



بیست و سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

اهمیت ریز تخلخل ها در تشکیل مخازن هیدروکربوری در گروه بنگستان دشت آبادان

حمزه مهرابی*, استادیار دانشکده زمین شناسی دانشگاه تهران

mehrabi.hamze@ut.ac.ir

برهان باقرپور، استادیار بخش علوم زمین دانشگاه شیراز

نتیجه گیری

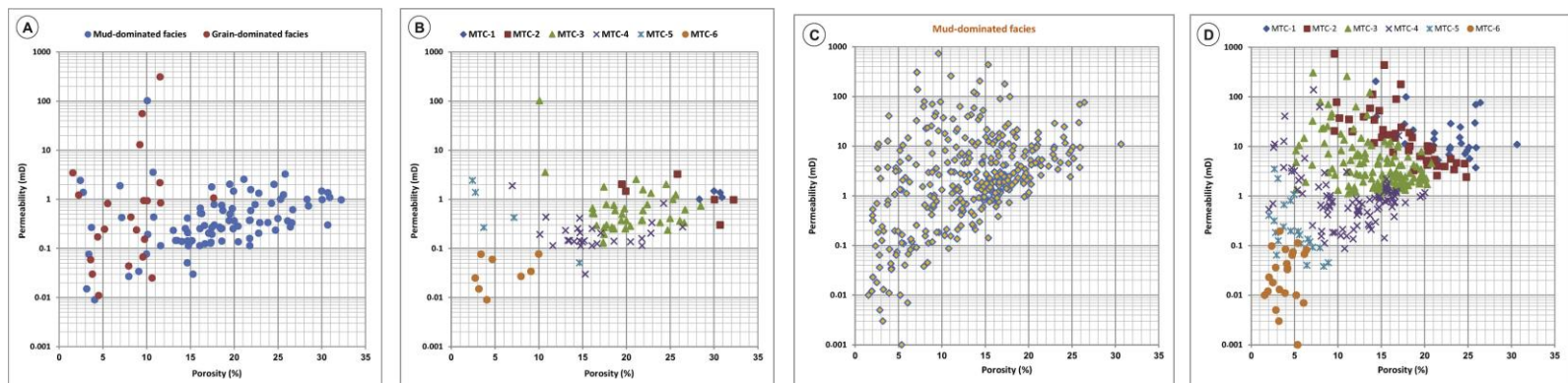
تلفیق نتایج حاصل از مطالعات پتروگرافی بر روی مغزه های حفاری، مقاطع نازک میکروسکوپی و تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) با لاگ های پتروفیزیکی و داده های تخلخل و تراوایی به منظور ارزیابی افق های مخزنی سازندهای سروک و ایلام در سه چاه از میدان نفتی آزادگان جنوبی منجر به نتایج زیر گردید:
۱- مطالعات رخساره ای منجر به تشخیص ۱۰ رخساره میکروسکوپی گردید که تفسیر آن ها حاکی از نهشته شدن سازندهای سروک و ایلام بر روی پلانفرم های کربناته از نوع رمپ می باشد. این رخساره ها، بر اساس ویژگی های بافتی قابل تقسیم به دو گروه رخساره های گل غالب (لاگونی و دریای باز) و دانه غالب (شول و تالوس) می باشند که هر کدام سیستم حرارت اولیه خاص خود را دارند.

۲- بررسی فرایندهای دیانزنی حاکی از تاثیر چشمگیر رخ دادهای جوی بر روی سازند سروک و عدم تاثیر آن ها در سازند ایلام می باشد. وجود ناپیوستگی های فرسایشی در مرز سنومانین – تورونین و تورونین میانی حاکی از فازهای مکرر خروج از آب و تاثیر سیالات جوی بر توالی های رسوبی سازند سروک می باشند. حرارت گسترده انحلالی، سیمانی شدن جوی، آغشتگی به اکسیدهای آهن و گسترش افق های خاک قدیمه از جمله مهمترین شواهد این فازهای خروج از آب می باشند که اثرات چشمگیری بر سیستم حرارت سنگ های مخزنی در مقیاس بزرگ و کوچک داشته اند.

۳- بررسی تصاویر SEM منجر به تفکیک ۶ رده بافتی در توالی های گل غالب سازندهای سروک و ایلام شد و ارتباطات آن ها با ویژگی های رخساره ای، مشخصات مخزنی (داده های تخلخل – تراوایی) و جایگاه های سنگی مورد مطالعه قرار گرفت. بر همین اساس، واحدهای مخزنی گل غالب با تخلخل میکروسکوپی در دو بخش از سازند سروک و نیمه پایینی سازند ایلام شناسایی گردید.

۴- در سازند سروک، وقوع دیانزنی جوی در سیستم باز با نرخ بالای گردش سیالات منجر به گسترش تخلخل های میکروسکوپی از نوع انحلالی و قالبی در افق های واقع در زیر مرزهای سنگانی (ناپوستگی ها) شده و بافت های متخلخل از نوع گردشده و نیمه گردشده را بوجود آورده است. در افق های چینه ای دور از ناپیوستگی ها، فرایندهای دیانزنی نظیر فشردگی، سیمانی شدن و تبلور مجدد سبب ایجاد بافت های میکرباتی متراکم و غیر متخلخل در رخساره های گل غالب شده است.

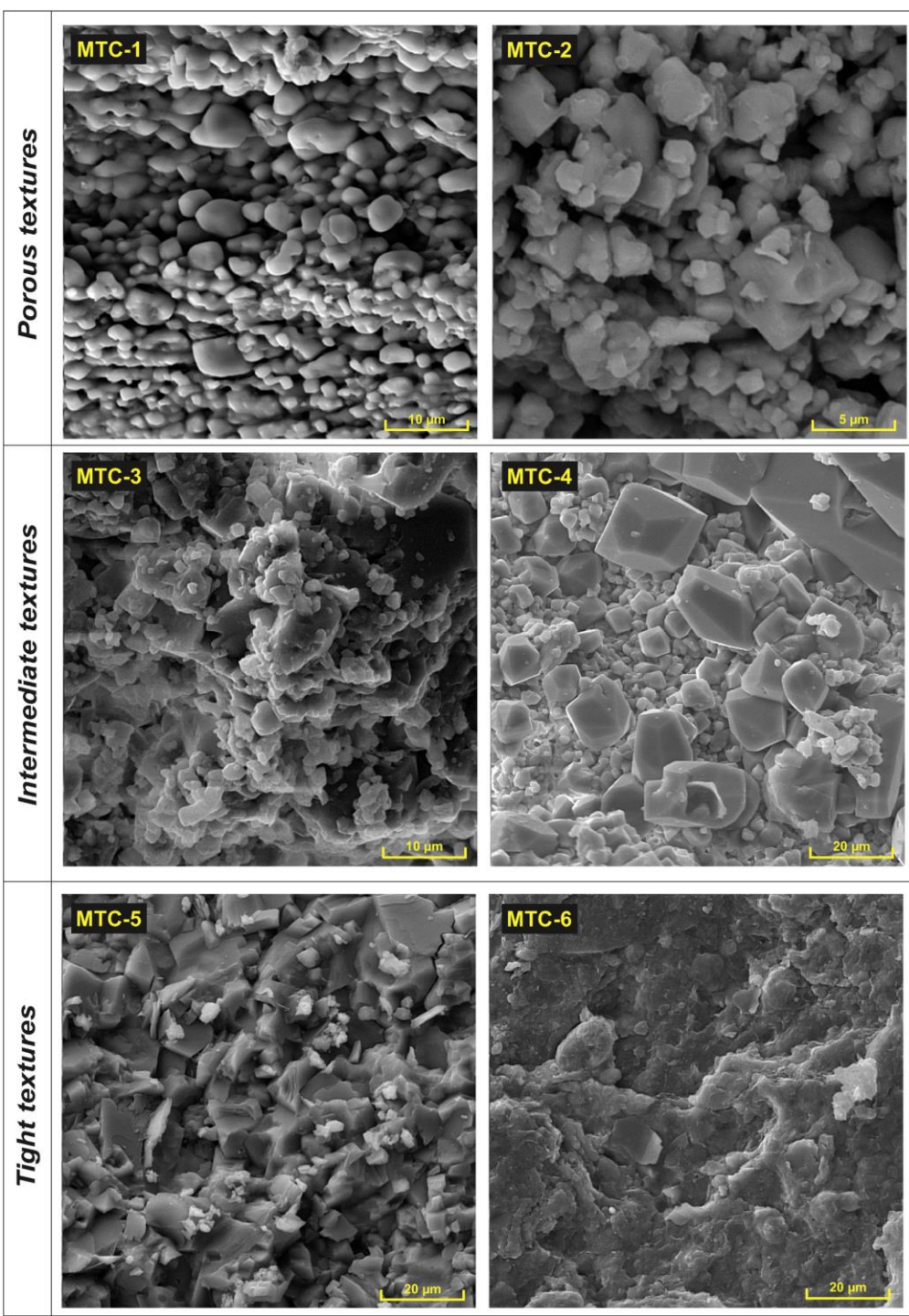
۵- در سازند ایلام، حفظ شدگی تخلخل های میکروسکوپی اولیه (بین دانه ای و درون اسکلتی) همراه با انحلال دفنی سبب گسترش رخساره های گل غالب با مقادیر بالایی از تخلخل (تا ۲۵ درصد) در سیستم تراکت پیشرونده سنگاس رسوبی این سازند گردیده است. وجود یک سیستم دیانزنی بسته با نرخ پایین گردش سیالات به حفظ بافت اولیه میکربات در این رخساره ها کمک کرده و بهترین افق مخزنی سازند ایلام را در رخساره های گل غالب بوجود آورده است.



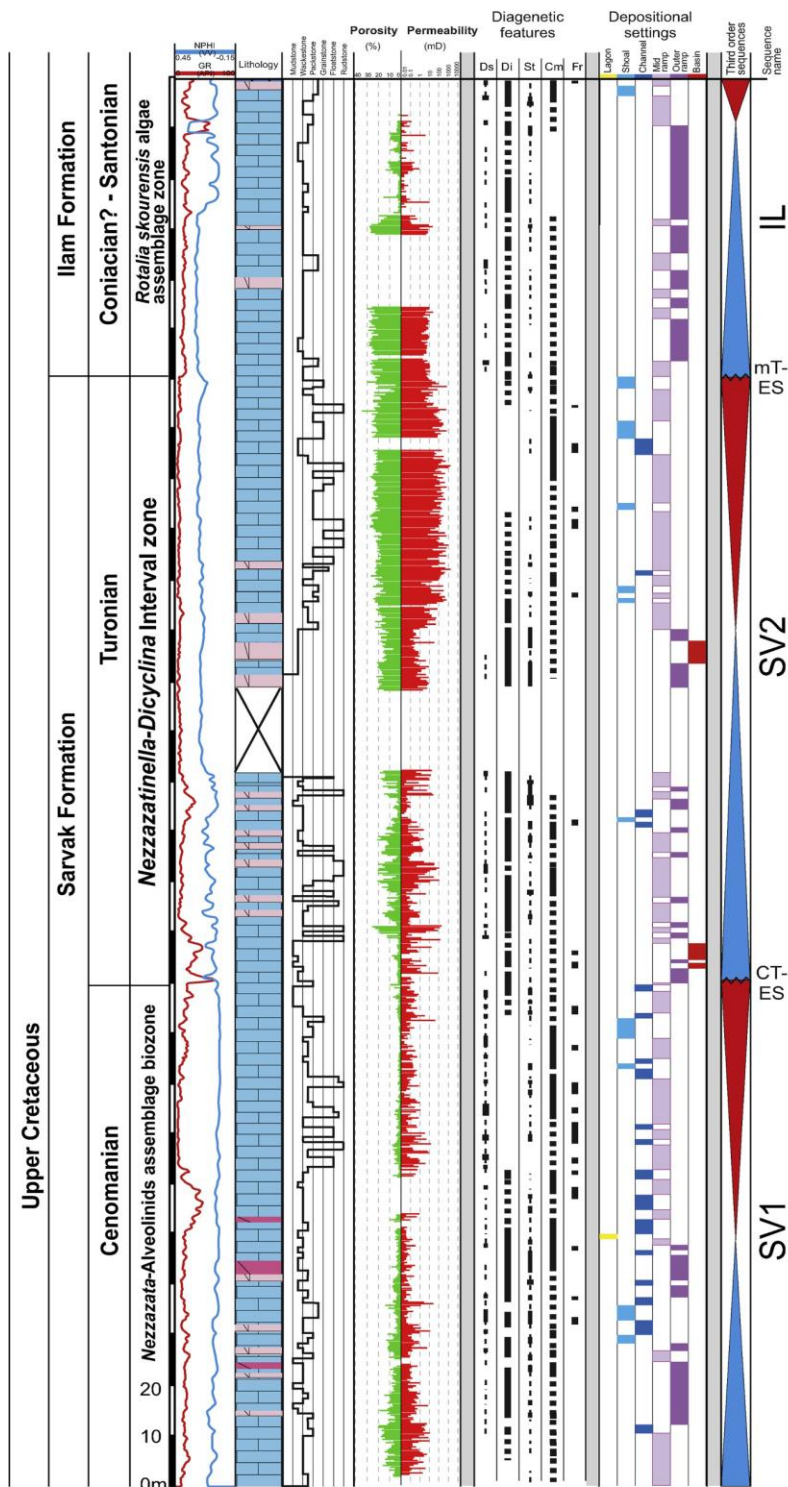
نمودارهای تخلخل در برابر تراوایی برای رخساره های گل غالب و رده های بافتی میکربات در سازندهای ایلام (A, B) و سروک (C, D)، در میدان نفتی آزادگان جنوبی.

منابع

- Abdollahie-Fard, I., Braathen, A., Mokhtari, M., Alavi, S.A., 2006. Interaction of the fold-thrust belt and the Arabian-type, deepseated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran. *Petrol. Geosci.* 12, 347–362.
- Ahr, W.M., 2008. *Geology of Carbonate Reservoirs*. John Wiley and Sons, Inc., p. 296.
- Asquith, G.B., 1986. Microporosity in the O'Hara oolite zone of the Mississippian Ste. Genevieve Limestone, Hopkins county, Kentucky, and its implications for formation evolution. *Carbonates Evaporites* 1, (1), 7–12.
- Assadi, A., Honarmand, J., Moallemi, S.A., Abdollahie-Fard, I., 2016. Depositional environments and sequence stratigraphy of the Sarvak Formation in an oil field in the Abadan Plain, SW Iran. *Facies* 62 (26). <https://doi.org/10.1007/s10347-016-0477-5>.
- de Periere, M.D., Durlot, C., Vennin, E., Lambert, L., Bourillot, R., Caline, B., Poli, E., 2011. Morphometry of micrite particles in cretaceous microporous limestones of the Middle East: influence on reservoir properties. *Mar. Petrol. Geol.* 28 (9), 1727–1750.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E. (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*, vol. 1. American Association of Petroleum Geologists Memoir, pp. 108–121.
- Embry, A.F., Klovan, J.E., 1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT, Can. *Pet. Geol. Bull.* 19, 730–781.
- Embry, A.F., 2002. Transgressive-Regressive (T-R) Sequence Stratigraphy. SEPM Society for Sedimentary Geology. <https://doi.org/10.5724/jgs.02.22>.
- Ezati, M., Azizadeh, M., Riahi, M.A., Fatahpour, V., Honarmand, J., 2018. Characterization of micro-fractures in carbonate Sarvak reservoir, using petrophysical and geological data, SW Iran. *J. Petrol. Sci. Eng.* 170, 675–695.
- Fügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*, second ed. Springer, Berlin, p. 984.
- Heydari, E., 2008. Tectonic versus eustatic control on Supersequences of the Zagros Mountains of Iran. *Tectonophysics* 451, 56–70.
- Lai, J., Wang, S., Zhang, C., Wang, G., Song, Q., Chen, X., Yang, R., Yuan, C., 2020. Spectrum of pore types and networks in the deep Cambrian to lower Ordovician dolostones in Tarim basin, China. *Mar. Petrol. Geol.* 112, 104081.
- Lambert, L., Durlot, C., Loreau, J.P., Marnier, G., 2006. Burial dissolution of micrite in Middle East carbonate reservoirs (Jurassic-Cretaceous): keys for recognition and timing. *Mar. Petrol. Geol.* 23 (1), 79–92.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., 2014. Paleoclimate and tectonic controls on the depositional and diagenetic history of the Cenomanian-early Turonian carbonate reservoirs, Dezful Embayment, SW Iran. *Facies* 60, 147–167.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Enayati-Bidgoli, A.H., Esrafil-Dizaji, B., 2015a. Impact of contrasting paleoclimate on carbonate reservoir architecture: cases from arid Permian-Triassic and humid Cretaceous platforms in the south and southwestern Iran. *J. Petrol. Sci. Eng.* 126, 262–283.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Hajikazemi, E., Jamalian, A., 2015b. Controls on depositional facies in upper cretaceous carbonate reservoirs in the Zagros area and the Persian Gulf. *Iran. Facies* 61, 23. <https://doi.org/10.1007/s10347-015-0450-8>.
- Moshier, S.O., 1989a. Microporosity in micritic limestones: a review. *Sediment. Geol.* 63, 191–213.
- Moshier, S.O., 1989b. Development of microporosity in a micritic limestone reservoir, Lower Cretaceous, Middle East. *Sediment. Geol.* 63, 217–240.
- Motiei, H., 1993. *Geology of Iran, the Stratigraphy of Zagros*. Geological Survey of Iran, Tehran, p. 572 (in Persian).
- Navidtalab, A., Rahimpour-Bonab, H., Nazari-Badli, A., Sarfi, M., 2014. Challenges in deep basin sequence stratigraphy: a case study from the Early-Middle Cretaceous of SW Zagros. *Facies* 60, 195–215.
- Navidtalab, A., Rahimpour-Bonab, H., Huck, S., Heimhofer, U., 2016. Elemental geochemistry and strontium-isotope stratigraphy of Cenomanian to Santonian neritic carbonates in the Zagros Basin, Iran. *Sediment. Geol.* 346, 35–48.
- Navidtalab, A., Sarfi, M., Enayati-Bidgoli, A.H., Yazdi-Moghadam, M., 2019b. Syn-depositional continental rifting of the Southeastern Neo-Tethys margin during the Albian-Cenomanian: evidence from stratigraphic correlation. *Int. Geol. Rev.* <https://doi.org/10.1080/00206814.2019.1667882>.
- Omidvar, M., Mehrabi, H., Sajjadi, F., Bahramzadeh-Sajjadi, H., Rahimpour-Bonab, H., Ashrafzadeh, A., 2014. Revision of the foraminiferal biozonation scheme in Upper Cretaceous carbonates of the Dezful Embayment, Zagros, Iran: integrated paleontological, sedimentological and geochemical investigation. *Rev. Micropaleontol.* 57, 97–116.
- Pittman, E.D., 1971. Microporosity in carbonate rocks. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 55, 1873–1878.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A.H., Omidvar, M., 2012a. Coupled imprints of tropical climate and recurring emersions on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, SW Iran. *Cretac. Res.* 37, 15–34.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Izadi-Mazidi, E., 2012b. Flow unit distribution and reservoir modeling in cretaceous carbonates of the Sarvak formation, Abeymour oilfield, Dezful Embayment, SW Iran. *J. Petrol. Geol.* 35 (3), 213–236.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Omidvar, M., Enayati-Bidgoli, A.H., Sonei, R., Sajjadi, F., Amiri-Bakhtyar, H., Arzani, N., Izadi-Mazidi, E., 2013. Palaeo-exposure surfaces in Cenomanian-Santonian carbonate reservoirs in the Dezful Embayment, SW Iran. *J. Petrol. Geol.* 36 (4), 335–362.
- Tavakoli, V., Jamalian, A., 2018. Microporosity evolution in Iranian reservoirs, Dalan and Dariyan formations, the central Persian Gulf. *J. Nat. Gas Sci. Eng.* <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2018.01.028>.
- Vincent, B., van Buchem, F.S.P., Bulot, L.G., Jalali, M., Swennen, R., Hosseini, A.S., Baghban, D., 2015. Depositional sequences, diagnosis and structural control of the Albian to Turonian carbonate platform systems in coastal Fars (SW Iran). *Mar. Petrol. Geol.* 63, 46–67. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2015.02.018>.
- Volery, C., Davaud, E., Foubert, A., Caline, B., 2009. Shallow-marine microporous carbonate reservoir rocks in the Middle East: relationship with seawater Mg/Ca ratio and eustatic sea level. *J. Petrol. Geol.* 32 (4), 313–326.
- Wilson, J.L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, p. 471.



تصاویر میکروسکوپ الکترونی از شش رده بافتی میکربات (MTC) در سازندهای سروک و ایلام در میدان آزادگان جنوبی



ستون رسوبی سازندهای سروک و ایلام در یکی از چاه های مطالعه شده از میدان نفتی آزادگان جنوبی.

چکیده

مخازن هیدروکربوری واقع در سازندهای کربناته سروک و ایلام بعنوان دومین مخازن مهم نفتی کشور از اهمیت بالایی برخورداراند. عمده ذخایر موجود در این مخازن در توالی های انحلال یافته واقع در زیر سطوح ناپیوستگی تجمع یافته و از جنبه های مختلف مورد مطالعه محققین قرار گرفته است. با این وجود، بخشی از ذخایر موجود در این مخازن، در رخساره های گل غالب (مادستون / وکستون) دور از ناپیوستگی ها تجمع یافته که تا کنون کمتر مورد توجه و مطالعه قرار گرفته اند. مطالعه حاضر، بر اساس نتایج تلفیقی بدست آمده از مطالعات مغزه، مقاطع نازک میکروسکوپی، تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM)، لاگ های پتروفیزیکی و داده های تخلخل و تراوایی بدست آمده از ۳ چاه موجود در میدان نفتی آزادگان جنوبی، به بررسی این افق های مخزنی پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می دهد که انواع مختلفی از حرارت در مقیاس میکروسکوپی در رخساره های گل غالب مخازن بنگستان دیده می شود که نوع و فراوانی آن ها به میزان زیادی وابسته به بافت میکربات و جایگاه چینه شناسی آن ها است. بر همین اساس، تعداد ۶ رده بافت میکربات بر اساس مطالعات تصاویر میکروسکوپ الکترونی تشخیص داده شد و کیفیت مخزنی آن ها مورد بررسی قرار گرفت. رخساره های گل غالب با تخلخل میکروسکوپی بالا (۱۰ تا ۲۵ درصد) واحدهای مخزنی مهمی را در بخش پایینی سازند ایلام (سیستم تراکت پیشرونده) و بخش های میانی سازند سروک شکل داده اند. در سازند ایلام، رخساره های متعلق به دریای باز (رمپ بیرونی و حوضه) با فراوانی الیگوستژین ها و فرامینیفرهای پلانکتون و غلبه حرارت میکروسکوپی از نوع قالبی و درون اسکلتی، واحد مخزنی اصلی این سازند در میدان مورد مطالعه به شمار می روند که حرارت آن ها در یک سیستم دیانزنی بسته با نرخ جریان سیال پایین تکامل یافته است. بر خلاف این، در سازند سروک، نفوذ سیالات جوی و گردش سیالات تحت اشباع از کربنات کلسیم در یک سیستم دیانزنی نیمه باز سبب انحلال میکروسکوپی ذرات میکربات و گردشگی آن ها شده و رخساره های متخلخل با انواع حرارت انحلالی و بین دانه ای را در رخساره های گل غالب لاگونی و دریای باز پدید آورده است. در این سازند سروک، چنین رخساره هایی را می توان بعنوان مخازن درجه دوم، پس از رخساره های انحلال یافته و رودیستی، به شمار آورد.

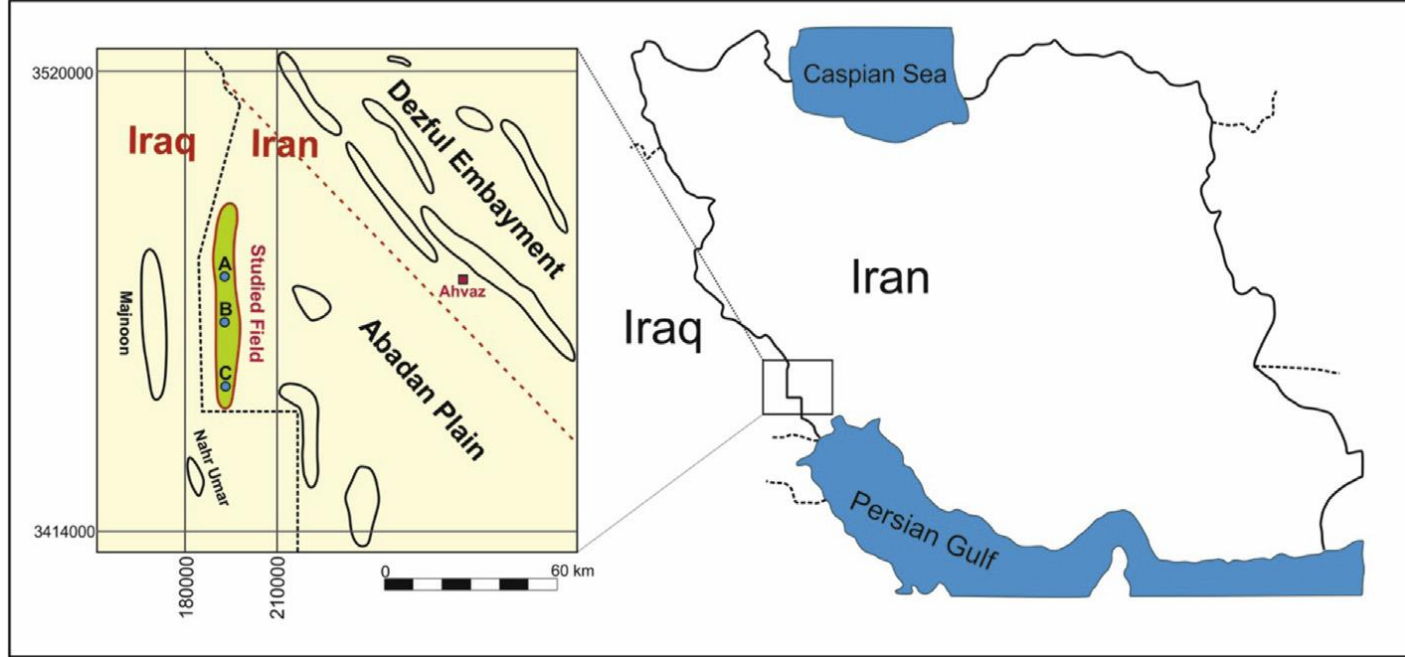
مقدمه

سنگ های کربناته حاوی انواع مختلفی از حرارت هستند که در اثر فرایندهای همزمان با رسوبگذاری یا پس از آن توسط فرایندهای دیانزنی شکل گرفته و تکامل یافته اند (Ahr, 2008). این حرارت را می توان بر اساس اندازه شان به حرارت ماکروسکوپی و میکروسکوپی تقسیم بندی کرد (Pittman, 1971). تا کنون روش های مختلفی از دسته بندی حرارت بر اساس اندازه توسط محققین ارائه شده است (Moshier, 1989). در اغلب این روش ها، مرز ۱۰ میکرون را بعنوان جداکننده حرارت ماکروسکوپی و میکروسکوپی معرفی نموده اند (Coalson et al., 1985; Asquith, 1986). مخازن کربناته حاوی تخلخل های میکروسکوپی، ذخایر هیدروکربوری مهمی را در سرتاسر جهان تشکیل داده اند (Lai et al., 2015; Volery et al., 2009; Carpentier et al., 2013; Wilson, 1975). در خاورمیانه، معروف ترین مخازن ریزتخلخل دار از توالی های گل غالب کرتاسه گزارش شده اند (Moshier, 1989a,b; Lambert et al., 2011; Tavakoli and Jamalian, 2018; de Periere et al., 2006). در ایران، مخازن کربناته گروه بنگستان، شامل سازندهای سروک و ایلام، به سن آلبین پسین – سانئوین، دومین مخازن نفتی مهم پس از سازند آسماری به شمار می روند (Motiei, 1993). اگرچه مهمترین افق های مخزنی این سازندها در رخساره های دانه غالب رودیستی و انحلال یافته تشکیل شده است (Wilson, 2014; Omidvar et al., 2012a, 2013; Rahimpour-Bonab et al., 2014, 2016). اما بخشی از ذخایر نفتی آن ها توسط رخساره های گل غالب با تخلخل های میکروسکوپی میزبانی می شود که تا کنون کمتر مورد توجه قرار گرفته اند.

در این مطالعه، از داده های مختلف پتروگرافی، پتروفیزیکی و مخزنی جهت تفکیک انواع حرارت موجود در مخازن گروه بنگستان در سه چاه از میدان نفتی آزادگان جنوبی استفاده شده است. تمرکز اصلی این مطالعه بر رخساره های گل غالب این توالی ها، بافت های میکربات و انواع تخلخل های میکروسکوپی موجود در آن ها بوده است تا از این طریق بتوان ارتباطات موجود بین بافت میکربات، نوع حرارت و کیفیت مخزنی را مشخص نمود. در نهایت، تلاش شده است تا ارتباط بین افق های مخزنی ناشی از ریزتخلخل در این سازندها با تاریخچه رسوبی – دیانزنی آن ها در چارچوب سنگاس های رسوبی مورد مطالعه قرار گیرد.

کرتاسه بالایی در حاشیه شمال شرقی پلیت عربی مصادف است با تحولات شگرف تکتونیکی که موجب اثرات چشمگیر بر توالی های رسوبی این زمان در نواحی مختلف خاورمیانه، از جمله ناحیه زاگرس و دشت آبادان گردیده است (Heydari, 2008; Abdollahie-Fard et al., 2006). رمپ های کربناته گسترش یافته بر روی این پلیت، توالی های مهم مخزنی را در نواحی مذکور شکل داده اند که از آن جمله می توان سازندهای سروک و ایلام و معادل های آن ها (نظیر سازند میشریف) را نام برد (Mehrabi et al., 2015a; Vincent et al., 2015). تاثیر تحولات تکتونیکی و تغییرات سطح آب دریا سبب رخ دادهای خروج از آب متعددی در این توالی ها شده و تشکیل ناپیوستگی های فرسایشی را در پی داشته است که یکی از مهمترین آن ها در مرز بین سازندهای سروک و ایلام قرار گرفته است (ناپوستگی تورونین میانی، Rahimpour-Bonab et al., 2012a, b, 2013; Mehrabi and Rahimpour-Bonab, 2014; Navidtalab et al., 2015a, b; Mehrabi et al., 2015b).

سازندهای سروک و ایلام (معروف به مخازن بنگستان) با سنگ شناسی غالب آهکی، آهک آرژیلی و دولومیتی، جزو مهمترین سازندهای مخزنی در میادین واقع در دشت آبادان محسوب می شوند (شکل ۱). در میدان آزادگان جنوبی، به دلیل آبد بودن سازند آسماری، این سازندها مهمترین مخزن نفتی را تشکیل داده اند (Assadi et al., 2016). در این میدان، بخش های میانی و بالایی سازند سروک به همراه سازند ایلام بعنوان مخزن شناخته شده و مورد حفاری و مغزه گیری قرار گرفته اند.



موقعیت میدان آزادگان جنوبی در دشت آبادان و چاه های مورد مطالعه در این میدان (اقتباس شده از Ezzati et al., 2018).