

تفسیر محیط رسوبی و عوامل موثر بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در یکی از میادین نفتی ناحیه دشت آبادان

آراد کیانی^۱، محمد حسین صابری^{۲*}، بهمن زارع نژاد^۳، الهام اسدی مهماندوستی^۴، نسیم رحمانی^۵

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشکده مهندسی نفت، پردیس علوم و فناوری های نوین، دانشگاه سمنان، سمنان

^۲ استادیار دانشکده مهندسی نفت، پردیس علوم و فناوری های نوین، دانشگاه سمنان، سمنان

^۳ استادیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز، دانشگاه سمنان، سمنان

^۴ استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران

^۵ کارشناس ارشد زمین شناسی و ژئوفیزیک، شرکت مهندسی و توسعه نفت، تهران

[*Mh.saberi@semnan.ac.ir](mailto:Mh.saberi@semnan.ac.ir)

دریافت شهریور ۱۳۹۸، پذیرش آبان ۱۳۹۸

چکیده

سازند سروک به سن آلبین - تورونین یکی از مهمترین مخازن هیدروکربوری در جنوب و جنوب غربی ایران محسوب می شود. در این پژوهش به منظور ارزیابی کیفیت مخزنی از مطالعات پتروگرافی و داده های تخلخل و تراوایی مغزه یک چاه مهم در یکی از میادین نفتی دشت آبادان استفاده شده است. براساس مطالعات میکروسکوپی ۱۳ ریزرخساره در قالب ۴ کمربند پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته سدی و دریای باز برای نهشته های سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه شناسایی شده است که بیانگر نهشته شدن بخش بالایی سازند سروک در یک محیط رمپ کربناته هموکلینال یا هم شیب است. از جمله فرآیندهای دیاژنزی شناسایی شده می توان به انحلال، سیمانی شدن، دولومیتی شدن، شکستگی، تراکم، نوشکلی، میکرایتی شدن، آشفستگی زیستی، پیریتی شدن، هماتیتی شدن، فسفاتی شدن و سیلیسی شدن اشاره کرد. فرآیندهای دیاژنزی سازند سروک در سه محیط دریایی، جوی و تدفینی رخ داده اند. از بین فرآیندهای دیاژنزی انحلال و شکستگی مهمترین نقش را در افزایش کیفیت مخزنی داشته اند و سیمانی شدن، تراکم و دولومیتی شدن مهمترین عامل کاهش کیفیت مخزنی بوده اند. با بررسی های چینه نگاری سکانسی ۳ سکانس رسوبی از نوع درجه سوم به سن تورونین، سنوماین پسین و سنوماین میانی شناسایی شد و رخساره ها و فرآیندهای دیاژنزی در چارچوب آن مورد مطالعه قرار گرفت. تطابق داده های تخلخل و تراوایی مغزه نشان داد که کیفیت مخزنی در این سازند تحت تاثیر رخساره ها و فرآیندهای دیاژنزی بوده است. به صورتی که ریز رخساره های حاوی رودیست بیشترین کیفیت مخزنی را داشته اند. باتوجه به فرآیندهای دیاژنزی، رسوبی و داده های تخلخل و تراوایی، رخساره های پشته سدی و دریای باز به سمت خشکی بهترین کیفیت مخزنی را داشته است.

کلیدواژه: سازند سروک، دشت آبادان، محیط رسوبی، فرآیندهای دیاژنزی، چینه نگاری سکانسی، کیفیت مخزنی

۱- مقدمه

یکی از بهترین مخازن و ذخایر نفتی در جهان سنگ های کربناتی هستند. کیفیت مخزنی کربنات ها به عوامل متعددی از جمله توزیع فضای رخساره های رسوبی، تغییرات ثانویه مانند فرآیندهای دیاژنزی و سیکل های نهشته شدن مانند سیکل های بزرگ مقیاس و سکانس های رسوبی وابسته است [۲۸]. به طور کلی رخساره های رسوبی مقدار توزیع تخلخل و تراوایی را در مخزن کنترل می کنند [۳۳]. همچنین خصوصیات مخزنی توسط فرآیندهای دیاژنزی و محیط های رسوبی کنترل می شوند. خاورمیانه و به طور ویژه صفحه عربی میزبان بیشترین ذخایر نفت و گاز در جهان است. جنوب غربی ایران یکی از مهمترین مناطق نفتی در جهان می باشد که در حاشیه شمال شرقی صفحه عربی قرار گرفته است [۴۲]. کمربند کوهزایی زاگرس در جنوب غرب ایران در نتیجه باز و بسته شدن پهنه اقیانوس تتیس جوان و با برخورد صفحات آفریقا - عربستان و اوراسیا شکل گرفته است [۱۴]. ناحیه دشت آبادان یکی از مهمترین نواحی هیدروکربوری ایران به شمار می رود که در حوضه زاگرس قرار گرفته است. سیستم نفتی کرتاسه میانی در حوضه زاگرس یکی از مهمترین سیستم های نفتی ایران است. سازند سروک پس از سازند آسماری به عنوان دومین افق نفتی جنوب غربی ایران به حساب می آید [۱۵]. رسوبات سازند سروک در پلات فرم ها و حوضه های درون شلف در حاشیه غیرفعال صفحه عربی نهشته شده اند [۴۸]. مطالعات زیادی بر روی رخساره ها، محیط رسوبی دیرینه، فرآیندهای دیاژنزی، چینه نگاری سکانسی و کیفیت مخزنی سازند سروک در ایران انجام شده است [۱ و ۲ و ۳ و ۵ و ۱۰ و ۱۱ و ۲۳ و ۳۷ و ۳۸ و ۳۹ و ۴۳]. اما بر روی سازند سروک در میدان نفتی مورد نظر به دلیل در دسترس نبودن داده ها مطالعات بسیار محدودی انجام و ضروری است مطالعات جامع تری در آن صورت گیرد. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک با استفاده از مطالعات پتروگرافی و تشریح مغزه در یکی از میدانی نفتی ناحیه دشت آبادان می باشد. در این مطالعه پس از ارزیابی ریزرخساره ها، رخساره ها و تعیین محیط رسوبی، مطالعات دیاژنزی صورت گرفته است. در ادامه برای درک بهتر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک این عوامل در قالب چینه نگاری سکانسی مطرح شده است. در نهایت با توصیف مغزه و داده های در دسترس مغزه و تلفیق با مطالعات میکروسکوپی بهترین زون مخزنی سازند مورد نظر تعیین شد.

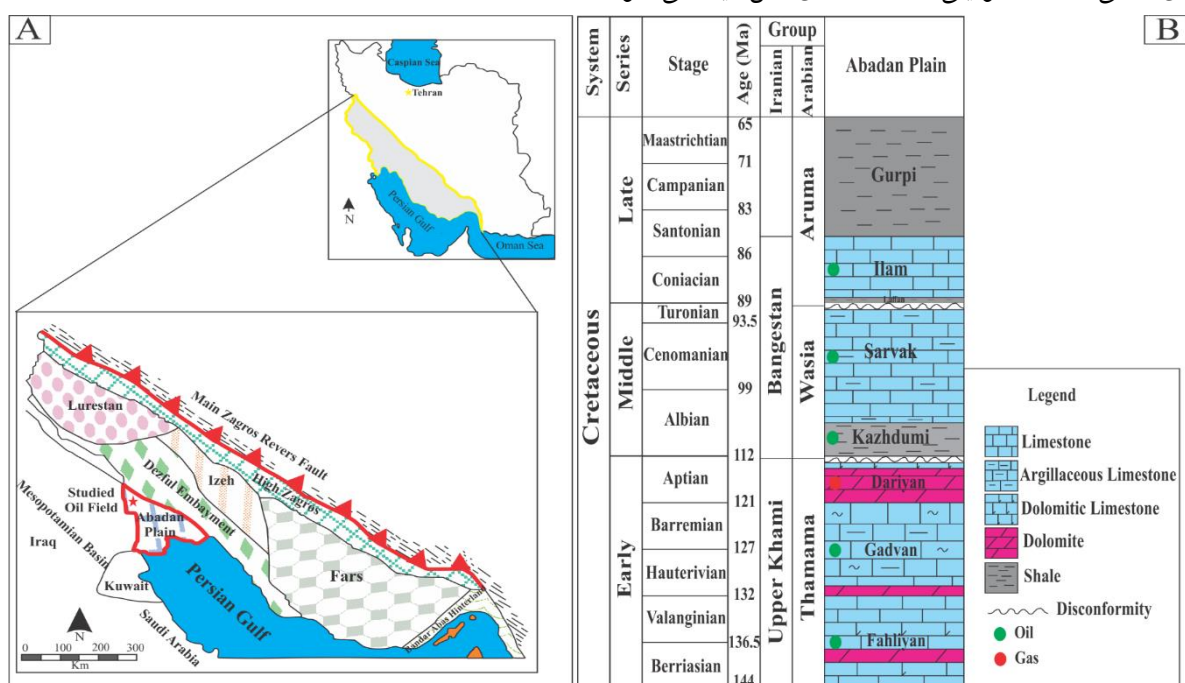
۲- موقعیت میدان و زمین شناسی

جنوب غرب ایران یکی از شاخص ترین محدوده های نفتی در جهان محسوب می شود [۴۲]. میدان های هیدروکربنی آن دارای ۲ امتداد اصلی در پهنه زاگرس و صفحه عربی می باشند. در زاگرس امتداد شمال غرب - جنوب شرق و در صفحه عربی شمالی - جنوبی و شمال شرق - جنوب غرب است. در کرتاسه میانی فعالیت مجدد قائم بلوک های پی سنگی و حرکت های زمین ساختی نمک سبب ایجاد چندین بالا آمدگی از جمله بلندی های هندیکان و بورگان - آزادگان و پایین آمدگی در فروافتادگی دزفول و دشت آبادان شده است [۴ و ۶]. میدان مورد نظر با روند شمالی - جنوبی در دشت آبادان به عنوان یکی از زیرپهنه های ناحیه زاگرس (شکل A-۱) و بر روی بلندی های دیرینه بورگان قرار گرفته است و شباهت زیادی به حوضه مزوپوتامین عراق دارد [۶]. این میدان در ۸۰ کیلومتری غرب اهواز و ۳۰ کیلومتری جنوب غرب میدان جفیر در مجاورت مرز ایران و عراق واقع شده است. تاقدیس آن در سطح زمین فاقد هرگونه رخنمون بوده که توسط آبرفت های زمان حاضر پوشیده شده است. در این میدان چهار سازند سروک، کژدمی، گدوان و فهلیان به عنوان سازندهای مخزنی شناسایی شده اند. با بررسی های جدیدتر مشخص شده است که سازند ایلام و در بخش هایی از میدان مورد مطالعه قاعده سازند کژدمی معادل سازند

بورگان در کشورهای عربی نیز قابلیت مخزنی دارد. همچنین یک چاه اکتشافی تا سازند نیریز حفر شده که براساس آن در سازندهای افق ژوراسیک گاز نیز به ثبت رسیده است.

سازند سروک به سن آلبین - تورونین در جنوب غربی ایران، در حاشیه جنوب تیس جدید رسوبگذاری کرده است [۲۵]. معادل های آن در کشورهای همجوار عربی یکی از مهمترین سنگ های مخزنی خاورمیانه می باشد [۹ و ۲۵ و ۳۲]. تاریخچه تکتونیکی پیچیده زاگرس و صفحه عربی سبب پیچیدگی های گسترده در مخزن سازند سروک و معادل های مجاور آن در کشورهای عربی شده است [۱۲].

حد پایینی این سازند در برش نمونه [۴] با سازند کزدمی تدریجی و همساز است و حد بالایی آن با مارن ها و شیل های سازند گورپی قاطع است [۲۶]. در ناحیه دشت آبادان، یک لایه نازک به ضخامت ۵ تا ۱۰ متر دارای سنگ شناسی آهک شدید رسی و یا شیل به نام بخش لافان، بین سازند سروک و ایلام قرار گرفته است و این دو سازند را از یکدیگر متمایز می کند (شکل ۱-B). ضخامت سازند سروک در چاه مورد مطالعه ۶۱۵ متر می باشد که بخش بالایی آن به ضخامت ۲۶۹ متر مورد مطالعه قرار گرفته است و سنگ شناسی آن غالباً شامل سنگ های آهکی تمیز می باشد. در بخش هایی میان لایه هایی از دولومیت های آهکی، آهک دولومیتی و آهک حاوی رس دیده می شود.



شکل ۱- (A) تقسیم بندی زیربهنه های اصلی زاگرس [۴]، (B) ستون چینه شناسی کرتاسه در ناحیه دشت آبادان با اندکی تغییرات از [۱۸].

۳- روش مطالعه

در این مطالعه مغزه های بخش بالایی سازند سروک به متر ۲۶۹ متر در یک چاه مهم در یکی از میدین نفتی دشت آبادان مورد تفسیر و تشریح قرار گرفته شده است. جهت بررسی رخساره های رسوبی، فرآیندهای دیاژنزی و چینه نگاری سکانسی، مطالعات میکروسکوپی بر روی ۶۹۴ مقطع نازک صورت گرفته است. جهت تشخیص کانی کلسیت از دولومیت، یک سوم از تمامی مقاطع نازک با محلول آلزارین سرخ و فروسیانید پتاسیم به روش دیکسون [۱۹] از قبل توسط شرکت مهندسی و توسعه نفت (متن) رنگ آمیزی شده بود. به منظور تعیین دقیق بافت رسوبی و نامگذاری کربنات ها، از طبقه بندی دانهام [۲۰] و امبری و کلوان [۲۱] استفاده شده است. جهت تعیین انواع ریزرخساره ها و تفسیر محیط رسوبی از مدل رسوبگذاری فلوگل [۲۲] و

ویلسون [۴۶] استفاده شده است. انواع فرآیندهای دیاژنزی موجود از قبیل سیمان شدگی، انحلال و دیگر موارد موثر بر کیفیت مخزنی در بخش بالایی سازند سروک مطالعه و تعیین انواع تخلخل براساس تقسیم بندی چاکت و پری [۱۷] انجام شد. مطالعات چینه نگاری سکansı براساس مطالعه ریزرخساره ها و داده های پتروفیزیکی به ویژه نگاره گاما به روش چپولت [۲۹] بوده است. به منظور مطالعه هرچه بهتر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک، از داده های تخلخل و تراوایی ۵۴۸ پلاگ تهیه شده از مغزه استفاده شده است.

۴- ارزیابی ریزرخساره ها و تعیین محیط رسوبی

براساس مطالعات پتروگرافی صورت گرفته بر روی بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه، ۱۳ ریزرخساره در قالب ۴ کمر بند رخساره ای پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته سدی و دریای باز تشخیص داده شده است (جدول ۱). اجزای غیر اسکلتی شامل پلوئید، لیتوکلاست، کورتوئید و اجزای اسکلتی شامل روزن داران کف زی و شناور، خارپوستان، اسفنج، استراکود، نرم تنان، رودیست، جلبک، مرجان و بازوپایان بوده است. همچنین برخی اجزای غیر کربناتی نیز مانند فسفات، هماتیت و... قابل مشاهده هستند که براساس فعل و انفعالات دیاژنزی به وجود آمده اند که در قسمت فرآیندهای دیاژنزی به تشریح آن پرداخته شده است.

۴-۱- کمر بند رخساره ای پهنه جزر و مدی

ریزرخساره شماره ۱: مادستون دولومیتی

زمینه این ریزرخساره از میکرایت تشکیل شده است و کم تر از ۵ درصد روزن داران کف زی شامل میلیولید در آن دیده می شود که احتمالاً از محیط لاگون منتقل شده اند. بلورهای دولومیت آن شکل دار تا نیمه شکل دار و به مقدار ۱۵ تا ۲۰ درصد در زمینه گلی است (شکل A-۲). اندازه دانه ها در این ریزرخساره کلسی لوتایت است. در این ریزرخساره فرآیند آشفستگی زیستی دیده نشده است که بیانگر سختی شرایط برای زیست جانوران است. این ریزرخساره در پهنه جزر و مدی تشکیل شده است و معادل ریزرخساره استاندارد RMF 22 فلوگل [۲۲] می باشد. مشابه این ریزرخساره در تاقدیس چناره در جنوب غربی ایران توسط [۱] مورد مطالعه قرار گرفته شده است.

۴-۲- کمر بند رخساره ای لاگون

ریزرخساره ۲: وکستون حاوی روزن داران کف زی

از جمله اجزای اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره انواع روزن داران کف زی شامل میلیولید، سودولیتونلا، تکتولاریا و نزازاتا به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد است. اجزای غیراسکلتی آن پلوئیدها به میزان ۵ تا ۱۰ درصد هستند که در زمینه ای از میکرایت قرار گرفته اند (شکل B-۲). از دیگر اجزای اصلی این ریزرخساره که دارای فراوانی کم می باشد می توان به خرده های دوکفه ای، خارپوست، شکم پا، جلبک، خرده های رودیست و کورتوئید اشاره کرد. اندازه دانه ها کلسی لوتایت تا کالکارنایت است. با توجه به بافت گل پشیبان و وجود میلیولید به عنوان شاخص آب های آرام و کم عمق، این ریزرخساره در شرایط آرام محیط لاگون محدود تشکیل شده است. این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد RMF 20 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره توسط [۵] در یکی از میدین هیدروکربنی جنوب غرب ایران شناسایی شده است.

ریزرخساره ۳: وکستون تا پکستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی

اجزای اصلی اسکلتی این ریزرخساره شامل خرده های خارپوست، دوکفه ای ها، مرجان و استراکود مجموعاً به میزان ۳۰ درصد می باشد. روزن داران کف زی مانند میلیولید، نزازاتا، اوربیتولینا و خرده های رودیست و پلوئید به میزان ۱۰ درصد دیده شده اند و در زمینه میکرایتی قرار گرفته اند (شکل C-۲). اندازه دانه های مشاهده شده غالباً کالکارنایت است. وجود گل فراوان، بایوکلاست های متنوع و حضور روزن داران کف زی نشان از انرژی کم، گردش آزاد آب و ارتباط آن با محیط دریای باز است. حضور خارپوستان و رودیست ها بیانگر انتقال آن ها از محیط پشته سدی و یا دریای باز به این محیط است. این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد RMF 20 فلوگل [۲۲] می باشد. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در یکی از میداین هیدروکربنی جنوب غرب ایران توسط [۵] شناسایی و تفسیر شده است.

ریزرخساره ۴: پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی

بافت این ریزرخساره دانه پشتیبان و شامل انواع روزن داران کف زی مانند میلیولید، نزازاتا، سودولیتونلا، منگشتیا، کریسالیدینا و آلوئولینیده به میزان ۱۵ درصد می باشد. از جمله اجزای غیراسکلتی آن می توان به پلوئید و اینتراکلاست به میزان ۱۵ درصد اشاره کرد (شکل D-۲). شکم پایان، خارپوستان، دوکفه ای ها و خرده های رودیست به میزان ۱۰ درصد در آن دیده شده اند. اندازه دانه ها در این ریزرخساره کلسی لوتایت تا کالکارنایت است. این ریزرخساره بیانگر چرخش بالای آب است و در زیر سطح امواج آرام آب دریا در محیط لاگونی باز نهشته شده است و معادل ریزرخساره پیشنهادی RMF 20 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در تاقدیس بنگستان واقع در جنوب غربی ایران توسط [۲۳] معرفی شده است.

۳-۴- کمریند رخساره ای پشته سدی

ریزرخساره ۵: پکستون تا گرینستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی

آلوکم های اصلی آن شامل روزن داران کف زی مانند میلیولید، تکستولاریا، سودولیتونلا، نزازاتا و کریسالیدینا به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد و به همراه آن پلوئید، اینتراکلاست های گردشده، خرده هایی از خارپوست و رودیست به میزان ۱۰ درصد قابل مشاهده هستند (شکل E-۲). اندازه دانه ها کالکارنایت است. فراوانی بالای روزن داران کف زی نشان از گردش خوب آب و در دسترس بودن مواد غذایی است. این ریزرخساره در محیط به نسبت با انرژی بالای پشته سدی کم عمق به سمت لاگون نهشته شده است. این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد RMF 26 پیشنهاد شده توسط فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در جنوب غربی ایران توسط [۱۰ و ۳۷] شناسایی شده است.

ریزرخساره ۶: گرینستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی

اجزای غیراسکلتی این ریزرخساره شامل پلوئید و اینتراکلاست به میزان ۲۵ درصد و اجزای اسکلتی آن روزن داران کف زی کوچک از قبیل میلیولید، آلوئولینیده، نزازاتا، شوفاتلا، تکستولاریا و اوربیتولینا ۲۰ درصد شامل شده است. خارپوست و دوکفه ای ها به مقدار کم تر دیده می شوند (شکل F-۲). اندازه دانه ها کالکارنایت است. بافت دانه پشتیبان و سیمانی شدن گسترده در بین آلوکم ها نشان از انرژی بالای محیط می باشد و بیانگر رسوبگذاری آن در محیط با انرژی بالا در محیط کم عمق پشته سدی به سمت لاگون است. این ریزرخساره معادل ریزرخساره پیشنهادی RMF 27 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران توسط [۵] تفسیر شده است.

ریزرخساره ۷: گرینستون حاوی رودیست و خارپوست

خرده های رودیستی و رودیست های سالم به مقدار ۲۰ تا ۲۵ درصد از جمله مهمترین اجزای تشکیل دهنده این ریزرخساره می باشد. از دیگر اجزای مهم و فراوان آن خارپوستان به میزان ۱۵ درصد و پلوئیدها در حدود ۵ تا ۱۰ درصد هستند و کم تر

از ۵ درصد دوکفه ای نیز وجود دارد. روزن داران کف زی از نوع میلیوید و تکستولاریا به مقدار کم در آن دیده می شود (شکل G-۲). آلوکم های دیده شده در اندازه کالکارنایت تا کلسی رودایت است. فقدان گل و فراوانی دانه های درشت نشان از قرارگیری این ریزرخساره در محیط پراثرژی و کم عمق پشته سدی و نزدیک دریای باز است. این ریزرخساره قابل مقایسه با ریزرخساره RMF 27 معرفی شده فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در تاقدیس بنگستان [۲۳] و یکی از میدین نفتی خلیج فارس [۲] معرفی شده است.

ریزرخساره ۸: رودستون حاوی خرده های رودیست

بیشتر حجم این ریزرخساره خرده های رودیست سالم بزرگتر از ۲ میلی متر به میزان ۶۰ درصد، خارپوستان و دوکفه ای ها ۱۰ درصد، پلوئیدها ۵ تا ۱۰ درصد و روزن داران کف زی کوچک مانند آلوئولینیده کم تر از ۵ درصد مشاهده شده اند (شکل H-۲). اندازه آلوکم ها کالکارنایت تا کلسی رودایت است. زمینه سیمانی، روزن داران کف زی کوچک و خارپوستان نمایشی از محیط با انرژی بالا است. با توجه به قطعات درشت رودیست این ریزرخساره در محیط پشته سدی در بخش قله پلاتفرم به سمت دریای باز، در بالای سطح اثر امواج آب دریا نهشته شده است. این ریزرخساره معادل RMF 15 فلوگل [۲۲] می باشد. مشابه این ریزرخساره برای بخش بالایی سازند سروک در جنوب غربی ایران توسط [۳ و ۲۳ و ۳۷] شناسایی شده است.

۴-۴- کمر بند رخساره ای دریای باز

ریزرخساره ۹: پکستون حاوی خارپوستان

خارپوستان از اجزای اصلی این ریزرخساره به شمار می روند که در حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد می باشند. خرده های رودیست، دوکفه ای ها، بازوپایان، پلوئیدها و جلبک قرمز با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد و روزن داران کف زی و شناور کم تر از ۵ درصد در این ریزرخساره قابل تشخیص هستند (شکل I-۲). اندازه دانه های این ریزرخساره کلسی آرنایت است. حضور خارپوستان، خرده های رودیست و بافت دانه پشتیبان نشان از کاهش انرژی، عمق و ورود به محیط دریای باز است. این ریزرخساره در شیب دریای باز به سمت محیط پشته سدی نهشته شده و معادل RMF 7 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای بخش بالایی سازند سروک در یکی از میدین نفتی ناحیه دشت آبادان توسط [۱۱] معرفی گردیده است.

ریزرخساره ۱۰: وکستون تا پکستون حاوی روزن داران کف زی بزرگ

زمینه این ریزرخساره میکرایتی و شامل روزن داران کف زی بزرگ مانند اوربیتولینا، آلوئولینیده و تکستولاریا با فراوانی ۲۰ تا ۲۵ درصد است. خرده های رودیست، خارپوستان و دوکفه ای ها به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد قابل مشاهده هستند. همچنین روزن داران شناور از نوع هتروهلکس به صورت اندک در آن دیده شده اند. از جمله اجزای غیراسکلتی آن پلوئید و اینتراکلاست به میزان ۱۰ درصد می باشد (شکل J-۲). اندازه دانه های این ریزرخساره در محدوده کالکارنایت می باشد. باتوجه به روزن داران کشیده، اندازه دانه ها و خرده های رودیست گرد نشده این ریزرخساره در محیط کم انرژی در قسمت شیب دریای باز در زیر سطح اساس امواج دریا نهشته شده است. این ریزرخساره هم ارز ریزرخساره استاندارد RMF 13 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای بخش بالایی سازند سروک در یکی از میدین نفتی ناحیه دشت آبادان توسط [۳] شناسایی شده است.

ریزرخساره ۱۱: وکستون تا پکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی

این ریزرخساره حاوی روزن داران شناور و کف زی کوچک می باشد که در زمینه ای از میکرایت قرار گرفته اند. روزن داران آن شامل نزازاتا، تکستولاریا و روتالی پورا با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد و الیگوسترینا با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد است. از اجزای فرعی پلوئیدها با فراوانی ۵ درصد و دوکفه ای ها، خارپوستان و خرده های رودیست نیز با فراوانی کم تر از ۵ درصد قابل

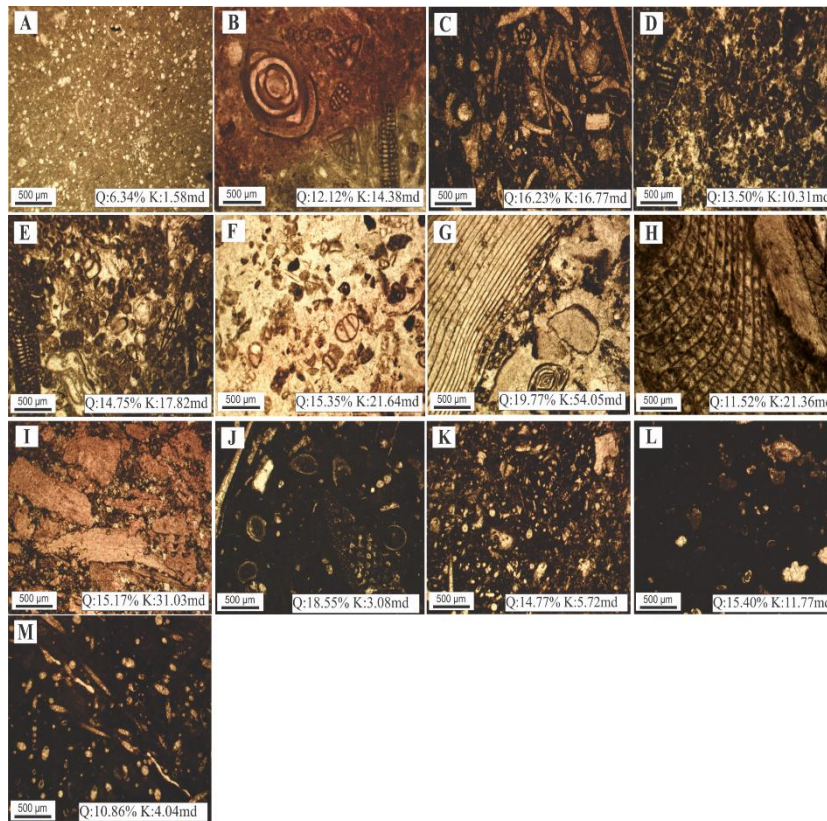
رویت هستند (شکل K-۲). اندازه دانه های آن غالباً کلسی لوتایت است. این ریزرخساره در محیط کم انرژی و در زیر سطح اثر امواج طوفان در محیط دریای باز کم عمق نهشته شده است. این ریزرخساره هم ارز 3 RMF فلوگل [۲۲] می باشد. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در میدان نفتی آب تیمور در جنوب غربی ایران توسط [۳۷] مطالعه شده است.

ریزرخساره ۱۲: مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی

اجزای اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره شامل روزن داران شناور مانند گلوبیژرینا، هدبرگلا، روتالی پورا و الیگوسترینا و روزن داران کف زی مانند تکستولاریا با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد و سوزن های اسفنجی، خرده های خارپوست و رودیست است (شکل L-۲). اندازه دانه های آن در محدوده کلسی لوتایت می باشد. با توجه به بافت گل پشتیبان، عدم وجود قطعات درشت و افزایش روزن داران شناور این ریزرخساره در محیط کم انرژی و عمیق دریای باز در زیر سطح اثر امواج طوفانی دریا نهشته شده است. این ریزرخساره معادل 5 RMF فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران توسط [۵] ارائه گردیده است.

ریزرخساره ۱۳: وکستون حاوی سوزن های اسفنجی

این ریزرخساره شامل ۲۰ تا ۲۵ درصد سوزن های اسفنجی، الیگوسترینا با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد و روزن داران شناور مشاهده شده است (شکل M-۲). خرده های رودیست و خارپوستان کم تر از ۵ درصد در برخی از مقاطع نازک دیده شده است. زمینه آن گل پشتیبان و به رنگ تیره می باشد، که نشان از احیایی بودن و وجود مواد آلی است. اندازه دانه های این ریزرخساره کلسی لوتایت است. وجود بافت گل پشتیبان و حضور زیاد سوزن های اسفنجی نشان دهنده محیط کم انرژی و عمیق دریای باز است [۷]. این ریزرخساره هم تراز با 1 RMF فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره برای سازند سروک در جنوب غربی ایران توسط [۱۰ و ۲۳] معرفی شده است.



شکل ۲- ریزرخساره های بخش بالایی سازند سروک (XPL)؛ (A) مادستون دولومیتی، عمق ۲۷۳۲ متری، (B) وکستون حاوی روزن داران کف زی، عمق ۲۷۷۳ متری، (C) وکستون تا پکستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی، عمق ۲۸۶۲ متری، (D) پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی، عمق ۲۸۶۲ متری، (E) پکستون تا گرینستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی، عمق ۲۸۷۷ متری، (F) گرینستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی، عمق ۲۷۹۹ متری، (G) گرینستون حاوی خرده های رودیست و خارپوست، عمق ۲۷۸۱ متری، (H) رودستون حاوی خرده های رودیست، عمق ۲۸۵۷ متری، (I) پکستون حاوی خارپوستان، عمق ۲۹۳۷ متری، (J) وکستون تا پکستون حاوی روزن داران کف زی بزرگ، عمق ۲۹۱۰ متری، (K) وکستون تا پکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی، عمق ۲۸۳۰ متری، (L) مادستون تا وکستون حاوی روزن داران کف زی و شناور، عمق ۲۹۱۷ متری، (M) وکستون حاوی سوزن های اسفنجی، عمق ۲۷۶۶ متری.

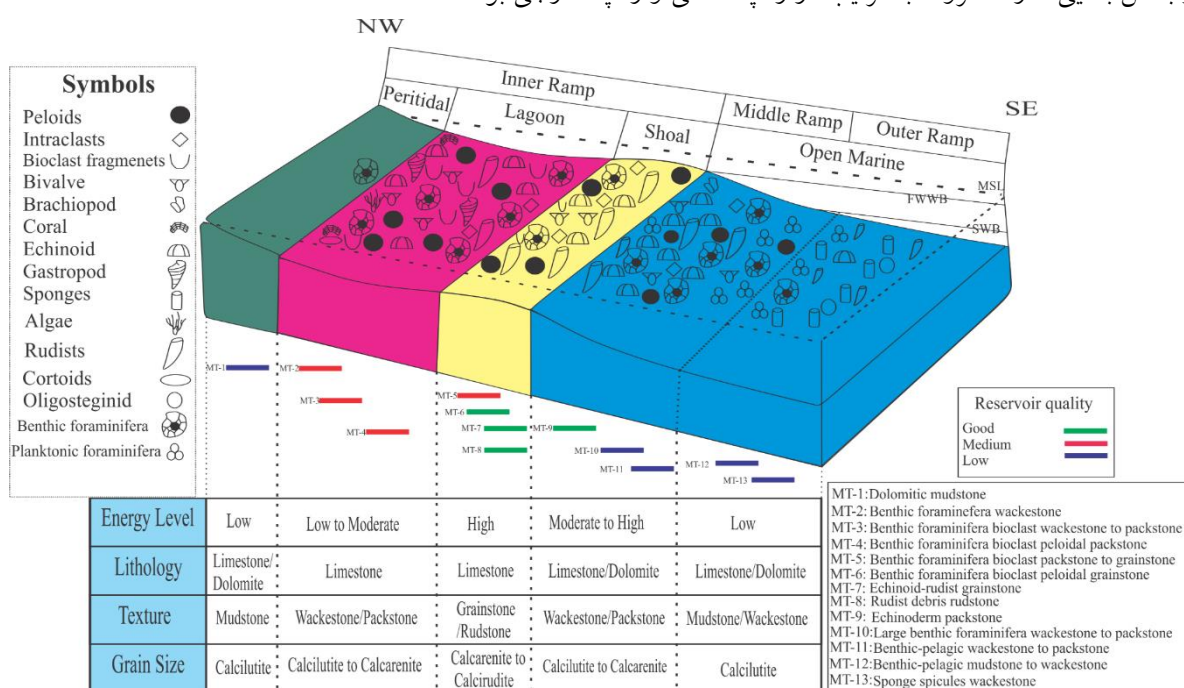
جدول ۱- ریزرخساره ها و کمربندهای رخساره ای بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه (درصد فراوانی: ف) فراوان، (ر) رایج، (ن) نادر)

شماره	نوع ریزرخساره	اجزای اسکلتی	اجزای غیراسکلتی	اندازه دانه	انرژی آب	کمر بند رخساره ای
۱	مادستون دولومیتی	میلیولید(ن)	----	لوتایت	خیلی پایین	پهنه جزر و مدی
۲	وکستون حاوی روزن داران کف زی	روزن داران کف زی(ف)، خرده های رودیست، دوکفه ای، خارپوست، شکم پایان، رودیست و جلبک(ن)	پلوئید (ر)، کورتوئید (ن)	لوتایت، آرنایت	پایین	لاگون
۳	وکستون تا پکستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی	خرده های خارپوست، دوکفه ای، مرجان و استراکود(ف)، روزن داران کف زی و خرده های رودیست (ر)	پلوئید (ر)	لوتایت، آرنایت	پایین تا متوسط	لاگون
۴	پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی	روزن داران کف زی (ف)، شکم پایان، خارپوستان، دوکفه ای ها و خرده های رودیست (ر)	پلوئید، اینتراکلاست (ف)	لوتایت، آرنایت	متوسط تا بالا	لاگون
۵	پکستون تا گرینستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی	روزن داران کف زی (ف)، خرده های خارپوست و رودیست (ن)	پلوئید، اینتراکلاست (ر)	آرنایت	بالا	پشته سدی
۶	گرینستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی	روزن داران کف زی (ف)، خارپوست و دوکفه ای ها (ر)	پلوئید، اینتراکلاست (ف)	آرنایت	بالا	پشته سدی
۷	گرینستون حاوی رودیست و خارپوست	رودیست و خرده های رودیست (ف) و خارپوستان (ر)، دوکفه ای و روزن داران کف زی (ن)	پلوئید (ن)	آرنایت، رودایت	بالا	پشته سدی
۸	رودستون حاوی خرده های رودیست	خرده های رودیست (ف)، خارپوستان و دوکفه ای ها (ر)	پلوئید (ر)	آرنایت، رودایت	بالا	پشته سدی
۹	پکستون حاوی خارپوستان	خارپوستان (ف)، دوکفه ای، بازوپایان، خرده های رودیست، جلبک (ر) و روزن داران کف زی و شناور (ن)	پلوئید (ر)	آرنایت	متوسط تا بالا	شیب دریای باز

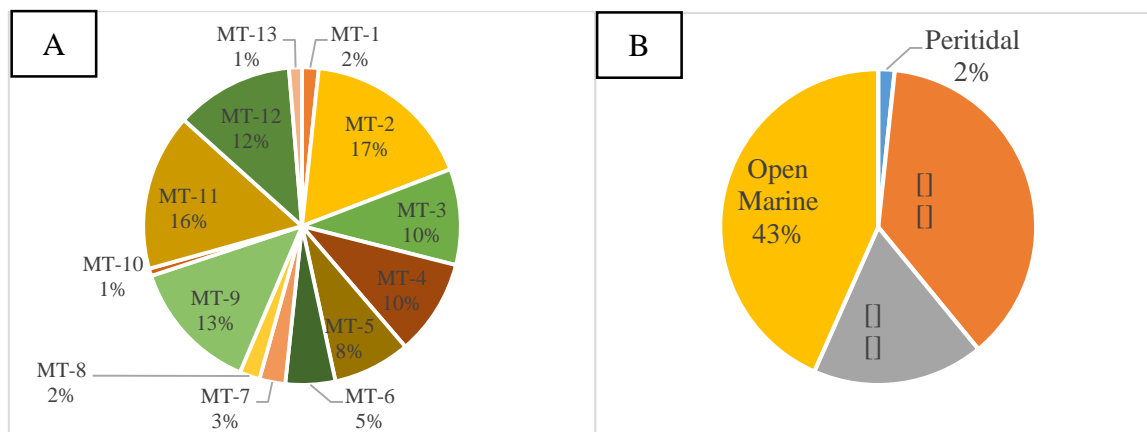
شیب دریای باز	متوسط	آرنایت	پلوئید، اینتراکلاست (ر)	روزن داران کف زی (ف)، خرده های رودیست، خارپوست و دوکفه ای (ر)، روزن داران شناور (ن)	وکستون تا پکستون حاوی روزن داران کف زی بزرگ	۱۰
دریای باز کم عمق	متوسط تا پایین	لوتایت	پلوئید (ن)	روزن داران شناور و کف زی (ف)، الیگوسترینا، دوکفه ای، خارپوست و رودیست (ن)	وکستون تا پکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی	۱۱
دریای باز عمیق	پایین	لوتایت	----	روزن داران شناور و کف زی (ر) سوزن های اسفنجی، خرده های خارپوست و رودیست (ن)	مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی	۱۲
دریای باز عمیق	پایین	لوتایت	----	سوزن های اسفنجی (ف)، الیگوسترینا (ر)، خرده های خارپوست و رودیست (ن)	وکستون حاوی سوزن های اسفنجی	۱۳

۴-۵- محیط رسوبگذاری

بر اساس ریزرخساره های شناسایی شده و پراکندگی آن ها، عدم وجود سدهای ریفی به هم پیوسته، نبود رسوبات ریزشی و لغزشی و تغییر تدریجی رخساره ها نسبت به یکدیگر، بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه در یک رمپ کربناته هموکلینال یا هم شیب نهشته شده است (شکل ۳). مطالعات قبلی سازند سروک نیز تاییدکننده نهشته شدن این سازند در محیط رمپ کربناته است [۱ و ۲ و ۱۰ و ۲۴ و ۳۷ و ۳۸]. بیشترین ریزرخساره های تشکیل دهنده سازند سروک در بخش مورد مطالعه مربوط به ریزرخساره شماره ۲ در رمپ داخلی و کم ترین ریزرخساره شماره ۱۰ و ۱۳ به ترتیب در رمپ میانی و خارجی بوده است. در نمودار دایره ای به خوبی می توان گسترش رخساره ها و ریزرخساره های بخش بالایی سازند سروک را مشاهده کرد (شکل ۴). باتوجه به مطالعات صورت گرفته رمپ داخلی شامل پهنه جزر و مدی، لاگون و پشته سدی، رمپ میانی شامل شیب دریای باز و دریای باز کم عمق و رمپ خارجی شامل دریای باز عمیق است. بیشترین و کم ترین رسوبگذاری در بخش بالایی سازند سروک به ترتیب در رمپ داخلی و رمپ خارجی بوده است.



شکل ۳- محیط رسوبگذاری بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه



شکل ۴- نمودار دایره ای درصد فراوانی ریزرخساره ها و رخصاره های بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه، (A) درصد فراوانی ریزرخساره ها، (B) درصد فراوانی کمرندهای رخصاره ای.

۵- فرآیندهای دیاژنزی

فرآیندهای دیاژنزی بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه شامل سیمانی شدن، انحلال، شکستگی، تراکم، دولومیتی شدن، میکرایتی شدن، نوشکلی، آشفستگی زیستی، پیریتی شدن، هماتیستی شدن، فسفاتی شدن و سیلیسی شدن می باشد که نحوه تاثیرگذاری فرآیندهای دیاژنزی بر روی کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک به شرح زیر است:

۵-۱- سیمانی شدن

در این مطالعه ۶ نوع سیمان در بخش بالایی سازند سروک شامل سیمان های حاشیه ای هم ضخامت، بلوکی، هم بعد، دروزی، رشد اضافی هم محور و رگه پرکن تشخیص داده شده است. در توالی مورد مطالعه سیمان حاشیه ای هم ضخامت در رخصاره های پراثری مانند رخصاره های پشته سدی و شیب دریای باز در حاشیه پلویئدها دیده می شود و سبب حفظ تخلخل و بهبود ویژگی های مخزنی سازند سروک شده است (شکل A-۵). محیط اصلی تشکیل این سیمان می تواند فریاتیکی دریایی و وادوز دریایی باشد [۲۲]. از جمله سیمان هایی که طی دیاژنز تدفینی و متئوریک تشکیل شده اند میتوان به سیمان بلوکی، هم بعد، دروزی و رشد اضافی هم محور اشاره کرد [۲۷]. سیمان های متئوریک و تدفینی در بخش بالایی سازند سروک با پرکردن فضاهای بین دانه ای، درون دانه ای، قالبی، حفره ای و شکستگی ها نقش مهمی در منسدد کردن تخلخل و تراوایی داشته اند که به تبع آن کیفیت مخزنی را کاهش داده اند (شکل B, C, D, E-۵). در آخرین مراحل دیاژنز تدفینی سیمان رگه پرکن شکل گرفته است. در مطالعه سازند سروک رگه های برخی از سنگ ها توسط شکستگی ها قطع شده اند و بعد از آن توسط سیمان های کلسیتی از نوع بلوکی، هم بعد و دروزی پر شده است (شکل F-۵).

۵-۲- انحلال

انحلال و پرشدن حفرات فرآیندی است که در دو مرحله صورت می گیرد که شامل انحلال یک نوع کانی و پیدایش حفره است که در نهایت توسط نهشته های یک کانی دیگر پر می شود [۴۱]. فرآیند انحلال در سازند سروک وابسته به محیط های متئوریک و تحت جوی است [۲۴]. در برخی از موارد این فرآیند بر آلومک هایمانند رودیست و حتی روزن داران کف زی

که پوسته آراگونیتی دارند تاثیر ویژه ای داشته است و انحلال قابل توجهی در آنها مشاهده می شود (شکل ۷-A, B, C). انحلال در سازند سروک در هر دو رخساره گل و دانه پشتیبان دیده می شود. در بعضی موارد انحلال به گونه ای بوده که چارچوب اصلی از بین رفته و یا بخشی از بین رفته است و به این صورت سبب افزایش تخلخل و تراوایی شده است. انحلال در سازند سروک به دو دسته وابسته به فابریک و غیر وابسته به فابریک تقسیم می شود [۱۷]. انحلال وابسته به فابریک شامل تخلخل درون دانه ای، بین دانه ای، بین بلوری و قالبی (شکل ۵-G, H, I, J) و غیر وابسته به فابریک شامل حفره ای (شکل ۵-K) است. در سازند سروک فرآیند انحلال بیشتر به صورت غیروابسته به فابریک از نوع حفره ای دیده می شود. تخلخل حفره ای در دیاژنز متئوریک در فاصله زمانی که رسوبات تحکیم نیافته اند ایجاد شده است. این فرآیند غالباً در رخساره های پشته سدی و دریای باز به سمت خشکی به ویژه ریزرخساره های حاوی رودیست به وقوع پیوسته است. مطابق شکل ۱۱ بیشتر انحلال های مشاهده شده در سازند سروک باعث افزایش تخلخل و تراوایی و در نتیجه افزایش کیفیت مخزنی شده است.

۵-۳- شکستگی

این فرآیند غالباً حاصل افزایش فشار غیرعادی قبل از سیمان شدن، چین خوردگی، گسل خوردگی، انحلال نمک یا فشار غیرعادی سیالات است [۲۲]. شکستگی ها عمده ترین نوع تخلخل در بسیاری از سنگ های مخازن هستند و تاثیر زیادی در ایجاد تخلخل ثانویه و افزایش تراوایی دارند [۳۶]. شکستگی ها در هر دو رخساره گل و دانه پشتیبان سازند سروک دیده می شوند (شکل ۵-L, M). در مطالعات سازند سروک برخی از شکستگی ها توسط سیمان پر شده اند و برخی از آن ها باز هستند و به عنوان یک معبر مناسب برای عبور سیال ها به ویژه هیدروکربن ها هستند که در نتیجه سبب افزایش کیفیت مخزنی در بخش بالایی سازند سروک شده اند.

۵-۴- تراکم

تراکم به دو صورت مکانیکی یا شیمیایی قابل تشخیص است و یکی از فرآیندهای مهم دیاژنزی در محیط متئوریک و تدفینی است [۴۴]. تراکم مکانیکی در بخش بالایی سازند سروک به صورت شکسته شدن و تغییر شکل روزن داران کف زی، خارپوستان، رودیست ها و دو کفه ای ها و تماس نقطه ای و طولی در بین خارپوستان دیده می شود (شکل ۵-N, O). این فرآیند سبب بسته شدن حفره ها می شود که متعاقب آن باعث بسته شدن تخلخل و تراوایی و کاهش کیفیت مخزنی را به دنبال دارد. تراکم شیمیایی در توالی مورد مطالعه به صورت استیلولیت ها (شکل ۵-P) و رگچه های انحلالی (شکل ۶-A) رخ داده است. در برخی از موارد دولومیتی شدن، شکستگی ها و یا پرشدگی توسط آهن در حاشیه آن ها قابل مشاهده است. فرآیند استیلولیتی شدن میتواند نقش یک مسدود کننده چرخش سیالات داشته باشد که علت آن حضور کانی های رسی، مواد آلی و دیگر مواد کربناته متمرکز در درزه های استیلولیتی است [۳۵]. تراکم شیمیایی نیز تاثیر منفی بر روی کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک داشته است.

۵-۵- دولومیتی شدن

فرآیند دولومیتی شدن ممکن است سبب کاهش یا افزایش تخلخل شود و یا این که بر روی تخلخل تاثیر زیادی نداشته باشد که این بستگی به زمان و نوع دولومیتی شدن دارد [۸ و ۳۰]. انحلال قابل ملاحظه خارپوستان در حاشیه استیلولیت ها میتواند

منیزیم مورد نیاز برای فرآیند دولومیتی شدن را تامین کند [۳۷]. فرآیند دولومیتی شدن در بخش بالایی سازند سروک جز فرآیند خیلی رایج به شمار نمی رود و گسترش زیادی ندارد. دولومیت های بخش بالایی سازند سروک به صورت دولواسپارایت (شکل B-۶) و دولومیتی شدن زمینه سنگ (شکل C-۶) در رخساره دریای باز و دولومیت های پراکنده در زمینه میکرایتی (شکل D-۶) در محیط لاگون و پهنه جزر و مدی دیده می شوند. همچنین دولومیت های مرتبط با استیلولیت در تمامی رخساره های بخش بالایی سازند سروک قابل رویت هستند (شکل E-۶) بیشتر دولومیت های سازند سروک در میدان مورد مطالعه در حاشیه استیلولیت ها تشکیل شده اند و مرتبط با فشردگی شیمیایی هستند. دولومیتی شدن در سازند سروک باعث به وجود آمدن تخلخل های بین بلوری شده است اما به دلیل عدم گسترش تاثیر منفی بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک داشته است.

۵-۶- میکرایتی شدن

میکرایتی شدن عموماً در زون فریاتیک دریایی، فصل مشترک رسوب - آب و در آب های دریایی و آرام رخ داده است [۳۵]. در این فرآیند دانه هایی که تحت تاثیر میکرایتی شدن قرار گرفته اند نسبت به فرآیند انحلال پایدار هستند و مانع از کاهش تخلخل ناشی از تراکم فیزیکی و شیمیایی در محیط دیاژنز تدفینی می شوند و در نتیجه باعث حفظ شکل دانه و تخلخل می شود [۴۳]. میکرایتی شدن در بخش بالایی سازند سروک در رخساره های آرام بر روی روزن داران کف زی، خارپوستان و رودیست ها دیده می شود (شکل F-۶). میکرایتی شدن باعث کاهش تراوایی با عمل پرشدن منافذ، گلوگاه و کاهش اندازه آن ها می شود که نتیجه به کاهش کیفیت مخزنی می دهد.

۵-۷- نوشکلی

نوشکلی به دو صورت افزایشی یا کاهش عمل می کند. این فرآیند در سنگ های آهکی بیشتر از نوع افزایشی است، که در آن بلورهای درشت تر جایگزین می شوند و عمدتاً در سنگ های آهکی دانه ریز اتفاق می افتد. همچنین در نتیجه نوشکلی کاهش موزایک بلورها کوچک تر می شوند. این فرآیند به محیط دیاژنز متئوریک نسبت داده شده است [۱۳ و ۲۷]. در این مطالعه نوشکلی بیشتر از نوع افزایشی است. نوشکلی در تمام رخساره های گل و دانه پشتیبان از قبیل لاگون، پشته سدی و دریای باز قابل تشخیص است و در برخی موارد سبب کاهش کیفیت مخزنی در بخش بالایی سازند سروک شده است (شکل G-۶).

۵-۸- آشفستگی زیستی

واژه آشفستگی زیستی به معنای کلیه جابجایی ها بین رسوبات و خاک های تولید شده و یا در واقع به هم ریختگی رسوبات به واسطه فعالیت گیاهان و جانوران است [۲۵]. در توالی مورد مطالعه این فرآیند در رخساره لاگون و دریای باز سازند سروک به صورت قابل ملاحظه دیده می شود (شکل H-۶). همچنین در رخساره عمیق سازند سروک باعث تغییر جهت یابی سوزن های اسفنجی شده است. آشفستگی زیستی در این مطالعه تاثیر محسوسی بر کیفیت مخزنی نداشته است.

۵-۹- پیریتی شدن

پیریت ها غالباً در سنگ های رسوبی از منشا دیاژنز هستند، اما در زمان فرسایش و همزمان با رسوبگذاری هم رخ داده اند [۲۲]. در توالی مورد مطالعه فرآیند پیریتی شدن به شکل های گوناگون و البته پراکنده در بخش بالایی سازند سروک در رخساره

های گل پشتیبان لاگون و دریای باز به خوبی دیده می شوند. پیریت ها در زمینه سنگ، آلومک ها، زمینه میکرایتی و یا روی سیمان کلسیتی قابل رویت هستند (شکل I-۶). در این مطالعه با توجه به تفاسیر ذکر شده پیریتی شدن تاثیر زیادی بر روی کیفیت مخزنی نداشته است و بدون تاثیر در نظر گرفته شده است.

۱۰-۵- هماتی شدن

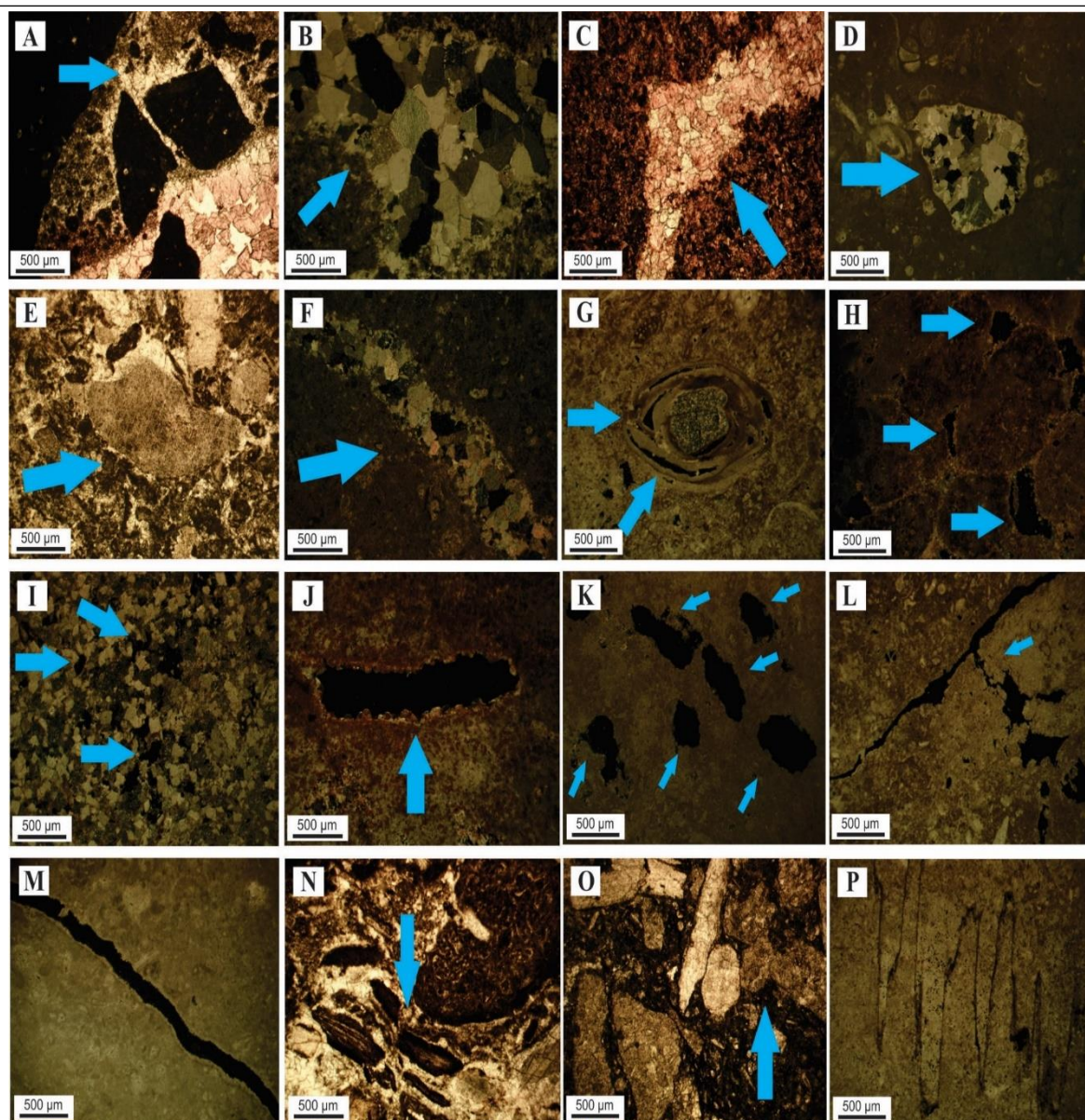
هماتی شدن در بخش بالایی سازند سروک به خوبی قابل مشاهده است و محصول دیاژنز تدفینی است [۴۵]. در مطالعات پتروگرافی اکسیدهای آهن جانشین کربنات کلسیم شده اند و در بین آلومک ها، امتداد استیلولیت ها و رگچه های انحلالی قابل مشاهده اند (شکل J-۶ و F-۷). انحلال کانی های رسی می تواند یکی از منابع مهم برای تشکیل آهن در سازند سروک باشد. هماتی شدن تاثیر ویژه ای بر روی کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک نداشته است.

۱۱-۵- فسفاتی شدن

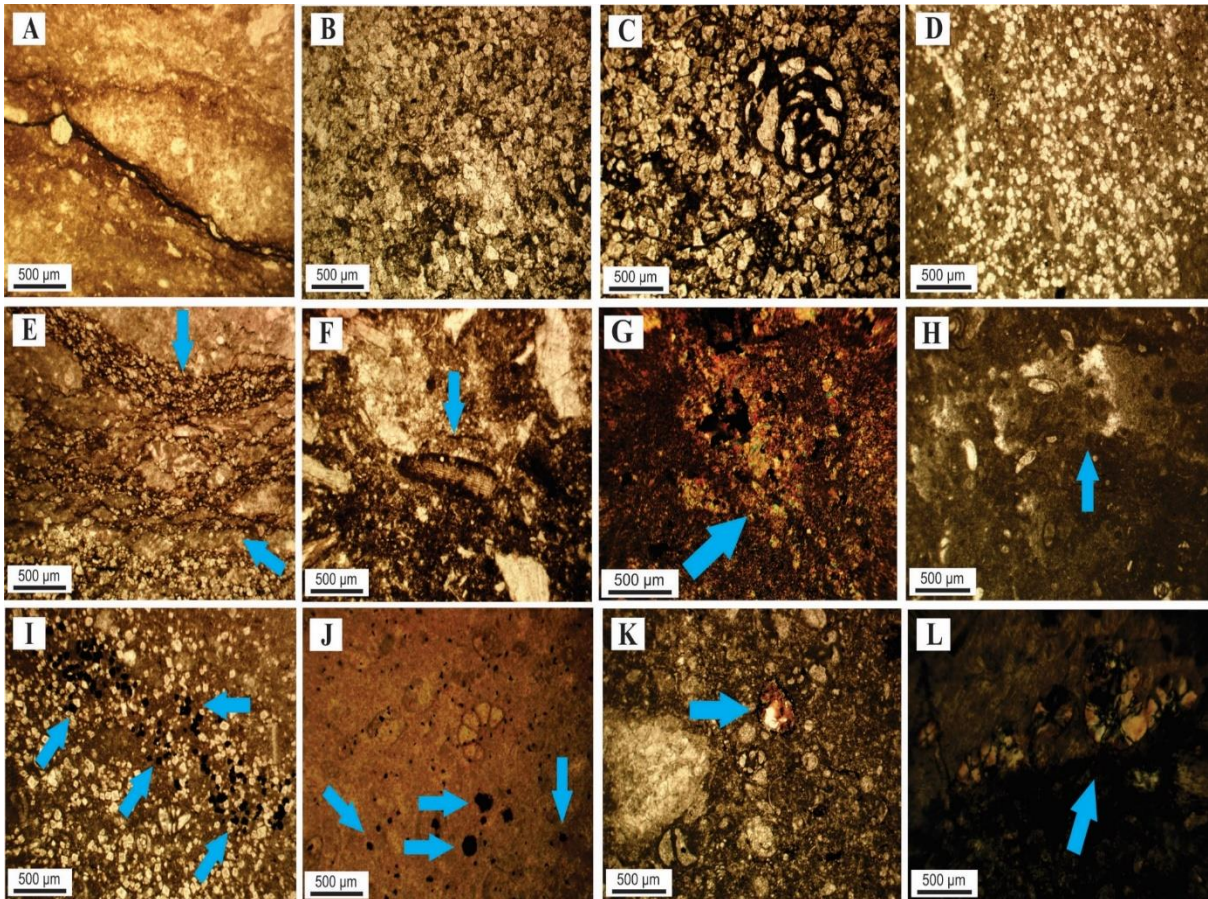
کانی های فسفاتی دیاژنزی به صورت توده های گرهکی بدون وجه، سیمان یا جانشینی مشاهده می شوند. فسفاتی شدن در رخساره های سازند سروک مانند لاگون، پشته سدی و به خصوص رخساره دریای باز دیده می شود. ذرات فسفاتی در این مطالعه جایگزین ساختمان های کربناتی، اسکلتی و غیراسکلتی شده اند (شکل K-۶). با بررسی های صورت گرفته این فرآیند تاثیری بر کیفیت مخزنی توالی مورد مطالعه نداشته است.

۱۲-۵- سیلیسی شدن

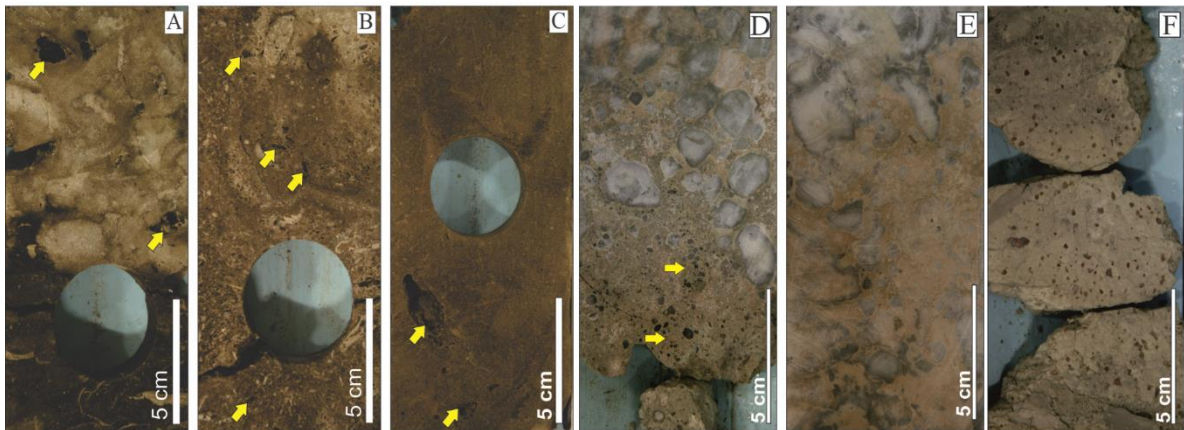
بخش زیادی از رسوبات در سنگ های آهکی دریایی کم عمق و عمیق تحت تاثیر این فرآیند قرار میگیرند. این فرآیند غالبا محصول دیاژنز تدفینی است [۴۱]. در توالی مورد مطالعه سیلیسی شدن تنها در رخساره عمیق و کم عمق دریای باز رویت شده است. سیلیسی شدن عمدتاً جایگزین تخلخل ها و بعضاً آلومک ها شده است (شکل L-۶). این فرآیند با توجه به این که گسترش زیادی در توالی مورد مطالعه نداشته است نمی تواند تاثیر گذار بر کیفیت مخزنی باشد.



شکل ۵- انواع فرآیندهای دیاژنزی سازند سروک، (A) سیمان حاشیه ای هم ضخامت. عمق ۲۸۲۵/۵۰ متری، XPL، (B) سیمان کلسیتی بلوکی. عمق ۲۸۴۸ متری، PPL، (C) سیمان کلسیتی هم بعد. عمق ۲۸۵۸ متری، XPL، (D) سیمان دروزی. عمق ۲۸۰۰ متری، PPL، (E) سیمان رشد اضافی هم محور. عمق ۲۹۴۹/۵۰ متری، XPL، (F) سیمان رگه پرکن. عمق ۲۷۳۴ متری، PPL، (G) تخلخل درون دانه ای. عمق ۲۷۶۰/۶۰ متری، PPL، (H) تخلخل بین دانه ای. عمق ۲۸۸۷ متری، PPL، (I) تخلخل بین بلوری. عمق ۲۸۱۱ متری، PPL، (J) تخلخل قالبی. عمق ۲۷۳۵ متری، PPL، (K) تخلخل حفره ای. عمق ۲۷۷۱ متری، PPL، (L) شکستگی. عمق ۲۷۶۲ متری، PPL، (M) شکستگی. عمق ۲۷۵۲ متری، PPL، (N) تراکم مکانیکی. عمق ۲۷۹۸ متری، XPL، (O) تماس طولی. عمق ۲۸۶۴ متری، XPL، (P) استیلولیت. عمق ۲۷۷۷ متری، XPL.



شکل ۶- انواع فرایندهای دیاژنزی سازند سروک، (A) رگچه های انحلالی. عمق ۲۷۳۷ متری، XPL، (B) دولواسپارایت. عمق ۲۸۴۵ متری، XPL، (C) دولومیتی شدن زمینه سنگ. عمق ۲۸۱۶ متری، XPL، (D) دولومیت های پراکنده در زمینه آهکی. عمق ۲۷۳۲ متری، XPL، (E) دولومیت های مرتبط با استیلولیت. عمق ۲۸۵۱/۸۰ متری، XPL، (F) میکرایتی شدن. عمق ۲۷۵۰ متری، XPL، (G) نوشکلی. عمق ۲۹۱۷ متری، XPL، (H) آغشتگی زیستی. عمق ۲۷۶۷ متری، XPL، (I) پیریتی شدن. عمق ۲۸۳۱ متری، XPL، (J) هماتیته شدن. عمق ۲۷۳۸ متری، XPL، (K) فسفاتی شدن. عمق ۲۸۵۴ متری، XPL، (L) سیلیسی شدن. عمق ۲۷۴۹ متری، XPL.



شکل ۷- تصاویر انواع مغزه مورد مطالعه بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه، تصاویر (A) حفرات غیرمرتبط، (B) منافذ انحلالی، (C) حفرات مرتبط، (D,E) فرآیند برشی شدن و تشکیل خاک های دیرینه در ناپیوستگی سنومانین - تورونین و (F) آغشتگی به اکسید آهن در ناپیوستگی تورونین میانی

۶- توالی دیاژنزی

توالی دیاژنزی بیانگر زمان تاثیر فرآیندهای دیاژنزی می باشد. با توجه به بررسی های صورت گرفته در بخش بالایی سازند سروک فرآیندهای دیاژنزی در سه زمان ائوژنز، مزوژنز و تلوژنز به وقوع پیوسته اند. ائوژنز نخستین مرحله می باشد که به دو صورت محیط دریایی و متئوریک رخ داده است. در محیط دیاژنز دریایی با فرآیندهای دیاژنزی آشفستگی زیستی، میکرایتی شدن و سیمان حاشیه ای هم ضخامت آغاز می شود. در محیط دیاژنز جوی یا متئوریک رسوبات تحت تاثیر آب های جوی قرار گرفته اند و فرآیندهای دیاژنزی انحلال، دولومیتی شدن، نوشکلی، تراکم، شکستگی و انواع سیمان بلوکی، هم بعد، دروزی و هم محور رخ داده است. پس از مرحله ائوژنز رسوبات تحت تاثیر مرحله مزوژنز قرار گرفته اند و در این مرحله دما، فشار و عمق بر روی رسوبات تاثیر گذار بوده اند. در این مرحله در محیط دیاژنز تدفینی برخی فرآیندهای دیاژنزی مانند، سیمان رگه پرکن، هماتیستی شدن، پیریتی شدن، سیلیسی شدن و فسفاتی شدن تشکیل شده اند. آخرین مرحله تلوژنز است که در این مرحله بالا آمدگی ها به وجود آمده اند و در نتیجه فرآیندهای تکتونیکی شکستگی ها ایجاد شده اند. در شکل ۸ توالی دیاژنزی و تاثیر فرآیندهای دیاژنزی بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک مشاهده می شود.

Time Diagenetic environments	Eogenesis		Mesogenesis		Telogenesis
	Marine	Meteoritic	Burial		
			Shallow	Deep	
Diagenetic processes					Uplift
Micritization	—				
Bioturbation	—				
Dissolution		—			
Neomorphism		—			
Isopachous cement	—				
Blocky cement		—			
Equant cement		—			
Drusy cement		—			
Syntaxial overgrowth		—			
Vein cement				—	
Mechanical compaction		—			
Dissolution seams		—			
Stylolitization		—			
Fracturing		—			
Dolomitization		—			
Phosphatization		—			
Hematitization		—			
Pyritization		—			
Silicification		—			
Legend	Porosity reduction	Porosity enhancement	Uncertain effect		

شکل ۸- توالی دیاژنزی بخش بالایی سازند سروک با نگرش تاثیرات کیفیت مخزنی در میدان نفتی مورد مطالعه

۷- چینه نگاری سکansı

چینه نگاری سکansı در تشریح و تفسیر تغییرات سطح آب دریا و اکتشاف مواد هیدروکربنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و علاوه بر این توانایی دارد تا تغییرات سنگ شناسی زیرزمینی را تشخیص دهد [۴۲]. به طور اساسی پراکندگی جانبی رخساره های رسوبی مربوط به محیط رسوبی می باشد، در صورتی که برهم انباشت قائم رخساره ها توسط تغییرات سطح آب دریا تعیین می شود و بازتابی از چینه نگاری سکansı است [۴۰]. به عبارت دیگر چینه نگاری سکansı سرگذشت رسوبگذاری، فرسایش و تغییرات سطح آب دریا در ناحیه را مشخص می کند [۱۶]. در این مطالعه ۳ سکانس رسوبی درجه سوم برای بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه شناسایی شده است. در بخش زیر به تشریح سکانس های رسوبی در چاه مورد مطالعه پرداخته شده است.

سکانس رسوبی ۱

این سکانس به ضخامت ۱۴۵ متر از سنگ آهک، آهک دولومیتی، دولومیت آهکی و میان لایه های نازک آهک رسی تشکیل شده است. شروع این سکانس با دسته رخساره سیستم تراکت پیشرونده (TST) به ضخامت ۹۷ متر با ریزرخساره پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی محیط لاگون آغاز و با ریزرخساره های محیط پشته سدی ادامه و به ریزرخساره های محیط دریای باز ختم می گردد. حداکثر سطح غرقابی (MFS) توسط ریز رخساره پکستون حاوی خارپوستان در محیط دریای باز مشخص می شود که نسبت روزن داران شناور به کف زی در بدنه این ریزرخساره به بیشترین مقدار خود می رسد و بر روی این سطح دسته رخساره سیستم تراکت فرازین (HST) قرار دارد که افزایش تدریجی فضای رسوبگذاری را نشان می دهد. سیستم تراکت فرازین (HST) به ضخامت ۴۸ متر با ریزرخساره پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی محیط لاگون آغاز و به ریزرخساره وکستون حاوی روزن داران کف زی محیط لاگون ختم می شود. در این سیستم تراکت رخساره لاگون، پشته سدی و غالباً دریای باز کم عمق دیده می شود که ضخامت رخساره لاگون مشهود است. مرز بالایی این سکانس به دلیل عدم وجود شواهد خروج از آب با مرز سکانسی نوع دوم محصور می باشد. این مرز با ریزرخساره وکستون حاوی روزن داران کف زی که نشان دهنده بیشترین کم عمق شونده در این دسته رخساره است مشخص می گردد (شکل ۱۱). این سکانس رسوبی با توجه به محتوای روزن داران، معادل زیست زون شماره ۲۵ (نزازاتا - آلوئولینیده) معرفی شده توسط [۴۷] به سن سنومانین میانی است [۱۱ و ۳۷ و ۳۸] و حداکثر سطح غرقابی (MFS) در آن را می توان معادل حداکثر سطح غرقابی K130 در صفحه عربی در نظر گرفت [۴۲]. مشابه این سکانس رسوبی برای بخش بالایی سازند سروک در میادین نفتی جنوب غربی ایران توسط [۱۱ و ۳۷ و ۳۸ و ۴۳] مورد مطالعه قرار گرفته شده است.

سکانس رسوبی ۲

این سکانس در بالای سکانس رسوبی ۱ به ضخامت ۱۰۰ متر و شامل تناوبی از سنگ آهک، آهک دولومیتی و دولومیت آهکی است. شروع این سکانس با سیستم تراکت پیشرونده (TST) به ضخامت ۲۸ متر است که با ریزرخساره پکستون حاوی خارپوستان محیط شیب دریای باز آغاز و به ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی دریای باز عمیق ختم می گردد. این سیستم تراکت فقط شامل ریزرخساره های محیط دریای باز است. حداکثر سطح غرقابی (MFS) توسط ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی دریای باز مشخص می شود. بر روی این سطح دسته رخساره سیستم تراکت فرازین (HST) قرار دارد. این سیستم تراکت شامل رخساره های لاگون و پشته سدی است که با ریزرخساره وکستون تا پکستون بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی محیط لاگون آغاز و با ریزرخساره های پشته سدی و لاگون ادامه و به مادستون های دولومیتی پهنه جزر و مدی منتهی می شود. ضخامت این سکانس ۷۲ متر است. فرآیند دولومیتی شدن در بالاترین بخش این سکانس رسوبی در روند کم عمق شونده سطح آب دریا رخ داده است. مرز زیرین این سکانس با مرز سکانسی نوع دوم محصور می باشد و نشان دهنده کم عمق تر شدن حوضه رسوبی و در نتیجه تغییر در رژیم رسوبگذاری است، اما مرز بالایی این سکانس با مرز سکانسی نوع اول مشخص می شود که نشان دهنده ناپیوستگی سنومانین - تورونین است (شکل ۱۱). ناپیوستگی سنومانین - تورونین در جنوب غربی ایران و صفحه عربی براساس دیاپیرسم نمک و حرکت های گسل زیرزمینی تشکیل شده است [۲۵]. این ناپیوستگی، بر پایه یک رخنمون تحت الجوی به عنوان ناپیوستگی کوتاه مدت تکتونیکی شناسایی می شود [۱۱]. این مرز سکانسی در واقع پسروی شدید آب دریا در انتهای سنومانین را نشان می دهد به طوری که رسوبات دریای باز تورونین با یک پیشروی بر روی رسوبات فرسایش یافته مانند تشکیل خاک های دیرینه و

برشی شدن (شکل V-D, E) و مادستون های دولومیتی پهنه جزر ومدی انتهای سنومانین ته نشین شده اند. این سکانس رسوبی دربرگیرنده زیست زون شماره ۲۵ (نزازاتا - آلئولینیده) ارائه شده توسط [۴۷] به سن سنومانین پسین می باشد [۱۱ و ۳۷ و ۳۸] و حداکثر سطح غرقابی (MFS) در آن را می توان با حداکثر سطح غرقابی K140 در صفحه عربی مقایسه کرد [۴۲]. مشابه این سکانس رسوبی برای بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین نفتی فروافتادگی دزفول توسط [۳۷ و ۴۳] معرفی گردیده است.

سکانس رسوبی ۳

این سکانس در بالاترین قسمت سازند سروک به ضخامت ۲۴ متر شامل سنگ آهک دولومیتی، حاوی رس و فاقد رس است. شروع این سکانس با دسته رخساره سیستم تراکت پیشرونده (TST) به ضخامت ۱۶ متر است که با ریزرخساره وکستون تا پکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی محیط دریای باز کم عمق آغاز و به ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی دریای باز عمیق ختم می گردد. حداکثر سطح غرقابی (MFS) توسط ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران شناور و کف زی دریای باز است. پس از ته نشست شدن ریزرخساره های رسوبی سیستم تراکت پیشرونده (TST)، آب دریا به حالت سکون نسبی در آمده و در این مرحله ریزرخساره های رسوبی سیستم تراکت فرازین (HST) نهشته شده است. سنگ های تشکیل دهنده سیستم تراکت فرازین (HST) به ضخامت ۸ متر از ریزرخساره های لاگونی می باشند که با ریزرخساره وکستون حاوی روزن داران کف زی آغاز و به ریزرخساره پکستون پلوئیدی بایوکلاستی حاوی روزن داران کف زی ختم می شود. مرز زیرین و بالایی این سکانس با مرز سکانسی نوع اول محصور می باشد. مرز بالایی این سکانس نیز فرسایشی است که نشانگر پایین آمدن سطح آب دریا برای زمان طولانی و پدید آمدن مرز ناپیوستگی نوع اول است و به دلیل شواهد خروج از آب و فرسایش گسترده رسوبات در زیر بخش لافان به سن کنیاسین بر روی سازند سروک قرار می گیرد (شکل ۱۱). این سطح ناپیوستگی در میدان نفتی مورد نظر با اکسیدهای آهن در مغزه به خوبی مشخص است (شکل V-F). ضخامت کم این سکانس رسوبی می تواند به دلیل تاثیر فرسایش در تورونین میانی باشد که در راس این سکانس رسوبی قرار گرفته است و به عنوان یک ناپیوستگی بلند مدت شناسایی می شود. این ناپیوستگی می تواند به دلیل فرورانش افیولیت ها در مجاورت شمال شرقی صفحه عربی تشکیل شده باشد [۴۲]. این سکانس رسوبی با توجه به محتوای روزن داران، قابل انطباق با زیست زون شماره ۲۹ (نزازاتینلا - دی سیکلینا) ارائه شده توسط [۴۷] می باشد و سن آن تورونین در نظر گرفته شده است [۱۱ و ۳۷ و ۳۸] و حداکثر سطح غرقابی (MFS) در آن از لحاظ سنی قابل انطباق با حداکثر سطح غرقابی K140 در صفحه عربی می باشد [۴۲]. مشابه این سکانس رسوبی برای بخش بالایی سازند سروک در جنوب غربی ایران توسط [۳۷ و ۳۸ و ۴۳] تفسیر شده است.

۸- کیفیت مخزنی

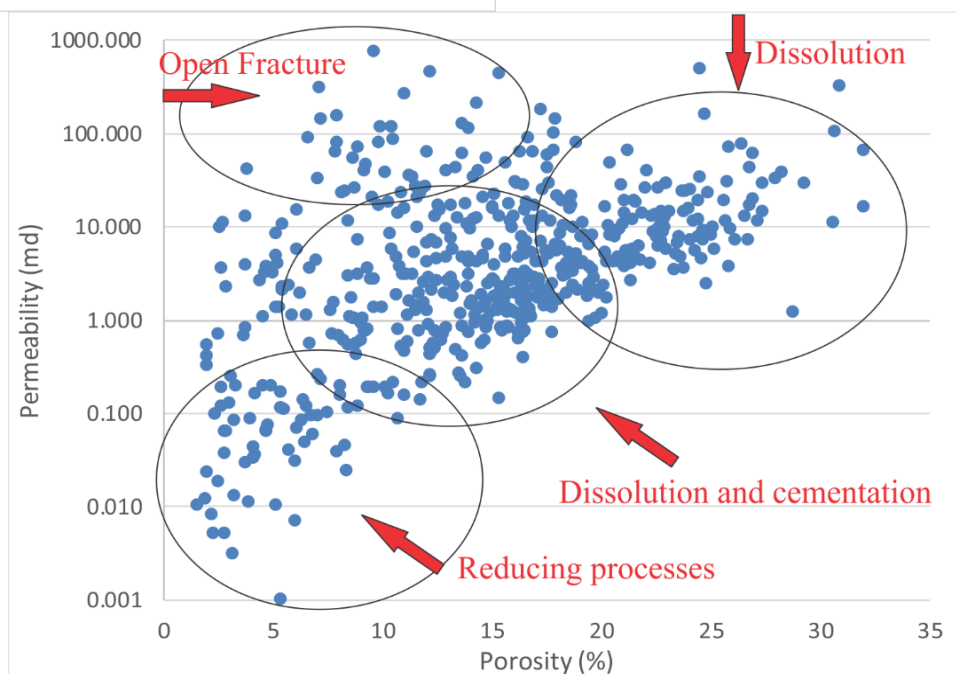
تغییرات سطح آب دریا از آلبین تا تورونین، فعالیت زمین ساختی و وجود آب و هوای گرم و مرطوب، تاثیر زیادی بر گسترش رسوبات، فرآیندهای دیاژنزی و انحلال قابل توجه که در نهایت سبب افزایش کیفیت مخزنی به خصوص در واحدهای کربناته گل پشתיبان ناحیه خاورمیانه و به ویژه جنوب غربی ایران شده است [۳۲ و ۴۳]. فرآیندهای جوی تاثیر ویژه ای بر روی سازند سروک در زمان ناپیوستگی های تورونین میانی و سنومانین - تورونین داشته اند [۳۷ و ۳۸]. با توجه به ضخامت کم ناپیوستگی تورونین میانی و رخساره های گل پشתיبان آن فرآیندهای انحلال و سیمانی شدن گسترش زیادی ندارند. اما در زیر ناپیوستگی سنومانین - تورونین به طور معمول انحلال و سیمانی شدن گسترده مشاهده می شود. این ناپیوستگی نقش مهمی در تشکیل

مخازن نفتی به ویژه در ناحیه دشت آبادان و فروافتادگی دزفول داشته است [۳۳]. رخساره های رسوبی یکی از مهمترین عوامل کنترل کننده تخلخل و تراوایی در مخازن غیرکلاستیک می باشند [۳۴]. برای بررسی بهتر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک، داده های تخلخل و تراوایی مغزه بررسی گردید (جدول ۲). در این مطالعه رخساره پشته سدی بالاترین مقدار تخلخل و تراوایی را در بین رخساره ها دارد. از جمله عوامل موثر که در این رخساره نقش داشته می توان به شکستگی های فراوان، تخلخل های حفره ای، بین دانه ای، درون دانه ای و توالی حاوی رودیست اشاره کرد و مضاف بر این فرآیند سیمانی شدن در آن کم تر دیده می شود و بخش مخزنی بخش بالایی سازند سروک می باشد. در رخساره لاگون وجود شکستگی ها و تخلخل های گوناگون در مقابل تراکم شیمیایی مانند استیلولیت ها و سیمان های متئوریک و تدفینی باعث شده کیفیت مخزنی این رخساره متوسط باشد. هرچند که در بخش هایی وجود شکستگی های باز سبب افزایش تراوایی در این رخساره شده است (شکل ۹). رمپ میانی شامل شیب دریای باز با کیفیت مخزنی ضعیف به خوب و دریای باز کم عمق با کیفیت مخزنی ضعیف می باشد. از مواردی که کیفیت مخزنی آن را کم کرده می توان به تخلخل های حفره ای مجزا، دولومیتی شدن و تراکم اشاره کرد. رخساره رمپ خارجی کیفیت مخزنی ضعیفی را نشان داده است. دولومیتی شدن یکی از مهمترین فرآیندهای کاهش دهنده کیفیت مخزنی این رخساره بوده است. رخساره پهنه جزر و مدی در بالاترین بخش سازند سروک در تورونین کم ترین کیفیت مخزنی را در مخزن مورد مطالعه داشته است. از بین ریزرخساره ها، ریزرخساره گرینستون حاوی رودیست و خارپوست در رخساره پشته سدی بهترین و ریزرخساره مادستون دولومیتی ضعیف ترین کیفیت مخزنی را در مخزن مورد مطالعه دارا می باشد (شکل ۹ و جدول ۲). با توجه به فرآیندهای دیاژنزی رخ داده فرآیندهای انحلال، شکستگی مهمترین عوامل افزایش دهنده مقدار تخلخل و تراوایی بوده اند و در مقابل سیمانی شدن، تراکم و دولومیتی شدن مهمترین عوامل کاهش دهنده این مقدار بوده اند. براساس فرآیندهای دیاژنزی می توان کیفیت مخزنی را در سه گروه مختلف مورد مطالعه قرار داد. در فواصلی که انحلال و شکستگی غالب است و سیمانی شدن و تراکم ناچیز است کیفیت مخزنی بالا است. در فواصلی که هردو عامل افزایش دهنده و کاهش دهنده کیفیت مخزنی وجود دارند کیفیت مخزنی متوسط می باشد. در قسمت هایی که سیمانی شدن غالب است و فرآیندهای افزایش دهنده کیفیت مخزنی کم هستند کیفیت مخزنی پایین است. همچنین در فواصلی که فرآیند انحلال به همراه دولومیتی شدن دیده می شود کیفیت مخزنی کاهش داشته است. دلیل آن می توان عدم گسترش دولومیت ها و وجود تخلخل های غیرمرتبط باشد (شکل ۱۰ و ۱۱).

چینه نگاری سکانشی نقش مهمی در توسعه مخازن کربناته دارد [۳۴]. در این مطالعه در سکانس رسوبی ۱ فرآیند انحلال گسترش خوبی دارد و در مقابل فرآیندهای کاهش دهنده کیفیت مخزنی به مقدار کم تری دیده می شود و می توان این سکانس را به عنوان سکانس مخزنی بخش بالایی سازند سروک در نظر گرفت. سکانس رسوبی ۲ در فواصلی انواع تخلخل به ویژه حفره ای و ریزرخساره های حاوی رودیست دیده می شود که باعث بالارفتن کیفیت مخزنی در این سکانس شده است. همچنین در بخش هایی سیمانی شدن، تراکم و دولومیتی شدن باعث انسداد تخلخل و تراوایی شده است، اما در مجموع این سکانس رسوبی دارای کیفیت مخزنی متوسط تا خوب است. در سکانس رسوبی ۳ فرآیندهای دیاژنزی شاخص شامل دولومیتی شدن و تراکم است که وجود فرآیندهای کاهش دهنده سبب شده تا این سکانس از لحاظ دیاژنزی فاقد تاثیر مثبت در کیفیت مخزنی باشد. در شکل ۱۱ توزیع ریزرخساره ها، کمربندهای رخساره ای، فرآیندهای دیاژنزی، و چینه نگاری سکانشی در چاه مورد مطالعه نمایش داده شده است.



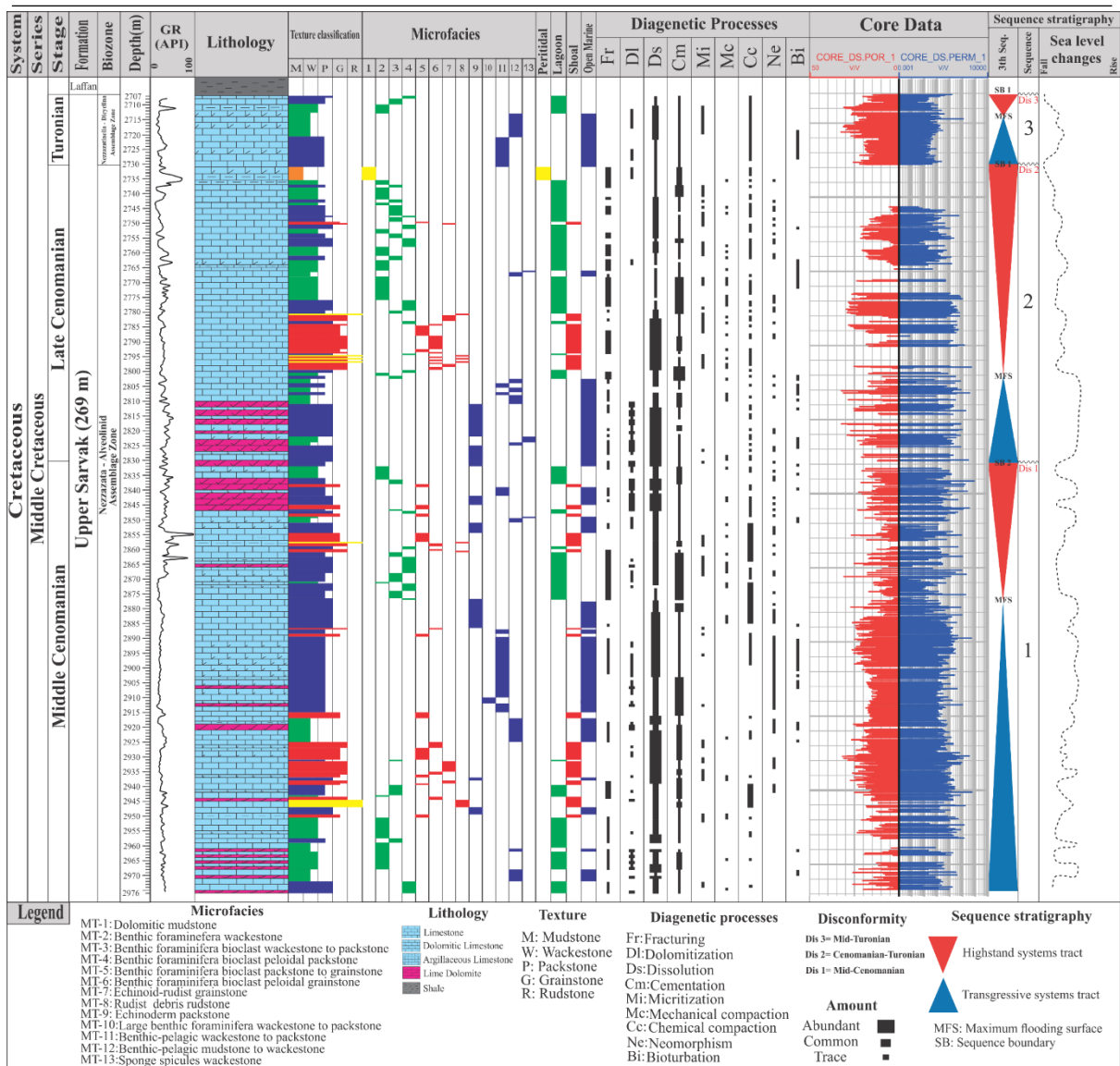
شکل ۹- تاثیرات عوامل رسوبی بر نمودار تخلخل و تراوایی بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه، (A) بافت رسوبی، (B) ریزرخساره ها، (C) کمربندهای رخساره ای.



شکل ۱۰- تاثیرات فرآیندهای دیاژنزی بر نمودار تخلخل و تراوایی بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه

جدول ۲- کیفیت مخزنی ریزرخساره ها و سیستم تراکت های بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه (درصد فراوانی: ف) فراوان، (ر) رایج، (ن) نادر)

تراوایی هوا (md)	تخلخل هلیوم (%)	کیفیت مخزنی	نوع تخلخل غالب	فرآیندهای دیاژنزی غالب	سکانس رسوبی	سیستم تراکت	ریز رخساره
۱/۵۸	۶/۳۴	ضعیف	حفره ای (ن)	سیمانی شدن (ر)، شکستگی (ر)، دولومیتی شدن (ن)، تراکم شیمیایی (ن) و انحلال (ن)	۲	HST	۱
۱۴/۳۸	۱۲/۱۲	متوسط	حفره ای (ر) و قالبی (ن)	شکستگی (ر)، انحلال (ر)، سیمانی شدن (ر)، میکرایتی شدن (ن) و تراکم مکانیکی و شیمیایی (ن)	۳-۲-۱	HST/TST	۲
۱۶/۷۷	۱۶/۲۳	متوسط	حفره ای (ر) و درون دانه ای (ر)	انحلال (ر)، شکستگی (ر)، سیمانی شدن (ر)، تراکم مکانیکی و شیمیایی (ر)	۳-۲-۱	HST/TST	۳
۱۰/۳۱	۱۳/۵۰	متوسط	بین دانه ای (ر) و قالبی (ن)	سیمانی شدن (ف)، تراکم مکانیکی و شیمیایی (ر)، شکستگی (ر)، انحلال (ر) و میکرایتی شدن (ن)	۳-۲-۱	HST	۴
۱۷/۸۲	۱۴/۷۵	متوسط	بین دانه ای (ف) و درون دانه ای (ر)	انحلال (ف)، سیمانی شدن (ر) و تراکم شیمیایی (ر)	۲-۱	HST/TST	۵
۲۱/۶۴	۱۵/۳۵	خوب	حفره ای (ف) و بین دانه ای (ر)	انحلال (ر) و سیمانی شدن (ن)	۲-۱	HST/TST	۶
۵۴/۰۵	۱۹/۷۷	خوب	حفره ای (ف) و بین دانه ای (ر)	انحلال (ف)، سیمانی شدن (ن) و تراکم شیمیایی (ن)	۲-۱	HST/TST	۷
۲۱/۳۶	۱۱/۵۲	خوب	حفره ای (ر)	انحلال (ف) و سیمانی شدن (ر)	۲-۱	HST/TST	۸
۳۱/۰۳	۱۵/۱۷	خوب	بین دانه ای (ف) و درون دانه ای (ر)	انحلال (ف)، دولومیتی شدن (ر)، تراکم مکانیکی (ر) و شکستگی (ن)	۲-۱	TST/HST	۹
۳/۰۸	۱۸/۵۵	ضعیف	درون دانه ای (ر) و حفره ای (ر)	سیمانی شدن (ف)، انحلال (ر) و نوشکلی (ن)	۱	TST	۱۰
۵/۷۲	۱۴/۷۷	ضعیف	بین بلوری (ف) و حفره ای (ر)	آشفتگی زیستی (ر) دولومیتی شدن (ر)، سیمانی شدن (ر)، نوشکلی (ر)، انحلال (ن) و تراکم شیمیایی (ن)	۳-۲-۱	TST	۱۱
۱۱/۷۷	۱۵/۴۰	ضعیف	بین بلوری (ر) و حفره ای (ر)	آشفتگی زیستی (ر) دولومیتی شدن (ر)، تراکم شیمیایی (ر)، سیمانی شدن (ر)، انحلال (ر) و میکرایتی شدن (ن)	۳-۲-۱	TST	۱۲
۴/۰۴	۱۰/۸۶	ضعیف	درون دانه ای (ر) و بین بلوری (ن)	سیمانی شدن (ر)، آشفتگی زیستی (ر)، دولومیتی شدن (ر) و انحلال (ن)	۲-۱	TST	۱۳



شکل ۱۱- توزیع ریزرخساره، رخساره، فرآیندهای دیاژنزی، تخلخل و تراوایی، چینه نگاری سکانسی و تغییرات سطح آب در بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه

۹- نتیجه گیری

براساس مطالعات پتروگرافی ۱۳ ریزرخساره تعیین گردید. ریزرخساره های مورد مطالعه از لحاظ اندازه دانه، سطح انرژی، اجزای اسکلتی و غیراسکلتی مورد مطالعه قرار گرفت و با ریزرخساره های استاندارد تعیین شده توسط فلوجل مطابق داده شد. باتوجه به این ویژگی ها ریزرخساره در قالب ۴ کمربند رخساره پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته سدی و دریای باز در یک رمپ کربناته هموکلینال یا هم شیب توصیف شد. ریزرخساره های دریای باز با فراوانی ۴۳ درصد بیشترین گسترش و رخساره پهنه جزر و مدی با ۲ درصد کم ترین گسترش را داشته اند. از بین ریزرخساره ها وکستون حاوی روزن داران کف زی در محیط لاگون با ۱۷ درصد و ریزرخساره های وکستون تا پکستون حاوی روزن داران کف زی بزرگ و وکستون حاوی سوزن های اسفنجی با ۱ درصد در رخساره دریای باز کم ترین گسترش را داشته اند. در مطالعات فرآیندهای دیاژنزی به طور کلی سیمانی شدن، تراکم و دولومیتی شدن نقش اصلی در کاهش کیفیت مخزنی و انحلال و شکستگی دلیل عمده افزایش کیفیت

مخزنی بخش بالایی سازند سروک بوده است. سیمانی شدن به غیر از سیمان های دریایی نقش مهمی در بستن تخلخل های حاصل از انحلال داشته که در نتیجه سبب کاهش کیفیت مخزنی شده است. تراکم با منسدد کردن خلل و فرج و دولومیتی شدن به دلیل پراکنده بودن در زمینه گل پشتیبان و همراهی با استیلولیت ها و رگچه های انحلالی نقش مهمی در کاهش کیفیت مخزنی سازند سروک داشته اند. انحلال سبب ایجاد انواع تخلخل های حفره ای شده است و شکستگی هایی که توسط سیمان پر نشده اند مهمترین عوامل افزایش دهنده کیفیت مخزنی هستند. فرآیندهای دیاژنزی دیگر مانند میکرایتی شدن، نوشکلی، آشفستگی زیستی، پیریتی شدن، هماتیتی شدن، فسفاتی شدن و سیلیسی شدن بدون تاثیر قابل ملاحظه بر کیفیت مخزنی این سازند هستند. در بخش بالایی سازند سروک ۳ سکانس رسوبی رده سوم شناسایی شده است. سکانس رسوبی ۱ با مرز نوع دوم و سکانس ۲ و ۳ با مرز از نوع اول به اتمام می رسند. در سکانس رسوبی ۱ فرآیند انحلال غالب بوده و کیفیت مخزنی خوبی دارد و به عنوان سکانس مخزنی در نظر گرفته شده است. سکانس رسوبی ۲ فرآیند انحلال در بخش هایی بیشتر از سیمانی شدن است و در کل این سکانس کیفیت مخزنی متوسط به خوبی نشان داده و در نهایت سکانس رسوبی ۳ که در زمان تورنین است که کیفیت مخزنی خوبی ندارد و از بالا به شیل های لافان می رسد. در نهایت با استفاده از داده های تخلخل و تراوایی مغزه، کیفیت مخزنی هر رخساره و ریزرخساره تعیین گردید. بر این اساس رخساره های پشته سدی و دریای باز به سمت خشکی بهترین و رخساره پهنه جزر و مدی ضعیف ترین کیفیت مخزنی را دارا است. از بین ریزرخساره ها گریستون حاوی رودیست و خارپوست بهترین کیفیت مخزنی و ریزرخساره مادستون دولومیتی ضعیف ترین کیفیت مخزنی را شامل می می شود. در مطالعات صورت گرفته با توجه به پراکندگی ویژگی های مخزنی نشان داد بخش بالایی سازند سروک تحت تاثیر فرآیندهای دیاژنزی در چارچوب ویژگی های رسوبی می باشد.

سپاس و قدردانی

در اینجا لازم است از شرکت مهندسی و توسعه نفت (متن) به دلیل در اختیار قرار دادن اطلاعات میدان نفتی مورد مطالعه جهت نوشتن مقاله تشکر و قدردانی گردد. همچنین از داوران مقاله آقایان دکتر عزیزاله طاهری و دکتر محمود برگریزان قدردانی می گردد.

منابع

- [۱] اسدی همماندوستی، ا.، اسدی، ا.، ۱۳۹۶، مطالعه خصوصیات مخزنی سازند سروک و تعیین مرز آن با سازند ایلام به طریق ژئوشیمیایی در تاقدیس چناره، جنوب لرستان: مجله پژوهش های دانش زمین، سال هشتم، شماره ۲۹، صفحه ۱۰۳ تا ۱۳۵.
- [۲] شاهوردی، ن.، رحیم پور بناب، ح.، کمالی، م. ر.، اسرافیلی دیزجی، ب.، ۱۳۹۴، محیط رسوبی، دیاژنز و کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در خلیج فارس: مجله علوم زمین، سال بیست و پنجم، شماره ۹۸، صفحه ۵۵ تا ۶۶.
- [۳] فرامرزی، س.، رحیم پور بناب، ح.، رنجبران، م.، ۱۳۹۶، کنترل رخساره ها و فرایندهای دیاژنزی بر کیفیت مخزنی سازند سروک در یکی از میدان های نفتی ناحیه دشت آبادان، جنوب باختر ایران: مجله علوم زمین، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵، صفحه ۱۱۷ تا ۱۳۰.
- [۴] مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، زمین شناسی ایران، چینه شناسی زاگرس: سازمان زمین شناسی کشور، ۵۳۶ صفحه.
- [۵] هنرمند، ج.، اسعدی، ا.، معلمی، س. ع.، عبداللهی فرد، ا.، منیبی، س.، ۱۳۹۵، ریزرخساره ها و محیط رسوبی سازند سروک در یکی از میداین هیدروکربنی جنوب غرب ایران: نشریه علمی - پژوهشی رخساره های رسوبی، ۹ (۲)، صفحه ۱۳۳ تا ۱۵۱.

- [6] ABDOLLAHIE FARD, I., BRAATHEN, 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.
- [7] ADABI, M. H., SALEHI, M. A. and GHABEISHAVI, A., 2010, Depositional Environment, Sequence Stratigraphy and Geochemistry of Lower Cretaceous Carbonates (Fahliyan Formation), South-West Iran: *Journal of Asian Earth Sciences*, **39(3)**, 148–160.
- [8] ADABI, M. H., 2009, Multistage Dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation, Kope-Dagh Basin, N.E. Iran: *Carbonates and Evaporites*, **24(1)**, 16–32.
- [9] ALSHARHAN, A. S. and NAIRN A. E. M., 2003, Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East:., *Elsevier*, Amsterdam, 843.
- [10] ASADI MEHMANDOSTI, E., ADABI, M. H. and WOODS. A., 2013, Microfacies and Geochemistry of the Middle Cretaceous Sarvak Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran: *Sedimentary Geology*, **293**, 9–20.
- [11] ASSADI, A., HONARMAND, J., MOALLEMI, S. A. and ABDOLLAHIE-FARD, I., 2016, Depositional Environments and Sequence Stratigraphy of the Sarvak Formation in an Oil Field in the Abadan Plain, SW Iran: *Facies*, **62(4)**, 1-22.
- [12] BAHROUDI, A. and TALBOT, C. J., 2003, The Configuration of the Basement beneath the Zagros Basin: *Journal of Petroleum Geology*, **26(3)**, 257–282.
- [13] BEIGI, M., JAFARIAN, A., JAVANBAKHT, M., WANAS, H. A., MATTERN, F. and TABATABAEI, A., 2017, Facies Analysis, Diagenesis and Sequence Stratigraphy of the Carbonate-Evaporite Succession of the Upper Jurassic Surmeh Formation: Impacts on Reservoir Quality (Salman Oil Field, Persian Gulf, Iran): *Journal of African Earth Sciences*, **129**, 179–194.
- [14] 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.
- [15] BORDENAVE, M. L. and HEGRE, J. A., 2005, The Influence of Tectonics on the Entrapment of Oil in the Dezful Embayment, Zagros Foldbelt, Iran: *Journal of Petroleum Geology*, **28(4)**, 339–368.
- [16] CATUNEANU, O., 2006, Principles of Sequence Stratigraphy: *Elsevier*, New York, 375.
- [17] CHOQUETTE, P.W. and PRAY, L., 1970, Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **54(2)**, 207–250.
- [18] CHRISTIAN, L., 1997, Cretaceous Subsurface Geology of the Middle East Region: *GeoArabia*, **2(3)**, 239–256.
- [19] DICKSON, J., 1966, Carbonate Identification and Genesis as Reveled by Staining: *Journal of Sedimentary Petrology*, **36(2)**, 491–505.
- [20] DUNHAM, R. J., 1962, Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture, in W. E. Ham, Ed., Classification of Carbonate Rocks: *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 108–121.
- [21] EMBRY, A. F. and J. E. KLOVAN. 1971. A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island, Northwest Territories, Canada. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 19:730–781.
- [22] FLUGEL, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application: (2th Edition). *Springer*, Berlin, 984.
- [23] GHABEISHAVI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., TAHERI, A. and TAATI, F., 2010, Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran: *Journal of Asian Earth Sciences*, **37**, 275-285.
- [24] HAJIKAZEMI, E., AL-AASM, I. S. and CONIGLIO, M., 2010, Subaerial Exposure and Meteoric Diagenesis of the Cenomanian-Turonian Upper Sarvak Formation, Southwestern Iran: *Geological Society*, London, Special Publications, **330(1)**, 253–272.
- [25] 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.
- [26] JAMES, G. A. and WYND, J. G., 1965, Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, **49**, 2182–2245.
- [27] LONGMAN, M. W., 1980, Carbonate Diagenetic Textures from Nearsurface Diagenetic

- Environments: *AAPG*, **64(4)**, 461-487.
- [28] LUCIA, F. J., 2007, Carbonate Reservoir Characterization An Integrated Approach: Second Edition. *Springer*, Berlin, 336.
- [29] MARTÍN-CHIVELET, J., 2003, Quantitative Analysis of Accommodation Patterns in Carbonate Platforms: An Example from the Mid-Cretaceous of SE Spain: *Palaeogeography*, **200**, 83–105.
- [30] MAZZULLO, S. J., 1992, Geochemical and Neomorphic Alteration of Dolomite: A Review: *Carbonates and Evaporites*, **7(1)**, 21–37.
- [31] MEHRABI, H. and RAHIMPOUR-BONAB, H., 2013, Paleoclimate and Tectonic Controls on the Depositional and Diagenetic History of the Cenomanian-Early Turonian Carbonate Reservoirs, Dezful Embayment, SW Iran: *Facies* **60(1)**, 147–167.
- [32] MEHRABI, H., RAHIMPOUR-BONAB, H., ENAYATI-BIDGOLI, A. H. and ESRAFILI-DIZAJI, B., 2014, Impact of Contrasting Paleoclimate on Carbonate Reservoir Architecture: Cases from Arid Permo-Triassic and Humid Cretaceous Platforms in the South and Southwestern Iran: *Journal of Petroleum Science and Engineering*, **126**, 1-68.
- [33] MEHRABI, H., RAHIMPOUR-BONAB, H., ENAYATI-BIDGOLI, A. H. and NAVIDTALAB, A., 2014, Depositional Environment and Sequence Stratigraphy of the Upper Cretaceous Ilam Formation in Central and Southern Parts of the Dezful Embayment, SW Iran: *Carbonates and Evaporites*, **29(3)**, 263–278.
- [34] MOORE, C. H., 2013, Carbonate Reservoirs: Porosity Evolution and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework: *Elsevier*, Amsterdam, 370.
- [35] MORADPOUR, M., ZAMANI, Z. and MOALLEMI, S. A., 2008, Controls on Reservoir Quality in the Lower Triassic Kangan Formation, Southern Persian Gulf: *Journal of Petroleum Geology*, **31(4)**, 367–385.
- [36] NELSON, R., 2001, Geologic Analysis of Naturally Fractured Reservoirs: *Gulf Professional Publishing*, Houston, Texas, 320.
- [37] RAHIMPOUR-BONAB, H., MEHRABI, H., ENAYATI-BIDGOLI, A. H. and OMIDVAR, M., 2012, 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.
- [38] RAHIMPOUR-BONAB, H., MEHRABI, H., NAVIDTALAB, A., OMIDVAR, M.A., ENAYATI-BIDGOLI, SONEI, H.R., SAJJADI, F., AMIRI-BAKHITYAR, H., ARZANI, N. and IZADI-MAZIDI, E., 2013, Palaeo-Exposure Surfaces in Cenomanian - Santonian Carbonate Reservoirs in the Dezful Embayment, SW Iran: *Journal of Petroleum Geology*, **36(4)**, 335–362.
- [39] 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.
- [40] SLATT, R., 2006, Stratigraphic Reservoir Characterization for Petroleum Geologists, Geophysicists, and Engineers: *Elsevier*, Amsterdam, 492.
- [41] SCHOLLE, P. A. and ULMER-SCHOLLE, D. S., 2003, A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis: *AAPG Memoir*, **77**, Color Guide to Petrography of Carbonate Rocks, 460.
- [42] SHARLAND, P. R., ARCHER, R., CASEY, D. M., DAVIES, R. B., HALL, S. H., HEWARD, A. P., HORBURY, A. D. and SIMMONS, M. D., 2001, Arabian Plate Sequence Stratigraphy: *GeoArabia*, Special Publication 2. 371.
- [43] TAGHAVI, A. A., MORK, 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.
- [44] TUCKER, M. E., 2001, Sedimentary Petrology. An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks: 2nd Edition. *Blackwell Science*, 260.
- [45] WEIBEL, R. and FRIIS, H., 2004, Opaque Minerals as Keys for Distinguishing Oxidising and Reducing Diagenetic Conditions in the Lower Triassic Bunter Sandstone, North German Basin: *Sedimentary Geology*, **169**, 129–149.

- [46] WILSON, J. L., 1975, Carbonate Facies in Geologic History: *Springer*, New York, 472.
- [47] WYND, A. G., 1965, Biofacies of the Iranian oil consortium agreement area: (I.O.O.C) Report No.1082, *Unpublished Paper*.
- [48] ZIEGLER, M. A., 2001, Late Permian to Holocene Paleofacies Evolution of the Arabian Plate and Its Hydrocarbon Occurrences: *GeoArabia*, **6(3)**, 445–504.

Interpretation of sedimentary environment and factors affecting reservoir quality in upper Sarvak Formation in one the oil fields of Abadan plain

A. Kiani¹, M.H. Saberi^{2*}, B. Zarenezhad³, E. Asadi Mehmandosti⁴, N. Rahmani⁵

[*Mh.saberi@semnan.ac.ir](mailto:Mh.saberi@semnan.ac.ir)

Received: September 2019, Accepted: October 2019

Abstract

The Sarvak Formation of the Albian-Turonian Formation is one of the most important hydrocarbon reservoirs in south and southwest of Iran. In this study, in order to assess the reservoir quality, from a petrographic study and porosity and permeability data, an important well in one of the oil fields of Abadan plain has been used. Based on microscopic studies, 13 microfacies have been identified in the form of Four facies tidal flat, lagoon, shoal and open marine for Sarvak Formation deposits in the studied oil field, indicating that the upper part of the Sarvak Formation is deposited in a homoclinal carbonate ramp. Among the identified diagenetic processes, dissolution, cementation, dolomitization, fracturing, compaction, neomorphism, micritization, bioturbation, pyritization, hematitization, phosphatization and silicification are mentioned. Diagenetic processes of Sarvak Formation occurred in three marine, meteoric and burial environments. Among the dissolution and fracturing diagenetic processes, the most important role has been in increasing the reservoir quality, and cementation and compaction have been the most important factors in reducing reservoir quality. Sequence stratigraphy studies identified third order sedimentary sequences of the age of Turonian, Late Cenomanian, and Middle Cenomanian, and studied the facies and diagenetic processes within its framework. Correlation of porosity and permeability data of the core showed that the reservoir quality in this formation was influenced by facies and diagenetic processes. So that the microfacies containing the rudist have the highest reservoir quality. Due to the diagenetic processes, sedimentary and porosity and permeability data, the facies shoal and open marine to the land have the best reservoir quality.

Keywords: Sarvak Formation, Abadan Plain, Sedimentary environment, Diagenetic processes, Sequence stratigraphy, Reservoir quality.