

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

تأثیر دولومیتی شدن بر کیفیت مخزن آسماری در میدان نفتی شادگان، فروافتادگی دزفول، حوضه رسوبی زاگرس

آرمین امیدپور^۱، سید رضا موسوی حرمی^۲

^۱شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، اهواز، ایران
armin.omidpour@gmail.com, Tel.: +989166138851

^۲استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
moussavi@um.ac.ir, Tel.: +989151100937

*ایمیل نویسنده مسئول: armin.omidpour@gmail.com

چکیده: مخزن آسماری با سن الیگوسن - میوسن از جنبه‌های مختلف به ویژه تخلخل و تراوایی ناشی از دولومیتی شدن تحت تأثیر ناهمگنی است. دولومیتی شدن معمولاً بر پلاتفرم‌های کربناته اثر می‌گذارد و می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر مقادیر تخلخل و تراوایی و کیفیت مخزن اعمال کند. این فرآیند بسته به بافت، فابریک و زمان فرآیند دولومیتی شدن، تخلخل را افزایش یا کاهش می‌دهد. تلفیقی از داده‌های رسوب شناسی و پتروفیزیکی نشان داد که دولومیتی شدن تأثیر دوگانه‌ای بر خواص مخزنی توالی کربناته سازند آسماری داشته است. دولومیتی شدن به صورت مخرب فابریک، بافت‌های اولیه سنگ آهک را محو کرده و در نتیجه کیفیت مخزن ضعیفی را به دنبال داشته است. با این حال، دولومیتی شدن به صورت حفظ کننده فابریک با اتصال فضاهای خالی بدون در نظر گرفتن رخساره‌ها، تخلخل و تراوایی را افزایش داده است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که لیتولوژی دولومیتی، تخلخل و تراوایی خود را در حین تدفین بیشتر و بهتر از لیتولوژی آهکی همراه خود حفظ کرده است.

واژگان کلیدی: فرآیندهای دیاژنتیکی، مخازن کربناته، الیگوسن - میوسن.

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

Effects of dolomitization on the quality of Asmari reservoir in Shadegan Oil Field, Dezful Embayment, Zagros Sedimentary Basin

Armin Omidpour^{1*}, Seyed Reza Mousavi-Harami²

^{1*}National Iranian South Oil Company, Ahvaz, Iran

²Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract: The Oligocene-Miocene Asmari reservoir is dominated by heterogeneity in various aspects, especially porosity and permeability caused mainly by dolomitization. Dolomitization commonly affects carbonate platforms and can exert significant influences on porosity, permeability and the quality of reservoir. This process can enhance or reduces porosity depending on the texture, fabric and timing of the dolomitization process. Integration of sedimentological and petrophysical data resulted that dolomitization had a dual impact on the reservoir properties of the carbonate succession of Asmari Formation. The fabric-destructive dolomitization have totally removed the precursor limestone textures and resulted in poor reservoir quality. However, fabric-retentive dolomitization enhanced porosity and permeability by connecting the pore spaces regardless of facies. Also, the results of this study exhibit that dolomititic lithologies, has preserved its porosity and permeability during burial more and better than its companion limestone lithology.

Keywords: Diagenetic processes, Carbonate reservoir, Oligocene – Miocene.

۱- مقدمه

کربنات‌های سازند آسماری با سن الیگو-میوسن بخش عمده مخازن میادین جنوب غرب ایران از جمله میدان نفتی شادگان در فروافتادگی دزفول را تشکیل می‌دهند (Aqrawi et al. 2006). صرف نظر از فاکتورهای رسوبی، دولومیتی شدن همراه با شکستگی، نقشی اساسی در شکل‌گیری و توزیع تخلخل - تراوایی و ناهمگنی مخزن الیگو-میوسن آسماری داشته است. دولومیتی شدن بیش از ۹۰٪ از توالی مخزن آسماری را تحت تأثیر قرار داده، و در نتیجه نقش اصلی در شکل‌گیری ساختار فضاهای منفذی، ظرفیت جریان نهایی و ناهمگنی مخزن آسماری بازی کرده است (Aqrawi et al. 2006; Omidpour et al. 2021; Fallah-Baghtash et al. 2022). فرآیند دولومیتی شدن می‌تواند به دو صورت سازنده و مخرب کیفیت مخزنی پلاتفرم‌های کربناته را تحت تأثیر قرار دهد و با توجه به نحوه و زمان دولومیتی شدن منجر به افزایش یا کاهش تخلخل و تراوایی مخزن شود (Rahimpour-Bonab et al. 2010). توزیع دولومیت در قسمت‌های مختلف مخزن مورد مطالعه متفاوت است و روند یکسانی ندارد. وقوع دولومیت با بافت‌های مختلف، تفسیر کیفیت مخزنی را پیچیده کرده است. با توجه به اهمیت مخزنی سازند آسماری در حوضه رسوبی زاگرس به ویژه فروافتادگی دزفول، و با در نظر گرفتن نقش تغییرات دیاژنتیکی به ویژه دولومیتی شدن در کیفیت مخزنی مخازن کربناته سعی بر این شده تا براساس تلفیقی از داده‌های مختلف از جمله مشاهدات پتروگرافی، تجزیه و تحلیل مغزه‌ها و همچنین کراس پلات‌های تخلخل-تراوایی، تأثیر دولومیتی شدن بر کیفیت مخزن توالی رسوبی الیگو-میوسن سازند آسماری مورد ارزیابی قرار بگیرد.

۲- موقعیت جغرافیایی و چینه شناسی میدان نفتی شادگان

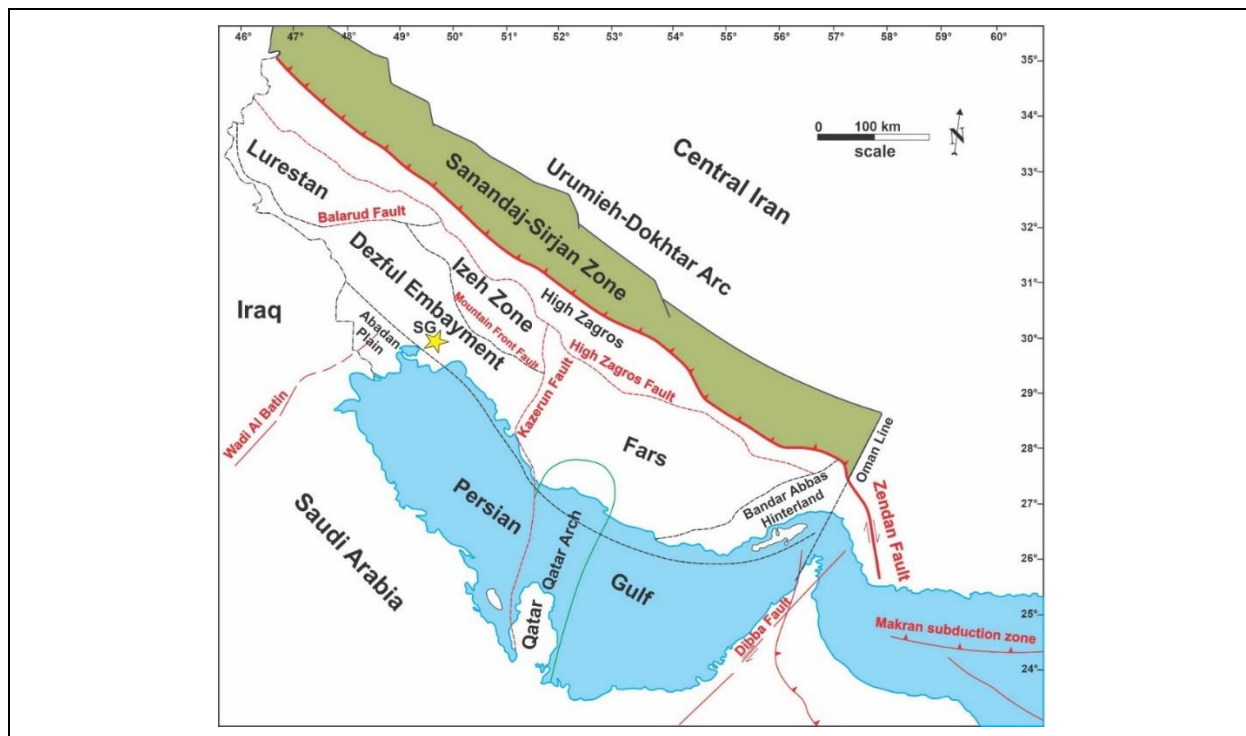
میدان نفتی شادگان در جنوب غرب فروافتادگی دزفول، حوضه زاگرس قرار دارد (شکل ۱). این میدان از نظر ساختار زمین شناسی یک تاقدیس متقارن با ابعادی به طول ۲۳/۵ کیلومتر و عرض ۶/۵ کیلومتر در افق سازند آسماری است. سازند آسماری در این میدان دارای ضخامتی بین ۲۰۲ تا ۳۶۳/۹ متر است. ضخامت این سازند در چاه مورد مطالعه (شماره ۱۱) حدود ۳۶۳/۹ است که مغزه‌گیری این چاه به صورت کامل (full core) صورت گرفته است. مخزن آسماری در این میدان از لحاظ لیتولوژی به طور عمده از آهک‌های کرم تا قهوه‌ای رنگ و دولوستون‌های متخلخل در تناوب با شیل‌ها و ماسه سنگ‌ها تشکیل شده است. سازند آسماری به صورت هم شیب توسط رسوبات تبخیری سازند گچساران پوشیده شده و مرز زیرین آن با رسوبات مارلی و شیلی سازند پابده به صورت هم شیب است (شکل ۲).

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 ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی شادگان در زون زاگرس و فروافتادگی دزفول (Sharland et al, 2004).

۳- روش مطالعه

مطالعه ویژگی‌های پتروفیزیکی مخزن آسماری در میدان نفتی شادگان با استفاده از لاگ‌های پتروفیزیکی، داده‌های تخلخل و تراوایی، گزارشات زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران و همچنین داده‌های مخزنی صورت گرفته است. در این مطالعه، تاثیر فرآیندهای دولومیتی شدن بر کیفیت مخزنی سازند آسماری مورد توجه ویژه قرار گرفته است. بدین منظور، تخلخل موثر و تراوایی به دست آمده از پلاگ‌های مغزه (۱۵۰ نمونه سنگ آهک، ۱۶۱ نمونه دولومیت، ۲۹ نمونه آهک دولومیت، ۴۶ نمونه دولومیت آهکی و ۷۲ نمونه ماسه سنگی) جهت ارزیابی پتانسیل مخزنی و تاثیر بافت‌های مختلف دولومیت و فرآیند دولومیتی شدن بر توزیع تخلخل و تراوایی مورد استفاده قرار گرفته است. لاگ‌های پتروفیزیکی از جمله لاگ گاما

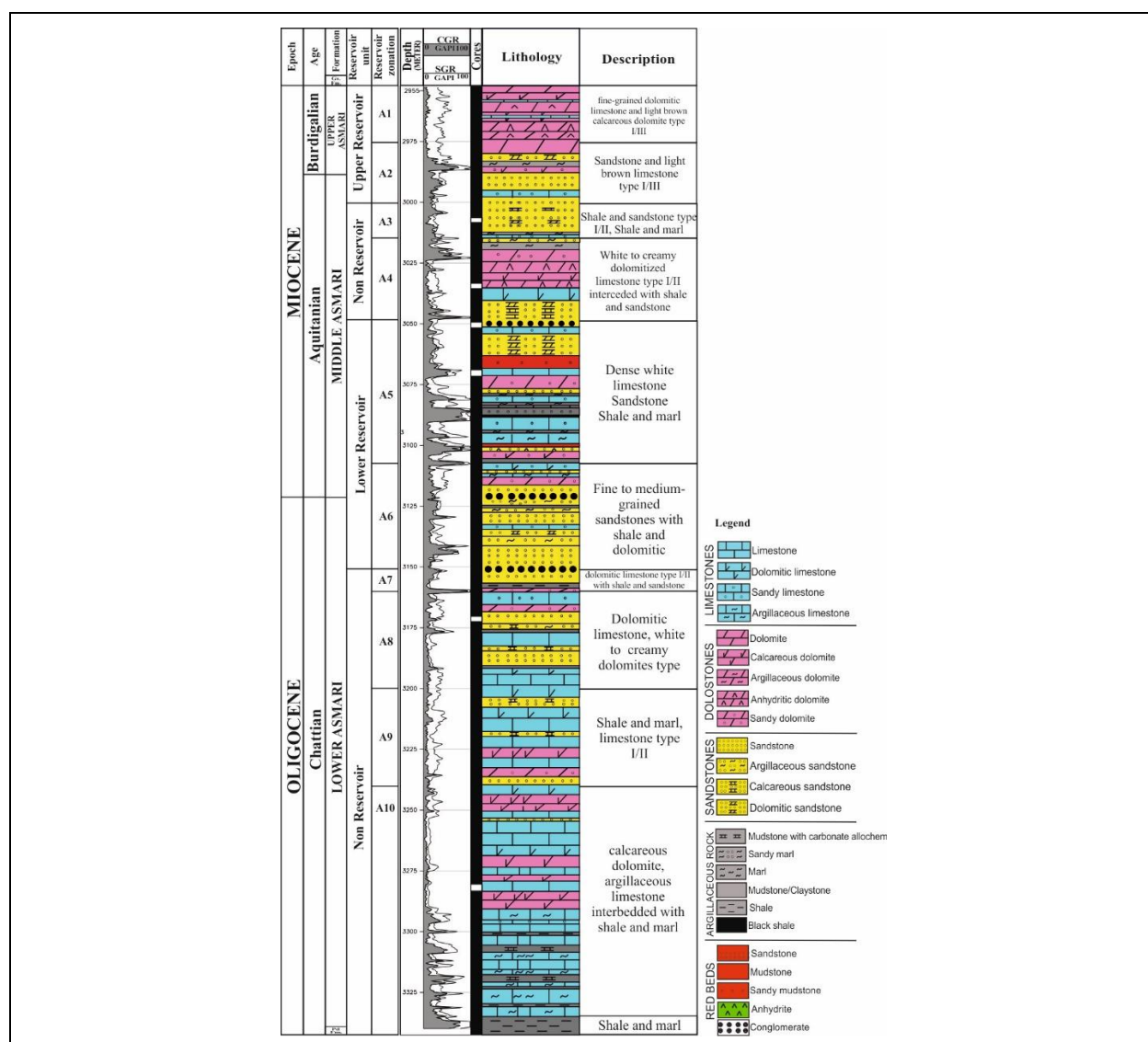
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

(SGR) و لاگ چگالی (RHOB) برای توصیف سنگ شناسی و لاگ نوترون (NPHI) برای ارزیابی تخلخل مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۲: ستون سنگ چینه‌ای سازند آسماری در چاه شماره ۱۱ میدان نفتی شادگان.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران

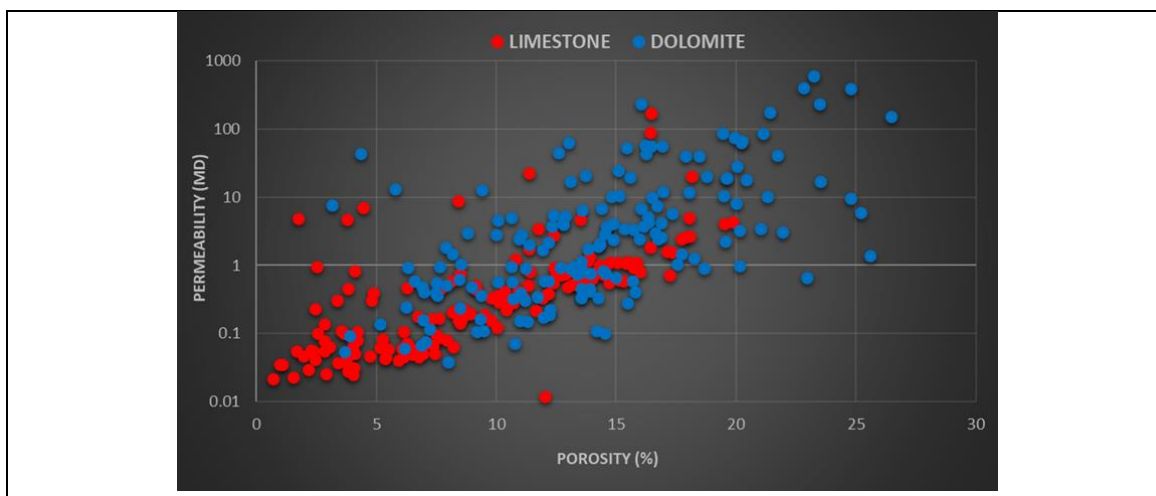


8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۴- تاثیر لیتولوژی بر کیفیت مخزنی

سنگ آهک (بیش از ۹۰٪ کلسیت) و دولومیت (بیش از ۹۰٪ دولومیت) دو لیتولوژی غالب شناسایی شده در مخزن آسماری براساس مطالعات پتروگرافی (مقاطع نازک) و پتروفیزیکی هستند. مقایسه کراس پلات تخلخل - تراوایی برای نمونه‌های دولومیتی و سنگ آهکی، رابطه مشخصی را بین لیتولوژی و خصوصیات مخزنی نمونه‌ها نشان می‌دهد (شکل ۳). این مقایسه نشان می‌دهد که نمونه‌های دولومیتی از مقادیر تخلخل و تراوایی بالاتری نسبت به نمونه‌های سنگ آهکی برخوردارند (شکل ۳). بنابراین، دولومیتی شدن با افزایش اندازه منافذ گلوگاهی و بهبود ظرفیت جریان، خواص مخزنی را بهبود بخشیده است. مقایسه لیتولوژی‌های دولومیتی و دولومیت آهکی (بین ۵۰ تا ۹۰٪ دولومیت) با لیتولوژی‌های سنگ آهکی و سنگ آهک دولومیتی (بین ۱۰ تا ۵۰٪ دولومیت) در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، لیتولوژی‌های دولومیتی دارای ویژگی‌های مخزنی بهتری نسبت به سنگ آهک‌ها هستند. در نتیجه، لیتولوژی دولومیتی در سازند آسماری، تخلخل و تراوایی خود را در حین تدفین بیشتر و بهتر از لیتولوژی آهکی همراه خود حفظ کرده است. این نتایج توسط سایر مطالعات صورت گرفته بر روی دولومیت‌های سازند آسماری نیز اثبات شده است (Ehrenberg et al., 2006; Omidpour et al., 2022).



شکل ۳ نمودار دو متغیره که ارتباط بین لیتولوژی و خصوصیات مخزنی را نشان می‌دهد. نمونه‌های دولومیتی از مقادیر تخلخل و تراوایی بالاتری نسبت به سنگ آهک‌ها برخوردارند.

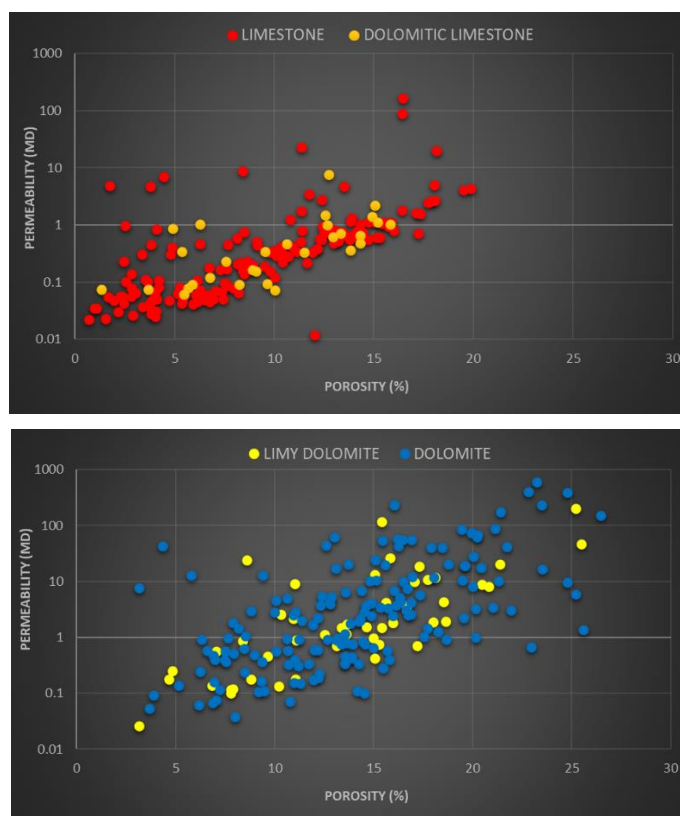
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

نکته دیگر در مورد مقایسه انواع مختلف لیتولوژی، اثر دولومیتی شدن بر افزایش تراوایی همراه با افزایش تخلخل است (شکل ۴). ترسیم مقادیر متوسط تخلخل و تراوایی با درصد دولومیت و مقایسه آن با توزیع رخساره‌ها و سکانس‌های رسوبی در چاه‌های مورد مطالعه (به ویژه در چاه SG-11 که به طور کامل مغزه گیری شده است) نشان می‌دهد که نمونه‌های آهکی دارای کیفیت مخزنی متوسط با مقادیر تراوایی پایینی هستند. دولومیت‌ها دارای خصوصیات مخزنی متوسط تا خوبی هستند و واحدهای مخزنی نفوذپذیرتری را در توالی رسوبی الیگو-میوسن تشکیل داده‌اند.



شکل ۴ نمودارهای دو متغیره که ارتباط بین میزان دولومیتی شدن و خصوصیات مخزنی را نشان می‌دهد. (a) نمودار دو متغیره که ارتباط بین لیتولوژی‌های سنگ آهکی، سنگ آهک دولومیتی (کمتر از ۵۰ درصد دولومیت) و خصوصیات مخزنی را نشان می‌دهد. در صورتیکه میزان دولومیتی شدن کمتر از ۵۰ درصد باشد تاثیری بر خصوصیات

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



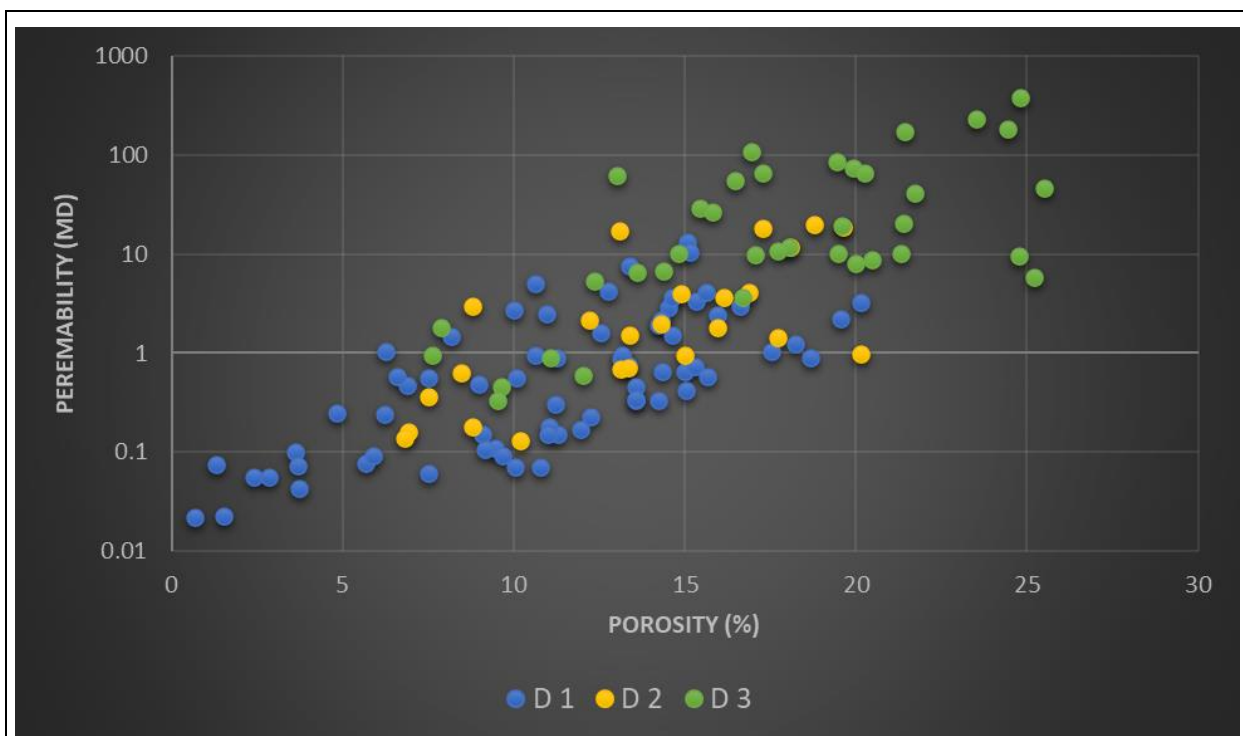
8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مخزنی نداشته است. (b) نمودار دو متغیره که ارتباط بین لیتولوژی های دولومیتی، دولومیت آهکی و خصوصیات مخزنی را نشان می دهد.

۵- تاثیر اندازه بلورهای دولومیت بر کیفیت مخزنی

کراس پلات مقادیر تخلخل و تراوایی برای سه نوع دولومیت شناسایی شده (D1، D2 و D3) در توالی رسوبی سازند آسماری در چاه شماره ۱۱، رابطه مشخصی را بین اندازه بلورهای دولومیت و خصوصیات مخزنی نشان می دهد (شکل ۵). مقادیر تخلخل و تراوایی با افزایش اندازه متوسط بلورهای دولومیت از D1 به D3 افزایش می یابد (شکل ۵).



شکل ۵ کراس پلات مقادیر تخلخل و تراوایی برای سه نوع دولومیت شناسایی شده براساس اندازه بلورها در توالی رسوبی سازند آسماری در چاه شماره ۱۱. خصوصیات مخزنی با افزایش اندازه بلورهای دولومیت افزایش می یابد.

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

۶- تاثیر فابریک دولومیت بر کیفیت مخزنی

دولومیتی شدن در سنگ مخزن آسماری به دو فرم دولومیتی شدن به صورت انتخاب کننده فابریک (Fabric-selective) و دولومیتی شدن با فابریک فراگیر (Fabric-pervasive) رخ داده است. دولومیتی شدن به صورت انتخاب کننده فابریک با تغییر لیتولوژی قسمتهای مختلف توالی رسوبی، ناهمگنی سنگ را افزایش می دهد. دولومیتی شدن با فابریک فراگیر باعث ایجاد تخلخل های بین بلوری مرتبط بهم می شود (شکل ۶)، بنابراین باعث بهبود خواص مخزنی می گردد. دولومیتی شدن تخلخل های بین بلوری ایجاد می کند یا اگر به صورت حفظ کننده فابریک صورت بگیرد، تخلخل های بین دانه ای اولیه را افزایش می دهد (Tavakoli and Jamalian, 2019) (شکل ۶a). از طرف دیگر، دولومیتی شدن تاخیری به صورت گسترده و فراگیر همراه با تبلور مجدد با ایجاد فابریک متراکم بهم پیوسته و در هم قفل شده، ویژگی های مخزنی را از بین می برد. بنابراین، فابریک متراکم ایجاد شده توسط دولومیتی شدن مخرب (Destructive dolomitization)، تخلخل مخزن را کاهش داده است (شکل ۶b). دولومیتی شدن همراه با شکستگی و انحلال باعث اتصال و ارتباط یافتن انواع منافذ با یکدیگر می شود، بنابراین تراوایی افزایش می یابد. علاوه بر این، تبلور مجدد دولومیت و نئومورفیسم در نتیجه افزایش اندازه بلورها، فضاهای خالی را ایجاد یا توسعه می دهد.

۷- نتیجه گیری

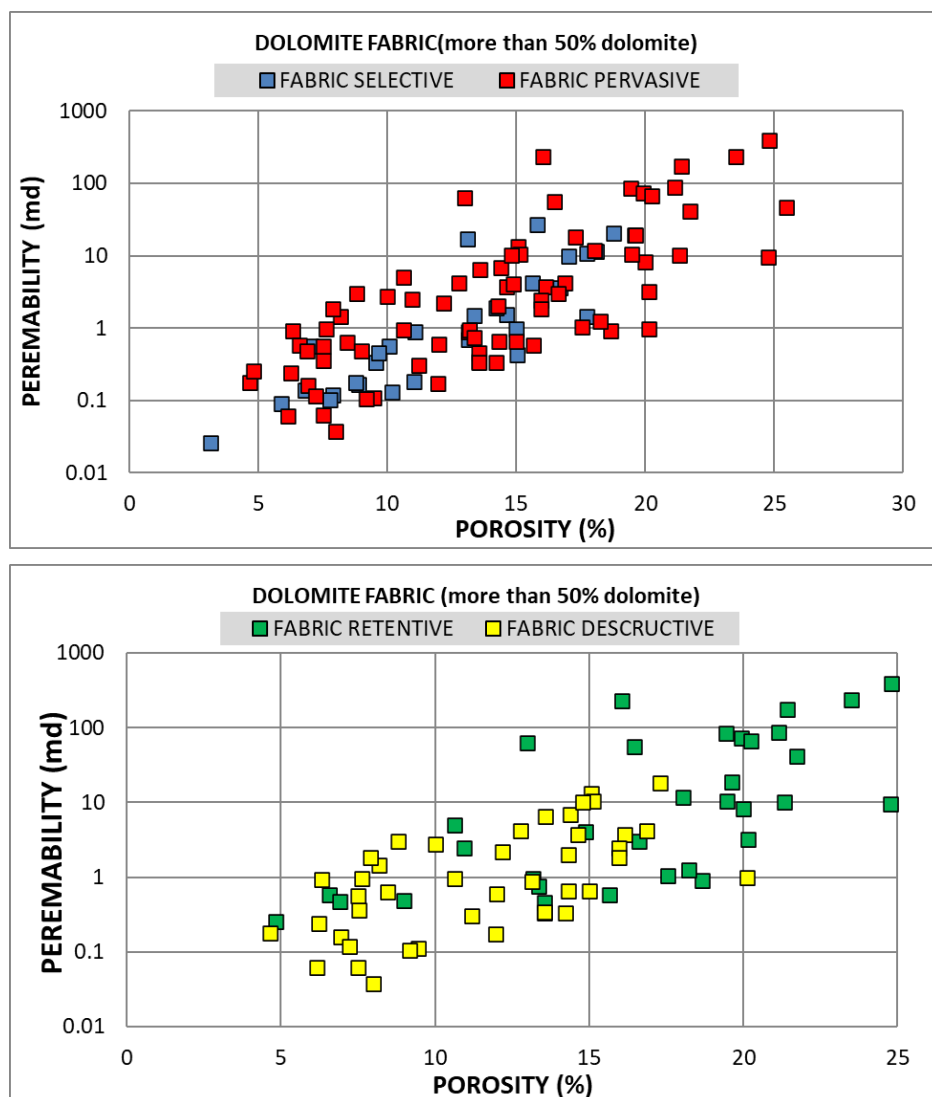
دولومیتی شدن فراگیر از مهم ترین و گسترده ترین فرایندهای دیاژنتیکی در توالی رسوبی الیگو-میوسن می باشد. آهک و دولومیت دو لیتولوژی غالب شناسایی شده در مخزن آسماری براساس مطالعات پتروگرافی (مقاطع نازک) و پتروفیزیکی هستند. ترسیم دوبعدی مقادیر تخلخل و تراوایی برای لیتولوژی های مختلف نشان می دهد که لیتولوژی های دولومیتی دارای مقادیر بالای تخلخل و تراوایی می باشند، که این امر حفظ بهتر یا افزایش تخلخل در حین تدفین را پیشنهاد می کند. نکته دیگر در مورد مقایسه انواع مختلف لیتولوژی، اثر دولومیتی شدن بر افزایش تراوایی همراه با افزایش تخلخل است. ادغام داده های رسوب شناسی و پتروفیزیکی نشان داد که دولومیتی شدن تأثیر دوگانه ای بر خواص مخزنی توالی کربناته سازند آسماری داشته است. دولومیتی شدن به صورت مخرب فابریک و تبلور مجدد دولومیت های پیشین، بافت های اولیه سنگ آهک را محو کرده (به طور کامل حذف کرده) و در نتیجه کیفیت مخزن ضعیفی را به دنبال داشته است. با این حال، دولومیتی شدن به صورت حفظ کننده فابریک با اتصال فضاهای خالی بدون در نظر گرفتن رخساره ها، تخلخل و تراوایی را افزایش داده است.

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 ۶ (a) کراس پلات مقادیر تخلخل و تراوایی برای دولومیت‌های انتخاب کننده فابریک و دولومیت‌های با فابریک فراگیر در توالی رسوبی سازند آسماری در چاه شماره ۱۱. (b) کراس پلات مقادیر تخلخل و تراوایی برای دولومیت‌های با فابریک مخرب (Fabric destructive) و حفظ کننده فابریک (Fabric retentive). دولومیتی شدن به صورت حفظ کننده فابریک سبب بهبود خصوصیات مخزنی نمونه‌ها شده است.

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

مراجع

Aqrawi, A.A.M., Keramati, M., Ehrenberg, S.N., Pickard, N., Moallemi, A., Svana, T., Darke, G., Dickson, J.A. & 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.

Ehrenberg, S.N., Eberli, G.P., Keramati, M. & Moallemi, S.A. (2006). Porosity-permeability relationships in interlayered limestone-dolostone reservoirs. *AAPG bulletin*, 90(1), 91-114.

Fallah-Bagdash, R., Adabi, M.H., Nabawy, B.S., Omidpour, A. & Sadeghi, A. (2022). Integrated petrophysical and microfacies analyses for a reservoir quality assessment of the Asmari Dolostone sequence in the Khesht Field, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 223, 104989.

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.

Rahimpour-Bonab, H., Esrafil-Dizaji, B. & Tavakoli, V. (2010). Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gasfield, offshore Iran: controls on reservoir quality. *Journal of Petroleum Geology*, 33(1), 43-66.

Sharland, P. R., Casey, D. M., Davies, R.B., Simmons, M.D. & Sutcliffe, O. E. (2004). Arabian plate sequence stratigraphy-revisions to SP2. *GeoArabia*, 9(1), 199-214.

Tavakoli, V. & Jamalain, A. (2019). Porosity evolution in dolomitized Permian-Triassic strata of the Persian Gulf, insights into the porosity origin of dolomite reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 181, 106191.