرمان

آهن و منگنز Fe, Mn

مقدار منگنز در کربنات‌های آراگونیتی واقع در دریا‌های گرم و کم‌عمق پایین (کمتر از ۲۲۰ پی‌پی‌ام) است در حالی که در نمونه‌های کل کربناته مناطق معتدله عهد حاضر، بالاتر ۳۰۰ پی‌پی‌ام است (Adabi and Rao, ۱۹۹۱). مقدار منگنز با افزایش تاثیر دیاژنز افزایش می‌یابد زیرا ضریب توزیع آن حدود ۱۵ است که در آب‌های متاوریکی مقادیر منگنز و آهن افزایش چشمگیری دارند. ضمن این‌که تمرکز منگنز با افزایش سرعت رسوب‌گذاری نیز کاهش می‌یابد (Pingitore, ۱۹۷۸).

اطلاعات بسیار کمی در مورد آهن موجود در کربنات‌های دریایی کم عمق آراگونیتی آب‌های گرم عهد حاضر موجود است. به عنوان مثال سازند مزدوران بین ۳۲۸ تا ۳۷۴۵ پی‌پی‌ام

آراگونیتی غیر بیوتیک حاره‌ای عهد حاضر بین ۱۵۰۰ تا ۲۷۰۰ پی‌پی‌ام (میانگین ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام) متغیر است، در حالی که در کلسیت‌های کم منیزیم غیر بیوتیک نواحی معتدله تمرکز سدیم حدود ۲۷۰ پی‌پی‌ام است، همچنین مقدار سدیم در کل نمونه‌های کربناته مناطق معتدله، ۱۹۰۰ تا ۴۴۰۰ پی‌پی‌ام در تغییر است (Milliman, ۱۹۷۴).

همچنین مقدار سدیم در نمونه‌های کل رسوبات کربناته مناطق حاره‌ای بین ۴۴۴ تا ۳۳۰۰۰ پی‌پی‌ام در تغییر است و مقادیر سدیم با منیزیم، رابطه مثبتی دارند (آدابی، ۱۳۸۳).

اصولاً کلسیت‌های غیر بیوتیک حاوی سدیم کمتری نسبت به کلسیت‌های دارای منیزیم زیاد هستند (Rao, ۱۹۹۰a). تمرکز و غلظت سدیم در رسوبات کربناته به درجه شوری و عمق آب بستگی دارد، مقدار سدیم با افزایش شوری و عمق آب و میزان آراگونیت افزایش می‌یابد (Land and Hoops, ۱۹۷۳).

ترسیم مقدار سدیم در مقابل منیزیم حاکی از این است که سدیم با افزایش منیزیم کاهش می‌یابد. اگر چه دولومیت‌های ایده‌آل دارای سدیم کمتری هستند، به عنوان مثال مقدار بالای سدیم در دولومیت‌های خالص و ایده‌آل سازند مزدوران ممکن است به دلیل شوری بیشتر سیالات دولومیت‌ساز باشد.

سدیم در موارد متعددی به عنوان فاکتوری برای نشان دادن شوری دیرینه (Paleosalinity) به کار رفته است.

با توجه به (نمودار ۴) میزان سدیم در منطقه مورد مطالعه شمال شرق کرمان در محدوده کوهپایه بین ۰ تا ۶۰۰ پی‌پی‌ام متغیر است. در نواحی معتدله مقدار Na₂O با مقدار MgO رابطه عکس دارد در نمونه‌هایی که مقدار Na₂O افزایش یافته مقدار MgO کاهش یافته می‌یابد و نظر به اینکه مقدار منیزیم با سدیم در مناطق حاره‌ای رابطه مستقیمی دارند (هرچه سدیم افزایش یابد، منیزیم نیز افزایش می‌یابد) پس می‌توان نتیجه گرفت منطقه مورد نظر در ناحیه معتدله قرار دارد.

وجود رابطه عکس بین مقادیر سدیم دی‌اکسید با مقادیر منیزیم دی‌اکسید دال بر این است که دولومیت‌های ایده‌آل دارای سدیم کمتری نسبت به منیزیم هستند، در نتیجه دولومیت‌های منطقه مورد مطالعه در رده دولومیت‌های ایده‌آل جای دارد. در

(میانگین ۱۱۹۱ پی پی ام) در تغییر است. این روند به دلیل افزایش تاثیر دیاژنز متاثر یک مقادیر آهن با افزایش مقادیر منگنز افزایش می یابد. تمرکز آهن معمولاً با افزایش درصد مواد غیر قابل حل در اسید افزایش می یابد، زیرا آهن ممکن است از طریق انحلال مواد غیر قابل حل در اسید به محلول اضافه شود.

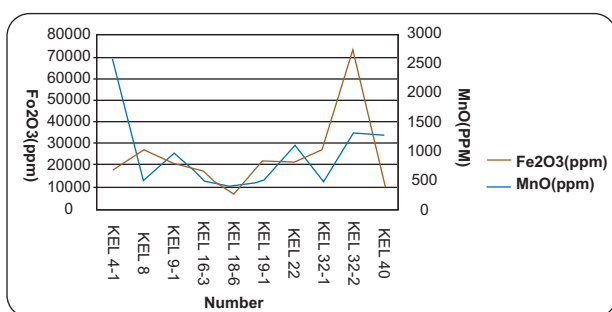
میانگین مقدار منگنز و آهن در انواع مختلف دولومیت ها به مراتب بیشتر از میانگین مقادیر منگنز (۱۲۴ پی پی ام) و آهن (۷۲۸ پی پی ام) در سنگ آهک مزدوران است. از آن جایی که دو عنصر در دولومیت ها معمولاً جانشین منیزیم می شوند، بنابراین مقادیر بالای آن ها در دولومیت های سازند مزدوران نیز می تواند به دلیل شرایط حاکم بر محیط باشد. معمولاً شرایط احیایی با افزایش عمق تدفین افزایش می یابد. از آن جایی که بیشتر دولومیت ها در سازند مزدوران در اعماق کم تا متوسط تدفین تشکیل شده اند؛ مقادیر بالاتر آهن و منگنز در آن ها قابل توجیه است (آدابی، ۱۳۸۳).

با توجه به (نمودار ۵) تمرکز منگنز در نمونه سنگ های کربناته در برش مطالعاتی بین ۵۰۰ تا ۲۶۰۰ پی پی ام است، که نشان دهنده تشکیل رسوبات در منطقه معتدله است. زیرا مقدار MnO بیشتر از ۳۰۰ پی پی ام است و همچنین در نمونه ۱-۴ KEL در محدوده زمانی پالئوزوئیک زیرین به سن کامبرین زیرین نسبت به سایر نمونه ها از تمرکز بالای منگنز برخوردار است. بر همین اساس در بخش تحتانی ستون چینه شناسی منطقه که میزان منگنز افزایش یافته سرعت رسوب گذاری کم شده و در بخش فوقانی آن در محدوده زمانی پالئوزوئیک فوقانی (دونین تا پرمین) که کاهش مقدار عنصر منگنز را دارد، سرعت رسوب گذاری افزایش یافته است. همچنین توزیع آهن در منطقه مورد نظر بین ۷۲۰۰ تا ۷۲۹۰۰ پی پی ام متغیر است که با توجه به این موضوع می توان گفت مقدار آهن با افزایش مقدار منگنز افزایش یافته و وجود رابطه مثبت، نشانگر شرایط مشابه آن ها است. مقدار آهن که معمولاً با افزایش منگنز همراه است به علت افزایش تاثیر (دیاژنز متاثریک) افزایش می یابد. هرچه از پایین به سمت بالای ستون چینه شناسی می رویم (از زمان کامبرین میانی تا پرمین) شرایط محیط از حالت احیایی به اکسیدی تبدیل شده است.

در نمونه ۲-۳۲ KEL در محدوده سنی دونین - کربنیفر

بیشترین تمرکز آهن را دارد که دلیل افزایش این مقدار می تواند بر اساس درصد مواد غیر قابل حل در اسید باشد که این لایه، اکسیدی شده است.

با توجه به نمودار ۵، دولومیت هایی که در نزدیکی سطح و عمق کمتر تشکیل شده (محدوده سنی دونین تا پرمین) به علت شرایط اکسیدی نسبت به دولومیت هایی که در قسمت های عمیق تر تشکیل شده اند، MnO کمتر و Fe_2O_3 بیشتری دارند مانند نمونه های KEL ۸ و KEL ۴۰.

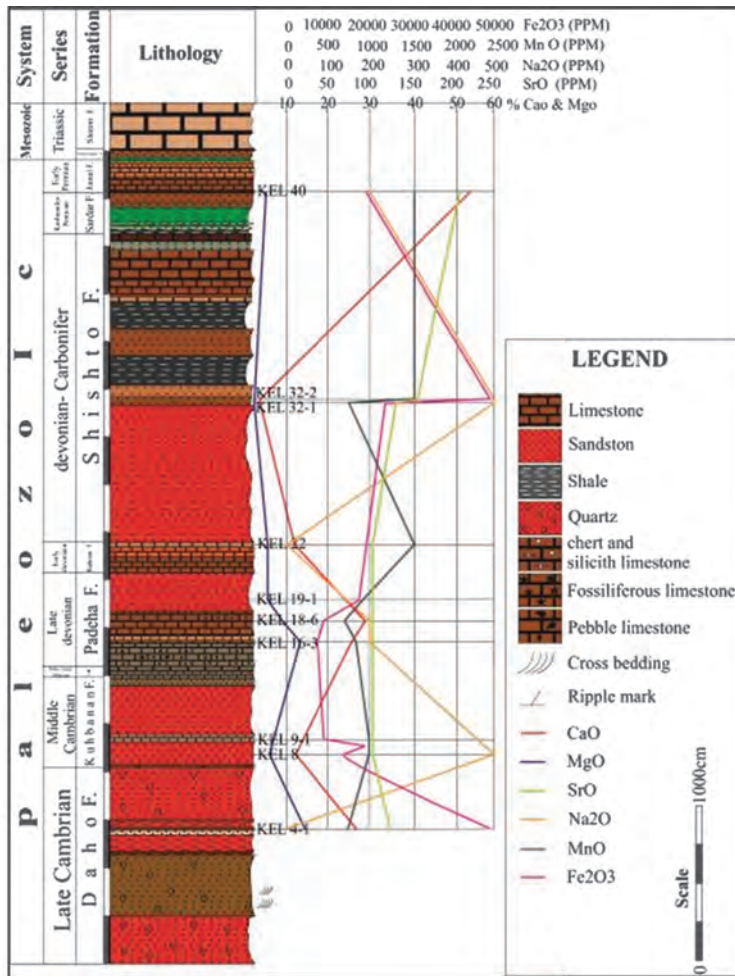


نمودار ۵- تغییرات MnO در مقابل Fe_2O_3 برحسب پی پی ام در نمونه های کربناته شمال شرق کرمان

نتیجه گیری

۱- ترکیب عناصر اصلی و فرعی موجود در نمونه های کربناته منطقه مورد نظر راهنمایی است برای وضعیت آب و هوایی، شوری و شیرینی آب، عمق منطقه و همچنین مناطق اکسیدی و احیای را پی برد که با کاهش عنصر منیزیم، میزان عنصر استرانسیم افزایش و در نتیجه دمای آب افزایش و عمق منطقه کاهش، یافته و با افزایش مقدار منیزیم، میزان سدیم کاهش داشته که شاخص منطقه معتدله است. همچنین افزایش مقدار منیزیم، مقدار منگنز و آهن نیز کاهش یافته و در نتیجه عمق منطقه بیشتر و شرایط احیایی شده است و بالعکس با کاهش منیزیم، مقدار آهن و منگنز بیشتر، عمق منطقه کاهش و شرایط اکسیدی به وجود آمده است (همراهی آهن با منگنز نشانه هم منشا بودن آن ها است).

۲- از تغییرات آهن و منگنز می توان نتیجه گرفت که دولومیت هایی که در نزدیک سطح و عمق کمتر تشکیل شده اند، محدوده زمانی پرمین به علت شرایط محیطی، اکسیدی بوده اند و همچنین دولومیت هایی که در اعماق تشکیل شده اند در بازه سنی



شکل ۱- ستون چینه شناسی با تغییرات روند عناصر CaO و MgO و SrO و Na₂O و Fe₂O₃ و MnO در نمونه‌های کربناته شمال شرق کرمان

کامبرین، شرایط محیطی احیایی دارند زیرا کمتر در معرض عوامل آلتراسیون قرار گرفته‌اند.

۳- همچنین با ترسیم نمودار عنصر منگنز می‌توان نتیجه گرفت که سرعت رسوبگذاری در محدوده زمانی دونین تا پرمین به علت کاهش عنصر منگنز افزایش یافته است.

مقدار سدیم در دولومیت‌ها نشانه میزان شوری سیال اولیه است و میزان عنصر Sr وابسته به سیال دولومیت ساز است و همچنین مقادیر استرانسیوم نشان دهنده دمای آب دریا در منطقه است.

همچنین بررسی دو عنصر استرانسیوم و سدیم در تشخیص نحوه تشکیل دولومیت‌ها کمک بسیاری می‌کند و می‌توان نتیجه گرفت که دولومیت‌های منطقه مورد نظر از لحاظ درجه شوری نسبت به دولومیت‌های نرمال، شوری بالاتری دارند.

منابع

- ۱- آدابی، م. ح. ۱۳۸۳، ژئوشیمی رسوبی، انتشارات آرین زمین (۵۰۳ ص).
- ۲- آقناباتی، ع. ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۷۰۰ ص)
- 3-Adabi, M. H., and Rao, C.P., 1991. Petrographic, and geochemical evidence for original aragonitic mineralogy off upper Jurassic carbonates (Mozduran Formation), Sarkhs area, Iran: sed. Geology, v. 72, p. 253-267.
- 4-Folk, R.L.(1980) petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill, Ausn ,Texas,159p. Garacia-pichel, f(2006) plausible mechanisms for the boring on carbonates by microbial protophs. Sedimentsary Geology, 105:29-50 .
- 5-Land, L. S., and Hoops, G. K., 1973. Sodium in carbonate sediments and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solutions: Jour. Ser. Petrology, v. 43, p. 614-617.
- 6-Milliman, J. D., 1974. Marine Carbonates: New York, Springer-Verlag, 375P.
- 7-Pingitor, N. R. Jr. 1978. The behavior of Zn and Mn during carbonate diagenesis: theory and applications: Jour. Sed. Petrology, v. 48, p. 799-814.
- 8-Rao, C. P., 1996 Elemental composition of marin calcite from modern temperate shelf brachiopods bryozoans and bulk carbonates, eastern Tasmania, Australia: Carbonates and Evaporites, v.1 1, p, 1-18.