

ریزر خساره‌ها، مدل رسوبی، چینه‌شناسی سکانشی و دیاژنز سازند سروک در میادین نفتی X و Y واقع در فروافتادگی دزفول، جنوب غرب ایران

محسن لیاقت^۱، محمدحسین آدابی^{۲*}، سیدعلی معلمی^۳، عباس صادقی^۴ و احسان ده‌یادگاری^۵

۱- دانشجوی دکترا، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲ و ۴- استاد گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- شرکت ملی نفت، مدیریت اکتشاف نفت، تهران، ایران

۵- استادیار گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: m-adabi@sbu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۵/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۹

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

یکی از مهم‌ترین سازندهای ایران در زاگرس که به عنوان دومین مخزن بزرگ نفتی بعد از آسماری شناخته شده است سازند کربناتی سروک می‌باشد. در این پژوهش دو مقطع زیرسطحی از سازند سروک به سن آلبین-پسین-تورونین پیشین در فروافتادگی دزفول مورد مطالعه قرار گرفت. مرز زیرین این سازند ناشی از کامل نبودن چاه‌های حفاری شده نامشخص بوده و در راس به سازند سورگاه منتهی می‌شود. مطالعه مقاطع نازک خرده‌ها و مغزه‌های حفاری حاکی از تشکیل ریزرخساره‌های این سازند در محیط لاگون، سدی و دریای باز در بخش‌های داخلی، میانی و خارجی یک پلت‌فرم کربناته است. بر اساس مطالعات صورت گرفته در این پژوهش، سازند سروک از چهار سکانش رسوبی رده سوم به ترتیب از قاعده به طرف راس به نام‌های A، B، C و D تشکیل شده که قابل انطباق با سکانش‌های مطالعه شده در صفحه عربی است. به استثناء سکانش A این سازند در میادین مورد مطالعه، ناشی از حفاری ناکامل چاه‌ها، سکانش‌های دیگر از دسته رخصاره‌های تراز پیشروی و تراز بالای آب دریا تشکیل شده‌اند. بر اساس پزل دوبعدی ترسیم شده از میادین مورد مطالعه در منطقه مورد مطالعه، در مجموع روند تغییر رخصاره‌ها و در نتیجه دسته رخصاره‌های رسوبی مورد مطالعه، از سمت میدان نفتی X به سمت میدان نفتی Y به صورت پیشرونده هستند. بر اساس مطالعات صورت گرفته حوضه رسوبی این سازند در زمان تشکیل آخرین سکانش (D) در مقایسه با سکانش‌های دیگر از رخصاره‌های عمیق‌تری تشکیل شده و همچنین ضخامت این سکانش رسوبی در مقایسه با دیگر سکانش‌های مورد مطالعه کمتر است. مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی مورد مطالعه در مقاطع نازک میکروسکوپی در این سازند شامل: سیمانی شدن، سیمان‌های رورشدی هم‌محور، دروزی، بلوکی، هم‌بعد، پوئیکلوپیک است. دیگر فرآیندهای دیاژنزی عبارتند از: انحلال، به هم‌ریختگی زیستی (بورینگ و باروینگ)، میکریتی شدن، تراکم، پیریتی شدن، تخلخل و دولومیتی شدن است.

واژگان کلیدی: سازند سروک، محیط رسوبی، چینه‌نگاری سکانشی، فرآیندهای دیاژنزی، زاگرس

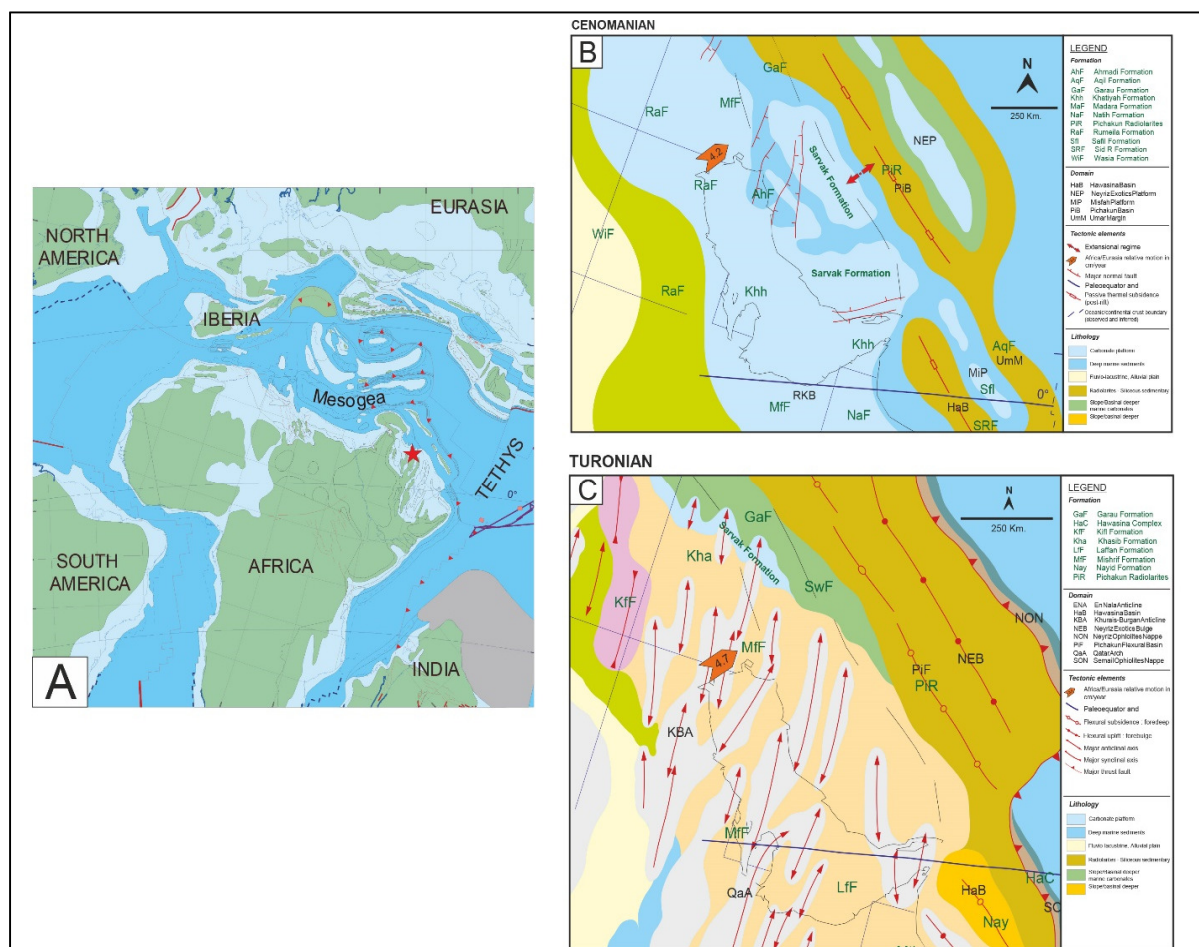
پیشگفتار

است (موریس ۱۹۸۰؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰). در ایران این بازه زمانی حوضه رسوبی زاگرس شامل سازند سروک (به سن آلبین-پسین-تورونین پیشین) و متعلق به گروه بنگستان می‌باشد (واپند، ۱۹۶۵؛ مطیعی، ۱۹۹۳؛ آقائباتی، ۲۰۰۸). پلت‌فرم کربناته سروک تغییرات زمانی و مکانی مشخصی را در میان سایر پلت‌فرم‌های کربناته در امتداد حاشیه اقیانوس تتیس در زمان سنومانین و تورونین نشان می‌دهد (شکل ۱، B و C). به طوری که برخی محققین (رحیم‌پوربناب و همکاران، ۲۰۱۲؛ مهماندوستی و

مخازن کربناته- دیاژنزی عظیم، مهم‌ترین مولفه‌های نفتی در اینتراول‌های چینه‌ای کرتاسه هستند. این مخازن در پلت‌فرم‌های گسترده‌ای در خاورمیانه یا به عبارتی در صفحه عربی و نواحی مجاور آن نهشته شده‌اند (بوردنو، ۲۰۰۲؛ برومهد و همکاران، ۲۰۲۲). در زمان کرتاسه میانی در غرب تتیس (شکل ۱، A) این پلت‌فرم کربناته بزرگ، کم عمق که در طول زمان به صورت حوضه‌ای اینتراشلفی گسترش داشته و تا حدود صدها کیلومتر وسعت داشته

در این سازند قابل مطالعه هستند. به مانند تغییرات پلتفرم سروک در زمان تشکیل، سکانس‌های رسوبی موجود در این سازند نیز بسته به منطقه مورد مطالعه در حوضه رسوبی زاگرس (لرستان، فروافتادگی دزفول و حوضه فارس) از این سازند متفاوت می‌باشند. در مجموع گوناگونی محیط‌های رسوبی مورد مطالعه این پلتفرم کربناته در زمان تشکیل در منابع گوناگون با هندسه‌های متنوع در حوضه‌های مختلف رسوبی زاگرس و از طرفی تغییرات مختلف سکانس‌های رسوبی سازند سروک در نواحی مختلف، این سازند را به عنوان یک سازند کلیدی و جالب جهت ارزیابی و بررسی حائز اهمیت کرده است.

همکاران، ۲۰۱۳؛ غلامی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۹) به یک پلتفرم کربناته از نوع رمپ در این سازند معتقد بوده، برخی دیگر (محسنی و جوانمرد، ۲۰۲۲؛ اسفندیاری و همکاران، ۲۰۲۳) به پلتفرم کربناته از نوع شلف در زمان تشکیل این سازند، برخی دیگر (رحیم‌پورناب و همکاران، ۲۰۱۶) به یک پلتفرم غرق شده در این سازند و برخی دیگر (رازین و همکاران، ۲۰۱۰؛ پیریایی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ۲۰۱۱؛ وینسنت و همکاران، ۲۰۱۵) به تغییر محیط رسوبی از یک پلتفرم کربناته از نوع رمپ به شلف را در این سازند پیشنهاد نموده‌اند. تغییرات محیط رسوبی این سازند که خود متأثر از تغییرات تکتونیکی و نیز تغییرات محلی و جهانی سطح آب دریاست که در سکانس‌های رسوبی (به ویژه رده سوم)



شکل ۱. تصویر شماتیک نقشه تکتونیکی و جایگاه قاره‌های مختلف همراه با محدوده تیتیس و حوضه مزوجا (Mesogea) و موقعیت پلتفرم سروک (ستاره قرمز). B. بخشی از نقشه بازسازی شده تکتونیک صفحه‌ای قلمرو مرکزی تیتیس در زمان سنومانین و C. در زمان تورونین منطبق با تشکیل سازند سروک همراه با جایگاه پلتفرم سروک (با کمی تغییرات از بریر و همکاران، ۲۰۱۸).

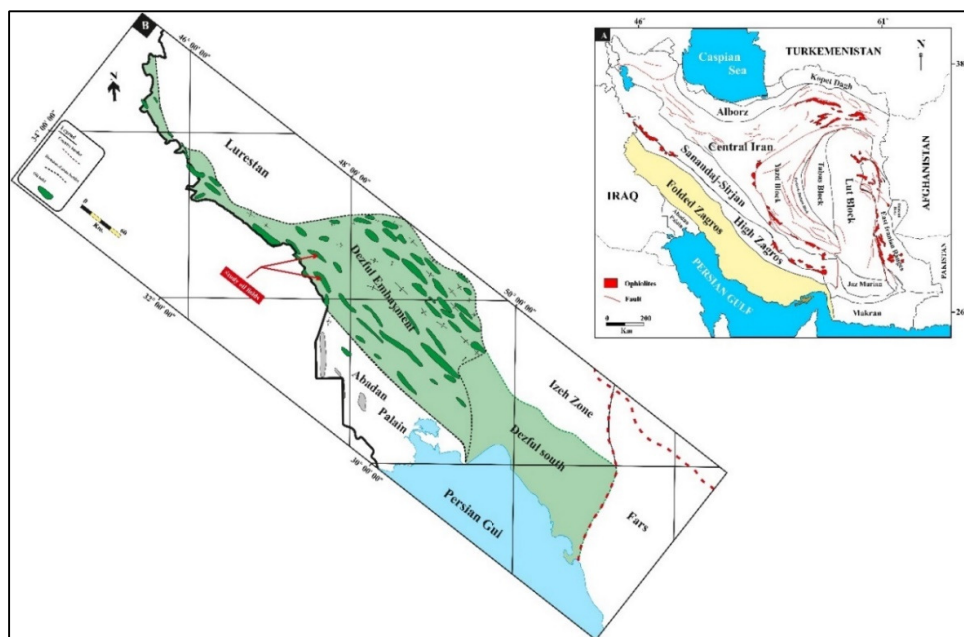
Fig. 1. A schematic tectonic map illustrated location of the different continents, as well as the Tethys and Mesogea basins. The map additionally shows the location of the Sarvak platform (indicated by a red star). B. represents a reconstructed illustration of the central Tethys during the Cenomanian, and C. during the Turonian period, equivalent to the deposition of the Sarvak Formation and its geographical location (modified from Barrier et al. 2018).

کینگ، ۱۹۸۱؛ مکواری و ونهینزبرگ، ۲۰۱۳؛ موترا و همکاران، ۲۰۱۲، اشتوکلین، ۱۹۶۸). این کوهستان‌های مرتفع توسط گسل تراستی زاگرس به دو بخش زاگرس مرتفع و زاگرس چین‌خورده ساده مجزا می‌شود (شکل ۲، A). بر اساس ویژگی‌های ساختمانی زون چین‌خورده ساده به نواحی فارس، ایزه، فروافتادگی دزفول و لرستان تقسیم می‌شود (سپهر و کاسگرو، ۲۰۰۴؛ شرکتی و لتوزی، ۲۰۰۴). فروافتادگی دزفول که به صورت یک فرورفتگی ساختمانی گسترش یافته در مقابل زون چین‌خورده ایزه گسترش یافته و یکی از مهم‌ترین حوضه‌های هیدروکربنی در کمربند تراستی چین‌خورده زاگرس می‌باشد (وطن دوست و ساین، ۲۰۲۲). در این حوضه رسوبی میادین عظیم نفتی در تاقدیس‌هایی با روند شمال غرب-جنوب شرق قرار دارند که دو میدان X و Y حائز اهمیت هستند (شکل ۲، B). در این تاقدیس‌ها رسوبات کرتاسه بالایی گروه بنگستان در یک دریای کم عمق در حوضه زاگرس و صفحه عربی نهشته شده‌اند (وزیری‌مقدم و کلنات، ۲۰۲۲). این گروه در فروافتادگی دزفول متشکل از سازندهای کژدمی، سروک و ایلام می‌باشد (شکل ۳، A)، که سازندهای سروک و ایلام در برخی از میادین جنوبی ایران توسط یک ناپیوستگی از هم تفکیک می‌شوند.

علاوه بر موارد عنوان شده ویژگی مخزنی سازند سروک به عنوان دومین مخزن نفتی ایران پس از سازند آسماری، به ویژه در فروافتادگی دزفول (امیربختیاری و نورائی‌نژاد، ۱۳۹۰)، بررسی و مطالعه این سازند را در منطقه مورد مطالعه دوچندان می‌نماید. بر این اساس دو چاه X و Y از این سازند در فروافتادگی دزفول شمالی به منظور بررسی ریزرخساره‌ها، محیط‌های رسوبی و ارزیابی سکانس‌های رسوبی در قالب چینه‌نگاری سکانشی و تطابق با سکانس‌های رسوبی معادل در صفحه عربی در این سازند مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین به منظور آگاهی از تاریخچه پارائزری در این سازند، اصلی‌ترین فرآیندهای دیاژنزی در این سازند نیز مورد مطالعه قرار گرفتند. لازم به ذکر است این مطالعه برای اولین بار به مطالعه و بررسی سازند سروک در دو چاه مورد نظر پرداخته است.

زمین‌شناسی منطقه

ناحیه زاگرس که بخشی از پلتفرم عربی است حاشیه غیرفعال پایدار ابر قاره گندوانا بوده که در طول پالئوزوئیک در حاشیه شمالی اقیانوس پالئوتتیس قرار داشته و در زمان سنوزوئیک از لحاظ کوهزایی فعال شده است (اگارد و همکاران، ۲۰۰۶؛ بربریان، ۱۹۹۵؛ بربریان و



شکل ۲. تصویر شماتیک از A موقعیت زون‌های زاگرس مرتفع و چین‌خورده (اقتباس از آفانباتی، ۱۳۹۸) و B فروافتادگی دزفول همراه با موقعیت میادین نفتی X و Y مورد مطالعه در فروافتادگی دزفول (با تغییرات از کلمن ساد، ۱۹۷۸).

Fig. 2. A. Map displaying the geographic location of the high Zagros and folded Zagros zones (adapted from Aghanabati, 1398), and B. Map showing the specific locations of the X and Y oilfields in the Dezful Embayment (modified from Colman sadd, 1978).

سازند ایلام با ناپیوستگی فرسایشی ناشی از فاز کوهزایی ساب‌هرسینین واقع شده است (شکل ۳، A). در این گروه سازند سروک دومین سازند بوده که در برش نمونه از دو رخساره کم عمق و عمیق تشکیل شده است. این سازند، در صفحه عربی معادل بخشی از گروه‌های واسیا (Wasia) بوده و در ابرسکانس Ap ۸ واقع شده است (شارلند و همکاران، ۲۰۰۴؛ الشرحان و نیران، ۱۹۸۸) (شکل ۳، B). در دو میدان مورد مطالعه X و Y، سازند سروک به ترتیب دارای ۵۳۵ و ۶۳۵ متر ضخامت می‌باشد. در میدان X این سازند از قاعده به طرف راس به ترتیب متشکل از حدود ۳۹۸ متر سنگ آهک، یک واحد شیلی به ضخامت ۳ متر، حدود ۶۱ متر توالی سنگ آهک، توالی شیلی به ضخامت ۵ متر، یک واحد سنگ آهکی به ضخامت ۶۱ متر، یک واحد شیلی به ضخامت ۲ متر و یک واحد سنگ آهکی به ضخامت ۵ متر می‌باشد. در این میدان مرز پایینی سازند سروک به دلیل حفاری ناقص چاه مورد مطالعه نامشخص بوده و در راس با ناپیوستگی به سازند شیلی سورگاه ختم می‌شود (شکل ۶). این سازند در میدان Y متشکل از: حدود ۱۴۵ متر سنگ آهک، یک واحد شیلی به ضخامت ۱ متر، حدود ۶۹ متر توالی سنگ آهک، توالی شیلی به ضخامت ۱۲ متر، یک واحد سنگ آهک به ضخامت ۱۴ متر، یک واحد شیلی به ضخامت ۲ متر، یک واحد سنگ آهک به ضخامت ۱۴ متر، یک واحد شیلی به ضخامت ۲ متر، یک واحد سنگ آهک به ضخامت ۱۱ متر، یک واحد شیلی به ضخامت ۲ متر، یک واحد سنگ آهک به ضخامت ۸۹ متر، ۵ متر واحد شیلی و ۲۷۴ متر واحد سنگ آهکی است. در چاه مورد مطالعه در این میدان، قاعده سازند سروک نامشخص بوده و در راس با ناپیوستگی به سازند سورگاه ختم می‌شود (شکل ۶).

داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش از مطالعات مقاطع نازک میکروسکوپی تهیه شده از نمونه‌های مربوط به دو چاه X و Y مربوط به میادین نفتی واقع در فروافتادگی دزفول مورد استفاده قرار گرفتند. نام‌گذاری مقاطع نازک میکروسکوپی با استفاده تقسیم‌بندی سنگ‌های کربناته توسط دانهام (۱۹۶۲) و نیز از روش امبری و کلوان (۱۹۷۱) صورت گرفت. مدل رسوبی ارائه شده بر اساس مطالعات فلوگلا (۲۰۱۰) مطالعه شد. در ضمن، با توجه به

در کمربند تکتونیکي زاگرس، سنگ بستر پر کامبرين توسط رسوباتي متشکل از حدود ۱۱ کيلومتر با ليتولوژي هاي مختلفي به سن پر کامبرين تا سنوزوئیک پوشيده شده است که در آن توالي هاي مزوزوئیک و سنوزوئیک به لحاظ هيدروکربوري حائز اهميت هستند (سپهر و کاسگرو، ۲۰۰۴؛ الشهران و نيران، ۱۹۸۸) (شکل ۳، A). اين کمربند که داراي روندی شمال غربی-جنوب شرقی است (شکل ۲، B) توسط مخازن و سيماهای تکتونیکي مختلفی ناشی از بسته شدن اقيانوس نئوتتيس در زمان سنوزوئیک شناخته می شود (علوی، ۲۰۰۷). سلسله جبال واقع در حوضه فورلندی زاگرس در پلتفرمی واقع شده اند که در زمان پالئوزوئیک نسبتاً پايدار بوده، اما پس از برخورد صفحات ايران و عربستان در زمان سنوزوئیک ناپايدار بوده است (سپهر و کاسگرو، ۲۰۰۴؛ بربريان و کينگ، ۱۹۸۱). اين کمربند تکتونیکي توسط گسل هاي مختلفی به حوضه هاي زمين شناسی مختلفی تقسيم شده که شامل لرستان، فروافتادگی دزفول و فارس می باشد (شکل ۲، B). اين حوضه ها به لحاظ ساختمانی، تاريخچه رسوبي و رخساره هاي رسوبي متفاوت هستند (علوی، ۲۰۰۷). فروافتادگی دزفول که به صورت ساختاری دوزنقه ای شکل در حوضه رسوبي زاگرس واقع شده و در شمال - شمال غرب توسط گسل بالارود، در سمت شرق - شمال شرق توسط گسل پيشانی کوهستان زاگرس و در سمت شرق توسط گسل کازرون احاطه شده و توسط گسل هنديجان - بهرگانسر به دو بخش سمالي و جنوبي تقسيم شده است. گسترش و تکامل فروافتادگی دزفول در کراتاسه حاکي از حوادث تکتونیکي مختلفی است که در الگوهای محلی ليتوفاسيس هاست (سپهر و کاسگرو، ۲۰۰۴؛ حيدری، ۲۰۰۸). وجود ناپيوستگی هاي محلی و ناحيه ای و نيز بلندی هاي قديمه از مهمترين رخدادهای تکتونیکي در اين فروافتادگی است (مهرابی و همکاران، ۲۰۱۸؛ فرد و همکاران، ۲۰۰۶؛ اشرفزاده و همکاران، ۱۹۹۹) که ناشی از فاز کوهزايی سابهرسينين در زمان تشکيل سازند سروک در اين حوضه رسوبي است. به لحاظ چينه شناسی در حوضه رسوبي زاگرس گروه بنگستان متشکل از سازندهای کزدمی، سروک، سورگاه و ايلام به سن آلبين تا کامپانين می باشد که در بخش های مرکزی فروافتادگی دزفول، در مرز فوقانی سازند سروک

پلتفرم خارجی

بر اساس مطالعات صورت گرفته ۵ ریزرخساره به ترتیب از قسمت مناطق کم‌عمق‌تر دریای باز (O1-O5) به طرف نواحی عمیق‌تر حوضه رسوبی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند. در ادامه این ریزرخساره‌ها شرح داده می‌شوند.

O1- اकिनودرم فرامينيفر روديست و كستون-پكستون: کم عمق‌ترین ریزرخساره مربوط به بخش خارجی پلتفرم (دریای باز) در سازند سروک متشکل از خرده‌های فسیلی رودیست و اकिनودرم می‌باشد. در این ریزرخساره خرده‌های رودیستی با فراوانی حدود ۴۰ درصد، فرامینیفرها مانند اوربیتولینا (*Orbitolina*) و دیسیکلینا (*Dicyclina*) و میلیولید (با فراوانی حدود از ۳۰ درصد)، اकिनودرم‌ها (با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد) و سایر بایوکلاست‌ها (خرده‌های از پوسته دوکفه‌ای) در زمینه‌ای گلی شناسایی شدند (شکل ۴، A). از مهم‌ترین ویژگی دیاژنزی در این رخساره فرآیند میکربیتی شدن بوده که با تاثیر بر روی فرامینیفرها بنتیک منجر به تشکیل پلوئیدها شده است. با توجه به اجزاء تشکیل دهنده، این ریزرخساره در زیر قاعده امواج توفانی (SWB) در زمان تشکیل سازند سروک تشکیل شده است. این ریزرخساره توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (رازین و همکاران، ۲۰۱۰).

O2- بیوکلاست پلوئید روتالپورا و کستون: این ریزرخساره با حضور روتالپورا با فراوانی کمتر از ۱۵ درصد همراه با خرده‌های فسیلی و پلوئیدها در یک زمینه گلی دارای مواد آلی مطالعه شد (شکل ۴، B). فرامینیفرها پلانکتونی روتالپورا که در شرایط محیطی فقیر از اکسیژن و نیز محیط‌های تا حدودی عمیق تشکیل می‌شوند (مورت و همکاران، ۲۰۰۸)، قادر به زندگی در شرایط محدود مواد غذایی (لوسیانی و کوبیانچی، ۱۹۹۹) و در دریای باز هستند (پرمولی‌سیلوا و ورگا، ۲۰۰۴). علاوه بر فرامینیفرها عنوان شده، خرده‌های فسیلی نامشخصی با فراوانی کمتر از ۵ درصد نیز از دیگر آلوکم‌های مطالعه شده در این ریزرخساره رسوبی هستند. این ریزرخساره که در زیر سطح قاعده امواج توفانی (SWF) شناسایی شد و منطبق با SMF8 در مدل رسوبی فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد.

حضور انواع مختلف فرامینیفرها به منظور درک بهتر توزیع این موجودات از مطالعات بودگر فدل (۲۰۰۸) استفاده شده است. در مجموع در این پژوهش از واژه کلی پلتفرم برای مدل رسوبی این سازند استفاده شد. به منظور شناسایی کانی کلسیت از دولومیت تعداد ۱۵ مقطع نازک میکروسکوپی با آلزارین قرمز رنگ (A-Red S) به روش دیکسون (۱۹۶۵) رنگ‌آمیزی شدند. همچنین دولومیت‌های مورد مطالعه در این سازند بر اساس تقسیم‌بندی‌های سیلی و گرگ (۱۹۸۷) مورد مطالعه قرار گرفتند. به طور کلی در شناسایی سکانس‌های رسوبی موجود در این سازند از مطالعات تغییر ریزرخساره‌های رسوبی بر اساس پتروگرافی مقاطع نازک میکروسکوپی و همچنین تغییرات لاگ‌های چاه‌پیمایی به ویژه لاگ گاما (و صوتی) که با تغییرات در مقدار API (روندهای کثیف شونده یا تمیز شونده) در طول ستون چینه‌شناسی استفاده شد. بر اساس داده‌های موجود و کاربرد از روش (ون‌وگنر و همکاران، ۱۹۹۰) که در اصطلاح به نام سیستم ساده سکانس رسوبی (Dep-Seq) معروف است، مطالعات سکانسی صورت گرفت. به طور خلاصه در این روش، یک سکانس رسوبی در قاعده و راس به دو مرز سکانسی (SB) محدود شده که با یک سطح حداکثر غرقابی (mfs) به دو دسته رخساره، که شامل دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) است تقسیم شده است (کاتانینوا، ۲۰۲۲؛ ویل و همکاران، ۱۹۷۷). سن سکانس‌های رسوبی مورد مطالعه بر اساس اطلاعات سنی مربوط به پالئولاگ‌های شرکت ملی نفت ایران که بر اساس بایوزوناسیون فرامینیفرها توسط وایند (۱۹۶۵) و نیز بر اساس مطالعات حوضه رسوبی سازند سروک در جنوب ایران توسط ون بوخن و همکاران (۲۰۰۶) ارائه شده است.

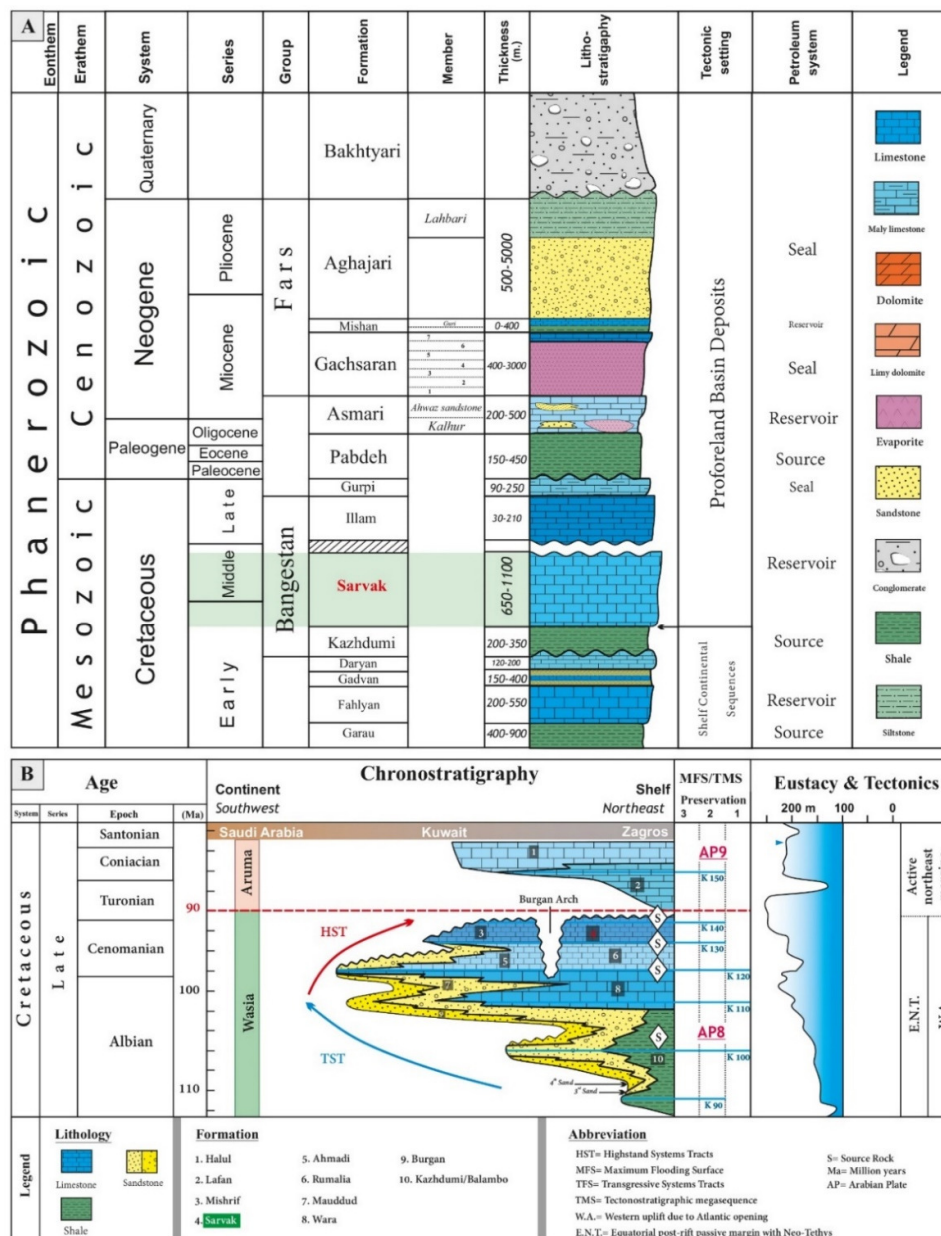
بحث و نتایج

مطالعات پتروگرافی و مدل رسوبی

بر اساس مطالعه صورت گرفته ۱۳ ریزرخساره رسوبی متعلق به یک پلتفرم کربناته در سه بخش پلتفرم خارجی، میانی و داخلی در سازند سروک شناسایی شدند. در ادامه این ریزرخساره‌ها شرح داده می‌شوند.

² Bioclast peloid Rotalipora wackestone

¹ Echinoderm foraminifera rudist wackestone-packstone



شکل ۳. تصویر شماتیک از ستون چین‌ه‌شناسی بخشی از توالی مزوزوئیک و سنوزوئیک و موقعیت گروه بنگستان در فروافتادگی دزفول (با تغییرات از کلمن ساد، ۱۹۷۸ و گزارشات داخلی منتشر نشده شرکت ملی نفت)، B. ستون چین‌ه‌شناسی توالی‌های کرتاسه در پلیت عربی (اقتباس و تغییرات از شارلند و همکاران، ۲۰۰۴).

Fig. 3. Stratigraphic column of some parts of the Mesozoic and Cenozoic ages, along with the position of the Bangestan Group in the Dezful Embayment (modified from Colman Sadd, 1978 and unpublished internal report from NIOC). B. Stratigraphic column of the Cretaceous sequences in the Arabian Plate (adopted and modified from Sharland et al., 2004).

شناسایی شده در این ریزخساره فرامینفرهای پلانکتونیک الیگوستژینید با فراوانی حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد بوده که در یک زمینه گلی قرار گرفته‌اند (شکل ۴، C). این موجودات که حاکی از نواحی با عمق متوسط دریای باز همراه با شرایط زیستی مناسب هستند (تقوی و همکاران،

۰۳- الیگوستژینید پکستون^۱: بر اساس مطالعات صورت گرفته بخش‌هایی از نواحی خارجی پلتفرم و دریای باز در زمان رسوبگذاری سازند سروک در دو چاه مورد مطالعه در منطقه مورد مطالعه، متشکل از فرامینفرهای پلانکتونی از قبیل الیگوستژینیا بوده است. مهم‌ترین آلوکم اسکلتی

¹ Oligosteginid packstone

اشباع پایین کربنات کلسیم و نیز آب‌های خنک‌تر قادر به تشکیل هستند (گامون و جیمز، ۲۰۰۱). لازم به ذکر است خرده اسفنج‌های مطالعه شده در این رخساره از نوع سیلیسی بوده که در نور پلاریزه تک نیکول روشن بوده و در دو نیکول ترکیب سیلیسی منافذ درون سوزن اسفنج در بزرگنمایی بالا شبیه چرت می‌باشد. با توجه به آن که همراهی سوزن‌های اسفنجی مونواکسون با پلوئیدهای موجود با منشأ نامشخص و نیز با توجه رخساره‌های مجاور در طول ستون چینه‌شناسی سازند سروک، تشکیل این ریزرخساره در مناطق عمیق حوضه رسوبی صورت گرفته است. مهم‌ترین فرآیند دیازنزی در این ریزرخساره سیلیسی شدن می‌باشد. در مجموع این رخساره قابل انطباق با SMF1 در FZ2 مدل استاندارد فلوگل ۲۰۱۰ می‌باشد و مشابه آن را (اسعدی و همکاران، ۲۰۱۸؛ اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰) در سازند سروک معرفی کرده‌اند.

پلتفرم میانی

به طور کلی بخش میانی پلتفرم رسوبی سازند سروک که بین دو حد قاعده استهلاک امواج (FWWB) و قاعده امواج توفانی (SWB) قرار دارد متشکل از سه ریزرخساره (S1 تا S3) بوده که در ادامه شرح داده می‌شوند. در این بخش از محیط رسوبی سازند سروک اجتماعات رودیستی از فراوانی بالایی برخوردار هستند. این موجودات در زمان تشکیل قادر به تشکیل بنک‌های رودیستی هستند که در پیرامون اجتماعی که تشکیل می‌دهند خرده‌هایی از آن‌ها به صورت پراکنده و در اندازه‌های مختلف پخش می‌شود.

S1- بیوکلاست پلوئید پکستون/رودستون^۴: بیوکلاست پلوئید پکستون/رودستون متشکل از پلوئیدها با فراوانی بیش از ۵۰ درصد همراه با خرده‌های فسیلی رودیست، اکینودرم، گاستروپودا، نزازاتا با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد (شکل ۴، F). خرده رودیست مورد مطالعه در این ریزرخساره بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر در زمینه دانه‌پشتیبان می‌باشند. پلوئیدهای مطالعه شده در این ریزرخساره بر اثر فرآیند میکریتی شدن فرامینفرهای بنتیک موجود به ویژه میلیولیدها به وجود آمده‌اند. این ریزرخساره قابل انطباق با SMF16 در مدل رسوبی فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد. ریزرخساره‌های مشابهی توسط (اسرافیلی و همکاران،

۲۰۰۶). کالپینولا، بیوکلاست‌های کوچک، خرده‌های اکینودرم و رودیست از اجزاء فرعی در این ریزرخساره هستند. این ریزرخساره که قابل انطباق با SMF3 در مدل رسوبی فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد توسط محققین دیگر (غیشاوی و همکاران، ۲۰۰۹؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. بر اساس مطالعات وایند (۱۹۶۵) در سازند سروک رخساره الیگوستژینیدها به عنوان یک رخساره شاخص در آلبین پسین - سنومانین پیشین می‌باشد.

O4- بیوکلاست الیگوستژینید وکستون/پکستون^۵: در این ریزرخساره الیگوستژینیدها که حاکی از محیط رسوبی دریای باز همراه با انرژی هیدرودینامیکی پایین، نرخ رسوبگذاری پایین و آرام و زیر خط قاعده امواج توفانی (SWB) هستند (جیمز و جونز، ۲۰۱۶)، با فراوانی حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد مطالعه شدند (شکل ۴، D). این جانداران پلانکتونی شاخص تتیس و گرمادوست بوده و شاخص آب‌های دریایی گرم با درصد کم اشباعیت کربنات کلسیم، انرژی پایین در محیط رسوبی و مربوط به اکوسیستم‌های مزو و الیگوتروفیک هستند (دیاس-بریتو، ۲۰۰۰). در سازند سروک این جانداران تشکیل دهنده رخساره شاخص^۳ الیگوستژینید معرفی شده توسط وایند (۱۹۶۵) می‌باشند. وجود این رخساره معرف شرایط کم انرژی، حاکم در زمان تشکیل این بخش از سازند سروک می‌باشد. اصلی‌ترین و فراوان‌ترین خرده‌های فسیلی موجود با فراوانی کمتر از ۵ درصد در این ریزرخساره اکینودرم، بریوزثر و خرده‌هایی از جلبک‌های قرمز می‌باشند. مشابه این ریزرخساره توسط غیشاوی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در سازند سروک گزارش شده است. این رخساره قابل انطباق با SMF8 در FZ2 مدل استاندارد فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد.

O5- اسپیکولیت پلوئید وکستون (پکستون^۴): آلوکم‌های مطالعه شده در این ریزرخساره را پلوئیدها (با فراوانی حدودا ۴۰ درصد) و سوزن‌های سیلیسی اسفنج (با فراوانی بین ۱۵ تا ۲۰ درصد) و خرده‌های فسیلی نامشخص (با فراوانی کمتر از ۵ درصد) تشکیل داده‌اند که در زمینه‌ای گل‌پشتیبان قرار گرفته‌اند (شکل ۴، E). نکته حائز اهمیت در مورد سوزن‌های اسفنجی ترکیب کانی‌شناسی آن‌هاست که انواع کربناته در نواحی کم عمق (جیمز و جونز، ۲۰۱۶) و سوزن‌های سیلیسی اسفنج در نواحی عمیق، با درصد

⁴ Spiculite peloid wackstone

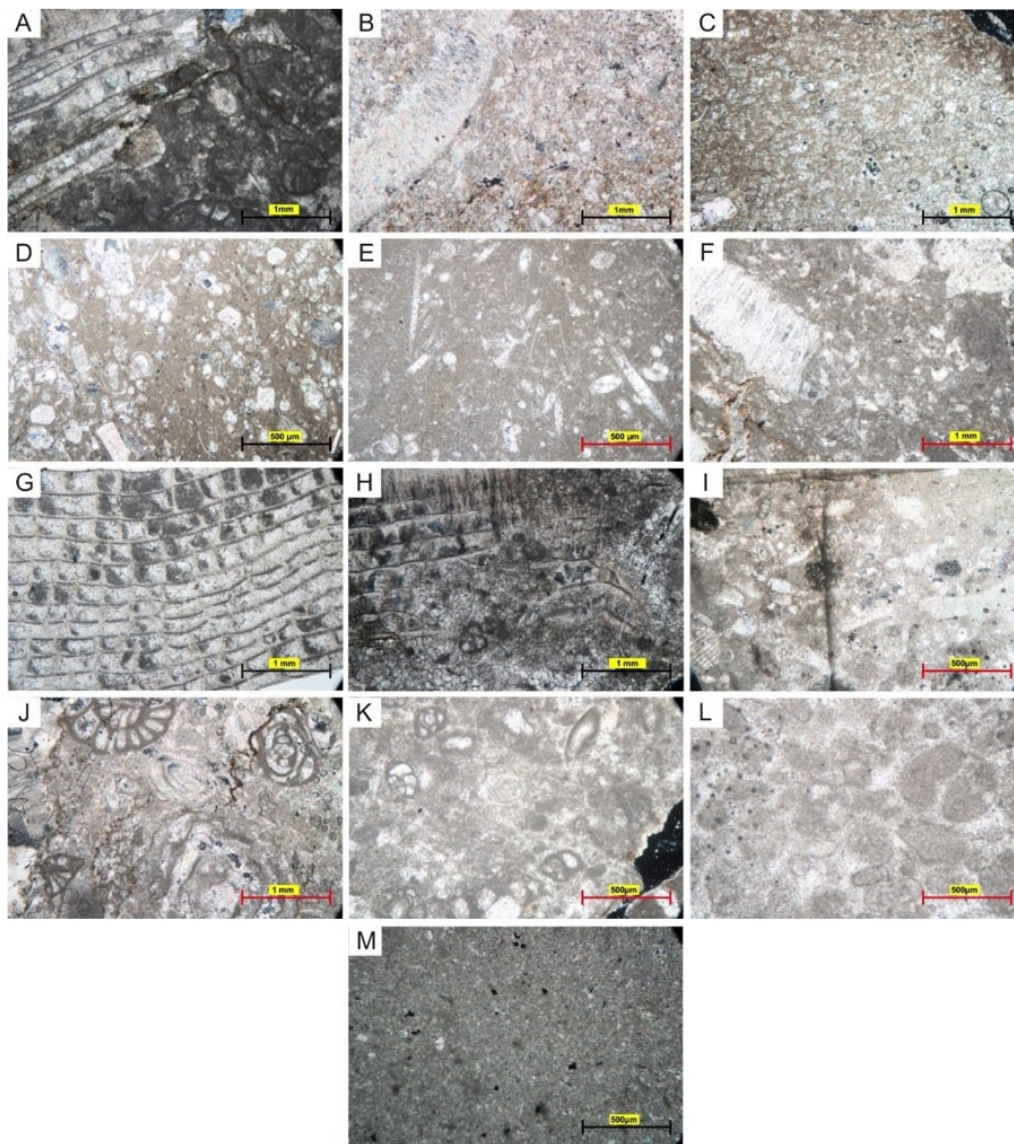
⁵ Bioclast peloid packstone/rudstone

² Bioclast Oligosteginid wackstone/packstone

³ Oligosteginids facies

این ریزرخساره قابل انطباق با SMF7 در FZ5 در مدل رودیستی، فضا‌های مجاور رودیست‌ها معرفی شده است.

استاندارد فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد.



شکل ۴. ریزرخساره‌های مورد مطالعه سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه. A تا E ریزرخساره‌های رسوبی مربوط به پلتفرم خارجی سازند سروک بوده و به ترتیب از نواحی کم عمق دریای باز به سمت نواحی عمیق‌تر عبارتند از: A. ریزرخساره O1- اکینودرم فرامینیفر رودیست و کستون-پکستون، B. O2- بیوکلاست پلوئید روتالپورا و کستون، C. O3- الیگوستژنید پکستون، D. O4- بیوکلاست الیگوستژنید و کستون/پکستون و در نهایت عمیق‌ترین ریزرخساره مطالعه شده به نام O5- اسپیکولیت پلوئید و کستون (پکستون؟) می‌باشد که در آن سوزن‌های اسفنجی از نوع سیلیسی هستند. بخش میانی پلتفرم سروک از سه ریزرخساره تشکیل شده و به ترتیب از قسمت‌های دریای باز به طرف محیط لاگون شامل ریزرخساره‌های: F. S1- بیوکلاست پلوئید پکستون/رودستون، G. S2- رودیست باندستون/بافلستون و H. S3- (بیوکلاست) رودیست فلوئستون می‌باشد. در این بخش از محیط رسوبی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه اجتماعات رودیستی دارای بیشترین فراوانی هستند. در پلتفرم داخلی سازند سروک در منطقه مورد به ترتیب از سمت اجتماعات رودیستی به طرف نواحی کم عمق تر حوضه رسوبی سازند سروک ریزرخساره‌های: I. L1- خرده‌های رودیست فرامینیفر و کستون، J. L2- فرامینیفر و کستون-پکستون، K. L3- فرامینیفر بیوکلاست پلوئید و کستون تا پکستون، L. L4- پلوئید پکستون و در نهایت M. L5- مادستون تشخیص و مطالعه شدند.

Fig. 4. The studied microfacies in the Sarvak Formation. A-E are belonged to the outer platform and from shallow to deep open marine settings are: A. O1- echinoderm foraminifera rudist wackestone-packstone, B. O2- bioclast peloid rotalipora wackestone, C. O3- Oligosteginid packstone, D. O4- bioclast oligosteginid wackestone/packstone, and O5- spiculite peloid wackestone (packstone?) involving siliceous sponge spicules and regarded as deepest microfacies. The middle platform of the Sarvak Formation including three microfacies. From open marine toward lagoon setting are: F. S1- bioclast peloid packstone/rudstone, G. S2- rudist boundstone/bafflestone and H. S3- (bioclast) rudist floatstone. The frequency of the rudist communities are high in this part of setting in the Sarvak Formation. I. L1- rudist debris foraminifera wackestone, J. L2- foraminifera wackestone/packstone, K. L3- Foraminifera bioclast peloid wackestone-packstone, L. L4- peloid packstone, and M. L1- mudstone.

پلتفرم داخلی

در مطالعات صورت گرفته این بخش از محیط رسوبی سازند سروک شامل محیط رسوبی لاگون بوده که در بالاتر از قاعده استهلاک امواج (FWWB) واقع شده است. ذکر این نکته ضروری است که محیط رسوبی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه در کمربند رخساره‌ای لاگون با فراوانی نسبتاً بالای فرامینیفراهای بنتیک به ویژه میلیولید (*Miliolid*)، نزازاتا (*Nezzazata*)، تکتستولاریا (*Textularia*) و دیسکلینا (*Dicyclina*) شناخته می‌شود. در ادامه ریزرخساره‌های مطالعه شده در این بخش از حوضه رسوبی سازند سروک معرفی و توضیح داده می‌شوند.

L1- خرده‌های رودیست فرامینیفرا وکستون^۳: ریزرخساره L1 محیط لاگون در محیط رسوبی سازند سروک با فرامینیفراهای مختلفی شناسایی می‌شود. مهم‌ترین فرامینیفراهای مورد مطالعه در این محیط شامل تکتستولاریا (*Textularia*)، نزازاتا (*Nezzazata*)، میلیولید (*Miliolid*) و (نیز دیسکلینا *Dicyclina*) با بیش از ۱۰ درصد فراوانی می‌باشند (شکل ۴، I). آلوکم‌های اسکلتی و غیراسکلتی که به عنوان اجزاء فرعی در این ریزرخساره محسوب می‌شوند و کمتر از ۵ درصد فراوانی دارند شامل خرده‌های رودیست، استراکدا و گاستروپود و نیز پلوئیدها هستند. این ریزرخساره قابل انطباق با SMF12 در FZ7 در مدل رسوبگذاری فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد. این ریزرخساره در سازند سروک در مناطق دیگر توسط (پیریایی و همکاران، ۲۰۱۰؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰) معرفی شده است.

L2- فرامینیفرا وکستون/پکستون^۴: در بخش لاگون محیط رسوبی سازند سروک فرامینیفراهای مختلفی شامل میلیولید (*Miliolid*)، نزازاتا (*Nezzazata*) با فراوانی حدود ۶۰ درصد واقع در زمینه‌ای گلی با فراوانی بالا وجود داشته و بر اثر فرآیند میکریتی شدن به پلوئید تبدیل شده‌اند (شکل ۴، J). در این ریزرخساره فشردگی شیمیایی و تشکیل استیلولیت‌ها، فشردگی و تغییر شکل فرامینیفراها و تا حدودی به هم ریختگی زیستی از بارزترین فرآیندهای دیانژی می‌باشند. بر اساس مطالعات صورت گرفته این ریزرخساره قابل انطباق با SMF18 در FZ7 در مدل رسوبگذاری فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد. مشابه این ریزرخساره

S2- رودیست باندستون/بافلستون^۱: بخش مرکزی و هسته اجتماعات رودیستی در سازند سروک متشکل از باندستون‌های رودیستی است (شکل ۶). این ریزرخساره در میدان نفتی Y، محدوده‌ای به ضخامت حدود ۵۰ متری با فراوانی بیش از ۹۰ درصد خرده‌های رودیستی را تشکیل داده است (شکل ۴، G). ذکر این نکته ضروری است که این دوکفه‌ای‌های آهکی با پوسته‌های آراگونیتی یا کلسیت پرمیزیم (سستاری و سارتوری، ۱۹۹۵) مهم‌ترین عامل مخزنی در سازند سروک بوده و در بیشتر میادین نفتی واقع در جنوب ایران، این بخش از سازند سروک در مغزه‌های حفاری به خوبی قابل مطالعه است. این امر ناشی از انحلال کربنات‌های نیمه‌پایدار تا ناپایدار این اجتماعات بوده که تشکیل تخلخل و شکل‌گیری مخازن دیانژی را به دنبال دارد (مور و وید، ۲۰۱۳). توجه با جایگاه چینه‌شناسی و ریزرخساره‌های مجاور، این محدوده به بخش میانی پلتفرم در زمان تشکیل سازند سروک در میدان مورد نظر نسبت داده شد.

S3- (بیوکلاست) رودیست فلوستون^۲: بخش مربوط به پشت اجتماعات رودیستی در سازند سروک در ارتباط با محیط رسوبی لاگون بوده و در این پژوهش ریزرخساره (بیوکلاست) رودیست فلوستون مورد مطالعه قرار گرفت. در مجموع این ریزرخساره متشکل از خرده‌های رودیست در اندازه‌های بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر و با فراوانی بیش از ۵۰ درصد و نیز بیوکلاست‌ها با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد به صورت پراکنده در یک زمینه مادستونی است (شکل ۴، H). از آلوکم‌های غیراسکلتی مورد مطالعه در این ریزرخساره پلوئیدها هستند که با فراوانی کمتر از ۵ درصد از اجزاء فرعی این ریزرخساره محسوب می‌شوند. این ریزرخساره که قابل انطباق با SMF8 در مدل رسوبگذاری فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد و با توجه به توالی سکansı مطالعه شده و تغییرات ریزرخساره‌ها در طول ستون چینه‌شناسی در بخش رو به لاگون و پشت اجتماعات رودیستی (پلتفرم میانی) سازند سروک مورد مطالعه قرار گرفت. از مهم‌ترین فرآیندهای دیانژی در این ریزرخساره فرآیند میکریتی شدن فرامینیفراهای بنتیک (به ویژه میلیولیدها) را می‌توان نام برد.

³ Rudist debris foraminifera wackestone⁴ Foraminifera wackestone/packstone¹ Rudist bundstone/bafflestone² Bioclast rudist floatstone

همکاران، ۲۰۲۰، اسعدی و همکاران، ۲۰۱۸؛ وینسنت و همکاران، ۲۰۱۵؛ دو و همکاران، ۲۰۱۵؛ مهماندوستی و همکاران، ۲۰۱۳؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰) در سازند سروک معرفی شده است.

L5-مادستون^۷: این رخساره که کم عمق‌ترین رخساره سازند سروک شناسایی شده می‌باشد، مادستونی است که در آن کمتر از ۵ درصد بیوکلاست‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۴، L). این رخساره قابل انطباق با SMF23 در FZ8 مربوط به محیط لاگون در مدل‌های رسوبگذاری استاندارد فلوگل (۲۰۱۰) می‌باشد. از مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی مطالعه شده در این ریزرخساره، نئومورفیسم افزایشی (تبدیل میکریت به میکرواسپار) به صورت پراکنده را می‌توان نام برد. لازم به ذکر است که مشابه این ریزرخساره نیز می‌تواند در محیط جزرومدی تشکیل شود. اما نبود برخی شواهد مربوط به محیط رسوبی پهنه جزرومدی از قبیل تخلخل فنسترال، دولومیکریت، دانه‌های پراکنده و آواری کوراتز (تاکر، ۲۰۰۱) و نیز با توجه به رخساره‌های مجاور این ریزرخساره در طول ستون چینه‌شناسی سازند سروک که به محیط لاگون تعلق دارند، این ریزرخساره به نواحی کم عمق لاگون نسبت داده شد. این ریزرخساره در هر دو چاه مورد مطالعه شناسایی و توسط (ملکزاده و همکاران، ۲۰۲۰؛ دو و همکاران، ۲۰۱۵؛ مهماندوستی و همکاران، ۲۰۱۳) نیز به طور مشابه در سازند سروک معرفی شد.

مدل رسوبی

سازند سروک به لحاظ گسترش در محدوده وسیعی در حوضه زاگرس از حوضه لرستان تا فروافتادگی دزفول، دشت آبادان و نیز حوضه رسوبی فارس گسترش یافته است. نتایج حاصل از مطالعات محققین پیشین نشان دهنده شرایط محیط رسوبگذاری مختلف و متنوع در این سازند می‌باشد. براساس تحقیقات محققین (رحیم‌پوربناب و همکاران، ۲۰۱۶؛ مهماندوستی و همکاران، ۲۰۱۳؛ رحیم‌پوربناب و همکاران، ۲۰۱۲؛ ون بوخن و همکاران، ۲۰۱۱؛ پیریایی و همکاران، ۲۰۱۱؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰) این سازند در نقاط مختلف حوضه رسوبی زاگرس از شرایط رسوبگذاری متفاوتی برخوردار بوده که

در سازند سروک در نواحی دیگر توسط (اسعدی و همکاران، ۲۰۱۸) معرفی شده است.

L3- فرامینیفرا بیوکلاست پلوئید وکستون تا پکستون^۵: این رخساره با بافت وکستونی تا پکستونی دارای تنوع زیستی به ویژه انواع فرامینیفرها شامل نزازاتا (*Nezzazata*)، تکستولارید (*Textularid*) و میلیولید (*Miliolid*) (در مجموع با فراوانی حدود ۵۰ درصد)، خرده‌های گاستروپود و استراکودا با فراوانی حدود ۳۰ درصد و نیز خرده‌های فسیلی (کمتر از ۱۰ درصد) در یک زمینه مادستونی است (شکل ۴، K). بافت گل‌پشتیان، فراوانی فرامینیفرهای بنتیک شاخص لاگون (به ویژه میلیولید) این ریزرخساره و نبود آثار به هم ریختگی زیستی در آن نشان دهنده شرایط محیطی کم انرژی و آرام و به دور از فعالیت موجودات در زمان تشکیل در محیط رسوبی است (جیمز و جونز، ۲۰۱۶). نئومورفیسم افزایشی، انحلال و تبلور مجدد برخی از خرده‌های فسیلی موجود، سیمانی شدن حجره برخی از فرامینیفرها (به ویژه میلیولیدها) و نیز میکریتی شدن فرامینیفرها از اصلی‌ترین فرآیندهای دیاژنزی مطالعه شده در این ریزرخساره می‌باشد. این رخساره قابل انطباق با SMF18 در FZ7 در مدل استاندارد فلوگل (۲۰۱۰) است. مشابه این رخساره توسط (ملکزاده و همکاران، ۲۰۲۰؛ مهماندوستی و همکاران، ۲۰۱۳) در سازند سروک معرفی شد.

L4- پلوئید پکستون^۶: این رخساره دارای بافت پکستون بوده که با فراوانی بیش از ۶۰ درصد آلوکم‌های اسکلتی از قبیل فرامینیفرهایی مانند نزازاتا (*Nezzazata*)، دیسکلینا (*Dicyclina*) و میلیولید (*Miliolid*)، کمتر از ۵ درصد گاستروپودا، استراکد، جلبک سبز و به مقدار بسیار ناچیز دانه‌های اگرگات و اینتراکلاست شناخته می‌شود (شکل ۴، L). میکریتی شدن فرامینیفرهای موجود که می‌تواند ناشی از فعالیت جلبک‌ها در محیط‌های آرام و کم انرژی در زمان تشکیل صورت گیرد (مور و وید، ۲۰۱۳). اصلی‌ترین فرآیند دیاژنزی موجود در این ریزرخساره است. علاوه بر میکریتی شدن، وجود تخلخل درون دانه‌ای در فرامینیفرهای میکریتی و پلتی شده با فراوانی کم یکی دیگر از فرآیندهای دیاژنزی در این ریزرخساره رسوبی است. بر اساس مقایسه صورت گرفته مشابه این ریزرخساره توسط (ملکزاده و

⁷ Mudstone

⁵ Foraminifera bioclast peloid wackestone-packstone

⁶ Peloid packstone

منجر به الگوهای رسوبگذاری متفاوتی در آن شده است. مهمترین عامل موثر در آن تغییرات تکتونیکی در زمان تشکیل بوده و این امر به شناسایی انواع متنوعی از محیط‌های رسوبگذاری در این پلتفرم گسترده شده است (پیریایی و همکاران، ۲۰۱۱). بر این اساس به منظور درک بهتر شرایط محیط رسوبی این سازند در بخش شمالی فروافتادگی دزفول دو چاه X و Y مورد مطالعه قرار گرفتند. با توجه به توضیحات و ریزرخساره‌های معرفی شده سازند سروک در میادین مورد مطالعه، سه محیط رسوبی اصلی در پلتفرم سروک به ترتیب از نواحی عمیق به سمت نواحی کم عمق شناسایی شدند که عبارتند از:

۱- پلتفرم خارجی (کمربندهای رخساره‌ای دریای باز،
۲- پلتفرم میانی (دارای اجتماعات رودیستی) و ۳-
پلتفرم داخلی (متشکل از کمربند رخساره‌ای لاگون).
پلتفرم خارجی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه با ریزرخساره‌های O1 تا O5 مورد مطالعه قرار گرفت.

کم عمق‌ترین ریزرخساره در این محیط رسوبی با ریزرخساره‌اکی‌نودرم فرامینیفر رودیست و کستون-پکستون مطالعه شد که شرایط آرام و کم انرژی را نشان می‌دهد. افزایش عمق حوضه رسوبی سازند سروک در چاه‌های مورد مطالعه با افزایش فراوانی فرامینیفرهای پلانکتون (روتالیپورا) و نیز الیگوسترنا همراه شده که این امر با ریزرخساره‌های بیوکلاست پلوئید روتالیپورا و کستون، الیگوسترینید پکستون، بیوکلاست الیگوسترینید و کستون/پکستون قابل مطالعه است. لازم به ذکر است که عمیق‌ترین ریزرخساره شناسایی شده در سازند سروک در منطقه مورد مطالعه اسپیکولیت پلوئید و کستون (پکستون؟) بوده که با اسپیکول‌های سیلیسی متعلق به آب‌های نواحی عمیق می‌باشد. محیط پلتفرم میانی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه با حضور اجتماعات رودیستی همراه با فرامینیفرهای بنتیک (عمدتاً میلیولید) و نیز استراکد و خرده‌های دوکفه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. سه ریزرخساره اصلی S1 تا S3 مطالعه شده در این محیط عبارتند از: بیوکلاست پلوئید پکستون/رودستون، رودیست باندستون/بافلستون و (بیوکلاست) رودیست فلوتستون. ذکر این نکته ضروری است که در زمان کرتاسه رودیست‌ها در محیط‌های رسوبی به صورت اجتماعاتی محدود و یا گسترده گسترش داشته‌اند و غالباً از اجتماعات آن‌ها به صورت بیوهرم یا بیواستروم یاد می‌شود که

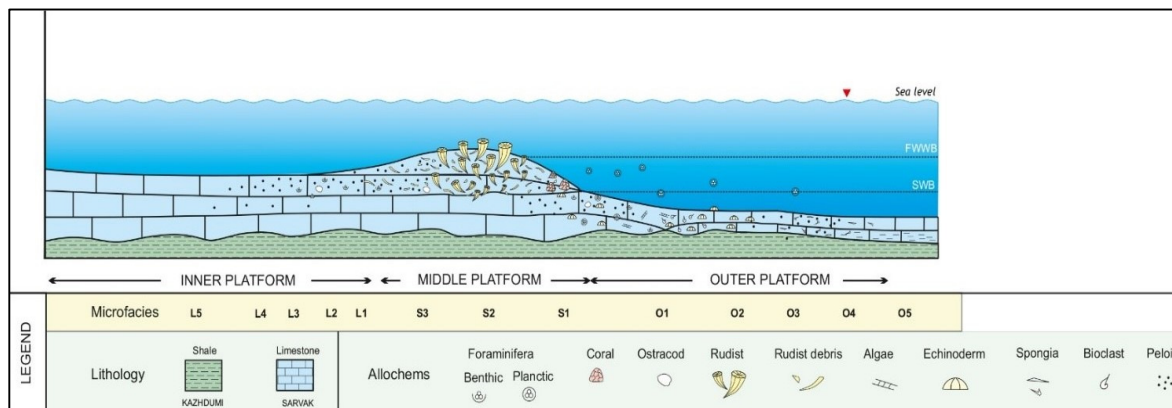
می‌بایست در مطالعات صحرایی ارتباط آن‌ها با واحدهای رسوبی پیرامون خود بررسی شود (جیمز و جونز، ۲۰۱۶). در این مطالعه با توجه به نبود شواهد مورد نیاز نمی‌توان عبارت بیوهرم یا بیواستروم را برای این اجتماعات در نمونه‌های مطالعه شده بیان نمود. همچنین ویژگی بارز این اجتماعات در سازند سروک تشکیل مخازن کربناته دیانزنی در این سازند بوده که در حوضه رسوبی زاگرس حائز اهمیت است. در پلتفرم داخلی سازند سروک شرایط محیط رسوبی کم انرژی با فراوانی فرامینیفرهای بنتیک از قبیل تروکولینا (*Trocholina*)، دیسکلینا (*Dicyclina*)، میلیولید (*Miliolid*)، نزازاتا (*Nezzazata*) و همچنین حضور خرده‌های استراکد، گاستروپودا و جلبک‌های سبز، همراه با ماتریکس گل‌پشتیبان که دلالت بر نرخ رسوبگذاری پایین در این محیط رسوبی است، مورد مطالعه قرار گرفتند. سه ریزرخساره اصلی (L1 تا L5) مطالعه شده در این بخش به ترتیب به سمت نواحی کم‌تر حوضه رسوبی سازند سروک عبارتند از: خرده‌های رودیست فرامینیفر و کستون، فرامینیفر و کستون/پکستون، فرامینیفر و بیوکلاست پلوئید و کستون تا پکستون، پلوئید پکستون و مادستون. از اصلی‌ترین فرآیندهای دیانزنی در این بخش از محیط رسوبی سازند سروک، میکریتی شدن فرامینیفرهای بنتیک (احتمالاً توسط جلبک‌های سبز) و به هم‌ریختگی زیستی را می‌توان نام برد. در مجموع مدل رسوبی شماتیک این سازند در شکل ۵ به صورت ساده نشان داده شده است.

چینه‌نگاری سکانسی

بر اساس مطالعات صورت گرفته در این پژوهش، سازند سروک به سن آلبین پسین-تورونین پیشین در میادین نفتی مورد مطالعه از چهار سکانس رسوبی رده سوم تشکیل شده است. به استثناء سکانس A این سازند به سن آلبین پسین-سنومانین پیشین، که چاه‌های موجود در میادین مورد مطالعه به طور کامل حفاری نشده و اطلاعات کاملی در دسترس نیست و تنها دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) در آن شناسایی شد، سکانس‌های دیگر از دسته رخساره‌های تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) تشکیل شده‌اند. این سکانس‌ها در راس و قاعده به مرزهای سکانسی (SB) ختم شده‌اند که توسط سطح حداکثر غرقابی (mfs) به دو بخش تقسیم شده‌اند.

پنل دویعدی تغییرات سازند سروک در میادین مورد مطالعه و نیز انطباق با جدیدترین مطالعه سکانس‌های رسوبی در صفحهٔ عربی (برومهد و همکاران، ۲۰۲۲) ترسیم و در شکل ۶ نشان داده شد. به منظور انطباق دو چاه مورد مطالعه، راس سازند سروک و مرز آن با سازند سورگاه به عنوان خط مبنای^۸ سکانس‌ها در نظر گرفته شد. در ادامه به شرح سکانس‌های رسوبی مطالعه شده پرداخته می‌شود.

همانطور که قبلاً بیان شد سن سکناس‌های رسوبی مورد مطالعه بر اساس: ۱- اطلاعات مربوط به پالئولوگ‌های شرکت ملی نفت ایران (که بر اساس مطالعات بیواستراتیگرافی فرامینیفرها و دیگر فسیل‌هاست) و ۲- بر اساس انطباق با مطالعات ون بوخن و همکاران (۲۰۰۶) تعیین شدند. در مجموع با توجه به مطالعات صورت گرفته،



شکل ۵. مدل رسوبی و ریزرخساره‌های سازند سروک در میادین نفتی مورد مطالعه.

[illegible]

این سکانس، تنها سکانس رسوبی مورد مطالعه در سازند سروک می‌باشد که به علت کامل نبودن چاه‌های حفاری شده فاقد دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) است (شکل ۶). لذا مرز تحتانی این سکانس مبهم است. در میدان نفتی X این سکانس رسوبی متشکل از ۲۲۷ متر سنگ آهک بوده و عمدتاً رخساره‌های مربوط به پلتفرم داخلی (محیط لاگون) اصلی‌ترین رخساره رسوبی شناسایی شده در آن هستند. در این سکانس با توجه به مطالعات رخساره‌های رسوبی، تغییر از محیط پلتفرم داخلی (لاگون) به پلتفرم میانی یا در واقع قبل از هسته اجتماعات رودیستی (پشت بنک رودیستی) موید عمق کم حوضه رسوبی سازند سروک می‌باشد. در مجموع روندی کم عمق شونده به طرف بالا که موید تنها دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) موجود در سکانس A می‌باشد. در خاتمه این سکانس، رخساره رسوبی مادستون محیط لاگون از پلتفرم داخلی واقع شده و به عنوان کم عمق‌ترین

⁸ Datum line

سكانس، در مطالعات ون بوخن و همكاران (۲۰۰۶) در
حوضه رسوبي سازند سروك، اولين سكانس رسوبي معرفي
شده به نام D2 يا Cen-1 بوده كه ايشان سن آلبين پسين-
سنوماني پيشين را براي آن تعيين کرده است. به طور
كلي با توجه به تطابق صورت گرفته با ديگر مطالعات صفحه
عربي، اين سكانس رسوبي معادل K110 بوده كه مرز
تحتاني اين سكانس منطبق با K110 SB مي باشد (برومهد
و همكاران، ۲۰۲۲). مرز فوقاني اين سكانس منطبق با
ناپيوستگي ابتدای سنوماني پيشين بوده كه مرز سكانسي
نوع ۲ (SB2) در رسوبات بخش پلتفرم داخلي در منطقه
مورد مطالعه مي باشد. اين مرز قابل انطباق با مرز سكانسي
K120SB در صفحه عربي است (برومهد و همكاران،
۲۰۲۲).

B سکانس رسوبی

این سکانس رسوبی قابل انطباق با بخش میانی سروک بوده و به طور به ترتیب در میادین نفتی X و Y دارای ۱۷۲ و ۱۷۵ متر ضخامت است. بر اساس مطالعات صورت گرفته این سکانس رسوبی از دسته رخساره‌های تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) تشکیل شده است. این سکانس رسوبی رده سوم در میدان نفتی X در مجموع متشکل از سنگ‌آهک ضخیم لایه می‌باشد (شکل ۶). در این سکانس، با پیشروی آب دریا (TST) رخساره‌های لاگون و سدی مربوط به اجتماعات رودیستی شامل L1، S1، S2، L2، L3، S1 در یک توالی سنگ‌آهکی به ضخامت حدود ۴۴ متر قرار گرفته‌اند. رخساره S1 متعلق به نواحی جلویی اجتماعات رودیستی و در ارتباط با دریای باز آخرین رخساره این توالی عمیق شونده بوده و به عنوان سطح حداکثر غرقابی (mfs) شناسایی شد. در ادامه حدود ۱۲۸ متر سنگ‌آهک ضخیم لایه متشکل از رخساره‌ها و بافت‌های رسوبی متناوب پل‌تفرم میانی و داخلی شامل: S2، L3، L2، L3، آهک متبلور شده، L5، L4، S2، L3، L2، S2، L4، L3، L2، S3، L4، L5، L2 است. در مجموع این توالی روندی کم عمق شونده به سمت بالا داشته و موید دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (HST) است. در خاتمه این دسته رخساره، L5 مربوط به لایه شیلی با نوسانات شدید لاگ‌های گاما و صوتی (وجود پیک گاما در محل این رخساره در ستون چینه‌شناسی) به عنوان مرز سکانسی، شناسایی شد.

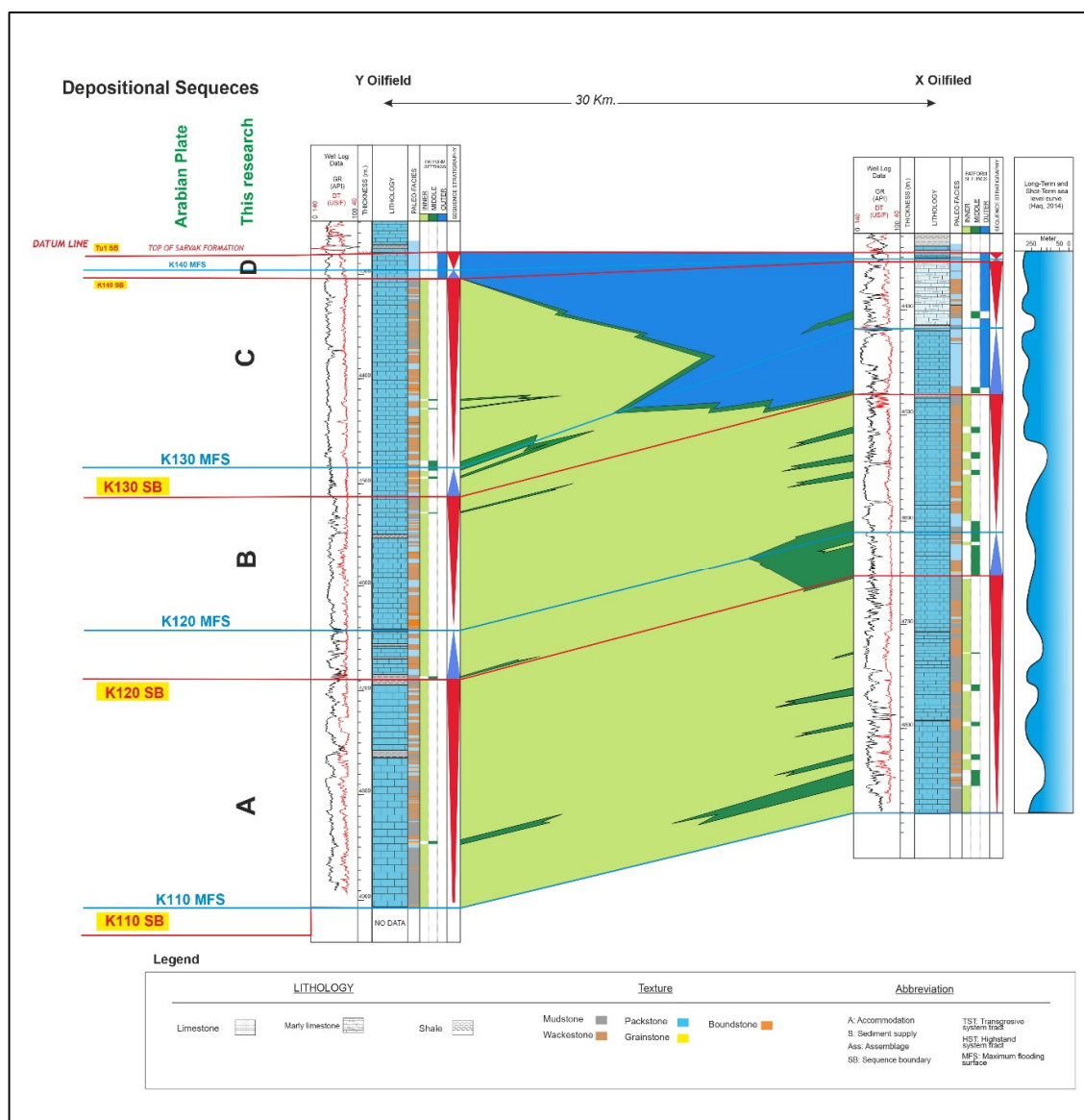
دومین فاز بالا آمدگی سطح آب دریا در سازند سروک در میدان نفتی Y در مجموع با تشکیل دو دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) با ضخامت ۱۳۰ متر متشکل از توالی‌های سنگ‌آهک، شیل و سنگ‌آهک همراه شد. در دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) از قاعده به طرف سطح حداکثر غرقابی (mfs) رخساره‌ها و بافت‌های L3، L2، S2، آهک متبلور و سیمانی شده، L2، L3، L4، L5، L4 آهک متبلور و سیمانی شده، L5، آهک متبلور و سیمانی شده، L4، L3، L4 و S2 شناسایی شدند که بر اساس روند تغییرات عمق‌سنجی دیرینه ریزرخساره‌ها، ریزرخساره رودیست و باندستون تشکیل دهنده به عنوان عمیق‌ترین ریزرخساره در این توالی و در نتیجه سطح حداکثر غرقابی (mfs) شناسایی شد. به لحاظ لیتولوژی و لاگ‌های چاه پیمایی، این رخساره در لایه شیلی محصور در لایه‌های سنگ‌آهکی پیرامون که دارای پیک گاماست مطالعه شد. در ادامه این رخساره با تغییر لایه شیلی به سنگ‌آهک ضخیم لایه، توالی موجود با روندی کم عمق شونده به سمت بالا موید دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) است. رخساره‌های رسوبی مربوط به محیط پلت‌فرم داخلی و میانی در این دسته رخساره به ترتیب شامل: S3، L1، L3، S3، L2، L3، L4، L5 بوده که انتهای آن منطبق با مرز سکansı نوع ۲ و دارای رخساره L5 فاقد هرگونه شواهد خروج از آب است (شکل ۶). به طور کلی این سکانس رسوبی منطبق با سکانس رسوبی رده سوم E1 یا Cen-2 به سن سنومانیان میانی در مطالعات ون بوخن و همکاران (۲۰۰۶) است. مرز زیرین این سکانس منطبق با K120SB، مرز فوقانی آن منطبق با K130SB و سطح حداکثر غرقابی (mfs) در آن منطبق با K120MFS در صفحه عربی بر اساس مطالعات برومهد و همکاران (۲۰۲۲) است.

C سکانس رسوپی

این سکانس رسوبی رده سوم از دو دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) تشکیل شده است. در میدان نفتی X این سکانس متشکل از یک توالی ۱۲۶ متری سنگ آهک، شیل، آهک مارنی و شیل بوده که پس از سکانس رسوبی B و قبل از سکانس رسوبی D مطالعه شد. حدود ۶۳ متر از این سکانس، تبدیل محیط‌های بِلْت فرم داخلی (ریز رخساره L4) به بِلْت فرم

آرام سطح آب دریا که معرف دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) با روندی کم عمق شونده به طرف بالاست، درون سنگ‌آهک مارنی ادامه می‌یابد. محیط رسوبی غالب این توالی مربوط به پلتفرم میانی و خارجی بوده که شامل ریزرخساره‌های: O4، O3 می‌باشد. در انتهای این دسته رخساره، ریزرخساره O1 واقع در راس لایه سنگ‌آهک مارنی و ابتدای لایه شیلی واقع شده و با توجه به حداکثر پیک لاگ گاما در ابتدای لایه شیلی مذکور، قاعده لایه شیلی به عنوان مرز سکansı نوع ۲ و فاقد شواهد خروج از آب شناسایی شد (شکل ۶).

میانی و پلتفرم خارجی (O3، O4) بوده که حاکی از پیشروی رخساره‌ها در یک توالی عمیق شونده به طرف بالا است. انتهای این توالی با لایه شیلی همراه با پیک شدید لاگ‌های گاما و صوتی دارای ریزرخساره O5، به عنوان سطح حداکثر غرقابی (mfs) شناسایی شد. با توجه به ضخامت حدود ۵ متری لایه شیلی، نوسانات لاگ گاما در گستره این لایه شیل (که مختص یک نقطه نبوده) و وجود تنها یک رخساره رسوبی در آن، حاکی از زون/بازه حداکثر غرقابی mfz در این بخش از سکانس رسوبی C است. در ادامه با توجه به روند کاهشی عمق رخساره‌های رسوبی به طرف بالا در طول این سکانس پس از (mfz)، بالاآمدگی



شکل ۶. پل دو بعدی تطابق سکانس‌های رسوبی مورد مطالعه سازند سروک در میداین نفتی مورد مطالعه

Fig. 6. 2D correlation of the studied depositional sequences in the Sarvak Formation in the studied oilfields.

پیشروی (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) است. در مجموع رخساره‌های مربوط به این دو میدان نفتی در این دو سکانس مربوط به بخش خارجی پلتفرم هستند. در میدان نفتی X این سکانس رسوبی رده سوم، که کم ضخامت‌ترین (حدود ۱۰ متر) سکانس رسوبی مطالعه شده در این چاه است (شکل ۶). دو دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) در این سکانس شناسایی شدند. در دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) ریزرخساره‌های O3، O4، O5 شناسایی شدند که ریزرخساره O5 به عنوان عمیق‌ترین ریزرخساره که متعلق پلتفرم خارجی است شناسایی شد.

این ریزرخساره در طول ستون چینه‌شناسی نسبت به رخساره‌های مجاور خود دارای حداکثر پیک گاما بوده و در نتیجه به عنوان سطح حداکثر غرقابی (mfs) در این سکانس شناسایی شد. پس از این سطح، روند تغییر محیط‌های رسوبی در سنگ‌آهک‌های موجود با تغییر ریزرخساره‌های O3، O4 و در خاتمه O2 ادامه یافته که تا انتهای سازند سروک دنبال می‌شود. آخرین واحد کربناته در سازند سروک به لایه شیلی ختم شده که بر اساس اطلاعات پالئولاگ موجود، این لایه شیلی معرف سازند سورگاه به سن کناسین است. در مجموع مرز فوقانی این سکانس رسوبی بر مرز بین سازندهای سروک و سورگاه منطبق می‌شود. در میدان نفتی Y آخرین سکانس رسوبی مورد مطالعه سازند سروک در حدود ۳۰ متر ضخامت دارد. از ویژگی بارز آن (به جز دو متر ابتدایی) تماماً متشکل از رخساره‌های دریای باز مربوط پلتفرم خارجی است که با توجه به ویژگی‌های چینه‌شناسی و عمق‌سنجی کم ضخامت‌ترین و عمیق‌ترین سکانس در سازند سروک در این چاه می‌باشد. مرز تحتانی این سکانس منطبق با مرز فوقانی سکانس C بوده که ویژگی‌های آن بیان شد و در راس این سکانس به مرز سازندی ما بین سنگ‌آهک‌های سازند سروک و شیل‌های سازند سورگاه به صورت ناپیوسته (بر اساس پالئولاگ موجود) ختم می‌شود (شکل ۶).

مهم‌ترین شاهد جدایش دو دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز پیشروی آب دریا (HST) در این سکانس روند تغییرات رخساره‌های رسوبی است، به طوری که حدود ۱۰ متر ابتدایی این سکانس متشکل از رخساره‌های دریای باز از پلتفرم خارجی بوده که فراوانی بالای الیگوسترینا و اکینودرم‌ها در غالب ریزرخساره O3 و O4 قرار گرفته که

در میدان نفتی Y این سکانس رسوبی رده سوم که سازند سروک در محدوده آن دارای لیتولوژی سنگ آهکی است و با حدود ۲۱۰ متر ضخامت از دو دسته رخساره تراز پیشروی (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) مطالعه شدند. به طور کلی اصلی‌ترین رسوبات در این بخش، رسوبات محیط لاگون از پلتفرم داخلی هستند. لازم به ذکر است که اختلاف ضخامت دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST)، حاکی از شرایط تقریباً با ثبات‌تر این بخش بوده که رسوبگذاری بیشتر را به دنبال داشته است. آغاز بالا آمدگی سطح آب دریا با تشکیل ریزرخساره‌های دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) بوده که عبارتند از: L1، L2، L3، L4، S1، S3. ادامه عمیق شدگی محیط رسوبی سازند سروک در این دسته رخساره با رخساره S1 متعلق به نواحی جلوی اجتماعات رودیستی در پلتفرم میانی شناسایی شد که با توجه به کل ریزرخساره‌های شناسایی شده در کل این سکانس، به عنوان عمیق‌ترین رخساره رسوبی موجود و در نتیجه سطح حداکثر غرقابی (mfs) در این سکانس مطالعه شد. با ادامه بالا آمدگی آهسته آب دریا و رسوبگذاری کربنات‌های پلتفرم داخلی سازند سروک، ریزرخساره‌های رسوبی محیط لاگون با ریزرخساره‌های پلتفرم میانی (با فراوانی کمتر) واقع شده‌اند که روند کلی این ریزرخساره‌ها در مجموع کم عمق شونده به سمت بالا بوده و موید دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) در این سکانس هستند. مرز سکانشی در این سکانس رسوبی با رخساره رسوبی L5 که منطبق با پیک کوچک لاگ گاما، و نیز با توجه به رخساره‌های بعدی آن که مربوط به پلتفرم میانی و خارجی هستند شناسایی شد. به طور کلی این سکانس رسوبی قابل انطباق با سکانس E2 یا Cen. 3 معرفی شده توسط ون بوخن و همکاران (۲۰۰۶) در کل حوضه رسوبی سروک در جنوب غرب ایران بوده که به سنومانین پسین تعلق دارد. همانطور که بیان شد مرز تحتانی این سکانس قابل انطباق با مرز سکانشی K130SB و مرز بالایی آن منطبق با K140SB در صفحه عربی است. همچنین سطح حداکثر غرقابی در این سکانس معادل K140MFS در صفحه عربی است (برومهد و همکاران، ۲۰۲۲).

سکانس رسوبی D

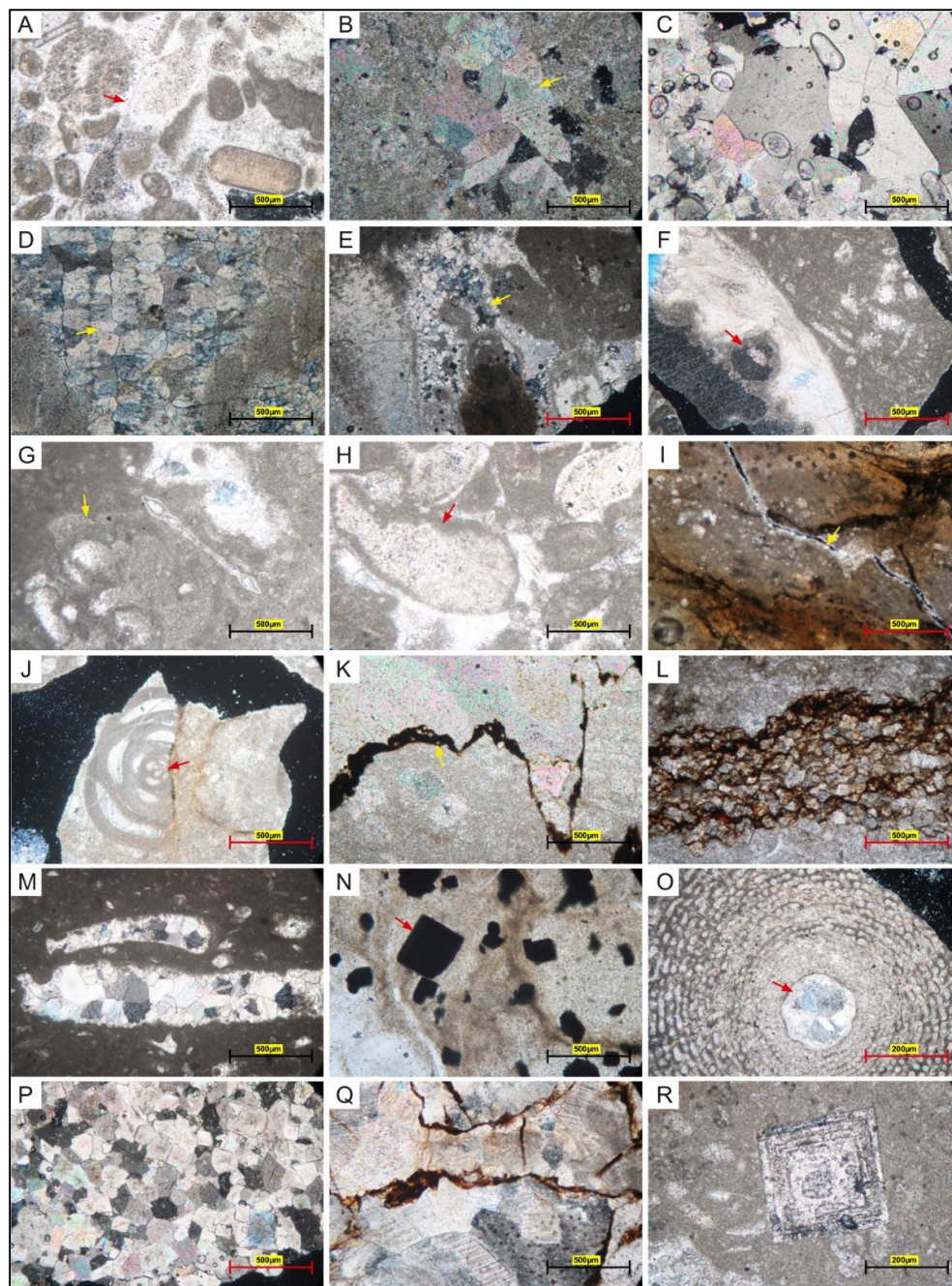
آخرین سکانس رسوبی مورد مطالعه سازند سروک در منطقه مورد مطالعه متشکل از دو دسته رخساره‌های تراز

حاکمی از افزایش عمق حوضه رسوبی در زمان تشکیل می‌باشد. بر اساس مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی بیشترین عمق سازند سروک در این سکانس که معادل سطح حداکثر غرقابی (mfs) است با ریزرخساره (O4) متعلق به پلتفرم خارجی شناسایی شد. کاهش فراوانی خرده‌های اکتینودرم و ظهور خرده‌های گاستروپود، اکتینودرم‌ها روند کاهش عمق حوضه رسوبی سازند سروک در این توالی یا به عبارتی دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) را نشان داده که با توجه اطلاعات پالئولاگ شرکت نفت، در انتهای این دسته رخساره که حدود ۲۰ متر ضخامت دارد، به مرز سازندی بین سازندهای سنگ‌آهک‌های سازند سروک و شیل‌های عمیق سورگاه همراه با پیک‌های شدید لاگ‌های گاما و صوتی ختم می‌شود. به طور کلی این سکانس رسوبی رده سوم به سن تورونین تعلق داشته (بر اساس پالئولاگ‌های موجود و بر اساس مطالعات ون بوخن و همکاران، ۲۰۰۶؛ برومهد و همکاران، ۲۰۲۲) و در هر دو چاه مورد مطالعه کم ضخامت‌ترین سکانس رسوبی است. ضخامت کم این سکانس رسوبی با توجه به جایگاه و بازه زمانی آن و نیز بر اساس رخداد فاز کوهزایی ساب‌هرسینین به ویژه در مرز سنومانین-تورونین (C/T boundary) و نیز تورونین قابل توجه است. در این بازه زمانی فورلند زاگرس تحت تاثیر فاز فرسایشی ساب‌هرسینین قرار گرفته که مطالعات مشابهی در مورد این بخش از سازند سروک توسط محققین مختلف ارائه شده است (بروهد و همکاران، ۲۰۲۲؛ وینسنت و همکاران، ۲۰۱۵؛ هولیس، ۲۰۱۱؛ حاجی کاظم‌زاده، ۲۰۱۲؛ ون بوخن و همکاران، ۲۰۱۱؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰). در مجموع مرز تحتانی این سازند منطبق با K140SB، مرز فوقانی آن منطبق با Tu1SB و سطح حداکثر غرقابی در آن منطبق با K140MFS در صفحه عربی است (بروهمد و همکاران، ۲۰۲۲).

دیاژنز

فرآیند دیاژنز در سنگ‌های کربناته به علت انحلال‌پذیری آن‌ها در آب‌های طبیعی شاخص بوده و با سرعت بالا صورت می‌گیرد به طوری که این تغییرات می‌تواند کاملاً فراگیر باشند. بر اثر رخداد چنین فرآیندی، رسوبات متعلق به بستر دریا تنها در طول چند سال می‌توانند به سنگ آهک سخت تبدیل شوند (جیمز و جونز، ۲۰۱۶).

مطالعه پتروگرافی در سازند سروک در میادین نفتی مورد مطالعه نشان دهنده فرآیندهای مختلف دیاژنزی از قبیل سیمانی شدن، انحلال، به هم‌ریختگی زیستی، میکریتی شدن، تراکم، پیریتی شدن، تخلخل و دولومیتی شدن می‌باشد. فرآیند سیمانی شدن در هر مرحله از دیاژنز از زمان رسوبگذاری تا مرحله تدفین عمیق تشکیل می‌شود و معمولاً سیمان‌های حاصله از لحاظ ویژگی‌های کمی زمان، دما و شیمی آب متفاوت هستند (المرشول و شول، ۲۰۱۴). مهم‌ترین سیمان‌های مورد مطالعه شامل سیمان‌های رورشدی هم‌محور (شکل ۷، A)، دروزی (شکل ۷، B)، بلوکی (شکل ۷، C)، هم‌بعد (شکل ۷، D)، پوئیکیلوتاپیک (شکل ۷، E) می‌باشند. فرآیند به هم‌ریختگی زیستی که غالباً توسط موجودات حفار در رسوبات رخ می‌دهد و بر اثر آن ویژگی‌های بافتی رسوبات تغییر می‌کند (فلوگل، ۲۰۱۰) عمدتاً در رسوبات محیط لاگونی سازند سروک در میادین نفتی مورد مطالعه، مطالعه شدند (شکل ۷، F و G). فرآیند میکریتی شدن نیز از دیگر فرآیندهای دیاژنزی حاصل از فعالیت موجودات بر روی رسوبات و آلوک‌های کربناته بوده که عمدتاً ناشی از عملکرد جلبک‌ها و میکروب‌ها می‌باشند (بیرلیک، ۲۰۱۵). این فرآیند دیاژنز در فرامینیف‌های محیط لاگون و تا حدودی در اکتینودرم‌ها شناسایی شد (شکل ۷، H). فرآیند فشردگی که به صورت فیزیکی و شیمیایی در رسوبات اثرگذار است درون رسوبات با ترکیب رسوب و تاربخچه تدفینی آن متغیر است (مور و وید، ۲۰۱۳). این پدیده با وجود آن که در برخی از گل‌های کربناته به صورت جزئی رخ می‌دهد اما در رسوبات گل‌سنگی رس‌دار فراوان بوده و حتی این رسوبات می‌توانند تا یک چهارم حجم اصلی خود دچار فشردگی شوند (فلوگل، ۲۰۱۰). در سازند سروک فرآیند تراکم فیزیکی با شکستگی (شکل ۷، I) و فرآیند تراکم شیمیایی که ناشی از عملکرد و تاثیر وزن رسوبات فوقانی است به صورت انحلال فسیل‌ها (شکل ۷، J)، تشکیل استیلولیت‌ها (شکل ۷، K) و رگچه‌های انحلالی (شکل ۷، L) مورد مطالعه قرار گرفت. فرآیند انحلال که معمولاً ناشی از سیالات تحت اشباع و عمدتاً در مجاورت سطوح ناپیوستگی اتفاق می‌افتد (مراد و کتزر، ۲۰۱۳). در نمونه‌های مورد مطالعه از سازند سروک عمدتاً در بخش‌های انتهایی ستون چینه‌شناسی این سازند و در مرز با سازند سورگاه از فراوانی بالایی برخوردار است (شکل ۷، M).



شکل ۷. فرآیندهای دیاژنزی تشخیص داده شده در مقاطع نازک میکروسکوپی (XPL) سازند سروک. A. سیمان رور شدی هم‌محور پیرامون اکتینودرم، B. سیمان دروزی که با افزایش اندازه بلورها به سمت مرکز همراه است، C. سیمان بلوکی، D. سیمان هم بعد، E. سیمان پوئیکیلوتاژیک، F. به هم ریختگی زیستی در قالب بورینگ، G. به هم ریختگی زیستی در رسوبات نرم، H. میکریته شدن در پیرامون اکتینودرم، I. شکستگی که در مراحل بعدی با گسترش انحلال توسعه یافته است. اثر انحلال فشاری ناشی از تراکم که موجب J. انحلال میلیولیت شده است و تشکیل استیلولیت K. با بسامد بالا و رگچه‌های انحلالی از نوع دسته‌ای L. همراه شده است. M. انحلال بیوکلاست که ناشی از فرآیندهای بعدی دیاژنزی سیمانی شده است. N. پیریت خودشکل مربوط به رسوبات نواحی محیط عمیق در سازند سروک، O. تخلخل درون ذره‌ای که ناشی از انحلال حجره جنینی فرامینیفر تشکیل شده است. P. بلورهای دولومیت در سازند سروک به اشکال خودشکل تا نیمه شکل، Q. بی شکل/زنوتاژیک و یا لوزی شکل R که دارای میانبره‌هایی است.

Fig. 7. Determined diagenetic processes in the Sarvak Formation (all images are in XPL). A. echinoderm overgrowth rim cement, B. drusy cement with increasing crystal size toward the center, C. blocky cement, D. equant cement, poikilotopic cement, E. bioturbation in the form of boring, F. bioturbation as barrowing, G. micritization around echinoderm, H. fracture which developed after dissolution. The effect of pressure dissolution in result of compaction J. dissolved miliolite and K. development of the high amplitude stylolite, and L. swarm solution seams. M. The dissolved bioclast which is cemented. N. cubic pyrite from deep depositional environments in the Sarvak Formation, P. Euhedral to subhedral dolomite crystals, and Q. anhydral/xenotopic and or R. rhomboid including fluid inclusions.

پیریتی شدن با تشکیل بلورهای خودشکل پیریت به صورت پراکنده و با فراوانی کم در ریزرخساره‌های محیط‌های عمیق‌تر مطالعه شد (شکل ۷، N). یکی دیگر از فرآیندهای دیاژنزی در این سازند تخلخل بوده که به صورت تخلخل درون‌ذره‌ای است (شکل ۷، O) که در مراحل بعدی سیمانی شده است. پدیده دولومیتی شدن در سازند سروک با تشکیل بلورهای خود شکل تا نیمه شکل (شکل ۷، P) زئوتاپیک (شکل ۷، Q) و یا به صورت بلورهای لوزی شکل دارای میانبار (شکل ۷، R) مطالعه شد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سازند سروک در میدان نفتی X و Y در فروافتادگی دزفول برای اولین بار در این دو میدان به لحاظ ریزرخساره، محیط رسوبی، چینه‌نگاری سکاسی و دیاژنز مورد مطالعه قرار گرفت. این سازند که متشکل از توالی‌های سنگ‌آهک همراه با میان لایه‌های نازک شیلی است، در دو چاه مورد مطالعه در قاعده مرزی نامشخص داشته (به سبب حفاری ناقص) و در راس با ناپیوستگی به سازند شیلی سورگاه ختم می‌شود. در مجموع ۱۳ ریزرخساره رسوبی واقع در یک پلتفرم کربناته متشکل از پلتفرم داخلی (محیط لاگون)، پلتفرم میانی (متشکل از اجتماعات رودیستی) و پلتفرم خارجی (محیط دریای باز) شناسایی و مطالعه شدند. ریزرخساره‌های مورد مطالعه با تغییر در فراوانی آلوم‌های اسکلتی از قبیل فرامینیفرها، رودیست‌ها، بیوکلاست‌ها، اکی‌نودرم، سوزن اسفنج و جلبک، همچنین آلوم‌های غیراسکلتی مانند پلوئیدها از یکدیگر متفاوت هستند. با دقت در پزل دوبعدی ترسیم شده در این سازند مشخص می‌شود که کل توالی مطالعه شده سازند سروک از سمت میدان X به سمت میدان نفتی Y یک روند کلی پیشروی داشته که این امر قابل انطباق با سکاس رسوبی رده دوم متعلق به بازه زمانی کرتاسه زیرین و بالایی بوده که در کل پلیت عربی گزارش شده است (برومهد و همکاران، ۲۰۱۱؛ ون بوخن و همکاران، ۲۰۰۶؛ شارلند و همکاران، ۲۰۰۴). چهار سکاس رسوبی رده سوم مطالعه شده در این سازند به نام‌های A، B، C و D (به ترتیب از قاعده به طرف راس) به عنوان سکاس‌های رسوبی رده سوم به سن آلبین پیسن-تورونین پیشین درون سکاس رسوبی رده دوم نام برده بوده که در زمان تشکیل متأثر از تغییرات جهانی سطح آب دریا و اثرات تکتونیک

محلی قرار گرفته‌اند. در این سکاس‌ها خط مبنا منطبق با مرز سازندی بین راس سازند سروک و سازند شیلی سورگاه بوده که قابل انطباق با Tu1SB در صفحه عربی است. سکاس‌های رسوبی رده سوم مورد مطالعه از دسته رخساره تراز پیشروی آب دریا (TST) و تراز بالای آب دریا (HST) تشکیل شده‌اند که توسط سطح حداکثر غرقابی (mfs) از یکدیگر مجزا شده‌اند. سن سکاس‌های رسوبی شناسایی شده بر اساس اطلاعات پالئولگ‌های شرکت نفت و همچنین بر اساس تطابق با مطالعه حوضه رسوبی سازند سروک در ایران (ون بوخن و همکاران، ۲۰۰۶) و نیز مطالعات جامع برومهد و همکاران (۲۰۲۲) ارائه شده است. لازم به ذکر است که مرز زیرین سکاس رسوبی A ناشی از حفاری ناقص چاه‌ها نامشخص بوده و در مجموع این سکاس ناقص می‌باشد. مرز زیرین سکاس A، قابل انطباق با K110SB معرفی شده توسط برومهد و همکاران (۲۰۲۲) در صفحه عربی است. بر اساس این مطالعه روند تغییر رخساره‌ها و به تبع دسته رخساره‌های رسوبی از سمت فروافتادگی دزفول شمالی (میدان X) به طرف حوضه لرستان (میدان Y) روندی پیشرونده دارد. لازم به ذکر است که در آخرین سکاس رسوبی رده سوم مورد مطالعه (سکاس رسوبی D) به ویژه دسته رخساره تراز بالای آب دریا (HST) در مقایسه با دیگر سکاس‌های مطالعه شده عمیق‌ترین ریزرخساره‌ها را دارد. این سکاس با توجه به تاثیر فاز کوهزایی ساب‌هرسینین در منطقه مورد مطالعه، کمترین ضخامت را در مقایسه با دیگر سکاس‌های رسوبی موجود داراست. بررسی فرآیندهایی دیاژنزی در سازند سروک در این دو میدان حاکی از رخداد فرآیندهای دیاژنزی مختلفی بوده که سیمانی شدن، میکریتی شدن، تشکیل تخلخل، به هم ریختگی زیستی، انحلال و تراکم فشاری، پیریتی شدن، و نیز دولومیتی شدن از اصلی‌ترین فرآیندهای شناسایی شده در این سازند هستند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسولین محترم مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران به خاطر در اختیار گذاشتن اطلاعات این پژوهش تشکر و سپاسگزاری نمایند. همچنین از مسولین محترم دانشگاه شهید بهشتی تهران به سبب در اختیار گذاشتن امکانات دانشگاهی سپاسگزاری می‌شود.

References

- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Whitechurch, H., Vrielynck, B., Spakman, W., and Wortel, R (2011) Zagros orogeny: a subduction-dominated process. *Geological Magazine*, 148 (5-6): 692-725.
- Alavi, M (2007) Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of science*, 307(9): 1064-1095.
- Alsharhan, A. S., and Nairn, A. E. M (1988) A Review of The Cretaceous Formations in The Arabian Peninsula and Gulf: Partii. Mid-Cretaceous (Wasia Group) Stratigraphy and Paleogeography. *Journal of petroleum Geology*, 11(1): 89-112.
- Ashrafzadeh, A. R (1999) Paleohighs; Their roles and importance in the Dezful Embayment. NIOC Int. report, (1919).
- Assadi, A., Honarmand, J., Moallemi, S. A., and Abdollahie-Fard, I (2018) An integrated approach for identification and characterization of palaeo-exposure surfaces in the upper Sarvak Formation of Abadan Plain, SW Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 145: 32-48.
- Barrier, E., Vrielynck, B., Brouillet, J. F. and Brunet, M. F (2018) Paleotectonic reconstruction of the Central Tethyan Realm. Tectono-sedimentary-palinspastic maps from Late Permian to Pliocene. 21p.
- Berberian, M (1995) Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, 241(3-4): 193-224.
- Berberian, M., and King, G. C. P (1981) Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian journal of earth sciences*, 18(2): 210-265.
- Bjørlykke, K (2015) Introduction to petroleum geology. In *Petroleum Geoscience* (pp. 1-29). Springer, Berlin, Heidelberg.
- BouDagher-Fadel, M. K (2008) The Cenozoic larger benthic foraminifera: the Palaeogene. *Developments in palaeontology and stratigraphy*, 21: 297-545.
- Bromhead, A. D., van Buchem, F. S. P., Simmons, M. D., and Davies, R. B (2022) Sequence Stratigraphy, Palaeogeography and Petroleum Plays of the Cenomanian–Turonian Succession of the Arabian Plate: AN Updated Synthesis. *Journal of Petroleum Geology*, 45(2): 119-161.
- Catuneanu, O (2022) Principles of sequence stratigraphy. Newnes, 486p.
- Cestari, R., and Sartorio, D (1995) Rudists and facies of the periadriatic domain (p. 207). San Donato Milanese: Agip, 200p.
- Colman-Sadd, S. P (1978) Fold development in Zagros simply folded belt, Southwest Iran. *AAPG Bulletin*, 62(6): 984-1003.
- Dias-Brito, D (2000) Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology of Albian–Maastrichtian pithonellid calcispheres: impact on Tethys configuration. *Cretaceous Research*, 21(2-3): 315-349.
- Dickson, J., A. D (1965) A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature*, 205(4971): 587-587.
- Du, Y., Zhang, J. L., Zheng, S. F., Xin, J., Chen, J. and Li, Y. Z (2015) The rudist buildup depositional model, reservoir architecture and development strategy of the cretaceous Sarvak formation of Southwest Iran. *Petroleum*, 1(1): 16-26.
- Dunham, R (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: *Classification of Carbonate Rocks*. American Association Petroleum Geology, 121 p.
- Embry, A. F., and Klován, J. E (1971) A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian petroleum geology*, 19(4): 730-781.
- Esfandiyari, M., Mohseni, H., and Heidari, M (2023) Facies analysis, depositional sequences and platform evolution of the Sarvak Formation (late Albian-Turonian) in the Zagros Basin, West of Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 198: 104811.
- Esfarili-Dizaji, B., Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Afshin, S., Kiani Harchegani, F. and Shahverdi, N (2015) Characterization of rudist-dominated units as potential reservoirs in the middle Cretaceous Sarvak Formation, SW Iran. *Facies*, 61: 1-25.
- Fard, I. A., Braathén, A., Mokhtari, M. and Alavi, S. A (2006) Interaction of the Zagros Fold-Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12(4): 347-362.
- Flügel, E (2010) *Microfacies of carbonate rocks, analysis interpretation and application*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, Berlin, 976 p.
- Gammon, P. R. and James, N. P (2001) Palaeogeographical influence on Late Eocene biosiliceous sponge-rich sedimentation, southern Western Australia. *Sedimentology*, 48(3): 559-584.
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H. and Taheri, A (2009) Facies distribution and sequence stratigraphy of the Coniacian–Santonian succession of the Bangestan Palaeo-high in the Bangestan Anticline, SW Iran. *Facies*, 55(2): 243-257.
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I. S. and Coniglio, M (2012) Chemostratigraphy of Cenomanian–Turonian carbonates of the Sarvak Formation, southern Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 35(2): 187-205.
- Haq, B. U (2014) Cretaceous eustasy revisited. *Global and Planetary change*, 113: 44-58.

- Heydari, E (2008) Tectonics versus eustatic control on supersequences of the Zagros Mountains of Iran. *Tectonophysics*, 451(1-4): 56-70.
- Hollis, C. and Sharp, I. (2011) Albian–Cenomanian–Turonian carbonate-siliciclastic systems of the Arabian Plate: advances in diagenesis, structure and reservoir modelling: introduction. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 207-209.
- James, N. P., and Jones, B (2016) Origin of carbonate sedimentary rocks. John Wiley & Sons, 543p.
- Lan, Z (2015) Paleoproterozoic microbially induced sedimentary structures from lagoonal depositional settings in northern China. *Sedimentary Geology*, 328: 87-95.
- Luciani, V., and Cobianchi, M (1999) The Bonarelli Level and other black shales in the Cenomanian–Turonian of the northeastern Dolomites (Italy): calcareous nannofossil and foraminiferal data. *Cretaceous Research*, 20(2): 135-167.
- Malekzadeh, H., Daraei, M. and Bayet-Goll, A (2020) Field-scale reservoir zonation of the Albian–Turonian Sarvak Formation within the regional-scale geologic framework: A case from the Dezful Embayment, SW Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 121: 104586.
- McQuarrie, N., and van Hinsbergen, D. J (2013) Retrodeforming the Arabia-Eurasia collision zone: Age of collision versus magnitude of continental subduction. *Geology*, 41(3): 315-318.
- Mehmandosti, E. A., Adabi, M. H. and Woods, A. D (2013) Microfacies and geochemistry of the Middle Cretaceous Sarvak Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran. *Sedimentary Geology*, 293: 9-20.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Al-Aasm, I., Hajikazemi, E., Esrafil-Dizaji, B., Dalvand, M., & Omidvar, M (2018) Palaeo-Exposure Surfaces in The Aptian Dariyan Formation, Offshore Sw Iran: Geochemistry and Reservoir Implications. *Journal of Petroleum Geology*, 41(4): 467-494.
- Mohseni, H., and Javanmard, R. Z (2020) New data on sequence stratigraphy of the Sarvak Formation in Malekshahi city, (Ilam province) Zagros basin, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 112: 104035.
- Moore, C. H., and Wade, W. J (2013) Carbonate reservoirs: Porosity and diagenesis in a sequence stratigraphic framework. *Newnes*, 374p.
- Morad, S., Ketzer, J. M., and Ros, L. F. D (2013) An integrated tool for understanding and predicting reservoir quality distribution. *Linking Diagenesis to Sequence Stratigraphy*, 45: 1-36.
- Mort, H. P., Adatte, T., Keller, G., Bartels, D., Föllmi, K. B., Steinmann, P., and Chellai, E. H (2008) Organic carbon deposition and phosphorus accumulation during Oceanic Anoxic Event 2 in Tarfaya, Morocco. *Cretaceous Research*, 29(5-6): 1008-1023.
- Motiei, H (1993) Geology of Iran, the stratigraphy of Zagros. *Geol Survey of Iran, Tehran (in Farsi)*, p 572
- Mouthereau, F., Lacombe, O., and Vergés, J (2012) Building the Zagros collisional orogen: timing, strain distribution and the dynamics of Arabia/Eurasia plate convergence. *Tectonophysics*, 532: 27-60.
- Murris, R. J (1980) Middle East: stratigraphic evolution and oil habitat. *AAPG Bulletin*, 64(5): 597-618.
- Piryaee, A., Reijmer, J. J., van Buchem, F. S., Yazdi-Moghadam, M., Sadouni, J. and Danelian, T (2010) The influence of Late Cretaceous tectonic processes on sedimentation patterns along the northeastern Arabian plate margin (Fars Province, SW Iran). *Geological Society, London, Special Publications*, 330(1): 211-251.
- Piryaee, A., Reijmer, J. J. G., Borgomano, J. and Van Buchem, F. S. P (2011) Late Cretaceous tectonic and sedimentary evolution of the Bandar Abbas area, Fars region, southern Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 34(2): 157.
- Premoli Silva, I. and Verga, D (2004) Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. *International School on Planktonic Foraminifera*, 3 Course: Cretaceous. Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelicino, Perugia (Italy).
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A. and Izadi-Mazidi, E (2012) Flow unit distribution and reservoir modelling in cretaceous carbonates of the Sarvak Formation, Abteymour Oilfield, Dezful Embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 35(3): 213-236.
- Rahimpour-Bonab, H., Moeini, M., and Tavakoli, V (2016) Evidences for Cenomanian isolated platform in the Lurestan area, SW Iran, IPTC-Number-MS.", 22p.
- Razin, P., Taati, F., and Van Buchem, F. S. P (2010) Sequence stratigraphy of Cenomanian–Turonian carbonate platform margins (Sarvak Formation) in the High Zagros, SW Iran: an outcrop reference model for the Arabian Plate. *Geological Society, London, Special Publications*, 329(1): 187-218.
- Sepehr, M., and Cosgrove, J. W (2004) Structural framework of the Zagros fold–thrust belt, Iran. *Marine and Petroleum geology*, 21(7): 829-843.
- Sharland, P. R., Casey, D. M., Davies, R. B., Simmons, M. D., and Sutcliffe, O. E (2004) Arabian plate sequence stratigraphy–revisions to SP2. *GeoArabia*, 9(1): 199-214.

- Sherkati, S., and Letouzey, J (2004) Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran. *Marine and petroleum geology*, 21(5): 535-554.
- Sibley, D. F., and Gregg, J. M (1987) Classification of dolomite rock textures. *Journal of sedimentary Research*, 57(6): 967-975.
- Stöcklin, J (1968) Salt deposits of the Middle East: 157-181.
- Taghavi, A. A., Mørk, A., and Emadi, M. A (2006) Sequence stratigraphically controlled diagenesis governs reservoir quality in the carbonate Dehloran Field, southwest Iran. *Petroleum Geoscience*, 12(2): 115-126.
- Tucker, M. E (2001) *Sedimentary Petrology—An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. Blackwell. Scientific publication, London. 291 p.
- Ulmer-Scholle, D. S., Scholle, P. A., Schieber, J., and Raine, R. J (2014) A color guide to the petrography of sandstones, siltstones, shales and associated rocks (Vol. 109). Tulsa, OK, USA: American Association of Petroleum Geologists.
- Vail, P. R., Mitchum, Jr, R. M. and Thompson III, S (1977) Seismic stratigraphy and global changes of sea level: Part 3. Relative changes of sea level from Coastal Onlap: section 2. Application of seismic reflection Configuration to Stratigraphic Interpretation.
- Van Buchem, F. S. P., Simmons, M. D., Droste, H. J., and Davies, R. B (2011) Late Aptian to Turonian stratigraphy of the eastern Arabian Plate—depositional sequences and lithostratigraphic nomenclature. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 211-222.
- Van Buchem, F. S. P., Simmons, M. D., Droste, H. J. and Davies, R. B (2011) Late Aptian to Turonian stratigraphy of the eastern Arabian Plate—depositional sequences and lithostratigraphic nomenclature. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 211-222.
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M., and Rahmanian, V. D (1990) Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies.
- Vatandoust, M. and Saein, A. F (2022) Impact of natural fractures on the distribution of petrophysical properties within a carbonate reservoir, Aghajari oilfield, Iran. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (ZDGG)*, 173(3).
- Vaziri-Moghaddam, H., and Kalanat, B (2020) Oxygen level, primary productivity, and water turbulence during the OAE2 interval of Zagros Basin (SW Iran): benthic foraminiferal variations in the carbonate microfacies. *Gondwana Research*, 83: 1-15.
- Vincent, B., van Buchem, F. S., Bulot, L. G., Jalali, M., Swennen, R., Hosseini, A. S., and Baghbani, D (2015) Depositional sequences, diagenesis and structural control of the Albian to Turonian carbonate platform systems in coastal Fars (SW Iran). *Marine and Petroleum Geology*, 63: 46-67.
- Zadeh, P. G., Adabi, M. H. and Sadeghi, A (2019) Microfacies, geochemistry and sequence stratigraphy of the Sarvak Formation (Mid Cretaceous) in the Kuh-e Siah and Kuh-e Mond, Fars area, southern Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 160: 103634.

Microfacies, depositional model, sequence stratigraphy, and diagenesis of the Sarvak Formation in the X and Y oilfields in the Dezful Embayment, south-west Iran

M. Liaghat¹, M. H. Adabi², S. A. Moalemi³, A. Sadeghi⁴, and E. Dehyadegari⁵

1- Ph. D. student., Dept., of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2, 4- Prof., Dept., of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

3- National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran

5- Assist. Prof., Dept., of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

* m-adabi@sbu.ac.ir

Recieved: 2024.8.11 Accepted: 2024.12.29

Abstract

The Sarvak carbonate Formation is an important formation in the Zagros region, known as the second largest oil reserve, after the Asmari Formation. This study focused on studying two oil wells of the Sarvak Formation in the Dezful Embayment, which is from the Late Albian-Early Turonian. The lower boundary of this formation is undetermined as a result of the incomplete drilling of wells, and it changes into the Surgah Formation at the upper border. Examination of thin sections of cuttings samples indicates the development of microfacies within this formation in the platform settings of a lagoon, barrier, and open marine in an inner, middle, and outer carbonate platform. According to this study, the Sarvak Formation consists of four 3rd-order depositional sequences, labeled A, B, C, and D, which correlated with its equivalent in the Arabian plate. Except for depositional sequence A in the examined oil fields, included part of highstand system tract (HST), in result of incomplete well drilling, the other depositional sequences consist of transgressive system tract (TST) and highstand system tract (HST). Based on the two-dimensional panel obtained from the analyzed fields in the research area, it can be observed that the process of facies changes and subsequent formation of depositional facies settings prograde from the X oil field toward the Y oil field. Additionally, the thickness of this depositional sequence in compared to the other sequences is the lowest. According to the research, the sedimentary basin of the Sarvak Formation during the formation of the final sequence (i.e., depositional sequence D) includes deeper microfacies compared to other sequences. The main diagenesis processes examined in the thin sections microscopy of this formation include cementation: syntaxial overgrowth rime, equant, drusy, blocky, poikilotopic. The other diagenetic processes in this formation are: dissolution, bioturbations (boring and barrowing), micritization, compaction, pyritization, porosity, and dolomitization.

Keywords: Sarvak formation, Depositional environment, Sequence stratigraphy, Diagenetic processes, Zagros