

# بررسی کیفیت مخزنی سازند آسماری در چارچوب چینه‌نگاری سکانسی در یکی از میادین جنوب غرب ایران

ابراهیم سفیداری<sup>(۱)</sup> و امیر حکیمی زنوز<sup>(۲)</sup>

۱. استادیار گروه زمین‌شناسی نفت، پژوهشکده علوم پایه کاربردی، جهاد دانشگاهی
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰

## چکیده

سازند آسماری با سن الیگو-میوسن سنگ مخزن اصلی بسیاری از میادین فروافتادگی دزفول را تشکیل می‌دهد. آنالیز ریز رخساره، فرآیندهای دیاژنزی و مطالعه چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری بر اساس مطالعات پتروگرافی، لاگ‌های پتروفیزیکی و داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه انجام گرفته است. مطالعات پتروگرافی منجر به تشخیص ۱۲ ریز رخساره در پنج زیر محیط رسوبی شامل بین کشندی، لاگون، سد (متعلق به رمپ داخلی)، رمپ میانی و رمپ خارجی متعلق به رمپ کربناته کم شیب شد. ریز رخساره‌های محیط بین کشندی، لاگون و سد بیشتر در بخش بالایی سازند آسماری گسترش دارند حال آنکه در بخش میانی سازند ریز رخساره‌های رمپ میانی و خارجی گسترش دارند. تراکم، سیمانی شدن، انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی فرآیندهای اصلی دیاژنزی موجود در سازند می‌باشند. سیمانی شدن و تراکم نقش مخرب را بر روی کیفیت مخزنی داشته‌اند حال آنکه دولومیتی شدن، انحلال و شکستگی نقش سازنده در شکل‌گیری کیفیت مخزنی دارند.

مطالعات چینه‌نگاری سکانسی با توجه به مشخصات اصلی ریز رخساره‌ها، محیط رسوب‌گذاری آنها و نیز روندهای کم‌عمق شدگی و عمیق شدگی ریز رخساره‌ها منجر به تشخیص سه سکانس رده سوم آکی‌تائین زیرین، آکی‌تائین بالایی و ابتدای بوردیگالین شده است. ریز رخساره‌های سیستم تراکت پیشرونده<sup>(TST)</sup> در بخش‌های رمپ میانی تا خارجی تحت تأثیر تراکم، انحلال (قالبی)، سیمانی شدن و تا حدی دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند. سیستم تراکت تراز بالا<sup>(HST)</sup> در بخش رمپ داخلی تحت تأثیر دولومیتی شدن، شکستگی و انحلال در نزدیکی مرزهای سکانسی قرار گرفته و از کیفیت مخزنی بهتری نسبت به سیستم تراکت پیشرونده برخوردار هستند.

**واژه‌های کلیدی:** الیگو-میوسن، سازند آسماری، فروافتادگی دزفول، ریز رخساره و محیط رسوبی، چینه‌نگاری سکانسی.

1. Transgressive systems tract

2. Highstand systems tract

\* نویسنده مرتبط: ebispidari@gmail.com

## مقدمه

مخازن کربناته خاورمیانه حاوی کم‌وبیش ۱۵ درصد ذخیره نفت جهانی می‌باشند. افزایش تولید و خالی شدن مخازن موجود در دیگر نواحی از منابع هیدروکربنی، اهمیت مخازن بزرگ خاورمیانه به‌عنوان منبع اصلی نفت و گاز جهان را چند برابر خواهد کرد (Normi and Standen, 1997). مخازن کربناته در محیط‌های ناهمگن خاص که نتیجه فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل تراکم، انحلال، دولومیتی شدن و سیمانی شدن می‌باشد، شکل می‌گیرند. این ناهمگنی، تابعی از توزیع فضایی خواص مخزنی در جهات عمودی و جانبی است و کار توصیف مخزن را پیچیده خواهد کرد. از این‌رو برای درک بهتر از توزیع خواص مخزنی در مخازن کربناته، بررسی عوامل ایجاد ناهمگنی و ایجاد یک چارچوب مشخص برای انطباق کیفیت مخزنی در فضاها بین چاهی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. شرایط رسوبی اولیه و عوامل دیاژنزی ثانویه همراه با جایگاه سکانسی مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر ناهمگنی کربنات‌ها می‌باشند (Lucia, 2007; Ahr, 2008). بنابراین تشخیص ریزرخساره و شناسایی الگوی توزیع آنها در مدل رسوبی زمان رسوب‌گذاری نقش مهمی در توصیف مخازن کربناته بازی می‌کند. بررسی فرآیندهای دیاژنزی ثانویه فهم الگوی توزیع تخلخل و تراوایی را در رخساره‌های موجود در مخازن کربناته را راحت خواهد کرد. از طرف دیگر چینه‌نگاری سکانسی نیز چارچوب زایشی برای انطباق و پیش‌بینی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌ها و تغییرات کیفیت مخزنی موجود در رخساره‌ها را فراهم خواهد کرد (Posamentier and Allen, 1999; Plint and Nummedal, 2000; Ahr, 2008).

بنابراین، مطالعه حاضر توصیف مخزن آسماری را در یکی از مخازن جنوب ایران در سه مرحله به شرح زیر ارائه خواهد داد: الف) ریز رخساره و محیط رسوبی سازند در میدان مورد مطالعه، ب) فرآیندهای دیاژنزی ثانویه و نقش آنها در کیفیت مخزنی و در نهایت ج) ارائه مدل چینه‌نگاری سکانسی به‌عنوان چارچوبی برای انطباق کیفیت مخزنی در میدان.

## روش مطالعه

اطلاعات موجود از چهار چاه A، B، C و D از سازند آسماری در یکی از میادین جنوب غربی ایران برای این مطالعه در دسترس می‌باشد. مجموع ۶۵۰ مقطع نازک از دو چاه A، C، و لاگ‌های چاه‌پیمایی از هر چهار چاه همراه با داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه از دو چاه در دسترس است. برای بررسی توزیع رخساره‌های رسوبی و فرآیندهای دیاژنزی مطالعات پتروگرافی انجام گرفته است. آنالیز رخساره‌ها با استفاده از مدل‌های استاندارد و توصیف رخساره‌ها انجام گرفته است (برای مثال Wilson, 1975; Flügel, 2004). برای تعیین عوامل کنترل‌کننده کیفیت مخزنی، یک رویکرد یکپارچه شامل آنالیز رخساره‌های رسوبی و بازسازی تاریخچه دیاژنزی در چارچوب چینه‌نگاری سکانسی انجام گرفته است. چارچوب چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری به‌عنوان پایه‌ای برای زون بندی مخزنی مبتنی بر زمین‌شناسی (چینه‌نگاری سکانسی) مورد استفاده قرار گرفته است. به‌منظور ایجاد چنین چارچوبی و تعیین سطوح اصلی سکانسی<sup>۱</sup> (مرزهای سکانسی (SBS)، و سطوح بیشینه غرقابی<sup>۲</sup> (MFSS)) داده‌های مختلفی از قبیل نتیجه‌های آنالیزهای رخساره‌ای و لاگ‌های چاه‌پیمایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مرزهای سکانسی با استفاده از تغییرات سریع و ناگهانی در محیط رسوبی یا رخساره‌ها و اثرات دیاژنزی خاص مرتبط با پایین افتادن سطح نسبی آب دریا شناسایی شده‌اند. بالغ بر ۹۰۰ داده تخلخل و تراوایی از پلاگ‌های مغزه اندازه‌گیری شده با استفاده از تخلخل سنج هلیوم و تراوایی سنج هوا برای بررسی کیفیت مخزنی رخساره‌ها و سکانس‌های معرفی شده مورد استفاده قرار گرفته است. از طبقه‌بندی فابریک سنگی لوسیا (Lucia, 1995) برای بررسی کیفیت مخزنی رخساره‌ها استفاده شده است.

## زمین‌شناسی منطقه

کمربند چین‌خورده زاگرس با ساختمان‌های تاقدیسی نامتقارن با امتداد شمال غرب-جنوب شرق مشخص می‌شود (شکل ۱) و شامل زیر زون‌های فروافتادگی دزفول، لرستان،

1. Sequence boundary

2. Maximum flooding surface

سنگ رخساره را که توسط جغرافیای دیرینه کنترل شده‌اند برای سازند آسماری معرفی کرده‌اند (شکل ۱). دو سیستم ماسه غالب و کربناته تخریبی به‌طور عمده در بخش غربی حوضه زاگرس جایی که ورودی رودخانه‌های عراق و کویت را در پی داشته است گسترش داشته‌اند. سیستم کربناته تخریبی در بخش مرکزی و شمال شرقی حوضه درون شلفی و سیستم کربناته غالب در شرق و جنوب حوضه گسترش دارند.

میدان مورد مطالعه، ساختاری تاقدیسی با امتداد شمال غرب-جنوب شرقی است که در قسمت شمال فروافتادگی دزفول قرار دارد (شکل ۱). سازند آسماری سنگ مخزن اصلی میدان را تشکیل می‌دهد. این سازند در این میدان دارای رخساره کربناته-تخریبی است و بخش پایینی آسماری (سکانس‌های ۱ تا ۳ سازند آسماری) رسوب‌گذاری نکرده است. در این میدان انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری به‌صورت مستقیم بر روی سازند پابده قرار گرفته و سازند گچساران به‌صورت هم‌شیب بر روی سازند آسماری رسوب‌گذاری کرده و نقش سنگ پوش را برای میدان دارا می‌باشد.

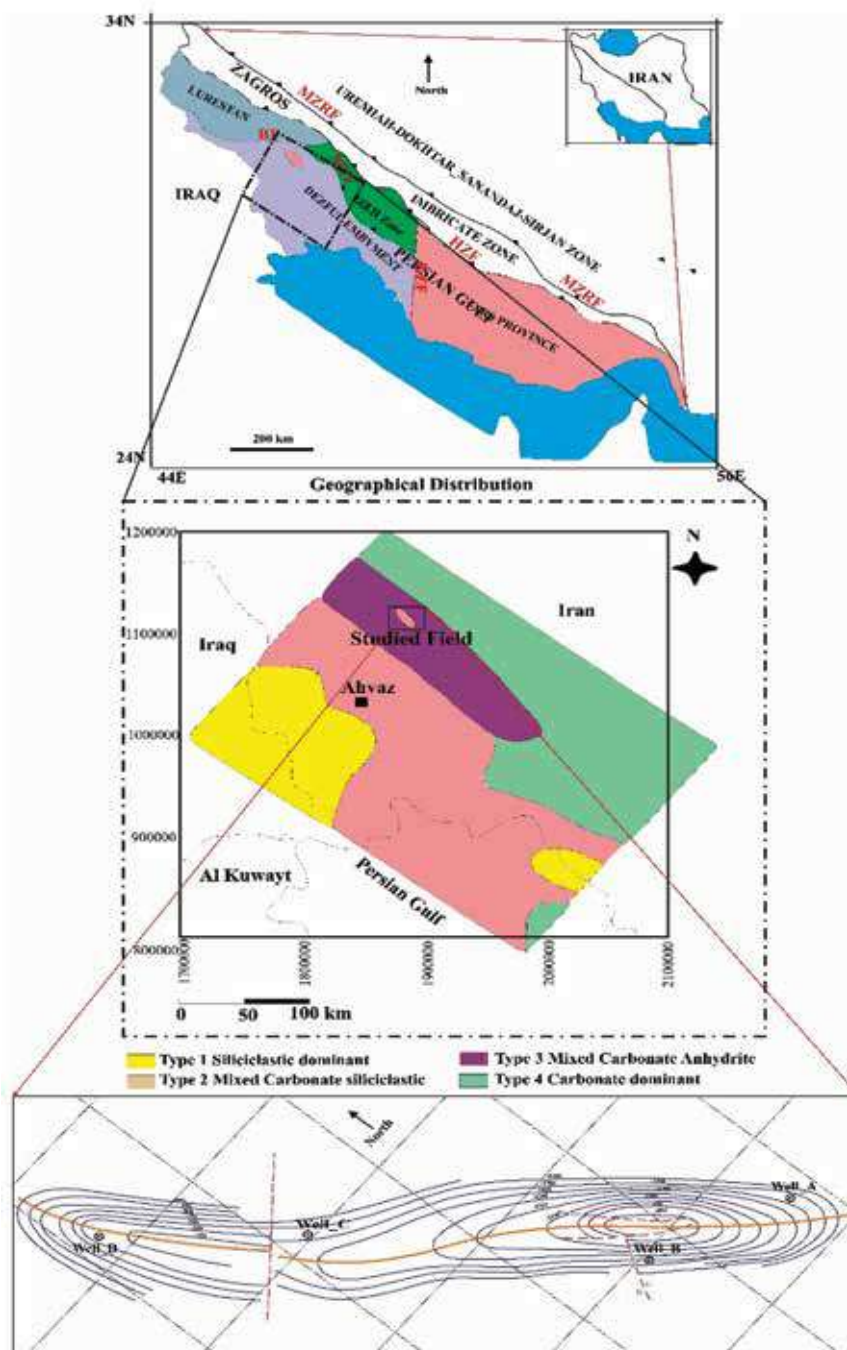
### تفسیر رخساره‌ها

بررسی ویژگی‌های رسوب‌شناسی اصلی مانند اندازه دانه‌ها، نوع و درصد اجزاء اصلی اسکلتی و غیر اسکلتی، بافت و محتوای فسیلی منجر به شناسایی ۱۲ ریزرخساره در پنج کمربند رخساره‌ای شده‌اند. این رخساره‌ها عبارت‌اند از: **ریز رخساره انیدریت (MF1)**: انیدریت به اشکال توده‌ای تا لانه قفس مرغی دیده می‌شود (شکل ۲-الف). در دو افق مشخص عضو کلهر و سازند گچساران دیده شده و نقش پوش سنگ را برای سازند آسماری بازی می‌کند. به نظر می‌رسد انیدریت بیشتر در محیط‌های فوق شور/لاگون تشکیل شده باشد (Alsharhan and Kendall, 1986). این رخساره مربوط به زیر محیط‌های بالای کشندی و یا نمکزارهای حواشی لاگون و شاخص آب و هوای گرم و خشک است.

**ریز رخساره مادستون حاوی انیدریت (MF2)**: اجزاء اصلی شامل قطعات فسیلی گاستروپود، میلیولید، روتالیا و اکینوئید (شکل ۲-ب) می‌باشد. قطعات پراکنده انیدریت به‌صورت پرکننده منافذ و اشکال ندولی دیده می‌شود.

ایده، دشت آبادان و پس خشکی بندرعباس است (مطیعی ۱۳۷۴). حوضه زاگرس در پالتوزوئیک بخشی از ابرقاره پایدار گندوانا، در مزوزوئیک به‌عنوان حاشیه غیرفعال و در سنوزوئیک به‌عنوان یک کمربند کوهزایی همگرافعالیت داشته است. رسوب‌گذاری در این حوضه در سه فاز: مرحله پلاتنوم ایرانی به‌عنوان دریای برقاره‌ای (اواخر پرکامبرین تا پرمین) (Golanka, 2000)، مرحله پلاتنوم عربی (تشکیل نئوتتیس که در آن زاگرس به‌عنوان حاشیه غیرفعال عمل کرده است از پرمین تا اواخر کرتاسه) (Dercoart et al., 1986; Stampfli et al., 1991; Golanka, 2000) و مرحله حوضه فورلند زاگرس (Sepehr and Cosgrove, 2004) انجام شده است. رسوبات ترشیری زاگرس به دو بخش ترشیری زیرین با سن پالتوسن تا میوسن میانی و ترشیری بالایی با سن میوسن تا پلیوسن قابل تقسیم می‌باشد. رسوبات ترشیری زیرین شامل دوچرخه جهرم (پالتوسن تا ائوسن میانی) و آسماری (الیگوسن تا میوسن پیشین) و ترشیری بالایی شامل چرخه رسوبی فارس می‌باشند (آقانباتی ۱۳۸۳).

سازند آسماری به‌عنوان یکی از مخازن کربناته مهم خاورمیانه به حساب می‌آید. این سازند در بین سازند پابده در زیر و سازند گچساران در بالا قرار دارد و به غیر از منطقه بندرعباس در کل حوضه زاگرس گسترش دارد (Ghazban, 2007). در پایان الیگوسن شمال لرستان و فارس از آب بیرون بوده ولی در خوزستان ماسه‌هایی به اسم بخش ماسه‌سنگی اهواز از سازند آسماری رسوب‌گذاری کرده است. در همین زمان در لرستان و دزفول شمالی رسوبات تخریبی پاره‌سازند کلهر از سازند آسماری نهشته شده است. در آکی‌تانی چرخه آسماری میانی با ویژگی‌های محیط‌های کم‌عمق در تمامی حوضه نهشته شده است. در انتهای این چرخه آب دریا کم‌عمق شده و منجر به دولومیتی شدن ردیف‌های آسماری میانی گشته است. پس از آن با پیشروی گسترده دریای بوردیگالین چرخه آسماری بالایی رسوب‌گذاری کرده و در اواخر بوردیگالین، با افت شدید سطح آب دریا شرایط تخریبی حاکم و چرخه رسوبی آسماری به پایان رسیده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). بر این اساس وان بوخم و همکاران (Van Buchem et al., 2010)، چهار سیستم



شکل ۱. حوضه رسوبی زاگرس (بالا)، تقسیم‌بندی جغرافیایی آسماری (وسط) و محل قرارگیری چاه‌ها در میدان (پایین)

ماهیت رسوبی این ریزرخساره محیط فراکشنی تا بین کشنی تحت تاثیر شورابه‌های هایپر سالین را نشان می‌دهد. ریزرخساره مادستون (MF3): بلورهای دولومیت به صورت بافت بی‌شکل تا شکل دار دیده می‌شود. توده‌های انیدریتی به فراوانی دیده می‌شود که نشان دهنده تأثیر شورابه‌های نفوذی از سابخا هستند (شکل ۲-پ). بر اساس ویژگی‌های اصلی، این ریزرخساره بیانگر یک محیط بین کشنی تا بالای پهنه بین کشنی می‌باشد.

ریز رخساره وکستون ماسه‌ای (MF4): حاوی دانه‌های کوارتز در اندازه ماسه در یک زمینه میکربیتی است (شکل ۲-ت). دانه‌های کوارتز شاید در طول پایین بودن سطح آب حوضه طی جریان‌های بادی رسوب کرده است. محتوای فسیلی از قبیل بعضی روزن داران کفزی، گاستروپودها و استراکودها نشان دهنده محیط کم عمق است

**ریز رخساره پکستون فاورینادار (MF11):** اجزاء اصلی این رخساره شامل فاورینا<sup>۱</sup> همراه با مقدار کمتر پلوئید/ایید است (شکل ۲-و). فاورینا یک پلت دفعی<sup>۵</sup> است که توسط یک نوع خرچنگ دریایی تولید شده و از سنگ آهک کم عمق مزوزوئیک، سنگ آهک شنی ژوراسیک و لاگون های محدود شده کرتاسه گزارش شده است (Van Buchem et al., 2010). این ریز رخساره به محیط لاگونی و در صورتی که قطعات با سیمان به هم متصل شوند بخش پراثری شول به سمت لاگون را نشان می دهد (Van Buchem et al., 2010).

**ریز رخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران پلاژیک (MF12):** گلوبوژرینا<sup>۶</sup> و به مقدار کمتر فسیل های از قبیل استراکود<sup>۷</sup> و لوله کرم<sup>۸</sup> اجزاء اصلی این رخساره را تشکیل می دهند (شکل ۲-ه). دانه های ریز آواری کوارتز و پیریت در ماتریکس میکریتی موجود می باشند. بر اساس خصوصیات بافتی و جانوری این رخساره به بخش عمیق تر حوضه (رمپ بیرونی) نسبت داده می شود (Flugel, 2004).

## مدل رسوبی سازند آسماری

به دلیل نبود ریف های سدی پیوسته و تغییرات تدریجی رخساره ها نمی توان محیط رسوبی رسوبات مورد مطالعه را به پلتفرم کربناته نوع شلف لبه دار نسبت داد. همچنین فقدان رسوبات لغزشی و گراویده ای احتمال رسوب گذاری این نهشته ها در یک پلتفرم کربناته رمپ با انتهای شیب دار را منتفی می سازد. بر اساس توزیع مجموعه های فسیلی و وابستگی قائم رخساره ها پنج مجموعه رخساره ای شامل پهنه بین کشندی (MF1, MF2, MF3)، لاگون (MF4, MF5)، (MF6, MF7)، سد (متعلق به رمپ داخلی، MF8, MF9)، رمپ میانی (MF10) و رمپ خارجی (MF11, MF12) شناسایی شده است. بنابراین بر اساس ریز رخساره های شناسایی شده و توزیع روزن داران، سازند آسماری در میدان

(Flugel, 2004). ریز رخساره وکستون دارای خارپوست (MF5): اجزاء اصلی شامل اکینوئیدها، روتالیا و دیگر قطعات فسیلی روزن داران کفزی است (شکل ۲-ث). این رخساره به شرایط لاگونی با انرژی پایین نسبت داده می شود (Flugel, 2004).

**ریز رخساره وکستون تا پکستون حاوی روزن داران کفزی (MF6):** روزن داران کفزی شامل میلیولید، پنروپلیس<sup>۲</sup> و بورلیس<sup>۳</sup> اجزاء اصلی این رخساره را تشکیل می دهند (شکل ۲-ج). فراوانی محتوای فسیلی و خصوصیات این رخساره نشان دهنده محیط لاگون محدود شده می باشد (Flugel, 2004).

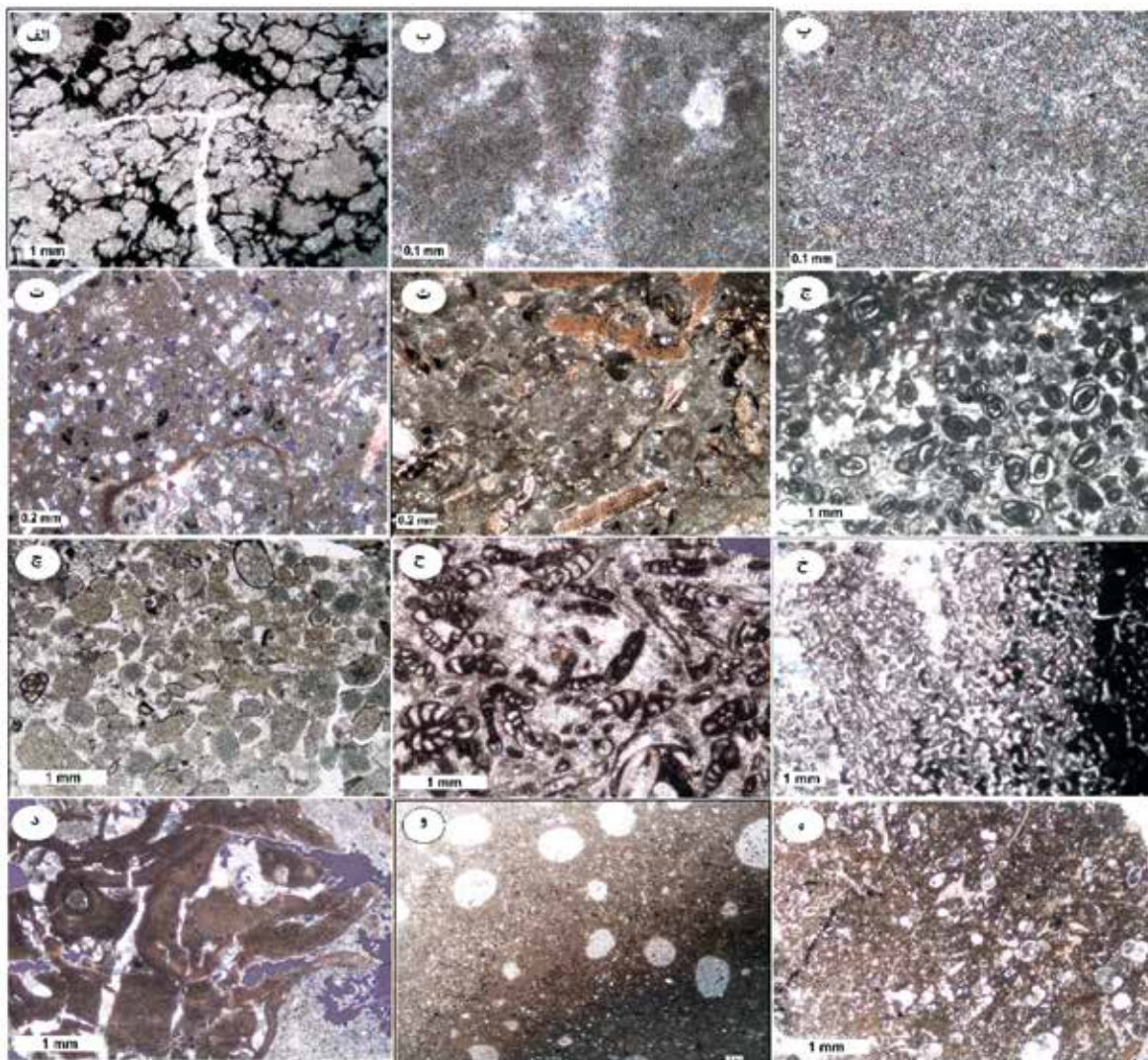
**ریز رخساره وکستون تا پکستون پلوئیدی (MF7):** به صورت اصلی از پلوئید، تعدادی از قطعات ملیولید، اکینوئید، استراکود و دانه های کوارتز تشکیل شده است (شکل ۲-چ). شرایط رسوبی این ریز رخساره به محیط لاگونی کم عمق با انرژی پایین نسبت داده شده است (Flugel, 2004).

**ریز رخساره پکستون تا گرینستون دارای روزن داران کفزی (MF8):** حاوی روزن داران کفزی و اجزاء خیلی کم پلوئید، گاستروپود و قطعات جلبکی است (شکل ۲-ح). فراوانی روزن داران کفزی، جورشدگی متوسط دانه ها و نبود میکریت نشان دهنده جابجایی نسبی دانه های اسکلتی می باشد. این رخساره به شرایط کم عمق و پراثری لاگون تا محیط شول نسبت داده می شود (Flugel, 2004).

**ریز رخساره باندستون مرجانی (MF9):** اجزاء اصلی اسکلتی شامل مرجان ها، و مقداری بریوزوئرها و قطعات اکینوئیدی است (شکل ۲-خ) و به صورت ریف کومه ای در میدان مورد مطالعه دیده می شود. محیط رسوبی این ساختارهای ریفی را می توان به بخش دیستال رمپ داخلی نسبت داد (Flugel, 2004).

**ریز رخساره وکستون جلبکی (MF10):** اجزاء اصلی شامل جلبک کورالیناسن و بعضی از قطعات جلبکی در یک زمینه میکریتی است. مقدار خیلی کمی از دانه های اسکلتی از قبیل روتالیا، میوزیپسینا، و میلیولید قابل مشاهده است (شکل ۲-د). خصوصیات بافتی نشان از شرایط محیطی بخش کم عمق رمپ بیرونی/دریای باز دارد (Flugel, 2004).

1. Miliolid
2. Peneroplis
3. Borelis
4. Faverina asmarica
5. Pellet fecal
6. *Globigerina* sp.
7. Ostracoda
8. *Ditrupe* sp.



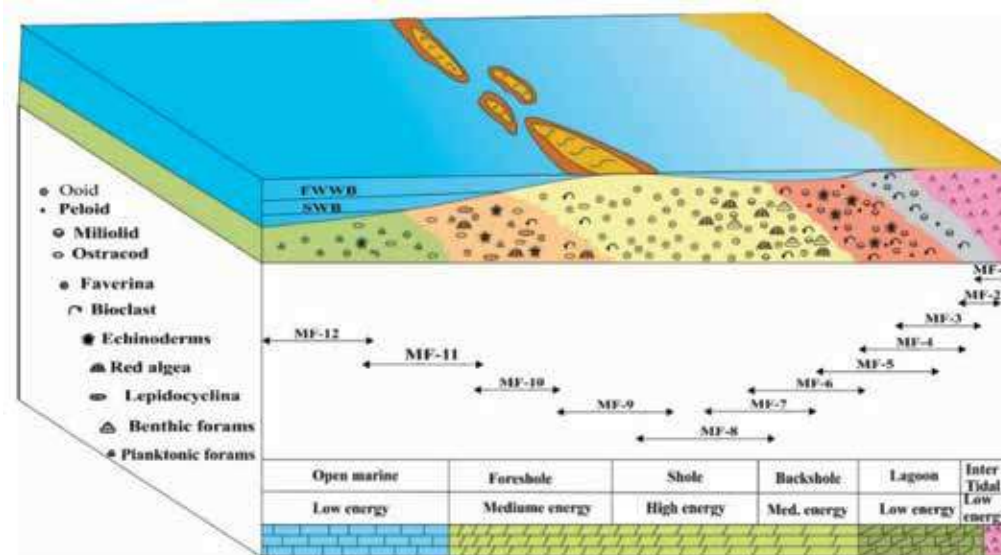
شکل ۲. انواع ریز رخساره‌های سازند آسماری در میدان مورد مطالعه، الف) انیدریت، ب) مادستون حاوی انیدریت، پ) رخساره مادستون، ت) وکستون ماسه‌ای، ث) وکستون دارای خارپوست، ج) وکستون تا پکستون حاوی روزن‌داران کفزی، چ) وکستون تا پکستون پلوئیدی، ح) پکستون تا گرینستون حاوی روزن‌داران کفزی، خ) باندستون مرجانی، د) وکستون جلبکی، و) پکستون فاورینادار و ه) مادستون تا وکستون حاوی روزن‌داران پلاژیک

لاگون محدود شده، و رخساره‌های پهنه بین کشندی و فوق کشندی است. لاگون محدود شده به وسیله کمبود فونای دریایی نرمال و تنوع زیستی پایین بایوکلاست‌های معمول شامل کمبود روزن‌داران بنتیک منفذدار (میلیولید، بورلیس) قابل تشخیص است.

### تاریخچه دیاژنزی

پدیده‌های دیاژنزی اصلی که در مخزن آسماری میدان مورد مطالعه اتفاق افتاده‌اند شامل سیمانی شدن، تراکم مکانیکی و شیمیایی، انحلال، دولومیتی شدن و ایجاد

مورد مطالعه، بر روی یک رمپ کربناته با شیب ملایم شامل رمپ داخلی، میانی و رمپ خارجی نهشته شده است (شکل ۳). (Burchette and Wright, 1992). رمپ خارجی بر اساس گل‌سنگ مارنی محتوای مادستون و وکستون‌های حاوی روزن‌داران پلاژیک (به‌خصوص گلوبوژرینا و لوله کرم، غلبه ریز رخساره گل غالب و نبود حضور رخساره‌های تشکیل شده در شرایط امواج قابل شناسایی است. رمپ میانی با وکستون جلبکی، باندستون‌های مرجانی و گرینستون بیوکلاستی متعلق به شول رو به دریا قابل تشخیص می‌باشد. رسوبات رمپ داخلی شامل گرینستون‌های سد پرانرژی، دریای باز و



شکل ۳. مدل رسوبی سازند آسماری نشان دهنده توزیع رخساره‌ها و محیط رسوبی آنها در میدان مورد مطالعه می‌باشد

سیمان میکرایتی (شکل ۴-ت) با رنگ تیره پوشاننده دانه‌ها یا پرکننده حفرات در مراحل اولیه دیاژنز در محیط فریاتیکی دریایی (لاگون) تشکیل شده است. سیمان کلسیت هم بعد متشکل از بلورهای نیمه شکل دار تا بی‌شکل به‌طور عمده در رخساره‌های پکستونی و گرینستونی بایوکلاستی (در ارتباط با انحلال قطعات ناپایدار) یافت می‌شود (شکل ۴-ث، ج). این نوع سیمان با پر کردن تخلخل‌های اولیه بین‌دانه‌ای، بخشی از تخلخل درون‌دانه‌ای و تخلخل شبکه‌ای رشدی نقش مهمی در کاهش کیفیت مخزنی سازند آسماری داشته و فراوان‌ترین نوع سیمان مشاهده شده در سازند است. سیمان کلسیت دروزی هم در محیط دفنی و هم در محیط متئوریک تشکیل می‌شود و بعد از سیمان هم بعد بیشترین فراوانی را در سازند مورد مطالعه را دارا می‌باشد (شکل ۴-چ). این نوع سیمان به‌صورت موردی تخلخل‌ها را پر کرده (به‌طور عمده تخلخل شبکه‌ای رشدی و تخلخل درون‌دانه‌ای) و باعث کاهش کیفیت مخزنی شده است. سیمان هم‌محور به‌صورت رشد اضافی در اطراف دانه‌ها و به‌طور عمده قطعات خارپوست تشکیل شده و نشانگر سنگ‌شدگی سریع رسوبات و ایجاد سخت‌لایه است. این نوع سیمان در انواع محیط‌های دیاژنزی تشکیل می‌شود. در رخساره‌های مطالعه شده به‌طور عمده در اطراف دانه‌های اکینوئید و کرینوئید تشکیل شده و از فراوانی کمتری نسبت به دیگر سیمان‌ها برخوردار است بنابراین تاثیر

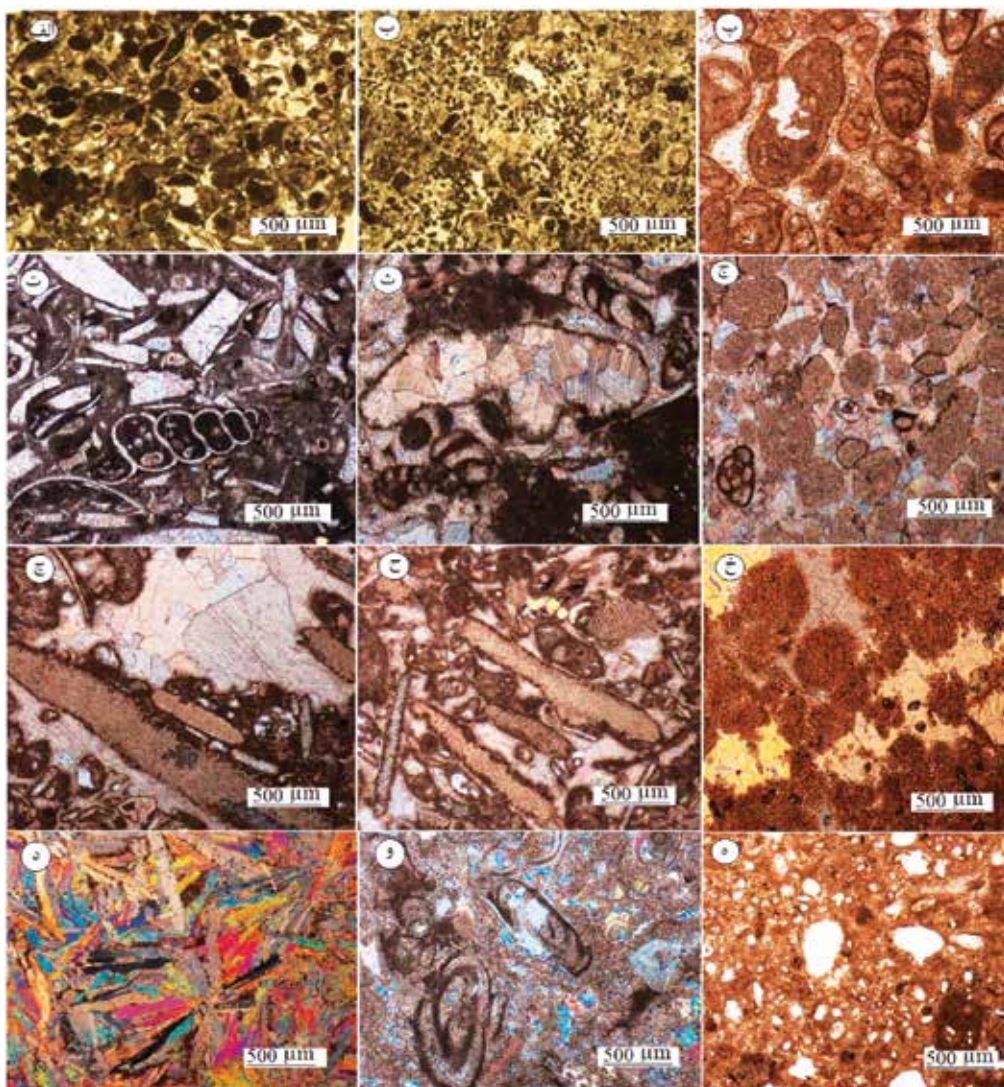
شکستگی‌ها می‌باشد. در ادامه هر یک از این موارد بررسی خواهد شد.

**میکرایتی شدن:** فرآیند میکرایتی شدن آلوکم‌ها از جمله اوئیدها و فسیل‌ها را تحت تاثیر قرار داده و در رخساره گرینستون اوئیدی متداول‌تر است اما در رخساره لاگونی نیز دیده می‌شود (شکل ۴-الف، ب). گسترش میکرایت در اطراف بعضی از دانه‌ها به حدی است که تشخیص ماهیت اصلی دانه‌ها را مشکل کرده است. فرآیند فوق توسط موجودات میکروسکوپی در محیط‌های آرام و حفاظت شده پشت سد مانند لاگون صورت می‌گیرد. میکرایتی شدن در مواردی به‌صورت پوشش میکرایتی اطراف دانه‌ها عمل کرده و شکل اولیه دانه بعد از انحلال حفظ شده است، در برخی موارد نیز به‌طور کامل باعث میکرایتی شدن اوئیدها و فسیل‌ها شده که ساختمان داخلی آنها از بین رفته و از طرفی این قطعات در مقابل انحلال مقاوم بوده و حفظ شده‌اند.

**سیمانی شدن:** سیمان‌های موجود در سازند مورد مطالعه را می‌توان برحسب کانی‌شناسی به دو گروه کربناته و انیدریتی تقسیم کرد. سیمان هم‌ضخامت سوزنی در مقاطع مطالعه شده به‌طور عمده در گرینستون‌های اوولیتی و بایوکلاستی متعلق به سدهای کربناته مشاهده می‌شود (شکل ۴-پ). در مقایسه با سایر سیمان‌ها گسترش کمتری داشته و تاثیر چندانی بر روی کاهش تخلخل نداشته است.

گردش بالای سیالات در این رخساره‌ها می‌باشد.  
**انحلال:** در ذرات با ناپایداری شیمیایی چون اوئیدها و بایوکلست‌ها بسیار معمول است. به نظر می‌رسد ترکیب اولیه اوئیدها و ذرات انحلال یافته آراگونیتی باشد. همچنین سیمان‌های انیدریتی نیز گاهی طی این فرآیند از بین رفته‌اند. انحلال ممکن است ناکامل، کامل و حتی بزرگ شده باشد. عوارض انحلال به‌وسیله سیمان‌ها و عوارض دیاژنز تدفینی چون شکستگی‌ها و استیلولیت تحت تاثیر قرار گرفته است. فرآیند انحلال به‌عنوان عامل اصلی ارتباط تخلخل‌های بین‌دانه‌ای و قالبی نقش مهمی در افزایش کیفیت مخزنی در سازند داشته است (شکل ۴-ه).

ناچیزی بر روی کیفیت مخزنی دارا می‌باشد (شکل ۴-ح). سیمان انیدریتی در مقایسه با انواع سیمان‌های کلسیتی از فراوانی کمتری در سازند آسماری برخوردار است و گسترش آن به‌طور عمده مربوط به رخساره‌های بخش‌های بین‌کشدی تا فوق‌کشدی می‌باشد. سیمان انیدریت پرکننده فضاهای خالی و همچنین سیمان فراگیر فراوان‌ترین سیمان انیدریتی در رسوبات مطالعه شده به‌خصوص در رخساره‌های دانه غالب می‌باشند. سیمان‌های پرکننده حفرات به‌صورت گسترده حفرات خالی را پر کرده و موجب کاهش شدید تخلخل و در نتیجه تراوایی در سنگ شده است (شکل ۴-خ، د، و). علت فراوانی این سیمان در رخساره‌های گرینستونی



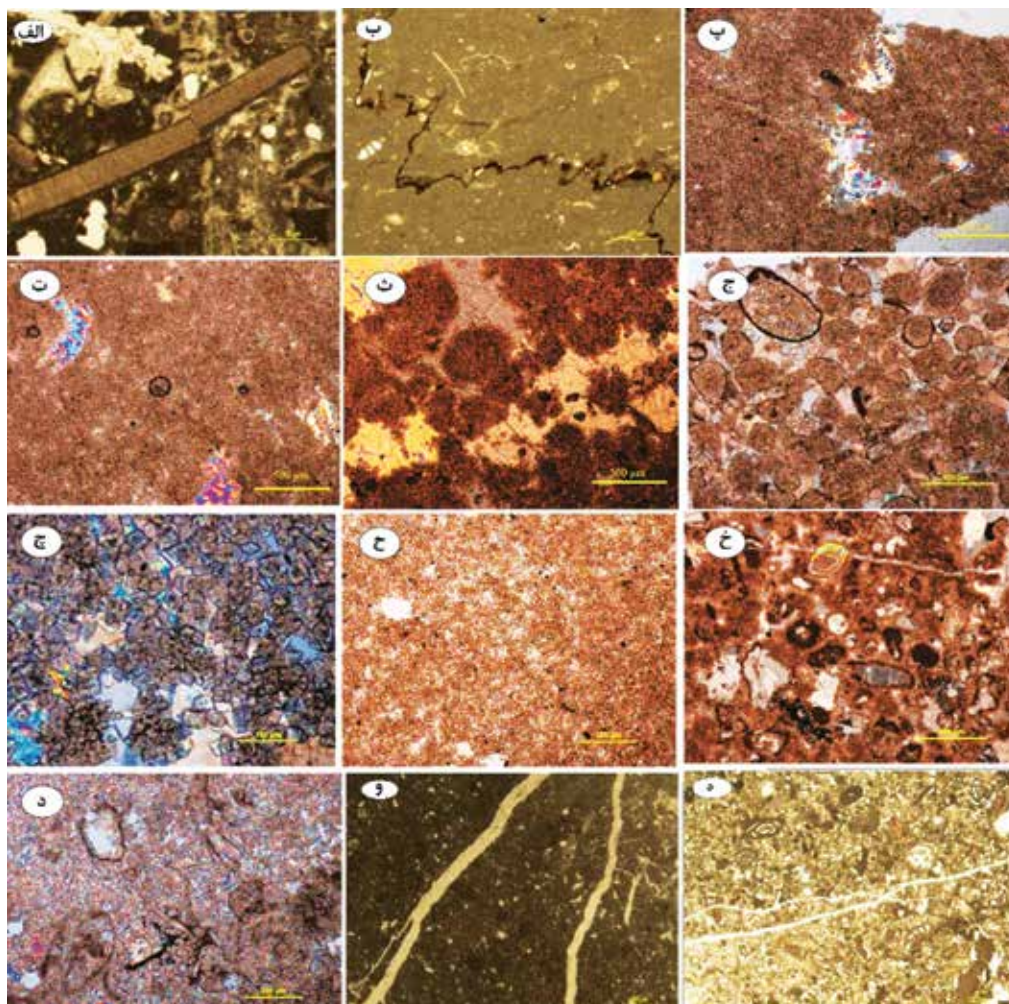
شکل ۴. فرآیندهای دیاژنزی موجود در سازند آسماری، الف و ب) میکرایتی شدن، پ) سیمان حاشیه‌ای هم‌ضخامت، ت) سیمان میکرایتی، ث و ج) سیمان کلسیت هم‌بعد، چ) سیمان کلسیت دروزی، ح) سیمان رشد اضافی هم‌محور، خ، د، و) انواع سیمان‌های انیدریتی، ه) فرآیند انحلال



شده دریا (وجود نودول‌های انیدریتی با بافت ریزبلور درون دولومیکرایت‌ها) (Ehrenberg et al., 2007) یا برگشتگی سیال تبخیری از سازند گچساران (Aqrawi et al., 2006) نشات گرفته باشد. دولومیکرایت بیشتر با تبخیری‌ها، تکه‌های انیدریت و کوارتزهای آواری در اندازه سیلت دیده می‌شود (شکل ۵-پ، ت). از نظر بافتی دارای اندازه یکسان و نیمه شکل‌دار تا غیر شکل‌دار می‌باشند. با توجه به فابریک و اندازه خیلی ریز بلورها، وجود ذرات پراکنده در اندازه سیلت در آنها، حفظ بافت اولیه رسوبی و نبود وجود فسیل، به نظر می‌رسد، این نوع دولومیت تحت شرایط سطحی، دمایی پایین و در پهنه بالای کشندی تا بخش بالایی پهنه کشندی تشکیل شده است. این نوع دولومیتی شدن تاثیر چندانی در کیفیت مخزنی ندارد (Qing sun, 1995).

**تراکم:** تراکم به هر دو فرم مکانیکی/فیزیکی و شیمیایی/ انحلال فشاری در سازند مطالعه شده دیده می‌شود. گسترش این فرآیندها به‌طور عمده همراه با فشار سرباره می‌باشد (Alsharhan and Whittle, 1995). تراکم مکانیکی در مقاطع مطالعه شده منجر به جهت‌یابی مجدد دانه‌ها به‌خصوص در رخساره‌های گل‌پشتیان شده است (شکل ۵-الف، ب). تراکم شیمیایی به‌صورت رگچه‌های انحلالی و شکل‌های استیلولیتی در هر دو ماتریکس میکریتی و دانه‌های دیده می‌شود.

**دولومیتی شدن:** دولومیت‌های مشاهده شده در سازند آسماری، به‌صورت دولومیکرایت، دولومیت‌های ریزبلور با بافت تقلیدی و دولومیت‌های دانه شکر دیده می‌شوند (Aqrawi et al., 2006; Al-Aasm et al., 2009). به نظر می‌رسد سیال دولومیتی در این مطالعه از آب تبخیر

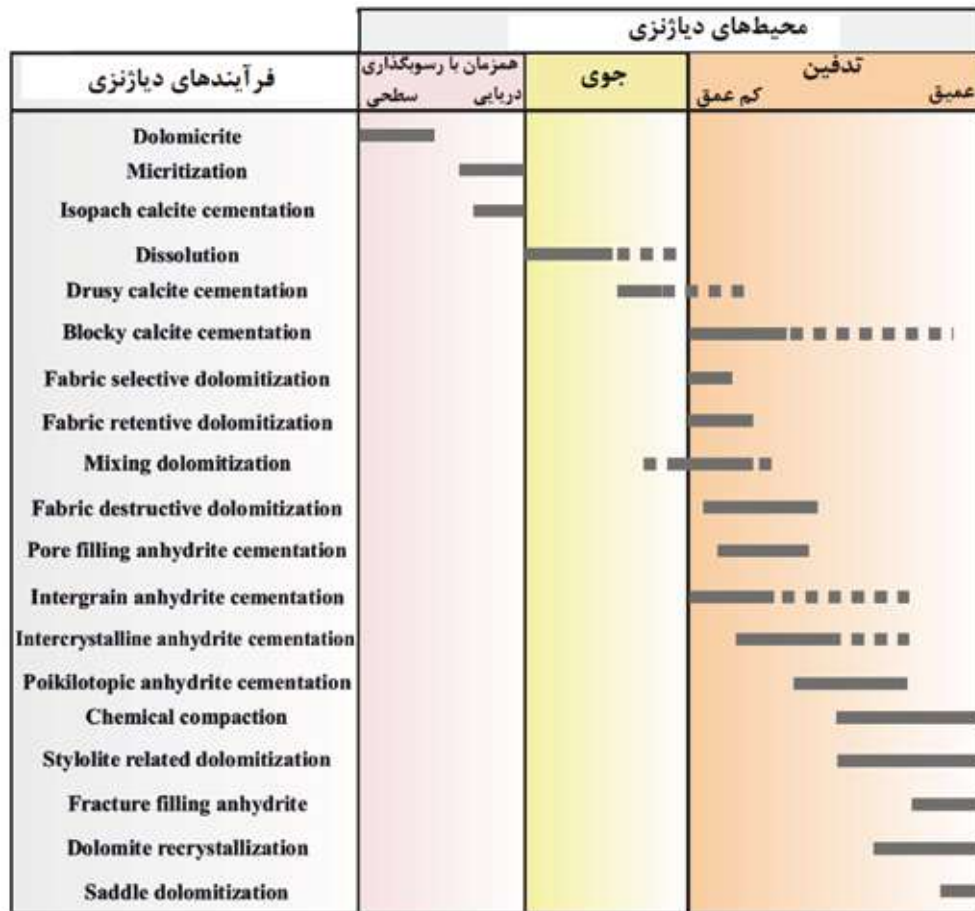


شکل ۵. فرآیندهای دیازنزی موجود در سازند آسماری، الف و ب) تراکم مکانیکی و شیمیایی، پ و ت) دولومیکرایت، ج) دولومیت‌های دانه شکر، چ و ح) دولومیت‌های دانه شکر از نوع جانیشینی با تخلخل بین‌بلوری، خ و د) دولومیت‌های انحلال فشاری، ه) شکستگی موجود در سازند آسماری

ظاهری تمیز و روشن بوده که در طول استیلولیت‌ها تشکیل شده‌اند. به نظر می‌رسد سیال حاوی منیزیم حاصل از فرآیند انحلال با آهک‌های مجاور در سطوح استیلولیت‌ها واکنش داده یا در اثر نفوذ آب‌های متثوریک از راه استیلولیت‌ها و اختلاط آن با آب‌های درون منفذی سبب تشکیل دولومیت در داخل و یا در مجاورت استیلولیت‌ها شده است.

**شکستگی:** شکستگی‌ها در مقیاس‌های مختلفی همراه با رخساره‌های گل‌پشتیبان متراکم حاوی استیلولیت (برای مثال وکستون و دولومیت) دیده می‌شود (شکل ۵-ه، و). شکستگی بیشتر در ریز رخساره‌های دولومیتی شده دیده می‌شود. در بسیاری از نمونه‌ها شکستگی‌ها با سیمان‌های کلسیتی و انیدریتی پر شده‌اند. در مقطعی که شکستگی استیلولیت‌ها را قطع کرده‌اند به‌طور معمول آخرین فرآیند دیاژنزی به‌حساب می‌آید مگر در موارد نادری که با انیدریت پر شده باشند.

دولومیت‌های دانه شکر به‌صورت انتخاب‌کننده فابریک و تقلیدی جانشین آلوم‌ها و ماتریکس سنگ می‌شوند، مشخصه جانشینی دولومیت به‌جای آراگونیت یا کلسیت پرمنیزیم است (شکل ۵-ث، ج). این دولومیت‌ها در بخش‌های مختلف سازند آسماری و به‌ویژه در ارتباط با رخساره‌های اووئیدی-بایوکلاستی دیده می‌شوند. در این نوع دولومیتی شدن تخلخل بین‌دانه‌ای اصلی و اولیه به‌خوبی حفظ شده و حتی افزایش می‌یابد ولی در مراحل بعدی دیاژنز، توسط انیدریت فراگیر و بلوکی بسته شده که باعث کاهش کیفیت مخزنی می‌شود. دولومیت‌های دانه شکر از نوع جانشینی بوده و بافت اولیه به‌سختی قابل تشخیص می‌باشد. بلورهای دانه متوسط و شکل دار دولومیت با ایجاد شبکه بین‌بلوری خوب و گسترش یافته موجب تخلخل و نفوذپذیری خوبی شده‌اند (شکل ۵-چ، ح). همچنین دولومیت‌های انحلال فشاری نیز در سازند مورد مطالعه به مقدار کمتر قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۵-خ، د). این دولومیت‌ها دارای



شکل ۶. تاریخچه دیاژنزی سازند آسماری و تاثیر آن بر روی کیفیت مخزنی

آب دریا تشکیل شده است (Van Buchem et al., 2010). با پیش‌روی دریای میوسن، رخساره‌های رمپ بیرونی و میانی در حوضه رسوبی سازند آسماری گسترش یافته و بیشینه سطح غرقابی با ریز رخساره‌های مادستون تا وکستون (دارای روزن‌داران پلانکتونیک مانند گلوبیژرینا) و وکستون‌های دارای خارپوست (روتالیا) مشخص می‌شود. سیستم تراکت پیش‌رونده در این سکانس به‌طور عمده از ریز رخساره‌های رمپ بیرونی و میانی تشکیل شده است و سیستم تراکت تراز بالا بیشتر از ریز رخساره‌های رمپ داخلی و اندکی رمپ میانی تشکیل شده است. سن این سکانس آکی تانین پیشین است (شکل ۷).

**سکانس دوم (آکی تانین بالایی):** مرز پایینی این سکانس بر روی اولین لایه از عضو انیدریت میانی در آسماری میانی قرار گرفته و مرز بالایی آن در حدود مرز آکی تانین-بوردیگالین (مرز بین آسماری میانی و آسماری بالایی) جای دارد و با افت سطح ناگهانی آب دریا و کم‌عمق شدن ریز رخساره‌ها مشخص می‌شود. ریز رخساره‌های این سکانس نسبت به سکانس اول کم‌عمق‌تر هستند. سیستم تراکت پیش‌رونده در این سکانس عمدتاً شامل ریز رخساره‌های رمپ میانی و داخلی است. بیشینه سطح غرقابی توسط ریز رخساره وکستون دارای خارپوست (روتالیا) مشخص می‌شود. سیستم تراکت تراز بالا در این سکانس بیشتر از ریز رخساره‌های رمپ داخلی (لاگون) و تا حدی ریز رخساره‌های گرینستون پلوییدی تشکیل شده است. سن این سکانس آکی تانین پسین می‌باشد (شکل ۷).

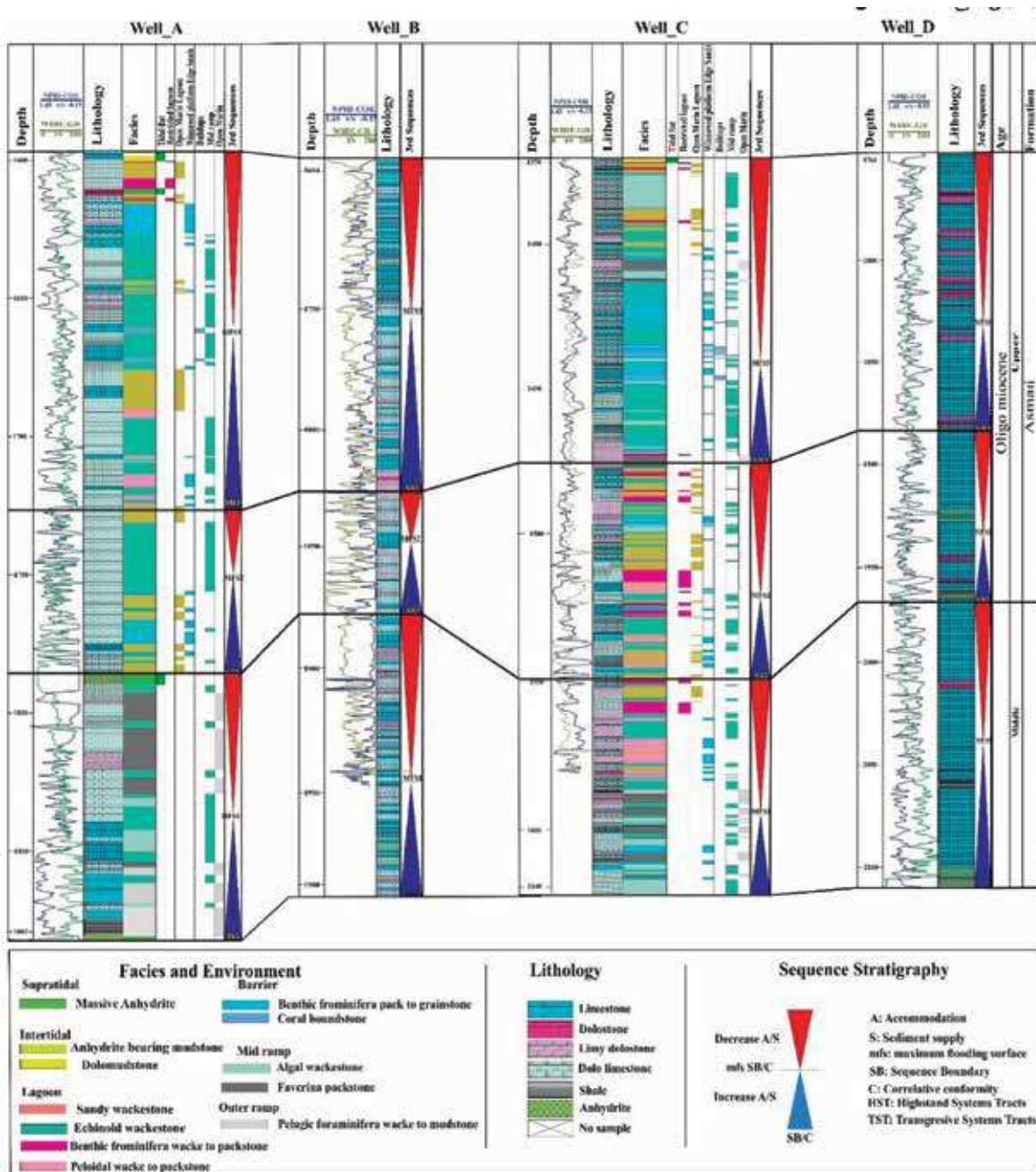
**سکانس سوم (ابتدای بوردیگالین):** مرز پایینی این سکانس در نزدیک مرز آکی تانین-بوردیگالین و روند کم‌عمق شدن ریز رخساره‌ها قرار دارد و مرز بالایی آن نیز با کم‌عمق شدن آب دریا و تشکیل اولین لایه انیدریتی سازند گچساران (پوش سنگ) مشخص شده است. سیستم تراکت پیش‌رونده در این سکانس بیشتر از ریز رخساره‌های رمپ میانی تشکیل شده است. بیشینه سطح غرقابی به‌وسیله ریز رخساره وکستون دارای خارپوست مشخص شده است. سیستم تراکت تراز بالا نیز به‌طور عمده از ریز رخساره‌های رمپ داخلی تا پهنه جزر و مدی تشکیل شده است. سن این سکانس بوردیگالین پیشین می‌باشد (شکل ۷).

همان‌طور که ذکر شد، فرآیندهای ثانویه اصلی تاثیرگذار بر سازند آسماری در میدان مطالعه شده شامل تراکم، سیمانی شدن، انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی می‌باشد. بر اساس مطالعات دیاژنزی، سازند مطالعه شده سه مرحله دیاژنزی شامل دیاژنزی دریایی، متئوریک و تدفینی را تجربه کرده است. تاریخچه فرآیندهای دیاژنزی سازند مورد مطالعه در شکل ۶ نشان داده شده است. دولومیتی شدن و دیگر فرآیندهای دیاژنزی از قبیل انحلال و شکستگی باعث ایجاد سیستم تخلخل و تراوایی و توسعه کیفیت مخزنی در سازند آسماری به‌خصوص در رخساره‌های لاگونی دولومیتی شده شده‌اند. با این وجود سیمان‌های انیدریتی پرکننده شکستگی‌ها تراوایی را در بخش‌های بالایی سازند آسماری کاهش داده‌اند. تراکم و سیمانی شدن (سیمانی شدن کلسیتی و انیدریتی) نقش منفی در کیفیت مخزنی داشته‌اند. سیمان‌های انیدریتی و کلسیتی بیشتر با پر کردن فضاهای خالی و شکستگی‌ها باعث کاهش کیفیت مخزنی شده‌اند.

## چینه‌نگاری سکانسی

به‌طور کلی، در این مطالعه بر اساس مطالعات پتروگرافی و ریز رخساره و محیط رسوبی سه سکانس رده سوم به سن میوسن تشخیص داده شده است (شکل ۷). این سکانس‌ها معادل سکانس‌های شماره ۴، ۵ و ۶ سازند آسماری در حوضه فروافتادگی دزفول می‌باشند. تعریف سکانس در این مطالعه از ون ووگنر و دیگران (Van wogoner et al., 1990) و ویل و دیگران (Vail et al., 1991) اقتباس شده است، هر سکانس را بین دو مرز سکانسی (SB) در بالا و پایین محدود کرده و سطح حداکثر غرق آبی (MFS) را به‌عنوان جداکننده سیستم تراکت‌های TST و HST لحاظ می‌کنند.

**سکانس اول (آکی تانین زیرین):** مرز پایینی این سکانس با لایه‌های انیدریت قاعده‌ای مشخص شده است و مرز بالایی آن با اولین بخش از انیدریت میانی (معادل بخش کلهر) مشخص شده است. انیدریت قاعده‌ای مهم‌ترین مشخصه برای تشخیص مرز سکانسی (حداکثر پایین افتادگی آب دریا) می‌باشد. این افق انیدریتی در اثر کم‌عمق شدن موقتی حوضه و قطع ارتباط با دریای باز در سطح تراز پایین سطح



شکل ۷. مدل چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در میدان مورد مطالعه

## بحث

دیتروپا مشخص می‌شود. نتایج مطالعات رخساره‌ای و تجزیه و تحلیل آنها نشان می‌دهد که بخش آسماری میانی به‌طور عمده متشکل از رخساره‌های رمپ بیرونی تا میانی است در حالی که بخش آسماری فوقانی به‌طور اصولی در یک پلاتفرم به نسبت کم انرژی تر با گسترش رخساره‌های رمپ میانی تا رمپ داخلی تشکیل شده است و حاوی چرخه‌های کم‌عمق

به‌طور کلی رمپ کربناته سازند آسماری از سه بخش اصلی رمپ داخلی با کمربندهای رخساره‌ای بین کشندی و لاگون محدود شده، رمپ میانی با کمربندهای رخساره‌ای پشته‌های زیر آبی سدی اوئیدی-بایوکلستی و ریف‌های کومه‌ای (حد فاصل لاگون تا دریای باز) و رمپ خارجی با کمربند رخساره‌ای دریای باز و رخساره گل غالب حاوی روزن داران پلانکتونیک و

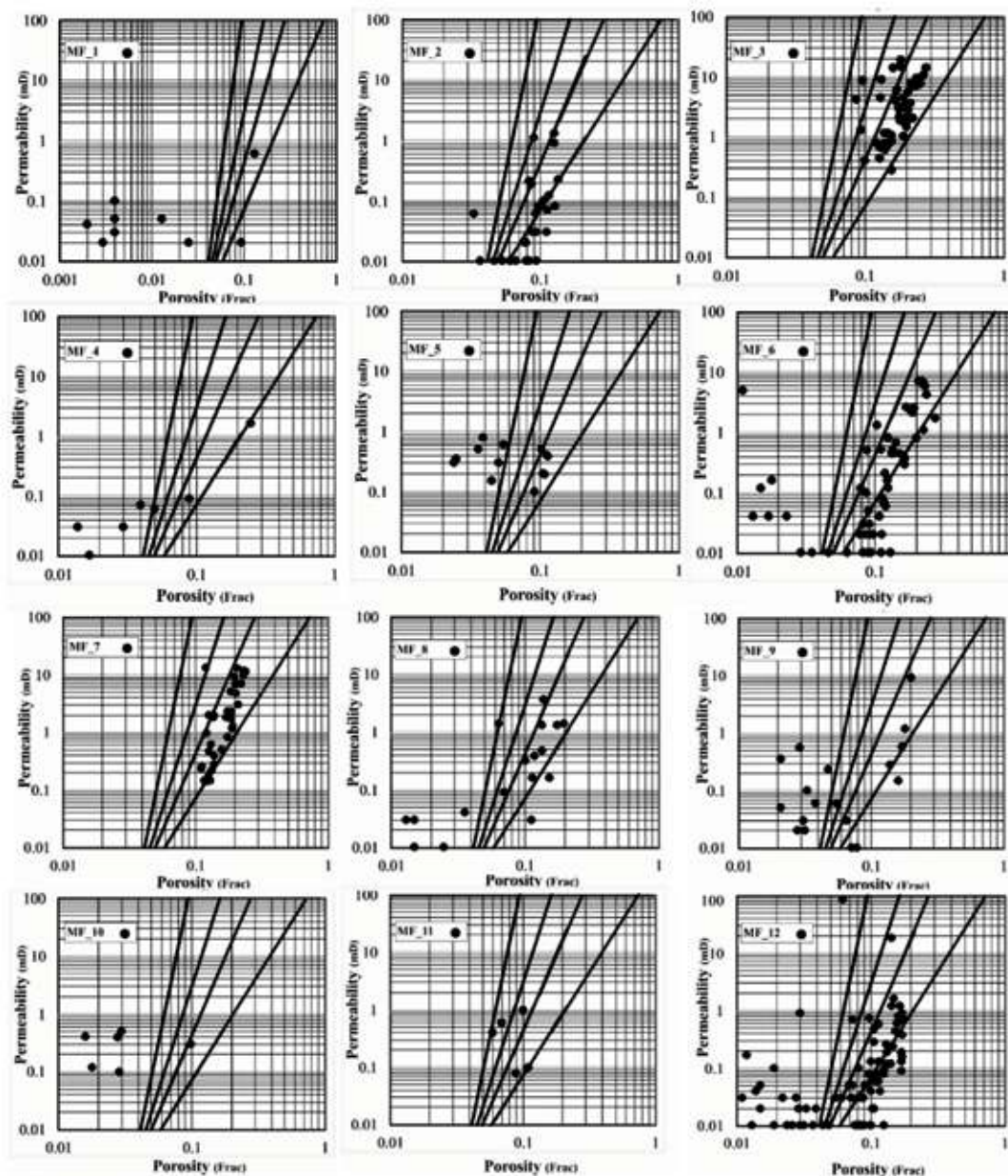
دیاژنزی بهبوددهنده کیفیت مخزنی نظیر انحلال و دولومیتی شدن نیز همگی به طور محدود و در برخی رخساره‌های خاص (MF3, MF7, MF6) در پلاتفرم کریناته فوق گسترش داشته‌اند (شکل ۸)، به نوبه خود باعث محدود شدن لایه‌های کریناته متخلخل (تخلخل‌های بیشتر از ۱۰ درصد) شده است. به طور کلی سازند آسماری در بسیاری از نواحی زاگرس و خلیج فارس به عنوان یک سازند کریناته مترکم با تخلخل ماتریکس ضعیف شناخته می‌شود که ارزش مخزنی خود را مدیون شکستگی‌های ناشی از چین خوردگی زاگرس است (Ghazban, 2007). میانگین تخلخل ماتریکس در سازند آسماری پنج تا ۱۴ درصد و تراوایی حدود ۱۰ میلی داری است (Hull and Warman, 1970).

فرآیندهای دیاژنزی نظیر انحلال و دولومیتی شدن به سختی متاثر از ترکیب سنگ شناسی اولیه هستند و بنابراین با افزایش حجم ذرات اولیه ناپایدار (دانه‌های اوئیدی و یا قطعات دوکفه‌ای) احتمال ایجاد عوارض انحلالی افزایش می‌یابد. همچنین افزایش انرژی در پلتفرم کریناته که منجر به تمیز بودن زمینه سنگ و تشکیل رخساره‌های گرینستونی می‌شود (MF6, MF7, MF8, MF9) از عوامل موثر در شکل‌گیری رخساره‌های مساعدتر مخزنی می‌باشد (شکل ۸)، همگی در سازند آسماری میدان مورد مطالعه کمتر یافت شده و یا محدود به واحدهای خاص می‌باشد (شکل ۸). به طور اصولی انحلال به عنوان یکی از عوامل اصلی افزایش تخلخل، به طور عمده در رخساره‌های گرینستونی توسعه یافته است و در این میدان از فراوانی کمی برخوردار هستند. دامنه تخلخل بالای رخساره MF5 و MF6 به طور عمده ناشی از گسترش تخلخل‌های حفره‌ای و بین بلورین می‌باشد (شکل ۸). بنابراین به نظر می‌رسد دو عامل شرایط محیط رسوب‌گذاری اولیه (به لحاظ ترکیب کانی‌شناسی و بافت اولیه سنگ) و گسترش تخلخل‌های حفره‌ای و بین بلورین به همراه گسترش درزه و شکاف‌های فراوان، استعداد مخزنی سازند آسماری را در میدان شکل داده است.

شونده به سمت بالا تا تغییر شرایط محیط رسوبی به رسوبات تبخیری سازند گچساران می‌باشد.

در طول زمان، نوسانات سطح دریا نقش بسیار مهمی را در گسترش جانبی و عمودی رخساره‌های رمپ‌های کم عمق کریناته دارد به گونه‌ای که با بالا آمدن نسبی سطح دریا رخساره شول پشت به باد بر روی رخساره‌های لاگون پیشروی کرده و ایجاد فن‌های حاصل از شستشو می‌کنند. بخش مرکزی شول‌های کریناته بیشتر اوئیدی تا بایوکلاستی با بلوغ بافتی زیاد است و حاکی از غلبه شرایط پر انرژی است. این قبیل رخساره‌ها در میدان مورد مطالعه گسترش چندانی ندارند (شکل ۷)، خود سبب محدود شدن واحدهای متخلخل تحت کنترل شرایط رسوب‌گذاری اولیه در پلتفرم کریناته محل ته‌نشست سازند آسماری شده است. در بخش عقبی پشته‌های زیر آبی، محیط لاگون کم عمق و بیشتر کم انرژی گسترش داشته است که در آن موجودات مختلف کفزی با تنوع زیستی کم توسعه یافته‌اند (شکل ۳). این گونه رخساره‌ها، بخش عمده‌ای از توالی سازند آسماری در میدان را تشکیل می‌دهند که البته گسترش حفره‌های انحلالی و تخلخل‌های درون دانه‌ای سبب افزایش کیفیت مخزنی در این رخساره‌ها شده است. رخساره‌های این ناحیه (لاگون) از نظر بافتی گل غالب است و در مجاورت توالی‌های کسندی (گاهی رخساره‌های تبخیری) به طور متناوب نهشته شده‌اند. بنابراین به صورت غالب مستعد دولومیتی شدن و عامل دیگری برای بهبود تخلخل و تراوایی در رخساره‌های گل غالب لاگونی است (شکل ۸). هرچند که به دلیل ریزلور بودن دولومیت‌های فوق، مقادیر تراوایی در بیشتر موارد کمتر از ۱۰ میلی داری می‌باشد (شکل ۸).

به لحاظ مخزنی در این پلاتفرم کریناته کم عمق، رخساره‌های با کیفیت مخزنی اولیه بالا یعنی رخساره‌های سد کریناته (MF7, MF8, MF9) دارای گسترش چندان زیادی نیستند (شکل ۸)، دلیل اصلی آن تا حد زیادی نبود حضور موجودات ریف ساز سدی و یا گسترش محدود آنها است. این شرایط موجب ایجاد نیمرخ بسیار کم شیب و ملایم در پلاتفرم کریناته آسماری شده است که در آن به طور عمده رخساره‌های گل غالب ته‌نشین شده‌اند



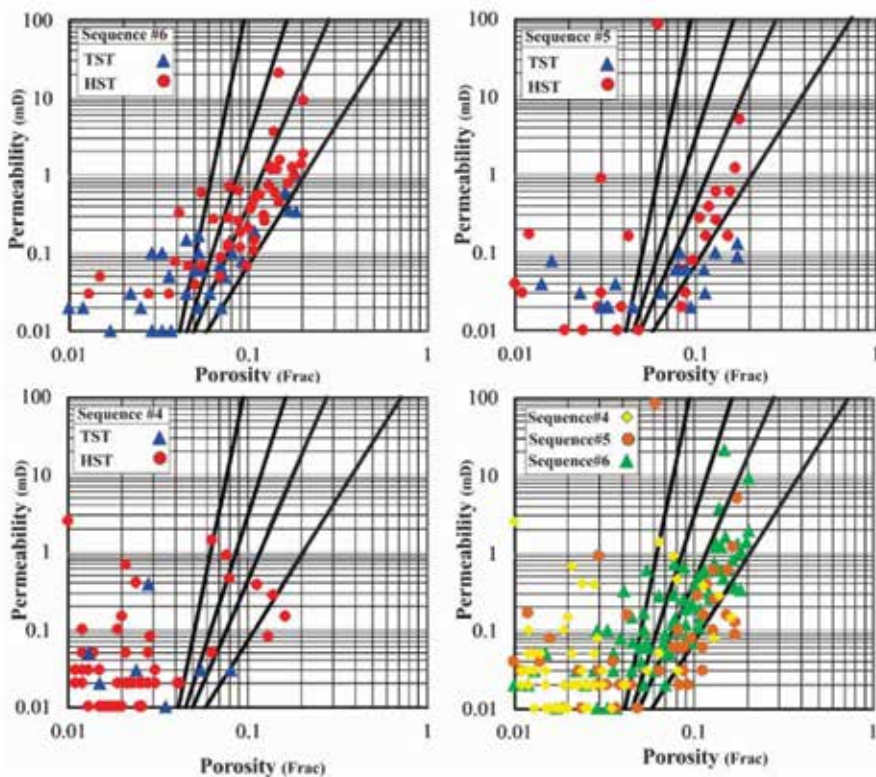
شکل ۸. توزیع تخلخل و تراوایی برای رخساره‌های مختلف بر روی نمودار فابریک سنگی لوسیا (Lucia, 1995)

و باندستون‌های مرجانی و تخلخل‌های درون/بین‌دانه‌ای حاصل از دولومیتی شدن و انحلال اجزاء ناپایدار آراگونیتی در این رخساره‌ها در سیستم تراکت HST از یک طرف، و فراوانی ریز رخساره‌های گل پشتیان همراه با آهک میکریتی و سیمان‌های کلسیتی/انیدریتی در سیستم تراکت TST از طرف دیگر، کیفیت مخزنی HST از TST بالاتر می‌باشد (شکل ۹). در نزدیکی مرزهای سکansı، کیفیت مخزنی به دلیل ایجاد تخلخل‌های حفره‌ای (نتیجه‌های حاصل انحلال جوی) و تخلخل‌های بین‌بلوری (حاصل از دولومیتی شدن)

تفسیر نتایج چینه‌نگاری سکansı در میدان مورد مطالعه و مقایسه آن با توزیع رخساره‌ها و کیفیت مخزنی نشان‌دهنده ارتباط به نسبت مستقیم بین خصوصیات مخزنی با سیستم تراکت‌های شناسایی شده دارد. در حالت کلی، سیستم تراکت پس‌رونده (TST) در بازه مورد مطالعه از رخساره‌های لاگون (لاگون دریای باز/ لاگون محدود شده) تشکیل شده است. در مقابل، سیستم تراکت تراز بالا (HST) از گرینستون‌ها و باندستون مرجانی رمپ داخلی تشکیل شده است. به دلیل حضور گرینستون‌های بایوکلاستی شول

شدن از کیفیت مخزنی بهتری نسبت به سکانس‌های ۴ و ۵ برخوردار می‌باشد (شکل ۹). در حالت کلی، کیفیت مخزنی از سکانس ۴ به سمت سکانس ۶، به دلیل افزایش دولومیتی شدن، انحلال بیشتر و پایداری بیشتر حوضه در بوردیگالین (این پایداری بر اساس ضخامت بالاتر سکانس، و یکنواختی بیشتر رخساره‌ها نتیجه‌گیری شده است) افزایش یافته است (شکل ۹).

افزایش یافته است. از طرف دیگر کیفیت مخزنی به دلیل حضور رخساره‌های گل پش‌تیبان کم‌عمق رمپ میانی و رمپ خارجی به سمت سطح بیشینه غرقابی کاهش یافته است. سکانس شش از رخساره‌های کم‌ویش یک‌دست در هر دو چاه تشکیل شده است که نشان‌دهنده شرایط یواستازی ثابت در بوردیگالین می‌باشد. این سکانس به دلیل فراوانی بیشتر رخساره‌های (MF3, 6, 7, 8) با کیفیت مخزنی بالاتر همراه با تاثیر مثبت فرآیندهای دیاژنزی از قبیل انحلال و دولومیتی



شکل ۹. توزیع تخلخل و تراوایی سکانس‌های شناسایی شده بر روی نمودار فابریک سنگی لوسیا (Lucia, 1995)

## نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات پتروگرافی ۱۲ ریز رخساره در پنج زیر محیط شامل بین کشندی، لاگون، سد، رمپ میانی و رمپ بیرونی متعلق به یک رمپ کربناته کم شیب برای سازند آسماری در میدان مطالعه شده شناسایی شده است. ریزرخساره‌های بین کشندی، لاگون و سد بیشتر در بخش بالایی و بعضی از پهنه‌های بخش میانی سازند دیده می‌شوند حال آنکه ریز رخساره‌های رمپ میانی و رمپ بیرونی بیشتر در بخش میانی سازند آسماری گسترش داشته‌اند. تجزیه و تحلیل محیطی نشان داد که بخش داخلی و میانی رمپ کم شیب در طول رسوب‌گذاری سازند آسماری در میدان مورد مطالعه غلبه داشته‌اند. تراکم، سیمانی شدن، انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی فرآیندهای دیاژنزی اصلی سازند آسماری را تشکیل می‌دهند. انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی باعث بهبود کیفیت مخزنی شده‌اند حال آنکه سیمانی شدن و تراکم باعث کاهش کیفیت مخزنی شده‌اند. تخلخل بین‌بلوری

تجزیه و تحلیل محیطی نشان داد که بخش داخلی و میانی رمپ کم شیب در طول رسوب‌گذاری سازند آسماری در میدان مورد مطالعه غلبه داشته‌اند. تراکم، سیمانی شدن، انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی فرآیندهای دیاژنزی اصلی سازند آسماری را تشکیل می‌دهند. انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی باعث بهبود کیفیت مخزنی شده‌اند حال آنکه سیمانی شدن و تراکم باعث کاهش کیفیت مخزنی شده‌اند. تخلخل بین‌بلوری

berg, S.N., Pickard, N., Moallemi, A., Svåná, T., Darke, G., Dickson, J.A.D. and Oxtoby, N.H., 2006. The origin of dolomite in the Asmari formation (Oligocene-lower Miocene), Dezful embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 29(4), 381-402.

- Burchette, T.P. and Wright, V.P., 1992. Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, 79(1-4), 3-57.

- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbertshikov, I.M., Geyssant, J., Lepvrier, C. and Pechersky, D.H., 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. *Tectonophysics*, 123(1-4), 241-315.

- Ehrenberg, S. N., N. A. H., Pickard, G. V., Laursen, S. Monibi, Z. K., Mossadegh, T. A., Sva-na, A. A. M., Aqrawi, J. M., McArthur, and M. F. Thirlwall, 2007. Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SWIran, *Journal of Petroleum Geology* 30:107-128.

- Flugel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks*. Springer-Verlag, Berlin, 976 .

- Ghazban, F., 2007. *Petroleum geology of the Persian Gulf*. Tehran university and National Iranian Oil Company, 707.

- Golonka, J., 2000. *Cambrian-Neogen Plate Tectonic Maps*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, Poland. 125

- Lucia, F.J., 1995, Rock-fabric/petrophysical classification of carbonate pore space for reservoir characterizatio: *AAPG Bulletin*, 79, No.9, 1275-1300.

- Lucia, F.J., 2007. *Carbonate Reservoir Characterization*. Springer-Verlag, Berlin, 341

- Normi, R. and Standen E., 1997. *Middle East Well Evaluation Review*, SPE 18.

- Plint, A.G. and Nummedal, D., 2000. The falling stage systems tract: recognition and im-

حاصل از دولومیتی شدن (به‌خصوص دولومیتی شدن کننده فابریک در رخساره‌های رمپ داخلی)، تخلخل قالبی و حفره‌ای حاصل از انحلال مهم‌ترین نوع فضاهای خالی دیاژنزی هستند که کیفیت مخزنی سازند را کنترل می‌کنند.

از نظر چینه‌نگاری سکانسی، بخش آسماری زیرین در میدان مطالعه شده رسوب‌گذاری نکرده است. سه سکانس رده سه متعلق به میوسن بر اساس الگوی عمیق شدگی و کم‌عمق شدگی رخساره‌ها برای سازند مورد مطالعه شناسایی شده است. سکانس ۶ بهترین کیفیت مخزنی را نسبت به دو سکانس دیگر به دلیل دولومیتی شدن بیشتر، انحلال بیشتر و پایداری بیشتر حوضه در بوردیگالین دارا می‌باشد. همچنین به دلیل دولومیتی شدن، شکستگی و انحلال بیشتر در سیستم تراکت HST کیفیت مخزنی نسبت به TST بالاتر است.

## منابع

- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۲.

- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴. زمین‌شناسی نفت زاگرس. سازمان زمین‌شناسی کشور طرح تدوین.

- Ahr, W.M., 2008. *Geology of carbonate reservoirs*. John Wiley and Sons, Chichester, 296.

- Al-Aasm, I.S., Ghazban, F. and Ranjbaran, M., 2009. Dolomitization and related fluid evolution in the Oligocene-Miocene Asmari Formation, Gachsaran area, SW Iran: petrographic and isotopic evidence. *Journal of Petroleum Geology*, 32(3), 287-304.

- Alsharhan, A.S. and Kendall, C.G.S.C., 1986. Precambrian to Jurassic rocks of Arabian Gulf and adjacent areas: their facies, depositional setting, and hydrocarbon habitat. *AAPG Bulletin*, 70(8), 977-1002.

- Alsharhan, A.S. and Whittle, G.L., 1995. Carbonate-evaporite sequences of the Late Jurassic, southern and southwestern Arabian Gulf. *AAPG Bulletin*, 79(11), 1608-1630.

- Aqrawi, A.A.M., Keramati, M., Ehren-



- portance in sequence stratigraphic analysis. Geological Society, London, Special Publications, 172(1), 1-17.
- Posamentier, H.W. and Allen, G.P., 1999. Siliciclastic sequence stratigraphy: concepts and applications (Vol. 7, p. 210). Tulsa, Oklahoma: SEPM (Society for Sedimentary Geology).
  - Sepehr, M. and Cosgrove, J.W., 2004. Structural framework of the Zagros fold-thrust belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 21(7), 829-843.
  - Stampfli, G., Marcoux, J. and Baud, A., 1991. Tethyan margins in space and time. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87(1-4), 373-409.
  - Sun, S.Q., 1995. Dolomite reservoirs: porosity evolution and reservoir characteristics. *AAPG bulletin*, 79(2), 186-204.
  - Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisnet, P. N. and Perez-cruz, C., 1991. Signatures of tectonics, eustasy and sedimentology-an overview. In: Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A. (eds) *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 617-659.
  - Hull, C.E. and Warman, H.R., 1970. Asmari oil fields of Iran.
  - Van Buchem, F.S.P., Allan, T.L., Laursen, G.V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M. and Rahmanian, V. D., 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well log, cores, and outcrops: Concepts of high-resolution correlation of time and facies. *American Association of Petroleum Geologists. Methods in Exploration Series*, 7, 1-55.
  - Van Buchem, F.S.P., Allan, T.L., Laursen, G.V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, N.A.H., Tahmasbi, A.R., Vedrenne, V. and Vincent, B., 2010. Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations) SW Iran. Geological Society, London, Special Publications, 329(1), 219-263.
  - Wilson, J. L., 1975. *Carbonate Facies in Geological History*: New York, Springer, 471