مجله علوم دانشگاه تهران
جلد بیست و هفتم (۱۳۸۰) شماره ۱ (۵۲-۳۹)

بررسی رخساره‌های سازندهای دلیچای (ژوراسیک میانی) و لار (ژوراسیک فوقانی) و کاربرد آنالیزهای ایزوتوپی و عناصر فرعی در تفکیک این دو سازند در شمالغرب مراغه، ایران

محمد حسین آدابی و آرش ابرقانی
بخش زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
E - Mail : M- Adabi @ cc. sbu. ac. ir
E - Mail : a_abarghani@yahoo.com
(دریافت: ۷۹/۳/٤ ؛ پذیرش: ۷۹/۱۰/۵)

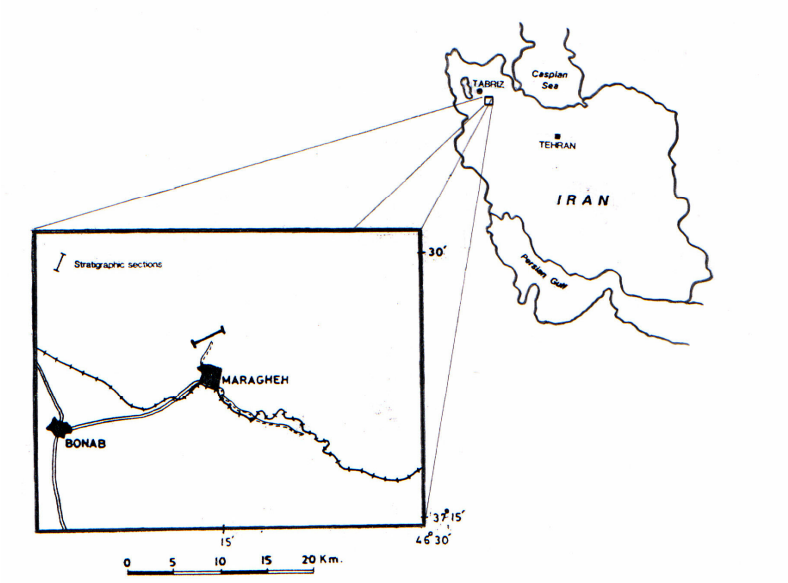
چکیده

نهشته های رسوبی ژوراسیک میانی و فوقانی در شمال غرب مراغه از آهکهای تیره رنگ فسیل دار (سازند دلیچای) و آهکهای روشن رنگ و دولومیت (سازند لار) تشکیل شده اند که دارای ضخامتی در حدود ٤٨٣ متر می‌باشند. مطالعات رخساره ای نشان می دهد که نهشته های سازند دلیچای در محیط دریای باز و نهشته های سازند لار در محیطهای سدی - مردابی و پهنهٔ جزر و مدی تشکیل شده اند. میکروفاسیس های شناخته شده در سازند دلیچای عمدتا از مادستونهای فسیل دار، وکستون رادیولردار و پوسیدونیا وکستون تشکیل شده اند. میکروفاسیس‌های تشکیل دهندهٔ سازند لار نیز شامل وکستون تا پکستون، رودستون و وکستونهای فورامنیفردار و گرینستونهای پلوئیدی می باشند. از آنجائیکه تفکیک و شناسایی این دو سازند در منطقهٔ مورد مطالعه به دلیل شباهتهای سنگ شناسی در بعضی موارد مشکل است، در این تحقیق برای اولین مرتبه از شواهد ژئوشیمیایی بویژه تغییرات عناصر فرعی Sr و Na و Mn و Sr/Na و ایزوتوپهای اکسیژن و کربن، برای تمایز بین این دو سازند استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: *عناصر فرعی، ایزوتوپهای اکسیژن و کربن، سازند دلیچای، سازند لار، مطالعات رخساره‌ای.*

مقدمه

مقطع مورد مطالعه واقع در شمال‌غربی مراغه (شکل۱) از دیدگاه واحدهای ساختمانی- رسوبی ایران بخشی از زون البرز غربی و آذربایجان به شمار می‌رود. در این منطقه سنگهای زمان پرمین (سازند روته)، تریاس (سازند الیکا)، ژوراسیک (سازندهای شمشک، دلیچای و لار) و کرتاسهٔ زیرین (سازند تیزکوه) رخنمون دارند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دستیابی به مقطع مورد مطالعه

سازندهای دلیچای و لار در محل مقطع تیپ به جهت محتوای غنی فسیلی، از دیرباز مدنظر زمین شناسان متعددی بوده اند ولیکن تا کنون مطالعات رسوب شناسی تفضیلی و جامعی بر روی آنها صورت نگرفته است. در این مطالعه بعد از بررسی اجمالی رخساره های سازندهای دلیچای و لار، خصوصیات ژئوشیمیایی آنها و امکان استفاده از تغییرات عناصر فرعی و ایزوتوپهای پایدار در تفکیک این دو سازند مورد بررسی قرار گرفته است.

متد مطالعه

جهت بررسی خصوصیات رخساره ای و ژئوشیمیایی سازندهای دلیچای و لار در مقطع مورد مطالعه مجموعاً تعداد ۱۰۰ نمونه جمع آوری شده است. در انتخاب نمونه ها تغییرات

لیتولوژیکی سازندهای دلیچای و لار مد نظر قرار گرفته است، به این صورت کـه فاصـلهٔ نمونـه برداری در قسمتهایی که دارای تغییرات شدید سنگ شناسی هستند، کمتر و در قسمتهایی که تغییرات چندانی را نشان نمی دهند، بیشتر بوده است.

در این تحقیق تعداد ۱۷ نمونه از آهکها و دولومیت های سازند لار و ۱۳ نمونه از آهکهای سازند دلیچای برای تعیین عناصر فرعی (Trace elements) در آزمایشگاه اشعهٔ ایکس دانشـکدهٔ علـوم زمین دانشگاه شهیدبهشتی (دستگاه PHILIPS - PW1480) به روش فلورسانس اشـعهٔ ایکـس (XRF) و تعداد ۶ نمونه از کربناتهای سازند لار و تعـداد ۴ نمونـه از سـنگهای کربناتـهٔ سـازند دلیچای برای تعیین مقادیر ایزوتوپهای اکسـیژن ۱۸ و کـربن ۱۳ در آزمایشـگاه مرکـزی علـوم (Central Sciences Lab) دانشـگاه تاسـمانیا در اسـترالیا (دسـتگاه Micromass 602D) مـورد تجزیه قرار گرفته اند.

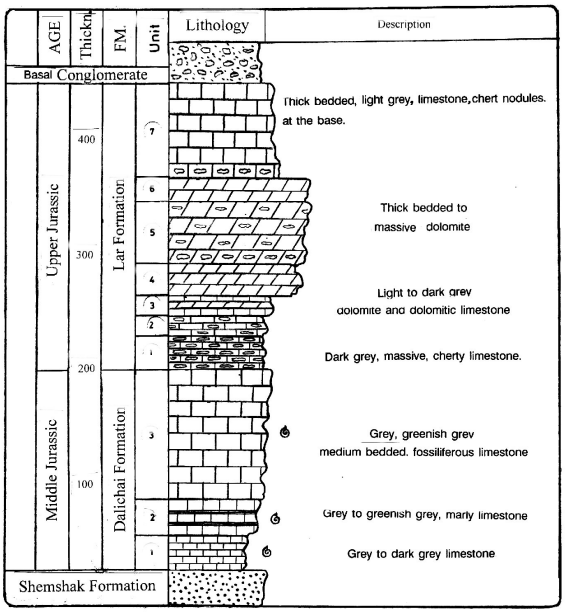
چینه شناسی

در کوه گوشیر واقع در شمال غربـی مراغـه سـنگ آهکهـای فسـیل دار تیـره رنـگ و آهکهـا و دولومیت های روشن رنگی رخنمون دارند که به آسانی با سنگ آهکهای فسیل دار تیـره رنـگ سازند دلیچـای در محـل مقطـع تیـپ در جـاده دماونـد (Steiger,1963) و سـنگ آهکهـا و دولومیت های سازند لار در محل مقطـع تیـپ در درهٔ لار (Assereto, 1966) مطابقـت دارند.

فصل مشترک سازند دلیچای با سازند شمشک در مقطع مورد مطالعه به صورت عـادی و بـدون دگرشیبی و فصل مشترک سـازند لار بـا نهشـته هـای کرتاسـهٔ زیـرین بـه صـورت ناهمسـازی فرسایشی / کارستی است.

سازند دلیچای در این مقطع از ۳ بخش شامل آهکهـای تیـره رنـگ بیوژنیـک حـاوی انـواع دو کفه‌ای‌های پلاژیک، آمونیت ها و بلمنیت ها تشکیل شده است (شکل ۲) که بـه سـمت بـالای مقطع از مقدار آمونیت ها و بلمنیت ها کاسته شده، ضخامت لایه ها افزایش یافته و رنـگ آنهـا نیز روشن تر می شود. این ۳ بخش در مجموع دارای ضخامتی در حدود ۲۱۳ متر می باشند.

سـازند لار در کـوه گوشـیر از ۷ بخـش تشـکیل شـده اسـت (شـکل ۲) کـه شـامل مجموعه ای از آهکهای چرت دار، دولومیت ها و آهکهای روشن رنگ با انواع مختلفی از فسـیل ها شامل انواع فرامینیفرهای بنتیک، جلبکها، براکیوپودها، گاستروپودها و غیره مـی باشـند. در این سازند نیز در جهت بالای مقطع، ضخامت لایه بندی افزایش یافته و لایه ها روشن رنگ تـر می شوند. این ۷ بخش در مجموع دارای ضخامتی در حدود ۲۷۰ متر می باشند.



شکل ۲- ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار در شمال غرب مراغه

سنگ شناسی و محیط رسوبی

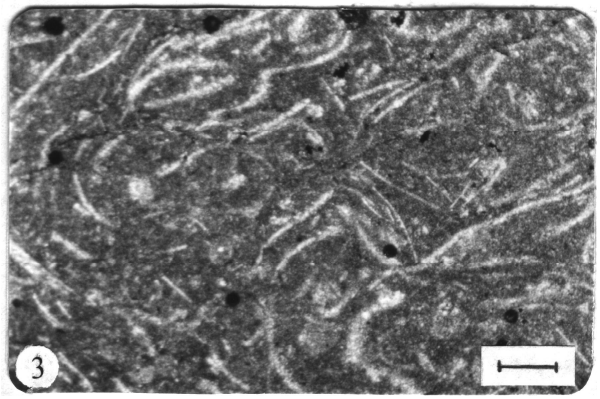
مطالعات میکروسکوپی و اندازه‌گیری میکروسکوپی عناصر تشکیل دهنده در هر مقطع نازک موجب تفکیک چند میکروفاسیس مشخص درسنگهای سازندهای دلیچای و لار گردید.

در این رابطه با استفاده از منابع علمی (Wilson, 1975; Flugel, 1982; Tucker & Wright, 1990)، مقاطع نازک تهیه شده از نظر درصد دانه‌های اسکلتی، اجزاء غیراسکلتی، میزان سیمان و ماتریکس، ویژگیهای بافتی و فرایندهای دیاژنزی مورد بررسی قرار گرفته، سرانجام با تلفیق داده‌های صحرایی و مشاهدات آزمایشگاهی میکروفاسیس‌های شناخته شده در ۴ گروه محیطی به شرح زیر قرار گرفته‌اند.

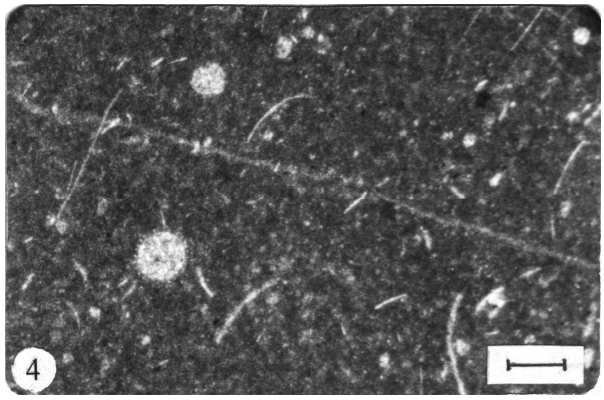
گروه A. میکروفاسیسهای دریای باز یا جلوی سد (Open marine microfacies)

این گروه از میکروفاسیس ها شامل انواع وکستونهای پلاژیک میباشد. اجزاء اصلی تشکیل دهندهٔ این میکروفاسیس ها شامل دو کفه ای های پلاژیک پوسیدونیا (.Posidonia Sp)، رادیولرها (اشکال ۳ و ۴) و انواع آمونیت ها و بلمنیت ها می باشد که در یک زمینه میکرایتی قرار گرفته اند. این میکروفاسیس ها در تمامی قسمتهای سازند دلیچای قابل مشاهده بوده و شامل سه گروه، مادستون های فسیل دار، رادیولار یا وکستون و رادیولاریا - پوسیدونیا وکستون، از سمت قاعدهٔ سازند دلیچای به سمت سازند لار می باشد. این میکروفاسیسها

همچنین در بخش یک از سازند لار نیز قابل مشاهده بوده و شامل وکستون تا پکستونهای بایوکلاستیک چرت دار می باشند. در یک روند کلی افزایش ضخامت لایه ها، کاهش مقدار رادیولرها، افزایش تراکم فسیلها، روشن تر شدن رنگ لایه ها و کاهش مقادیر Mn از سمت قاعدهٔ سازند دلیچای به سمت سازند لار نشانگر کاهش عمق آب می باشد.



شکل ۳- پوسیدونیا وکستون (.Posidonia Sp) از رخسارهٔ دریای باز سازند دلیچای (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)،

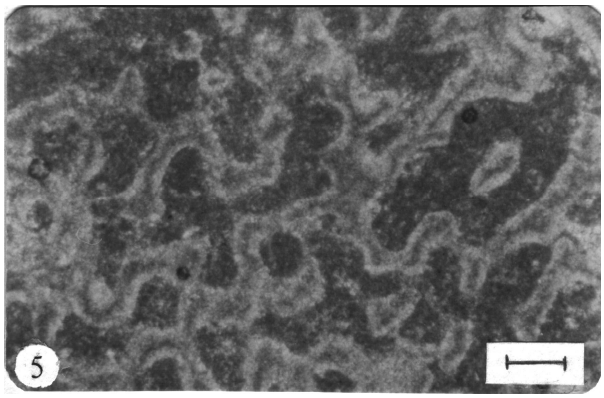


شکل ۴- رادیولاریا، پوسیدونیا وکستون از رخسارهٔ دریای باز سازند دلیچای (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)،

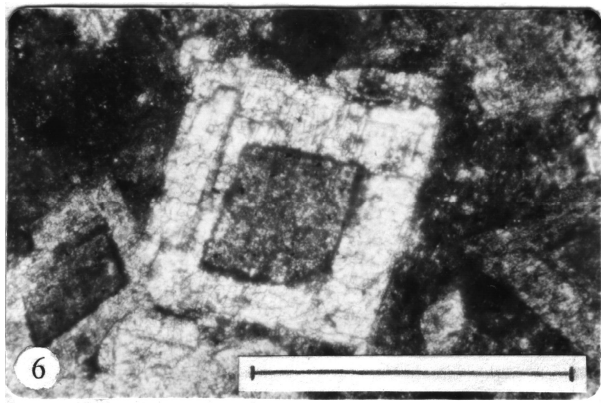
گروه B. میکروفاسیس های سد یا بار (Barrier microfacies)

این گروه شامل پکستونهای بیوکلاستیک که در آن قطعات مرجان به همراه پلسی‌پودها، بریوزوئرها، براکیوپودها و غیره در یک زمینه از میکرایت و اسپارایت ریز بلور قرار گرفته اند (شکل ۵) و انواع دولومیت ها می باشد. این میکروفاسیس ها در واقع رخسارهٔ پشت ریفی را مشخص می کنند و قسمت مرکزی ریف تحت تأثیر فرایند فراگیر دولومیتیزاسیون،

کـاملاً دولـومیتی شـده و بافـت اولیـهٔ آن قابـل تشـخیص نمیباشـد (شـکل ۶). ایـن گـروه از میکروفاسیس ها در بخش های میانی سازند لار قابل مشاهده می باشند..



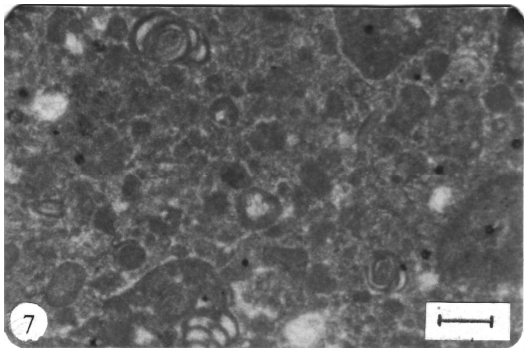
شکل ۵- مرجان، جزء اصلی تشکیل دهندهٔ ریف از رخسارهٔ سدی سازند لار (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)



شکل ۶- دولومیت رومبوئدری از رخسارهٔ سدی سازند لار (مقیاس 0.5 mm نورپلاریزه)

گروهC. میکروفاسیس های مرداب (Lagoon microfacies)

ایـن میکروفاسـیس شـامل وکسـتونهای بیوکلاسـتیک اسـت کـه در آن انـواع مختلفـی از فرامینیفرهـای بنتیـک از جملـه میلیولیـدها در یـک زمینـه میکرایتـی قـرار گرفتـه انـد. ایـن میکروفاسیس در بخش های فوقانی سازند لار قابل مشاهده می باشد (شکل ۷).

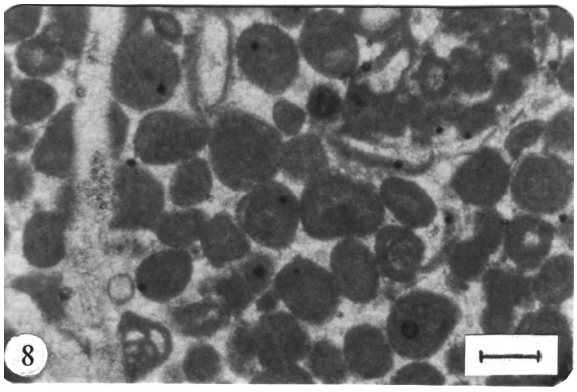


شکل ۷- بیوکلاستیک وکستون از رخسارهٔ مردابی سازند لار (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)

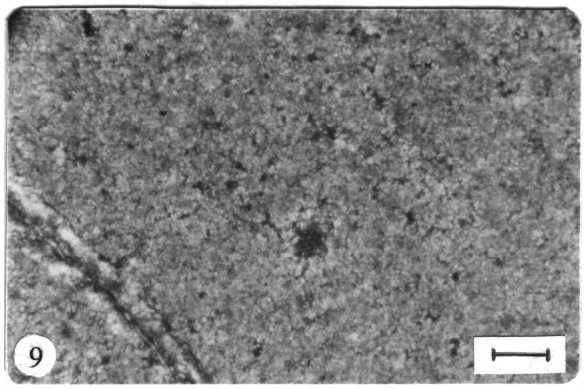
گروه D. میکروفاسیس های پهنهٔ جزر و مدی (Tidal flat microfacies)

این گروه شامل گرینستونهای پلوئیدی در قسمت های تحتانی پهنهٔ جزرو مدی (شکل ۸) و دولومیت های ریز بلور در قسمتهای فوقانی پهنه جزر و مدی (شکل ۹) می باشد. به نظر می رسد که پلوئیدهای مشاهده شده در گرینستونهای پلوئیدی جزء انواع پلوتوئیدها (Flugel, 1982) باشند که در نتیجه میکرایتی شدن فراگیر اائیدها حاصل شده باشد چرا که در بعضی از آنها وجود یک هسته اولیه قابل تشخیص است. این گروه از میکروفاسیس ها در آخرین بخش سازند لار مشاهده می‌شوند.

بدین ترتیب با مطالعهٔ مقاطع نازک و تعیین میکروفاسیس ها و با توجه به قانون والتر و با استفاده از منابع علمی (, Wilson, 1975; Flugel, 1982 ; Tucker & Wright, 1990) و مقایسه با محیط های امروزی می‌توان یک محیط رسوبی شامل سیستم دریای باز، سد، مرداب و پهنهٔ جزر و مدی را برای تشکیلات فوق الذکر تصور نمود. بررسی مقادیر Na، K، Cl در ۶ نمونهٔ تجزیه شده از قسمت مرداب به همراه عدم وجود شواهد مربوط به محیطهای محدود شده نظیر حصیرهای جلبکی (Algal mats)، تبخیریها و غیره نشان می دهد که تشکیل رسوبات در قسمت مرداب در شرایط شوری نرمال آب انجام شده (Land & Hoops, 1973) و به عبارت دیگر شرایط شوری بسیار بالا (هیپرسالین) در مرداب حاکم نبوده است. این ویژگی می تواند نشانگر این مسئله باشد که جدایش مرداب از دریای باز توسط سد به طور کامل صورت نگرفته (Semi - restricted lagoon) و مرداب توسط کانالهایی با دریای باز در ارتباط بوده است.



شکل ۸- گرینستون پلوئیدی از قسمتهای تحتانی رخسارهٔ پهنهٔ جزر و مدی سازند لار (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)



شکل ۹- دولومیت ریز بلور از قسمتهای فوقانی رخسارهٔ پهنه جزر و مدی سازند لار (مقیاس 0.3 mm نورپلاریزه)

تفکیک ژئوشیمیایی سازندهای دلیچای و لار

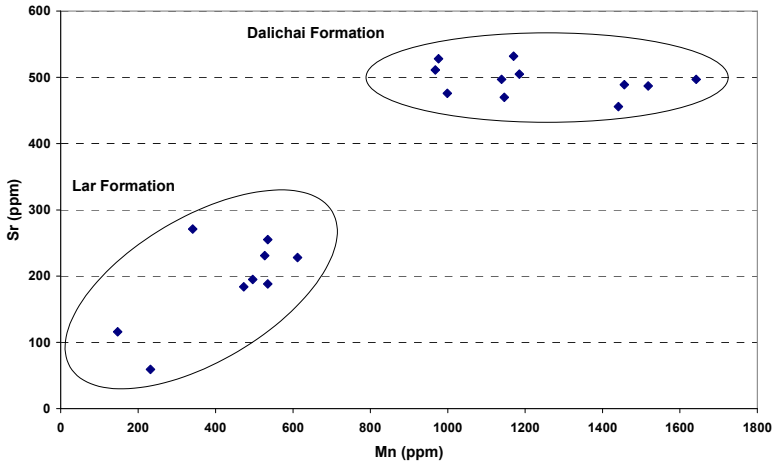
شواهد ژئوشیمیایی متفاوت و بالاخص مقادیر متفاوت Sr، Na، Mn، Sr/Na و ایزوتوپهای اکسیژن و کربن در تشکیلات دلیچای و لار این امکان را فراهم می کند تا بتوان این دو سازند را به آسانی از یکدیگر تفکیک نمود.

عناصر فرعی

الف - تغییرات Sr نسبت به Mn

رسم تغییرات Sr در مقابل Mn (Bivariate plot) برای نمونه های با کمتر از یک درصد Mg نشانگر جدایش کامل این دو سازند به دلیل شرایط متفاوت تشکیل و همچنین فرایندهای مختلف دیاژنتیکی موثر در تاریخچهٔ دیاژنتیکی این دو سازند است (شکل ۱۰). معمولاً در طول دیاژنزهای متئوریک مقدار Sr کاهش و مقدار نسبی Mn افزایش مییابد. بنابراین با

افزایش تاثیر آبهای متئوریک نسبت Sr / Mn کاهش می یابد و میتوان از این نسبت به عنوان شاخصی بر شدت فرایندهای متائوریتی و یا به عبارتی میزان انحلال سنگ آهکها استفاده کرد (Rao, 1991).



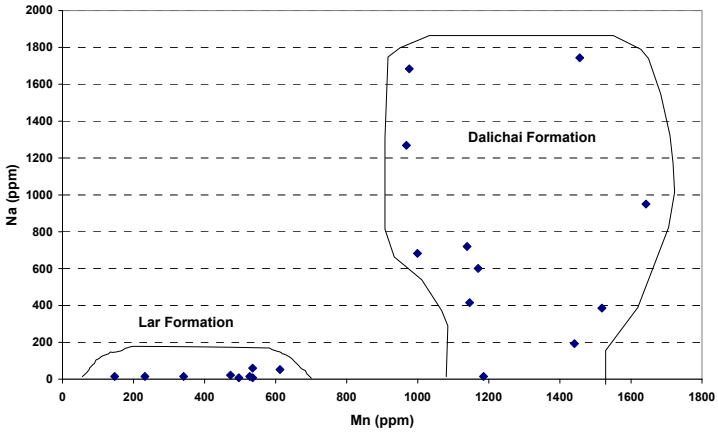
شکل ۱۰ - تغییرات Sr در مقابل Mn برای نمونه های با کمتر از یک درصد Mg در سازندهای دلیچای و لار

شکل ۱۰ نشان می دهد که در نمونه های سازند دلیچای مقدار Mn بدون تغییرات قابل توجه در مقادیر Sr افزایش می یابد که این روند ممکن است نشانگر تأثیر دیاژنزهای تدفینی (Burial) در این سازند باشد. در صورتی که چنین روندی در نمونه های سازند لار مشاهده نمی شود. بر خلاف دیاژنزهای متئوریک که در آنها افزایش نسبی مقادیر Mn با کاهش مقادیر Sr همراه است، دیاژنز تدفینی با افزایش مقادیر Mn و Sr و Na مشخص می شود، چرا که آبهای محبوس شده بین دانه ای شوری نسبتاً بالایی دارند (Al - Aasm & Veizer, 1986).

ب - تغییرات Na نسبت به Mn:

تغییرات Na نسبت به Mn نشانگر افزایش نسبی Mn بدون تغییرات قابل توجه در مقدار Na در سازند لار است که این تغییرات دارای شباهت زیادی با روند تغییرات Na نسبت به Mn در آهکهایی است که تحت تاثیر دیاژنزهای متئوریک قرار گرفته اند (Brand & Veizer, 1980; Rao, 1990; Adabi & Rao, 1991). روند تغییرات Na در مقابل Mn در سازند دلیچای با روند تغییرات این عناصر در سنگهای کربناته ای که تحت تأثیر دیاژنزهای تدفینی قرار گرفته اند، قابل انطباق است (Al - Aasm & Veizer , 1986) (شکل ۱۱).

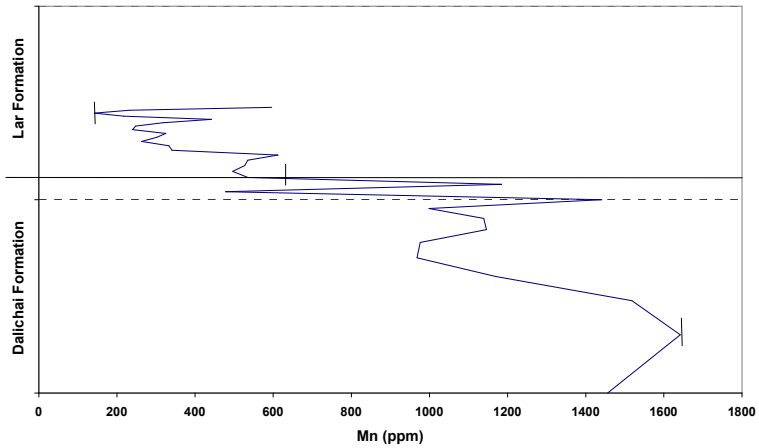
کاهش شدید مقادیر عناصر Sr و Na در سازند لار را می‌توان به کاهش ضریب تفکیک (Partition coefficient) کمتر از ۱ عناصر Sr و Na در آبهای متئوریکی نسبت داد (Pingitore, 1978).



شکل ۱۱ - تغییرات Na در مقابل Mn برای نمونه های با کمتر از یک درصد Mg در سازندهای دلیچای و لار

پ - تغییرات Mn در امتداد ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار

عنصر Mn یکی از عناصر مفید در مطالعهٔ کربناتها می باشد. مطالعات مختلف (Franke, 1975; Lutke, 1976) نشان می دهد که مقدار Mn در آبهای کم عمق تر به دلیل شرایط اکسیداسیونی حاکم بر محیط، کمتر از مقدار آن در آبهای عمیق تر است و بدین وسیله می توان رسوبات آبهای کم عمق را از رسوبات آبهای عمیق تفکیک کرد. بررسی مقادیر Mn در آهکهای لار و دلیچای (شکل ۱۲) حاکی از این است که آهکهای دلیچای که دارای مقادیر Mn بالاتری هستند در شرایط احیایی و در محیطهای عمیق تری نسبت به آهکهای لار بر جای گذاشته شده اند.



شکل ۱۲- تغییرات Mn در طول ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار

ت - تغییرات نسبت Sr / Na در طول ضخامت سازندهای دلیچای و لار

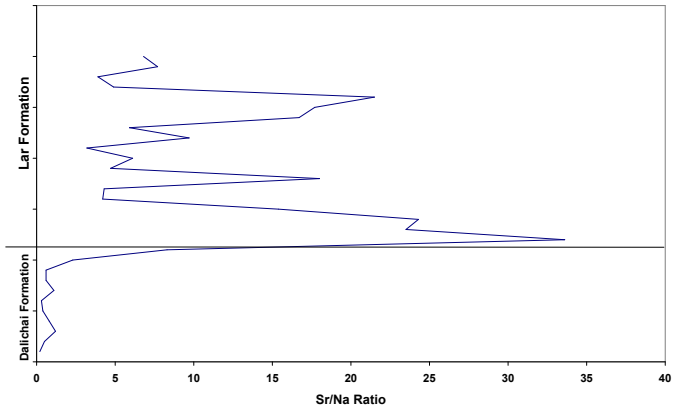
کربناتهای حاره ای (Tropical) عهد حاضر و قدیمه از نظر نسبت Sr/Na با کربناتهای غیر حاره‌ای (Non - Tropical) تفاوتهایی را نشان می دهند. بدین صورت که کربناتهای نواحی حاره‌ای دارای نسبت بالای Sr / Na (>3) هستند در صورتیکه کربناتهای نواحی معتدله (Temperate) دارای نسبت پایینی از Sr / Na (<1) می باشند که این بدلیل تفاوت ترکیب کانی شناسی این کربنات ها ایجاد می شود (Rao, 1991; Adabi & Rao, 1991).

برخی از محققین (Winefield et al, 1996) پیشنهاد می کنند که این نسبت به خوبی می تواند برای جداسازی رخساره ها (Facies discrimination) نیز مورد استفاده قرار گیرد.

ترسیم این نسبت در طول ضخامت سازندهای دلیچای و لار نیز نشانگر جدایش کامل این دو سازند به دلیل اختلاف رخساره ای و ترکیب کانی شناسی متفاوت آنها می باشد (شکل ۱۳).

ایزوتوپهای اکسیژن و کربن:

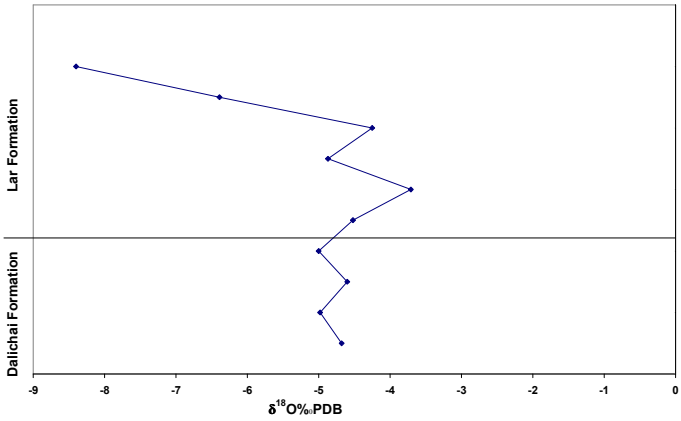
با استفاده از مطالعهٔ ایزوتوپهای اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ میتوان اطلاعات ارزشمندی پیرامون درجه حرارت محیط رسوبگذاری و درجه حرارت دیاژنتیکی، روند دیاژنز در محیط دیاژنتیکی، شوری (Salinity)، عمق رسوبگذاری و غیره بدست آورد و کربناتهای نواحی مختلف را از یکدیگر تفکیک نمود.



شکل ۱۳- تغییرات نسبت Sr/Na در طول ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار. توجه کنید که این نسبت برای سازند دلیچای کمتر از ۲ و برای سازند لار بیشتر از ۵ است.

الف - تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در طول ضخامت سازندهای دلیچای و لار

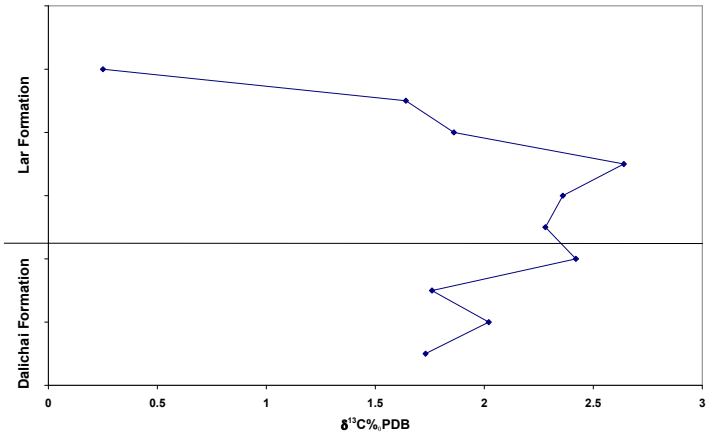
رسم تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در مقابل ضخامت سازندهای دلیچای و لار نشانگر تغییرات آرام و یکنواخت این ایزوتوپ در طول ضخامت سازند دلیچای و تغییرات شدید و غیریکنواخت آن در طول ضخامت سازند لار می باشد (شکل ۱۴). این اختلافات در نتیجهٔ روندهای دیاژنتیکی متفاوت در این دو سازند حاصل شده است. تغییرات گسترده در مقدار ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ معمولاً در نتیجه تاثیر آبهای متئوریکی و همچنین در طی دیاژنز تدفینی ایجاد می شود.



شکل ۱۴- تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در امتداد ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار. توجه کنید که دامنهٔ تغییرات این ایزوتوپ برای سازند لار بیشتر از سازند دلیچای است.

ب - تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ در طول ضخامت سازندهای دلیچای و لار

مشابه با ایزوتوپ اکسیژن ۱۸، تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ نیز در سازند لار از گستردگی بیشتری برخوردار است (شکل ۱۵). معمولاً تحت شرایط برابر، ایزوتوپ کربن کمتر از ایزوتوپ اکسیژن تحت تاثیر نوسانات حرارتی قرار می گیرد. ولی تأثیر دیاژنز های حاصل از آبهای شیرین در سیستمهای باز متئوریکی(Open meteoric systems) و واکنش گستردهٔ آب - سنگ (High water - rock ratio) سبب سبکتر شدن ترکیب ایزوتوپی کربناتها بالاخص ایزوتوپ کربن ۱۳ می شود، چرا که آبهای شیرین (Fresh waters) دارای محتوای بسیار سبک (Light values) نسبت به ایزوتوپهای $\delta^{18}O$ و $\delta^{13}C$ هستند. در مورد سازند لار نیز این واکنش ها و تأثیر آبهای شیرین سبب سبک تر شدن و نوسانات شدید ایزوتوپ کربن ۱۳، نسبت به سازند دلیچای شده است.



شکل ۱۵ - تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ در طول ستون چینه شناسی سازندهای دلیچای و لار. تغییرات سریع این ایزوتوپ در سازند لار نسبت به سازند دلیچای قابل توجه است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از آنالیز رخساره ای و بررسی میکروفاسیسهای تشکیلات دلیچای و لار نشانگر تشکیل نهشته های کربناتهٔ سازند دلیچای در محیط دریای باز و تشکیل کربناتهای سازند لار در محیطهای سدی - مردابی و پهنهٔ جزر و مدی می باشد.

نتایج حاصل از بررسی عناصر فرعی و ایزوتوپهای اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ در سازندهای دلیچای و لار نشان می دهد که می توان با استفاده از مقادیر عناصر فرعی Na و Sr و Mn و

Sr / Na و ایزوتوپهای $\delta^{18}O$ و $\delta^{13}C$ این دو سازند را بـه آسـانی از یکـدیگر تفکیـک نمـود. بدیهی است که استفاده از چنین روشهایی در مواردی که تفکیـک دو سـازند (بـویژه در محـل کنتاکت آنها) به دلیل کم بودن محتوای فسیلی و یا مشکوک بودن فسـیلها از دقـت کـافی برخوردار نیست، بسیار کارآمد بوده و می تواند به عنـوان مکملـی بـرای مطالعـات دیـرین شناسی مطرح شود.

References

Adabi, M. H., and Rao, C.P., (1991) *Petrographic & geochemical evidence for original aragonite mineralogy of Upper Jurassic carbonate (Mozduran Fm.), Sarakhs area, Iran.* Sed. Geol. **72**, 253 - 267.

Al - Aasm, I. S., and Veizer, J., (1986) *Diagenetic stabilization of aragonite & low - Mg calcite, I. Trace elements in rudists ,* Jour. Sed. Petr. **59**, 138 - 135.

Assereto, R., (1966) *The Jurassic Shemshak Formation in Central Elborz (Iran),* Riv. Ital. Dalaeo. Start. **72**, 1133 - 1182.

Brand, U., and Veizer, J.,(1980) *Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system I. Trace elements,* Jour. Sed. Petr. **50**, 1219 - 1236.

Flugel, E., (1982) *Microfacies Analysis of Limestones, Springer - Verlog,* 632 P.

Franke, W., (1975) *Sedimentschemisch und palokologische aspekts stabiler schweller.* Ber. SFB. **48,** 31 - 50.

Land, L.S., and Hoops, G.K., (1973) *Sodium in carbonate sediment and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solution,.* Jour. Sed. Petr. **43,** 614 - 617.

Lutke, F., (1976) *Sedimentologische und geochemische unterswchungen zur genese der flinzfazies im Harz (Givet und oberdevon) z.dtsch,* Ges. **127,** 499 - 508.

Pingitore, N. E., (1978) *The behavior of Zn^{+2} & Mn^{+2} during carbonate diagenesis: theory & application,.* Jour. Sed. Petr. **48,** 799 - 814.

Rao, C.P., (1990) *Petrography, trace element & oxygen & carbon isotopes, Gordon Group carbonates (Ordovician) Florentine Valley, Tasmania, Australia,* Sed. Geol, **66,** 83 - 97.

Rao, C. P., (1991) *Geochemical differences between subpolar (Permian), temperate (Recent & Pleistocene) & tropical (Ordovician) carbonate, Tasmania, Australia,* Carbonates & Evaporites. **6,** 83 - 106.

Steiger, R., (1966) *Die geologie der west - Firuzkuh - Area (Zentral Elborz / Iran).* Mitt. Geo. Inst. E.T.H. univer. zurich. n. s. 145 P.

Tucker, M. E and Wright, P.V., (1990) *Carbonate Sedimentology, Blackwell.* Sci. Pub. London. 482 P.

Wilson, J. L., (1975) *Cabonate Facies in Geologic History,* Springer - Verlag, NewYork, 741 p.

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