

بررسی فرآیندهای دیاژنزی تأثیر گذار بر کیفیت مخزنی سازند آسماری در میدان نفتی

پارسی

زیبا دانایی^۱، طاهره حبیبی^۲، امیر کریمیان طرقله^{۳*}، رضا فتحی ایسوند^۴

۱. دانشجوی زمین شناسی نفت، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

۲. هیئت علمی گروه زمین شناسی نفت، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

۳. هیئت علمی گروه زمین شناسی نفت، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

۴. شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

*amirkarimian@shirazu.ac.ir

چکیده: بررسی تأثیر فرایندهای دیاژنزی مؤثر بر کیفیت مخزنی سازند آسماری به سن الیگوسن-میوسن هدف این مطالعه بوده است. بررسی های پتروگرافی مقاطع نازک حاصل از مغزه ها و خرده های حفاری در چاه های منطقه ی مورد مطالعه حاکی از تأثیر فرآیندهای دیاژنزی مهم میکرایتی شدن، تراکم مکانیکی و شیمیایی، سیمانی شدن، انحلال، انیدریتی شدن، شکستگی و دولومیتی شدن در سازند آسماری می باشد. دو فرآیند دیاژنزی مهم و مؤثر بر کیفیت مخزنی سازند آسماری به ترتیب شکستگی ها و دولومیتی شدن هستند. شکستگی ها با ایجاد ارتباط بین تخلخل های جدا از هم نقش مهمی در افزایش تراوایی و کیفیت مخزنی دارند. دولومیتی شدن ناهمگنی های مختلفی بویژه از نظر تخلخل و تراوایی ایجاد کرده و در کیفیت مخزنی تأثیر زیادی داشته است.

واژگان کلیدی: دیاژنزی، کیفیت مخزنی، سازند آسماری، میدان نفتی پارسی

مقدمه

سازند آسماری، یک سکانس ضخیم کربناته با سن الیگوسن- میوسن، یکی از عظیم ترین مخازن نفتی در جنوب غربی ایران و جهان می باشد. این سازند بر یک پلاتفرم کربناته واقع در حوضه ی زاگرس نهشته شده و بیشترین گسترش آن در فروافتادگی دزفول می باشد (مطیعی ۱۳۸۲). از نظر سنگ شناسی، از آهک، آهک دولومیتی، دولومیت آهکی، آهک مارنی، مارن و لایه های تبخیری تشکیل شده است. ضخامت متوسط سازند آسماری در میدان مورد مطالعه ۴۰۰ متر است و به صورت تدریجی روی سازند پابده و زیر سازند گچساران قرار گرفته است. دیاژنز شامل تمامی تغییرات

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



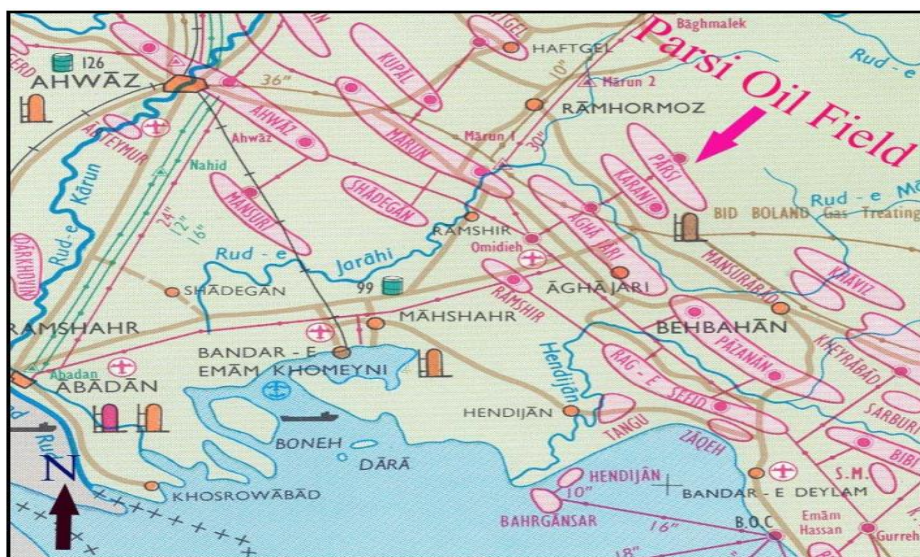
8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

فیزیکی، زیستی و شیمیایی است که بافت، ترکیب و ماهیت رسوب را از زمان رسوبگذاری تا قبل از دگرگونی تحت تأثیر قرار می دهد. سنگ های کربناته چون از نظر کانی شناسی ناپایدار هستند، بیشتر از سایر سنگ ها چه در زمان رسوبگذاری و چه پس از رسوبگذاری تحت تأثیر دیاژنز قرار می گیرند و این تغییرات یا باعث تغییر در ترکیب شیمیایی سنگ می شوند و یا فقط نظم و آرایش کانی های تشکیل دهنده ی سنگ را تحت تأثیر قرار می دهند. هر کدام از این تغییرات منجر به تبدیل رسوبات نرم و متخلخل به رسوبات سخت و کم تخلخل خواهد شد. فرآیندهای دیاژنزی اصلی مخزن آسماری شامل سیمانی شدن، انحلال، تراکم، انیدریتی شدن، دولومیتی شدن، شکستگی و میکرایتی شدن هستند.

موقعیت جغرافیایی میدان پارس

میدان نفتی پارس در جنوب غرب ایران، در 40 کیلومتری جنوب شرق شهرستان رامهرمز و در استان خوزستان قرار گرفته است. میدان پارس یکی از میداین بزرگ نفتی است که در جنوب دزفول شمالی از بخش فرو افتادگی دزفول، در بین میداین پرنج، کرنج، ماماتین، کوه بنگستان، منصورآباد و در محدوده ی عرض های جغرافیایی 30°/55' الی 31°/12' و طول های جغرافیایی 49°/49' الی 50°/03' واقع شده است. حداکثر ارتفاع منطقه نسبت به سطح تراز دریا 900 متر است. این میدان یک تاقدیس کمی نامتقارن است که طول 36 کیلومتر و عرض 7 کیلومتر دارد و در حاشیه ی جنوب غربی کمربند چین خورده ی زاگرس، در شمال بخش مرکزی فروافتادگی دزفول قرار دارد. (شکل 1) موقعیت جغرافیایی میدان پارس را نشان می دهد.



هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

شکل 1: موقعیت جغرافیایی میدان پارسی

بحث

این پژوهش براساس مطالعات پتروگرافی 1412 عدد مقطع نازک تهیه شده از مغزه ها و خرده های حفاری به دست آمده از سازند آسماری در 4 حلقه چاه از میدان پارسی انجام شده است براساس مطالعات پتروگرافی انجام شده بر روی مقاطع نازک مهم ترین فرآیندهای دیاژنزی شناسایی شده در سازند آسماری در میدان پارسی شامل:

سیمانی شدن

سیمانی شدن یکی از مهم ترین و بیشترین فرآیندهای دیاژنزی بوده که در میدان مورد مطالعه اتفاق افتاده است. شناسایی سیمانها در مخازن کربناته بسیار مهم است زیرا این سیمانها بر روی کیفیت مخزن تاثیر واحدی ندارند. با مطالعه ی مقاطع نازک تهیه شده از چاه های مورد مطالعه، سیمان های مهم زیر شناسایی شدند.

سیمان بلوکی

این سیمان دارای بلورهای دانه متوسط تا دانه درشت بدون جهت یابی با مرزهای بلوری مشخص است و در میدان مورد مطالعه شکستگی ها و تخلخل های ایجاد شده در بایوکلست ها را پر کرده است. این سیمان در محیط های متئوریک و تدفینی تشکیل می شود. (Flugle, 2004).

سیمان دروزی

این سیمان دارای بلورهای هم اندازه تا کشیده بی شکل تا نیمه شکل دار است که اندازه بلورهای آن از دیواره ی حفره به طرف مرکز حفره افزایش پیدا می کند (Flugle, 2010). سیمان دروزی به صورت پرکننده ی حفرات در فضاهای بین دانه ای و درون حجرات اسکلتی، در تخلخلهای قالبی حاصل از انحلال و در طول شکستگیها تشکیل می شود. در نمونه های مطالعه شده سیمان دروزی دارای گسترش چندانی نبوده است با این وجود در جاهایی که گسترش یافته عمدتاً تخلخل شبکه های رشدی و تخلخل درون دانه ای را تحت تاثیر قرار داده است. این سیمان هم در محیط دیاژنز دفنی و هم در محیط دیاژنز جوی تشکیل می شود (James, 1991).

سیمان فراگیرنده

این سیمان دارای بلورهای درشتی است که هر کدام چند آلوم را در برمی گیرند و ذرات درون آن بصورت شناورند. سیمان فراگیرنده حاصل رشد آهسته ی بلورهای کلسیتی در محیط دفنی است و از سیالات بین ذره ای اشباع

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

از CaCO_3 تشکیل می شود (Tucker, 2001). در سازند آسماری این سیمان بصورت کلسیتی زیاد دیده می شود ولی در کل بیشتر بصورت تبخیری (انیدریت) وجود دارد. در مقاطع مطالعه شده عمدتاً باعث آسیب جدی و گسترده به تخلخلهای بین دانه‌های بخصوص در پکستونها و گرینستونها شده است.

سیمان هم بعد

بلورهای کلسیت شفاف کم منیزیم که اندازه‌ی آنها تقریباً برابر و پرکننده‌ی فضاهای خالی بین دانه‌ای هستند (Flugle, 2010). این سیمان مخصوص محیط‌های متئوریک و دفنی است (Tucker, 1991) و شفافیت آن دلالت بر غیر دریایی بودن آن دارد (Sable and James, 2018). سیمان هم بعد در مقاطع مورد مطالعه تخلخل‌های اولیه‌ی بین دانه‌ای را در میکروفاسیس‌های دانه پش‌تیبان گرینستونی پر کرده است و باعث کاهش کیفیت مخزنی شده است.

سیمان رشد هم محور

این سیمان اگر کدر باشد خاص محیط‌های دیاژنز دریایی است (Tucker, 1991) و اگر بلورهای شفاف داشته باشد خاص محیط‌های غیردریایی (جوی و تدفینی) است. این سیمان معمولاً در رخساره‌های وکستون تا پکستون که قطعات اکینودرم دارند تشکیل می شود و عمدتاً تخلخلهای اولیه بین دانه‌های را پر کرده و در عین حال آسیب جدی به نفوذپذیری وارد می کند. در منطقه‌ی مورد مطالعه فراوانی چندانی ندارد، بنابراین تأثیرناچیزی بر تخلخل و کیفیت مخزنی دارد.

سیمان‌های هم ضخامت

این سیمان جز سیمان‌های نسل اول می باشد که جنس آن معمولاً کلسیت پرمینیزیم است. سیمان هم ضخامت به دو صورت سیمان هم ضخامت تیغه‌ای و سیمان هم ضخامت حاشیه‌ای دیده می شود. سیمان هم ضخامت تیغه‌ای داخل تخلخل حاصل از انحلال پوسته‌ی بایوکلیست‌ها و بر روی دیواره‌ی بیرونی و داخلی دانه‌های اسکلتی بصورت بلورهای کوتاه و ضخیم تشکیل شده است. این سیمان در سازند آسماری گسترش زیادی ندارد و بنابراین تأثیر زیادی روی کاهش تخلخل ندارد و بیشتر تخلخل‌های درون دانه‌ای را تحت تأثیر قرار می دهد. سیمان هم ضخامت تیغه‌ای جز سیمان‌های نسل اول و محیط دریایی است (Andrieu et al., 2017). سیمان هم ضخامت حاشیه‌ای جزء سیمان‌های نسل اول

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

میباشد (یعنی اولین نوع سیمان است به صورت نواری از بلورهای هم قد یا هم ضخامت در اطراف آلوکم های اسکلتی و غیر اسکلتی قرار میگیرد). حالت رشته ای و ضخامت یکسان این سیمان ها و همچنین قرارگیری سیمانهای شفاف اسپارایتی به عنوان نسل بعدی آنها، می تواند نشان دهنده دریایی بودن آنها باشد (Tucker, 2001).

انیدریتی شدن

فرایند انیدریتی شدن در مخزن آسماری بیشتر در بخش میانی و بالایی این سازند دیده می شود ولی در میدان پارسی در بخش پایینی سازند آسماری بصورت قاعده ای دیده می شود. طبق مطالعاتی که بر روی مقاطع نازک مورد مطالعه انجام شد فرآیند انیدریتی شدن در میدان پارسی به اشکال مختلف لایه ای، تیغه ای، ندولی (گرهک انیدریتی، سیمان های انیدریتی) (سیمان انیدریت فراگیرنده یا پویی کیلوتوپیک، سیمان انیدریت پر کننده ی فضاهای خالی) (تخلخل های قالبی، حفره ای، شکستگی و...) و انیدریتی شدن تکه های اسکلتی به خصوص اکتینوپیدها دیده شده است. انیدریت گرهگی و تیغه ای و لایه ای مربوط به محیط دیاژنز دریایی، سیمان های انیدریتی پرکننده ی تخلخل ها مربوط به محیط دیاژنز متئوریک و سیمان های انیدریت فراگیرنده و پرکننده ی شکستگی ها مربوط به محیط دیاژنز تدفینی هستند (آدابی و همکاران، ۱۳۹۷)، (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶). فرایند انیدریتی شدن در چاه های مطالعه شده آسیب جدی به تخلخل نوع شکستگی، بین دانه ای، قالبی و حفره ای، بخصوص در بخش فوقانی این سازند که این پدیده گسترش بیشتری دارد وارد کرده است، بنابراین می تواند یکی از عوامل مهم کاهش کیفیت مخزنی و کاهش تولید در میدان پارسی باشد.

شکستگی

مهم ترین فرآیند دیاژنزی مؤثر بر کیفیت مخزنی در سازند آسماری شکستگی ها هستند که بیشتر منشأ تکتونیکی دارند. شکستگی ها معمولاً در رخساره هایی که کیفیت مخزنی پایینی دارند مثل وکستون ها، مادستون ها و پیکستون ها به عنوان یک عامل مؤثر در بهبود کیفیت مخزنی عمل می کنند و با اتصال تخلخل های جدا از هم و ارتباط تخلخل ها باهم باعث افزایش تراوایی مخزن و نهایتاً بهبود کیفیت مخزنی می شوند. در مقاطع مطالعه شده شکستگی ها بیشتر در رخساره های دولومیتی شده ایجاد شدند که دلیل آن مقاومت بالای دولومیت ها در برابر فشار می باشد و به دو صورت باز و پر شده (رگه) دیده می شوند. شکستگیها عموماً مرتبط با فرآیندهای دیاژنزی تدفینی هستند (Wade and

Moore, 2013).

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

دولومیتی شدن

بعد از شکستگی ها مهم ترین فرآیند دیاژنزی مخزن آسماری دولومیتی شدن است که بخش های قابل توجهی از توالی سنگ مخزن آسماری را تحت تأثیر قرار داده و ناهمگنی های مختلفی بویژه از نظر تخلخل و تراوایی ایجاد کرده و در کیفیت مخزنی تأثیر زیادی داشته است. در چاه های مطالعه شده در شرق میدان این فرآیند به وفور دیده می شود و تخلخل های حفره ای و شکستگی های زیادی در آنها ایجاد شده است. این دولومیت ها بیشتر از نوع ریز بلور، ریز تا متوسط بلور، انتخاب کننده ی فابریک، فراگیرنده می باشند. فرآیند دولومیتی شدن در محیط دیاژنز تدفینی اتفاق می افتد (Warren, 2006).

انحلال

انحلال یکی از مهم ترین فرآیندهای مؤثر بر کیفیت مخزنی است که باعث ایجاد تخلخل های قالبی، حفره ای، غاری و کانالی در سنگ می شود. انحلال در سازند آسماری هم در محیط دیاژنز جوی، هم در محیط دیاژنز تدفینی به صورت دو فاز اتفاق می افتد (Flugle, 2010):

1- انتخاب کننده ی فابریک (در محیط جوی) که طی انحلال ذرات ناپایدار (آراگونیت) حل شده و تخلخل قالبی و حفره ای ایجاد می شود

2- غیر انتخاب کننده ی فابریک (در محیط تدفینی عمیق و کم عمق) که تخلخل بیشتر تخریب کننده ی فابریک است و همه ی اجزای سنگ (بایوکلیست ها، دانه های غیر اسکلتی، سیمان و ماتریکس) را تحت تأثیر قرار می دهد و باعث افزایش تخلخل های حفره ای و تخلخل روی سطوح استیلولیت ها می شود. در بخش های دولومیتی شده این فاز بیشتر رخ می دهد. در مقاطع مطالعه شده ی میدان پارسی در این مطالعه انحلال باعث ایجاد تخلخل های حفره ای، قالبی شده است و نقش مؤثری در افزایش کیفیت مخزنی داشته است. انحلال هم در محیط های جوی و هم تدفینی اتفاق می افتد (Flugle, 2010).

فشرده گی

فشرده گی یکی از مهم ترین فرآیندهای دیاژنزی در مخزن آسماری و در میدان مورد مطالعه است، که تأثیر زیادی در کاهش تخلخل و نفوذپذیری سازند آسماری داشته است و به دو صورت مکانیکی و شیمیایی دیده می شود. تراکم مکانیکی

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



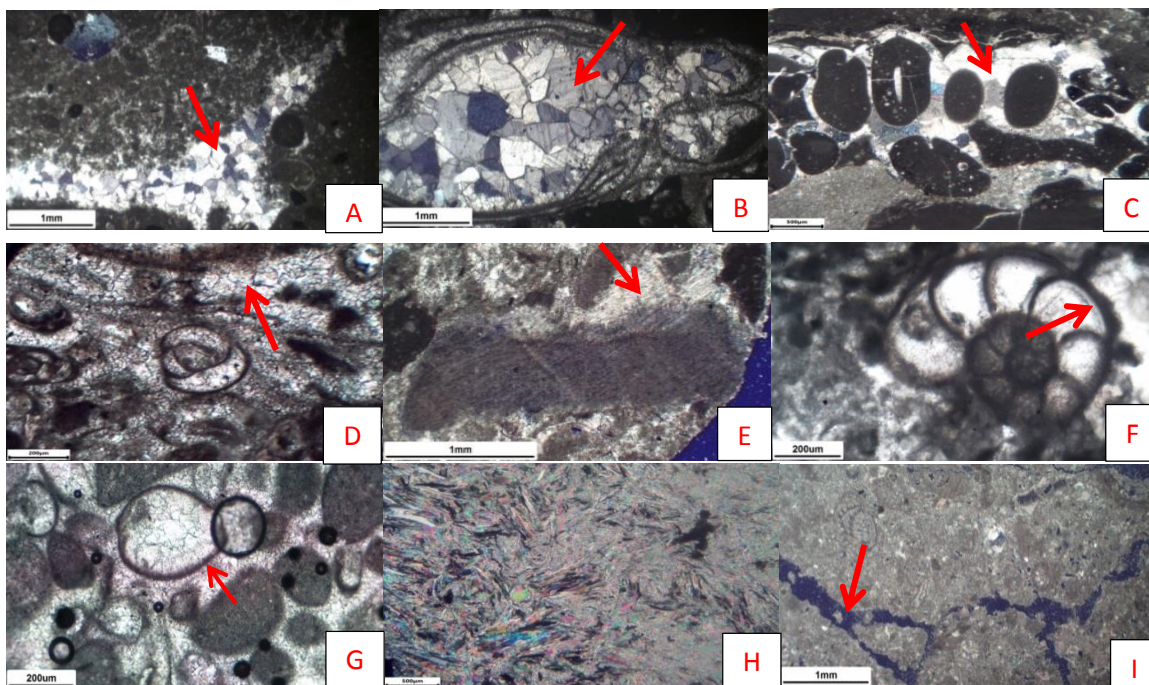
8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

بصورت تماس های مماسی، نقطه ای، شکستگی دانه ها، کشیدگی و له شده دانه ها و جهت یافتگی دانه در مقاطع مطالعه شده دیده می شود. و خاص محیط های تدفینی کم عمق است (Flugle, 2004). تراکم شیمیایی بعد از خاتمه ی تراکم مکانیکی و در اعماق بیشتر آغاز می شود و خاص محیط های تدفینی عمیق است (Flugle, 2004). در مقاطع مطالعه شده به صورت فابریک های درهم (تماس مقعر-محدب و تماس مضرسی)، رگچه های انحلالی و استیلولیت دیده می شود.

میکرایتی شدن

میکرایتی شدن نماینده ی اولین فرآیند دیاژنزی مؤثر بر لایمستون های مخزن آسماری است که مخصوص رسوبات گل پستیبان است و معمولاً روی فرامینیفرها و جلبک ها و بیشتر روی قطعات پوسته اتفاق می افتد (omid poor, 2022). این پدیده بیشتر اوئیدها و بایوکلست ها را تحت تأثیر قرار داده و باعث مقاوم شدن ذرات در مقابل تغییرات دیاژنزی می شود و از انحلال و ایجاد تخلخل انحلالی در کربنات ها جلوگیری می کند. تأثیر میکرایتی شدن بر کیفیت مخزن هم می تواند سازنده (کاهش تأثیر فرآیندهای دیاژنزی بعدی) و هم می تواند مخرب باشد (مسدود کردن گلوگاه های تخلخل و کاهش تخلخل و تراوایی) باشد. میکرایتی شدن از نخستین فرآیندهای دیاژنزی است که در محیط فریاتیک دریایی اتفاق می افتد (باوی و همکاران، 1401).

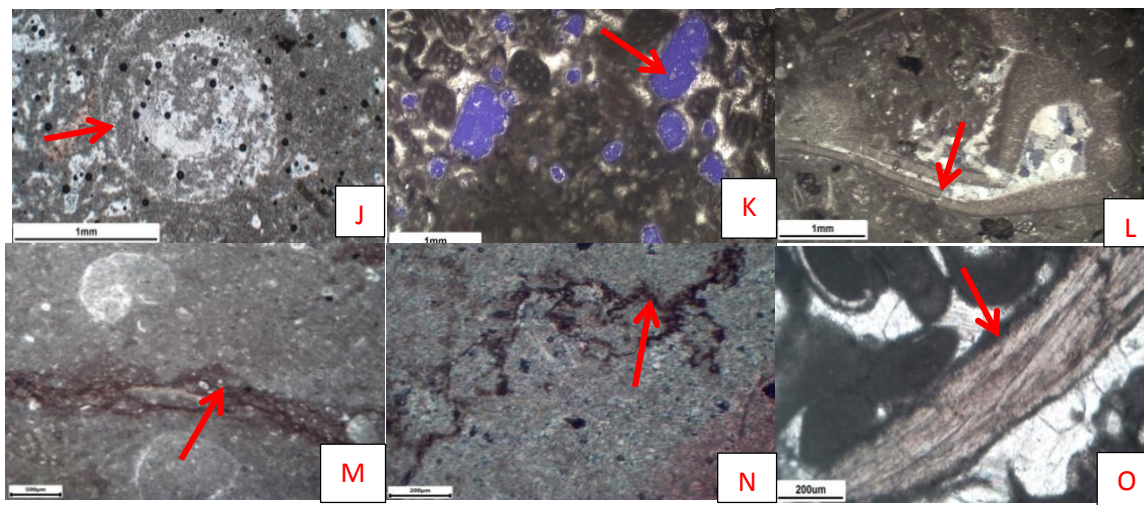


هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



(شکل ۲): A: سیمان بلوکی، B: سیمان دروزی، C: سیمان فراگیرنده، D: سیمان هم بعد، E: سیمان رشد هم محور، F: سیمان هم ضخامت تیغه ای، G: سیمان هم ضخامت حاشیه ای، H: انیدریتی شدن، I: شکستگی باز، J: دولومیت فراگیرنده، K: انحلال و ایجاد تخلخل قالبی، L: تراکم مکانیکی، M: زگچه های انحلالی، N: استیلولیت، O: میکرایتی شدن و ایجاد حاشیه ی میکرایتی.

نتیجه گیری

براساس مطالعات پتروگرافی مراحل تشکیل فرایندهای دیاژنزی مخزن آسماری در میدان پارسی سه مرحله ی دیاژنز دریایی، دیاژنز متئوریک و دیاژنز تدفینی (کم عمق و عمیق) می باشند. محیط دیاژنز دریایی توسط فرآیندهایی مثل میکرایتی شدن، سیمان های دریایی نسل اول از جمله سیمان هم ضخامت تیغه ای، سیمان هم ضخامت حاشیه ای، سیمان هم بعد، سیمان حاشیه ای هم محور کدر و سیمان های انیدریتی اولیه (گرهک انیدریتی) مشخص می شود. در مرحله ی بعد رسوبات وارد محیط متئوریک می شوند و فرآیندهایی مثل سیمانی شدن (دروزی، بلوکی، هم بعد، حاشیه ای هم محور شفاف)، انحلال انتخاب کننده ی فابریک و انیدریتی شدن (سیمان های انیدریتی پرکننده ی تخلخل ها)، مربوط به محیط متئوریک هستند. در مرحله ی بعد رسوب تحت تأثیر دیاژنز تدفینی قرار گرفته و فرآیندهایی مثل انحلال غیر انتخاب کننده ی فابریک، دولومیتی شدن، شکستگی، سیمانی شدن (بلوکی، دروزی، پویکیلو تاپیک) و تراکم فیزیکی و شیمیایی (استیلولیت و زگچه های انحلالی) و سیمان های انیدریتی فراگیرنده و پرکننده ی شکستگی ها نشان

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

دهنده ی این محیط دیاژنزی هستند. فرآیندهای سیمانی شدن، انیدریتی شدن، تراکم مکانیکی و شیمیایی و میکرایتی شدن نقش منفی در کیفیت مخزنی دارند و تخلخل و تراوایی را کاهش می دهند. شکستگی، انحلال و دولومیتی شدن نقش مثبتی در کیفیت مخزنی دارند و تخلخل و تراوایی را افزایش می دهند.

منابع

Omidpour A ,Mahboubi A,Moussavi-Harami R, Rahimpour-Bonab H. (2022). Effects of dolomitization on porosity – Permeability distribution in depositional sequences and its effects on reservoir quality, a case from Asmari Formation, SW Iran. Journal of Petroleum Science and Engineering, 208 ,109348.

Khazai E,Noorian Y,Kavianpour M,Moussavi-Harami R,Mahboubi A,Omidpour A.(2022). Sedimentological and diagenetic impacts on porosity systems and reservoir heterogeneities of the Oligo-Miocene mixed siliciclastic and carbonate Asmari reservoir in the Mansuri oilfield, SW Iran. Journal of Petroleum Science and Engineering, 213 , 110435.

Omidpour A , Moussavi-Harami R, A.J. (Tom) Van Loon , Mahboubi A and Rahimpour-Bonab H. (2021). Depositional environment, geochemistry and diagenetic control of the reservoir quality of the Oligo-Miocene Asmari Formation, a carbonate platform in SW Iran. Geological Quarterly, 2021, 65: 27 DOI: <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1596>.

Investigating diagenesis processes affecting the reservoir quality of Asmari formation in Parsi oil field

Abstract: Investigating the effect of diagenesis processes on the reservoir quality of the Oligocene-Miocene Asmari formation was the aim of this study. Petrographic studies of thin sections obtained from cores and cuttings in the wells of the study area indicate the influence of important diagenesis processes of micritization, mechanical and chemical compaction, cementation, dissolution, anhydritization, fracturing and dolomitization in the Asmari Formation. Two important and effective diagenesis processes in the reservoir quality of Asmari Formation are fractures and dolomitization, respectively. Fractures play an important role in increasing permeability and reservoir quality by creating a connection between separate porosities. Dolomitization has created various inhomogeneities, especially in terms of porosity and permeability, and has had a great impact on reservoir quality.