

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

زیبا دانایی<sup>۱</sup>، طاهره حبیبی<sup>۲</sup>، امیر کریمیان طرقله<sup>۳\*</sup>، رضا فتحی ایسوند<sup>۳</sup>

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. شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

\*zibadanayi96@gmail.com

**چکیده:** بررسی تأثیر فرایندهای دیاژنزی موثر 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:** دیاژنز، 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 سازند آسماری در چاه های مورد مطالعه بین ۹۸ متر تا ۲۴۸ متر است و به صورت تدریجی روی سازند پابده و زیر سازند گچساران قرار گرفته است. دیاژنز شامل تمامی تغییرات

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 دیاژنوز 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 دیاژنوزی اصلی مخزن آسماری شامل سیمانی شدن، انحلال، تراکم، انیدریتی شدن، دولومیتی شدن، شکستگی و میکرایتی شدن هستند.

## بحث

میدان نفتی پارسی در جنوب غرب ایران ، در ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان رامهرمز و در استان خوزستان قرار گرفته است. این پژوهش براساس مطالعات پتروگرافی ۱۴۱۲ عدد مقطع نازک تهیه شده از مغزه ها و خرده های حفاری به دست آمده از سازند آسماری در ۴ حلقه چاه از میدان پارسی انجام شده است براساس مطالعات پتروگرافی انجام شده بر روی مقاطع نازک مهم ترین فرآیندهای دیاژنوزی شناسایی شده در سازند آسماری در میدان پارسی شامل:

**سیمانی شدن:** سیمانی شدن یکی از مهم ترین و بیشترین فرآیندهای دیاژنوزی بوده که در میدان مورد مطالعه اتفاق افتاده است. شناسایی سیمانها در مخازن کربناته بسیار مهم است زیرا این سیمانها بر روی کیفیت مخزن تأثیر 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 بایوکلیست 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 حفرات 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 از  $\text{CaCO}_3$  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 دانه های بخصوص در پکستونها و گرینستونها شده است.

**سیمان هم بعد:** بلورهای کلسیت شفاف کم منیزیم که اندازه ی آنها تقریباً برابر و پرکننده ی فضاهای خالی بین دانه ای هستند (Flugle, 2010). این سیمان مخصوص محیط های 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 تخلخل های اولیه ی بین دانه ای را در میکرو فاسیس های دانه پشتیبان گرینستونی پر کرده است و باعث کاهش کیفیت مخزنی شده است.

**سیمان رشد هم محور:** این سیمان اگر کدر باشد خاص محیط های دیاژنز دریایی است (Tucker, 1991) و اگر بلورهای شفاف داشته باشد خاص محیط های غیر دریایی (جوی و تدفینی) است. این سیمان معمولاً در رخساره های وکستون تا پکستون که قطعات اکینودرم دارند تشکیل می شود و عمدتاً تخلخلهای اولیه بین دانه های را پر کرده و در عین حال آسیب جدی به نفوذ پذیری وارد می کند. در منطقه ی مورد مطالعه فراوانی چندانی ندارد، بنابراین تأثیر ناچیزی بر تخلخل و کیفیت مخزنی دارد.

**سیمان های هم ضخامت:** این سیمان جز سیمان های نسل اول می باشد که جنس آن معمولاً کلسیت پرمیزیم است. سیمان هم ضخامت به دو صورت سیمان هم ضخامت تیغه ای و سیمان هم ضخامت حاشیه ای دیده می شود. سیمان هم ضخامت تیغه ای داخل تخلخل حاصل از انحلال پوسته ی بایوکلیست ها و بر روی دیواره ی بیرونی و داخلی دانه های 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 تخلخل های درون دانه ای را تحت تأثیر قرار می دهد. سیمان هم ضخامت تیغه ای جز سیمان های نسل اول و محیط دریایی است (Andrieu et al., 2017). سیمان هم ضخامت حاشیه ای جزء

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

سیمانهای نسل اول میباشد (یعنی اولین نوع سیمان است به صورت نواری از بلورهای هم قد یا هم ضخامت در اطراف آلومک 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 فرایند 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 اکینوییدها دیده شده است. انیدریت گرهکی 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 فرایند 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. شکستگی ها معمولاً مرتبط با فرایندهای دیاژنزی تدفینی هستند (Wade and Moore, 2013).

**دولومیتی شدن:** بعد از شکستگی ها مهم ترین فرایند 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

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

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. فرایند 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):

۱- انتخاب کننده ی فابریک (در محیط جوی) که طی انحلال ذرات ناپایدار (آراگونیت) حل شده و تخلخل قالبی و حفره ای ایجاد می شود ۲- 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 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 پشتیبان است و معمولاً روی فرامینیفرها و جلبک ها و بیشتر روی قطعات پوسته اتفاق می افتد (omid).

poor, 2022 این پدیده بیشتر اوپید ها و بایوکلیست ها را تحت تأثیر قرار داده و باعث مقاوم شدن ذرات در مقابل تغییرات دیاژنزی می شود واز انحلال و ایجاد تخلخل انحلالی در کربنات ها جلوگیری می کند. تأثیر میکرایتی شدن بر کیفیت مخزنی 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 فریاتیکی دریایی اتفاق می افتد (باوی و همکاران، ۱۴۰۱).

#### نتیجه گیری

بر اساس مطالعات پتروگرافی مراحل تشکیل فرایندهای دیاژنزی مخزن آسماری در میدان پارسی سه مرحله ی دیاژنزی دریایی، دیاژنزی متئوریک و دیاژنزی تدفینی (کم عمق و عمیق) می باشند. محیط دیاژنزی 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 دیاژنزی تدفینی قرار گرفته و فرایندهایی مثل انحلال غیر انتخاب کننده ی فابریک، دولومیتی شدن، شکستگی، سیمانی شدن (بلوکی، دروزی، پویکیلو تاپیک) و تراکم فیزیکی و شیمیایی (استیلولیت و رگچه های انحلالی) و سیمان های انیدریتی فراگیرنده و پرکننده ی شکستگی ها نشان 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.

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

- 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>.

## ریزر خساره ها و محیط رسوبی مخزن آسماری در میدان نفت سفید

عباس عباسی<sup>۱</sup> و میر امیر صلاحی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> شرکت ملی نفت، مناطق نفت خیز جنوب

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده علوم، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: Salahi.amir.33@gmail.com

**چکیده:** بررسی فوق به منظور انجام مطالعات زیست چینه نگاری، میکروفاسیس و محیط رسوبی مخزن آسماری در میدان نفت سفید واقع در ناحیه فروافتادگی دزفول شمالی در محدوده شمال شرقی اهواز صورت پذیرفته است. در این میدان شواهد سنگ شناسی و میکروفاسیسی مخزن آسماری در چاه شماره ۳۴ مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه سنگ شناسی این مخزن شامل آهک، دولومیت و انیدریت می باشد. بر اساس شاخص های زمانی نظیر انیدریت قاعده ای و گونه *Favreina asmarica* و همچنین اولین حضور و حداکثر فراوانی گونه *Borelis melo curdica* دو زون زیستی و بازه سنی آکیتانین- بوردیگالین شناسایی شده است. مطالعه میکروفاسیس و محیط رسوبی مخزن فوق منجر به شناسایی ریزر خساره های A1 تا A12 گردیده و بر این اساس در زمان رسوبگذاری سازند آسماری در میدان نفت سفید (میوسن) شرایط محیطی از رمپ خارجی تا رمپ میانی و داخلی در تغییر بوده است.

**واژگان کلیدی:** میکروفاسیس، محیط رسوبی، مخزن آسماری، میدان نفت سفید.

### مقدمه

میدان نفت سفید در ناحیه فروافتادگی دزفول شمالی و تقریباً در ۶۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز و شمال غربی میدان هفتکل و جنوب میدان مسجدسلیمان واقع شده و در امتداد میداین ماماتین و هفتکل در روند شمال غرب- جنوب شرق قرار دارد (Error! Reference source not found.). مخزن آسماری میدان نفت سفید برمبنای آخرین خطوط هم تراز زیرزمینی افق آسماری (۱۶۵۰- متری) دارای ابعادی به طول ۳۰ و عرض ۴ کیلومتر می باشد. توالی سازند آسماری در میدان نفتی فوق متشکل از کربنات های کم عمق آهک و دولومیت و میان لایه های انیدریت می باشد. لایه های انیدریت زبانه ای از بخش کلهر می باشند که در میداین واقع در شمال فروافتادگی دزفول نظیر میدان نفت سفید دیده می شوند و لذا مرزهای سکansı در این میدان عمدتاً با ظهور انیدریت های لایه ای-توده ای، به خوبی نمایان می گردند. ضخامت لایه های انیدریتی فوق در رخنمون های سازند آسماری از چندین متر تا چند ده متر متغیر بوده و در چاه های میدان نفت