

# توصیف ویژگی‌های پتروگرافی انواع دولومیت و تأثیر آن بر کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی آزادگان

دکتر فرید طاعتی، مدیریت اکتشاف نفت  
دکتر رامین بیژاد، شرکت توسعه و مهندسی نفت

کارشناسی ارشد زمین‌شناسی (رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی) دانشگاه  
آزاد اسلامی واحد تهران شمال

چکیده

سازند سروک (آلبین-تورونین) یکی از واحدهای کربناته گروه بنگستان بوده و یکی از مخازن مهم هیدروکربنی در حوضه زاگرس را تشکیل می‌دهد. میدان نفتی آزادگان در فروافتادگی دزفول شمالی، در جنوب غرب ایران واقع است. هدف از این مطالعه شناسایی انواع دولومیت‌ها و نحوه تأثیر آن‌ها بر کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی آزادگان است. بررسی‌های پتروگرافی نشان می‌دهد که این سازند در منطقه مورد مطالعه به طور عمده از سنگ‌های کربناته تشکیل شده است و فرایند دولومیتی شدن این سازند را تحت تأثیر قرار داده و باعث تغییر در میزان تخلخل شده است. از آنجایی که دولومیت به دلیل پایداری شیمیایی و مقاومت در برابر انحلال فشاری در حین تدفین، تخلخل و نفوذپذیری خود را بهتر از سنگ‌های آهکی حفظ می‌کند، این فرایند نقش موثری در افزایش کیفیت مخزنی ایفا کرده است. انواع دولومیت‌های سازند سروک براساس اندازه، فابریک و مرز بلورها به دو گروه دولومیت نوع دوم و نوع سوم تقسیم می‌شوند که طی مراحل دیاژنز ثانویه تشکیل شده‌اند. این بررسی نشان می‌دهد که فقط دولومیت‌های نوع دوم با حفظ تخلخل و نفوذپذیری باعث افزایش کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان مورد مطالعه شده‌اند.

واژه‌های کلیدی | میدان نفتی آزادگان، سازند سروک، دولومیتی شدن، تخلخل، نفوذپذیری

## ۱- مقدمه

مخازن کربناته پس از مخازن ماسه سنگی مهم‌ترین و فراوان‌ترین مخازن نفتی و گازی را در جهان تشکیل می‌دهند. در ایران بیشتر مخازن موجود از نوع کربناته هستند که جنس آن‌ها آهکی و دولومیتی است. به طور کلی مخازن دولومیتی از لحاظ ویژگی‌های مخزنی از قبیل تخلخل و تراوایی نسبت به مخازن آهکی بهتر هستند. دولومیت یک کانی پیچیده است که تاکنون معمای تشکیل آن حل نشده است (Rao, ۱۹۹۶). دولومیت‌ها تحت شرایط گوناگون دمایی بین ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد (دولومیت‌های هیدروترمالی) تا ۲ درجه سانتی‌گراد (دولومیت‌های آب سرد) تشکیل می‌شود (Adabi, ۲۰۰۲). لایه‌های دولومیتی در میدین بزرگ و کوچک در سراسر جهان و بویژه ایران دارای هیدروکربن هستند و تقریباً ۵۰٪ مخازن نفتی کربناته جهان را دولومیت‌ها تشکیل می‌دهند (Wilson, ۱۹۷۵). سازند سروک نیز یکی از سنگ‌مخزن‌های مهم هیدروکربن در حوضه زاگرس محسوب می‌شود که به طور عمده دولومیتی شده است. در اثر فرایند دولومیتی شدن نه تنها اندازه بلورها افزایش می‌یابد و تخلخل افزوده می‌شود، بلکه

ارتباط منافذ نیز بیشتر شده و سطوح خلل و فرج و گلوگاه‌های آن صاف‌تر می‌گردد که در نهایت سبب افزایش تراوایی خواهد شد. هرچند دولومیتی شدن سبب افزایش کیفیت مخزن می‌شود، اما این در مورد همه دولومیت‌ها صدق نمی‌کند و به بافت اولیه رسوب، ماهیت و حجم سیالات دولومیتی‌کننده و فرایندهای پس از دولومیتی شدن بستگی دارد (رضایی، ۱۳۸۴). هدف از این مطالعه شناسایی انواع دولومیت‌ها و بررسی نحوه تأثیر آن‌ها بر کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی آزادگان واقع در قسمت انتهایی زاگرس چین خورده است (شکل ۱).

## ۲- روش مطالعه

جهت انجام مطالعات پتروگرافی تعداد ۳۸۰ مقطع نازک تهیه شده از مغزه‌های حفاری مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفته است. مقاطع با آلزارین قرمز (ARS) به روش دیکسون (Dickson, ۱۹۶۵) جهت تشخیص کانی‌های کلسیت و دولومیت رنگ آمیزی شده است (شکل ۲-A). برای تفکیک انواع دولومیت از اندازه بلورها، شکل مرز بلورها و ویژگی‌های ژئوشیمیایی آن‌ها استفاده می‌شود.

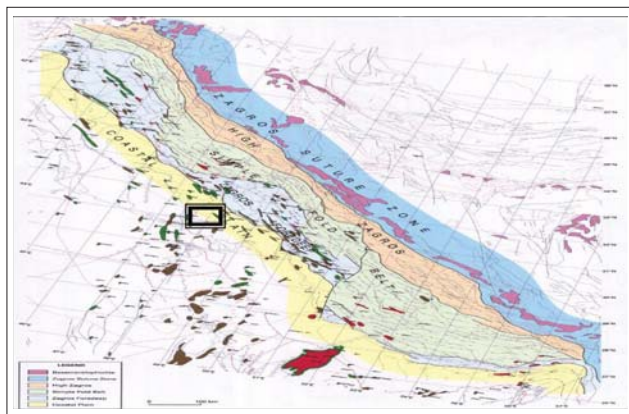


دولومیت‌های سازند سروک براساس فابریک و با توجه به اندازه بلورها و شکل مرز بلور به دو دسته متوسط بلور (نوع دوم) و درشت بلور (نوع سوم) تقسیم می‌شوند. اندازه بلورها توسط انرژی‌های رشد و هسته‌سازی کنترل می‌شود (Spry, ۱۶۹۲)، درحالی‌که شکل مرز بلورها تنها به وسیله رشد بلورها کنترل می‌شود. به‌طور کلی در دمای پایین سطوح بلوری صاف<sup>۲</sup> و بلورها شکل دار<sup>۳</sup> تا نیمه شکل دار<sup>۴</sup> هستند، درحالی‌که بالاتر از دمای بحرانی (بین ۵۰ تا ۱۰۰ درجه) سطوح بلوری غیر مسطح<sup>۵</sup> و بلورها به صورت بی‌شکل<sup>۶</sup> توسعه می‌یابند [۱۵]

### ۳-۱- دولومیت‌های نوع دوم

این نوع دولومیت‌ها اغلب درشت بلور بوده و تخلخل بین بلوری دارند. فضاهای خالی به صورت بین‌بلوری دیده می‌شود که بزرگ بوده و اغلب به‌هم مرتبط هستند. به همین علت نه تنها متخلخل بلکه تراوا هم هستند. بنابراین می‌توانند مخازن هیدروکربنی خوبی باشند (Lucia, ۱۹۹۵). بلورهای این نوع دولومیت در اندازه‌های ۶۰ تا ۲۵۰ میکرون دیده می‌شوند. این بلورها به صورت لوزی‌های شکل دار معادل بافت (euhedral Planar-e) و یا به صورت نیمه‌شکل دار، معادل بافت (subhedral Planar-s) دیده می‌شوند [۱۵] (شکل ۲-D,C). در دولومیت‌های نوع دوم به علت تراکم بالا، رومبوهدرهای دولومیت به عنوان چارچوب عمل کرده و از فشردگی سنگ جلوگیری می‌کنند. در نتیجه با افزایش میزان دولومیت، تخلخل هم افزوده می‌شود [۳].

اگر دولومیتی شدن به صورت جانشینی مول به مول دولومیت به جای کلسیت بوده و منشأ کربناته لازم از درون سازند باشد، چگالی بالاتر دولومیت موجب ایجاد تخلخلی حدود ۱۳٪ در طی تبدیل کلسیت به دولومیت می‌شود. [۱۷]، [۱۸]



شکل ۱ | موقعیت میدان نفتی آرادگان

تخلخل یکی از ویژگی‌های مهم سنگ مخزن است، زیرا می‌تواند بیانگر مقدار ذخیره هیدروکربن در مخزن باشد. شدت دولومیتی شدن یک سنگ، بستگی به حجم سیالات دولومیتی کننده و مدت زمان اثر عامل دولومیتی کننده دارد. فابریک سنگ نیز در شدت دولومیتی شدن تأثیر زیادی دارد. دولومیت در طی تدفین، در مقایسه با سنگ آهک، تخلخل خود را کمتر از دست می‌دهد. این امر به دلیل آن است که دولومیت‌ها مقاومت بیشتری در مقابل فشردگی مکانیکی و شیمیایی داشته و سیمانی شدن در آن‌ها کمتر صورت می‌گیرد. درعین حال دولومیت‌ها شکل‌پذیری کمتری نسبت به سنگ آهک دارند و گسترش شکستگی در آن‌ها با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد. بنابراین احتمال گسترش تخلخل از نوع شکستگی در آن‌ها افزایش می‌یابد (شکل B-۲). دولومیتی شدن، یک سنگ مخزن کربناته را قادر می‌سازد تا در برابر فشردگی مقاومت کند. به‌طور معمول در قسمت‌های کم عمق، دولومیت‌ها کمتر از سنگ آهک تخلخل دارند، اما تخلخل خود را حین تدفین بهتر حفظ می‌کنند [۲]. شرط اول دولومیتی شدن این است که سنگ در ابتدا به اندازه کافی متخلخل و نفوذپذیر باشد تا سیالات دولومیتی کننده بتوانند در سنگ گردش کرده و آن را دولومیتی کنند. اگر سنگ اولیه به اندازه کافی متخلخل و نفوذپذیر نباشد، دولومیتی شدن با آهستگی صورت می‌گیرد، در نتیجه دولومیت فضاهای خالی موجود را پر کرده و فابریک اولیه سنگ را حفظ می‌کند، بنابراین تخلخل اضافی حاصل نمی‌شود. هنگامی که نرخ دولومیتی شدن بالا باشد، تخریب فابریک صورت می‌گیرد و انحلال بزرگ‌مقیاس سنگ آهک اولیه، امکان رشد آزادانه دولومیت را به مناسب‌ترین حالت می‌دهد. در این حالت به جای آن‌که دولومیت بافت اولیه سنگ را تقلید کند،

### ۳- بحث

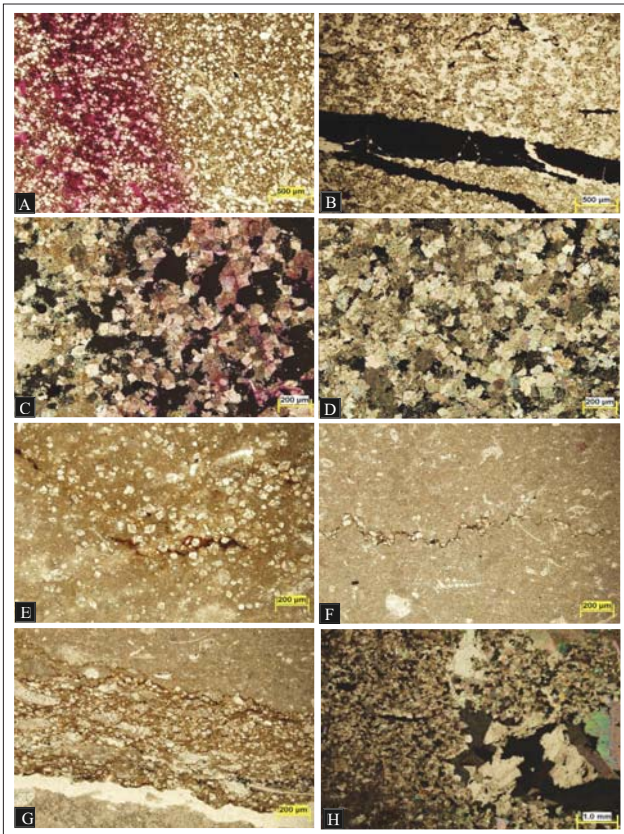
۶۰

می شوند که فابریک آلوکم اولیه به طور کامل از بین نرفته باشد [۷].

در نمونه‌های مورد مطالعه، گاهی دولومیت‌های درشت‌بلور به صورت پرکننده حفرات دیده می‌شوند. این دولومیت‌ها از نظر حجمی کمتر بوده و پوششی از بلورهای نیمه‌شکل‌دار تا بی‌شکل را در داخل حفرات تشکیل می‌دهند (شکل ۲-H). این دولومیت‌ها معادل بافت planar-c سیبلی و گرگ هستند که بلورهای آنها از سمت دیواره حفره به طرف مرکز رشد نموده و بنابراین اندازه آنها به سمت مرکز حفره افزایش می‌یابد. این دولومیت‌ها تا حدود زیادی باعث پرشدن فضاهای خالی و

براساس طبقه‌بندی بافتی دولومیت‌ها و در نظر گرفتن بافت فعلی سنگ نشان داده می‌شود که با افزایش تخلخل در مخزن دولومیتی، میزان نفوذپذیری در دولومیت‌های با مرزهای بلورین مسطح<sup>۷</sup> به نسبت دولومیت‌های دارای مرزهای بلورین نیمه‌مسطح<sup>۸</sup> بیشتر افزایش می‌یابد. همین‌طور رابطه بین تخلخل و نفوذپذیری در دولومیت‌های با بلورهای دارای مرزهای مسطح و نیمه‌مسطح بسیار مشخص‌تر از دولومیت‌های با بلورهای دارای مرزهای غیر مسطح است. در طی تبدیل دولومیت‌ها از حالت مسطح به نیمه‌مسطح (بر اثر رشد بلورها) حجم تخلخل بین‌بلورین کاهش یافته و بزرگی حفره‌های گلوگاهی کم می‌شود. یعنی حفره‌های سنگ از حالت چندوجهی به حالت حفره‌های واقع در مرزهای بلورین در می‌آیند. دولومیت‌های نوع صفحه‌ای شکل‌دار به دلیل داشتن بلورهای شکل‌دار و دانه شکر، تخلخل خوبی از خود نشان می‌دهند و به علت ارتباط خوب بین گلوگاه‌ها، تراوایی زیادتر می‌شود. اما در دولومیت‌های نوع صفحه‌ای نیمه‌شکل‌دار تخلخل بین‌بلوری کمتر است و چون گلوگاه‌ها دارای ارتباط خوبی باهم نیستند با افزایش تخلخل، تراوایی چندان تغییر نمی‌کند.

دولومیت‌های نوع دوم ممکن است به صورت پراکنده در زمینه آهکی یافت شوند (شکل ۲-E). این دولومیت‌ها معادل بافت (Planar-p porphyroypic) در تقسیم‌بندی سیبلی و گرگ هستند. در برخی نمونه‌ها نیز بلورهای نیمه‌شکل‌دار دولومیت به طور موضعی در اطراف استیلولیت‌ها دیده می‌شوند (شکل ۲-F). احتمالاً سیال حاوی منیزیم حاصل از فرایند انحلال فشاری با آهک‌های مجاور در سطح استیلولیت واکنش داده و دولومیت تشکیل شده است [۱۱] و یا استیلولیت به صورت مجرایی جهت حرکت سیال دولومیت‌ساز در شرایط تدفین کم‌عمق عمل نموده است [۱]. از آنجا که در اکثر نمونه‌ها نفت در امتداد استیلولیت‌ها نفوذ کرده است، به نظر می‌رسد نظریه دوم در این مورد درست‌تر باشد. (شکل ۲-G)



شکل ۲ | تصاویر میکروسکوپی از دولومیت‌های سازند سروک  
 A- بلورهای شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار دولومیت، نیمی از مقطع توسط محلول آلیزارین قرمز رنگ آمیزی شده  
 B- تخلخل شکستگی در بلورهای شکل‌دار دولومیت  
 C- بلورهای شکل‌دار دولومیت planar-e (euhedral): تراوا و متخلخل  
 D- بلورهای نیمه‌شکل‌دار دولومیت planar-s (subhedral)  
 E- دولومیت‌های پراکنده در گل آهکی planar-p (porphyrotopic). دارای آلودگی نفتی  
 F- رومبوهدرهای دولومیتی در امتداد رگه استیلولیتی  
 G- رومبوهدرهای دولومیتی در امتداد زون انحلال فشاری  
 H- بلورهای دولومیت پرکننده حفرات planar-c (cement)

### ۲-۳ دولومیت نوع سوم

این دولومیت‌ها از بلورهای هم‌اندازه، متراکم و درشت (۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون) و بصورت شکل‌دار تا بی‌شکل تشکیل شده است. ویژگی این نوع دولومیت‌ها این است که اغلب به صورت جانشینی و در اندازه‌های درشت بلور تشکیل می‌شود. این بلورها با توجه به تقسیم‌بندی سیبلی و گرگ از نوع مسطح است. دولومیت‌های جانشینی معمولاً در جایی تشخیص داده





شکستگی‌ها و در نتیجه کاهش تخلخل می‌شوند.

میکرون) و به صورت شکل دار تا نیمه‌شکل دار دیده می‌شوند. دولومیت‌های نوع سوم درشت بلور (۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون) هم اندازه و به صورت شکل دار تا بی شکل هستند.

۳- دولومیت‌های نوع دوم با حفظ تخلخل و نفوذپذیری باعث افزایش کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان مورد مطالعه شده‌اند.

۱- دو نوع دولومیت نوع دوم و نوع سوم در سازند سروک مشاهده شده است.

۲- دولومیت‌های نوع دوم متوسط بلور (۶۰ تا ۲۵۰

## پانویس‌ها

<sup>1</sup> eghtesadi@gmail.com

<sup>4</sup> subhedral

<sup>7</sup> Planar-e

<sup>2</sup> planar

<sup>5</sup> nonplanar

<sup>8</sup> Planar-s

<sup>3</sup> euhedral

<sup>6</sup> anhedral

## منابع

- [۱] آدابی، م.ح.، (۱۳۸۳)، ژئوشیمی رسوبی، انتشارات آراین زمین
- [۲] رضایی، م.، ۱۳۸۴، زمین شناسی نفت، انتشارات علوی
- [۳] رحیم پوربناب، ح.، (۱۳۸۴)، سنگ شناسی کربناته، انتشارات دانشگاه تهران
- [4] Adabi, M.H., (2002). Petrography and geochemical criteria for recognition of unaltered cold water and diagenetically altered Neoproterozoic dolomite, western Tasmania, Australia: 16 Australian Geol. Conv., Australia (abst.), p. 35
- [5] Amthor, J.E., and Friedman, G.M., (1992). Early-to late-diagenetic dolomitization of platform carbonates: Lower Ordovician Ellenburger Group, Permian Basin, West Texas: Jour. Sed. Petrology, v.62, p. 131-144
- [6] Dickson, J.A.D., (1965). A modified staining technique for carbonate in the thin section. Nature, 205, 587
- [7] El Tabakh" M., Mory, A., Schreiber, B.C., and Yasin, R., (2004), Anhydrite cement after dolomitization of shallow marine Silurian carbonate of the Gascoyne, Sothern Carnnarvon, fJasin, Western Australia, Sedimentary Geology v.164, p.75-87.
- [8] Fridman, G.M., 1965,. Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks: Jour. Sed. Petrology, v. 35, p. 643\_655
- [9] Gregg, J.M., and Sheltol, K.L., (1990). Dolomitization and dolomite neomorphism in the back reef facies of the Bonnetbrre and Davies for mations (Cambrian), sou theastern Missouri: Jour. Sed. Petrology, v. 60, p. 549-562
- [10] Gregg, J.M., and Sibley, D.F., (1984). Epigenetic dolomitization and the origin of xenotopic dolomite texture reply: Jour. Sed. Petrology, v. 56, p. 735-763
- [11] Lee, Y.I., and Friedman, G.M., (1987). Deep-burial dolomitization in the Lower Ordovician Ellenburger Group carbonates in west Texas and southeastern New Mexico: Jour. Sed. Petrology, v. 57, p. 544-557
- [12] Lucia, F.J., (1995), Rock-fabric\petrophysical classification of carbonate porespace for reservoir characterization, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 79, p. 1275-1300
- [13] Mazzullo, S.J., (1992). Geochemical and neomorphic alteration of dolomite: a areview: Carbonates and Evaporites, v. 7, p. 21-37
- [14] Rao, C.P., (1996). Modern Carbonates, tropical, temperate, polar: introduction to sedimentology and geochemistry: Arts of Tasmania, p. 206
- [15] Sibley, D.F., and Gregg, J.M., (1987). Classification of dolomite rock texture: Jour. Sed. Petrology, v. 57, p. 967-975.
- [16] Spry, A., (1969). Metamorphic Textures: Oxford, Pergamon Press, p. 350
- [17] Warren, J.K., (2000), Dolofllite; occurrence, evolution and economical important association, Earth science Rewiew, v. 52, p. 1-18
- [18] Woody, R.E., Gregg, J.M., Koederitz, L.F., (1996), Effect of texture on the petrophysical properties of dolomite-evidence from the Cambrian-Ordovician of southeastern Missouri, Alnerican Association Petrology Geology Bulletin, v. 80
- [19] Wilson, V.P., (1975), Carbonate Facies in Geologic History, Springer-Verlag, New York, 471p.
- [20] Ye Q., and Mazzullo , S.J., 1993. Dolomitization of Lower Permian platform facies, Wichita Formation, north platform, Midland Basin, Texas: Carbonates and Evaporites, v. 8, p. 55-70