



## معرفی مهمترین رخساره مخزنی و عوامل موثر بر کیفیت آن در واحد دالان بالایی میدان آغار

سید رضا موسوی حرمی<sup>۱</sup>، سید علی آقائباتی<sup>۲</sup> و شهرام سرحدی<sup>۳</sup>

۱- استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

### چکیده:

طبقات کربناته- تبخیری سازند دالان به عنوان یکی از مهم ترین مخازن گازی در حوضه زاگرس به شمار می رود. اصلی ترین رخساره مخزنی سازند دالان رخساره گرینستون ائیدی است که شامل ۳ میکروفاسیس است. اندازه دانه ها، نوع رخساره های رسوبی، ساختارهای رسوبی و فرایندهای دیاژنزی از عوامل تاثیر گذار بر ویژگی های مخزنی این رخساره مهم هستند. تخلخل و تراوایی در سازند دالان حداکثر ۲۷ درصد و ۳۸ میلی داری می باشد. لیتولوژی سازند دالان عمدتاً از سنگ های دولومیتی و آهکی تشکیل شده است. در رخساره های مورد مطالعه پدیده انحلال در ایجاد تخلخل بسیار موثر بوده است و به علت وجود سیمان حاشیه ای، ضخامت دانه های ائید اکثراً سالم هستند. سیمان این رخساره دو مرحله ای است. اندازه بلورهای دولومیت در نمونه های مورد مطالعه از بسیار دانه ریز تا متوسط در تغییر است و از محیط پهنه کشندی به سوی پشته های ائیدی افزایش اندازه می یابد. دولومیتی شدن چندان سبب افزایش تراوایی و تخلخل نشده است. در توالی مورد مطالعه انیدریت به اشکال مختلفی پدید آمده، تأثیر شکستگی در افزایش تراوایی مخزن بسیار قابل توجه است. بیشترین تخلخل و تراوایی در سازند دالان مربوط به دولوستون های رخساره پشته ای است و از ساختار های رسوبی، نوع لایه بندی متقاطع در رخساره اصلی فراوان دیده می شود. اندازه و جور شدگی دانه های ائید تاثیر فراوانی بر تراوایی رخساره های حاوی این دانه ها دارد.

واژه های کلیدی: تخلخل، تراوایی، ائید، سازند دالان، میکروفاسیس، گرینستون

## The introduction of the leading reservoir facies and the parameters affecting them in the Upper Dalan unit of the Aghar Field

### Abstract:

The carbonate-evaporitic beds of Dalan Formation are some of the most important gas reservoirs in Zagros basin. The main reservoir facies of Dalan Formation in Aghar Field in terms of the relationship between porosity, permeability and the factors influencing the quality of those two factors have been studied. The main reservoir facies of Dalan Formation is ooid grainstone facies and includes three microfacies. The size of grains, the type of sedimentary facies, type of lithology, sedimentary structures and diagenetic processes are influential factors on reservoir features of this important facies. Porosity and permeability in Dalan Formation is a maximum of 27 percent and 38 millidarcy. The lithology of Dalan Formation mainly consists of dolomite and limestone rock. In the studied facies the solution is very influential in producing porosity and due to the presence of isopachous rim cement the ooid grains are mainly intact. The cement of this facies is of two processes. The size of dolomite crystals in the studied samples ranges from very fine to medium grains and increases in size from tidal flat environments to ooid shoals. Dolomitization does not cause so much increase in permeability and porosity. In the sequence of the study anhydrite is produced in different forms and the influence of fracture in increasing permeability of the reservoir is very remarkable. The highest amount of porosity and permeability in Dalan Formation relates to reservoir shoal dolostones and from sedimentary structures the type of cross bedding is seen mostly in the main facies. The size and sorting of ooid grains have a great influence on the permeability of facies including these grains.

**Key words:** Porosity, Permeability, Ooid, Dalan Formation, Microfacies, Grainstone

## ۱- مقدمه:

صورت گرفته است. همچنین لیتولوژی، انواع تخلخل، ساختارهای رسوبی و فرایندهای دیاژنزی مورد بررسی قرار گرفته، با ترسیم نمودارهای تخلخل و تراوایی، علل تأثیرگذار بر ویژگی های مخزنی این رخساره مشخص گردید.

## ۳- تخلخل و تراوایی در دالان بالایی

تخلخل و تراوایی در دالان بالایی حداکثر بین ۲۷ درصد و ۳۸ میلی داری است. تراوایی به طور متوسط برای این واحد در حدود ۱۰ میلی داری است. لیتولوژی دالان بالایی عمدتاً از سنگ های دولومیتی، سنگ های آهکی و دولومیت آهکی تشکیل شده است. بهترین زون مخزنی سازند دالان، زون پنجم از دالان بالایی است، و اصلی ترین و مهمترین رخساره مخزنی سازند دالان در میدان آغار، رخساره گرینستون انیدی می باشد. این زون در واقع بزرگترین و بهترین تجمع انیدها را دارد که در یک محیط پشته انیدی در یک رمپ کربناته هموکلینال نهشته شده است.

ضخامت این زون ۷۴ متر بوده، مستقیماً بر روی بخش نار قرار دارد. زون های اول تا پنجم نیز شامل لایه های آهکی و لایه های پراکنده دولومیتی و نیز یک لایه انیدریت به ضخامت ۱۰ متر به نام انیدریت "C" می باشد.

واحد دالان بالایی حدود ۱۷۵ متر ضخامت دارد و مرز بالای آن در زیر سازند کنگان قرار می گیرد (شکل ۲- صفحه بعد).

## ۴- میکروفاسیس های موجود در مهمترین رخساره مخزنی سازند دالان

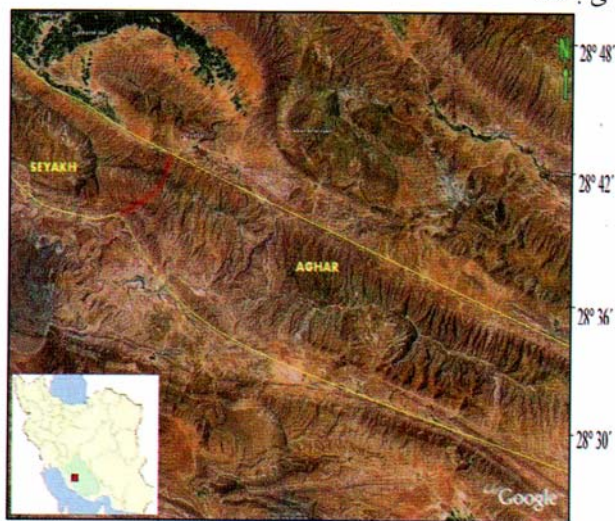
زون پنجم حدود ۳۰ درصد از ضخامت کل دالان بالایی را دربر می گیرد و شامل سه میکروفاسیس است که عبارتند از:

(a) گرینستون اسکلتی پلوئید، انیدی ریزدانه

(Fine-grained ooid peloid skeletal grainstone)

انید های موجود در این میکروفاسیس کوچک تر از ۰/۲ میلی متر می باشد (شکل ۳- الف). ساختمان های رسوبی مشاهده شده شامل لایه بندی افقی و متقاطع است (شکل ۳- ب). این میکروفاسیس در حدود ۲۷ درصد از حجم رخساره اصلی را در بر می گیرد. در این میکروفاسیس کمترین و بیشترین تخلخل به ترتیب ۰/۳ و ۱۸/۷ درصد و کمترین و بیشترین تراوایی ۰/۱ و ۶ میلی داری همچون جلبک های سبز و استراکد، و وجود پلوئیدها که نشانه محیط کم انرژی تری است. می توان محل ته نشست این

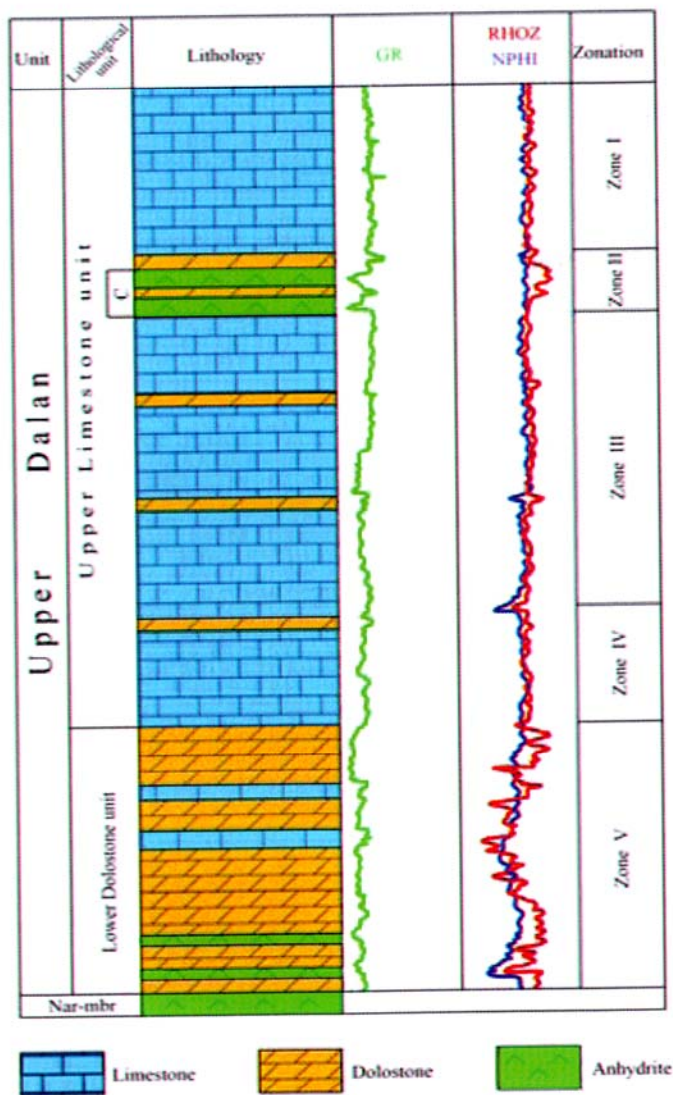
میدان گازی آغار تاقدیسی کشیده و سطحی است در امتداد شمال غربی- جنوب شرقی و در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر شیراز (شکل ۱). این میدان را در سال ۱۳۵۱ شمسی شرکت اگوکو (EGOCO) با حفر اولین چاه اکتشافی کشف کرد. ۹۹/۴ درصد هیدروکربور میدان آغار به صورت گاز و بقیه به صورت میعانات گازی است (مطبیعی، ۱۳۷۴). سازند دالان و کنگان در زاگرس برای اولین بار از سوی زاو و خردپیر (Szabo and khradpir, 1978) و در خلیج فارس توسط (Insalaco et al, 2006) مورد مطالعه قرار گرفته است. مخزن اصلی میدان آغار گروه دهرم بوده، که شامل سازند کنگان از تریاس و دالان از پرمین است و مخزن فرعی آن بخش (K) از سازند دشتک (گروه کازرون) است. لذا مخزن گازی میدان آغار به سن پرمو- تریاس بوده و کربناته می باشد.



شکل ۱- نمایی از تاقدیس آغار، مقیاس: ۱/۴۰۰۰۰ (Google earth, 2008)

## ۲- روش کار

جهت مطالعه و بررسی رخساره گرینستون انیدی دالان بالایی از مغزه های موجود مربوط به زون پنجم چاه شماره ۱۳ آغار به ضخامت ۷۴ متر استفاده گردید که در مجموع ۲۴۸ مقطع نازک از رخساره های انیدی، مورد مطالعه قرار گرفت در این بررسی، بافت سنگها بر اساس تقسیم بندی (Dunham, 1962) و رخساره ها و محیط رسوبی بر اساس (Warren, 2006) و (Flugel, 2004)



شکل-۲: ستون چینه شناسی واحد دالان بالایی در چاه شماره ۱۳ اغار

ها در این میکروفاسیس است که توسط شکستگی های ریزی این قالب ها با یکدیگر مرتبط شده و تراوایی را افزایش داده است. در این میکروفاسیس کمترین و بیشترین تخلخل به ترتیب ۰/۱ و ۲۷ درصد و کمترین و بیشترین تراوایی ۰/۰۱ و ۳۸ میلی دارسی اندازه گیری شده است (نمودار b-۱). بیشترین تخلخل و تراوایی در این میکروفاسیس بوده و ساخت لایه بندی متقاطع نیز قابل مشاهده است. دانه بندی از پایین به بالا درشت شونده و محل تشکیل این میکروفاسیس نواحی مرکزی پشته های انیدی (Ooid Shoal) است.

میکروفاسیس را در قسمت حاشیه تالابی پشته های انیدی (Lagoonal shoal margine) تعیین نمود.

(b) گریستون انیدی دانه متوسط تا درشت

(Coarse to Medium graind ooid grainstone)

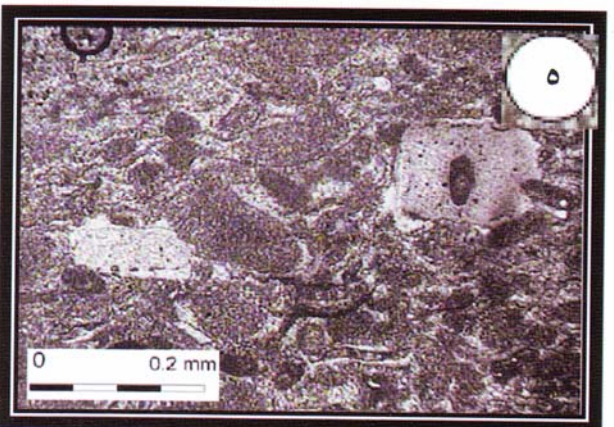
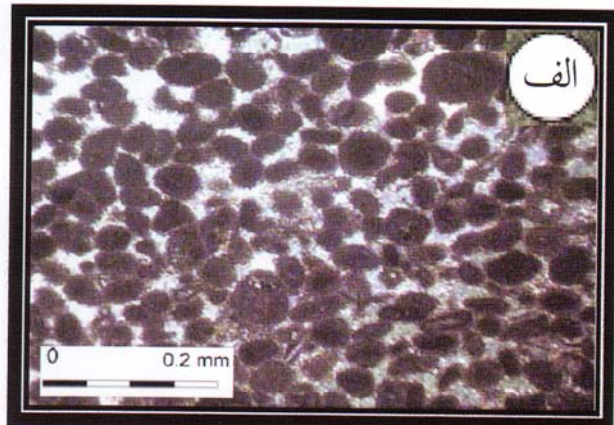
این میکروفاسیس حاوی انیدهای دانه درشت تا متوسط بین ۰/۲ تا ۰/۷ میلیمتر است که دولومیتی نیز شده اند (شکل ۳-ج). این میکروفاسیس مهمترین رخساره مخزن دالان بالایی است و حوالی ۵۰ درصد زون پنجم دالان بالایی را شامل می شود. تخلخل قالبی حاصل از انحلال انیدها و تخلخل بین دانه ای مهمترین تخلخل

این میکروفاسیس کمترین و بیشترین تخلخل به ترتیب بین ۱ تا ۳/۳ درصد و کمترین و بیشترین تراوایی صفر تا ۱/۸۶ میلی دارسی است (نمودار c-۱). ساخت لایه بندی متقاطع در این رخساره قابل مشاهده بوده، محل رسوب این میکروفاسیس را در قسمت مشرف به دریای باز، پشته های انیدی (Seaward Shoal)، می توان در نظر گرفت.

(c) گرینستون انیدی اسکلتی دانه متوسط

(Medium grained . skeletal ooid grainstone)

در این میکروفاسیس خرده های اسکلتی شامل قطعات درشت اکتینودرم، بریوزوآ و براکیوپود به همراه دانه های انید در اندازه های بین ۰/۲ تا ۰/۴ میلیمتر وجود دارد (شکل های ۳-د، ه). این میکروفاسیس نسبت به دو میکروفاسیس قبلی، حجم کمی در حدود ۵ درصد از زون پنجم دالان بالایی را تشکیل می دهد.



شکل- ۳: الف) گرینستون انیدی با انیدهای میکریتی و دولومیتی شده در اندازه ۰/۲ میلیمتر با سیمان ثانویه انیدریتی (میکروفاسیس a). ب) لایه بندی متقاطع در رخساره گرینستون انیدی (میکروفاسیس a). ج) گرینستون انیدی با انیدهای در اندازه ۰/۲ تا ۰/۷ میلیمتر و سیمان انیدریتی (میکروفاسیس b). د) گرینستون انیدی اسکلتی دانه درشت به همراه خرده های بریوزوآ (میکروفاسیس c). ه) گرینستون اسکلتی انیدی پلونییدی اکتینودرم دار (میکروفاسیس c).

۵-۱- فرایندهای دیاژنزی مؤثر بر ویژگی های مخزنی زون

پنجم دالان بالایی

۱-۵-۱- تراکم

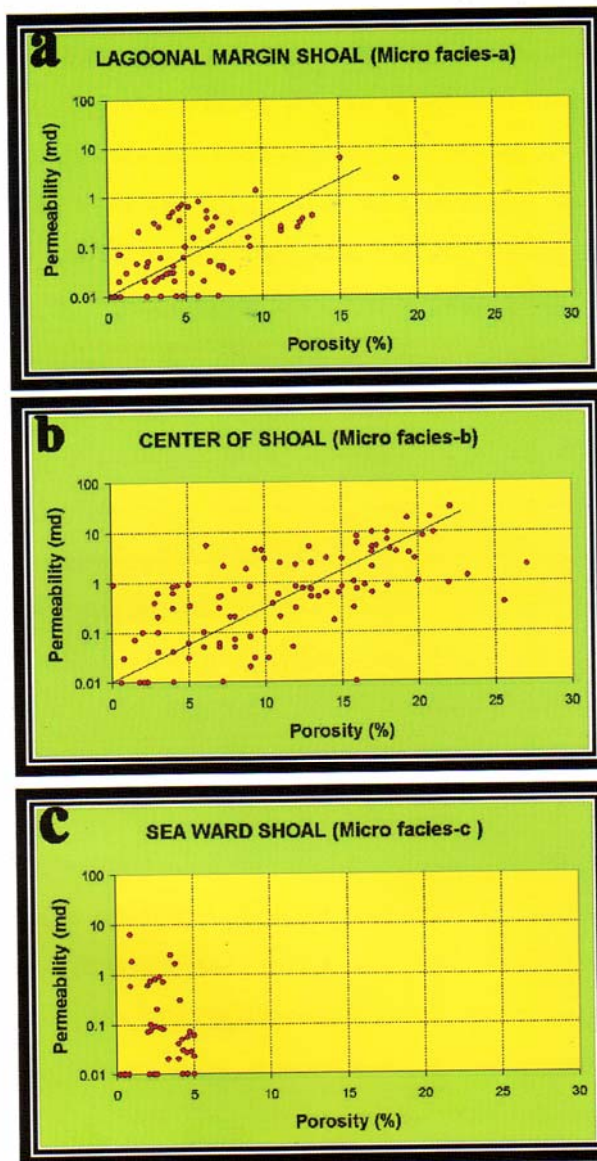
این فرایند در رسوبات دانه پشتیبان باعث آرایش نزدیکتر دانه ها، کاهش تخلخل و در نهایت باعث ایجاد شکستگی در دانه می‌گردد (Ehrenberg et al, 2002) در رخساره مورد نظر به واسطه وجود سیمان حاشیه ای هم ضخامت دانه ها اکثرا سالم هستند، در پاره ای از مقاطع، دانه های شکسته دیده می شود که این شکستگی دانه های انیدی یقینا مربوط به قبل از عمل انحلال انتخابی است، زیرا در اثر فشارهای وارده ونیروهای تراکمی، این رسوبات از آب خارج شده، در اثر عمل آبهای جوی در محیط وادوز انحلال دانه ها صورت گرفته است. سیمان حاشیه ای نیز می توانسته در محیط فراتیک دریایی ایجاد شده باشد. نیروهای تراکمی توانسته تولید ریزشکستگی هایی را بکند که باعث ارتباط حفرات قالبی و تراوایی بهتری شده است.

۲-۵-۱- سیمانی شدن

در رخساره ی مورد نظر با توجه به بافت گریستونی آن، سیمان در مرحله اول به فرم حاشیه ای دور دانه های انید را پوشانده و مانع تراکم بیشتر شده است. این سیمان به عنوان اولین نسل سیمان است که در محیط های دریایی تشکیل می گردد (Sanders, 2001) و (Seeling et al, 2005). سپس در اثر عمل نفوذ سیالات و نیز عمل دولومیتی شدن، سیمان انیدریتی و کلسیتی در مرحله دوم خلل و فرج سنگ را پر نموده و تخلخل را کاهش داده است. پس سیمان این رخساره دو مرحله ای بوده و سیمانی شدن در کیفیت پارامتر های مخزنی نقشی دوگانه دارد.

۳-۵-۱- انحلال

در رخساره اصلی (میکروفاسیس b) پدیده انحلال بسیار موثر بوده، توانسته با انحلال انتخابی دانه های تشکیل شده از کانی های ناپایدار، تخلخل قالبی ایجاد نماید. محلول های حاصل از انحلال نیز فضا های خالی دیگر را پر نموده است. لذا به نظر لوسیا (Lucia, 1999) انحلال انتخابی همیشه سبب افزایش تخلخل نمی شود. اما به هر حال تخلخل های قالبی ایجاد شده توسط فضاهای خالی بین دانه ای و تخلخل بین بلوری و نیز ریز شکستگی ها با



نمودار ۱: تخلخل در مقابل تراوایی در میکروفاسیس های a، b و c در رخساره اصلی مخزنی

۵- عوامل تأثیر گذار بر ویژگی های مخزنی

از مهمترین ویژگی های مخزنی، تخلخل و تراوایی است که این دو در ارتباط با اندازه دانه ها، رخساره های رسوبی، ساخت های رسوبی و دیاژنزی است. عمل دیاژنزی در سنگ های آهکی بسیار مؤثر بوده، ممکن است چهره رسوبی اولیه را کاملاً از بین ببرد. لذا سه عامل رخساره های رسوبی، اندازه دانه ها و فرایندهای دیاژنزی بیشتر از همه بر روی ویژگی های مخزنی تأثیر داشته است.

شدن بعد از ایجاد تخلخل قالبی انجام یافته، این فرایند چندان سبب افزایش تراوایی و تخلخل نشده است زیرا شدت دولومیتی شدن خیلی بالا بوده، فضاهای خالی کمتری باقی مانده، علاوه بر این خود سنگ بافت دانه افزون دارد و چون دانه های موجود بزرگتر از دانه های دولومیت هستند لذا فرایند دولومیتی شدن نمی تواند تأثیر زیادی در تراوایی سنگ داشته باشد. از آنجایی که کمتر از ۶ درصد نمونه های دولومیتی دارای تخلخل بین بلوری هستند. این امر نشان دهنده آن است که فرایند دولومیتی شدن بیشتر به خاطر وجود تخلخل های قالبی و بین دانه ای، تراوایی خوبی را توانسته ایجاد کند. در نمونه های مربوط به محیط تالابی تراوایی بسیار پایین نشانه دولومیتی شدن شدید و فشردگی بلورهای دولومیت است (شکل ۴-ه).

#### ۱-۵-۵-انیدریتی شدن

در اثر نفوذ سیالات حاوی سولفات حاصل از آبهای خیلی شور مربوط به پهنه های کشندی و تالاب های محصور علاوه بر فرایند دولومیتی شدن، انیدریت نیز به فرم ژپس ته نشست می شود. در دولوستون ها انیدریت به شکل پراکنده و سیمان غربالی (Poikilopic) توزیع شده که این امر سبب تأثیر متفاوت انیدریت بر تراوایی است. در ۵۸ درصد نمونه های دولومیتی شده زون پنجم که همگی بافت گرینستون ائیدی دارند انیدریت به صورت پراکنده و پرکننده حفرات دیده می شود و در نمونه هایی که سیمان انیدریتی به صورت غربالی کل زمینه را پوشانده تراوایی به شدت کاهش یافته است (شکل ۴-و). اما در نمونه های که انیدریت به شکل پراکنده در زمینه سنگ دیده می شود و فراگیر هم نیست، نتوانسته تراوایی را به شدت کاهش دهد (شکل ۴-ب).

#### ۱-۵-۶-شکستگی

شکستگی در اثر هر پدیده ای که ایجاد گردد، معمولاً سبب افزایش خواص مخزنی می شود. تأثیر شکستگی در افزایش تراوایی مخزن بسیار مهم تر از تأثیر آن در افزایش تخلخل می باشد. فراوانی شکستگی ها در بخشهای دولومیتی این واحد بیشتر از بخش های آهکی است که البته این مسئله با توجه به شکننده تر بودن دولومیتها توجیه پذیر می باشد. در رخساره مورد

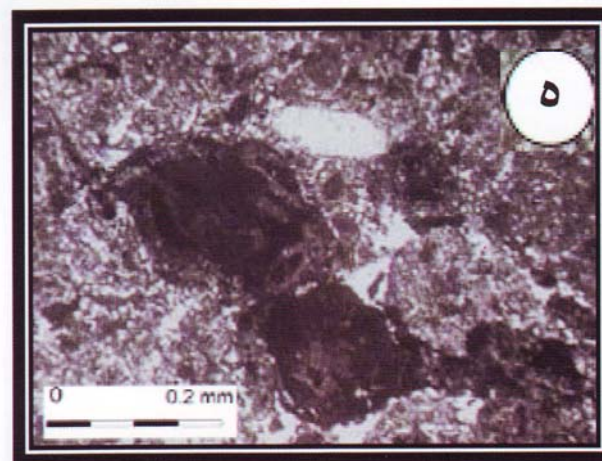
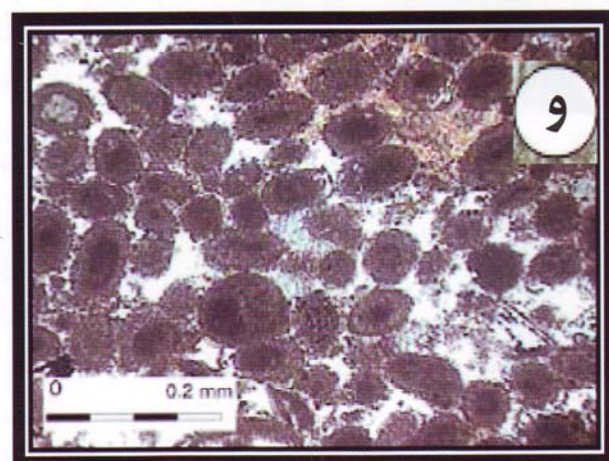
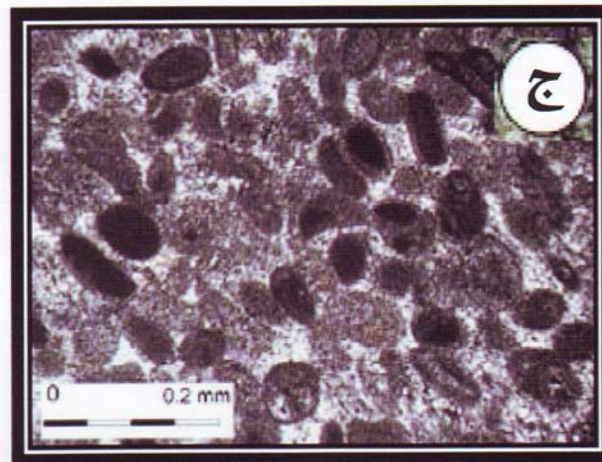
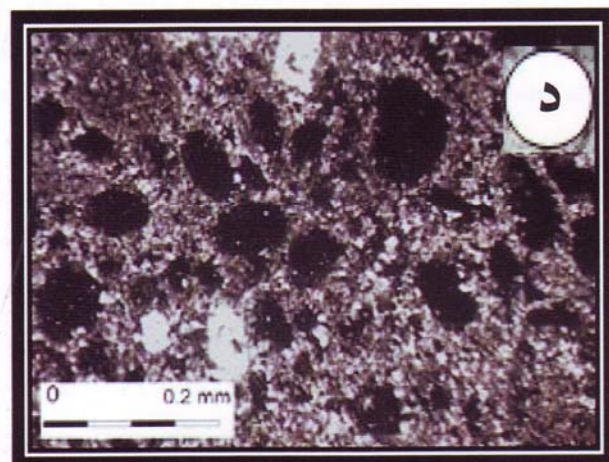
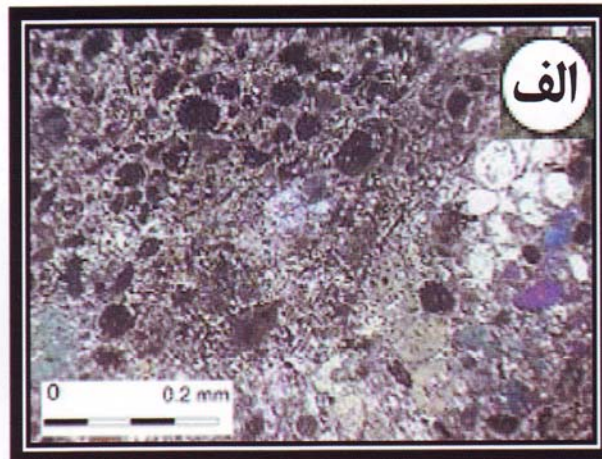
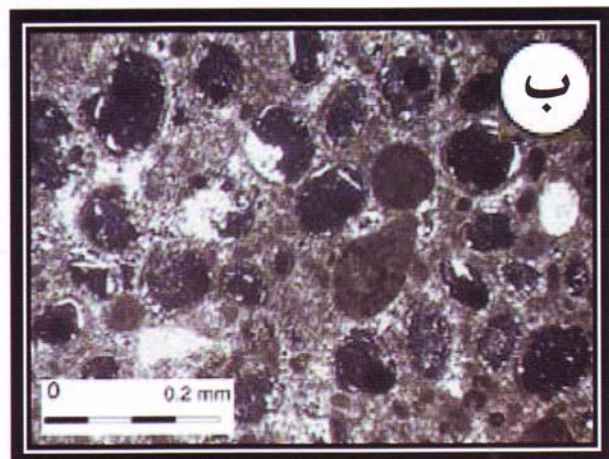
یکدیگر ارتباط دارند. در رخساره های زون پنجم، مخصوص رخساره اصلی درمقطع (شکل ۴-الف) که مربوط به رخساره گرینستون ائیدی دولومیتی شده است. تنها تخلخل موجود قابل رؤیت از نوع قالبی (Moldic) به میزان ۲۰ درصد است که تراوایی آن یک میلی داری می باشد اما درمقطع مربوط به (شکل ۴-ب) که همانند رخساره قبلی است، تخلخل قالبی به میزان ۱۲ درصد و تخلخل بین دانه ای به میزان ۲ درصد مشاهده می شود که تراوایی این نمونه درحد ۳۷/۹ میلی داری است. این اختلاف به خوبی موید آن است که میزان کم تخلخل بین دانه ای تا چه حد در تراوایی مؤثر است. در میکروفاسیس a میکریتی شدن ائیدها سبب مقاومت آنها در مقابل انحلال شده است.

#### ۱-۵-۴-دولومیتی شدن

اگر چه دولومیتی شدن به واسطه درشت تر شدن بلورها و افزایش اندازه گلوگاه ها و نیز صاف تر شدن سطوح خلل و فرج باعث افزایش تراوایی می شود، اما درهمه دولومیت ها این امر صادق نیست و به عوامل متعددی چون، نرخ هسته گذاری، رشد بلورها، درجه حرارت، درجه اشباع شدگی محلول دولومیتی کننده، بافت اولیه سنگ، عمق و زمان بستگی دارد (Sibley and Gregg, 1987). جانشینی کانی های کربنات کلسیم توسط دولومیت، ممکن است، همزمان با رسوبگذاری و در طی دیاژنز اولیه و یا بعد از رسوبگذاری و تدفین صورت پذیرد (Hood et al, 2004) اندازه بلورهای دولومیت در نمونه های مورد مطالعه از بسیار دانه ریز تا متوسط در تغییر بوده، از محیط پهنه های کشندی به طرف پشته های ائیدی، افزایش اندازه پیدا می کنند (شکل های ۴-ج، د). در واقع آبهای خیلی شور و غنی از منیزیم موجود در پهنه های کشندی و تالاب های محصور بسیار شور در اثر نفوذ به سمت پایین فرایند دولومیتی شدن را انجام داده و با نفوذ و جریان یافتن به نقاط دور دست تر همچون پشته های ائیدی در اثر کاهش اشباع شدگی سیال نفوذی نسبت به دولومیت، تعداد هسته ها کمتر و اندازه آنها افزایش می یابد. این بلورها نیمه شکل تا شکل دار هستند و می توانند در عمق تدفینی کم تشکیل شده باشند (شکل ۴-د).

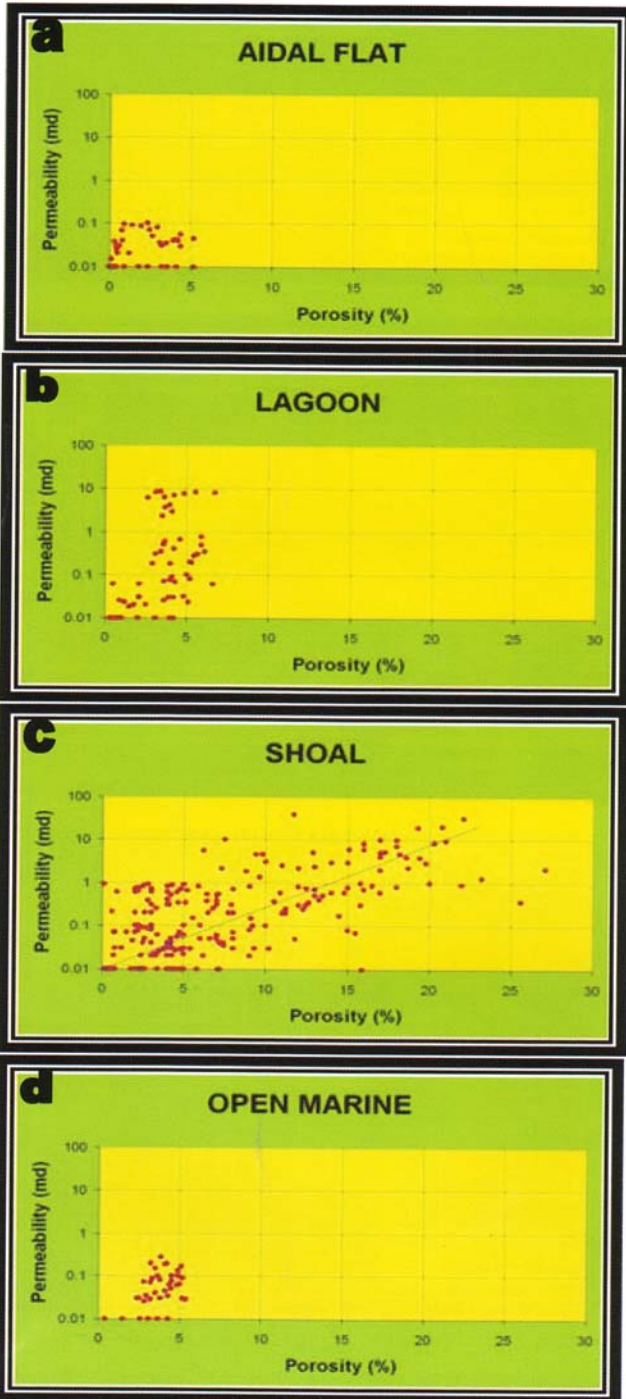
در نمونه های دولومیتی مورد مطالعه به نظر می رسد دولومیتی

مطالعه شکستگی های ریز، نقش مهمی در اتصال تخلخل های قالبی و افزایش تراوایی دارد.



شکل- ۴: الف) گرینستون الئیدی دولومیتی شده با تخلخل قالبی. میزان تخلخل ۱۵/۸ درصد و تراوایی ۱ میلی داری می باشد. ب) گرینستون الئیدی دولومیتی شده با تخلخل قالبی. میزان تخلخل ۱۱/۷ درصد و تراوایی ۳۷/۹ میلی داری می باشد. انیدریت ثانویه نیز قسمتی از حفرات قالبی و بین دانه ها را پر کرده است. ج) گرینستون پلوییدی الئیدی دولومیتی شده با بلورهای دولومیت ریز دانه. د) گرینستون الئیدی دولومیتی شده با بلورهای دانه متوسط. ه) گرینستون اسکلتی شدیداً دولومیتی شده. و) گرینستون الئیدی دولومیتی شده با انیدریت فراگیر بین دانه های الئید.

۴ درصد و حداکثر تراوایی حدود ۰/۱ میلی داری است. نمونه های این رخساره مانند رخساره پهنه کشندی برای پی جویی هیدروکربور مناسب نیستند. تنها تخلخل قابل مشاهده در مقاطع این رخساره، تخلخل بین بلوری آن هم در میان نمونه های مادستون دولومیتی شده است.



نمودار ۲: تخلخل و تراوایی در نمونه های رخساره پهنه کشندی a، تالابی b، پشته های انیدی c و دریای باز d، رخساره اصلی مخزنی

## ۲-۵- ارتباط بین تخلخل و تراوایی با رخساره های رخساره های پهنه کشندی

در دالان بالایی نمونه های مربوط به پهنه کشندی بسیار کم است. این نمونه ها فاقد تخلخل و تراوایی اند و یا بصورت بسیار کم این ویژگی ها را از خود نشان می دهند که عموماً از یک درصد تخلخل و ۰/۰۱ میلی داری تراوایی تجاوز نمی کند. تخلخل های موجود در این رخساره از نوع فنسترال و در نمونه های دولومیتی آن از نوع بین بلوری است. (نمودار ۲-a).

### رخساره های تالابی

نمونه های مربوط به محیط تالابی در سازند دالان بعد از رخساره پشته ای از نظر فراوانی تخلخل، رتبه دوم را دارد. حداکثر تخلخل و تراوایی در حدود ۶ درصد و ۹ میلی داری است اما به طور متوسط تراوایی در نمونه های این رخساره در حدود ۱ میلی داری است (نمودار ۲-b). بیشترین تراوایی مربوط به نمونه های دانه افزون پکستونی و کمترین مقدار مربوط به نمونه های مادستون تا وکستونی است. بیشترین نوع تخلخل در مقاطع این رخساره از نوع بین دانه ای و قالبی است.

### رخساره های پشته ای

(نمودار ۲-c) نشان دهنده روند تخلخل و تراوایی در رخساره پشته ای است و بهترین نمونه ها مربوط به سنگ هایی است که علاوه بر تخلخل بالای قالبی دارای تخلخل کمی از نوع بین دانه ای و بین بلوری و از همه مهمتر تخلخل شکستگی هستند. حداکثر تخلخل در حدود ۲۷ درصد و حداکثر تراوایی در حدود ۳۸ میلی داری است. نمونه هایی که با تخلخل ۱ تا ۲ درصد تراوایی بالایی بین ۱ تا ۱۰ میلی داری را از خود نشان می دهند، دارای دو ویژگی مهم هستند اول اینکه فاقد هرگونه رسوب انیدریتی اند و دوم اینکه دارای شکستگی های ریزی هستند. در نمونه های رخساره پشته ای تخلخل های بین دانه ای، درون اسکلتی و قالبی مشاهده شده است که تخلخل نوع قالبی حجم بیشتری را به خود اختصاص می دهد. پس بهترین خصوصیات مخزنی در سازند دالان در میان رخساره های پشته ای است که دارای انیدهای فراوانی هستند.

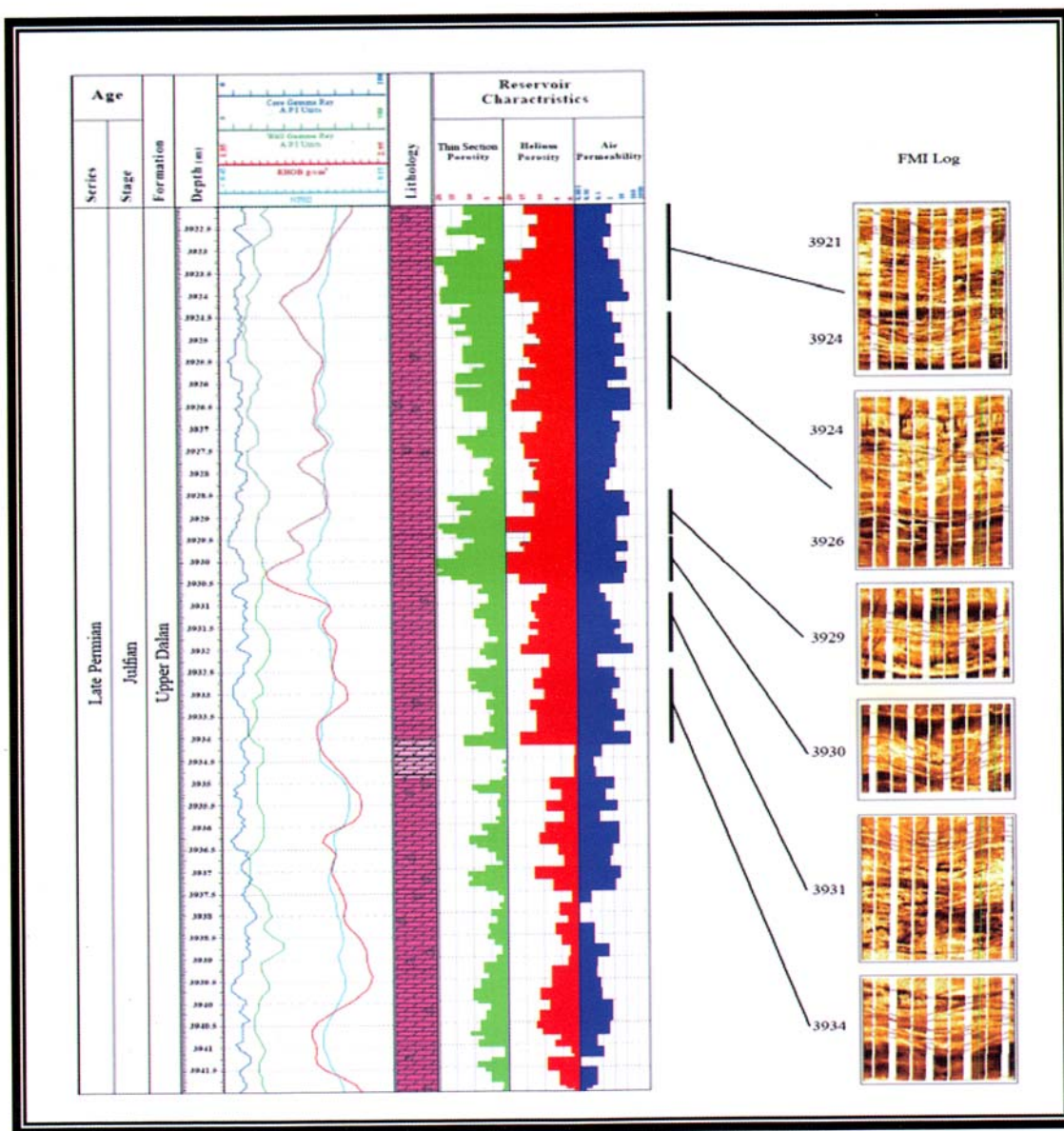
### رخساره های دریای باز

همانگونه که از (نمودار ۲-d) پیداست وضعیت تخلخل و تراوایی در این رخساره مناسب نیست. حداکثر تخلخل در حدود



و نیز مرز لایه ها یا لامینه ها در این ساخت ها مکان های مناسبی برای تراوایی سیال هستند. (شکل - ۵) میزان تغییرات تراوایی و تخلخل حاصل از مغزه های مربوط به زون پنجم را به تصویر کشیده، نشان می دهد که تراوایی و تخلخل از پایین به بالا در پشته انیدی افزایش می یابد. همانگونه که از نمودار (FMI) مشخص است در طبقات متقاطع از پایین به بالا تراوایی کاهش می یابد و تراواترین مکان ها در بین لایه های پایینی این ساخت رسوبی است.

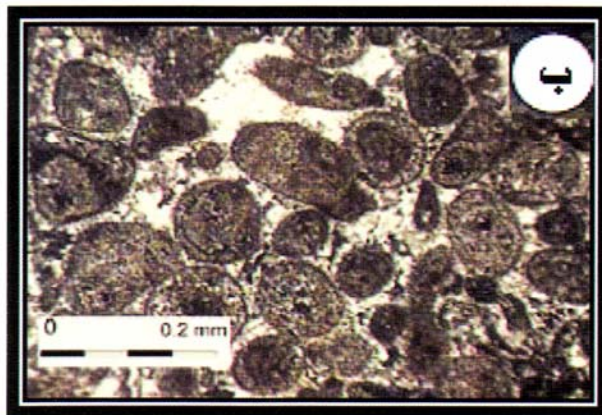
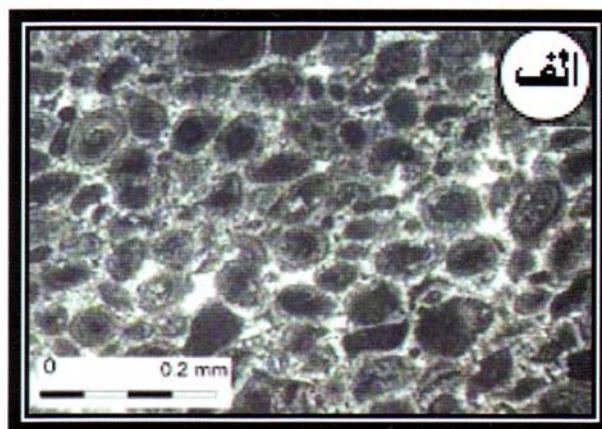
۳-۵- رابطه میان تخلخل، تراوایی و ساخت های رسوبی در جزایر سدی و پشته های انیدی دانه ها به طرف بالا درشت شونده اند، لذا تراوایی رو به بالا افزایش می یابد. در لایه بندی متقاطع نهشته شده آبی نیز ریزش مواد در اثر نیروی ثقل باعث افزایش اندازه دانه ها به سمت پایین یا جلوی شیب می شود به همین خاطر در لایه بندی متقاطع آبی، به طرف پایین تراوایی بهتری می شود. (Selley, 1998). در نمودار (FMI) وجود لایه بندی های متقاطع تقریباً یک متری و رگه های تراوا میان آن در زون پنجم دالان بالایی تشخیص داده شده است. تغییرات اندازه دانه ها



شکل - ۵: میزان تغییرات تراوایی و تخلخل حاصل از مغزه های مربوط به زون پنجم

۴-۵- رابطه بین تخلخل، تراوایی و اندازه دانه ها

هرچند نباید تغییر اندازه دانه تأثیری بر تخلخل داشته باشد. اما در تراوایی مؤثر است زیرا با درشت تر شدن دانه ها گلوگاه ها بزرگتر و فشار مویینه کاهش می یابد لذا تراوایی بیشتر و بهتر می شود. در زون پنجم دالان بالای اندازه دانه های ائید بین ۰/۶ تا ۰/۱ میلیمتر است که در قسمت تحتانی دانه های ائید درحد ۰/۱ میلیمتر (شکل ۶- الف) و در قسمت فوقانی ائیدها درشت تر شده و به حدود ۰/۶ - ۰/۵ میلیمتر می رسند (شکل ۶- ب). به همین خاطر درزون پنجم از پایین به بالا تراوایی افزایش می یابد.



شکل ۶: گریستون ائیدی دولومیتی شده (الف) با دانه های ائیدی در حد ۰/۱ تا ۰/۲ میلیمتر و تخلخل ۱۰/۸ درصد. (ب) با دانه های ائیدی در حد ۰/۵ تا ۰/۶ میلیمتر و تخلخل ۱۴/۸ درصد.

۶- نتیجه گیری

۱- مهمترین رخساره مخزنی در سازند دالان، رخساره گریستون ائیدی است که از سه میکروفاسیس a, b و c تشکیل شده و میکروفاسیس b دارای بیشترین تجمع ائید می باشد.

۲- بهترین تخلخل و تراوایی مربوط به نمونه های رخساره پشته های ائیدی است که خاص نواحی مرکزی این رخساره می باشد.  
 ۳- تخلخل و تراوایی در واحد دالان بالایی حداکثر بین ۲۷ درصد و ۳۸ میلی داری بوده، با افزایش تخلخل، تراوایی چنانچه باید افزوده نمی شود که این امر مرتبط با تخلخل قالبی است.  
 ۴- بیشترین تخلخل و تراوایی در سازند دالان مربوط به سنگ های دولومیتی است. اما این ویژگی ها تنها به وجود لیتولوژی دولومیتی نمی باشد، بلکه آنچه سبب ساز این ویژگی ها شده صرفاً وجود ائیدهای فراوانی است که در رخساره پشته ای پدید آمده است.

۵- فرایند های دیاژنزی چون انحلال، دولومیتی شدن، سیمانی شدن خصوصاً توسط انیدریت، شکستگی، تراکم و همچنین نیز عوامل بافتی چون اندازه دانه ها و جورشدگی ائید ها از مهمترین عوامل تأثیر گذار بر ویژگی های مخزنی سازند دالان هستند.

۶- در رخساره اصلی به واسطه وجود سیمان حاشیه ای هم ضخامت، دانه های ائید اکثراً سالم هستند و شکستگی موجود در تعداد کمی از دانه های ائید احتمالاً مربوط به قبل از عمل انحلال انتخابی است.

۷- سیمان در مرحله اول به طور حاشیه ای دور دانه های ائید را پوشانده و سپس در اثر عمل نفوذ سیالات، سیمان انیدریتی در مرحله دوم خلل و فرج سنگ را پر نموده، پس سیمان این رخساره دو مرحله ای است.

۸- دولومیتی شدن بعد از ایجاد تخلخل قالبی انجام یافته است. اندازه بلورهای دولومیت در نمونه های مورد مطالعه از بسیار دانه ریز تا متوسط تغییر می کند و از محیط پهنه های کشندی به سوی پشته های ائیدی دانه های بلوری دولومیت افزایش اندازه پیدا می کنند.

۹- فرایند دولومیتی شدن چندان سبب افزایش تراوایی نشده است زیرا شدت دولومیتی شدن خیلی بالا است و خود سنگ نیز بافت دانه افزون دارد.

۱۰- در توالی مورد مطالعه انیدریت به اشکال مختلفی پدید آمده است. در اکثر دولوستون ها انیدریت به طور پراکنده توزیع شده که این امر سبب عدم تأثیر زیاد انیدریت بر تراوایی است.

**Selley, R.C., 1998**, Elements of Petroleum Geology. *Academic Press. Second Edition*, 545 pp. 289-296.

**Sibley, D.F., and Gregg, J.M., 1987**, Classification of Dolomite Rock Texture. *Jour.Sed. Petrol. V. 57. No. 6. p. 697-975.*

**Szabo, F., and Khradpir, A., 1978**, Permian & Triassic Stratigraphy Zagros Basin. Southwest Iran. *Jour. Pet. Geo. 1: 57-82*

**Warren, J.K., 2006**, Evaporite sedimentology: Importance in hydrocarbon accumulation. *Prentice Hall. Englewood Cliffs. NJ. 285 pp.*

۱۱- تأثیر شکستگی در افزایش تراوایی مخزن بسیار قابل توجه است. بطور کلی شکستگی ها در واحد دالان بالایی زیاد بوده، اکثراً دریافت های دانه افزون دولومیتی دیده می شوند.

۱۲- از ساخت های رسوبی، نوع لایه بندی متقاطع در رخساره اصلی فراوان است که سبب تراوایی خوب در قسمت های پایینی و بین لایه ای در این ساخت رسوبی شده است.

#### References

**Dunham, R.J., 1962**, Classification of Carbonate Rock According to Depositional Texture. In: *Classification of Carbonate Rock*, Mem. Am. Ass. *Petrol. Geol. 1, p.108-121.*

**Ehrenberg, S.N., Pickard, N.A.H., Svana, T.A., and Oxtoby, N.H., 2002**, Cement geochemistry of photozoan carbonate Stroda (Upper Carboniferous-Lower Permian), Finnmark carbonate platform, Barents Sea: *Journal of sedimentary Research, 72, 95-115.*

**Flugel, E., 2004**, Microfacies of carbonate rock. Analysis, interpretation and application *New York. Springer-Verlag, 976 pp.*

**Hood, S.D., Nelson, C.S., and Kamp, P.JJ., 2004**, Burial dolomitization in a non-tropical carbonate petroleum reservoir: *The Oligocene Tikorangi Formation, Taranaki Basin, New Zealand: Sedimentations: Bull. Soc. Geol. Fr. 168, 491-505.*

**Insalaco, E., Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, S, A., Moallemi, M, R., 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. *Geo, Arabia, 11: 75-176.*

**Lucia, F.J., 1999**, Carbonate Reservoir Characterization. *Springer-Verlag, Berlin, 226 pp.*

**Sanders, D., 2001**, Burrow-mediated carbonate dissolution in Rudist biostromes (Aurisina, Italy): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 168, 39-74.*

**Seeling, M., Emmerich, A., Bechsta"dt and Zu"hike, R., 2005**, Accomodation/sedimentation development and massive early marine cementation: *Latemar vs. Concarena (Middle/Upper Triassic, Southern Alps) Sedimentary Geology 175. 439-457.*