

Determination of original carbonate mineralogy of Ilam Formation and recognition of boundary between Ilam and Sarvak Formations by geochemical data in the Peyon Anticline, North of Izeh

M. H. Adabi, E. Asadi Mehmandosti

School of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Evin, Tehran

E-mail: m-adabi@sbu.ac.ir

(Received: 25/01/2005, received in revised form: 23/04/2005)

Abstract: The Ilam Formation (Santonian-Campanian) is a unit of Bangestan Group, which is overlain on the Sarvak Formation in Tang E-Rashid area, Peyon Anticline (18.5 Km North of Izeh). Due to similar lithology, recognition of the exact boundary between Ilam and Sarvak Formations in the study area was difficult. Thus it is not possible to determine boundary between these two formations based on petrographic evidence and field observations. Recognition of original carbonate mineralogy based on petrographic studies is difficult in ancient carbonate rocks, because aragonite (A) and high - Mg calcite (HMC) transformed to low Mg calcite (LMC) during diagenesis. In this study major and minor elements and carbon and oxygen isotopes values used to determine the original carbonate mineralogy of Ilam Formation in the Peyon Anticline. Bivariat plots of minor and major elements and oxygen and carbon isotopes values indicate that original carbonate mineralogy was aragonite in Ilam Formation. Elemental and isotopic compositions of Ilam carbonates also illustrate that they were affected by non-marine diagenesis in a closed system. Major and minor element variations (such as Sr, Sr/Ca, and Sr/Na) and oxygen and carbon isotopes were used to distinguish the boundary between Ilam and Sarvak Formations in the Peyon Anticline.

Keywords: *Carbonate mineralogy, Major and minor elements, Carbon and oxygen isotopes, Diagenesis, Ilam Formation.*



مطالعه کانی‌شناسی اولیه کربنات‌های سازند ایلام و تفکیک مرز این سازند با سازند سروک با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی در تاکدیس پیون، شمال ایذه

محمد حسین آدابی، الهام اسدی مهماندوستی

دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران
پست الکترونیکی: m-adabi@sbu.ac.ir

(دریافت مقاله ۱۳۸۳/۱۱/۵، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۴/۲/۳)

چکیده: سازند ایلام واحد کربناته‌ای از گروه بنگستان با سن سانتونین - کامپانین است که در رخنمون تنگ رشید، تاکدیس پیون، واقع در ۱۸/۵ کیلومتری شهر ایذه با ناپوستگی هم‌شیب بر روی سازند سروک واقع شده است. به دلیل تشابهات لیتولوژیکی، مرز این سازند با سازند سروک در منطقه مورد مطالعه نامشخص است. لذا براساس شواهد صحرایی و سنگ‌شناسی نمی‌توان این دو سازند را از یکدیگر شناسایی کرد. همچنین شناسایی کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها به دلیل تأثیر فرآیندهای دیاژنتیکی صرفاً براساس بررسی‌های سنگ‌شناسی امری بسیار مشکل است، زیرا به مرور زمان آراگونیت (A) و کلسیت دارای منیزیم بالا (HMC) به کلسیت کم منیزیم (LMC) تبدیل شده و باعث تغییر بافت و ترکیب اولیه سنگ شدند که سازند ایلام مستثنی از این امر نبوده است. مطالعه عناصر اصلی، فرعی، ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن و ترسیم این مقادیر در مقایسه با یکدیگر و مقایسه آنها با محدوده‌هایی که توسط محققین مختلف در کانی‌شناسی آراگونیتی و کلسیتی ارائه شد، حاکی از این است که کربنات‌های سازند ایلام دارای ترکیب اولیه آراگونیتی بوده است. ترسیم نسبت Sr/Ca در مقابل Mn نشان می‌دهد این است که کربنات‌های سازند ایلام تحت تأثیر دیاژنز نا دریای (non-marine) در یک محیط بسته قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، با استفاده از تغییرات Sr, Sr/Na, Sr/Ca و ایزوتوپ اکسیژن و کربن، مرز بین این سازند با سازند سروک به طور دقیق مشخص شده است. این بررسی که برای اولین بار انجام شد، به برخی از ابهامهایی که در خصوص مرز بین این دو سازند در شرکت ملی نفت ایران وجود دارد پاسخ داده است.

واژه‌های کلیدی: کانی‌شناسی کربناته، عناصر اصلی و فرعی، ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن، دیاژنز، سازند ایلام.

مقدمه

مقطع مورد مطالعه نزدیک روستای ترشک نرسیده به دهستان سوسن با مختصات عرض جغرافیایی 32° شمالی و طول جغرافیایی $42^{\circ} 50' 49''$ شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه در گذشته بیشتر از دید فسیل‌شناسی و چینه‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت [۲] و تا کنون از نظر ژئوشیمیایی مطالعه نشده‌اند. در این پژوهش سعی شده است تا براساس مطالعات عنصری و ایزوتوپی، ترکیب کانی‌شناسی اولیه و مرز بین این سازند با سازند سروک مشخص شود. کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها می‌تواند اطلاعاتی پیرامون شرایط محیط رسوبگذاری از قبیل دما، عمق، شوری و نیز فرآیندهای دیاژنتیکی در اختیار ما قرار دهد [۴ و ۱۵].

مقطع نمونه سازند ایلام در تنگ گراب واقع در یال جنوب غربی کوه سورگاه در پلانچ شمال غربی طاق‌دیس کبیرکوه ناحیه لرستان اندازه‌گیری و نمونه‌برداری شده است [۷]. این سازند در مقطع تیپ در زیر سازند گورپی هم‌شیب و بر سازند سورگاه با ناپیوستگی خفیف دگر سیمی (disconformity) واقع شده است.

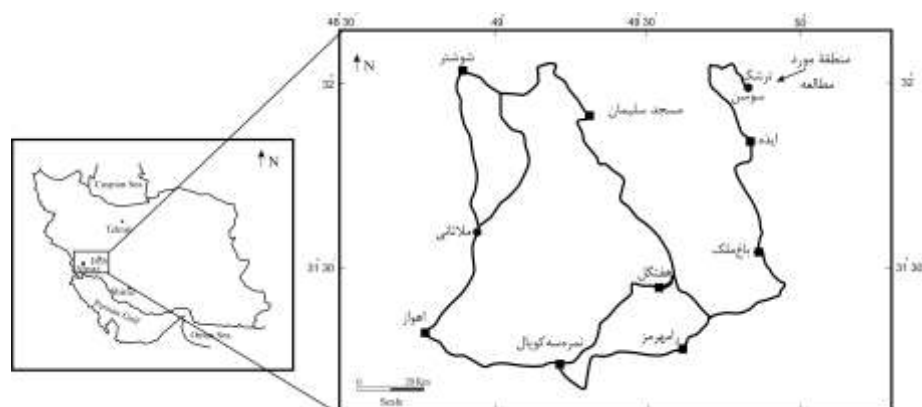
مقطع مورد مطالعه در کوه پیون زون ایزده واقع شده است. در این منطقه نهشته‌های آهکی فسیل‌دار (نرتیک) و خاکستری رنگ سازند ایلام (بر خلاف مقطع نمونه) با ناپیوستگی هم‌شیب و بدون مرز مشخص بر روی سازند سروک قرار دارد. ضخامت نهشته‌ها سازند ایلام در رخنمون تنگ رشید ۹۵ متر است که حاوی ماکروفسیل‌ها و میکروفسیل‌های مرجان، خارپوست، خرده‌های دوکفه‌ای، گاستروپود و فرامینیفرهای بنتیک و پلاژیک است (شکل ۲).

روش بررسی

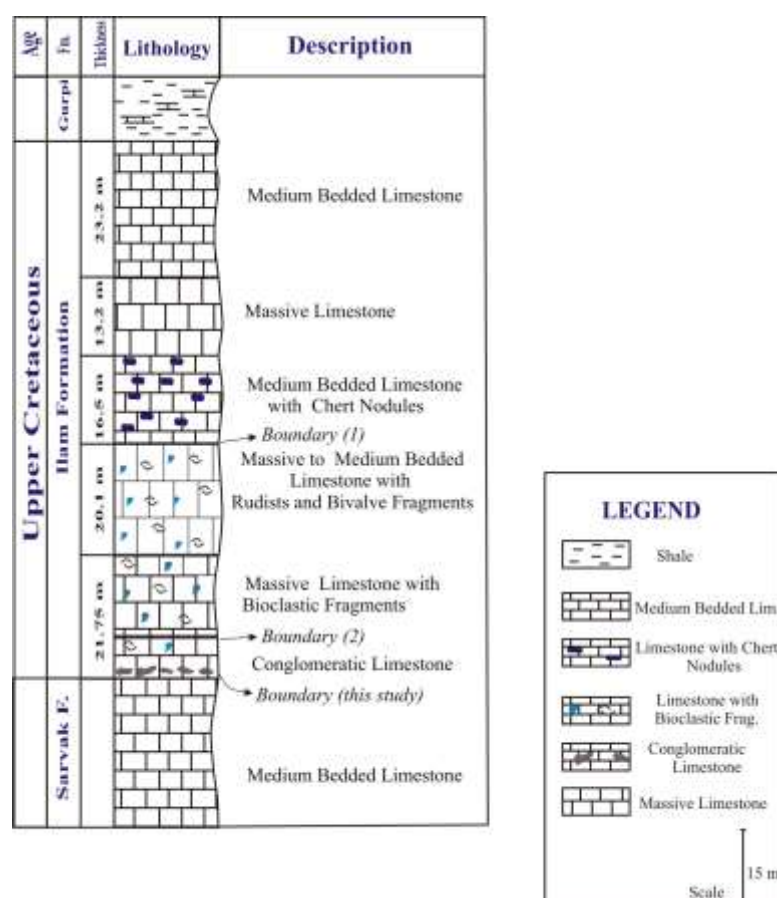
الف- بررسی‌های سنگ‌شناختی

برای بررسی ویژگی‌های رخساره‌ای و ژئوشیمیایی سازند ایلام در مقطع مورد مطالعه مجموعاً ۱۰۰ نمونه از سازند ایلام و ۲۰ نمونه از سازند سروک جمع‌آوری شده‌اند. در انتخاب نمونه‌ها تغییرات لیتولوژیکی سازندهای ایلام و سروک مورد نظر قرار گرفته است.

نمونه‌برداری در بخشهای احتمالی بین سازندهای ایلام و سروک و مناطقی که تغییرات سنگ‌شناسی محسوس بود، با فواصل کمتر از ۰/۵ متر انجام شده است. مقاطع نازک به وسیله محلول آلزارین سرخ و فروسیانید پتاسیم به منظور تشخیص کانی‌شناسی کلسیت از دولومیت به روش دیکسون [۶] رنگ آمیزی شدند.



شکل ۱- راه های دسترسی به منطقه مورد بررسی.



ب- بررسی های ژئوشیمیایی

پس از بررسی دقیق و کامل سنگ‌های کربناته ۴۲ نمونه از این سنگ‌ها شامل ۲۸ نمونه میکرایت و ۱۴ مورد از نمونه‌های کل کربناته برای مطالعه آزمایش‌های عنصری انتخاب شدند. پودر این نمونه‌ها در تعیین عناصر اصلی و فرعی با دستگاه جذب اتمی (AAS) در آزمایشگاه ژئوشیمی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی مورد آزمایش قرار گرفتند. گستره مقادیر عناصر اصلی (Ca, Mg) بر حسب درصد وعناصر فرعی (Na, Sr, Mn) بر حسب پی‌پی‌ام (ppm) اندازه‌گیری شده‌اند. سپس پودر ۲۰ نمونه از کربنات‌هایی که مورد تجزیه عنصری قرار گرفته بودند برای آنالیز ایزوتوپ اکسیژن و کربن انتخاب و به مرکز آزمایشگاهی علوم (CLS) دانشگاه تاسمانیا در استرالیا ارسال شدند. در این آنالیز ۱۵ میلی‌گرم از پودر نمونه به مدت ۲۴ ساعت تحت تاثیر اسید فسفریک و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفت تا گاز CO₂ متصاعد شده از هر نمونه به کمک دستگاه طیف‌سنج جرمی (Micromass, 602 D) اندازه‌گیری شود. خطای اندازه‌گیری ایزوتوپی $\pm 0.1\%$ بوده است. ترکیب ایزوتوپی اکسیژن و کربن نمونه‌ها با نماد دلتا (δ) و بر حسب در هزار (permil) بیان شد و نسبت به استاندارد مرجع Pee Dee Blemnite (PDB) اندازه‌گیری شد.

بحث و بررسی

برای شناخت میکروفاسیس‌ها و فرایندهای دیاژنتیکی موثر بر کربنات‌های سازند ایلام ۱۲۰ مقطع نازک مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی‌های میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده سازند ایلام به ترتیب دور شدن از خط فرضی ساحلی شامل مادستون آهکی با بافت چشم پرنده‌ای (معرف پهنه کشندی)، بیوکلسیت قطبی‌وار پکستون، بیوکلسیت مادستون - وکستون با آشفستگی زیستی (معرف لاگون)، قطبی‌وار گرینستون، اوئید گرینستون و اینتراکلسیت اوئید گرینستون (معرف سد) است [۱]. مهمترین سیمانهای متداول در این کربنات‌ها عبارتند از سیمان کلسیت هم بعد، سیمان کلسیت دروزی و سیمان سین‌تکسیال. برای شناسایی سیمان‌های متاوریکی از تدفینی از میکروسکوپ کاتد استفاده شد. در این بررسی سیمان‌های متاوریکی با لیانی زرد تا نارنجی رنگ و سیمان‌های تدفینی فاقد لیانی بوده‌اند.

کانی‌های اصلی کربناته‌ای که در آب دریا تشکیل می‌شوند بیشتر از نوع آراگونیت، کلسیت پرمنیزیم (در آبهای کم عمق) و کلسیت کم منیزیم (در آبهای عمیق) هستند. بررسی‌های مختلف نشان دادند که این کانی‌ها با تغییر دما، میزان عناصر Ca و Mg موجود در محلول، درجه شوری و فشار گاز کربنیک (P_{CO2}) تغییر کنند [۱۵، ۱۷]. همچنین در طول زمان و بر اثر فرایندهای دیاژنتیکی، کانی‌های ناپایدار آراگونیت و کلسیت پرمنیزیم به کانی پایدار دیاژنتیکی کلسیت کم منیزیم (dLMC) تبدیل می‌شوند. در این صورت تعیین کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها امری بسیار مشکل است.

بررسی کانی‌شناسی اولیه آهک‌های سازند ایلام

الف- عناصر اصلی و فرعی

استرانسیوم: تغییرات Sr در نمونه‌های کل کربناته مناطق حاره‌ای عهد حاضر بین ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام در تغییر است [۱۳]. این مقدار در نمونه‌های کل کربناته (bulk carbonate) مناطق معتدله بین ۱۶۰۰ تا ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام (به طور متوسط ۳۲۵۰ پی‌پی‌ام) است [۱۶]. مقدار Sr در آراگونیت بیشتر از کلسیت است زیرا کاتیونهای بزرگتر از Ca (مثل Na, Sr) ترجیحاً در شبکه باز اورتورومبیک آراگونیت جایگزین می‌شوند. ماکزیمم مقدار Sr که می‌تواند در شبکه کلسیت غیر زیستی وارد شود معمولاً ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام است [۱۷]. بالا بودن Sr در بعضی از نمونه‌های مورد مطالعه می‌تواند تأییدی بر کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی آنها باشد. معمولاً در محیط‌های بسته تا نیمه‌بسته به دلیل انحلال آراگونیت به وسیله آب‌های متاوریکی مقدار زیادی Sr در آبگون‌ها بین حفره‌ای (pore-water) وجود دارد که بعد از فراهم شدن شرایط رسوب سیمان کلسیتی، مقادیر Sr در این سیمان‌ها بیشتر از حد معمول (۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) می‌شود [۸]. ارزیابی نتایج حاصل از بررسی‌های آهک‌های سازند ایلام بیانگر آن است که مقادیر Sr بین ۱۰۷ تا ۱۲۷۵ پی‌پی‌ام در تغییر است. در شکل شماره ۳ بر اساس مقادیر Sr و Na محدوده‌های آبهای گرم آراگونیتی عهد حاضر با بالاترین مقدار Sr و Na، محدوده آهک‌های سرد نیمه‌قطبی پرمین تاسمانیا، محدوده آهک‌های کربناته معتدله عهد حاضر، محدوده آراگونیتی مزدوران و محدوده آراگونیتی گوردن تاسمانیا مشخص شده است [۳]. چنانکه مشاهده می‌شود نمونه‌های آهکی سازند ایلام در محدوده آراگونیتی مزدوران و گوردن تاسمانیا به دلیل تشابه کانی‌شناسی قرار گرفته‌اند. باید به این نکته اشاره شود که علت مقایسه محدوده‌های عنصری و ایزوتوپی نمونه‌های سازند ایلام با نمونه‌های کربناته مزدوران و گوردن تاسمانیا، در دسترس نبودن اطلاعات ایزوتوپی و عنصری دیگری در مجلات معتبر بین‌المللی به منظور تعیین کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی است.

سدیم: مقادیر سدیم در نمونه‌های آهکی سازند ایلام بین ۱۰۵ تا ۳۷۲ پی‌پی‌ام در نوسان است (شکل ۳). تمرکز Na در نهشته‌های رسوبات کربناته عهد حاضر در ارتباط با درجه شوری، تفریق بیوشیمیایی، آثار جنبشی، کانی‌شناسی و عمق آب است [۱۳، ۱۸]. تغییرات Na در نهشته‌های آراگونیتی عهد حاضر بین ۱۵۰۰ تا ۲۷۰۰ پی‌پی‌ام است [۱۳، ۱۶]. کاهش مقادیر Na در نمونه‌های مورد بررسی در مقایسه با کربنات‌های آراگونیتی عهد حاضر به دلیل تاثیر فرایندهای دیاژنتیکی نادریایی است. این شرایط با میکروسکوپ کاند تأیید شده است.

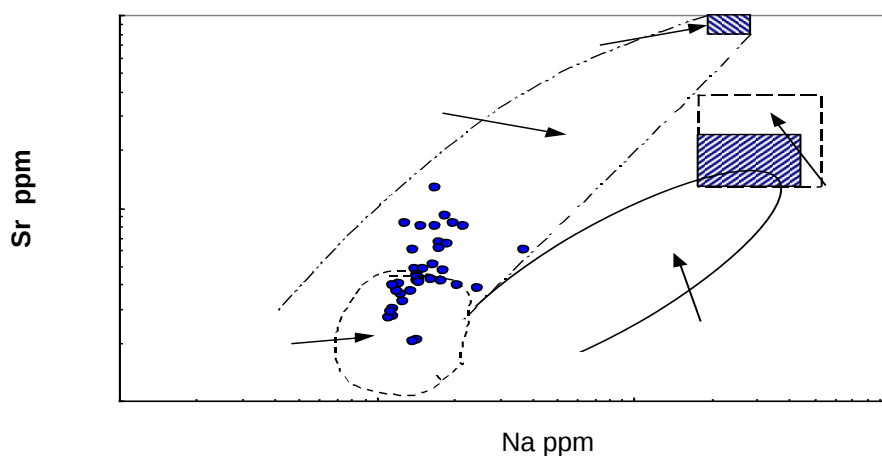
منگنز: دامنه تغییرات Mn در سازند ایلام بین ۱۳ تا ۶۳ پی‌پی‌ام در نوسان است. در شکل ۴ تغییرات Sr در مقابل Mn رسم شده است. چنانکه که ملاحظه می‌شود برخی از نمونه‌ها در محدوده آراگونیتی آهک‌های مزدوران و گوردن واقع شده‌اند. دامنه کم تغییرات Mn می‌تواند

حاکي از کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی باشد. در نهشته‌های کربناته آراگونیتی عهد حاضر مقادیر Mn و Fe کمتر از ۲۰ ppm است [۱۳].

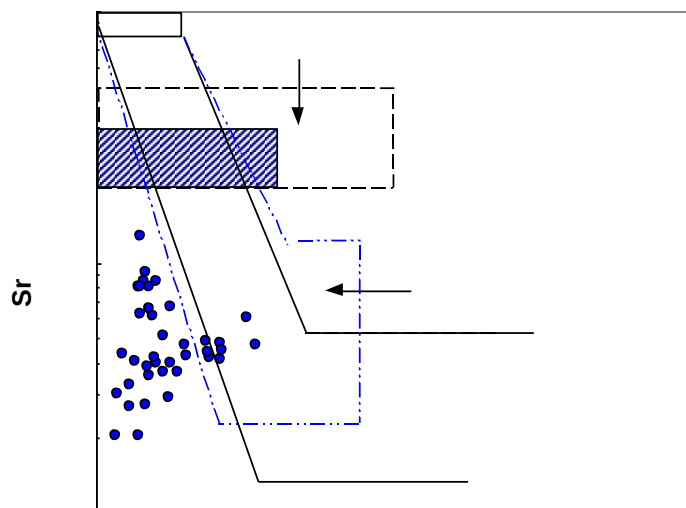
نسبت Sr/Na: بر اساس نسبت Sr/Na در مقابل Mn میتوان کانی‌شناسی اولیه آهک‌ها را مشخص کرد [۱۴، ۱۸]. تغییرات Sr/Na در نهشته‌های آراگونیتی عهد حاضر بین ۳ تا ۵ (میانگین ۴) است [۴، ۱۴]. میزان تغییرات Sr/Na در سازند ایلام بین ۰/۸۴ و ۷/۵ (میانگین ۳) در تغییر است. چنانکه شکل ۵ نشان می‌دهد نمونه‌های آهکی سازند ایلام در محدوده آراگونیتی عهد حاضر و محدوده آراگونیتی گوردون تاسمانیا قرار گرفته‌اند که دلیلی بر آراگونیتی بودن کانی‌شناسی اولیه آهک‌های ایلام است.

نسبت Sr/Ca: بر اساس نسبت Sr/Ca در مقابل Mn می‌توان روند دیاژنز در سیستم‌های باز و بسته را تعیین کرد (شکل ۶). در این نمودار محدوده‌هایی برای روندهای دیاژنتیکی آراگونیت (A)، کلسیت پرمیزیم (HMC) و کلسیت کم‌میزیم (LMC) توسط برند و وایزر [۵] مشخص شده است.

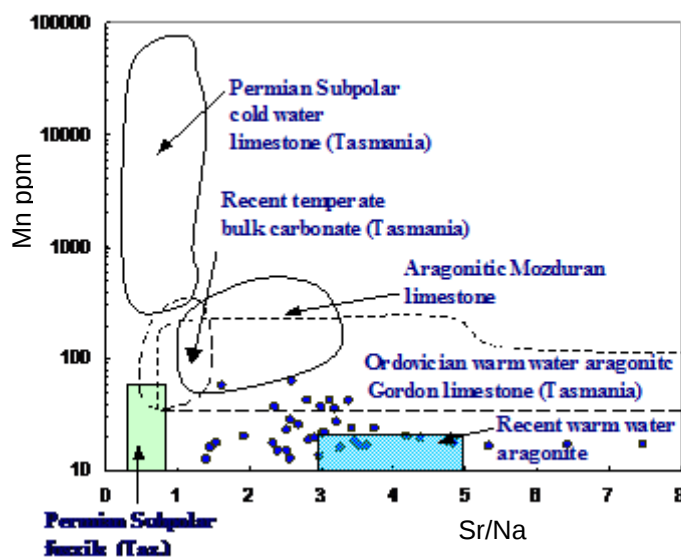
در سیستم دیاژنزی باز با افزایش برهم کنش آب با سنگ میزان Sr/Ca کاهش می‌یابد. در سیستم‌های نیمه بسته که فعل و انفعالات آب به سنگ کم باشد نسبت Sr/Ca فازهای دیاژنزی تغییرات محسوسی نسبت به ترکیبات اولیه ندارد. عموماً کاهش منگنز در کلسیت دیاژنتیکی نشانگر بسته بودن سیستم است. نمونه‌های سازند ایلام به دلیل کمبود مقادیر Mn افزایش نسبت Sr/Ca بیشتر تحت تاثیر دیاژنز نادرایی در یک محیط بسته (closed system) قرار گرفته‌اند.



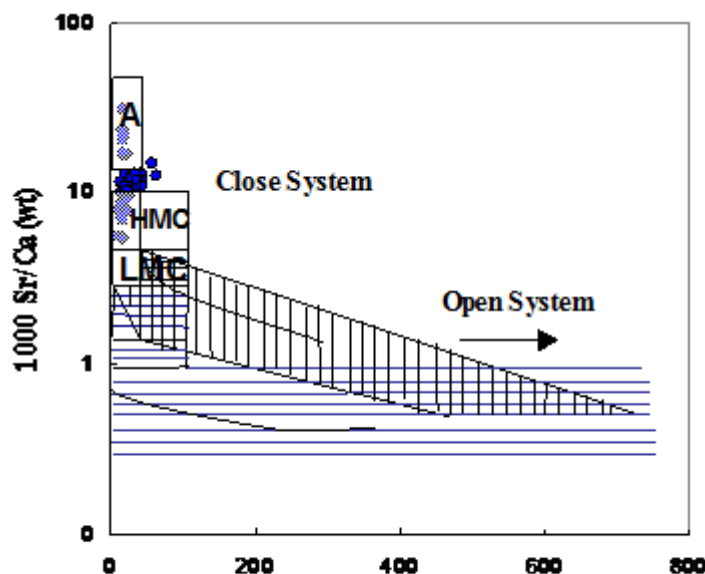
شکل ۳: تغییرات مقادیر Sr در مقابل Na در سنگ‌های آهکی سازند ایلام. چنانکه مشاهده می‌شود نمونه‌های آهکی سازند ایلام به دلیل تشابه کانی‌شناسی در محدوده آراگونیتی مزدوران و گوردون تاسمانیا واقع شده‌اند [۴، ۱۴].



شکل ۴ تغییرات مقادیر Sr در مقابل Mn ppm نمونه‌های ایلام در نزدیکی محدوده آراگونیتی مزدوران و گوردون قرار گرفته‌اند [۴ و ۱۴]. کاهش مقادیر Mn در این سازند در مقایسه با سازند مزدوران و گوردون به دلیل بسته بودن محیط دیاژنتیکی بوده است.



شکل ۵ تغییرات Mn به Sr/Na. قرارگیری نمونه‌های مورد بررسی در محدوده آراگونیتی آب‌های گرم عهد حاضر و کربنات‌های آراگونیتی اوردوئین گوردون [۴ و ۱۴] به دلیل تشابه مینرالوژی یکسان است.



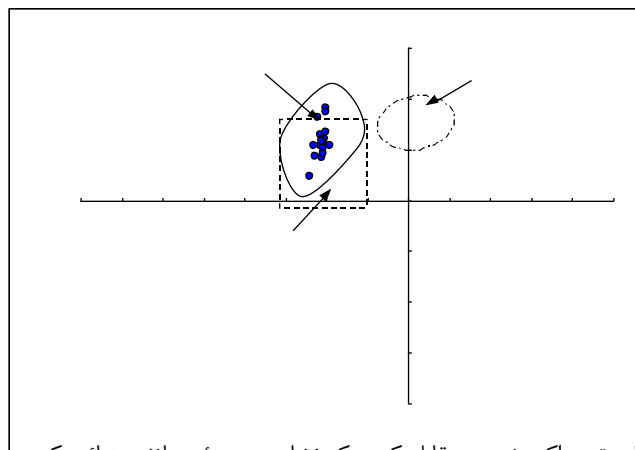
شکل ۶ نسبت مقادیر Sr/Ca در مقابل Mn محدوده‌های تعیین شده توسط برند و وایزر [۵] اغلب نمونه‌های آهکی سازند ایلام تحت تاثیر فرایندهای دیاژنتیکی در یک سیستم بسته تا نیمه بسته قرار گرفته‌اند.

ب- ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن

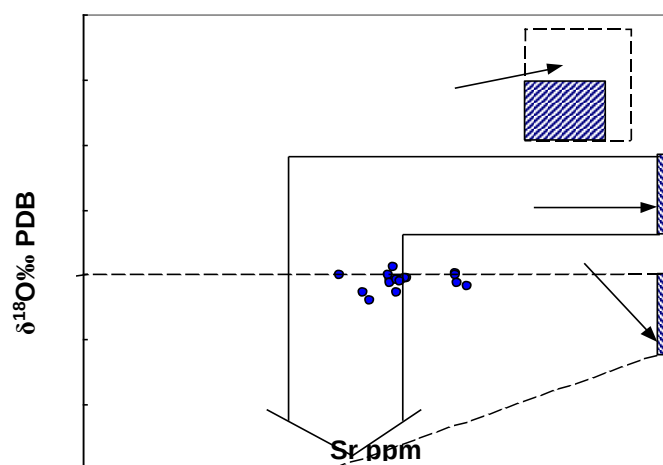
با استفاده از بررسی ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ می‌توان اطلاعات ارزشمندی پیرامون دمای محیط رسوب‌گذاری، دمای دیاژنتیکی، روند دیاژنز در محیط دیاژنتیکی، شوری، عمق رسوب‌گذاری و غیره بدست آورد و کربنات‌های نواحی مختلف را از یکدیگر تفکیک کرد [۱۲، ۱۵]. دامنه تغییرات ایزوتوپ اکسیژن در سازند ایلام بین ۳/۸ - تا ۴/۸ ‰ PDB - (میانگین ۰/۹ ‰ PDB) و ایزوتوپ کربن بین ۳/۶۵ + تا ۴/۲ - ‰ PDB (میانگین ۲/۳) است (شکل ۷). روند تغییرات ایزوتوپ اکسیژن و کربن در نمونه‌های سازند ایلام حاکی از تاثیر دیاژنز متاوریکی است. معمولاً در فرایندهای دیاژنز متاوریکی نسبت تغییرات ایزوتوپ کربن به مراتب بیش از ایزوتوپ اکسیژن است [۸ و ۱۱]. اما تغییرات ناچیز در مقادیر ایزوتوپ کربن این نمونه‌ها می‌تواند به دلیل تاثیر کم برهم‌کنش آب با سنگ در محیط‌های بسته بوده باشد [۱۱]. علاوه بر این، تغییرات ناچیز در مقادیر ایزوتوپ کربن را می‌توان به آب و هوای گرم و خشک و مقادیر کم افق خاک در منطقه نسبت داد. در شکل ۷ محدوده ایزوتوپی آهک‌های کم عمق هولوسن [۱۳] و سنگ‌های دریایی کرتاسه [۹] مشخص شده است. اکثر نمونه‌های سازند ایلام به دلیل تغییرات کم دیاژنتیکی و شباهت سنی در محدوده ایزوتوپی سنگ‌های آهکی کرتاسه قرار گرفته‌اند. تغییرات ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن در مقابل عناصر فرعی نظیر Sr، Mn و Na تشخیص کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها را ممکن می‌سازد.

تغییرات Sr در برابر ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن.

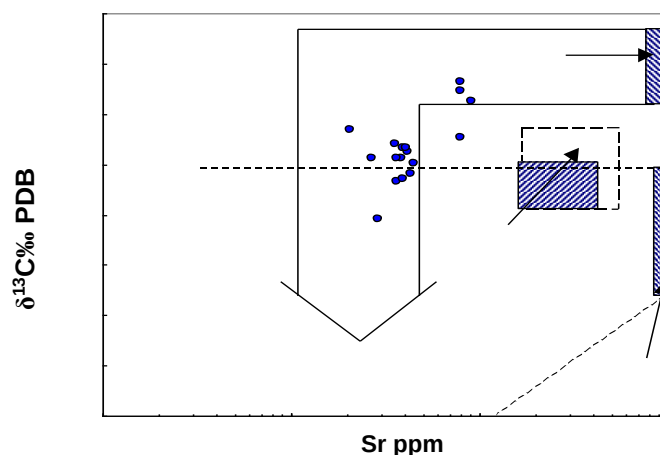
تغییرات Sr در شکل ۸ در برابر ایزوتوپ اکسیژن و در شکل ۹ در برابر ایزوتوپ کربن ترسیم شده‌اند. در این شکل‌ها محدوده نمونه‌های کل کربناته معتدله عهد حاضر، محدوده آراگونیتی سازند مزدوران، محدوده آراگونیتی اوردوئیسین و محدوده آراگونیتی گوردون تاسمانیا مقایسه شده است [۳]. چنانکه که ملاحظه می‌شود اکثر نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده کانی‌شناسی آراگونیتی واقع شده‌اند.



شکل ۷ تغییرات ایزوتوپ اکسیژن در مقابل کربن که نشان دهنده دیانتر متاوریکی در سازند ایلام است. در این نمودار محدوده سنگ آهک‌های دریایی کرتاسه [۹] و محدوده آهک‌های آب‌های کم عمق هولوسن [۱۳] مشخص شده است.



شکل ۸ تغییرات مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ به Sr. در این دیاگرام نمونه‌ها در محدوده‌های آراگونیتی گوردون و مزدوران [۴، ۱۴] قرار گرفته‌اند.



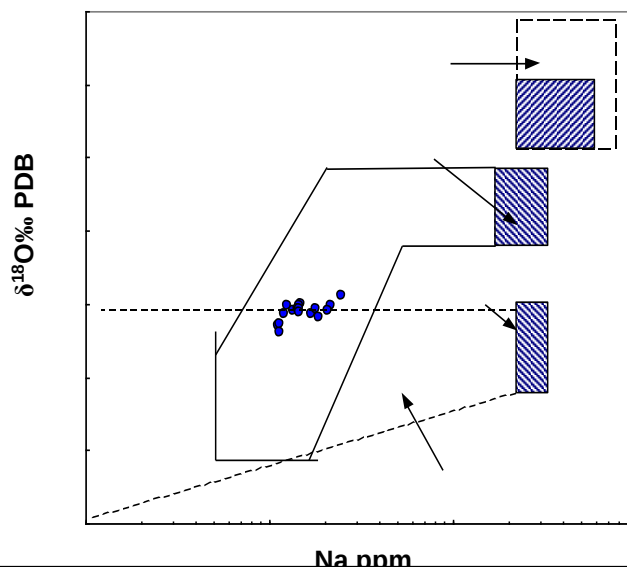
شکل ۹ تغییرات مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ به $\delta^{13}\text{C}$ در این دیاگرام محدوده های کربنات‌های عهد حاضر مناطق معتدله، سنگ‌های آهکی گوردون تاسمانیا و سنگ‌های آراگونیتی سازند مزدوران ترسیم شده است [۴، ۱۴]. همانطور که ملاحظه می‌شود اکثر نمونه‌ها در محدوده آراگونیتی و برخی کاملاً نزدیک به محدوده آراگونیتی دگرسان نشده ژوراسیک فوقانی واقع شده‌اند.

تغییرات Na در برابر ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن

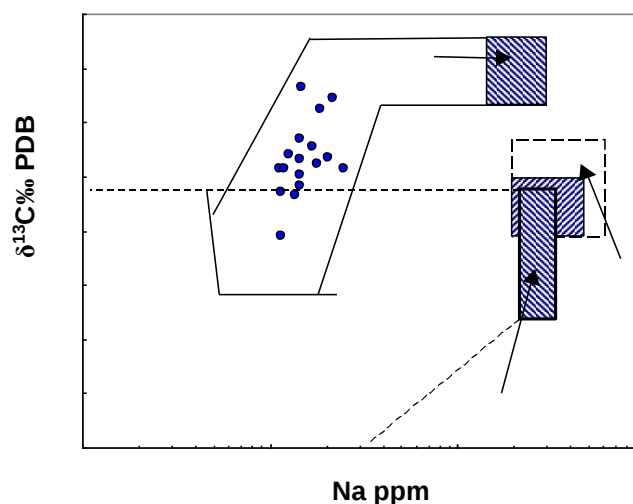
تغییرات Na در شکل ۱۰ در برابر ایزوتوپ اکسیژن و در شکل ۱۱ در برابر ایزوتوپ کربن ترسیم شده است. در این اشکال محدوده نمونه‌های کل کربناته مناطق معتدله عهد حاضر، محدوده آراگونیتی سازند مزدوران، محدوده آراگونیتی اوردوئین و محدوده آراگونیتی گوردون تاسمانیا [۳] مقایسه شده است. نکته قابل توجه این است که تمام نمونه‌های آهکی سازند ایلام به دلیل تشابه کانی‌شناسی در محدوده آراگونیتی کربنات‌های سازند مزدوران و گوردون تاسمانیا قرار گرفته‌اند.

جداسازی سازندهای ایلام و سروک

یکی از مشکلات شرکت ملی نفت ایران جداسازی مرز بین بعضی از سازندها بویژه دو سازند ایلام و سروک از طریق بررسی فسیل‌شناسی است زیرا این دو سازند علاوه بر شباهت در سنگ‌شناسی فاقد فسیل شاخص برای جداسازی هستند. در منطقه مورد بررسی نیز سازند ایلام با ناپیوستگی همشیب و بدون تغییر لیتولوژی مشخص بر روی سازند سروک واقع شده و تعیین مرز این دو سازند را تنها بر مبنای بررسی‌های سنگ شناختی مشکل کرده است. بررسی‌های قبلی برای سازند ایلام دو مرز چینه‌شناسی در نظر گرفته شده است. برخی معتقدند که مرز سازند ایلام و سروک در زیر نودول‌های چرتی (حدود ۴۰ متر از قاعده سازند) و برخی در ۶ متری قاعده سازند در نظر گرفته‌اند (شکل ۲) [۲]. اما در این پژوهش با توجه به تغییرات عناصر فرعی (Sr/Na , Sr/Ca) و ایزوتوپ اکسیژن و کربن به راحتی مرز بین این دو سازند مشخص (سنگ آهک‌های کنگلومرایی، شکل ۲) و از یکدیگر تفکیک شده‌اند.



شکل ۱۰ تغییرات مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ به Na. این تغییرات با محدوده های کربنات های عهد حاضر مناطق معتدله، سنگ های آهکی گوردون تاسمانیا و سنگ های آراگونیتی سازند مزدوران مقایسه شده است [۴، ۱۴]. قابل توجه است که تمام نمونه های آهکی سازند ایلام به دلیل تشابه مینرالوژی در محدوده آراگونیتی کربنات های سازندهای مزدوران و گوردون قرار گرفته اند.



شکل ۱۱ تغییرات مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ به Na. قابل توجه است که تمام نمونه های آهکی سازند ایلام به دلیل تشابه کانی شناسی در محدوده آراگونیتی کربنات های سازندهای مزدوران و گوردون قرار گرفته اند.

۱- تغییرات عناصر فرعی (Sr, Sr/Na, Sr/Ca)

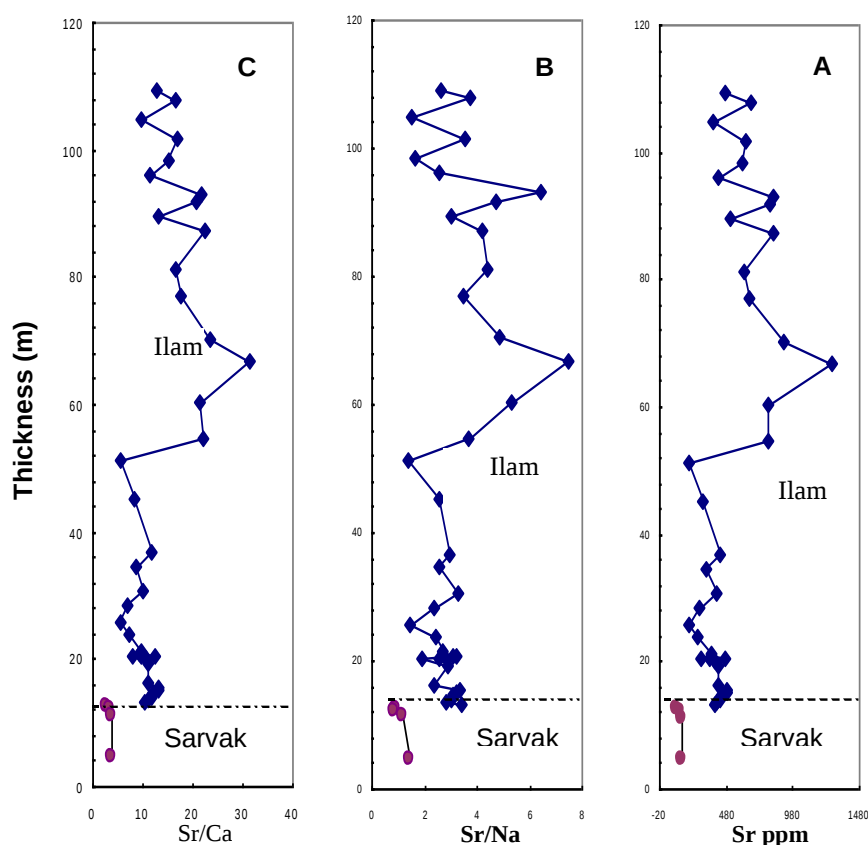
Sr یکی از عناصر مفید در مطالعه کربنات هاست. برخی از محققین نظیر واینفیلد و همکاران [۱۸] پیشنهاد می کنند که نسبت Sr/Na به خوبی می تواند برای جداسازی رخساره ها مورد

استفاده قرار گیرد. با قرار دادن تغییرات Sr و نسبت آن با دو عنصر Ca و Na در امتداد ستون چینه‌شناسی به راحتی می‌توان دو سازند ایلام و سروک را از هم جدا کرد. چنانکه که در شکل ۱۲ نشان می‌دهد می‌شود مقدار Sr و نیز تغییرات Sr/Ca و Sr/Na در سازند سروک کمتر از سازند ایلام است که این می‌تواند دلیلی بر اختلاف ترکیب شیمیایی آب دریا در زمان تشکیل این دو سازند باشد.

۲- ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن

الف- تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در سازندهای ایلام و سروک

رسم تغییرات اکسیژن ۱۸ در مقابل ضخامت سازندهای ایلام و سروک نشانگر تغییرات ایزوتوپ اکسیژن در مرز بین دو سازند است (شکل ۱۳).



شکل ۱۲ تغییرات میزان Sr (A)، Sr/Na (B) و Sr/Ca (C). چنانکه مشاهده می‌شود سازند سروک و ایلام به دلیل تغییرات فیزیکوشیمیایی حاکم بر محیط دارای مقادیر متفاوتی از عناصر فرعی هستند. چنانکه ملاحظه می‌شود میانگین ایزوتوپ اکسیژن در سازند سروک (۳۷‰ PDB) سبکتر از سازند ایلام (۴۰‰ PDB) است. این تغییرات باعث جداسازی این دو سازند از

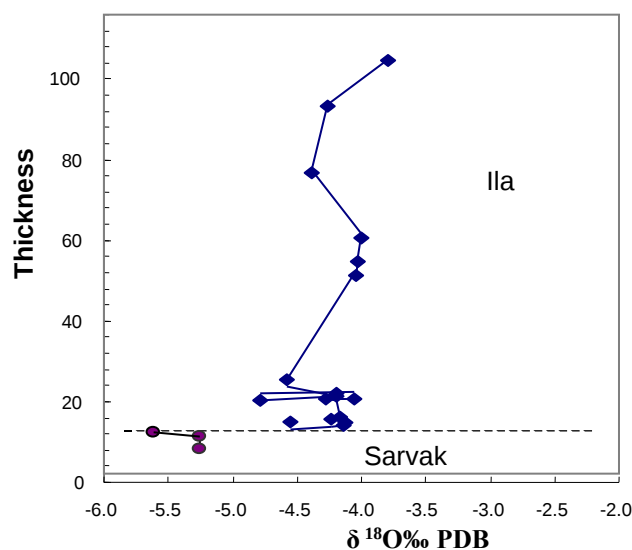
یکدیگر شده است. در تجزیه ایزوتوپی سعی شد که از نمونه‌های با حداقل دگرسانی یعنی نمونه‌هایی که خصوصیات اولیه دریایی خود را تا حد زیادی حفظ کرده‌اند استفاده شود.

ب- تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ در سازندهای ایلام و سروک

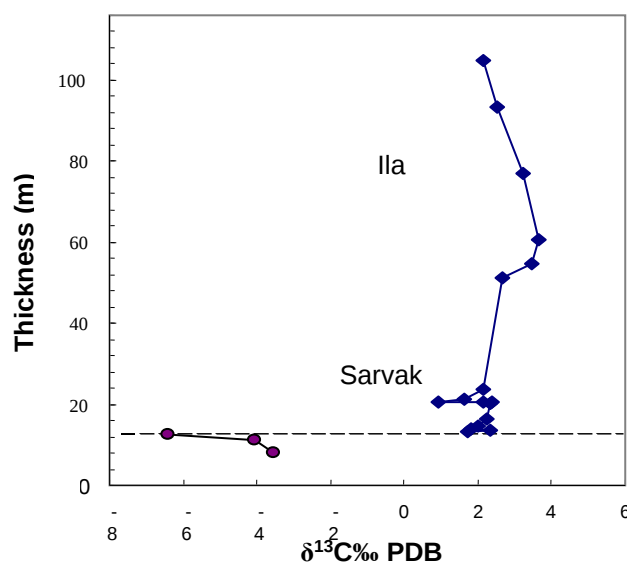
مشابه ایزوتوپ اکسیژن ۱۸، تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ در مرز بین دو سازند ایلام و سروک بخوبی مشخص است. مقدار ایزوتوپ کربن از $1.72\text{‰ PDB} +$ در سازند ایلام به $6.4\text{‰ PDB} -$ در سازند سروک تغییر کرده است (شکل ۱۴). نکته قابل توجه این است که کلیه داده‌های ایزوتوپ کربن در سازند سروک منفی هستند در حالیکه در سازند ایلام مثبت‌اند. این تغییرات شاخص می‌تواند به دلیل تغییر ترکیب شیمیایی آب دریا بین این دو سازند باشد.

برداشت

نتایج حاصل از بررسی عناصر اصلی، فرعی و ایزوتوپی در سازند ایلام بیانگر آن است که این سازند دارای کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی است. با توجه به تغییرات عناصر فرعی به ویژه نسبت Sr/Ca در مقابل Mn و تغییرات $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^{13}\text{C}$ در کربنات‌های این سازند، می‌توان نتیجه گرفت که این کربنات‌ها تحت تأثیر دیاژنز غیر دریایی در یک محیط بسته قرار گرفته‌اند. همچنین نتایج حاصل از بررسی عناصر فرعی و ایزوتوپی در سازندهای ایلام و سروک کمک به تفکیک این دو سازند نموده است. چنانکه ملاحظه شد استفاده از روشهای ژئوشیمیایی در مواردی که تفکیک دو سازند به دلیل کم بودن محتوای فسیلی و یا شباهت سنگ‌شناسی امکان‌پذیر نیست. بسیار کارآمد است.



شکل ۱۳ تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ سازندهای ایلام و سروک.



شکل ۱۴ تغییرات ایزوتوپ کربن ۱۳ در سازندهای ایلام و سروک. سبکترین ایزوتوپ کربن در سازند سروک باعث تفکیک و جدایی مرز این سازند با سازند ایلام شده است. نکته قابل توجه این که کلیه داده‌های ایزوتوپی کربن در سازند سروک منفی در حالیکه در سازند ایلام مثبت است.

قدردانی

در اینجا لازم می‌دانیم از آقایان مهندس امیری بختیار، مهندس قلاوند، سرکار خانم دکتر حسینی، همچنین آقای یوسف آق جهت همکاری در انجام این تحقیق و سرکار خانم مهندس شجاعی مسئول آزمایشگاه ژئوشیمی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهیدبهبشتی به خاطر انجام آزمایشهای عنصرسنجی تشکر و قدردانی بنماییم.

مراجع

- [۱] اسدی مهماندوستی ا.، آدابی م. ح.، "بررسی رخسارهای سازند ایلام و کاربرد آنالیزهای ایزوتوپی و عنصری در تشخیص مرز این سازند با سازند سروک در رخنمون تنگ رشید، کوه پیون - منطقه ایزه"، بیست و سومین گردهمایی علوم زمین (۱۳۸۳).
- [۲] امیری بختیار ح.، "تفسیر بیواستراتیگرافی سازندهای سروک و ایلام در منطقه ایزه (شمال شرق خوزستان) و مقایسه آن با منطقه سمیرم"، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران (۱۳۷۰).

- [3] Adabi M. H., "Sedimentology and geochemistry of Upper Jurassic (Iran) and Precambrian (Tasmania) carbonates", Unpubl. Ph.D. Thesis, Uni. Tasmania, Australia (1996) 400.
- [4] Adabi M. H., Rao C. P., "Petrographic and geochemical evidence for original aragonitic mineralogy of Upper Jurassic carbonates (Mozduran Formation), Sarakhs area, Iran", Sed. Geology 72 (1991) 253-267.

- [5] Brand U., Veizer J., "Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system –1: trace elements", Jour. Sed. Petrology 50 (1980) 1219-1236.
- [6] Dickson J. A. D., "A modified staining technique for carbonate in thin section" Natures 205 (1965) 287.
- [7] James G. A., Wynd J. G., "Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement area", AAPG Bulletin 49 (1965) 2182-2245.
- [8] James N. P., Choquette P. W., "Diagenesis 9. Limestones- the meteoric diagenetic environment: Geosci ", Canada 11 (1984) 161-194.
- [9] Kelth L. M. Weber J. N., "Carbon and oxygen isotopic composition of limestones and fossils: Geochim", Cosmochim. Acta, 28 (1964) 1787-1816.
- [10] Land L. S., Hoops G. K., "Sodium in carbonate sediments and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solutions", Jour. Sed. Petrology, 43 (1973) 614-617.
- [11] Lohmann K. C., "Geochemical patterns of meteoric diagenetic systems and their application to studies of paleokarst", In James, N.P., & Choquette, P.W., (eds.), Paleokarst: New York, Springer-Verlag (1988) 58-80.
- [12] Marshall J. D., "Climatic and oceanographic isotopic signals from the carbonate rock record and their preservation", Geol. Magazine 129 (1992) 143-160.
- [13] Milliman J. D., "Marine Carbonates", New York, Springer-Verlag, (1974) 375.
- [14] Rao C. P., "Geochemical differences between subtropical (Ordovician), temperate (Recent and Pleistocene) and subpolar (Permian) carbonates, Tasmania, Australia", Carbonates and Evaporites 6 (1991) 83-106.
- [15] Rao C. P., "Modern Carbonates, tropical, temperate, polar: introduction to sedimentology and geochemistry", Arts of Tasmania. (1996) 206.
- [16] Rao C. P., Adabi M. H., "Carbonate minerals, major and minor elements and oxygen and carbon isotopes and their variation with water depth in cool, temperate carbonates, western Tasmania, Australia", Mar. Geology, 103 (1992) 249-272.
- [17] Veizer J., "Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique" In Arthur, M. A., Anderson, T.F., Kaplan, I.R., Viezer, J., and Land, L. S. (eds.): Stable Isotopes in Sedimentary Geology, Tulsa, Okla: Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Short Course, No. 10 (1983) 31-1 to 3-100.
- [18] Winefield P. R., Nelson C. S., Hodder A. P. W., "Discriminating temperate carbonates and their diagenetic environments using bulk elemental geochemistry", a reconnaissance study based on New Zealand Cenozoic limestones: Carbonates and Evaporites 11 (1996) 19-31.