

رخساره‌ها، محیط‌رسوبی، دیاژنز و کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین، جنوب باختر ایران

رضا خطیر^۱، داود جهانی^{۲*}، سیده‌محسن آل‌علی^۳ و نادر کهنسال‌قدیم‌وند^۴

۱- دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران

۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران

نویسنده مسئول: d_jahani@iau-tmb.ac.ir

دریافت: ۹۹/۷/۲۹ پذیرش: ۹۹/۱۱/۴

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

سازند سروک با سن آلبین پسین- تورونین میانی مهم‌ترین سنگ مخزن کربناته ناحیه دشت آبادان در جنوب‌باختری ایران است. سنگ‌های کربناته این سازند به دلیل متحمل شدن شرایط و محیط‌های دیاژنزی مختلف دارای ویژگی‌های مخزنی متفاوت و پیچیده‌ای می‌باشند. این سازند در میدان نفتی دارخوین به طور عمده شامل سنگ‌آهک‌های سفید تا کرم‌رنگ با میان لایه‌های نازکی از سنگ‌آهک رسی کرم‌رنگ و شیل است. هدف از این پژوهش شناسایی رخساره‌ها، تفسیر محیط‌رسوبی، تشخیص فرآیندهای دیاژنزی و تأثیر آن‌ها بر کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین می‌باشد. به همین منظور حدود ۶۰۰ برش‌نازک میکروسکوپی مربوط به مغزه چاه‌های شماره ۳۲ و ۳۳ این میدان مطالعه شد. بررسی‌های گسترده آزمایشگاهی نشان می‌دهند که سازند سروک از ۹ رخساره وابسته به یک پلاتفرم کربناته رمپ هم‌شیب تشکیل شده است. مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی در سازند سروک سیمانی‌شدن، دولومیتی‌شدن، انحلال، فشردگی مکانیکی و شیمیایی، میکرایتی‌شدن، و شکستگی هستند. این فرآیندهای دیاژنزی در محیط‌های دیاژنزی دریایی، جوی و دفنی پدید آمده‌اند. تخلخل سازند سروک در میدان نفتی دارخوین به طور عمده بین ۱۰٪ تا ۱۵٪ می‌باشد و نفوذپذیری این سازند از ۰/۱ تا ۱۰۰ میلی‌داری متغییر است. بر اساس شواهد موجود کیفیت مخزنی این سازند به‌طور کلی خوب است.

واژگان کلیدی: رخساره، رمپ کربناته، دیاژنز، آلبین پسین- تورونین

پیشگفتار

بازه از این گروه شامل سنگ‌آهک‌های کم‌عمق سازندهای سروک و ایلام و واحدهای معادل آن‌ها (مانند سازند میشریف عراق) می‌باشد. کربنات‌های سازند سروک به دلیل ناهمگنی‌های ناشی از تنوع رخساره‌ها و تأثیر فرآیندهای دیاژنزی تغییرات عمده‌ای در توزیع تخلخل- تراوایی نشان می‌دهند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۷). شناسایی و درک توزیع رخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی در مطالعات جامع ضروری می‌باشد این پارامترها به طور معمول توسط پتروگرافی برش‌های نازک و توصیف مغزه‌ها و نیز مطالعه رخنمون‌ها مشخص می‌شود (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۴). سازند سروک و معادل‌های آن بازه‌های مهم ذخیره هیدروکربوری در جنوب و جنوب‌باختری ایران (از جمله در فروافتادگی دزفول و دشت آبادان) و در

کیفیت و معماری مخازن کربناته به عوامل متعددی از جمله توزیع فضایی رخساره‌های رسوبی، فرآیندهای دیاژنزی و دوره‌های رسوب‌گذاری (چرخه‌های فرکانس بالا و توالی‌های رسوبی) بستگی دارد (لوسیا، ۲۰۰۷ و اهر، ۲۰۱۱). به طور کلی در مخازن کربناته رخساره‌های رسوبی، تخلخل اولیه و توزیع نفوذپذیری را کنترل می‌کنند (اشلاگر، ۲۰۰۵). در غیاب تغییرات دیاژنزی، ویژگی‌های مخزنی توسط توزیع رخساره‌های رسوبی (در مقیاس میکروسکوپی) و محیط‌رسوبی (در مقیاس ماکروسکوپی) کنترل می‌شود. گروه بنگستان با سن آلبین- کامپانین، از مهم‌ترین مخازن هیدروکربوری در پلاتفرم عربی و منطقه کمر بند زاگرس می‌باشد. مهم‌ترین

از ذخایر نفتی خاورمیانه در این توالی‌ها قرار دارد (اسکات و همکاران، ۱۹۹۳). در مطالعات جغرافیایی دیرینه برای کرتاسه یک رژیم رسوبی از نوع رمپ همراه با شلف‌های کربناته پیشنهاد داده شده است که در منطقه خاورمیانه با افزایش سطح جهانی آب دریاها همراه بوده است (کوپ و استنلی، ۱۹۸۲ و موریس، ۱۹۸۰). در طول این دوره، صفحه عربی به سمت عرض‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری حرکت کرده است (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱؛ علوی، ۲۰۰۴، ۲۰۰۷ و حیدری، ۲۰۰۸). در این زمان دیاپیریس‌های محلی یا حرکت بلوک‌های پی‌سنگی به طور متناوب و محلی باعث بالاآمدگی و خشکی‌زایی پلاتفرم‌های کربناته شدند (ون بوخم و همکاران، ۲۰۰۶ و هولیس، ۲۰۱۱). منطقه مورد مطالعه در طول کرتاسه پسین در نزدیکی خط استوا در نیمکره شمالی و در دامنه شمالی این صفحه متحرک قرار داشته است (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱؛ ون بوخم و همکاران، ۲۰۰۶ و حیدری، ۲۰۰۸). هم‌چنین در همین زمان، پیکربندی کلی حوضه از یک حوضه رسوبی حاشیه‌ای غیرفعال، شامل شلف‌ها و اینتراشلف‌های کم‌عمق (که در طول ژوراسیک گسترش یافته بودند) به یک سیستم رمپ حاشیه‌ای فعال رخ داده است (زیگلر، ۲۰۰۱؛ شارلند و همکاران، ۲۰۰۱؛ پیریایی و همکاران، ۲۰۱۰ و هولیس، ۲۰۱۱). مرزهای امروزی صفحه عربی تمام انواع رژیم‌های تکتونیک را شامل می‌شود. این حوضه شامل خلیج فارس، تمام منطقه باختر و جنوب رشته کوه‌های زاگرس، شبه جزیره عربستان، عراق، اردن، سوریه و جنوب‌خاوری ترکیه می‌شود. کوه‌های زاگرس ایران در منطقه شمال‌خاوری صفحه عربی واقع شده‌اند. این صفحه توسط گسل تراستی اصلی زاگرس^۲ (ZMTF)، در شمال‌باختر توسط گسل دریای مرده (DSFZ)^۳، در جنوب‌باختری بوسیله کافت دریای سرخ و در جنوب‌خاوری توسط اقیانوس هند محدود شده است (حیدری، ۲۰۰۸). ساختمان دارخوین به صورت یک نوار تاقدیسی است که از کویت و عربستان آغاز شده و به طرف جنوب‌باختری جبهه تاقدیسی‌های زاگرس ناپدید می‌شود (مطیعی، ۱۳۷۲). سازند سروک در جنوب‌باختری ایران دو رخساره دارد، رخساره دریای کم‌عمق در ناحیه فارس و فروافتادگی دزفول، و رخساره دریای عمیق در

سراسر خاورمیانه می‌باشد (غبیشاوی و همکاران، ۲۰۰۹ و رحیم‌پوربناب و همکاران ۲۰۱۲a, b). هدف از این تحقیق معرفی رخساره‌ها، محیط‌رسوبی و آرایه مدل رسوب‌گذاری، دیاژنز و کیفیت مخزن سازند سروک در میدان نفتی دارخوین واقع در دشت آبادن می‌باشد.

ابزار و روش‌ها

در این پژوهش بیش از ۶۰۰ برش‌نازک میکروسکوپی گرفته شده از مغزه‌های چاه‌های شماره ۳۲ و ۳۳ میدان نفتی دارخوین با استفاده از روش دانهام (۱۹۶۲) و امبری و کلوان (۱۹۷۱) نام‌گذاری و توصیف شدند. هر برش نازک از یک پلاک تهیه شده است. بعضی از برش‌های نازک تهیه شده برای تمایز کلسیت از دولومیت به وسیله آلیزارین رد اس (Alizarin Red S) رنگ‌آمیزی شده‌اند. رخساره‌ها و محیط‌رسوبی بر اساس مقدار ماتریکس و دانه‌ها، عناصر فابریک، محتوای فسیلی، شاخص انرژی، داده‌های رسوبی و مقایسه آن‌ها با مدل‌های قدیمی و امروزی مانند: ویلسون (۱۹۷۵)، تاکر و رایت (۱۹۹۰)، رایت و بورچت (۱۹۹۶)، و فلوجل (۲۰۱۰) تفسیر شده‌اند. برای تفکیک رخساره‌های رسوبی عوامل متعددی مانند فرامینیفیرهای پلاژیک، جلبک‌های سبز، سوزن‌های اسفنج، اکینودرم‌ها، دوکفه‌ای‌ها و هم‌چنین دانه‌های غیراسکلتی (مانند: آلیدها، پلوییده‌ها، اینتراکلاست) و تراکم آن‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. به دنبال آن فرآیندهای دیاژنزی تأثیرگذار و روند دیاژنزی سازند سروک مطالعه شد. سپس با توجه به نوع رخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی، کیفیت مخزن این سازند بررسی شد. لازم به یادآوری است که برای مطالعه کیفیت مخزن از عکس‌های میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM)^۱ نیز استفاده شده است.

موقعیت زمین‌شناسی

توالی‌های ضخیم رسوبات نهشته شده در دوره کرتاسه تاریخ زمین‌شناسی پلاتفرم عربی و کمربند چین‌خورده زاگرس (شامل فروافتادگی دزفول و حوضه بین‌النهرین) را در خود ثبت کرده است (الشرحان و نایرن، ۱۹۹۳؛ غبیشاوی و همکاران، ۲۰۰۹ و هولیس، ۲۰۱۱). بخش قابل توجهی از ذخایر هیدروکربوری جهان و مقدار زیادی

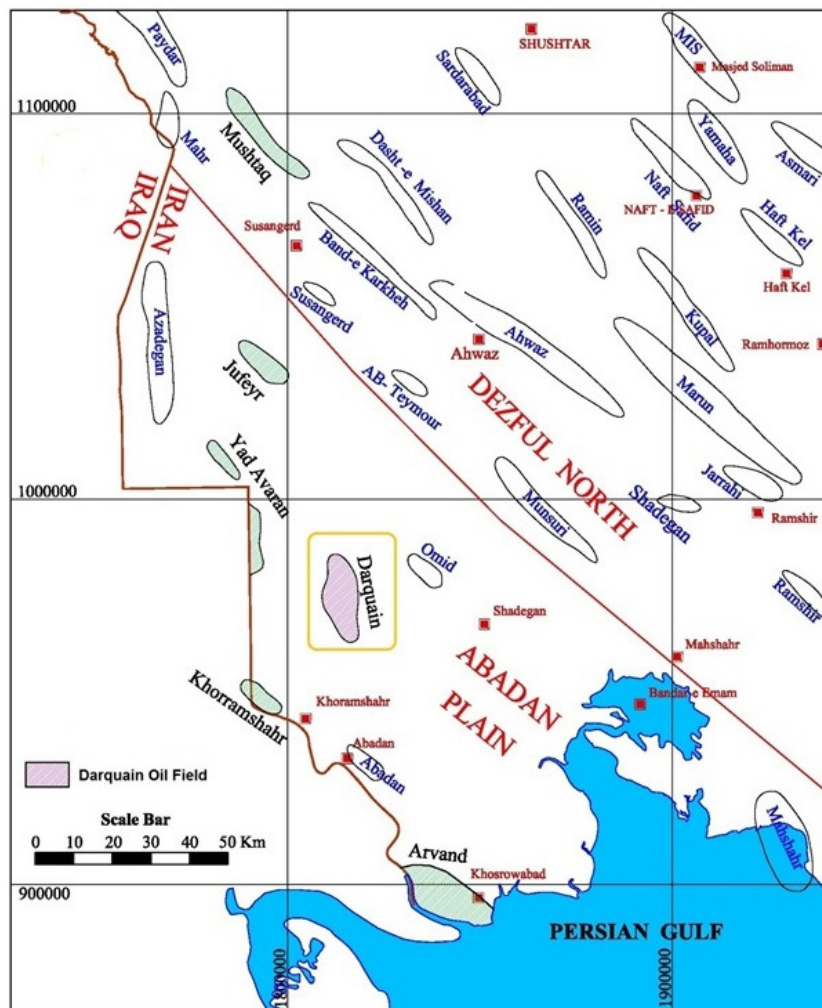
² - Zagros Main Thrust Fault

³ - Dead Sea Fault Zone

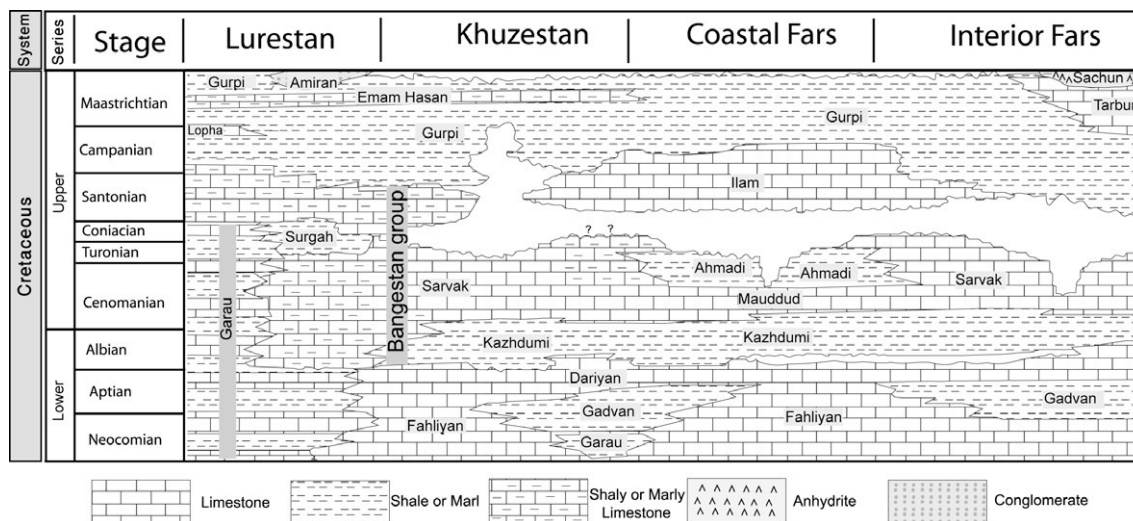
¹ - scanning electron microscope

خلیج فارس می‌باشد (آقنابتی، ۱۳۸۳). میدان نفتی دارخوین بخشی از حوضه رسوبی زاگرس و صفحه عربی است. این میدان با روند شمالی جنوبی در جنوب‌باختری ایران و در ۴۰ کیلومتری شمال شهر آبادان قرار دارد. ساختمان آن ۲۴ کیلومتر طول و ۱۰ کیلومتر عرض دارد (شکل‌های ۱ و ۳). به طور کلی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین شامل سنگ‌آهک‌های فشرده، با رنگ سفید چرکی تا کرم و سنگ‌آهک‌های سفید چرکی تا خاکستری روشن دولومیتی شده تشکیل شده است. حد بالایی این سازند با زبانه سازند سورگانه ناهمساز فرسایشی و حد پایینی آن با شیل‌های سازند کژدمی تدریجی است. ضخامت متوسط سازند سروک در میدان نفتی دارخوین حدود ۶۶۰ متر می‌باشد.

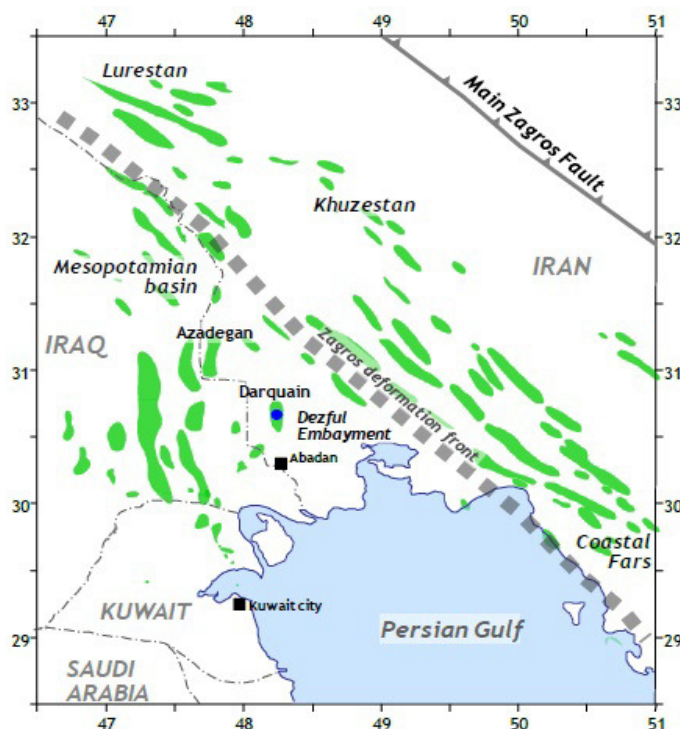
ناحیه لرستان مشاهده می‌شود (کنت و همکاران، ۱۹۵۱). سازند سروک به عنوان یکی از سازندهای گروه بنگستان با سن سنومانین- تورونین، سنگ مخزن مهمی در بسیاری از میادین هیدروکربنی دزفول فروافتاده، دشت آبادان و خلیج فارس می‌باشد. برش نمونه این سازند در تنگ سروک واقع در کوه بنگستان قرار دارد. در این محل مرز زیرین آن با سازند کژدمی به صورت پیوسته و مرز بالایی آن با سازند گورپی به صورت ناپیوسته همراه با یک زون هوازده است (مطیعی، ۱۳۷۲) (شکل ۲). به سبب پوشش آبرفتی رویی، دانسته‌های زمین‌شناسی دشت آبادان محدود به حفاری‌های نفتی و اطلاعات ژئوفیزیکی می‌باشد و سازندها رخنمون سطح‌الارضی ندارند. روند برخی ساختارها هم روند با ساختمان‌های جنوب عراق، کویت، شمال خلیج فارس و شمال‌باختری



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در جنوب‌باختر ایران (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۲)



شکل ۲. توزیع چین‌شناسی سازند سروک در لرستان، خوزستان، فارس ساحلی و فارس داخلی (اقتباس از جمیز و وایند، ۱۹۶۵).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی دشت آبادان و میدان نفتی دارخوین (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۲)

توصیف رخساره‌ها

سازند سروک در میدان نفتی دارخوین از ۹ رخساره به شرح زیر تشکیل شده است.

رخساره‌های رمپ میانی

MF1: وکستون الیگوستژین دار^۱: اجزای اصلی این رخساره به طور عمده شامل الیگوستژینید و

فرامینیفرهای پلانکتون و بنتیک می‌باشد (شکل ۴- A). آثار نفت، مواد ارگانیک، پلوییدهای ریز و کانی پیریت نیز در این رخساره مشاهده می‌شوند. استیلولیت‌ها به وسیله سیمان ریز بلور دروزی پر شده‌اند. فابریک گل‌پشتیبان در این رخساره‌ها نشان می‌دهد که در شرایط انرژی آرام محیطی در زیر سطح اساس امواج و در رمپ میانی حوضه رسوبی پدید آمده است. رژیم هیدرودینامیکی انرژی پایین نشان می‌دهد که رسوبات در زیر یا نزدیکی

¹ Oligosteginid wackestone

پیشین و در رمپ داخلی (دریای باز کم‌عمق) حوضه رسوبی پدید آمده است. این رخساره‌ها را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۷ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. **MF4: فلوتستون رودیستی**^۴: این رخساره حدود ۴۵ درصد آلوکم دارد. اجزای اصلی آن شامل قطعات رودیستی درشت و مقدار کمی قطعات اکتینودرم، دوکفه‌ای و فرامینیفرهای بنتیک می‌باشد. به طور عمده میکروفسیل‌های آن شامل رودیست، میلیولید، اکتینوید و دوکفه‌ای می‌باشد (شکل ۴-D). فابریک فلوتستونی همراه با قطعات اکتینودرم، فرامینیفرهای بنتیک و دوکفه‌ای نشان می‌دهد که این رخساره در بخش‌های کم‌عمق دریای باز (نزدیک به سد) پدید آمده است. می‌توان آن را معادل رخساره (RMF) شماره ۹ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در تاقدیس بنگستان و رحیم‌پوربناب و همکاران (۲۰۱۲b) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در میدان آب‌تیمور معرفی کرده‌اند.

رخساره‌های سد

MF5: گرینستون بیوکلاستی^۵: این رخساره بیش از ۵۰ درصد آلوکم دارد. اجزای اصلی آن شامل قطعات اکتینودرم و رودیست، دوکفه‌ای و فرامینیفرهای بنتیک می‌باشد. میکروفسیل‌های مشاهده شده در آن شامل میلیولید، اوربیتولینا و دوکفه‌ای می‌باشد (شکل ۴-E). فضای خالی بین دانه‌ها توسط سیمان کلسیتی پر شده است.

MF6: گرینستون دارای فرامینیفر بنتیک^۶: این رخساره حدود ۵۰ درصد آلوکم و ۵۰ درصد سیمان اسپاریتی دارد. اجزای اصلی آن به طور عمده شامل فرامینیفرهای بنتیک ریز، قطعات اکتینودرم و رودیست، استراکد، دوکفه‌ای است. میکروفسیل‌های مشاهده شده در آن شامل میلیولید، اکتینوید، آلوتولینا و دوکفه‌ای می‌باشد (شکل ۴-F). پلویید آلوکم دیگری در این رخساره است که می‌توان به آن اشاره نمود. نوع آلوکم‌ها، بافت دانه‌پشتیبان و سیمانی‌شدن خوب در هر دو رخساره MF5 و MF6 نشان می‌دهد که آن‌ها در محیط پر انرژی سد پدید آمده‌اند. رخساره‌های MF5 و

سطح اساس امواج نهشته شده‌اند (ویلسون، ۱۹۷۵ و فلوگل، ۲۰۱۰). این رخساره را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۳ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در تاقدیس بنگستان و جمشیدی و همکاران (۱۳۹۵) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در میدان نفتی قلعه‌نار معرفی کرده‌اند.

MF2: وکستون بیوکلاستی^۲: در این رخساره حدود ۲۵-۲۰ درصد آلوکم وجود دارد. آلوکم‌ها به طور عمده شامل قطعات بیوکلاستی (مانند اکتینودرم) و فرامینیفرهای بنتیک می‌باشد. میکروفسیل‌های این رخساره شامل میلیولید، تکستولاریا، آلوتولینا و استراکد می‌باشد (شکل ۴-B). کانی پیریت با فراوانی اندک در زمینه بافت وکستونی این رخساره مشاهده می‌شود. ریز دانه بودن آلوکم‌ها، حضور قطعات اکتینودرم، فرامینیفرهای بنتیک و فابریک گل‌پشتیبان در این رخساره نشان می‌دهد که در شرایط انرژی آرام محیطی در نزدیکی سطح اساس امواج و در رمپ میانی حوضه رسوبی پدید آمده است. این رخساره را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۷ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. رحیم‌پوربناب و همکاران (۲۰۱۲b) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در میدان نفتی آب‌تیمور معرفی کرده‌اند.

رخساره‌های رمپ داخلی

رخساره‌های رمپ داخلی شامل رخساره‌های دریای باز کم‌عمق، سد و لاگون می‌باشند.

رخساره‌های دریای باز کم‌عمق

MF3: پکستون/گرینستون بیوکلاستی و پلوییدی^۳ این رخساره حدود ۵۰-۴۵ درصد آلوکم دارد. آلوکم‌های آن به طور عمده شامل پلویید، قطعات اکتینودرم، فرامینیفرهای بنتیک و مقدار کمی قطعات رودیست می‌باشد. فرامینیفرهای آن شامل جنس و گونه‌های میلیولید، تکستولاریا و استراکد می‌باشد (شکل ۴-C). حضور فرامینیفرهای بنتیک همراه با قطعات اکتینودرم و رودیست و فابریک دانه‌پشتیبان نشان می‌دهد که این رخساره در شرایط انرژی بالاتری نسبت به رخساره‌های

⁴ Rudist floatstone

⁵ Bioclast grainstone

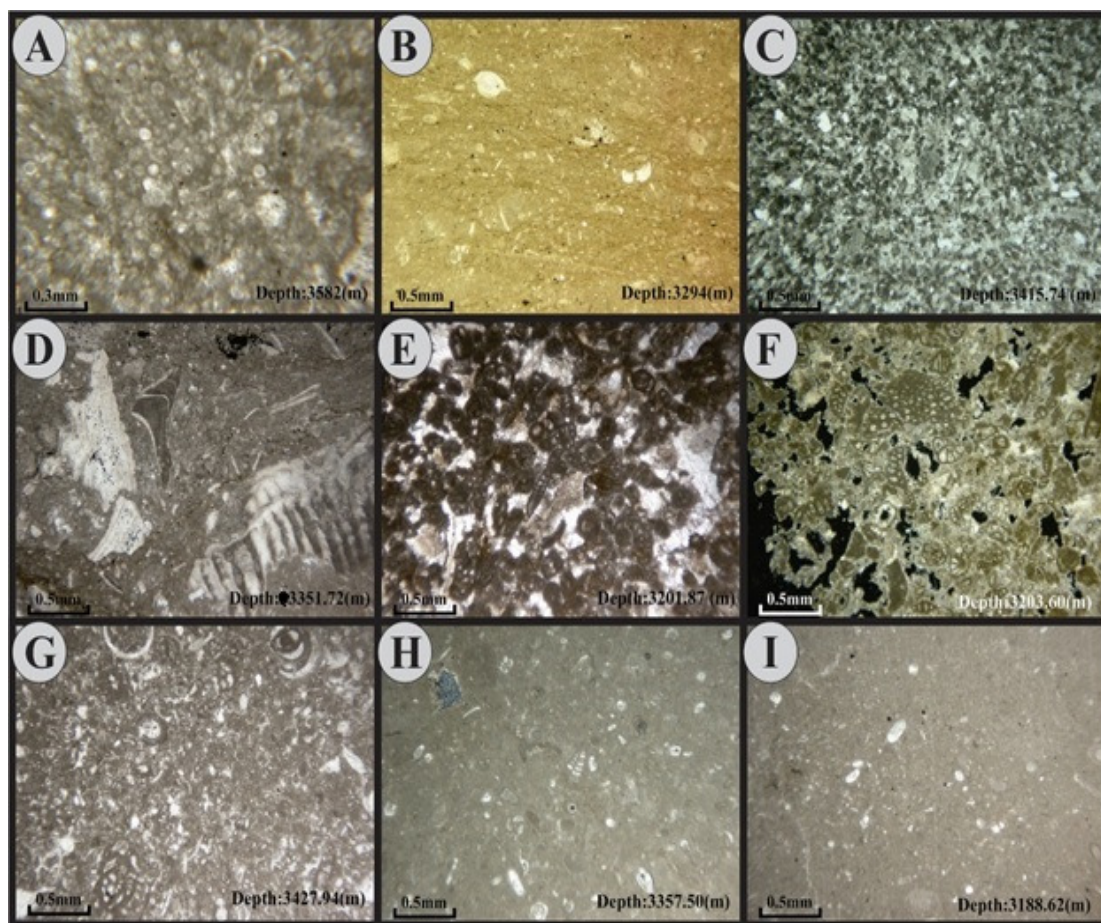
⁶ Benthic foraminifera grainstone

² Bioclast wackestone

³ Bioclast peloid packstone/ grainstone

تاق‌دیس بنگستان و رحیم‌پوربناب و همکاران (۲۰۱۲b) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در میدان آب‌تیمور معرفی کرده‌اند.

MF6 را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۲۶ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) مشابه این رخساره‌ها را برای سازند سروک در



شکل ۴. A) MF1: وکستون الیگوستزین‌دار (عمق ۳۵۸۲ متری). B) MF2: وکستون بیوکلاستی (عمق ۳۲۹۴ متری). C) MF3: پکستون / گرینستون بیوکلاستی پلوییدی (عمق ۳۴۱۵/۷۵ متری). D) MF4: فلوتستون رودیستی (عمق ۳۳۵۱/۷۲ متری). E) MF5: گرینستون بیوکلاستی (عمق ۳۲۰۱/۸۷ متری). F) MF6: گرینستون دارای فرامینیفر بنتیک (عمق ۳۲۰۳/۶۰ متری). G) MF7: وکستون / پکستون پلوییدی همراه با فرامینیفرهای بنتیک (عمق ۳۴۲۷/۹۴ متری). H) MF8: مادستون / وکستون میلیولیدار (عمق ۳۳۵۷/۵۰ متری). I) MF9: مادستون آهکی بیوکلاستی (عمق ۳۱۸۸/۶۲ متری).

رخساره‌های لاگون

بیوکلاستی، و فراوانی فرامینیفرهای بنتیک در این رخساره نشان می‌دهد که این رخساره در شرایط محیطی نسبتاً آرام و در محیط کم‌عمق لاگون پدید آمده است. رخساره MF7 را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۲۰ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در تاق‌دیس بنگستان معرفی کرده‌اند.

MF7: وکستون/پکستون پلوییدی همراه با فرامینیفرهای بنتیک^۱: این رخساره حدود ۴۰-۳۵ درصد آلومک دارد. آلومک‌های اصلی آن شامل پلویید، فرامینیفرهای بنتیک، قطعات رودیست، گاستروپود، دوکفه‌ای و استراکد می‌باشد. فرامینیفرهای آن به طور عمده شامل آلوتولینا، نزازاتا، تکستولاریا، میلیولید و استراکد می‌باشد (شکل ۴-G).

¹ Benthic foraminifera, peloid wackestone/packstone

پیشروی خط ساحلی نهشته شده‌اند. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) ۱۲ میکروفاسیس تشکیل شده در زیرمحیط‌های شلف (لاگون، شول، شیب‌قاره و حوضه) را برای توالی سازند سروک در تاق‌دیس بنگستان (زاگرس) مشخص کردند. تأثیر رخدادهای تکتونیکی کرتاسه در الگوهای رسوب‌گذاری در امتداد شمال‌خاوری حاشیه صفحه عربی (استان فارس، جنوب‌باختری ایران) توسط پیریایی و همکاران (۲۰۱۰) مورد مطالعه قرار گرفت. براساس این مطالعه سازند سروک در ناحیه فارس در یک رمپ با شیب تند در انتها در یک حوضه فورلندی قدیمی شکل گرفته است. پس از مطالعه برش‌های نازک میکروسکپی، ۹ رخساره مربوط به دو زیر محیط رسوب-گذاری رمپ میانی و رمپ داخلی (شامل رخساره‌های دریای باز، سد و لاگون) برای سازند سروک شناسایی و تعیین شد. رخساره‌های شناسایی شده با انواع نمونه‌های بررسی شده فلوگل (۲۰۱۰) مقایسه گردید و سپس نمودار درصد فراوانی (شکل ۵) و پراکندگی عمودی رخساره‌های سازند سروک در چاه‌های شماره‌ی ۳۲ و ۳۳ میدان دارخوین ترسیم گردید (شکل‌های ۶ و ۷). با توجه به عدم وجود ساخت‌های ریفی، کورتوییدها، آنکوئیدها، پیروئیدها و دانه‌های آگرگات که مربوط به شلف کربناته می‌باشند و یا به ندرت در رمپ‌های کربناته یافت می‌شوند (فلوگل، ۲۰۱۰)، نبود گسترده قطعات و بیوکلاست‌های مناطق کم‌عمق در مناطق عمیق که از مشخصات شلف-های کربناته می‌باشد (فلوگل، ۲۰۱۰) و تاکر و رایت، ۱۹۹۰). هم‌چنین عدم وجود ساخت‌های ریزشی و لغزشی که بیانگر شیب بالای محیط‌رسوبی در هنگام رسوب-گذاری می‌باشند، تغییر تدریجی و عدم تنوع رخساره‌ها، می‌توان پیش‌بینی کرد که محیط‌رسوبی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ هم-شیب بوده است. بر اساس مستندات بیان شده، نمودار درصد فراوانی رخساره‌ها (شکل ۵) و شواهد موجود، مدل رسوبی پیشنهادی برای سازند سروک در میدان نفتی دارخوین با استفاده از مدل استاندارد بورچت و رایت (۱۹۹۲) ترسیم و ارایه شده است (شکل ۸).

MF8: مادستون / وکستون میلیولیددار^۲: این رخساره حدود ۲۰-۱۰ درصد آلوکم دارد. آلوکم‌های اصلی آن به طور عمده شامل میلیولید، استراکد، قطعات رودیست، گاستروپود، دوکفه‌ای و مقدار کمی جلبک‌های سبز (داسیکلاد) می‌باشد (شکل ۴-H). فابریک گل‌پشتیبان، تنوع کم فرامینیفرها و فراوانی میلیولیدها نشان می‌دهد که این رخساره در شرایط محیطی آرام و کم‌عمق لاگون پدید آمده است. میلیولیدها در محیط‌های خیلی کم ژرفای دریایی و ترجیحاً در آب‌های با آشفتنگی کم یافت می‌شوند و از دید درجه شوری در محیط‌های نیمه‌شور تا خیلی شور حضور دارند (وزیری‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۲). تنوع زیستی فرامینیفرها حاکی از زیستگاهی پراترژوی در مناطق بسیار کم‌عمق است که احتمالاً در آن نوسانات شوری و دما زیاد می‌باشد. این رخساره را می‌توان معادل معادل رخساره (RMF) شماره ۲۰ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت. غبیشاوی و همکاران (۲۰۱۰) مشابه این رخساره‌ها را برای سازند سروک در تاق‌دیس بنگستان و رحیم‌پوربناب و همکاران (۲۰۱۲b) مشابه این رخساره را برای سازند سروک در میدان آب‌تیمور معرفی کرده‌اند.

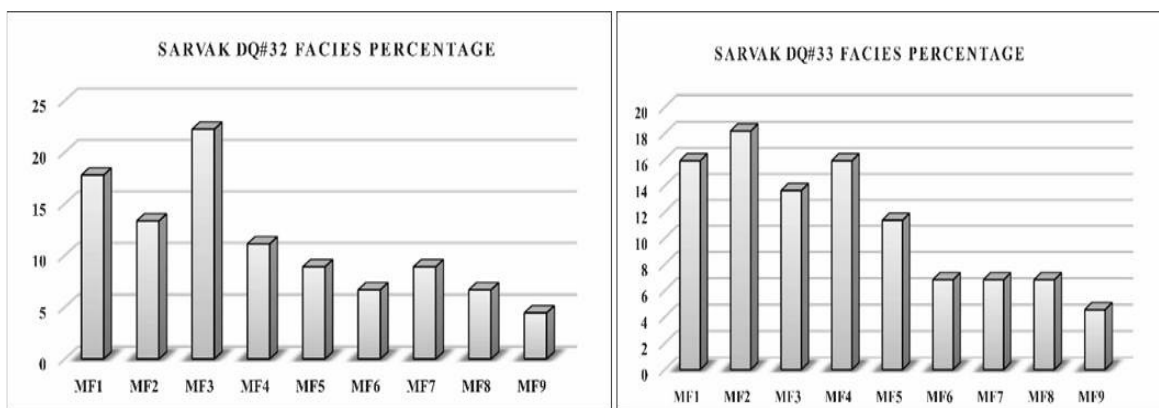
MF9: مادستون آهکی بیوکلاستی^۳: این رخساره کمتر از ۱۰ درصد آلوکم دارد. فراوان‌ترین آلوکم‌های آن میلیولید و استراکد می‌باشند (شکل ۴-I). پلویید به مقدار کم در زمینه بافت مادستونی این رخساره نیز مشاهده می‌شود. فابریک گل‌پشتیبان، تنوع کم فرامینیفرها و فراوانی نسبی میلیولیدها نشان می‌دهد که این رخساره در شرایط محیطی آرام و کم‌عمق لاگون پدید آمده است. این رخساره را می‌توان معادل رخساره (RMF) شماره ۱۹ فلوگل (۲۰۱۰) در نظر گرفت.

محیط‌رسوبی و مدل رسوب‌گذاری سازند سروک

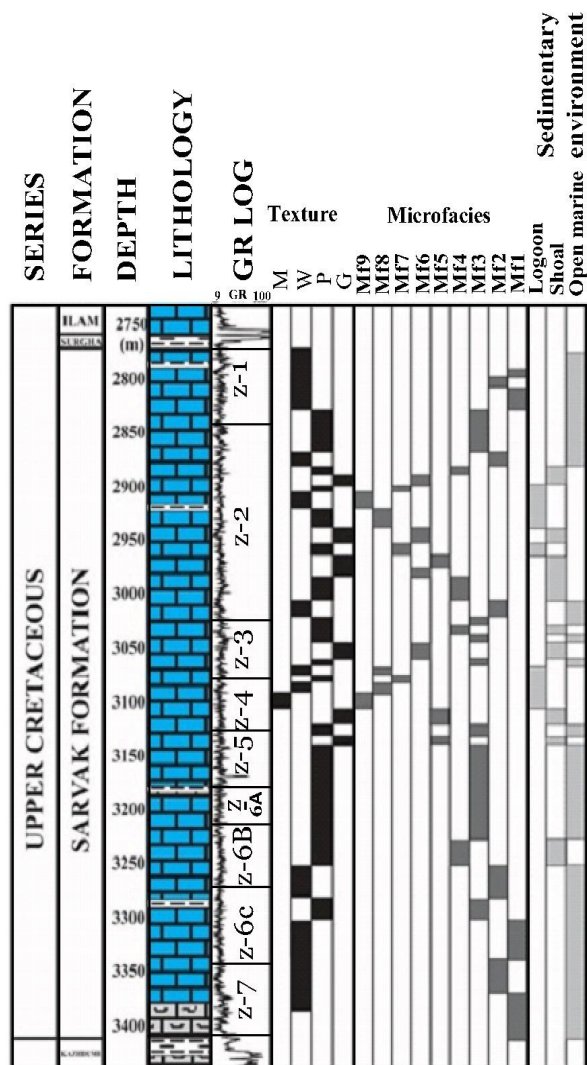
تجزیه و تحلیل رخساره‌ها و محیط‌رسوبی سازند سروک موضوع پژوهش‌های پرتعدادی در بخش‌های مختلف جنوب و جنوب‌خاوری ایران (از جمله فروافتادگی دزفول) بوده است. ون بوخ و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعات خودشان در مورد رسوبات کرتاسه خاورمیانه مشخص کردند که کربنات‌های سازند سروک در آب‌های کم‌عمق رمپ‌هایی با اندازه‌های بیش از ده‌ها کیلومتر در طول فاز

² Miliolid mudstone/wackestone

³ (Bioclast calcareous mudstone)



شکل ۵. نمودار درصد فراوانی رخساره‌های سازند سروک در چاه‌های شماره ۳۲ و ۳۳ میدان نفتی دارخوین

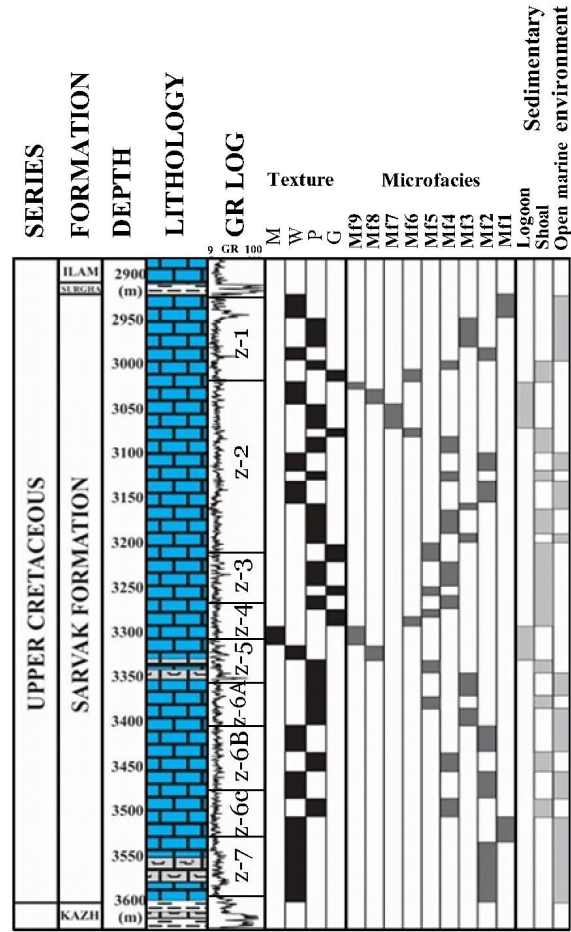


Lithology

shale Limestone arg.Limestone

well-32DQ

شکل ۶. پراکنده‌گی عمودی رخساره‌های سازند سروک در چاه شماره ۳۲ میدان نفتی دارخوین

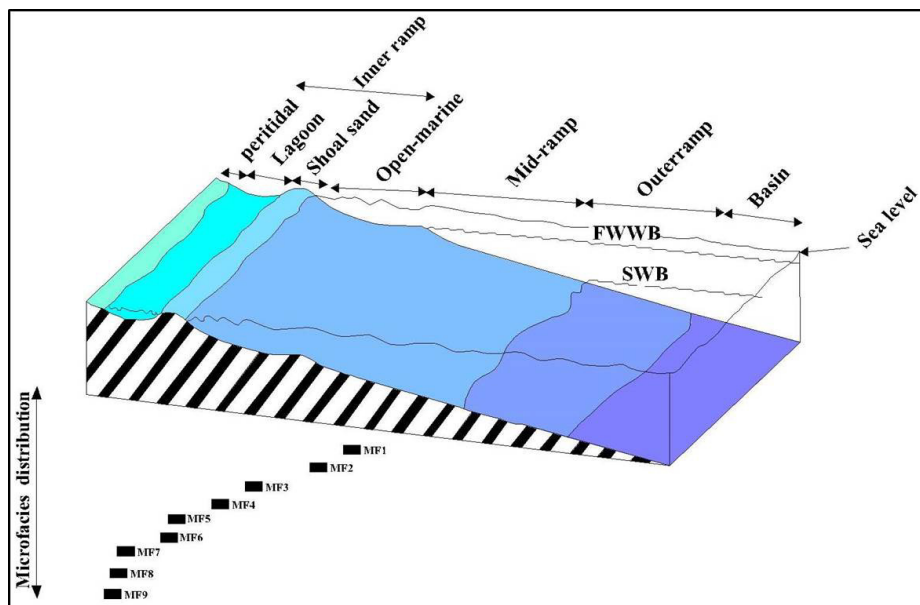


Lithology



well-33DQ

شکل ۷. پراکندگی عمودی رخساره‌های سازند سروک در چاه شماره ۳۳ میدان نفتی دارخوین



شکل ۸. مدل رسوبی تعیین شده برای سازند سروک در میدان نفتی دارخوین که از مدل استاندارد بورچت و رایت (۱۹۹۲) اقتباس شده است.

فرآیندهای دیاژنزی

در این مطالعه، بررسی فرآیندهای دیاژنزی با استفاده از پتروگرافی برش‌های نازک و توصیف مغزه‌ها انجام شده است. مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی شناسایی شده در سازند سروک شامل سیمانی شدن، دولومیتی شدن، انحلال، فشردگی فیزیکی، فشردگی شیمیایی، نئومورفیسم، میکرایتی شدن، پیریتی شدن، آشفستگی زیستی، فابریک ژئوپتال و شکستگی در محیط‌های مختلف دیاژنزی می‌باشند. تراکم و انحلال فشاری موجب گسترش استیلولیت‌ها، رگچه‌های انحلالی و ایجاد شکستگی شده‌اند. سیمانی شدن یکی از مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی است که در سازند سروک مشاهده می‌شود. سیمان‌های کلسیتی بیش‌تر حفره‌های انحلالی، رگچه‌ها و شکستگی‌های ایجاد شده در سازند سروک (در میدان نفتی دارخوین) را پر کرده است، در نتیجه مهم‌ترین عامل کاهش تخلخل و نفوذپذیری در سازند سروک در این میدان می‌باشد. سیمان‌های کلسیت شفاف هم‌بعد درشت‌بلور، دروزی و هم‌محور یا سین‌تکسیال مهم‌ترین سیمان‌هایی هستند که در سازند سروک در میدان نفتی دارخوین دیده شده‌اند (شکل ۹- A, B, C). مطالعات پتروگرافی بر روی نمونه‌های سازند سروک در چاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که فرایند دولومیتی شدن اغلب به صورت انتخابی صورت گرفته و دولومیتی شدن فراگیر در نمونه‌ها کمتر دیده شده است. ترکیب کانی‌شناسی زمینه و اجزای کربناته از عوامل مهم کنترل‌کننده در فرایند دولومیتی شدن انتخابی است (تاگر، ۲۰۰۱)، به طوری که اجزای کربناته آراگونیتی و زمینه میکرایتی برای دولومیتی شدن مستعدتر هستند. مهم‌ترین بلورهای دولومیت مشاهده شده در بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین دولومیت‌های ریزبلور در رخساره‌های گل‌پشتیبان می‌باشد. دولومیت‌های زین‌اسبی نیز در این سازند نیز دیده می‌شوند (شکل ۹- D و E). آثار انحلالی حفره‌های زیادی در مقیاس‌های بزرگ و کوچک، در مغزه‌های سازند سروک در میدان دارخوین قابل مشاهده است. بیش‌ترین فرایند تخلخل در مغزه‌های گرفته شده از سازند سروک در میدان نفتی دارخوین از نوع انحلالی و حفره‌ای بوده و در کل ضخامت سازند سروک دیده می‌شوند (شکل ۹- F). مهم‌ترین اثر مشاهده شده تراکم مکانیکی در سازند سروک در میدان نفتی دارخوین کشیدگی بیوکلاست‌ها به موازات لایه‌بندی و عمود بر جهت فشار است (شکل ۹- G). به علت دفن شدن رسوبات تا اعماق چند هزار متری، فشردگی شیمیایی باعث ایجاد عوارضی مانند رگچه‌های انحلالی و

استیلولیت در رخساره‌های مختلف سازند سروک در میدان نفتی دارخوین شده است (شکل ۹- H و I). در سازند سروک در میدان نفتی دارخوین، نئومورفیسم افزایشی ماتریکس میکرایتی به میکرواسپار قابل مشاهده است (شکل ۹- J). میکرایتی شدن دانه‌ها در سازند سروک در میدان نفتی دارخوین به فراوان مشاهده می‌شود (شکل ۹- K). فرایند پیریتی شدن در بیش‌تر رخساره‌های کم‌عمق و رخساره‌های عمیق سازند سروک در میدان نفتی دارخوین گسترش قابل‌توجهی دارد (شکل ۹- L). آشفستگی زیستی به طور عمده در رخساره‌های مربوط به محیط لاگون و دریای باز سازند سروک در میدان مورد مطالعه مشاهده شده است (شکل ۹- M). فابریک ژئوپتال بسیار محدود در سازند سروک در میدان نفتی دارخوین دیده می‌شود (شکل ۹- N). شکستگی در سازند سروک در میدان مورد مطالعه در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی (به‌صورت محدود) قابل مشاهده است. شکستگی‌ها غالباً توسط سیمان‌های کلسیتی پر شده‌اند. این پیرشدگی موجب کاهش میزان تخلخل و تراوایی در این سازند شده است (شکل ۹- O).

توالی پاراژنتیکی سازند سروک

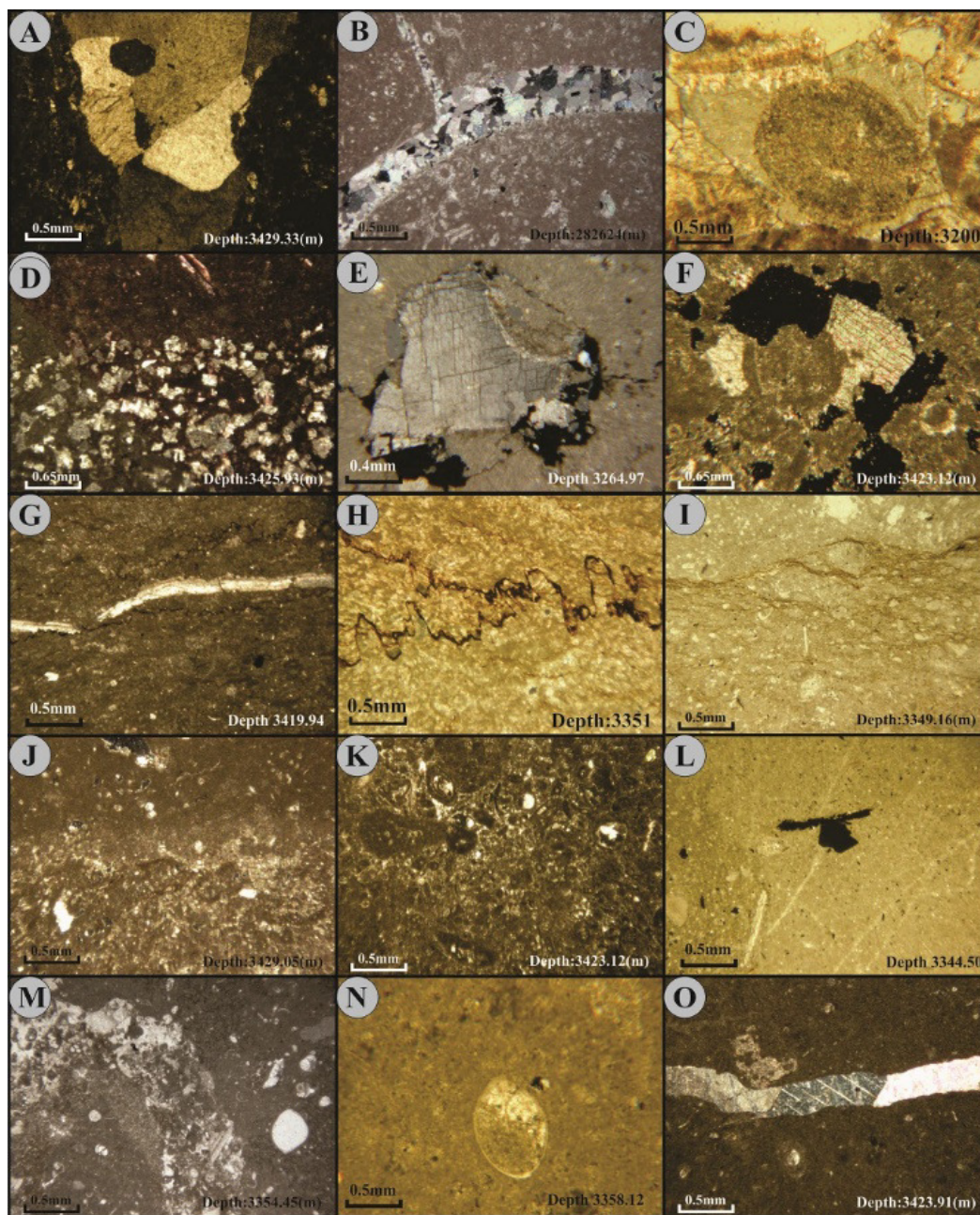
شناسایی فرایندهای دیاژنزی حاصل از مطالعات پتروگرافی نشان می‌دهد که سنگ‌های آهکی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین تحت تأثیر سه مرحله دیاژنز دریایی، متئوریک و دفنی قرار گرفته، در نتیجه فرایندهای دیاژنزی متنوعی بر رسوبات این سازند اعمال شده است. مراحل دیاژنزی تأثیر گذار بر سازند سروک به شرح زیر می‌باشد:

الف- مرحله دیاژنز اولیه: مهم‌ترین فرایندهای دیاژنزی این مرحله شامل فرایندهای تشکیل سیمان هم‌بعد کلسیتی، میکرایتی شدن، آشفستگی زیستی و فشردگی فیزیکی است. میکرایتی شدن که پدیده رایجی در محیط‌های لاگونی به شمار می‌رود، در اجزای اسکلتی و غیراسکلتی رسوب یافته و تحت تأثیر عوامل میکروبی رخ می‌دهد. این شواهد نشان می‌دهند که رسوبات آهکی ناحیه مورد مطالعه در اولین مرحله دیاژنز تحت تأثیر آب‌های دریایی قرار گرفته‌اند.

ب- مرحله دیاژنز میانی: فرایندهای دیاژنزی این مرحله در حین تدفین رسوبات و افزایش فشار و حرارت بر آن‌ها به وجود آمده‌اند. این فرایندها شامل سیمان بلوکی کلسیتی، سیمان سین‌تکسیال حاشیه‌ای،

سین تکسیال شفاف، استیلولیتی شدن و درزه‌های انحلالی شواهدی بر تحمل دیاژنز دفنی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین می‌باشد.

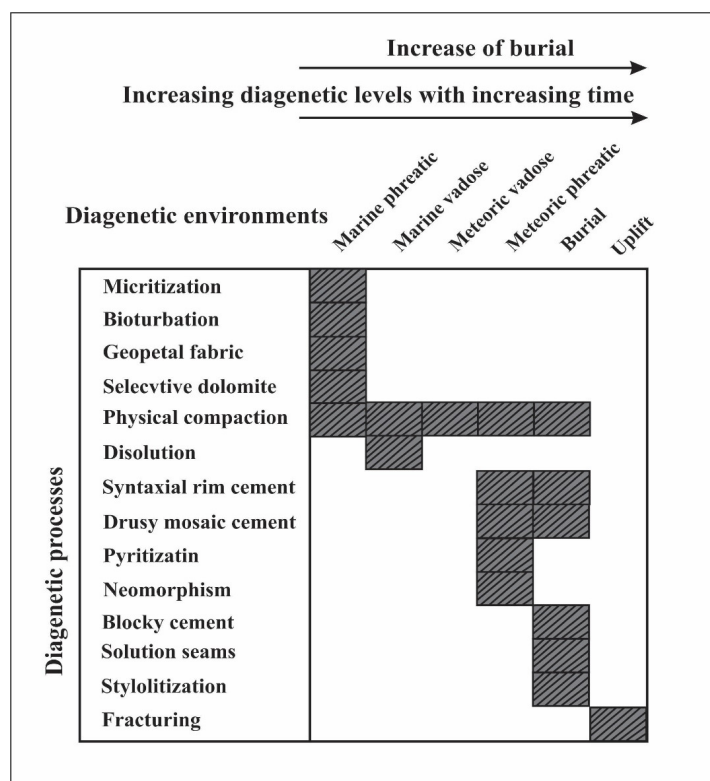
نئومورفیسیم، فشردگی فیزیکی و شیمیایی، دولومیتی شدن، پیریتی شدن و انحلال سنگ‌ها می‌باشد. گسترش سیمان‌های محیط دیاژنز دفنی مانند سیمان



شکل ۹. A: سیمان کلسیتی شفاف هم‌بعد درشت بلور (نور پلاریزه، عمق ۳۴۲۹/۳۳ متری). B: سیمان کلسیت دروزی در داخل شکستگی (نور پلاریزه، عمق ۲۸۲۶/۲۴ متری). C: سیمان سین تکسیال (عمق ۳۲۰۰ متری). D: جانشینی بلورهای خود شکل دولومیت در میکرایت، (نور پلاریزه، عمق ۳۴۲۵/۹۳ متری). E: دولومیت زین‌اسبی (نور پلاریزه، عمق ۳۲۶۴/۹۷ متری). F: انحلال (نور پلاریزه، عمق ۳۴۲۳/۱۲). G: فشردگی مکانیکی (نور پلاریزه، عمق ۳۴۱۹/۹۴ متری). H: استیلولیت (عمق ۳۳۵۱ متری). I: درزه‌های انحلالی (نور پلاریزه، عمق ۳۳۴۹/۱۶ متری). J: نئومورفیسیم (نور طبیعی، عمق ۳۴۲۹/۰۵ متری). K: میکرایتی شدن (نور پلاریزه، عمق ۳۴۲۳/۱۲ متری). L: پیریتی شدن (نور پلاریزه، عمق ۳۳۴۴/۵۰ متری). M: آشفته‌گی زیستی (نور پلاریزه، عمق ۳۳۵۴/۴۵ متری). N: فابریک ژئوپتال (نور پلاریزه، عمق ۳۳۵۸/۱۲ متری). O: شکستگی (نور پلاریزه، عمق ۳۴۲۳/۹۱ متری).

دیاژنز جوی به وجود آمده‌اند. فرآیندهای دیاژنزی سازند سروک و رابطه آن‌ها با محیط‌های دیاژنزی در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

ج- مرحله دیاژنز نهایی: در این مرحله رگه‌های کلسیتی، شکستگی‌ها، و پدیده‌های انحلال موجود در سنگ‌های آهکی تشکیل شده است. این فرایندها به طور عمده تحت تاثیر محیط



شکل ۱۰. فرآیندهای دیاژنزی سازند سروک و رابطه آن‌ها با محیط‌های دیاژنزی

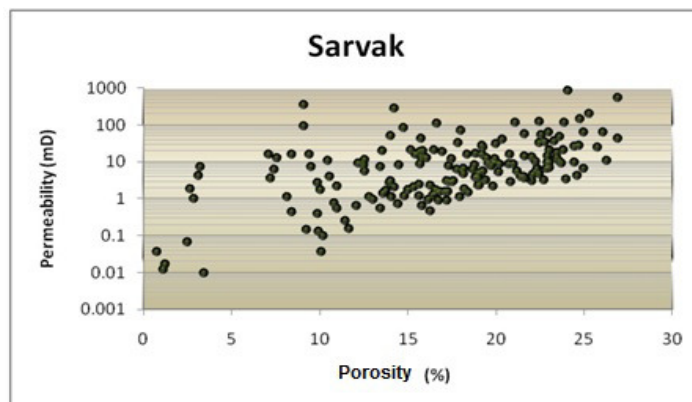
به صورت پراکنده می‌باشند. دولومیتی‌شدن در سازند سروک یک فرایند ثانویه می‌باشد که در بخش دیاژنز مورد بحث قرار گرفت. تغییر شکل دانه‌ها و ویژگی‌های مربوط به تراکم مثل استیلولیت‌ها و به ویژه درزه‌های انحلالی نشان می‌دهد که سازند سروک تراکم شدیدی را تحمل کرده است. در سازند سروک اندازه آلوکوم‌ها متوسط تا ریز (در اندازه ماسه و سیلت) هستند و قطعات اسکلتی اغلب در اندازه ماسه مشاهده می‌شوند. در سازند سروک نسبت به سازند ایلام به دلیل کم‌عمق بودن و آشفستگی‌های دریایی محیط رسوب‌گذاری، درصد بیش‌تری از اینتراکلاست‌ها در رخساره‌ها وجود دارد. آشفستگی‌زیستی وجود دارد، اما کم و پراکنده هستند. نئومورفیسم تاثیر گسترده‌ای بر روی دیاژنز در طول این سازند دارد. رخساره‌های غالب وکستون‌های فرامینیفردار و وکستون‌های اسکلت‌دار می‌باشند. هر دوی آن‌ها شاخص‌های خوبی برای محیط‌های دریایی محدود

کیفیت مخزنی سازند سروک

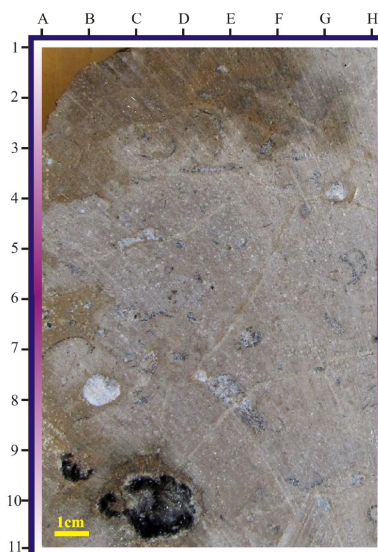
براساس تفاوت‌های پتروفیزیکی و سنگ‌شناسی، سازند سروک در میدان نفتی دارخوین به ۷ زون اصلی تقسیم‌بندی شده است که به ترتیب از پایین سازند به سمت سر سازند عبارتند از: زون ۷ با ضخامت حدود ۷۰ متر، زون ۶ که با توجه به اهمیت آن، به سه زیرزون ۶C با ضخامت حدود ۷۰ متر، ۶B با ضخامت حدود ۵۵ متر و ۶A با ضخامت حدود ۴۵ متر تقسیم شده است، زون ۵ با ضخامت حدود ۵۰ متر، زون ۴ با ضخامت حدود ۴۵ متر، زون ۳ با ضخامت حدود ۵۵ متر، زون ۲ با ضخامت حدود ۱۸۵ متر و زون ۱ با ضخامت حدود ۸۵ متر (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۱) (شکل‌های ۶ و ۷). لیتوژی این سازند شامل سنگ‌آهک و درصد بسیار کمی دولومیت است. ماهیت بلورهای دولومیت بسیار شبیه سازند ایلام در میدان نفتی دارخوین می‌باشد. بلورهای دولومیت شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار، در اندازه‌های دانه شکری و بسیار ریز و

عمق آب به تدریج از بخش میانی سازند به سمت سرسازند افزایش پیدا کرده است. به طور کلی براساس ویژگی‌های رخساره‌ها و فرایندهای دیاژنزی می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین خوب به نظر می‌رسد، نمودار متقاطع تخلخل و نفوذپذیری این واقعیت را نشان می‌دهد (شکل ۱۱). تخلخل سازند سروک در میدان نفتی دارخوین حدود ۱۰٪ تا ۱۵٪ و نفوذپذیری این سازند از ۰/۱ تا ۱۰۰ میلی‌داریسی است. وجود تخلخل‌های حفره‌ای و انحلالی در این سازند عادی است. مطالعات میکروسکوپی مغزه‌ها نشان می‌دهد که در تخلخل‌های این سازند هیدروکربور انباشته شده است. لکه‌های نفتی در برخی محل‌ها زیاد و در جاهای دیگر متوسط تا کم است (شکل ۱۲).

شده می‌باشند. رخساره‌های گرینستون اسکلتی که از ویژگی‌های محیط‌های با انرژی بالا می‌باشند نیز در این سازند مشاهده می‌شود. در سازند سروک رخساره‌های پکستون دارای فرامینیفر بنتیک نیز گسترش دارند که نشان‌دهنده تغییر تدریجی رخساره‌های گل‌پشتیبان و کستون به رخساره‌های دانه‌پشتیبان گرینستون می‌باشد. فسیل اولیگوستژینا در سازند سروک به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه بیش‌تر فسیل‌های مشاهده شده از نوع بنتیک هستند، به طور کلی می‌توان بیان نمود که سازند سروک در میدان نفتی دارخوین در یک لاگون محدود شده رسوب‌گذاری شده است. بنابراین با توجه رخساره‌های تشخیص داده شده برای سازند سروک در میدان نفتی دارخوین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که محیط رسوب‌گذاری قدیمه آن کم‌عمق بوده و



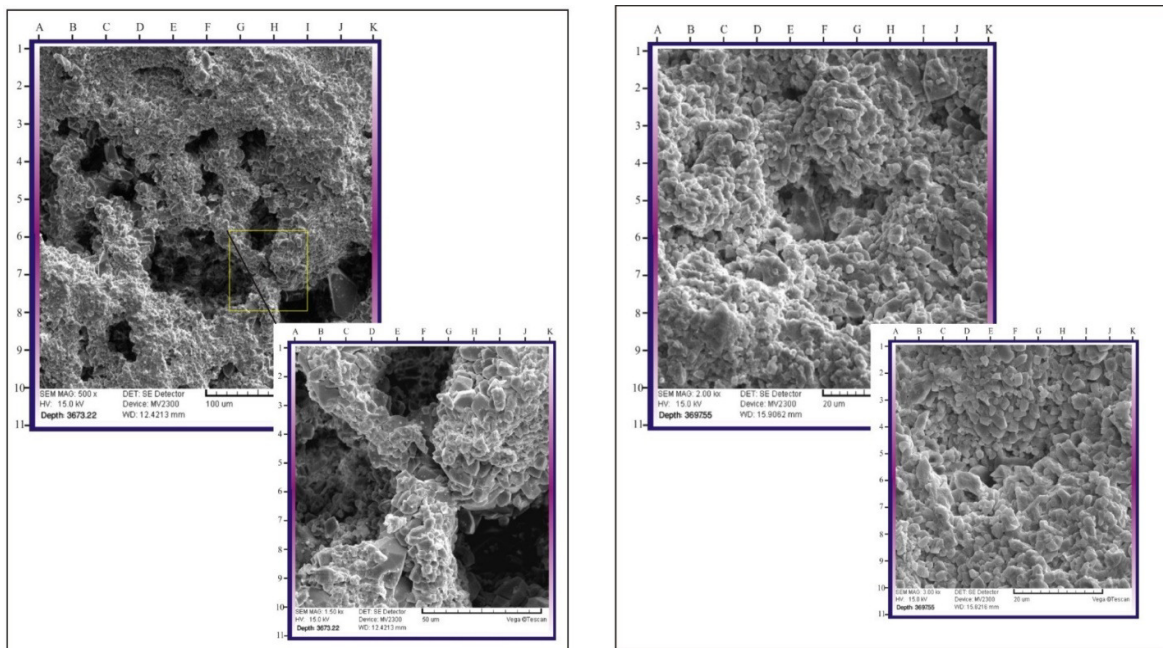
شکل ۱۱. نمودار توزیع تخلخل و نفوذپذیری در سازند سروک، چاه شماره ۳۲ (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۱)



شکل ۱۲. تجمع نفت در تخلخل حفره‌ای سازند سروک، چاه شماره ۳۲، عمق: ۳۱۹۰/۳۰ متری (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۱)

نشان می‌دهد که لکه‌های نفتی تقریباً در تمام بازه‌های این سازند وجود دارد. بنابراین با توجه به داده‌ها و شواهد موجود، کیفیت مخزنی سازند سروک خوب است، به ویژه زون ۶ این سازند کیفیت مخزنی بسیار خوبی دارد.

در حقیقت تقریباً تمام خلل و فرج مفید برای تشکیل مخزن در سازند سروک توسعه یافته‌اند. تصاویر گرفته شده به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی از برش‌های نازک سازند سروک به خوبی ریزتخلخل‌ها و ارتباط آن‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۱۳). مطالعات ماکروسکوپی مغزه‌ها



شکل ۱۳. تصویر SEM از میکروتخلخل‌ها و تخلخل‌های حفره‌ای سازند سروک، چاه شماره ۳۲ (شرکت ملی نفت ایران، ۲۰۱۱)

انحلال، میکرایتی‌شدن، شکستگی و پیریتی‌شدن، بیش‌ترین تأثیر را بر روی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین گذاشته‌اند. با توجه به نوع بافت رخساره‌ها، فرایندهای دیازنزی، داده‌های پتروگرافی و نمودار متقاطع تخلخل و نفوذپذیری، کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی دارخوین خوب تشخیص داده شد.

سیاسگزاری

نویسندگان از مسئولین محترم شرکت نفت و گاز اروندان (AOGC) برای همکاری و حمایت‌های آن‌ها تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

آقائاتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، ۵۸۶ ص.
اسعدی، ع، هنرمند، ج، رحمانی، ع، رئیسی، ع (۱۳۹۴) شناسایی و تفسیر رخساره‌های رسوبی و دیازنزی از طریق مفهوم رخساره لاگ‌ها، مطالعه موردی از مخزن سروک در

نتیجه‌گیری

سازند سروک به طور عمده از سنگ‌آهک‌های سفید تا کرم‌رنگ تشکیل شده است. مطالعه میکروسکوپی برش‌های نازک چاه‌های شماره ۳۲ و ۳۳ میدان نفتی دارخوین منجر به شناسایی ۹ رخساره کربناته در توالی سازند سروک در این میدان شد. با توجه به ویژگی‌های رخساره‌ها و عدم حضور ساخت‌های ریفی، آنکوئید، پیژیوید و دانه‌های آگرگات، مدل رسوبی سازند سروک رمپ کربناته از نوع هم‌شیب تشخیص داده شد. با در نظر گرفتن ویژگی رخساره‌های کربناته، این رخساره‌ها در زیر بخش‌های مختلف رمپ میانی و داخلی پدید آمده‌اند. رخساره‌های سازند سروک در میدان نفتی دارخوین نسبتاً دانه‌پشتیبان هستند. این ویژگی می‌تواند در بهبود کیفیت مخزن این سازند مفید باشد. سازند سروک در میدان نفتی دارخوین تحت تأثیر سه مرحله دیازنزی دریایی، جوی و دفنی قرار گرفته است. فرایندهای دیازنزی سیمانی‌شدن، فشرده‌گی فیزیکی و شیمیایی،

- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., Taati, F (2010) Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 37(3): 275-285.
- Heydari, E (2008) Tectonics versus eustatic control on supersequences of the Zagros Mountains of Iran. *Tectonophysics*, 451(1-4): 56-70.
- Hollis, C (2011) Diagenetic controls on reservoir properties of carbonate successions within the Albian-Turonian of the Arabian Plate. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 223-241.
- James, G. A., Wynd J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AApG Bulletin*, 49(12): 2182-2245.
- Kent, P. E., Slinger, C. P., Thomas A. N (1951) January. stratigraphically exploration surveys in south-west Persia. In 3rd World Petroleum Congress. World Petroleum Congress.
- Koop, W. J., Stoneley, R (1982) Subsidence history of the Middle East Zagros basin, Permian to recent. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 305(1489): 149-168.
- Lucia, F. J (2007) Carbonate reservoir characterization: An integrated approach. Springer Science & Business Media.
- Murris, R. J (1980) Middle East: stratigraphic evolution and oil habitat: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 64.
- NIOC Report (2011) Darquain Oil Field Phase III Development (Ilam, Sarvak & Fahliyan Reservoirs).
- NIOC Report (2011) Final geological report of well No. 32 of Darquain oil field.
- NIOC Report (2012) Final report of the geological study of well No. 33 of Darquain oil field.
- Piryaei, A., Reijmer, J. J., van-Buchem, F. S., Yazdi-Moghadam, M., Sadouni, J., 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.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A.H., Omidvar, M (2012a) Coupled imprints of tropical climate and recurring emergence on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, southwest Iran. *Cretaceous Research*, 37: 15-34.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Izadi-Mazidi, E (2012b) Flow unit distribution a reservoir modelling in cretaceous carbonates of the Sarvak یکی از میادین بزرگ نفتی جنوب غرب ایران، نشریه رسوب‌شناسی کاربردی، جلد ۳، شماره ۶، ص ۱۱۹-۱۰۳.
- جمشیدی، م.، گلی، ط.، رنجبران، م.، جلیلیان، ع.، ارزانی، ن.، ارشد، ع (۱۳۹۵) بررسی رخساره‌های رسوبی و الکتریکی مخزن بنگستان با بهره‌گیری از روش MRGC در میدان نفتی قلعه‌نار، جنوب‌باختری ایران، نشریه رسوب‌شناسی کاربردی، جلد ۴، شماره ۸، ص ۴۲-۵۵.
- فرامرزی، س.، رحیم‌پوربناب، ح.، رنجبران، م (۱۳۹۷) بررسی توزیع واحدهای جریان‌ی سازند سروک در چارچوب چینه‌نگاری سکانسی، مطالعه موردی در یکی از میادین نفتی ناحیه دشت آبادان، جنوب غرب ایران، نشریه رسوب‌شناسی کاربردی، جلد ۶، شماره ۱۲، ص ۲۵-۳۹.
- مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.
- وزیری‌مقدم، ح.، صفری، ا (۱۳۸۲) بررسی رخساره‌های آهکی و تفسیر محیط رسوب‌گذاری سازند سروک در ناحیه سمیرم، مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، شماره ۲، دوره هیجدهم.
- Ahr, W. M (2011) Geology of carbonate reservoirs: the identification, description and characterization of hydrocarbon reservoirs in carbonate rocks. John Wiley & Sons.
- Alavi, M (2004) Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American journal of science*, 304 (1): 1-20.
- Alavi, M (2007) Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of science*, 307: 1064-1095.
- Alsharhan, A. S., Nairn, A. E. M (1993) Carbonate platform models of Arabian Cretaceous reservoirs.
- Burchette, T. P., Wright, V. P (1992) Carbonate ramp depositional system: *Sedimentary Geology*, 79: 3-57.
- Dunham, R. J (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional textures. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 1: 108-121.
- Embry, A. F., Klovan, J. E (1971) A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 19(4): 730-781.
- Flügel, E (2010) *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application* (2th edition), Springer, Heidelberg, 976 p.
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam H., 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.

- Formation, Abteymour Oil field, Dezful Embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 35(3): 213-236.
- Schlager, W (2005) Carbonate sedimentology and sequence stratigraphy (No. 8). SEPM Soc for Sed Geology.
- Scott, R. W., Simo, J. A., Masse, J. P (1993) Overview of economic resources in Cretaceous carbonate platforms. *Cretaceous carbonate platforms. Am Assoc Petrol Geol*, 56: 15-24.
- Sharland, P. R., Archer, R., Casey, D. M., Davies, B., Hall, S. H., Heward, A. P., Horbury, A.D. and Simmons, M. D (2001) Arabian Plate sequence stratigraphy, *GeoArabia*, Special Publication, Oriental Press, Manama Bahrain, 2: 371 p.
- Tucker, M. E., Wright, V. P (1990) Carbonate platforms: facies evolution and sequences. *Int Assoc Sediment Spec Publ*, 2: 328.
- Tucker, M. E (2001) *Sedimentary Petrology*, third ed. Blackwell, Oxford, p. 260.
- Van-Buchem, F. S. P., Gaumet F., Vedrenne, V., Vincent B (2006) Middle East Cretaceous sequence stratigraphy study, part1-SW Iran. National, Iranian Oil Company (NIOC) internal report (unpublished).
- Wilson, J. L (1975) Carbonate facies in geological history. 471 pp. Google Scholar.
- Wright, V. P., Burchette, T. P (1996) *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy*.
- Ziegler, M. A (2001) Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences, *Journal of GeoArabia*, 6: 445-504.