

## میکروفاسیس، محیط رسوبی و دیاژنز بخش فوقانی سازندهای دالان و کنگان در ناحیه کوه سورمه، زاگرس چین خورده

سجاد پورامینی بزنجانی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی\*

محمد حسین آدابی، استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

محبوبه حسینی برزی، استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

جاوید حناچی، کارشناس ارشد زمین شناسی نفت، شرکت نفت فلات قاره

### چکیده

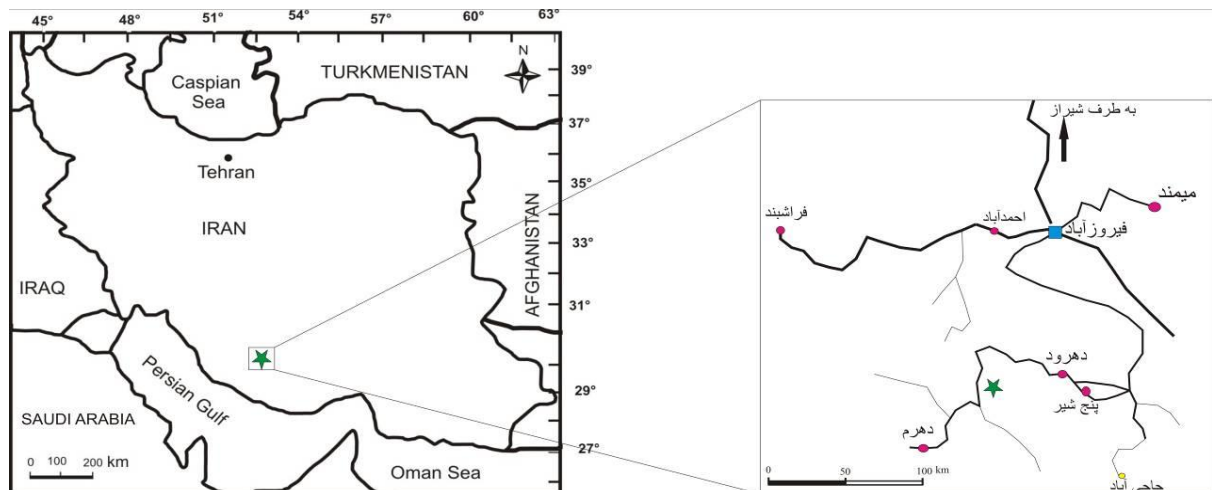
بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان (پریمین - تریاس) واقع در ناحیه کوه سورمه در حوضه زاگرس چین خورده با ضخامت ۳۲۵ متر بر روی عضو تبخیری نار و در زیر سازند دشتک واقع شده است. لیتولوژی غالب این سازندها سنگ آهک و دولومیت می باشد. هدف از انجام مطالعه این سازندها شناسایی میکروفاسیسها، محیط رسوبی و فرآیندهای دیاژنزی آنها می باشد. برای نیل به این مقصود، انجام مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک منجر به شناسایی ۱۲ میکروفاسیس مربوط به ۴ کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته‌های ماسه‌ای و دریای باز در این مقاطع شده است. با توجه به میکروفاسیسهای شناسایی شده، این توالی کربناته بر روی یک پلتفرم کربناته از نوع رمپ نهشته شده است. براساس مطالعات پتروگرافی فرآیندهای دیاژنتیکی سازندهای فوق شامل میکربیتی شدن، دولومیتی شدن، سیمانی شدن، استیلولیتی شدن و تراکم فیزیکی و شیمیایی می باشد و دیاژنز تدفینی پدیده دیاژنزی غالب است. تخلخل‌های مشاهده شده در این مقاطع اولیه و ثانویه بوده و از انواع فنسترال، حفره‌ای، شکستگی، قالبی، بین ذره‌ای، درون ذره‌ای و کانالی می باشد.

واژه‌های کلیدی: سازند دالان، سازند کنگان، دیاژنز، محیط رسوبی

## مقدمه

لطف پور و همکاران (۱۳۸۴). برش الگوی هر دو سازند درچاه شماره ۱ کوه سیاه واقع شده است (آقا نباتی ۱۳۸۳). مقطع مورد مطالعه واقع در کوه سورمه به مختصات ۲۸° و ۳۲'۱۱" شمالی و ۵۲° و ۲۹' و ۴۵" شرقی قرار دارد (شکل ۱).

سازندهای دالان و کنگان، به سن پرمین - تریاس، در اغلب نواحی زاگرس وجود دارد و به علت تداخل بالا سنگ مخزن مناسبی برای مواد هیدروکربنی هستند (Aali et al. 2006). بزرگترین میدان گازی جهان در ناحیه خلیج فارس در این دو سازند قرار دارد (Aali et al. 2006 و



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن (منطقه مورد مطالعه با ستاره مشخص گردیده است).

از دولومیت انجام گرفته است. در نام‌گذاری سنگ‌ها از تقسیم‌بندی دانهام (Dunham 1962)، در نام‌گذاری دولومیت‌ها از تقسیم‌بندی آدابی (Adabi 2009) و در توصیف میکروفاسیس‌ها از روش فلوگل (Flugel 2010) استفاده شده است.

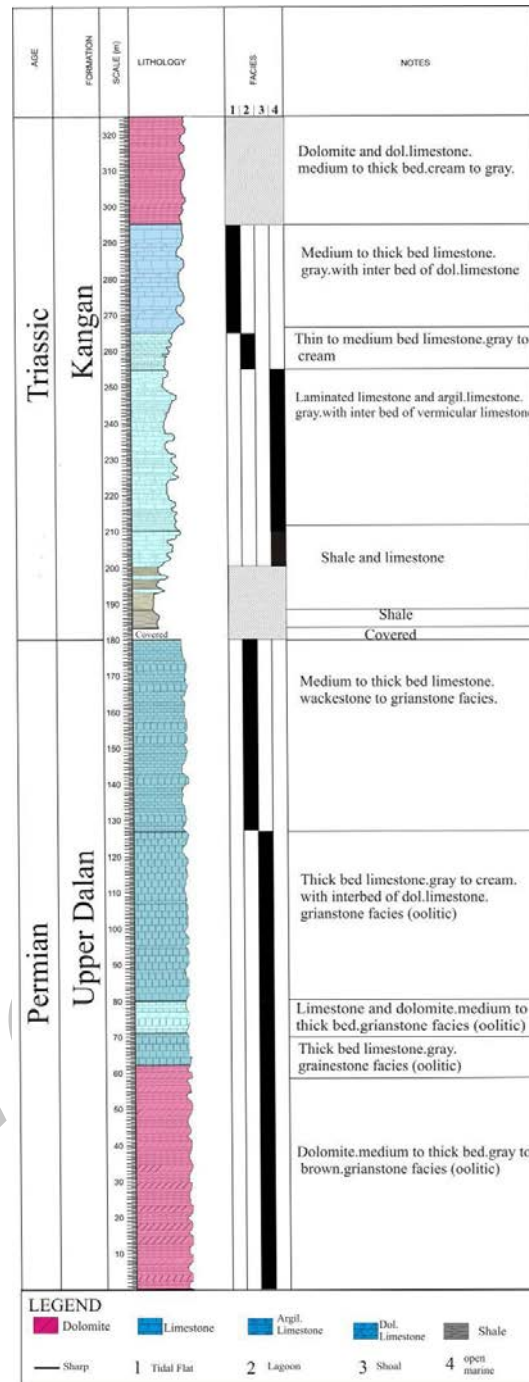
## چینه شناسی

در مقطع مورد مطالعه بخش بالایی سازند دالان و سازند کنگان با ضخامت ۳۲۵ متر از لیتولوژی غالب آهک و دولومیت تشکیل شده که نازک تا ضخیم لایه بوده و دارای رنگ خاکستری تا کرم می‌باشند. همچنین در قاعده سازند کنگان نیز شیل وجود دارد (شکل ۲).

در مقطع مورد مطالعه مرز زیرین بخش فوقانی سازند دالان با عضو تبخیری نار و مرز بالایی سازند کنگان با سازند دشتک (شیل آغار) است. همچنین مرز دالان و کنگان با رخساره ترومبولیتی و استروماتولیتی در مناطق مختلف زاگرس مشخص می‌شود (لطف پور ۱۳۸۴ و لطف پور و همکاران ۱۳۸۳).

## روش مطالعه

در این تحقیق مطالعات صحرایی و پتروگرافی انجام شده است و ۷۰ نمونه مقطع نازک مورد مطالعه قرار گرفته است. رنگ‌آمیزی مقاطع با آلزارین قرمز و فروسیانید پتاسیم به روش (Dickson 1966) جهت تشخیص کلسیت



شکل ۲- ستون چینه شناسی قسمت فوقانی سازند دالان و کنگان در ناحیه کوه سورمه.

## میکروفاسیس‌ها

مطالعه مقاطع نازک منجر به شناسایی ۱۲ میکروفاسیس مربوط به ۴ کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته‌های ماسه‌ای و دریای باز شده است که به ترتیب از ساحل به دریا شامل میکروفاسیس‌های زیر می‌باشد (جدول ۱):

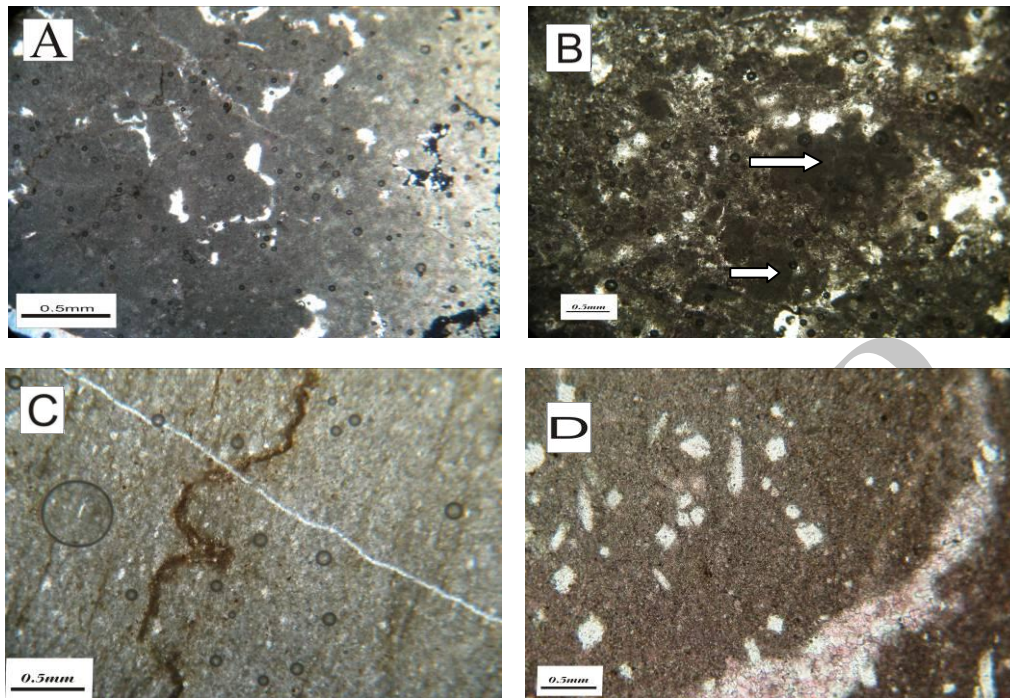
گروه A - کمربند رخساره‌ای بالای جزر و مدی<sup>۱</sup>

رخساره A<sub>1</sub>: مادستون دولومیتی با فابریک فنسترال<sup>۲</sup>: از نظر لیتولوژی سنگ آهک‌های متوسط لایه به رنگ خاکستری تا کرم می‌باشند. این رخساره یک مادستون دولومیتی (Flugel 2010) بوده و دارای یک فابریک فنسترال است (شکل ۳-A). آلوم‌های این رخساره پلوئید و به ندرت خرده‌های اسکلتی نظیر دو کفه‌ای‌هاست. وجود مادستون دولومیتی با ساختار فنسترال به عنوان رسوب‌گذاری درزیر محیط بالای جزرومدی تفسیر می‌شود (Adabi and Asadi 2008). فابریک فنسترال نوعی ساخت همزمان با رسوب‌گذاری است که می‌تواند در اثر خروج گاز از داخل رسوب در بخش بالایی پهنه جزر و مدی تشکیل شود (Tucker and Wright 1990). رخساره مادستون دولومیتی به عنوان رخساره‌های شاخص پسروی آب دریا در رخساره‌های مورد مطالعه پیشنهاد شده است (لطف‌پور ۱۳۸۴). به علت وجود گل زیاد انرژی محیط در هنگام رسوب‌گذاری کم بوده است.

رخساره A<sub>2</sub>: پکستون اینتراکستی<sup>۳</sup>: این رخساره دارای ۳۰ درصد میکرایت بوده و آلوم‌های آن پلوئید و اینتراکست می‌باشد که اینتراکست آلوم غالب می‌باشد (شکل ۳--B). اینتراکست‌ها فراوانی در حدود ۳۰ درصد داشته و دارای جورشدگی ضعیفی می‌باشند. فراوانی پلوئیدها حدود ۵ درصد بوده و احتمالاً در اثر کنده شدن و فرسایش اینتراکست‌ها حاصل شده‌اند (پلت‌های گلی). این رخساره به دلیل وجود پلت‌های گلی حاصل از فرسایش احتمالاً در کانال‌های جزر و مدی قرار دارد (Flugel 2010).

رخساره A<sub>3</sub>: مادستون لامینه‌ای همراه با قالب‌های تبخیری<sup>۴</sup>: این رخساره دارای ساخت رسوبی لامینه‌ای است. در مطالعات صحرایی با رنگ روشن، ظاهری خالدار و فاقد تخلخل مشاهده شده است. در زیر میکروسکوپ قالب‌های بی شکل و گاهی شکل‌دار ژپیس و انیدریت به صورت پراکنده در زمینه میکرایتی شناورند. وجود بلورهای پراکنده تبخیری در زمینه میکرایتی نشان دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیطی با درجه شوری بالا و در بخش بالای رخساره بین جزر و مدی تا بالای جزرومدی می‌باشد (Flugel 2010). اشکال ۳-C و ۳-D نشان دهنده لامینه‌ها و قالب‌های تبخیری می‌باشند.

<sup>3</sup> Intraclast Packstone<sup>4</sup> Laminated evaporat-carbonate bindstone<sup>1</sup> Supratidal<sup>2</sup> Fenestral dolomitic mudstone



شکل ۳ - A: مادستون دولومیتی با فابریک فنسترال (مقطع رنگ آمیزی شده، محیط جزر و مدی، PPL). B: پکستون اینتراکستی (اینتراکلیست ها با علامت سفید مشخص شده اند، کانال های جزر و مدی، PPL). C: مادستون های لامینه ای در زمینه میکرایتی (زمینه کاملاً میکرایتی است و اثرات لامینه ها به صورت ضعیف در متن مشخص است، محیط جزر و مدی، PPL). D: قالب های تبخیری در زمینه میکرایتی (قالب های تبخیری توسط کلسیت و دولومیت پر شده اند، مقطع رنگ آمیزی شده، محیط جزر و مدی، PPL).

شکستگی و استیلولیتی شدن می باشد. ذرات ناچیز اسکلتی (پوسته دوکفه ایها) و همراهی با میکرایت حاکی از این است که این رخساره در یک محیط زیر جزر و مدی یا رمپ کم عمق و زیر سطح اساس موج رسوب گذاری کرده است. وجود میکرایت فراوان نشان دهنده رسوب گذاری در یک محیط کم انرژی احتمالاً لاگون می باشد.

رخساره B<sub>2</sub>: پکستون فرامینیفر بنتیک دار همراه با جلبک سبز<sup>۳</sup>: لیتولوژی این رخساره از سنگ آهک تا دولومیت متغیر است و بیشتر به صورت دولومیت آهکی با رنگ

#### گروه B: کمر بند رخساره ای لاگون<sup>۱</sup>

رخساره B<sub>1</sub>: مادستون دولومیتی<sup>۲</sup>: از نظر لیتولوژی یک سنگ آهک با رنگ عمومی تیره است. دارای کمتر از ۵ درصد فسیل (پوسته دو کفه ایها) است (شکل ۴-A). به طور کلی آثار آشفستگی زیستی، محتوای فسیلی و تراکم آلوکم ها به ندرت وجود دارد. درصد بسیار پایین فسیل و آثار فسیلی بیانگر شرایط نامساعد جهت زیست است. فرآیندهای دیاژنتیکی رایج در این رخساره دولومیتی شدن،

<sup>1</sup> Lagoon

<sup>2</sup> Dolomitic mudstone

<sup>3</sup> Benthic foraminifera packstone with calcareous algae

می دهند که از نظر گردشگی، کاملاً کروی تا بیضی شکل می باشند (شکل ۵-A). هسته آنها پلت و در بعضی موارد ایده‌های دیگر می باشند، به صورت تک لایه و چند لایه بوده و سیمان دولومیتی بین آلومها را پر کرده است. ایده‌ها بیشتر تحت تاثیر فرآیند دیاژنتیکی تراکم فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته‌اند. از ویژگی‌های برجسته آن وجود اید به عنوان هسته برای سایر ایده‌ها می باشد. این رخساره مربوط به قسمت مرکزی پشته‌های ماسه‌ای<sup>۴</sup> می باشد.

رخساره C<sub>2</sub>: گریستون ایدی پلویید دار<sup>۵</sup>: لیتولوژی این رخساره آهک و آهک دولومیتی متوسط لایه با رنگ روشن می باشد. آلومهای این رخساره از نوع اید و پلوئید است. ایده‌ها جورشدگی بالایی داشته و هسته اکثر آنها پلوئیدها می باشند (شکل ۵-B). وجود بافت گریستونی، ایده‌های متحدالمرکز<sup>۶</sup> و جورشدگی خوب در این فاسیس‌ها نشان دهنده بالا بودن انرژی است (Adabi et al. 2010). این رخساره در سمت رو به لاگون پشته‌های ماسه‌ای قرار دارد. رخساره C<sub>3</sub>: پکستون پلوییدی بایوکست دار<sup>۷</sup>: آلومهای مشاهده شده در این رخساره پلوئیدها و بایوکست‌ها با فراوانی حدود ۴۵ درصد می باشند (شکل ۵-C). بایوکست‌ها بیشتر پوسته نازک براکیوپود و دوکفه‌ای‌ها می باشند که در برخی موارد دچار انحلال گردیده‌اند. این رخساره در قسمت رو به دریای آزاد پشته‌های ماسه‌ای قرار گرفته است.

خاکستری دیده می شود. اجزا اصلی این رخساره شامل فرامینفرهای بنتیک می باشد که در آن اثراتی از جلبک‌های سبز نیز دیده می شود (اشکال ۴-B و ۴-C). بسیاری از اجزا بایوکستی به شدت میکرایتی شده‌اند. محدود بودن سیمان کربناته دریایی و میکرایتی شدن ذرات اسکلتی نشان دهنده انرژی پایین و محیط دریایی لاگون است (Tucker and Wright 1990; Flugel 2010). همچنین وجود فرامینفرهای بنتیک (جنس *Nummulostegina velebitana*) به همراه جلبک سبز نشان دهنده رسوب گذاری در زیر محیط لاگون است (Flugel 2010; Adabi et al. 2010).

رخساره B<sub>3</sub>: گریستون اینتراکستی ایددار<sup>۱</sup>: لیتولوژی این رخساره شامل سنگ آهک‌های ضخیم لایه با رنگ کرم روشن می باشد. آلومها اید و اینتراکست بوده که ایده‌ها به صورت تک لایه‌ای و چند لایه‌ای هستند (شکل ۴-D). وجود گریستون اینتراکستی اغلب به عنوان فرسایش توسط امواج طوفان و جریانات جزر و مدی و دوباره به حرکت درآمدن انواع مختلف رسوبات در یک محیط کم عمق دریایی (کم عمق لاگون) تفسیر می شود (Flugel 2010; Adabi et al 2010).

### گروه C: کمر بند رخساره ای پشته ماسه ای<sup>۲</sup>

رخساره C<sub>1</sub>: گریستون ایدی<sup>۳</sup>: لیتولوژی این رخساره آهک و دولومیت ضخیم لایه و بسیار سخت با رنگ کرم روشن می باشد. ایده‌ها حدود ۷۰ درصد از مقاطع را تشکیل

<sup>4</sup> Central shoal

<sup>5</sup> Pelloid ooid grianstone

<sup>6</sup> Concentric ooid

<sup>7</sup> Bioclast pelloidial packstone

<sup>1</sup> Ooid intraclast grianstone

<sup>2</sup> Shoal

<sup>3</sup> Ooid grianstone

**گروه D: کمربند رخساره‌ای دریای باز**

رخساره **D<sub>1</sub>**: پکستون همراه با ایتراکلاست‌های میکرایتی و براکیوپود<sup>۱</sup>: لیتولوژی این رخساره‌ها دولومیت و دولومیت آهکی متوسط لایه با رنگ خاکستری تیره می‌باشد. در این رخساره در صد آلومک‌ها حدود ۳۰ درصد می‌باشد. پوسته براکیوپود که کمتر تحت تاثیر دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند و ایتراکلاست‌های میکرایتی از آلومک‌های این رخساره به حساب می‌آیند (شکل ۵-D).

رخساره **D<sub>2</sub>**: وکستون بایوکلست دار<sup>۲</sup>: لیتولوژی این رخساره سنگ آهک‌های ضخیم لایه با رنگ خاکستری روشن می‌باشند و در مطالعات صحرایی گاهی به صورت آرژیلیتی شده دیده می‌شوند. آلومک‌ها در این رخساره حدود ۲۵ درصد فراوانی دارند و بیشتر از پوسته دوکفه‌ایها و براکیوپود تشکیل شده‌اند که تا حدودی دولومیتی شده‌اند اما در بعضی موارد، ساختار پوسته براکیوپودها حفظ شده و به شناسایی آنها کمک می‌کند. بایوکلست‌ها بیشتر به شکل پوسته‌های کشیده بوده و جورشدگی خوبی ندارند (شکل ۵-E).

رخساره **D<sub>3</sub>**: پکستون/وکستون بایوکلستی<sup>۳</sup>: لیتولوژی این رخساره آهک‌های نازک لامینه‌ای تا متوسط لایه همراه با میان لایه‌های شیل و آهک شیلی به رنگ کرم روشن می‌باشد. آلومک‌های این رخساره بایوکلست‌ها می‌باشند که بیشترین بایوکلست در این رخساره براکیوپود است (حدود

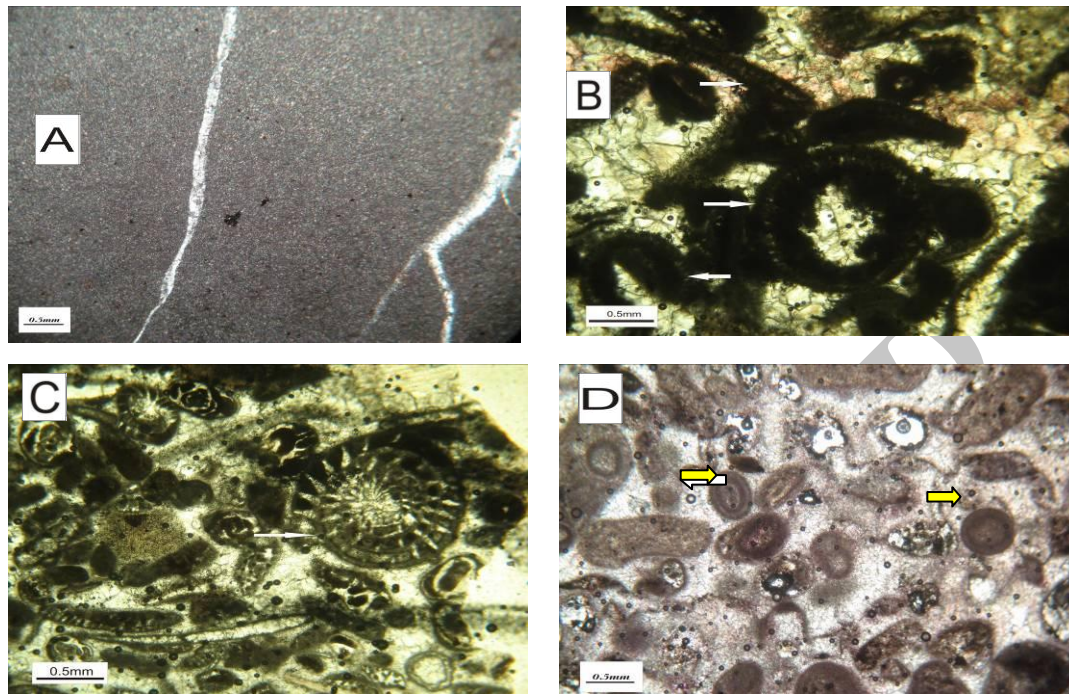
۳۵ تا ۴۰ درصد) و فرامینیفر کمتر (حدود ۱۰ درصد) دیده می‌شود (شکل ۵-F). بایوکلست‌ها جورشدگی خوبی نداشته و از پوسته‌های نازک تا ضخیم تشکیل شده‌اند. این رخساره احتمالاً مربوط به نواحی انتهایی پلاتفرم کربناته است که بیانگر پیشروی سریع و ناگهانی دریا می‌باشد. فراوانی براکیوپودها و دوکفه‌ایها مقدار شوری و اکسیژن نرمال را در منطقه رمپ میانی (بین FWWB و SWB) نشان می‌دهد (Brigaud et al. 2009).

<sup>1</sup> Brachiopod micritic-intraclast packstone

<sup>2</sup> Bioclast wackestone

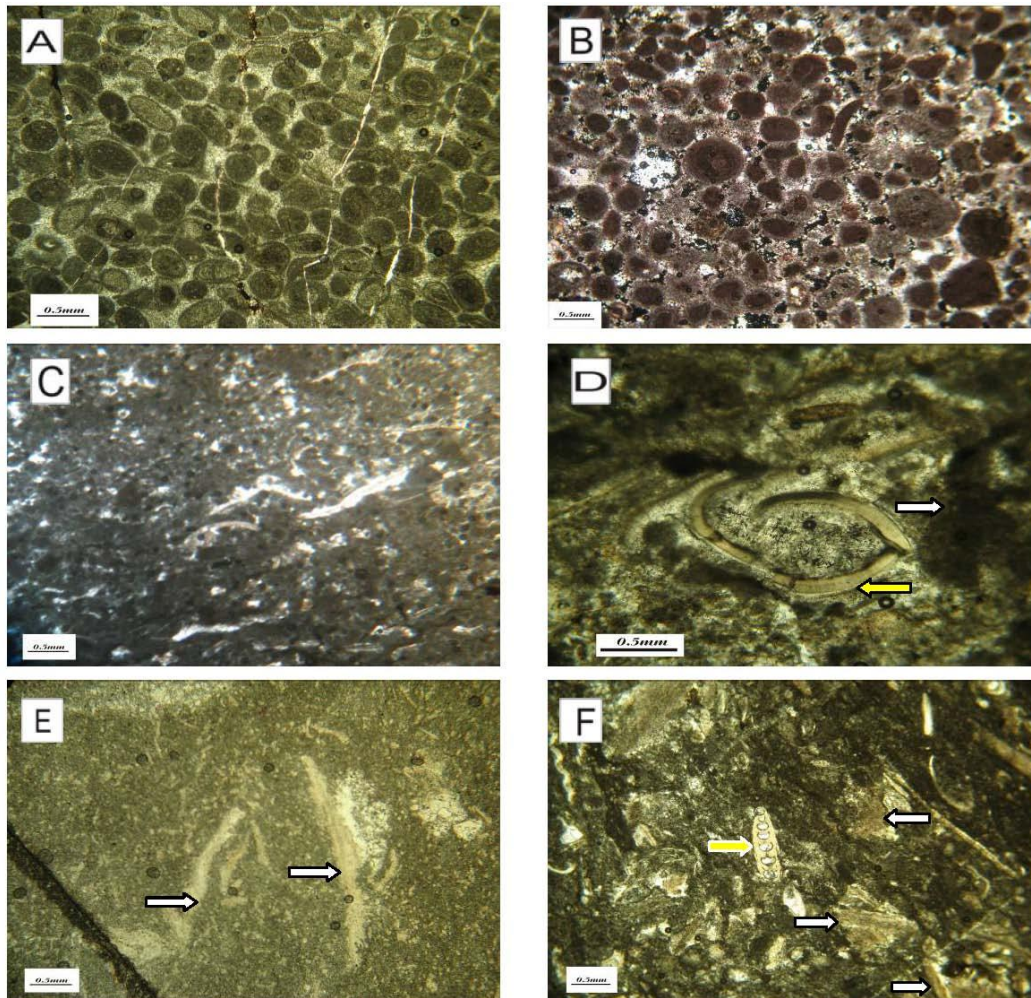
<sup>3</sup> Bioclast packstone/ wackestone





شکل ۴ - A: مادستون دولومیتی (زمینه در ابتدا کاملاً از میکرایت تشکیل شده است و در حال تبدیل به دولومیت می‌باشد، شکستگی‌ها با کلسیت پر شده‌اند، محیط لاگون، XPL). B: پکستون فرامینیفر بنتیک‌دار همراه با جلبک سبز (علامت سفید قطعات جلبک را نشان می‌دهد و فضاهای خالی توسط کلسیت و دولومیت پر شده است، محیط لاگون، مقطع رنگ آمیزی شده، PPL). C: پکستون فرامینیفر بنتیک‌دار همراه با جلبک سبز (علامت سفید فرامینیفر بنتیک *Nummulostegina velebitana* را نشان می‌دهد که تا حدودی میکرایتی شده است، PPL). D: رخساره گرینستون اینتراکستی ائید دار (اینتراکست‌های کشیده با علامت سفید و ائیدها با علامت زرد مشخص شده‌اند و فضای بین دانه‌ها از سیمان اسپاری پر شده است، PPL).





شکل ۵ - A: رخساره گرینستون اییدی ( که تحت تاثیر تراکم فیزیکی قرار گرفته است و فضای بین آلوکومها توسط کلسیت اسپاری پر شده است، محیط قسمت مرکزی سدهای ماسه‌ای، PPL). B: رخساره گرینستون اییدی پلوئید دار (در این رخساره هسته اکثر اییدها پلوئید می‌باشد و اییدها اکثرا تک لایه‌ای می‌باشند، قسمت رو به لاگون پشته‌های ماسه‌ای، فضاهای خال توسط کلسیت اسپاری پر شده‌اند، PPL).

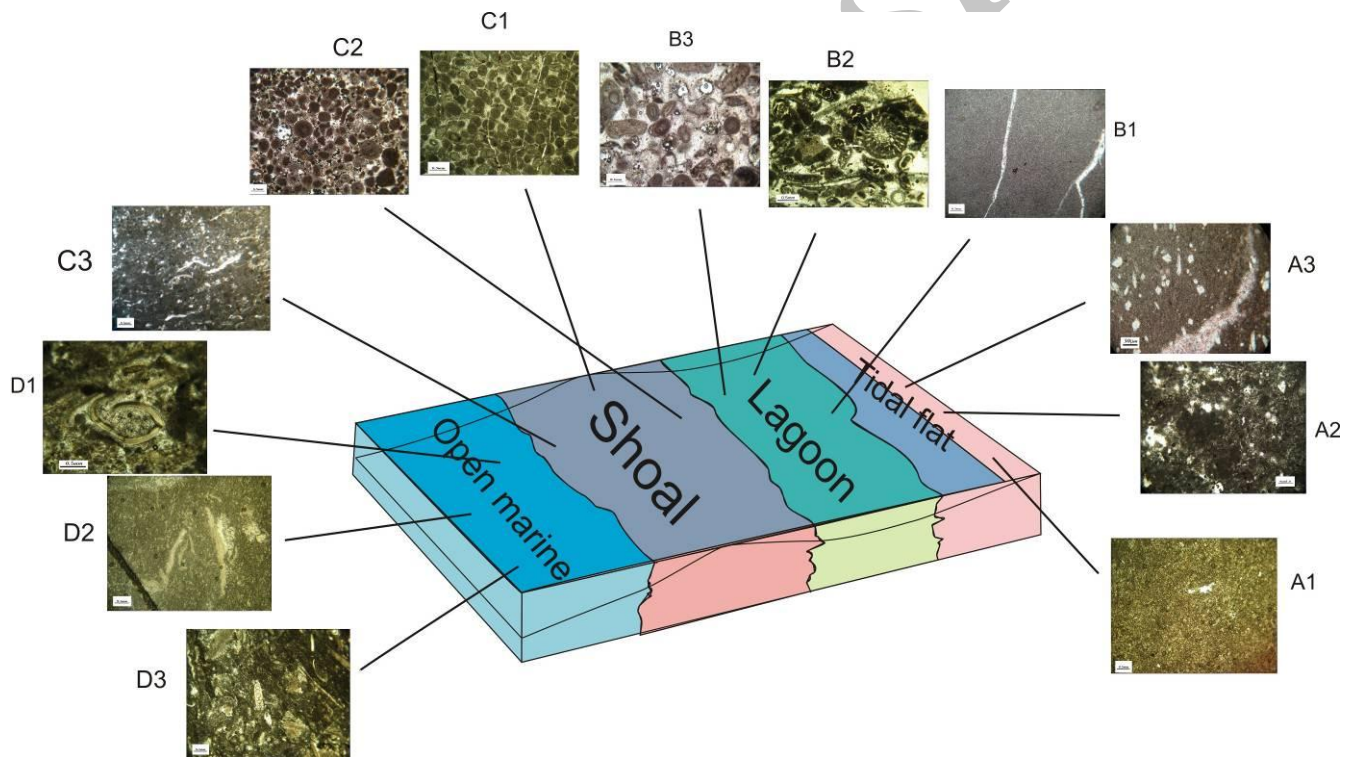
C: پکستون پلوئیدی بایوکلست دار (بایوکلست‌ها اکثرا پوسته نازک براکیوپود و دوکفه‌ایها می‌باشند که گاهی تحت تاثیر انحلال قرار گرفته‌اند، XPL). D: پکستون همراه با ایتراکلست‌های میکرایتی و براکیوپود (ساختار مشخص پوسته براکیوپود با علامت زرد و ایتراکلست‌های میکرایتی با علامت سفید مشخص شده است، XPL). E: وکستون بایوکلست دار (بایوکلست‌ها در این رخساره براکیوپود می‌باشند که کمی دولومیتی شده‌اند اما ساختار آنها هنوز قابل تشخیص است، PPL). F: پکستون / وکستون بایوکلستی (براکیوپود با علامت سفید و فرامینیفر با علامت زرد مشخص شده‌اند، پوسته‌های شکسته شده براکیوپود نیز در این رخساره به چشم می‌خورد، PPL).

جدول ۱- مشخصه‌های کلی بافتی و کانی شناسی رخساره‌های میکروسکوپی رخساره‌های شناسایی شده در سازندهای دالان بالایی و کنگان.

میکروفاسیس	شواهد بافتی و کانی شناسی	اجزا تشکیل دهنده غالب	انرژی محیط رسوب گذاری	تفسیر محیط	فرآیند دیاژنزی غالب
A1- مادستون دولومیتی با فابریک فنسترال	گل پشтіبان - دولومیت	دوکفه ایها- پلوئید	کم	محیط بالای جزر و مدی	دولومیتی شدن
A2- پکستون اینتراکلتی	دانه پشтіبان با کمی گل- آهک و دولومیت	پلوئید - اینتراکلت	کم تا متوسط	کانال های جزر و مدی	شکستگی
A3- باندستون لامینه ای همراه با قالب های تخیری	گل پشтіبان- آهک و آهک دولومیتی	ندارد	کم	بالای بین جزر و مدی تا بالای جزر و مدی	انحلال - سیمان تبخیری
B1- مادستون دولومیتی	گل پشтіبان- آهک و دولومیت	دوکفه ایها	کم	لاگون	دولومیتی شدن - شکستگی - استیلولیت - سیمان دروزی
B2- پکستون فرامنیفر بنتیک دار همراه با جلبک سبز	دانه پشтіبان با کمی گل- آهک	فرامنیفر بنتیک - جلبک سبز - گاستروپود- پلوئید	کم	لاگون	میکرایتی شدن - انحلال
B3- گرینستون اینتراکلتی ایید دار	دانه پشтіبان- آهک و دولومیت	گاستروپود- ایید - اینتراکلت	متوسط تا زیاد	کم عمق لagoon	دولومیتی شدن - انحلال - سیمان موزائیکی
C1- گرینستون اییدی	دانه پشтіبان- دولومیت	ایید	زیاد	قسمت مرکزی پشته‌های ماسه ای	میکرایتی شدن - سیمان گرانولار
C2- گرینستون اییدی پلوئید دار	دانه پشтіبان- آهک و دولومیت	قطعات جلبک سبز- پلوئید - ایید	زیاد	قسمت رو به لagoon پشته‌های ماسه ای	انحلال
C3- پکستون پلوئیدی بایوکلست دار	دانه پشтіبان همراه با کمی گل- آهک و دولومیت	دوکفه ای - براکیوپود- پلوئید	زیاد	قسمت رو به دریای باز پشته‌های ماسه‌ای	میکرایتی شدن - انحلال
D1- پکستون هکراه با اینتراکلت‌های میکرایتی و براکیوپود	دانه پشтіبان همراه با کمی گل- دولومیت	براکیوپود- اینتراکلت	متوسط	دریای باز	تراکم فیزیکی - شکستگی
D2- وکستون بایوکلست دار	گل پشтіبان- دولومیت	دوکفه ای - براکیوپود- پلوئید	کم	دریای باز	شکستگی - دولومیتی شدن - استیلولیت
D3- پکستون / وکستون بایوکلستی	دانه پشтіبان با مقداری گل- آهک و دولومیت	براکیوپود - فرامنیفر- اینتراکلت	کم	دریای باز	شکستگی

سیستم‌های رمپ هم شیب است (Flugel 2010). گذر رسوبات از محیط کم عمق جزر و مدی به یک سد پر انرژی و سپس رخساره‌های عمیق تر برای محیط رمپ توصیف شده است (Martini et al. 2007). بنابر این با توجه به میکروفاسیس‌های شناسایی شده، عدم وجود رسوبات کربناته دوباره نهشته شده، نبود ساخت‌های ریزشی، گسترش پهنه‌های جزر و مدی محیط رسوبی این سازندها یک رمپ کربناته می‌باشد (شکل ۶).

محیط رسوبی: رمپ‌های کربناته اغلب در زون های فاقد موجودات ریف ساز گسترش یافته‌اند. تولید بالای الیید از ویژگی‌های اصلی رمپ کربناته تحت تاثیر شرایط پرانرژی است. تغییرات بسیار تدریجی رخساره‌های کم عمق به عمیق انعکاسی از پیوستگی و ارتباط رخساره‌ای به هم و مورفولوژی رسوب‌گذاری است که با رمپ‌ها همخوانی بیشتری دارد. تنوع کم رخساره‌ای، فراوانی بالای رخساره‌های کم عمق و عدم وجود ذرات آواری مشخصه



شکل ۶- مدل محیط رسوبی به همراه میکروفاسیس‌های شناسایی شده ( بدون مقیاس).

میکریتی شدن: در سازندهای مذکور پدیده میکریتی شدن به وضوح درآییدها و دیواره فسیل‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۷-F). این فرآیند بیشتر در رخساره‌های لاگون سنگ

#### دیاژنز

فرآیندهای دیاژنزی مشاهده شده در این سازندها شامل میکریتی شدن، دولومیتی شدن، سیمانی شدن، استیلولیتی شدن، فشردگی و انحلال می‌باشد.

دانهام (۱۹۸۸) گزارش نموده‌اند که دولومیتی شدن انتخابی در ماتریکس‌های دانه ریز گلی به احتمال زیاد در مراحل اولیه دیاژنز رخ داده است.

دولومیت‌های نوع ۳ (دولواسپارایت) در اندازه‌های مختلف بوده و اندازه آنها از ۷۰ تا ۲۶۰ میکرون متغیر است. به صورت بلورهای شکل‌دار با مرزهای مسطح و گاهی به صورت بلورهای منفرد می‌باشند (شکل ۷-۷C). در این نوع دولومیت بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص نیست (آدابی ۱۳۸۳). گاهی این دولومیت‌ها آهن‌دار شده‌اند و در مقاطع به رنگ آبی فیروزه‌ای دیده می‌شوند (شکل ۷-۷D).

دولومیت نوع ۴ شامل موزائیک‌های به شدت متراکم و یونی مودال است و اغلب دارای مرزهای بین بلوری نامنظم و خاموشی موجی هستند (شکل ۷-۷E). این دولومیت‌ها در طی مراحل نهایی دیاژنز تشکیل شده‌اند و مربوط به مکانیسم تدفینی هستند. دیاژنز (دولومیتی شدن) باعث افزایش کیفیت مخزنی این سازندها شده است (Tavakoli et al. 2011).

**سیمانی شدن:** عمده سیمان‌های موجود در مقاطع عبارتند از: سیمان دولومیتی که به همراه سیمان دروزی بیشترین نوع سیمان در این سازندها را نشان می‌دهد. سیمان هم ضخامت دریایی که در اطراف آلوکم‌ها به صورت فیبری و کدر دیده می‌شود (شکل ۸-۷A). بر اساس دلایل پتروگرافی از قبیل تشکیل این سیمان قبل از سیمان‌های دیگر، داشتن فابریک سوزنی یا فیبری و تشکیل حاشیه هم ضخامت در اطراف دانه، به عنوان سیمان دریایی در نظر گرفته می‌شود. بسیاری از محققین بر این باورند که این نوع سیمان شبیه سیمان‌های دریایی هولوسن با ترکیب اولیه آراگونیتی است

مخزن معمول است. این پدیده شاخص محیط‌های رسوبی کم انرژی و محدود شده زیر جزر و مدی است.

**دولومیتی شدن:** قسمت اعظم لایه‌های سنگی این سازندها از دولومیت تشکیل شده است. دولومیت‌های مذکور دارای لایه‌بندی متوسط تا ضخیم بوده و رنگ خاکستری تا کرم و گاهی قهوه‌ای داشته و بسیار سخت و صخره ساز می‌باشند. از نظر مطالعات پتروگرافی دولومیت‌های مشاهده شده عبارتند از دولومیت‌های نوع ۱ (دولومیکرایت)، دولومیت نوع ۲ (دولومیکرواسپارایت)، دولومیت نوع ۳ (دولواسپارایت) و دولومیت نوع ۴ (زین اسبی).

دولومیت‌های نوع ۱ (دولومیکرایت) به دلیل فابریک و اندازه خیلی ریز بلورها، حفظ بافت اولیه رسوبی و عدم وجود فسیل (شکل ۷-۷A) در محیط‌های سوپراتایدال تا قسمت بالایی اینتر تایدال تشکیل شده و دولومیت‌های ثانویه‌ای می‌باشند که در مراحل اولیه دیاژنز تشکیل شده‌اند (آدابی ۱۳۸۳). آب دریا و یا محلول‌های بین ذره‌ای غنی از Mg احتمالاً عامل دولومیتی شدن می‌باشد (Adabi 2009).

اندازه بلورها در دولومیت‌های نوع ۲ (دولومیکرواسپارایت) بین ۱۰ تا ۲۲۰ میکرون می‌باشد این نوع دولومیت گاهی بر اثر تبلور مجدد دولومیکرایت‌ها حاصل می‌شوند و از نظر بافتی دارای اندازه یکسان هستند (آدابی ۱۳۸۳ Adabi 2009). در بعضی موارد وصله‌های هضم نشده‌ای از دولومیکرایت‌ها و آثاری از آلوکم‌ها در این نوع دولومیت دیده می‌شود. در این سازندها دولومیت‌ها در زمینه کلسیتی پراکنده‌اند (شکل ۷-۷B) و دلیل آن این است که احتمالاً محلول دولومیت ساز تا حدودی نسبت به دولومیت اشباع شدگی پایینی دارد (Sibley and Gregg 1987). زینگر و

گسترش داشته و در امتداد آنها نهشت اکسید آهن و گاهی انحلال رخ داده است (اشکال C - ۹ و D - ۹). این ساختارها مربوط به محیط دیاژنز تدفینی می‌باشند.

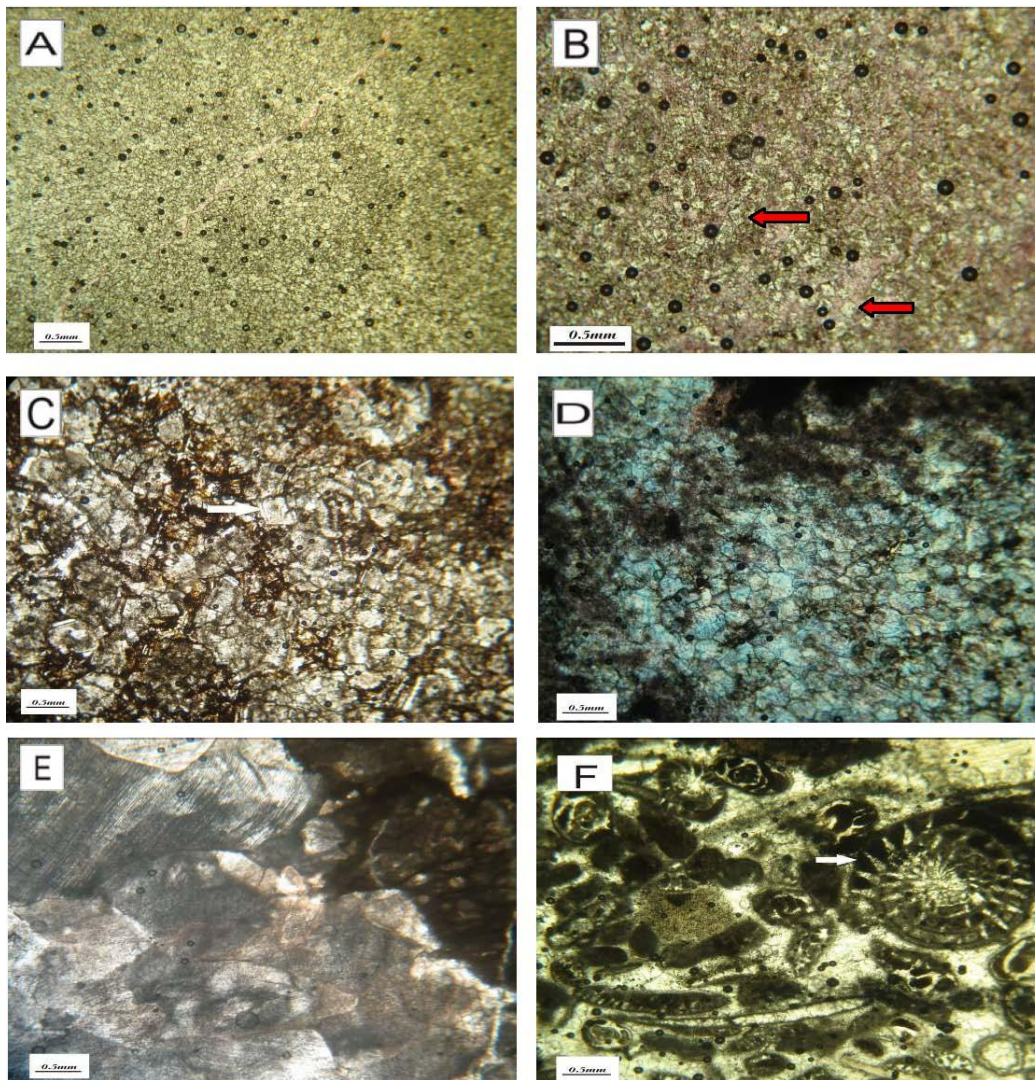
**فشرده‌گی:** از دیگر فرآیندهای مهم دیاژنزی وجود فشرده‌گی می‌باشد که به صورت فشرده شدن و نزدیک شدن آلوکم‌ها به یکدیگر و ایجاد تماس‌های خطی بین دانه‌ها مشخص می‌گردد (شکل E-۹). در مقایسه با دیگر فرآیندهای دیاژنزی تأثیر این فرآیند تا حد زیادی وابسته به محیط رسوب‌گذاری و فرآیند دیاژنز سطحی می‌باشد (Machel 2005).

**انحلال:** اشکال حاصل از فرایند انحلال در سازندهای دالان بالایی و کنگان به صورت تخلخل حفره‌ای، قالبی و یا انحلال در امتداد استیلولیت‌ها می‌باشد (شکل F-۹). با توجه به اینکه انحلال در زون متاوریک بسیار معمول بوده و آب‌های متاوریکی نسبت به کربنات کلسیم تحت اشباع هستند، به نظر می‌رسد انحلال در این سازندها در محیط‌های فراتیک آب شیرین و زون مخلوط صورت گرفته است. با توجه به فراوانی بالای استیلولیت‌ها، سیمان دروزی و دولومیت‌های نوع ۴ (زین اسبی) دیاژنز تدفینی دیاژنز غالب در این مقاطع می‌باشد. جدول ۲ نشان دهنده توالی پاراژنتیکی سازندهای مذکور می‌باشد.

(Adabi and Rao 1991; Scholle and Scholle 2006). سیمان گرانولار که حفرات و فضاهای بین دانه‌ای را به صورت بلورهای موزائیکی کلسیت شفاف با اندازه یکسان و پر کننده فضاهای تخلخل بین دانه‌ای است. این سیمان اغلب مربوط به محیط دیاژنز متاوریک می‌باشد، البته در محیط دیاژنز دفنی هم دیده می‌شود (شکل B-۸). سیمان تبخیری که عموماً در اثر انحلال انیدریت‌های توده‌ای شکل می‌گیرند و بیشتر حفرات موجود در سنگ را پر می‌کنند (شکل A - ۹). سیمان دروزی که پر کننده شکستگی‌ها بوده و اندازه بلورهای آن به سمت مرکز افزایش می‌یابد. این نوع سیمان نیز بیشتر در ارتباط با دیاژنز جوی می‌باشد اگر چه این نوع سیمان در محیط تدفین عمیق نیز وجود دارد (Flugel 2010 ، شکل B-۹). رحیم پور بناب و همکاران (Rahimpur Bonab et al. 2010) عقیده دارند دولومیتی شدن و سیمان‌های انیدریتی مهمترین فاکتورهای کنترل کننده کیفیت مخزنی در این سازندها می‌باشد.

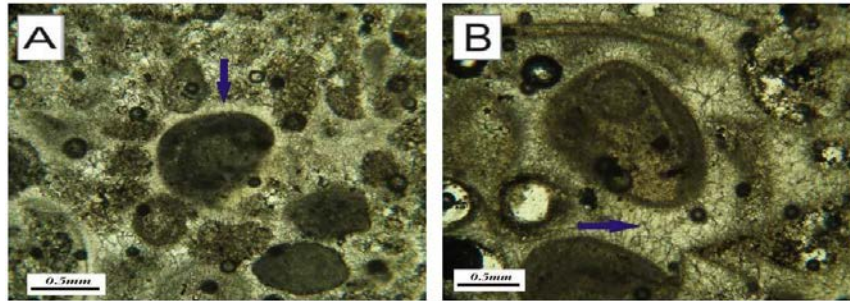
**استیلولیتی شدن:** استیلولیت‌ها به صورت سطوح موجی شکلی هستند که در نتیجه انحلال فشاری حاصل از طبقات فوقانی یا فعالیت‌های تکتونیکی ایجاد شده و بدون استثنا ماتریکس، سیمان و دانه‌ها را قطع می‌کند. این ساختار در سازندهای مذکور بیشتر در رخساره‌های گل پشتیبان



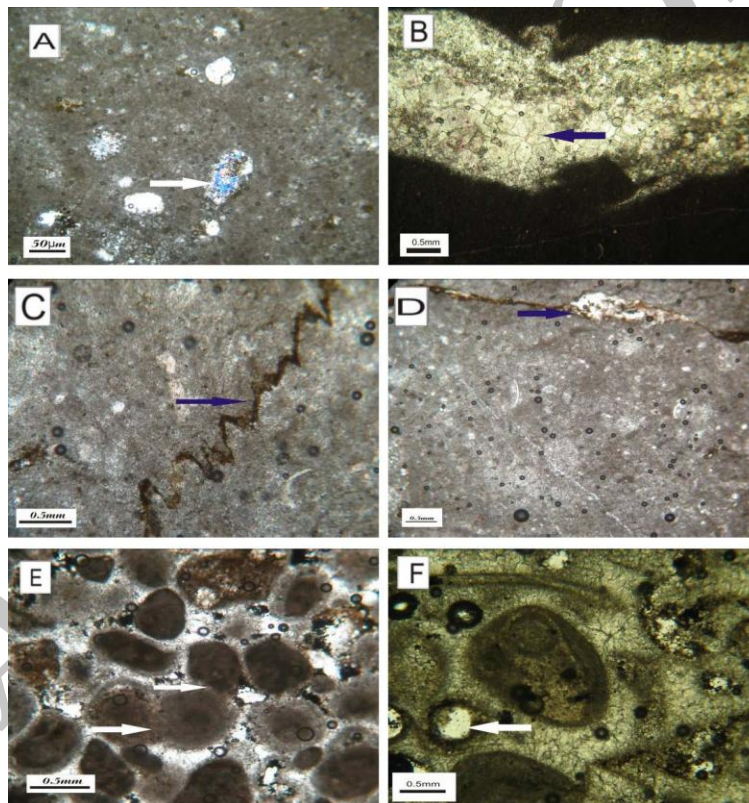


شکل ۷ - A: دولومیکرایت (بلورهای بسیار ریز و یکدست دولومیت‌های نوع ۱، مقطع رنگ آمیزی شده، PPL). B: دولومیکرواسپارایت (دولومیت‌های نوع ۲ که به صورت پراکنده در متن کلسیتی دیده می‌شوند (علامت قرمز)، بلورهای کلسیتی صورتی و دولومیت‌ها بی‌رنگ می‌باشند، مقطع رنگ آمیزی شده، PPL). C: دولومیکرواسپارایت (دولومیت نوع ۳، رومبوئدر دولومیت با علامت سفید مشخص شده است، مقطع رنگ آمیزی شده، PPL). D: دولومیکرواسپارایت (دولومیت نوع ۳، آهنگار شدن دولومیت‌ها با رنگ فیروزه‌ای در مقاطع مشخص است، مقطع رنگ آمیزی شده، PPL). E: دولومیت زین اسبی (دولومیت نوع ۴، اندازه درشت و خاموشی موجی بلورها مشخص است، XPL). F: میکرایتی شدن فسیل فرامینیفر ( فسیل فرامینیفر به صورت بخشی میکرایتی شده است که با علامت سفید مشخص است، PPL).





شکل ۸- A: سیمان فیبری هم ضخامت که در اطراف دانه‌ها گسترش داشته (کدر بوده و منشأ دریایی دارد، این سیمان مشابه سیمان‌های هولوسن دارای ترکیب اولیه آراگونیتی بوده است، PPL). B: سیمان گرانولار که فضاهای خالی بین آلوک‌ها را پر کرده است (با علامت مشخص شده است، PPL).



شکل ۹- A: سیمان تبخیری (حفره پر کن، دارای شکست دوگانه بالایی است، XPL). B: سیمان دروزی (اندازه ذرات به سمت مرکز افزایش یافته است، PPL). C: استیلولیت (در امتداد استیلولیت اکسید آهن باقی مانده است، XPL). D: استیلولیت (در امتداد آن انحلال رخ داده است و تخلخل ایجاد نموده است، PPL). E: تماس نقطه‌ای و خطی (در یک گرینستون اییدی میکرایتی شده، PPL). F: قالب ایید (اطراف ایید میکرایتی بوده و لذا باقی مانده است، اما ساختمان درونی آراگونیتی در اثر انحلال از بین رفته است، PPL).

تخلخل کانالی: که بیشتر از اتصال شکستگی‌های ریزتر به وجود آمده‌اند و حفرات وسیع‌تری ایجاد نموده‌اند (شکل ۱۰ - J) و در بعضی موارد در اثر انحلال در امتداد استیلولیت‌ها ایجاد شده‌اند.

تخلخل‌های موجود در این سازندها تخلخل اولیه و تخلخل ثانویه می‌باشند که از تقسیم‌بندی (Choquette and Pray 1970) استفاده شده است.

تخلخل‌های اولیه موجود در این سازندها عبارتند از: تخلخل بین ذره‌ای<sup>۱</sup>: که بیشتر این تخلخل در رخساره‌های پشته‌های ماسه‌ای وجود دارد و تا حدودی با سیمان‌های دولومیتی پر شده است (شکل ۱۰ - A).

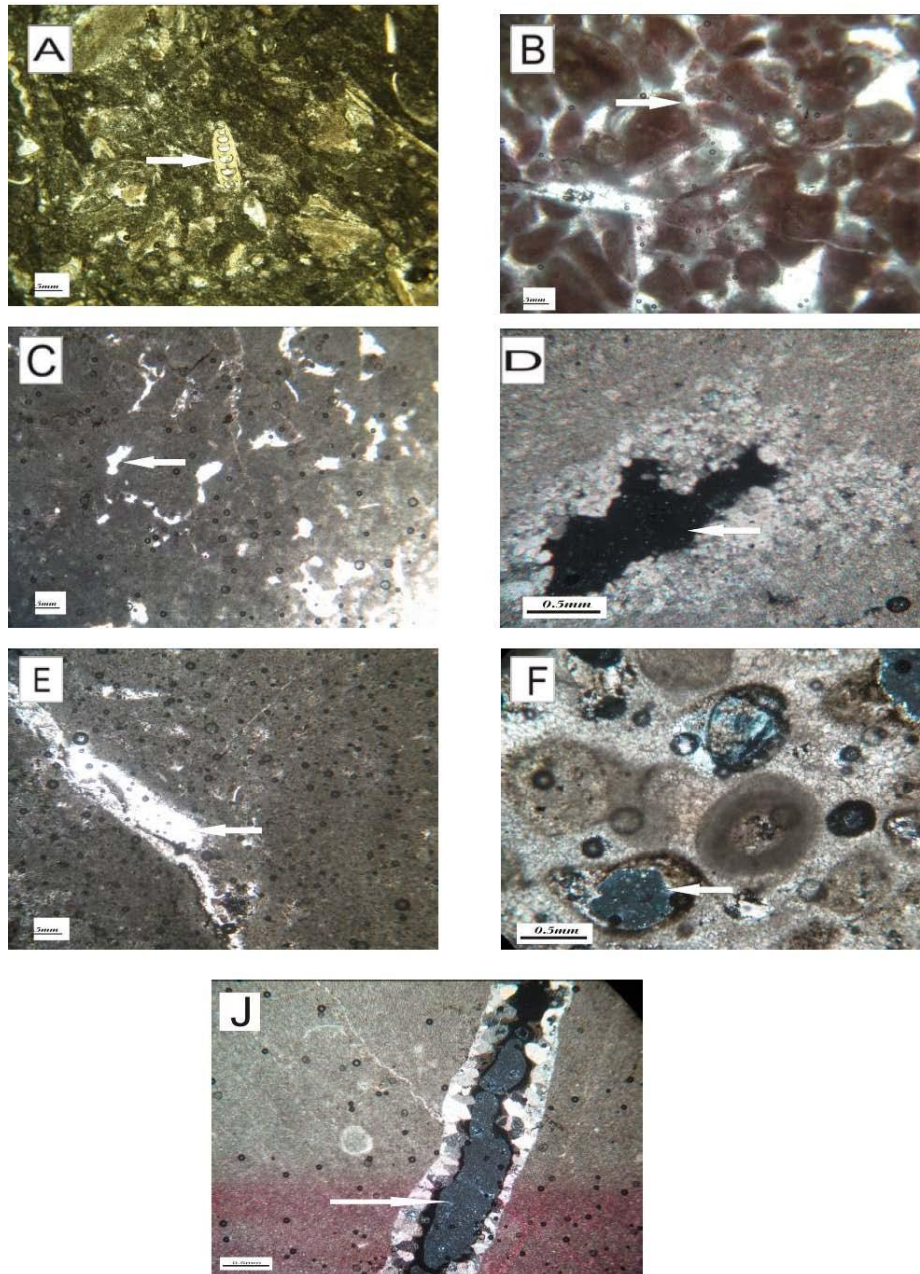
تخلخل درون ذره‌ای<sup>۲</sup>: که بیشتر در داخل حجرات فسیل‌ها قرار گرفته است (شکل ۱۰ - B).

تخلخل‌های ثانویه موجود در این سازندها عبارتند از: تخلخل فنسترال<sup>۳</sup>: که گاهی حالت چشم پرنده‌ای دارند و در بعضی موارد توسط دولومیت پر شده‌اند. این تخلخل در کمر بند رخساره‌ای بالای جزر و مدی مشاهده می‌شود (شکل ۱۰ - C).

تخلخل حفره‌ای<sup>۴</sup>: که بیشتر در مادستون‌ها دیده می‌شود و گسترش نسبتاً زیادی دارند (شکل ۱۰ - D). این تخلخل بعد از تخلخل شکستگی بیشترین نوع تخلخل است. تخلخل قالبی<sup>۵</sup>: که در اثر انحلال آلومک‌ها نظیر ایدها و فسیل‌ها و باقی ماندن قالب به وجود آمده‌اند (شکل ۱۰ - F).

تخلخل شکستگی<sup>۶</sup>: که بر اثر فرآیندهای تکتونیکی بوجود آمده‌اند و گاهی با دولومیت پر شده‌اند (شکل ۱۰ - E). این تخلخل بیشترین نوع تخلخل در این سازندها می‌باشد.

1. Intergranular porosity
2. Intragranular porosity
3. Fenestral porosity
4. Vugy porosity
5. Moldic porosity
6. Fracture porosity



شکل ۱۰- A: تخلخل درون ذره‌ای (این نوع تخلخل درون قالب فسیل‌ها است، PPL). B: تخلخل بین ذره‌ای (این نوع تخلخل در فضای بین دانه‌ها قرار گرفته است، PPL). C: تخلخل فنسترال (این تخلخل می‌تواند در اثر خروج گاز از رسوب ایجاد شود، PPL). D: تخلخل حفره‌ای (که تخلخل ثانویه است، XPL). E: تخلخل شکستگی (در اثر حرکات تکتونیکی به وجود می‌آید، PPL). F: تخلخل قالبی (پوشش اطراف آلومک باقی مانده است و ساختمان درونی در اثر انحلال از بین رفته است، XPL). J: تخلخل کانالی (در اثر گسترش تخلخل شکستگی می‌تواند ایجاد شود، مقطع رنگ آمیزی شده، XPL).

## جدول ۲ - توالی پاراژنتیکی بخش بالایی سازند دالان بالایی و سازند کنگان.

Diagenetic events	Early	Middle	Late
	_____	Micritization	
	_____	Dolomicrite	
		Porosity	.....
	_____	Dolomicrosparite	
		..Physical compaction	
		Dolosparite	_____
		Stylolite	.....
		Anhydrite cement	_____
		Saddle dolomite	_____
		Granular cement	_____
		Dissolution	.....
		Drusy cement.....	_____

## نتیجه گیری

شناسایی شده است. با توجه به رخساره‌های تشکیل دهنده این سازندها و شواهدی نظیر عدم وجود رخساره‌های اسکلت سازریفی، نبود رسوبات کربناته دوباره نهشته شده، گسترش پهنه‌های جزر و مدی و تغییر تدریجی رخساره‌ها محیط رسوبی این سازندها احتمالاً یک رمپ کربناته می‌باشد.

قسمت فوقانی سازند دالان و سازند کنگان به سن پرمین - تریاس در مقطع کوه سورمه به ضخامت ۳۲۵ متر دارای لیتولوژی غالب آهک و دولومیت می‌باشند. با مطالعه مقاطع نازک تعداد ۱۲ میکروفاسیس مربوط به زیر محیط‌های پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته‌های ماسه‌ای و دریای باز

زاگرس جنوبی با نگرشی ویژه بر مرز پرموتریاس. رساله دکتری، دانشگاه شهیدبهشتی، ۴۰۷ ص.

۴ - لطف پور، م.، آدابی، م.ح.، قویدل سیوکی، م.، ۱۳۸۳، بررسی رخساره های میکروبی (استروماتولیتی و ترومبولیتی) قاعده سازند کنگان با نگرشی ویژه بر گذر پرمو- تریاس در ناحیه زاگرس. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد سی ام. ش ۲، ص. ۳۴۱-۳۶۵.

۵ - لطف پور، م.، آدابی، م.ح.، صادقی، ع.، معلمی، س.ع.، ۱۳۸۴، بررسی محیط های رسوبی و چینه شناسی سکانسی سازند دالان در ناحیه زاگرس (نواحی کوه دنا و کوه سورمه). مجله علوم دانشگاه تهران. جلد سی و یکم. ش ۱، ص. ۱۹۹-۲۲۸.

- 6-Aali, J., H., Rahimpour-Bonab, and M.R., Kamali. 2006, Geochemistry and origin of the world's largest gas field from Persian Gulf, Iran: Petroleum Science and Engineering. v.50, p. 161-175.
- 7-Adabi, M.H., 2009, Multistage dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation, Kopet-Dagh Basin, N.E. Iran, Carbonates and Evaporites. v.24, no. 1, p.16 – 32.
- 8-Adabi, M.H., and E., Asadi Mehmandosti, 2008, Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area, Izeh, S.W. Iran: Journal of Asian Earth Sciences. v.33, p.267-277.
- 9-Adabi, M.H., and C.P., Rao. 1991, Petrographic and geochemical evidence for original aragonite mineralogy of Upper Jurassic carbonates (Mozduran Formation), Sarakhs area, Iran: Journal of Sedimentary Geology, v. 72, p. 253-267.
- 10- Adabi, M.H., M.A., Salehi, and A., Ghoreshahi, 2010, Depositional environment, sequence stratigraphy and geochemistry of Lower Cretaceous carbonates (Fahliyan Formation), south-west Iran: Journal of Asian Earth Sciences, v. 39, p. 148-160.

تخلخل های اولیه در این سازندها شامل تخلخل های بین ذره ای، درون ذره ای و تخلخل های ثانویه شامل تخلخل های فنسترال، حفره ای، شکستگی، کانالی و قالبی می باشد که گاهی توسط سیمان های دولومیتی و تبخیری پر شده اند. به طور کلی تخلخل در این سازندها خوب و بیشتر از نوع شکستگی و حفره ای می باشد.

عمده سیمان های موجود در این مقاطع عبارتند از: سیمان دولومیتی، سیمان تبخیری، سیمان دروزی، سیمان هم ضخامت دریایی، سیمان گرانولار. از این بین سیمان های دولومیتی و دروزی نسبت به سایر سیمان ها بیشتر هستند. با توجه به فراوانی بالای استیلولیت ها، رگه های انجلاالی و دولومیت نوع ۴ و آهندار دیاژنز تدفینی دیاژنز غالب در این مقاطع می باشد.

### سپاسگزاری

در اینجا لازم است از آقای منوچهر شاهمرادی به جهت همکاری در کارهای صحرایی و از آقای رضا حسنی و حسن علیجانی به جهت همکاری ارزشمندشان تشکر و قدردانی شود.

### منابع

- ۱ - آدابی، م.ح.، ۱۳۸۳، ژئوشیمی رسوبی: انتشارات آراین زمین، چاپ اول، ۴۴۸ صفحه.
- ۲ - آقائباتی، س.ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران: سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- ۳ - لطف پور، م.، ۱۳۸۴، چینه شناسی توالی، محیط رسوبی و بیواستراتیگرافی سازندهای دالان و کنگان در



reservoir quality of South Pars gas field, an integrated approach, *Geoscience* 343, p.55-71.

22- Tucker, M.E., and V.P., Wright, 1990, *Carbonate Sedimentology*, Oxford (Blackwell). 482p.

23- Zenger, D.H., and J.B., Dunham, 1988, Dolomitization of Siluro-Devonian limestone in a deep core (5350 meters), southeastern New Mexico: in Shukla, V. and Baker, P.A., (Eds.), *Sedimentology and Geochemistry of Dolostones: Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, v.43, p.161-173.

11- Brigand, B., C., Durllet, k.J., Deconinc, B., Vincent, E., Puceat, J., Thierry, and A., Trouiller, 2009, Facies and climate/environmental changes on a carbonate ramp: A sedimentological and geochemical approach on Middle Jurassic carbonates (Paris Basin, France): *Sedimentary Geology*, v. 222, p.181-206.

12- Choquette, P.W., and L.C., Pray, 1970, Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates: *AAPG Bull*, v.54, p. 207-250.

13- Dickson, J.A.D., 1966, Carbonate identification and genesis as revealed by staining: *Journal of Sedimentary Petrology*, v.36, p. 491-505.

14- Dunham, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture, in: *classification of carbonate rocks*, Ham, W. E (Ed.), *AAPG Memoir* 1, p.108-121.

15- Flugel, E., 2010, *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application*, Springer Verlag, Berlin, 984 p.

16- Machel, H.G., 2005, Investigations of burial diagenesis in carbonate hydrocarbon reservoir rocks. *Geoscience Canada*.

17- Martini, R., S., Cirilli, C., Saurer, B., Abate, G., Ferruzza, and G., Lo Cicero, 2007, Depositional environment and biofacies characterization of the Triassic (Carnian to Rhaetian) carbonate succession of Punta Bassano (Marettimo Island, Sicily): *Facies*, v. 53(3), p.390-400.

18- Rahimpour-bonab, H., B., Esrafil-Dizaji, and V., Tavakoli, 2010, Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gasfield, offshore Iran: controls on reservoir quality: *Petroleum Geology*, v.33, p.1-24.

19- Scholle, P.A., and D.S., Scholle, 2006, *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis*, *AAPG Memoir* 77, 459p.

20- Sibley, D.F., and J.M., Gregg, 1987, Classification of dolomite rock textures: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 57/5, p. 967-975, 11 figs.

21- Tavakoli, V., H., Rahimpour-Bonab, and B., Esrafil-Dizaji, 2011, Diagenetic controlled