مقایسه فرایندهای دیاژنزی و تأثیر آن بر سنگنگاری و ژئوشیمی دولومیتهای واحد دالان بالایی در برشکوه سورمه و یکی از میادین خلیج فارس

سمیه پرهام^{®۱}، محمدرضا کمالی^۲، فرجالله فیاضی^۳ ۱- دانشجوی دکتری رسوبشناسی و سنگشناسی رسوبی، دانشگاه هرمزگان و زمینشناس ارشد پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران ۲- دانشیار زمینشناسی و سنگشناسی رسوبی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران ۳- دانشیار رسوبشناسی و سنگشناسی رسوبی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران ۴- مهدهدار مکاتبات: parhams@ripi.ir ۱۳۹۳/۱۱/۲۹، یذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۸/۱۹

چکیدہ

بخش بالایی سازند دالان، مخازن هیدروکربنی گستردهای را در خلیج فارس و حوضه زاگرس در برمیگیرد. این مطالعه به مقایسه فرایندهای دیاژنزی مؤثر بر ایـن بخـش، در یک برش سطحی و یک برش زیرسطحی پرداخته و در آن تاریخچه دیاژنتیکی و توالی پاراژنتیکی از دیدگاه سنگنگاری بررسی شده است. سپس تأثیر دیـاژنز بـر ژئوشـیمی دولومیتها که از مؤلفههای اصلی سازنده این واحد است، در کوه سورمه و خلیج فارس مقایسه شده است. بررسی روند فرایندهای دیاژنتیکی در بـرش سطحی و زیـرسطحی نشان میدهد که سازند دالان در مناطق مورد مطالعه، محیط های دیاژنزی مختلف و روندهای دیاژنتیکی متفاوتی طـی کردنـد. شـواهد حـاکی از ایـن اسـت کـه نمونـههـای زیرسطحی، ابتدا تحت تاثیر محیط دیاژنتیکی دریایی قرار گرفتهاند. پس از آن، رسوبات این چاه مستقیماً وارد محیط تدفینی نشدهاند، بلکه دستکـم بخـشهـای ماننـد سـ ائولیتی ابتدا وارد محیط دیاژنتیکی جوی شده و پس از طی فرایندهای مربوط به این محیط، وارد محیط دیاژنز تدفینی نشدهاند. نمونههای کوه سورمه نیز شواهد محیط دیاژنز دریاسطحی، ابتدا تحت تاثیر محیط دیاژنتیکی جوی شده و پس از طی فرایندهای مربوط به این محیط دیاژنز تدفینی نشدهاند. نبلکه دستکـم بخـشهـای ماننـد سـ ولولیتی ابتدا وارد محیط دیاژنتیکی جوی شده و پس از طی فرایندهای مربوط به این محیط، وارد محیط دیاژنز تدفینی نشدهاند. نمونههای کوه سورمه نیز شواهد محیط دیاژنز دریایی را نشان میدهد. شواهدی چون انواع استیلولیت، وجود سیمانهای دولومیت زیناسبی، شکستگیها، سیمانهای تدفینی درشتابلو و سیلیسیشدن دلالـت بـر پشـت مر گذاشتن محیط دیاژنز تدفینی عمیق و بالاتر از دمای بحرانی است. پس از آن بر اثر فراخاست، رسوبات وارد محیط دیاژنز جوی شدهانـد. مطالعـه ژئوشـیمی عناصـر فرعی سر گذاشتن محیط دیاژنز تدفینی عمیق و بالاتر از دمای بحرانی است. پس از آن بر اثر فراخاست، رسوبات وارد محیط دیاژنز جوی بر نمونه موای و براسی شده میان می موسو ما و مویت زیراسبی می مونو و محیط دیاژنز جوی شدهانـد. مطالعـه ژئوشـیمی عناصـر فرعی در نمونهای موید. ویاژنز تدفینی عمق ی کرانی از دمان میدهد دو عنصر ما و در مونه وای در موبه مقادیر پایین تری نمونه می دیگر، بالاتر بودن میزان دو عنصـر Fe نشان میده که این امر به دلیل ضریب تفکیک پایین و کمتر از ۱ این دو عنصر یاد آنها در آبهای جوی ضریب تفکیک این عناص

واژەھاي كليدى: فرايندھاي دياژنتيكي، ژئوشيمي، كوه سورمه، خليج فارس

۱– مقدمه

بخش بالایی سازند دالان یکی از مهم ترین لایه های مخزنی گازدار در بخش هایی از زاگرس و خلیج فارس است. این بخش به طور عمده شامل تناوبی از سنگ آهک و دولومیت همراه با میانلایه های تبخیری است. تاکنون مطالعات گسترده ای روی این سازند انجام شده است که از جنبه های مختلف به بررسی این سازند پرداخته اند که از آن جمله می توان به مختلف به بررسی این سازند پرداخته اند که از آن جمله می توان به (۱۳۸۴ و ۲۹۶۱)، ربانی (۱۳۷۴)، لطف پور (۱۳۸۴)، ربانی (۱۳۸۶ و (۱۳۸۳ می داران (۱۳۹۱)، لطف پور (۱۳۸۴)، اینسالاکو و (۱۳۸۳ Moradpour)، شارلیور و همکاران (۱۳۹۳)، اینسالاکو و Rahimpour-Bonab et al., مرادپور و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد. (2010 یی دانی (۱۳۹۱) و پرهام و کمالی، (۱۳۹۳) اشاره کرد. *WWW.SID.ir*

در این پژوهش فرایندهای دیاژنزی موثر بر این بخش در یک برش سطحی در کوه سورمه در ناحیه زاگرس چینخورده و یک برش زیرسطحی در یکی از میادین گازی در خلیج فارس مطالعه شده و با یکدیگر مقایسه شده است.

۲- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

کوه سورمه با روند شمال غرب- جنوب شرق در حوضه زاگرس، در ۱۰۵ کیلومتری شمال خلیج فارس و ۱۲۰ کیلومتری جنوب شیراز و ۳۳ کیلومتری جنوب و جنوب غربی فیروز آباد قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی آن '۲۹ °۵۲ طول شرقی و '۳۰ °۲۸ عرض شمالی است. در این ناحیه کوه سورمه با ارتفاع ۲۲۴۰ متر از سطح دریا مرتفعترین نقطه منطقه است. چاه مورد مطالعه در خلیج فارس و در جنوب غربی بندر عسلویه واقع شده است (شکل ۱).

Archive of SID





شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش های مورد مطالعه. موقعیت برش سطحی با مستطیل سیامرنگ و موقیعت برش زیرسطحی با مستطیل قرمز رنگ مشخص شده است.

۳- چینهشناسی سازند دالان

مقطع نمونه سازند دالان از سه بخش متمایز (دو بخش آهکی در بـالا و پایین و یک بخش انیـدریتی در وسـط) تشـکیل یافتـه اسـت (درویـشزاده، ۱۳۸۹) (شکل ۲). واحد دالان زیرین شامل سنگ آهک فسیل دار، دولومیـت

ضخیم لایه تا تودهای، آهکهای ائولیتی و آهکهای دولومیتی واحد میانی نار از لایه های ضخیم انیدریت و دولومیت گچدار و دالان بالایی شامل تناوبی از دولومیت ها و آهکهای متوسط لایه تشکیل شده است. مرز بالایی این سازند با سازند کربناتی کنگان ناپیوسته در صورتیکه مرز زیرین با سازند فراقان تدریجی و همساز است (مطیعی، ۱۳۷۲).



شکل ۲- ستون چینهنگاری سازند دالان با تغییراتی از مرادپور و همکاران، (Moradpour et al., 2008)

۴- روشهای مطالعه

به منظور بررسی فرایندهای دیاژنتیکی بخش بالایی سازند دالان از ۱۵۰ متر مغزه و ۴۵۰ نمونه با فواصل حداکثر ۳۰ سانتیمتری استفاده شده است. در برش کوه سورمه ۲۸۰ نمونه با فاصله حداکثر یک متر و حداقل ۳۰ سانتیمتر برداشت شد. همه نمونه ها پس از تهیه با محلول آلیزارین سرخ به روش (1965) , Dickson, رنگآمیزی شدند. در این مطالعه، نام گذاری سنگهای آهکی بر اساس ردهبندی (1962) , Dunham، نام گذاری قاومیتها، از ردهبندی بافتی (1984) , Mazzullo و برای Sibley .Gregg and Sibley, (1984) و برای اندازه بلورهای دولومیتها، از ردهبندی بافتی (1984) , Mazzullo و برای اندازه بلورهای دولومیت از مقیاس (1974) , Folk استفاده شده است. به منظور بررسی دولومیت از مقیاس (1974) , Folk استفاده شده است. به منظور انجام میکروسکوپ الکترونی عکس برداری شد. افزون بر این، به منظور انجام مطالعات ژئوشیمیایی، ۱۶ نمونه دولومیت انتخاب شد و پس از تهیه پودر بهوسیله مته دندانپزشکی، با دستگاه ICP در آزمایشگاه پژوهشگاه صنعت نفت تجزیه شدند.

۵- رخسارهها و محیطهای رسوبی

مطالعات پیشین بر روی رخنمون سازند دالان در ناحیه کوه سورمه حاکی از وجود ۵ کمربند رخسارهای مربوط به یک سکوی بزرگ کربناتی از نوع رمپ است که در چارچوب ۹ گروه رخسارهای شناسایی و ردهبندی شدهاند (لطفپور، ۱۳۸۳).

این رخسارههای عبارتند از: انیدریت لایهای، فنست رال گلسنگ دولومیتی، استروماتولیت بایندستون و گلسنگ دولومیتی همراه با قالب کانیهای تبخیری که در پهنههای کشندی و لاگونهای با شدت تبخیر بالا تشکیل شدهاند. محیطهای لاگونی با رخساره وکستون تا پکستون دارای خردههای اسکلتی موجودات لاگونی شناخته میشود، رخسارههای ائویید، پلوئید گرینستون دانه ریز، همراه با خردههای اسکلتی لاگونی، ائویید گرینستون دانه ریز با تخلخل قالبی و گرینستون درون آواری زیست آواری دانه درشت با تخلخل بیندانهای بیانگر محیط تپههای سدی کربناته هستند که در سازند دالان از گسترش بالایی برخوردارند. رخسارههای دریای باز شامل رخساره وکستون دارای خردههای اسکلتی دریای باز همراه با آشفتگی زیستی میشود.

رخسارههای موجود در چاه مورد مطالعه شامل دولومادستون و دولواستروماتولیت بایندستون مربوط به محیط پهنههای کشندی گرم و

خشک، وکستون بیوکلستی و پکستون بیوکلستی تشکیل شده در محیط لاگون، گرینستون ائوییدی بیوکستی و گرینستون ائوییدی تشکیل شده در محیط تپههای زیر آبی، گرینستون اائیدی بیوکستی اینتراکلستی که در حواشی رو به دریای تپههای سدی زیر آبی تشکیل شده است.

۶- فرایندهای دیاژنزی

مهمترین فرایندهای دیاژنزی در این واحد عبارتند از آشفتگی زیستی، میکریتیشدن توسط موجودات میکروسکوپی، نوریختی، انواع فرایندهای جانشینی شامل دولومیتیشدن، سیلیسیشدن، انیدریتیشدن، تراکم، سیمانیشدن و انحلال است.

۶–۱– آشفتگی زیستی

این فرایند در مقاطع مطالعه شده به صورت حفر دالان های زیرزمینی توسط جانداران در رسوبات نرم و پرشدن دوباره آنها، گاه به صورت تغییر رنگ رسوبات به صورت تیره و روشن و در مواردی به صورت تفاوت در تجمع زیست آوارها در نمونه ها قابل شناسایی است. این فرایند در کوه سورمه به طور عمده در رخساره های مربوط به محیط لاگون و دریای باز به صورت حفر دالان های زیرزمینی توسط جانداران در رسوبات نرم و پرشدن دوباره آنها مشخص می شود. در نمونه های مربوط به چاه مورد مطالعه، بیشتر به صورت تغییر رنگ رسوبات دیده می شود (شکل ۳- A، B و C).

۶–۲– میکریتیشدن

این فرایند در نمونههای مورد مطالعه، در تعداد کمی از آلوکمها از جمله خردههای خارپوستان، باعث تشکیل پوشش میکریتی شده است. ادامه این فرایند باعث شده کل آلوکم با میکریت جانشین شود. ائویید، خردههای خارپوست و بعضی روزنداران به صورت کاملاً میکریتی در نمونهها دیده می شوند. این فرایند در رخسارههای متعددی چون وکستون زیست آواری تا پکستون لاگونی یا ائویید پلویید گرینستون حواشی لاگونی تپههای سدی به فراوانی دیده می شود و هم در نمونههای برش کوه سورمه و هم در برش زیرسطحی قابل شناسایی است اما به خاطر گسترش کمتر رخسارههای لاگونی در برش زیرسطحی، آلوکمهای میکریتی شده در این نمونهها کمتر دیده می شود (شکل ۳– D).



شکل ۳- فرایندهای میکریتیشدن و آشفتگی زیستی در نمونههای مورد مطالعه. A) آشفتگی بهصورت حفر دالان زیرزمینی در نمونه کوه سورمه. B و C) آشفتگی زیستی بهصورت تغییر رنگ رسوبات در نمونههای زیرسطحی. C) پوشش میکریتی (فلش سبز) و میکریتیشدن کامل دانهها (فلش های قرمز) در نمونه سطحی

۶-۳- جانشینی

این فرایند به طور گسترده بهصورت سیلیسیشـدن، انیـدریتیشـدن، دولومیتیشدن و دولومیتزدایی دیده میشود که در زیر بحث میشوند:

۶-۴- سیلیسیشدن

این فرایند تنها در نمونههای کوه سورمه به میزان کم و به دو صورت مشاهده می شود: الف) به صورت بلورهای منظم و شکل دار (شکل ۴–A) تا بی شکل (شکل ۴–B) کوارتز که در فضای داخل شکستگی ها تشکیل شده است. ب) جانشینی انتخابی بخشی تا کامل سیلیس به جای زیست آوارهایی مانند بازوپایان، خارپوستان و دو کفهای (شکل ۴–C). سیلیسی شدن در نمونه های زیر سطحی مشاهده نشده است. از آنجا که سیلیسی شدن باید در دماهای بالا صورت گیرد احتمالاً این فرایند با سیالات گرمابی در ارتباط است تا این سیالات دمای لازم برای فرایند یادشده را فراهم نمایند (Marfil et al., 2005).

۶–۵– دولومیتی شدن

دولومیت به شکلها و فابریکهای مختلف در نمونههای کوه سورمه و برش زیرسطحی مشاهده میشود. این دولومیتها عبارتند از: دولومیکریت، دولومیکرواسپاریت، دولومیتهای پراکنده در زمینه آهکی، دولومیتهای جانشینی، دولومیت مجاور استیلولیتها، دولومیت زیناسبی و سیمان www.SID.ir

دولومیتی. تفاوت این دولومیتها در برش سطحی و زیرسطحی به قـرار زیـر است:

دولومیکریت دارای بلورهای بسیار ریز، بی شکل تا شکلدار و هماندازه بوده که جانشین میکریتهای زمینه سنگ شده است و دارای فابریک فنسترال، فیلامنتهای میکروبی، حفرههای باقیمانده از کانیهای تبخیری و گرهکهای انیدریتی است. این نوع دولومیت در توالیهایی دولومادستونی بهصورت بین لایهای با لایههای انیدریت قرار دارد. نوع دوم دولومیت شناسایی شده، دولومیکرواسپاریت است که از تبلور دوباره دولومیکریتها تشکیل شده است. دولومیتهای پراکنده در زمینه آهکی نیز از دولومیتهای موجود و قابل مشاهده است و شروع فرایند جانشینی آهک بهوسیله دولومیت را نشان میدهد. دولومیتهای اخیر هم در برش سطحی و هم زیرسطحی وجود دارد. با این تفاوت که فراوانی دولومیکریت در نمونه های زیرسطحی بیشتر است. در حالی که در نمونه های سطحی دولومادستون هایی که فرایند هسته گزاری دولومیت در آنها شروع شده است بیشتر بهچشم میخورد و به عبارتی، دولومیتهای پراکنده در زمینه آهکی، فراوانی بیشتری دارند. میزان و درصد جانشینی بهوسیله دولومیت نیز بین • تا ۱۰۰ درصد متغیر است. اما در نمونههای زیرسطحی دولومادستونها غالباً با دولومیت جانشین شدهاند و فراوانی گرهکهای انیدریت در آنها بیشتر است. از آنجا که گرهکها رسوبات تبخیری هستند که در شرایط آب و هوای گرم و خشک تشکیل میشوند، وجود آنها نشانه شرایط آب و هوایی گرم و خشک است. در نتیجه این تفاوت نشان دهنده این است که در زمان تشکیل این نوع دولومیتها، آب و هوای گرم و خشکتری در محدوده خلیج فارس امروزی حاکم بوده است.

دولومیتیشدن جانشینی، در نمونههای مورد مطالعه مشابه است. اما سیمانهای پرکننده تخلخلهای قالبی در نمونههای زیرسطحی بهطور عمده انیدریت فراگیر است، اما در نمونههای کوه سورمه بهصورت سیمان کلسیتی درشتبلور است که فضاهای خالی موجود مانند شکستگیها و تخلخلهای انحلالی را پر کرده است.

۶-۶- دولومیت زیناسبی

این نوع دولومیت بی شکل، در اندازههای مختلف با خاموشی موجی، هم بهصورت سیمان در حفرهها و هم بهصورت جانشینی در ائوییدها و دیگر آلوکمها (شکل۴- D و E) (Marfil et al., 2005) در بخش پایین واحد دالان بالایی در کوه سورمه قابل تشخیص است. فراوانی این نوع دولومیت در نمونههای یادشده زیاد است و در برخی نمونهها تا ۱۰ درصد حجم سنگ را به خود اختصاص می دهد، اما در نمونههای چاه مورد مطالعه مشاهده نشده

است. دولومیت یادشده بر اساس مطالعات انجام شده پیشین (Kamali, است. دولومیت یادشده بر اساس مطالعات انجام شده پیشین (1995) 1995) احتمالاً در دمای بالاتر از ۶۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد شکل می گیرد (Ahr, 2008). که این دما با پنجره نفتزایی نیز مقارن است. این مسئله نشاندهنده این است که رسوبات واحد دالان بالایی در ناحیه کوه سورمه عمق تدفین بیشتری طی کرده و تحت تأثیر دمای بالاتری قرار گرفتهاند.

۶–۷– دولومیتهای مجاور استیلولیتها

این دولومیتها دارای بلورهای نیمهشکلدار و هماندازه به رنگ قهوهای به طور موضعی در اطراف بعضی استیلولیتها دیده می شوند (شکل ۴- F). این دولومیت تنها در چاه مورد مطالعه و در تعداد معدودی از نمونه ها قابل مشاهده است.



شکل ۴- فرایند سیلیسی شدن و دولومیتی شدن در نمونه های مورد مطالعه. (تصاویر A تا E مربوط به نمونه های کوه سورمه است). A) بلورهای شکلدار کوارتز. B) بلوره ای شکل دار تا بی شکل کوارتز تشکیل شده در شکستگی. C) جانشینی صدف یک دوکفه ای با چرت. D) دولومیت زین اسبی به صورت پرکننده حفره های انحلالی در نمونه های کوه سورمه. E) سیمان دولومیت زین اسبی درون حجره یک دوکفه ای. (F) دولومیت های مجاور استیلولیت در نمونه های زیر سطحی

۶-۸-انيدريتىشدن

در این فرایند انیدریت، جانشین زمینه سنگ و آلوکمهایی مانند ائوییـد www.SID.ir

و زیست آوارها شده و تنها آثاری از بافت قبلی برجای مانده است. این فراینـد تنها در نمونههای چاه مورد مطالعـه دیـده مـیشـود. جانشـینی بـهوسـیله انیدریت در طی مراحل اولیه دیاژنز تدفینی بهوسیله چرخش به سمت پایین

شورابه غنی از سولفات در کربناتهای متخلخل و تراوا رخ میدهد.

۶-۹- کلسیتیشدن یا دولومیتزدایی

این فرایند به میزان کم و تنها در نمونههای کوه سورمه مشاهده می شود. در این فرایند بلورهای لوزوجهی دولومیت به علت فراخاست پس از تدفین با کلسیت جانشین شدهاند. عامل اصلی ایجاد این پدیده نفوذ آبهای جوی از داخل سولفاتها به ویژه سولفات کلسیم و تماس با دولومیت است، همچنین تماس دولومیت با آبهای جوی غنی از کلسیم، به دلیل فراخاست می تواند دلیل دیگر دولومیت زایی باشد.

۶-۱۰- سیمانیشدن

مطالعه سنگنگاری سنگهای واحد دالان بالایی منجر به تشخیص انواع سیمانهای کلسیتی، دولومیتی و انیدریتی با فابریکهای مختلف شده است. این سیمانها شامل سیمان سوزنی همضخامت، تیغهای، کلسیت هم بعد، سیمان هم محور، سیمان کلسیتی درشت بلور، سیمان دروزی، سیمان میکریتی، سیمان دولومیت زین اسبی و سیمانهای انیدریتی است. از میان این سیمانها، سیمان تیغهای، سوزنی، کلسیت هم بعد، هم محور، در هر دو برش قابل شناسایی است. اما سیمانهای کلسیتی درشت بلور، سیمان دروزی، سیمان میکریتی، زین اسبی و سیمانهای انیدریتی تنها در یک برش دیده می شود که در ادامه مورد بحث قرار می گیرید.

سیمان تیغهای همضخامت: در رخسارههای ائویید گرینستون بخش مرکزی تپههای سدی و گرینستون درون آواری زیست آواری حواشی رو به دریای آن بهویژه در چاه مورد مطالعه به فراوانی مشاهده می شود. در کوه سورمه با توجه به اینکه گسترش رخسارههای گرینستونی کمتر است فراوانی این سیمان کمتر است. این سیمان با حواشی همضخامت در اطراف آلوکمهایی مانند روزنداران، دوکفهها، ائوییدها و پلوییدها مشاهده می شود. سیمان کلسیت هم بعد: سیمان هم بعد به طور عمده بین دانهها، در

شکستگیها، درون حفرهها، صدف برخی جانـداران ماننـد دوکفـهایهـا، اسـتراکودها، روزنداران و همچنین حفرههای انحلالی، در هر دو برش دیده میشود.

سیمان هممحور: در نمونههای مورد مطالعه با فراوانی نسبتاً بالا و در رخسارههای متعدد قابل مشاهده است. این سیمان بر روی قطعات خارپوستان تشکیل میشود، به گونهای که همجهت با محور بلوری قطعات خارپوستان است. گاهی بلورهای بزرگی شکل گرفته و قطعات اطراف را نیز در بر می گیرند. اندازه بزرگ این بلورها ممکن است نشانگر رشد آرامتر آنها نسبت به سیمان کلسیتی همبعد باشد (Longman, 1980).

۶-۱۰-۱۰ سیمان کلسیتی درشت بلور

در نمونههای کوه سورمه این سیمان بهصورت بلورهای تقریباً هم بعد، شفاف و درشت کلسیت بهطور عمده شکستگیهای ثانویه موجود در سنگ و گاهی حفرههای انحلالی و تخلخل درون دانههای زیست آوار را پر کرده است. از آنجا که قسمتهای پایینی این واحد به شدت دچار برشی شدن www.SID.ir

شده است این سیمان در آخرین مراحل دیاژنز به صورت خمیره ای، قطعات خردشده را به هم متصل نگه داشته است. این سیمان به صورت رگههای کلسیتی به فراوانی در غالب نمونه های کوه سورمه مشاهده می شود و نقش بسزایی در کاهش تخلخل به ویژه شکستگی ها دارد (شکل ۵-۸). بلورهای درشت و شفاف (limpid) نشانه تشکیل با سرعت آهسته و مشخصه محیط تدفینی است (Hardwood, 1988). اما در نمونه های چاه مورد مطالعه مشاهده نشده است.

۶-۱۰-۲ - سیمان کلسیتدروزی

این سیمان که بندرت در نمونههای کـوه سـورمه دیـده مـیشـود یـک سیمان پرکننده حفره بوده که اندازه بلورها از دیواره حفـره بـه سـمت مرکـز آن بزرگتر میشود (شکل ۵- B).

۶-۱۰-۳ سیمان میکریتی

در نمونههای کوه سورمه این سیمان در محیط لاگون تشکیل شده و بهصورت نوار نازک تیره اطراف بعضی دانهها و در برخی موارد داخل حفرههای زیستآوارها را پوشانده است (شکل ۵- C). میزان این سیمان بسیار کم بوده و سهمی در کاهش تخلخل ندارد. این سیمان شاخص محیط فریاتیک دریایی است (Hardwood, 1988).

۶-۱۰-۴ سیمانهای انیدریتی

سیمان انیدریتی به سه شکل در نمونهها وجود دارد.

۱- به صورت بلورهای ریز سوزنی و کشیده با جهتیافتگی تصادفی در نمونهها مشاهده میشود. این نوع سیمان بهویژه در بخش پایینی واحد دالان بالایی در کوه سورمه فضای داخل شکستگیها و تخلخل حاصل از برشیشدن را پر کرده است و احتمالاً بهصورت تزریقی بر اثر انحلال تبخیریهای واحد نار وارد این بخش شده است. در نمونههای زیرسطحی توزیع و پراکندگی این نوع سیمان بیشتر است (شکل ۵-D) و بهویژه در توالیهای به سمت بالا کم عمق شونده به فراوانی دیده میشود.

۲- به صورت بلورهای درشت اسپاری که به طور تأخیری فضای خالی بین دانه ای، قالبی و حفره ای را پر کرده است (شکل ۵-E). این سیمان تنها در نمونه های چاه مورد مطالعه و به میزان کم یافت می شود.

۳- به صورت سیمان فراگیر، که در این حالت، انیدریت از یک یا چند بلور بزرگ با ابعاد چند میلیمتر یا بیشتر تشکیل شده که چندین دانه را در بر می گیرد (Tucker, 1991) (شکل ۵-۴). این سیمان به میزان فراوان در نمونههای چاه مورد مطالعه مشاهده شده و نقش بسزایی در کهش تخلخل بهویژه تخلخلهای بیندانهای و حفرهای دارد.

۶-۱۱- فابریک ژئوپتال

این فابریک تنها در رخسارههای لاگونی نمونههای مطالعه شده کوه

سورمه دیده شده است. این فابریک در پوستههای فسیلی بهویژه در پوسته شکمپایان (شکل ۵-C) تشکیل شده است. فصل مشترک گل و سیمان

کلسیت اسپاری، سطح اولیه رسوبگذاری را نشان میدهد.



شکل ۵- انواع سیمان در نمونههای مورد مطالعه. A) بلورهای درشت کلسیت اسپاری پرکننده شکستگی. B) سیمان کلسیتی دروزی. C) سیمان میکریتی بهصورت پوشـاننده دیواره درونی زیستآوار (فلش سبز). فابریک ژئوپتال درون صدف تشکیل شده و بخش بالایی با سیمان کلسیت همبعد پر شده است (فلش قرمز). D) سیمان انیدرتی متشـکل از بلورهای کشیده. E) بلور انیدریت اسپاریتی متبلورشده در فضای بیندانهای. F) سیمان انیدریت فراگیر (انواع سیمان در شکل با فلش نشان داده شده است)

۶–۱۲–انحلال

انحلال در نمونههای چاه مورد مطالعه به طور گستردهای باعث تشکیل تخلخل قالبی (شکل ۹-A) حاصل از انحالال ائوییدها در رخسارههای گرینستونی از جمله ائویید گرینستون شده است. فرایند انحلال تحت تأثیر آبهای زیراشباع جوی رخ داده است. افزایش انحالال سبب تبدیل تخلخل قالبی به حفرهای شده است. این فرایند نقش بسیار مهمی در افزایش کیفیت مخزنی داشته است. در نمونههای کوه سورمه نیز تخلخلهای قالبی و حفرات انحلالی (شکل ۹- B) به فراوانی دیده می شود.

۶–۱۳– برشیشدن

در کوه سورمه از آنجا که بخش زیرین دالان بالایی یعنی عضو نار حاوی ۲٫۹۰۹ای کربناتی و بهویژه تبخیری (انیدریت) است، تحت تأثیر دیاژنز جـوی

دچار انحلال در مقیاس وسیع شده و باعث خالی شدن فضای زیرین واحد دالان بالایی شده است. در نتیجه لایههای رویی بر اثر وزن خود فرو ریخته و برش هایی از نوع ریزش به دلیل انحلال تبخیری ها couporite solution (evaporite solution تشکیل شده است. در بخش های پایینی واحد دالان بالایی در کوه سورمه برشی شدن و تخلخل حاصل به فراوانی مشاهده می شود. اما با دور شدن از مرز دالان بالایی با نار میزان این تخلخل نیز کاهش می یابد. در بخش هایی این تخلخل با سیمان انیدریتی و دولومیتی پر شده یا کاهش یافته است (شکل ۶- C و C). برشی شدن می تواند تخلخل را افزایش دهد به گونه ای که مخزنی برای هیدروکربن یا میزبانی برای کانهزایی شود (Moore, 1989). این فرایند با اینکه در برش کوه سورمه تخلخل برشی بالایی ایجاد کرده است اما تخلخل ایجادشده به وسیله تزریق شوراب های

در جـدول ۱ فراینـدهای دیاژنتیـک در بـرش کـوه سـورمه و بـرش زیرسطحی مقایسه شده است.



شکل ۶- فرایندهای انحلال و برشیشدن. A) تخلخل قالبی حاصل از انحلال ائوییدها و زیستآوارها در نمونه زیرسطحی. B) تخلخل انحلالی در نمونه کوه سورمه. C و D) برشیشدن در نمونههای کوه سورمه

برش زیرسطحی (میدانی در خلیج فارس)	برش سطحی (کوه سورمه)	فرایندهای دیاژنزی		
-	*	سيليسىشدن		
*	-	انيدريتىشدن	جانشينى	
-	*	دولومیتزدایی		
-	*	دولوميت زيناسبى		
*	-	دولوميت مجاور استيلوليتها	أنواع دولوميت	
-	*	سيمان كلسيت درشتبلور		
-	*	سیمان دروزی		
-	*	سیمان میکریتی	انواع سيمان -	
*	-	سیمان انیدریتی		
-	*	برشىشدن		
_	*	فابريک ژئوپتال		
_	*	شكستگى		

جدول ۱- مقایسه فرایندهای دیاژنتیک در برش کوه سورمه و برش زیرسطحی

794

www.SID.ir

۷- ارائه تاریخچه دیاژنتیکی

با توجه به روند فرایندهای دیاژنتیکی چنین به نظر میرسد که سازند دالان در محیطهای مورد مطالعه، محیطهای دیاژنزی مختلف و روندهای متفاوتی طی کردند. در نمونه های چاه مورد مطالعه، فرایندهایی چون آشفتگی زیستی، میکریتی شدن و سیمان حاشیه هم ضخامت دلالت بر طی محیط دیاژنز دریایی دارد. با توجه به شواهدی چون انحلال گسترده و تشکیل تخلخلهای قالبی و حفرهای و تشکیل انواع سیمانه ای مربوط به محیط جوی (تیغهای، هم بعد و غیره) و ترتیب تقدم، تأخر فرایندها می توان نتیجه گرفت که رسوبات این چاه پس از طی محیط دیاژنز دریایی مستقیماً وارد محیط تدفینی نشدهاند، بلکه حداقل بخش هایی مانند سد ائولیتی (Shoal) ابتدا وارد محیط دیاژنز تدفینی شدهاند.

نمونههای کوه سورمه نیز شواهد طی محیط دیاژنز دریایی را نشان میدهد. آثار و شواهدی چون انواع استیلولیت، وجود سیمانهای دولومیت زیناسبی، شکستگیها، سیمانهای تدفینی درشتبلور و سیلیسیشدن دلالت بر پشت سر گذاشتن محیط دیاژنز تدفینی عمیق و بالاتر از دمای بحرانی (CRT) است. پس از آن بر اثر فراخاست رسوبات (Uplift)، رسوبات وارد محیط دیاژنز جوی شدهاند. انحلال و تشکیل تخلخلهای قالبی و حفرهای، نوریختی آراگونیت به کلسیت، تشکیل انواع سیمانهای این محیط مانند دروزی، هم بعد در این محیط رخ داده است.

۸- مطالعات ژئوشیمیایی

به منظور انجام مطالعات ژئوشیمیایی ۱۶ نمونه دولومیت انتخاب و پودر آنها بهوسیله متهٔ دندانپزشکی (dental drill) تهیه شده و برای تعیین عناصر اصلی و فرعی با دستگاه ICP در آزمایشگاه پژوهشگاه صنعت نفت تجزیه شدند. گستره مقادیر عناصر اصلی (Ca, Mg)، عناصر فرعی (Na, Sr, Mn, Fe). برحسب درصد جرمی اندازه گیری شده است. به منظور مقایسه نتایج تجزیه مقادیر بعضی از عناصر بر حسب ppm محاسبه شدهاند. نتایج حاصل در جدول ۲ آمده است.

۸-۱- ترکیب عنصری

ترکیب عناصر اصلی و فرعی در دولومیتها به ترکیب سیالات دولومیتساز، درجه باز بودن سامانه دیاژنتیکی یا نسبت آب به سنگ و ضریب توزیع عناصر در دولومیت بستگی دارد Tucker and (Tucker and دو فرعی در دولومیتها به مقدار قابل توجهی به دلیل ترکیب متفاوت سیالات دولومیتساز (شیرین، (Behrens and Land, حمور) متغیر است (Behrens and Land, البشور، دریایی، فوقالعاده شور) متغیر است (Behrens and Land, (Behrens and Land, در آبهای دریایی شور تا بسیار شور مقادیر Rao, 1982; Rao, 1996) و Sr ،Mg ،Ca پایین در مقادیر Mn و Fe بالاست (آدابی، ۱۳۸۳).

Sample	Ca	Mg	Sr	Na	Mn	Fe
No.	•/.mass	•/.mass	ppm	ppm	ppm	ppm
A.823	20	8	100	900	100	800
A.841	18	7.9	100	900	100	1400
A.855	23	4	200	800	100	300
A.504	19	7.9	100	900	100	100
A.501	19	7.5	100	900	100	100
A.554	23	5.8	300	900	100	100
A.790	20	6.4	1000	700	100	700
A.840	19	7.5	300	300	100	1000
SW.7	21	6.6	100	500	200	700
SW.22	21	6.6	100	400	200	1000
SW.23	20	6.6	400	400	100	2000
SW.37	20	7.9	100	900	200	1600
SW.41	21	7.4	100	800	200	1200
SW.55	20	6.9	100	600	300	1400
SW.56	20	6.7	100	600	200	2600
SW.59	22	6.7	100	700	200	1800

جدول ۲- میزان عناصر اصلی و فرعی دولومیتها (SW: نمونههای کوه سورمه، A: نمونههای زیرسطحی)

www.SID.ir

۸-۱-۱- عناصر اصلی

۸-۱-۱-۱- کلسیم و منیزیم

تمرکز Mg/Ca و Mg در دولومیتها به نسبت Mg/Ca در سیالات بستگی دارد (Sass and Bein, 1988). دولومیت می تواند از سیالاتی که نسبت Mg/Ca آنها بین حدود ۱ تا ۱۰ متغیر است، تشکیل شود. دولومیتی که میزان Ca و Mg در آن مساوی باشد دولومیت استوکیومتری یا ایده آل نامیده می شود. در نمونههای مورد مطالعه میزان Ca بین ۸ درصد تا ۲۳ درصد در تغییر است. میزان Mg بین ۴ درصد تا ۸ درصد (میانگین ۶/۹ درصد) تغییر می کند. مقادیر یادشده حاکی از دور بودن دولومیت از حالت استوکیومتری (less stoichiometric) است، مانند دولومیت های پهنههای کشندی هولوسن و سنوزوییک که اغلب دارای نظم ضعیف (Poorly ordered) و استوکیومتری پایین هستند (Jass) (2001) (1982).

۸-۱-۲- عناصر فرعی

(Sr) ا-۲-۱-۱ استرانسیم (Sr)

یک نمونه میزان ۱۰۰۰ ppm استرانسیم نشان میدهد که این امر می تواند به دلیل تأثیر و تهنشین شدن از مایعات بسیارشور (hypersaline) باشد (Tucker and Wright, 1990).

مقایسه بر مبنای شباهتهای سنگشناسی و محیط رسوبی انجام شده



استرانسیم یکی از مهمترین عناصر فرعی است که در مطالعات

شکل ۲- مقایسه میـزان عناصر استرانسیم در نمونههای سطحی و زیرسطحی. میـزان استرانسیم در نمونههای سطحی که تحت تأثیر دیاژنز جوی قرار گرفتهاند پایین تر از نمونههای زیرسطحی است.

است.

رسم مقادیر Sr در برابر Mn نشان میدهد که نمونههای سازند دالان در محدوده ارائه شده برای آهکهای آراگونیتی مزدوران Adabi and) (1991 Rao, قرار دارد، که کانی اولیه آن آراگونیتی بوده است (شکل ۸). (شکل ۸).



شکل ۸- روند تغییرات استرانسیم نسبت به منگنز

رسم نمودار Sr در برابر Mg حاکی از رونـد کاهشـی اسـت (شـکل ۹)، یعنی با افزایش میزان Mg میزان Sr کاهش مییابـد. چـون Sr در شبکـه دولومیت به جای Ca مینشینـد، هرچـه میـزان Ca در دولومیـت کـاهش

یابد و به عبارتی Mg افزایش یابد، مینزان Sr نیز کاهش مییابد. (Adabi and Rao, 1991).



شکل ۹- رونـد تغییرات استرانسیم نسبت به منیزیم. چون استرانسیم در شبکـه دولومیت به جای کلسیم مینشیند، با افزایش منیزیم و کاهش کلسیم میزان استرانسیم کاهش یافته است.

(Na) سديم –۲–۲–۱–۸

(Land and Hoops, 1973; Morison and Brand, بستكى دارد (Land and Hoops, 1973; Morison and Brand, 1992) (Land مقدار Na با افزايش شورى Na) (Rao and Adabi, 1992) معلق آب (Rao and Adabi, 1992)) سرعت رشد (Busenberg and Plummer, 1985) و نقص شبكه بلورى (Crystal defect) موجود در كربناتها (Rao, 1996) افرزايش مى يابد.

میزان سدیم در نمونههای مورد مطالعه بین ۳۰۰ تا ۹۰۰ پی پی ام

مقدار سدیم در دولومیتهای عهد حاضر بین ۱۰۰ تا ۲۵۰۰ پی پی ام در نوسان است (آدابی، ۱۳۸۳). سدیم فراوان ترین کاتیون موجود در آب دریا و شاخصی برای تعیین درجه شوری سیال قدیمی (Paleosalinity) است (Veizer, 1983; Land, 1985). غلظت سدیم در کربناتها به درجه شوری، عمق آب، تفریق زیستی، اثرات جنبشی و کانی شناسی کربنات ژئوشيمى

(میانگین ۷۵۰ پایپی ام) در تغییر است. (Veizer, (1983) نشان داد رخسارههای دولومیتی شده بهوسیله سیالات بسیارشور به طور کلی دارای بیش از ۲۳۰ پی پی ام سدیم است، در حالی که در رخسارههای دریای باز این میزان پایین تر است. میزان سدیم در نمونههای سطحی مورد مطالعه بین میزان پایین تر ۹۰۰ پی پی ام با میانگین ۶۱۲ پی پی ام در تغییر است. غلظت بین ۲۰۰ تا ۹۰۰ پی پی ام با میانگین ۷۸۸ پی پی ام در تغییر است. غلظت

بالاتر میزان سدیم در نمونههای زیرسطحی (شکل ۱۰) احتمالاً به دلیل تأثیر دیاژنز جوی در نمونههای سطحی است. از آنجا که ضریب تفکیک (Partition Coefficient) سدیم کمتر از ۱ است و در آب جـوی تمرکـز کمی دارد، بنابراین محصول دیاژنزی حاصل تمرکـز پایینی از Na را نشان (Brand and Veizer, 1980; Rao, 1990; Adabi and Second (Rao, 1991)



شکل ۱۰– مقایسه میزان عنصر سدیم در نمونههای سطحی و زیرسطحی. میزان سدیم در نمونههای سطحی به دلیـل تأثیـر دیاژنـز جوی مقادیر پایین ّـر از نمونـههای زیرسطحـی نشان میدهـد.

(Fe, Mn) ا-۲-۲-آهن و منگنز

در نمونههای سطحی منطقه مورد مطالعه، مقدار آهن بین ۷۰۰ تـا ۲۶۰۰ پی پی ام (میانگین ۱۵۳۷ پی پی ام) در نوسان است (شکل ۱۱).

مقدار منگنز نیز در نمونههای رخنمون کوه سورمه از ۱۰۰ تا ۳۰۰ پیپیام (میانگین ۲۰۰ پیپیام) در تغییر است اما در نمونههای زیرسطحی هم مقدار حدود ۱۰۰ پیپیام را نشان میدهند. بیشتر بودن میزان Fe و Mn در نمونههای سطحی نسبت به نمونههای زیرسطحی به

این دلیل است که مقدار Mn و Fe در طی دیاژنز جوی افزایش مییابد (Brand and Veizer, 1980; Rao, 1990_a; Adabi and Rao, (Tucker and Wright, 1990) این افزایش به دو دلیل است: (1990، این افزایش به دو دلیل است. ۱- مقدار آهـن و منگنـز در آب دریا کـم و در سیالات دیاژنتیکی درون حفرهای زیاد است.

۲- ضریب توزیع بیشتر از ۱ است. مـ ثلاً بـرای Mn تقریباً برابـر ۱۵ است (Adabi and Rao, 1991).



شکل ۱۱- مقایسه میزان عنصر Fe در نمونههای سطحی و زیرسطحی. ایـن نمـودار حاکـی از مقادیر بالاتر منگنـز در نمونههای سطحـی است.

291

www.SID.ir

نتيجهگيري

نتایج حاصل از مطالعات انجام شده روی نمونه های واحد دالان بالایی در کوه سورمه و خلیج فارس به شرح زیر خلاصه می شود: فرایندهای دیاژنتیکی موثر بر این واحد شامل آشفتگی زیستی، میکریتی شدن، جانشینی (سیلیسی شدن، دولومیتی شدن، انیدریتی شدن و کلسیتی شدن)، سیمانی شدن، انحلال و شکستگی است. از میان این فرایندها و محصولات آنها، سیلیسی شدن، دولومیت زین اسبی و فابریک ژئوپتال، تنها در نمونه های کوه سورمه مشاهده می شود. در نمونه های زیر سطحی، دولومیت مجاور استیلولیت ها، جانشینی با انیدریت، و سیمان انیدریتی با فابریک های مختلف شناسایی شده است. انیدریت و سیمان انیدریتی با فابریک های مختلف شناسایی شده است. انیدریت سوزنی در بخش های پایینی واحد دالان بالایی به صورت تزریقی دیده می شود.

در نمونه های چاه مورد مطالعه فرایندهایی چون آشفتگی زیستی، میکریتی شدن و سیمان حاشیه هم ضخامت دلالت بر طی محیط دیاژنز دریایی است. با توجه به شواهدی چون انحلال گسترده و تشکیل تخلخل های قالبی و حفرهای و تشکیل انواع سیمان های مربوط به محیط جوی (تیغهای، هم بعد و غیره) و ترتیب تقدم، تأخر فرایندها می توان نتیجه گرفت که رسوبات این چاه پس از طی محیط دیاژنز دریایی مستقیماً وارد محیط تدفینی نشده اند، بلکه دست کم بخش هایی مانند سد ائولیتی ابتدا وارد محیط دیاژنزی جوی شده و پس از طی فرایندهای مربوط به این محیط وارد محیط دیاژنز تدفینی شده اند.

نمونههای کوه سورمه نیز شواهد طی محیط دیاژنز تدفینی را نشان می دهد. آثار و شواهدی چون انواع استیلولیت، وجود سیمان های دولومیت زین اسبی، شکستگی ها، سیمان های تدفینی در شتبلور و سیلیسی شدن دلالت بر پشت سرگذاشتن محیط دیاژنز تدفینی عمیق و بالاتر از دمای بحرانی (CRT) است. پس از آن بر اثر فراخاست رسوبات، رسوبات وارد محیط دیاژنز جوی شدهاند. انحلال و تشکیل تخلخل های قالبی و حفرهای، نوریختی آراگونیت به کلسیت، تشکیل انواع سیمان های این محیط مانند دروزی، هم بعد در این محیط رخ داده است.

وجود سیمانهای دولومیت زیناسبی و کوارتز شکلدار در نمونههای کوه سورمه و عدم وجود آنها در نمونههای زیرسطحی خلیج فارس مبین این است که این نمونهها در محیط تدفینی عمیق، تحت تأثیر محلولهای گرمابی با دمای بالا حدود ۶۰ تا ۱۵۰ درجه قرار گرفتهاند و در مقایسه با بخشهای همارز این سازند در خلیج فارس، سازند دالان بالایی عمق بیشتری از تدفین را یشت سر گذاشته است.

Na بررسی نتایج تجزیههای شیمیایی نشان میدهد که مقدار دو عنصر Na و Sr در نمونههای سطحی پایین تر از نمونههای زیرسطحی است که این امر به دلیل ضریب تفکیک (Partition Coefficient) پایین و کمتر از ۱ و غلظت پایین آنها در آبهای جوی است، بنابراین محصول دیاژنزی حاصل، تمرکز پایینی از این عناصر را نشان میدهد.

عناصر Fe و Mn در نمونههای سطحی میزان بالاتری نشان میدهد. چون ۱) ضریب توزیع این عناصر، بالا است (مثلاً برای Mn تقریباً برابر ۱۵ است) و ۲) میزان آهن و منگنز در آب دریا کم و در سیالات دیاژنتیکی درون حفرهای زیاد است. در نتیجه در طی دیاژنز جوی میزان آنها در محصولات دیاژنزی افزایش مییابد. میزان عناصر اصلی Ca و Mg تحت www.SID.ir

تأثير دياژنز جوى تغيير نكرده است.

مراجع

آدابی، م.ح.، ۱۳۸۳، "ژئوشیمی رسوبی" انتشارات آرین زمین، ۴۴۸ صفحه. پرهام، س. و کمالی، م.ر.، ۱۳۹۳، "بررسی انواع تخلخل، عوامل موثر بـر آن و زون بندی مخزن دالان بالایی در برش کوه سورمه و خلیج فـارس" فصـلنامه علوم زمین، سال ۲۳، شماره ۹۲، صفحه ۹۳ تا ۱۰۴. درویـشزاده، ع.، ۱۳۸۹، "زمـین شناسی ایـران: چینـهشناسی، تکتونیـک، دگرگونی و ماگماتیسم" انتشارات امیرکبیر، ۴۳۴ صفحه. ربانی، ا، ۱۳۸۲، "بررسی منشـاء گازهـای مخـازن پـرمین- تریـاس جنـوب ایران" مجله تحقیق در علوم و مهندسی نفت، شماره ۳۷، ۱۰ صفحه. ربانی، ا، ۱۳۸۳، "مطالعه ژئوشیمیایی رخسارههای کربناته- دولومیتی سنگ مخزن گازی دالان و کنگـان در میـدان سـلمان" بیست و دومـین همایش

محزن کاری دالان و کنگان در میدان سلمان بیست و دومین همایش سازمان زمین شناسی کشور، ۱۲ صفحه.

کاووسی، م.ع.، ۱۳۷۴، "سنگشناسی رسوبی و محیطهای رسوبی سازند دالان و فراقان (پرمین زیرین- پرمین میانی) در ناحیه دنا" پایانامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ۱۱۶ صفحه.

کمالی، م.ر.، پرهام. س.، و فیاضی، ف.، ۱۳۹۱، "بررسی رخسارهها، محیطهای رسوبی و دیاژنز کربناتهای بالایی سازند دالان در خلیج فارس" فصلنامه علوم زمین، سال ۲۲، شماره ۸۶، صفحه ۲۰۳ تا ۲۱۲.

لطف پور، م. آدابی، م.ح.، ۱۳۸۳، "بررسی محیطهای رسوبی و چینهشناسی سکانسی سازند دالان در نواحی کوه سورمه و کوه دنا" مجلـه علـوم دانشـگاه تهران، ۸ صفحه.

لطف پور، م، ۱۳۸۴، "چینه شناسی توالی ها، محیط رسوبی و بیواستراتیگرافی سازندهای دالان و کنگان در ناحیه زاگرس جنوبی با نگرشی ویژه بر مرز پرموتریاس" رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی، ۴۰۰ صفحه. مطیعی، ۵، ۱۳۷۲، "چینه شناسی زاگرس" انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۱۳۰ صفحه.

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

Ahr, W. M., 2008, "Geology of carbonate reservoirs", *Wiley publication*. *P.277*.

Behrens, E.W. and Lands, L.S. 1972, "Subtidal Holocene dolomites, Baffin Bay", *Texas. J. Sed. Petrol.* 42, P.155-161.

Brand, v., and Veizer, J., 1980, "Chemical diagenesis of a multicomponent Carbonate system-1: trace elements: Jour", *Sed. Petrol.*, v.50, P.1219-1236.

Busenberg, E. and Plummer, N.L., 1985, "Kinetic and thermodynamic factors controlling the distribution of SO_4 and Na in calcites and selected aragonites: Geochim", *Cosmochim. Acta, v.49, P.713-725.*

Bathurst, R.G.C., 1987, "Diagenetically enhanced bedding in argillaceous platform limestones; stratified cementation and selective compaction: Sedimentology", *v.34, P.749-778.*

ژئوشيمى

Dickson, J.A.D., 1965, "A modified. Staining technique for carbonate in thin section: Nature", *v.205, P.587.*

Dunham, R.J., 1962, "Classification of carbonate rocks according to depositional texture", *In: AAPG Bulletine, Memoir1*, *P.526-540*.

Folk, R.L., 1974, "Petrology of sedimentary Rocks: Hemphill", Publ., Co., Austin, Texas, P.18.

Gregg, J.M., and Sibley, D.F., 1984, "Epigenetic dolomitization and the origin of xenotopic dolomite texture reply: Jour", *Sed. Petrology*, v.56, P.735-763.

Hardwood, G.M. 1988, "Principles of sedimentary petrography. In: Technique in Sedimentology (ed.) by Tucker", *M. Black well Oxford. P.108-174.*

Insalaco, E. Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, S.A., Lotfpour, M., and Monibi, S., 2006, "Upper Dalan Member and Kangan Formation between the Zagros Mountains and offshore Fars, Iran: depositional system, biostratigraphy and stratigraphic architecture", *Geoarabia*, v.11, No. 2, P.75-176.

Kamali, M.R., 1995, "Sedimentology and petroleum geochemistry of the Ouldburra Formation", Eastern Officer Basin, PhD. Thesis. Adelaid University, Southwest Australia, P.141.

Kashfi, M.S., 1992, "Geology of the Permian super-giant gas reservoirs in the greater Persian Gulf area: Jour. Petrol. Geol", *15*, *P.465-480*.

Kretz, R., 1982, "A model for the distribution of trace elements between calcite and dolomite", *Geochem. Cosmochim. Acta.* 46, *P.1979-1981.*

Land, L.S., 1985, "The origin of massive dolomite: Jour. Geol", *Education*, v.33, P.112-125.

Land, L.S., and Hoops, G.K., 1973, "Sodium in Carbonate Sediments and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solutions: Jour", *Sed. Petrol.*, *v.43*, *P.* 614-617.

Longman, M.W., 1980, "Carbonate diagenetic texture from nearshore diagenetic environment", American Association of petroleum Geol, *Bulletin*, *v.64*. *P.461-487*.

Marfil, R., Caja, M.A, Tsige, M., Al-Aasm, I.S., Martin-Crespo, T., Salas, R., 2005, "Carbonate-cemented stylolites and fractures in the Upper Jurassic Limestones of the Eastern Iberian Range", *Spain: A record of palaeofluids composition and thermal history. Sed. Geol. v. P.1-21.*

Mazzullo, S.J., 1992, "Geochemical and neomorphic alteration of dolomite: a review. Carbonate and Evaporates", *v.7, P.21-37.*

Moore, C.H, 1989, "Carbonate Diagenesis and Porosity", *Elsevier, Amsterdam, P.338.*

Moradpour, M., Zamani, Z., Moallemi, S.A., 2008, "Control on reservoir quality in Lower Triassic Kangan Formation, Southern Persian Gulf", *Journal of Petroleum Geology*, v. 31(4), P.367-386.

Morison, J.O., and Brand, U., 1988, "An evaluation of diagenesis and chemostratigraphy of upper cretaceous mollusks from the Canadian Interior Seaway: Chem", *Geology*, v.72, P.235-248.

Rahimpour-Bonab, H., Esrafili-Dizeji, B. and Tavakoli, V., 2010, "Dolomitization and Ahydrite precipitation in Permo-Triassic Carbonates at the South Pars Gasfiled, offshore Iran: Controls on Reservoir Quality", *Jouranal of Petroleum Geology, V. 33 (2), P. 1-24.*

Rao, C.P., 1990_a, "Geochemical characteristics of cooltemperate Carbonates, Tasmania, Australia: Carbonates and Evaporates", *v.5*, *P. 209-221*.

Rao, C.P., 1996, "Modern Carbonates, Tropical, Temperate, Polar, introduction to sedimentology and geochemistry", *Arts* of Tasmania, P.206.

Rao, C.P., and Adabi, M.H., 1992, "Carbonate minerals major and minor elements and oxygen and Carbon isotopes and their variation with depth in cool, temperate carbonates, western Tasmania, Australia", *Mar. Geology, v.103, P.249-272.*

Sass, E., and Bein, A., 1988, "Dolomitization and Salinity: a comparative geochemical study: In shukla", v., and Baker, P.A., (edit), Sedimentology and geochemistry of Dolostones: Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., v. 43, P.223-233.

Sharland, P., Archer, D., and Casey, R., 2001, "Arabian Plate Sequence Stratigraphy", *Blackwell, Oxford, P.320.*

Sibley, D.F., and Gregg, J.M., 1987, "Classification of dolomite rock texture: Jour Sed", *Petrology*, v.57, P.967-975.

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

Tucker, M.E., 1991, "Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of sedimentary rocks: Blackwell", Sci. Publ., London, P.260.

Veiser, J., 1983, "Chemical diagenesis of carbonates: Theory and application of trace element technique: Stable Isotopes in Sedimentary Geology", *Soc Econ Paleont Mineral. Short Course No.10, P.3-1 to 5-100.*

Winefield, R.P., Nelson, C.S., and Hodder, A.P.W., 1996, "Discriminating temperature carbonates and their diagenetic environment using bulk elemental geochemistry: a reconaissance study based on New Zealand Cenozoic Limestones: Carbonates and Evaporates", *v.11*, *P.19-31*.