

## بررسی کیفیت مخزنی سازند سروک با استفاده از آنالیز خوشه ای گرافیکی و مقایسه آن با داده های پتروگرافی در یکی از میدان های نفتی فروافتادگی دزفول

سیده اکرم جویباری<sup>۱\*</sup>، پیمان رضائی<sup>۲</sup>، مجید مهدی پور<sup>۳</sup>

۱- دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس (نویسنده مسئول)

۲- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۳- کارشناس ارشد زمین شناسی نفت شرکت توسعه مهندسی نفت، تهران

\*[S.akramjooybari@gmail.com](mailto:S.akramjooybari@gmail.com)

دریافت اسفند ۱۴۰۱، پذیرش تیر ۱۴۰۲

### چکیده

سازند سروک یکی از مخازن مهم کربناته در فرو بوم دزفول است. به منظور ارزیابی کیفیت مخزنی این سازند در یکی از میدان های فروافتادگی دزفول از روش آنالیز خوشه ای گرافیکی و مقایسه با یافته های پتروگرافی استفاده گردید. یافته ها نشان داد که سازند سروک در میدان مورد مطالعه از ۸ ریزرخساره متعلق به زیرمحیط های لاگون، پشته کربناته، رمپ میانی و رمپ خارجی که در یک محیط رمپ تک شیب نهشته شده اند تشکیل شده است. عمده فرآیندهای دیاژنزی موثر بر این مخزن، شامل سیمانی شدن، انحلال، شکستگی، استیلولیتی شدن و دولومیتی شدن هستند. نتایج آنالیز خوشه ای گرافیکی منجر به شناسایی ۳ رخساره الکتریکی گردید که رخساره EF1 ضعیف ترین پارامترهای مخزنی و رخساره EF3 بهترین وضعیت مخزنی را به خود اختصاص دادند. عمده ریزرخساره های EF1 ریزرخساره های گرینستونی و عمده ریزرخساره های EF3 منطبق بر ریزرخساره های وکستونی و پکستونی بوده است. بر این اساس به نظر می رسد زیرمحیط لاگون نسبت به سایر زیرمحیط ها به خصوص پشته کربناته از وضعیت مخزنی بهتری برخوردار می باشد و این مهم نشانه عملکرد متفاوت فرآیندهای دیاژنزی در این زیر محیط ها می باشد. در یک روند قائم نیز بیشترین حجم ستون هیدروکربنی در ستبرای رخساره الکتریکی EF3 و کمترین منطبق بر EF1 است این مهم حاکی از صحت و دقت رخساره های الکتریکی شناسایی شده است به منظور ارزیابی کیفیت مخزنی می باشد. در مجموع می توان بیان نمود که استفاده از آنالیز خوشه ای گرافیکی و مقایسه با یافته های پتروگرافی راهکار مناسبی برای ارزیابی دقیق از کیفیت مخزنی مخازن کربناته است.

واژگان کلیدی: کیفیت مخزنی، آنالیز خوشه ای گرافیکی، سازند سروک، پتروگرافی

## ۱. مقدمه

یکی از مراحل مهم ارزیابی کمی و کیفی مخازن هیدروکربوی تهیه نقشه و پهنه بندی دقیقی از توزیع خصوصیات مخزنی است بر همین اساس استفاده از روش های جدید به منظور درک بهتر ناهمگنی های مخزنی ضروری است [۱۹، ۱، ۴۱]. از میان روش های ارزیابی کیفیت مخازن، تعیین و استفاده از رخساره های الکتریکی امروزه یکی از مهمترین روش ها در مباحث تولید از مخازن هیدروکربنی و توسعه میادین است. سنگهایی که از نظر خصوصیات نگار یکسان و مشابه هستند با نام رخساره الکتریکی شناسایی می شوند [۱۳، ۲۵]. رخساره های الکتریکی رخساره های سنگی را بدون نیاز به مغزه و خرده های حفاری توصیف می نماید [۳، ۱۴]. رخساره های الکتریکی می توانند جانشین قابل اعتمادی برای مغزه بوده و تحلیل دقیقی از کیفیت مخزنی مخازن هیدروکربنی ارائه دهند [۳۳]. مفهوم رخساره های الکتریکی گروه بندی داده ها با توجه به تشابه های پتروفیزیکی است که موجب می شود یک مجموعه از داده های لاگ های پتروفیزیکی به واحدهای رخساره های الکتریکی دسته بندی شوند، که با داده های مغزه قابل قیاس هستند [۱۹، ۱۴]. امروزه تعیین رخساره های الکتریکی با هدف توصیف مخزن جایگاه ویژه ای در مطالعات مخازن هیدروکربوری دارد [۱۱، ۱۴]. الگوی دسته بندی رخساره ها بر اساس نمودارهای چاه پیمایی در تمام روش های دسته بندی برای این اساس است که داده های موجود در یک گروه بیشترین شباهت را با هم و کمترین شباهت را با داده های گروه دیگر داشته باشند [۲۶]. در نتیجه این شباهت های درون گروهی و تفاوت های بین گروهی، سبب دسته بندی محدودی قرائت شده از نمودارهای مورد استفاده خواهد شد و این محدوده های دسته بندی شده در توالی، موجب تفکیک رخساره های زمین شناسی و مخزنی می باشد [۴۵، ۱۴]. برای استخراج و تفکیک رخساره های الکتریکی با استفاده از داده های نمودارگیری چاه از خوشه بندی استفاده می شود. هدف از خوشه بندی، گروه بندی داده های نگارهای مشابه و متمایز ساختن این گروه ها از سایر گروه ها می باشد [۱۵، ۳۸]. روش های خوشه سازی امروزه از بهترین روش ها برای شناسایی رخساره های الکتریکی مخزن به شمار میروند [۳۶، ۳۰]. خوشه بندی داده ها، پایه و اساس الگوریتم های مدل سازی و دسته بندی محسوب می شود. هدف از این فرآیند تعریف گروه های طبیعی و اساسی کوچک از یک گروه بزرگ داده ها محسوب می شود [۲۷، ۱۴]. جهت تجزیه و تحلیل خوشه ها، اشیاء با نقاطی در فضای چند بعدی نمایش داده می شوند و هدف اصلی دسته بندی N داده به K خوشه است که اشیاء در هر خوشه بیشترین شباهت را باهم دارند [۲۲]. روش های زیادی برای خوشه بندی وجود دارد از جمله روش خود سازمان دهی<sup>۲</sup>، روش سلسله مراتبی<sup>۳</sup>، پویا<sup>۴</sup> و آنالیز خوشه ای گرافیکی<sup>۵</sup> [۱۴] روش آنالیز خوشه ای گرافیکی یک روش نوین و قدرتمند برای دسته بندی است [۳۳]. این روش میتواند بهینه ترین دسته ها را در بین حدود پایینی و بالایی از قبل تعیین شده ارائه دهد. این روش تلفیقی از روش هوش مصنوعی و روش خوشه بندی سلسله مراتبی است [۴۵] (شکل ۱).



شکل ۱- الگوی اجرایی روش آنالیز خوشه ای گرافیکی [۴۵]

با استفاده از رخساره های الکتریکی و تطبیق آن با داده های پتروگرافی و مغزه مخزن می توان بهترین مدل رخساره الکتریکی

<sup>2</sup> SOM

<sup>3</sup> AHC

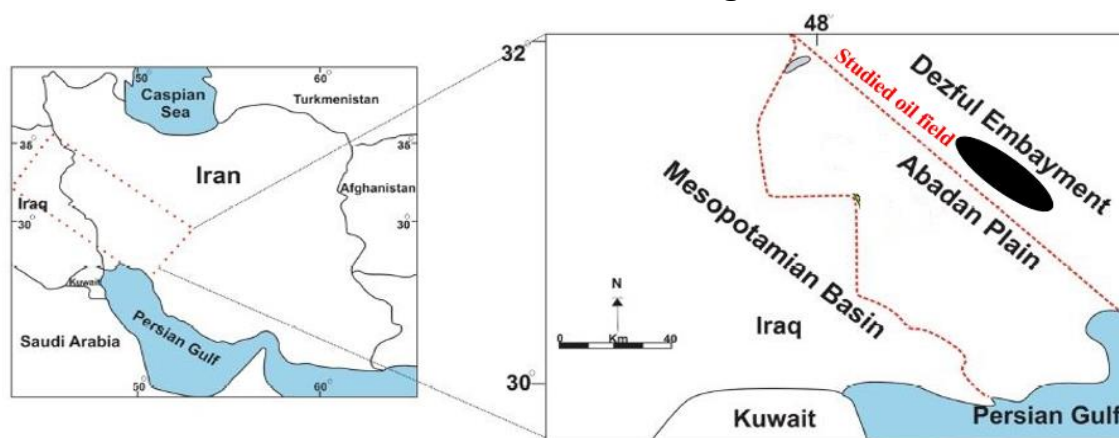
<sup>4</sup> Dynclust

<sup>5</sup> MRGC

را انتخاب کرد و آن را به چاه ها یا بازه های بدون مغزه تعمیم داد و خصوصیات مخزنی آن را به دست آورد. از این رو هدف از این مطالعه تعیین رخساره ای الکتریکی سازند سروک و مقایسه آنها با داده های پتروگرافی به منظور انتخاب بهترین مدل خوشه بندی برای تعمیم به سایر چاه های فاقد مغزه سازند سروک در میدان مورد مطالعه می باشد. از جمله پژوهش های مشابه می توان به پژوهش مهدی پور و همکاران [۳۰]، بر روی سازند سروک در دشت آبادان، مالدار و همکاران [۲۷]، بر روی مخزن بنگستان در میدان نفتی گچساران، خزایی و همکاران [۲۲] بر روی سازند آسماری در فروافتادگی دزفول و مرادی و همکاران [۲۹] بر روی مخزن گازی شورپیجه اشاره نمود.

## ۲. زمین شناسی منطقه

بیش از ۵۰ درصد مخازن هیدروکربوری خاورمیانه در توالی های کربناته کرتاسه قرار دارد [۴، ۶]. تجمع هیدروکربن ها در زاگرس به طور پیچیده ای در ارتباط با روند تکوین چینه شناسی و ساختاری این کمربند مهم نفتی بوده است [۴، ۲۱]. فروافتادگی دزفول بخشی از یک پیش گودال و یک موقعیت ساختمانی در قسمت جنوب غربی زاگرس است (شکل ۲) که به علت پوشیده شدن سنگ آهک های آسماری توسط تبخیری های گچساران در بر گیرنده اکثر میادین نفتی ایران می باشد [۳۷، ۳۴]. توالی کرتاسه خاورمیانه و زاگرس دارای دو ناپیوستگی مهم آپتین پسین و تورونین میانی می باشند [۴، ۳]. توالی کربناتی سازند سروک (سنومانین-تورونین)، در نواحی جنوبی و جنوب باختری ایران به خصوص فروافتادگی دزفول و معادل آن در کشورهای همجوار، دارای پتانسیل بزرگی از ذخایر هیدروکربوری است [۳۹، ۱۸]. مرز پایینی سازند سروک در میدان مورد مطالعه با سازند کژدمی پیوسته و تدریجی و مرز بالایی آن با سازند ایلام ناپیوسته و با یک نبود رسوبی مهم همراه است (شکل ۳). با پیشروی نسبی سطح اب دریاها در کرتاسه، سازند کربناتی سروک نهشته شد [۱، ۶، ۳۹].



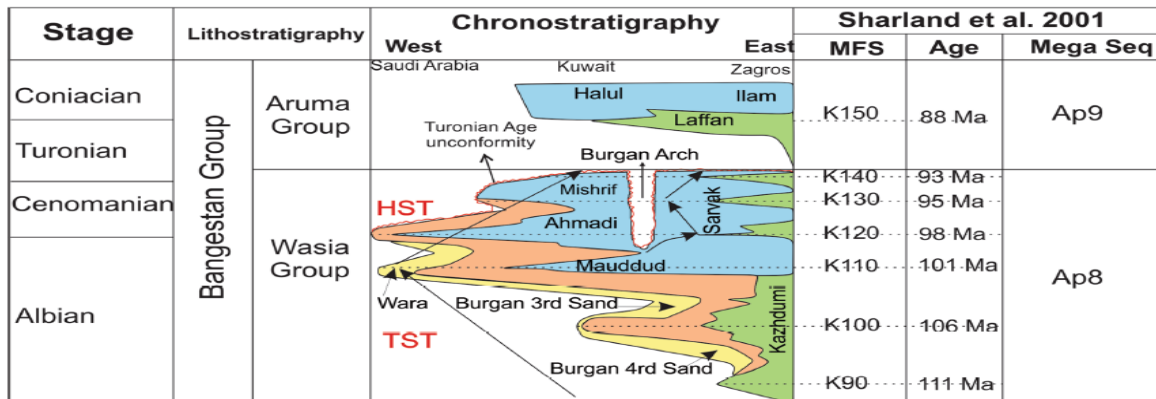
شکل ۲- موقعیت میدان مورد مطالعه در فروافتادگی دزفول

سازند سروک در میدان مورد مطالعه واقع در فروافتادگی دزفول دارای تقریباً ستبرای ۶۱۰ متر آهک کرم تا قهوه ای و گاهی سفید تا خاکستری می باشد. مرز پایینی سازند سروک با سازند کژدمی پیوسته و تدریجی و مرز بالایی آن با سازند ایلام ناپیوسته است و تشخیص آن جز با فسیل های شاخص امکان پذیر نیست.

## ۳. روش مطالعه

در این پژوهش تعداد ۹۰ مقطع نازک میکروسکوپی از مغزه یک چاه از سازند سروک به منظور تعیین ریزرخساره ها و فرآیندهای دیاژنزی مورد ارزیابی قرار گرفت. نامگذاری ریزرخساره های کربناته بر اساس طبقه بندی دانهام [۱۷] و تفسیر

شرایط ته نشینی با کمک رخصساره‌ها و مدل‌های رسوبی استاندارد فلوگل [۲۰] انجام شد. به منظور ارزیابی خواص مخزنی از روش خوشه بندی گرافیکی MRGC با کمک داده های لاگ DT, CGR, NPFI, RHOB استفاده گردید. این مدل سازی توسط نرم افزار ژئولاگ انجام شد و رخصساره های الکتریکی به دست آمده در برابر سایر لاگ ها و رخصساره های سنگی و ستون هیدروکربن به صورت عمودی قرار گرفت.



شکل ۳- جایگاه چینه شناسی سازند سروک در پهنه ساختاری زاگرس [۴]

## ۴. بحث و نتایج

### ۴-۱- ریزرخساره‌ها و شرایط ته نشینی

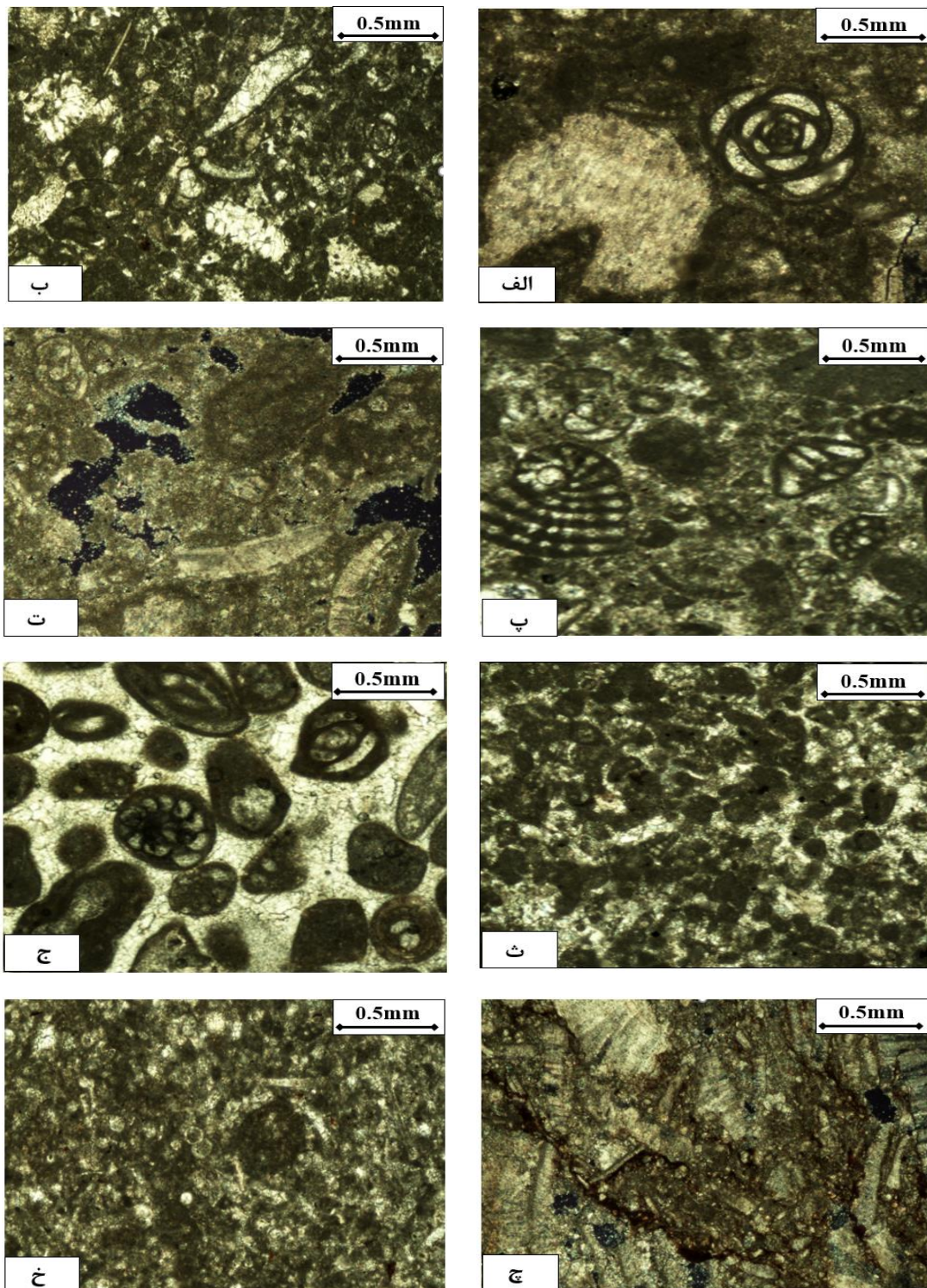
شناسایی ریزرخساره‌ها و شرایط ته نشینی به منظور آشنایی و شناخت ویژگی‌های مخزنی در میدان‌های نفتی امری متداول و رایج می‌باشد [۴۴، ۱]. بررسی مقاطع نازک میکروسکوپی سازند سروک در گستره مورد مطالعه منجر به شناسایی ۷ ریزرخساره شد. جدول ۱ نشان دهنده ریزرخساره‌های شناسایی شده و توصیف این ریزرخساره‌ها می‌باشد. وجود بافت گل پشتیبان و جلبک سبز داسی کلاسه در کنار فراوانی فرامنیفرهای بتیک مانند میلیولیدها و آلوتولینیدا نشان دهنده محیط لاگون می‌باشد [۳۳، ۵]. از این رو ریزرخساره های میلیولید و کستون، آگال و کستون/پکستون، پلوئید بیوکلت و کستون/پکستون و رودیست و کستون/پکستون متعلق به زیرمحیط لاگون می‌باشند. حضور قطعات رودیست در کنار فرامنیفرهای بتیک در یک زمینه اسپارایتی نشان دهنده محیط پرانرژی پشته کربناته می‌باشد [۴۰، ۱]. دو ریزرخساره اینتراکلت بیوکلت گریستون و بیوکلت گریستون با داشتن این ویژگی‌ها در زیر محیط پشته کربناته نهشته شده‌اند. ریزرخساره رودیست فلوستون با داشتن رودیست‌های درشت که دارای آثار شکستگی هستند نشان دهنده زیر محیط رمپ میانی و جلو پشته کربناته می‌باشند [۱۶، ۴۶]. ریزرخساره پلانکتونیک و کستون با داشتن فونای پلاژیک در کنار سوزن اسفنجی و فرامنیفرهای پلاژیک در زیر محیط رمپ خارجی نهشته شده‌اند [۳۵]. بررسی تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌ها در شکل ۴ و جدول ۱ نشان می‌دهد که کمربند رخصساره‌های کمربند لاگون نسبت به دیگر کمربندها گسترش بیشتری دارد و این مهم نشان دهنده کم عمق بودن توالی سروک در میدان مورد مطالعه می‌باشد.

در زمان کرتاسه به علت وجود آب و هوای حاره‌ای مرطوب شرایط برای گسترش رودیست‌ها فراهم شده بود اما این موجودات توانایی ایجاد اتصالات سه بعدی را نداشته و امکان تشکیل ریف‌های سدی مشابه مرجان‌ها در این بازه زمانی وجود نداشته است. گسترش رودیست‌ها در کرتاسه عمدتاً به صورت کومه‌ای و با ارتفاع کم از بستر را داشتند [۳۹، ۴۰].

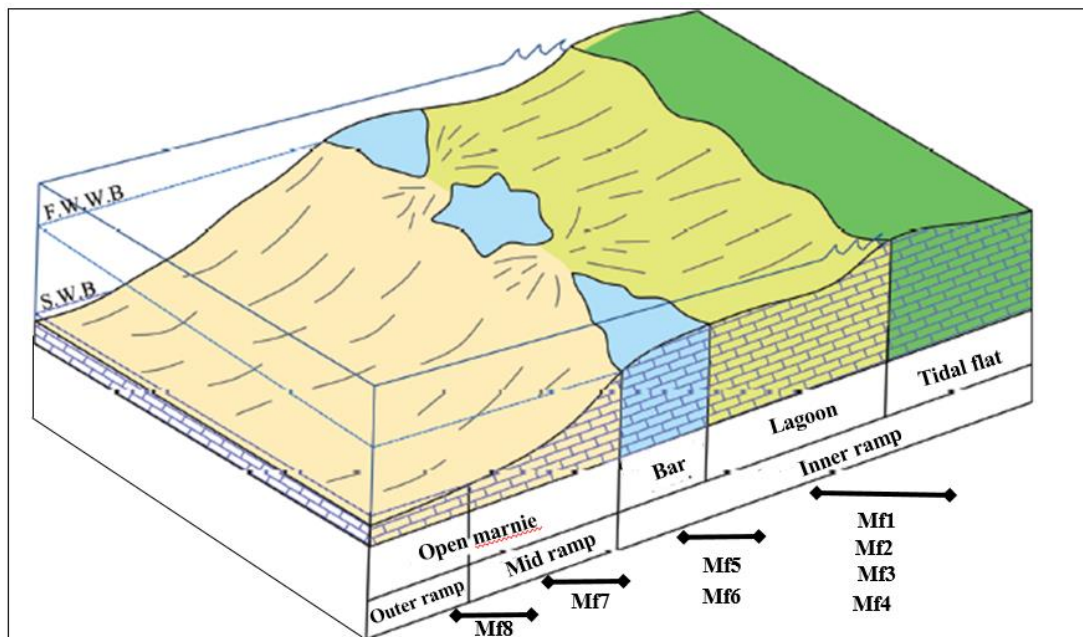
بر مبنای ریزرخساره های شناسایی شده در کنار عدم وجود ریف های سدی و مقایسه نتایج با ریزرخساره های استاندارد فلوگل [۲۰]، شرایط ته نشینی توالی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه یک رمپ کربناته تک شیب یا هموکلینال شناسایی شد. (شکل ۵). مشابه این محیط را برای سازند سروک و نهشته های (سنومانین - تورونین) در زاگرس، پژوهشگران دیگری از جمله سبوحی و همکاران [۳۳]، زاده و همکاران [۴۶] و جویباری و همکاران [۱] معرفی شده است.

جدول ۱- مجموعه ریزرخساره های سازند سروک به همراه معرفی کمربند رخساره ای آنها در میدان مورد مطالعه

کد ریزرخساره	نام ریزرخساره	اجزا		انرژی	زیر محیط	استاندارد
		اسکلتی	غیراسکلتی			
mf1	میلولید و کستون	میلولید، نزازتا		کم	لاگون	RMF20
mf2	آلگال و کستون/پکستون	جلبک داسی کلا، میلولیدا		کم	لاگون	RMF20
mf3	پلوئید بیوکلست و کستون/پکستون	فرامنیفرهای میلولیدا، آلوئولینیدا خرده های رودیست و اکتینودرم	پلوئید	کم	لاگون	RMF20
mf4	رودیست و کستون/پکستون	رودیست، میلولیدا، آلوئولینیدا		کم	لاگون	RMF20
mf5	ایتراکلست بیوکلست گرینستون	قطعات رودیست، میلولیدا، نزازتا، گاستروپودا	ایتراکلست	زیاد	پشته	RMF29
mf6	بیوکلست گرینستون	میلولیدا، نزازتا، اکتینودرم، قطعات رودیست		زیاد	پشته	RMF29
mf7	رودیست فلوستون	رودیست، اکتینودرم		متوسط	رمپ میانی	RMF12
Mf8	پلانکتونیک و کستون	گلوبیژیرینا، الیگوسترینا، سوزن اسفنجی		کم	رمپ خارجی	RMF5



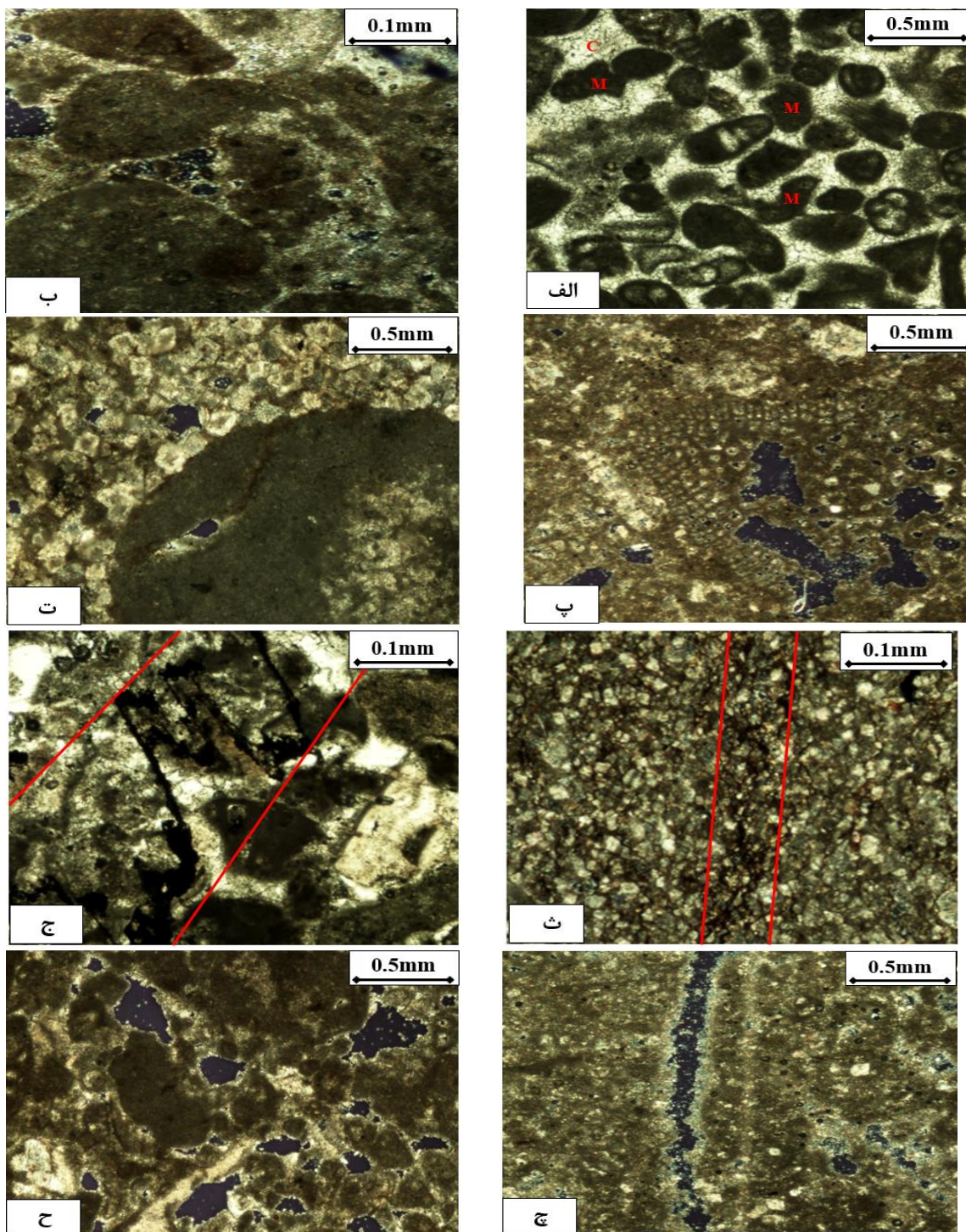
شکل ۴- تصاویر ریزرخساره سازند سروک الف: میلیولید و کستون ب: آگال و کستون/پکستون پ: پلوئید بیوکلست و کستون/پکستون ت: رودیست و کستون/پکستون ث: اینتراکلست بیوکلست گرینستون ج: بیوکلست گرینستون چ: رودیست فلوستون خ: پلانکتونیک و کستون



شکل ۵- مدل محیط رسوبی سازند سروک در گستره مورد مطالعه.

#### ۴-۲- دیاژنز

فرآیندهای دیاژنتیکی بر روی کیفیت مخازن کربناته تاثیر مستقیم دارند [۲۸]. این فرآیندها با شدت های مختلف ویژگی های مخزنی سازند ها مانند تخلخل کل و مؤثر، تراوایی و اندازه حفرات گلوگاهی و توزیع آنها را تحت تاثیر قرار می دهند [۲۴، ۴۴]. مهمترین فرایندهای دیاژنزی سازند سروک در میدان مورد مطالعه شامل سیمان شدگی، دولومیت زایی، انحلال، شکستگی، فشرده‌گی شیمیایی و میکرایتی شدن می باشد. بررسی توالی پاراژنتیکی سازند سروک در گستره مورد مطالعه حاکی از وجود این توالی در سه مرحله دیاژنز اولیه، میانی و تاخیری در سه محیط دریایی، جوی و دفنی تحمل می باشد. در نخستین مرحله دیاژنزی و در محیط دیاژنزی دریایی میکریت زایی (شکل ۶-الف) و سیمان هم ضخامت (شکل ۶-ب) توالی سروک را دستخوش تغییر نموده است [۲۸]. این سیمان اطراف آلوکم ها نهشته شده و چون در مراحل اولیه دیاژنز ایجاد شده است برای حفظ تخلخل های موجود نقش یک چارچوب را دارد و سبب حفظ وضعیت مخزنی رخساره های رسوبی می گردد [۳۱، ۲۴]. میکرایتی شدن نیز عموماً بر روی آلوکم های اسکلتی از جمله فرامفرهای بنتیک رخ می دهد (شکل ۶-الف) و بر کیفیت مخزن بی تاثیر می باشد [۲۸]. در ادامه توالی رسوبی سازند سروک به سبب پایین افتادگی سطح آب دریا در معرض دیاژنز جوی قرار می گیرد [۸]. در این مرحله سیمان دروزی به همراه پدیده انحلال و دولومیتی شدن نهشته های سازند سروک را تحت تاثیر قرار می دهند. سیمان های دروزی و هم محور فضای خالی بین آلوکم ها را پر کرده (شکل ۶-الف) و بر روی کیفیت مخزنی توالی های کربناته تاثیر منفی دارند [۲]. پدیده انحلال نیز که در این مرحله رخ می دهد با ایجاد انواع تخلخل تاثیر مثبتی بر کیفیت مخزنی مخازن کربناته دارد (شکل ۶-ب، پ و ج). با پایین رفتن سطح آب دریا محیط دیاژنز مخلوط دریایی-جوی ایجاد می شود و شرایط برای تشکیل دولومیت مساعد می گردد (شکل ۵-ت) از این رو دولومیت های سازند سروک در ارتباط با ناپیوستگی سنومانین-تورنین می باشند [۷، ۲۴]. در ادامه با قرار گرفتن توالی سازند سروک در مرحله مزوزنز و دفنی قرار می گیرد. در این مرحله فرآیندهای دیاژنزی شامل دولومیتی شدن، استیلولیت (شکل ۶-ج) و درزه های انحلالی (شکل ۶-ث) می باشند [۲].



شکل ۶- الف: فرآیند میکراتی شدن آلوکم ها (M) و سیمانی شدن دروزی بین آلوکم ها در ریزرخساره بیوکست گریستون ب: سیمان هم ضخامت اطراف قطعات آلوکم و تخلخل بین دانه ای در ریزرخساره بیوکست گریستون پ: انحلال و ایجاد تخلخل حفره ای در ریزرخساره آگال بیوکست و کستون/پکستون ث: رگچه انحلالی با آثار هیدروکربور در ریزرخساره رودیست فلوستون ج: استیلولیتی شدن با آثار هیدروکربن در ریزرخساره بیوکست پکستون چ: تخلخل کانالی در ریزرخساره میلیوید و کستون ح: تخلخل بین دانه ای در ریزرخساره رودیست و کستون/پکستون

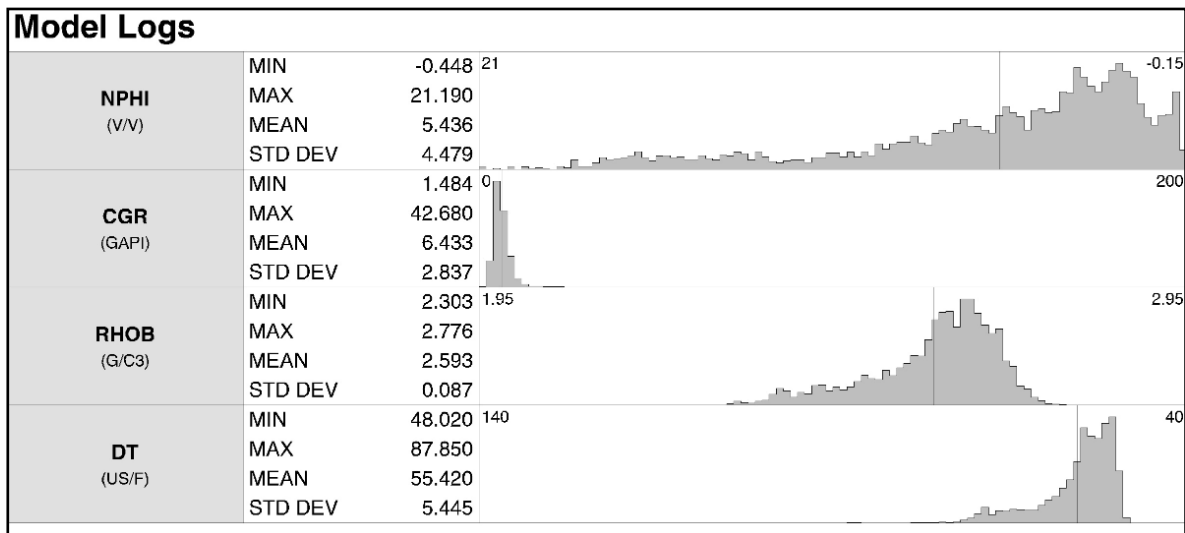
استیلولیت و درزه های انحلالی در این مرحله نقش دوگانه در مخازن کربناته ایفا می نماید بدین گونه که گاه در نقش یک معبر سبب حرکت آزادانه هیدروکربن می شوند و گاه با رسوب و مسدود شدن این معابر در نقش یک سد در برابر عبور



هیدروکربن عمل می نمایند [۴۳، ۴۲]. در سازند سروک در گستره مورد مطالعه پدیده استیلیولیتی شدن و درزه های انحلالی بر روی کیفیت مخزن تاثیر مثبت داشته و سبب عبور راحت تر هیدروکربن می شوند. دو لومیتی شدن در مرحله تدفین در ارتباط مستقیم با محلول های منیزیم دار منشا گرفته از نهشته های آرژیلیتی می باشد [۲۸]. آخرین مرحله دیاژنز توالی سازند سروک نیز در مرحله تلوزنز رخ داد. در این مرحله هنگام بالا آمدگی شکستگی رخ داده و تاثیر مجدد آب های جوی سبب انحلال در این نهشته و گسترش انواع تخلخل در این سازند گردید. این مرحله بیشترین تاثیر مثبت را بر کیفیت مخزنی سازند سروک دارد. عمده مطالعات پیشین بر روی نهشته های سازند سروک تاثیر دیاژنز جوی این سازند را در ارتباط با ناپیوستگی تورنین میانی می دانند و نقش این ناپیوستگی را در گسترش کیفیت مخزنی سازند سروک را پررنگ قلمداد نمودند [۱، ۸، ۳۱].

#### ۴-۳- رخساره های الکتریکی روش MRGC در مخزن سروک

MRGC یک روش نوین و قدرتمند برای دسته بندی است این روش مبتنی بر تشخیص الگوی نقطه ای چند بعدی بر مبنای نزدیکترین همسایگی و نمایش گرافیکی داده ها است. این الگوریتم اطاعات مفیدی در مورد رخساره های زمین شناسی از ساختار خود داده های ورودی به دست می آورد [۴۴، ۱۱]. در روش مورد بحث بعد از مدل توزیع ورودی های لاگ (شکل ۷) خوشه بندی با استفاده از نرم افزار ژئولاگ انجام می گیرد و خوشه هایی توسط نرم افزار پیشنهاد می گردد. از بین خوشه های پیشنهادی، مدل ۳ رخساره الکتریکی به دلیل شباهت و همخوانی بیشتر آن با داده های حاصل از مطالعه مغزه و پتروگرافی انتخاب گردید (شکل ۸). در این مدل رخساره الکتریکی شماره ۳ به رنگ قرمز دارای بهترین پارامترهای مخزنی و رخساره الکتریکی شماره ۱ به رنگ آبی دارای ضعیفترین پارامترهای مخزنی می باشد (جدول شماره ۱)



شکل ۷- آزمون توزیع لاگ های مورد استفاده برای ایجاد مدل در چاه مورد مطالعه موجود در مخزن سروک

روش MRGC برای آنالیز ساختارهای پیچیده و دسته بندی طبیعی گروه های داده ها در شکل، اندازه ها و چگالی های متفاوت بسیار مناسب است [۲۳]. در نتیجه با شناسایی رخساره های رسوبی در یک مخزن دید بهتری نسبت به پراکندگی پارامترهای مخزنی و سنگ شناسی مخزن ارائه می دهد لذا این روش برای تعیین و مقایسه با مشاهدات پتروفیزیکی و پتروگرافی به عنوان الگو در نظر گرفته شد. در پایین شرح پتروگرافی رخساره های الکتریکی مخزن سروک در گستره مورد

مطالعه به روش خوشه بندی MRGC به عنوان شبکه ای که در تحلیل فضاهای پیچیده توانایی زیادی دارد [۹] آورده شده است.

	NAME	COL	PAT	WEIGHT	NPHI	CGR	DT	RHOB
1	FACIES_1			238				
2	FACIES_2			302				
3	FACIES_3			73				

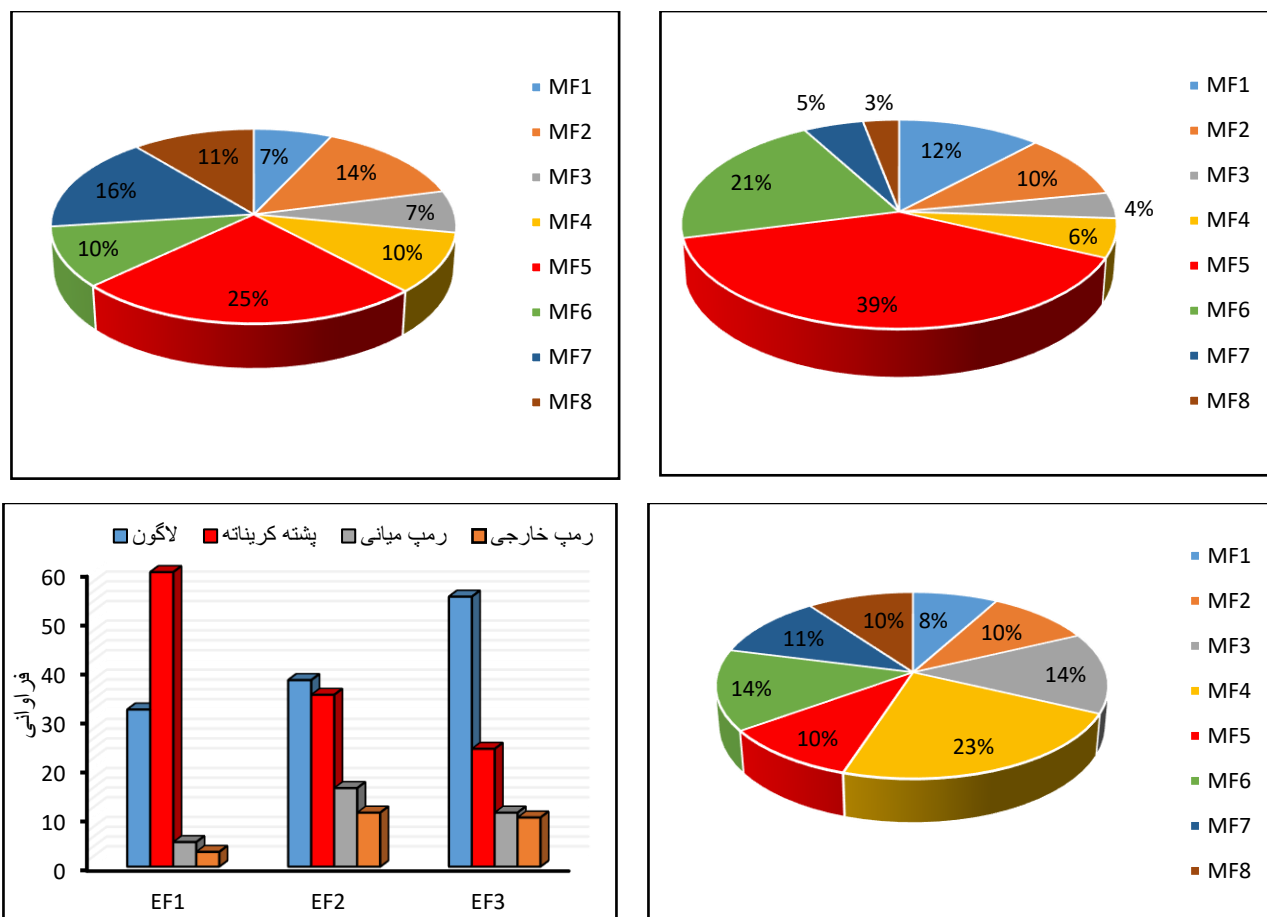
شکل ۸- رخساره های الکتریکی به دست آمده در چاه مورد مطالعه به روش MRGC

**رخساره الکتریکی شماره ۱:** این رخساره الکترونی به رنگ آبی تیره عمدتاً دارای رخساره های وکستون، پکستون گاهی گرینستون است. عمده ریزرخساره های این رخساره الکتریکی شامل ۳۹ درصد ریزرخساره MF5، ۲۱ درصد ریزرخساره MF6 و ۱۲ درصد ریزرخساره MF1 می باشد (شکل ۹). عمده ستبرای این ریزرخساره الکتریکی در زیر محیط پشته کربناته و لاگون می باشد. ریزرخساره های لاگون شامل پکستون و وکستون هایی است که دارای تخلخل های قالبی یا حفره ای مجزا بوده که روی تخلخل تاثیر داشته اند اما بر تراوایی بی تاثیر بوده اند. ریزرخساره های پشته کربناته این واحد نیز رخساره گرینستونی بوده که که سیمانی شدن شدید باعث کاهش تخلخل و تراوایی آن شده است.

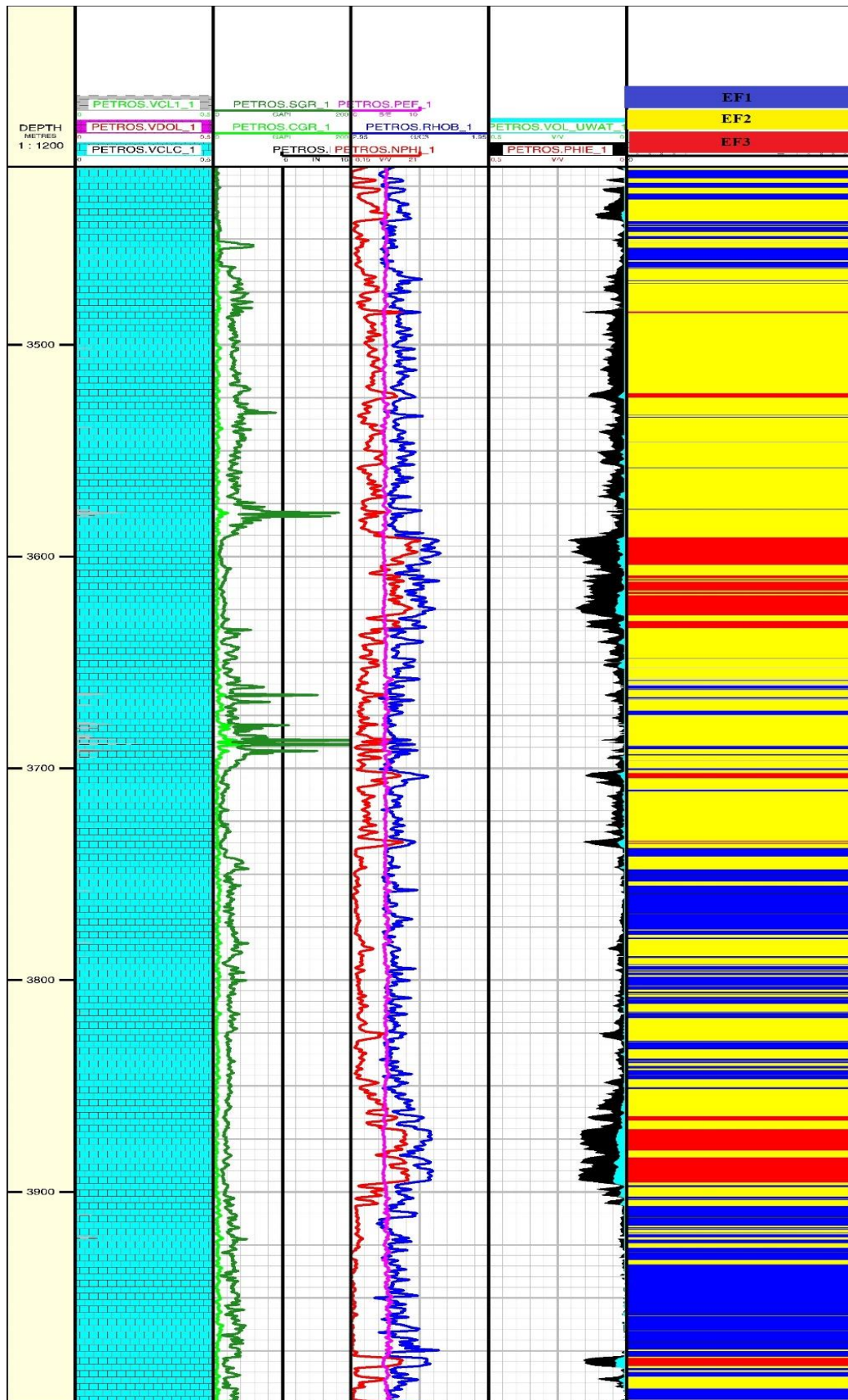
جدول شماره ۲- رده بندی رخساره های الکتریکی روش MRGC از نظر مشخصه های مخزنی

NAME	WEIGHT	RHOB	NPHI	CGR	DT
UNITE	M	G/C3	V/V	GAPI	US/F
FACIES1	238	2.54	0.05	3.82	55.74
FACIES2	302	2.76	0	2.91	49.41
FACIES3	73	2.66	0.03	1.02	52.24

**رخساره الکتریکی شماره ۲:** الکتروفاسیس شماره ۲ دارای رخساره های دانه پشتیبان پکستون و وکستون می باشد. عمده ریزرخساره هایی که در این واحد هیدرولیکی حضور دارند به ترتیب در زیر محیط های لاگون، رمپ میانی، پشته کربناته و رمپ خارجی نهشته شده اند. بیشترین ستبرای رخساره الکتریکی EF2 مربوط به ریزرخساره MF5، ۲۵ درصد، MF2 ۱۴ درصد و MF7 ۱۶ درصد می باشد (شکل ۹). در رخساره های وکستون و پکستون وجود تخلخل های مجزا در کنار تخلخل های بهم مرتبط سبب بهبود کیفیت مخزنی این رخساره الکتریکی شده شده اند هرچند در رخساره های گرینستونی سیمانی شدن نیز سبب کاهش کیفیت مخزنی این رخساره الکتریکی شده است.



شکل ۹- پراکندگی ریزرخساره ها در رخساره های الکتریکی و پراکندگی کمربندهای رسوبی در در رخساره های الکتریکی



شکل ۱۰- توزیع رخساره های الکتریکی در برابر ستون هیدروکربوری سازند سروک در میدان مورد مطالعه

رخساره الکتریکی شماره ۳: این رخساره شامل وکستون، پکستون و گاهی گریستون است. ریزرخساره‌های این واحد به ترتیب ۲۳ درصد MF4 از لاگون، ۱۴ درصد MF6 از زیرمحیط پشته کربناته، ۱۴ درصد MF3 از لاگون و ۱۱ درصد MF7 از زیرمحیط رمپ میانی می‌باشد (شکل ۹). انحلال و ایجاد تخلخل‌های مرتبط، شکستگی و سیمانی شدن محدود سبب افزایش کیفیت مخزنی این رخساره الکتریکی شده است. دولومیتی شدن و حتی گاهی استیلولیتی شدن نیز در رخساره الکتریکی EF3 باعث ایجاد یک معبر برای عبور سیالات هیدروکربوری شده و کیفیت مخزنی را بهبود بخشیده است.

رخساره رودیستی در پشته کربناته یکی از رخساره‌های سازند سروک است که در مطالعات سبوحی<sup>۶</sup> و همکاران [۳۹] نوری<sup>۷</sup> و همکاران [۳۵] ریزرخساره‌های رودیستی یکی از بهترین رخساره‌های مخزنی شناسایی شده است. در برش مورد مطالعه ریزرخساره رودیستی متعلق به محیط رمپ میانی است و گسترش گسترده دای در توالی ندارد. از سوی دیگر این ریزرخساره در زیر محیط رمپ میانی است و بیشترین فراوانی آن در رخساره الکتریکی EF2 با کیفیت مخزنی متوسط است. این مهم می‌تواند در ارتباط با زیر محیط رمپ میانی که کم انرژی تر از زیر محیط پشته کربناته است، می‌باشد. از سوی دیگر ذاکری و همکاران [۴۷] در پژوهشی در میدان نفتی کوپال اذهان نمودند که در رخساره‌های رودیستی اگر انرژی محیط زیاد نباشد تخلخل‌های این ریزرخساره‌ها که عموماً بین دانه‌ای و حفره‌ای است بهم مرتبط نمی‌شوند و می‌توانند کیفیت مخزنی ضعیفی داشته باشند. همچنین سیمانی شدن در این ریزرخساره می‌تواند عملکرد مخزنی این ریزرخساره را تضعیف نماید [۴۷]. آنچه مشهود است تفاوت شدت فرآیندهای دیاژنزی و نوع فرآیندها در هر رخساره الکتریکی است که سبب شده تمایز کیفیت مخزنی خوشه‌ها شده است.

از این رو می‌توان استنباط نمود که کیفیت مخزن سازند سروک در ارتباط با فرآیندهای دیاژنتیکی است و این مخزن در گستره مورد مطالعه یک مخزن دیاژنتیک است شاهد این مهم کیفیت بهتر رخساره‌های گل پستیان لاگون نسبت به زیر محیط‌های دیگر مانند پشته می‌باشند مشابه این نتایج در بررسی کیفیت مخزن سروک در میدان نفتی کوپال [۴۷]، در یکی از میادین خلیج فارس [۴۸] و میدان منصوری [۴۹] گزارش شده است. پیش از این نیز پژوهشگرانی مانند ملک زاده<sup>۸</sup> و همکاران [۲۸]، اسدی<sup>۹</sup> و همکاران [۸] و جویباری و همکاران [۱] مخزن سازند سروک را از نوع دیاژنتیکی تشخیص دادند. هرچند نقش رخساره‌های رسوبی را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. به منظور ارائه دید کلی نسبت به روند قائم، تغییرات رخساره‌های به همراه لاگ<sup>۱۰</sup>‌های پتروفیزیکی و ستون هیدروکربن رخساره<sup>۱۱</sup>‌ای که به روش ارزیابی پتروفیزیکی احتمالی و مدل پتروفیزیکی مولتی مین<sup>۱۰</sup> محاسبه گردید، در شکل ۱۰ ارائه شده است.

آنچه مشهود است تطابق ستون هیدروکربوری با رخساره‌های الکتریکی است به نحوی که در ستبرای رخساره EF3 بیشترین حجم ستون هیدروکربن وجود دارد و در ستبرای EF1 حجم ستون هیدروکربن بسیار ناچیز است و یا وجود ندارد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که در کل توالی سازند سروک حدود ۱۲ درصد در خوشه EF3، ۵۰ درصد در خوشه EF2 و ۳۸/۸ درصد در خوشه EF1 قرار می‌گیرند. بر این اساس حجم کمی از سازند سروک دارای خصوصیت‌های مخزنی بهینه می‌باشد. از این رو به نظر می‌رسد تعیین رخساره‌های الکتریکی و مقایسه با توصیفات پتروگرافی در کنار هم می‌تواند ارزیابی دقیقی از مخزن سروک ارائه دهد.

<sup>6</sup> Sabohi

<sup>7</sup> Noori

<sup>8</sup> Malekzadeh

<sup>9</sup> Assadi

<sup>10</sup> Multimin

## ۵. نتیجه گیری

درک ویژگیهای مخزن از مهمترین اهداف گسترش یک میدان است بنابراین بررسی وضعیت مخزنی با روش های شبکه بندی و داده های پتروگرافی یکی از الزامات بهره برداری و توسعه میداین نفتی می باشد. از این رو در این پژوهش از مطالعات پتروگرافی و آنالیز خوشه بندی برای بررسی وضعیت مخزنی سازند سروک در یکی از میداین فروافتادگی دزفول استفاده گردید. مطالعات پتروگرافی بر روی مغزه یک چاه از سازند سروک منجر به شناسایی ۸ ریزرخساره کربناتی گردید. ریزرخساره های این سازند در ۴ زیر محیط لاگون، پشته کربناته، رمپ میانی و رمپ خارجی متعلق به یک رمپ کربناته تک شیب نهشته شده اند. فرآیندهای دیاژنزی مهم که بر روی کیفیت مخزنی این سازند تاثیر داشته اند شامل سیمانی شدن، انحلال، دولومیتی شدن، استیلولیتی و شکستگی می باشد. در این میان انحلال، دولومیت-زایی، شکستگی و گاه استیلولیت-زایی بر روند مخزنی این سازند تاثیر مثبت داشته است و سیمانی شدن نیز تاثیر منفی بر روند مخزنی این سازند داشته است. فرآیندهای دیاژنزیکی مذکور نشان دهنده سه محیط دیاژنز دریایی، جوی و تدفینی دارد که تاثیر محیط دیاژنز جوی مرتبط با ناپیوستگی تورنین میانی بر روی این توالی کربناتی به خوبی قابل اثبات می-باشد. نتایج آنالیز خوشه ای گرافیکی، مخزن سازند سروک را به سه رخساره الکتریکی با وضعیت مخزنی ضعیف، متوسط و خوب تقسیم نمود. بهترین رخساره الکتریکی عمدتا دارای ریز رخساره های وکستون، پکستون و گاهی گرینستون و ضعیف ترین رخساره الکتریکی نیز عمدتا دارای ریزرخساره های گرینستونی می باشد. وجود ریزرخساره های گرینستونی پشته کربناته که حاصل ته نشست در محیط پرانرژی می باشند، در قسمت های ضعیف مخزنی نشان دهنده نقش پررنگ فرآیندهای سیمانی شدن در این ریزرخساره ها و کاهش کیفیت مخزنی رخساره های مذکور می باشند. از سویی دیگر وجود تخلخل های شکستگی، استیلولیتی شدن و تخلخل های حفره ای بهم مرتبط در توالی های پکستونی و بعضا وکستونی سبب تقسیم بندی این ریزرخساره ها در رده کیفیت مخزنی خوب گشته است. بررسی ستون هیدروکربوری نیز حاکی از این مهم است که بیشترین حجم ستون در برابر رخساره الکتریکی با وضعیت مخزنی خوب می باشد که این مهم تایید کننده صحت مدل خوشه بندی می باشد. در مجموع می توان بیان نمود که روش آنالیز خوشه ای گرافیکی در کنار بررسی های می-تواند بررسی قابل قبولی از وضعیت مخزنی سازند سروک را ارائه دهد به نحوی که این مدل خوشه ای به چاه های فاقد مغزه نیز قابل تعمیم باشد.

## سپاس و قدردانی

از داوران مقاله آقایان دکتر بهمن سلیمانی (استاد دانشگاه شهید چمران اهواز)، دکتر بهرام حبیب نیا (دانشیار دانشگاه صنعت نفت) و دکتر افشین زهدی (دانشیار دانشگاه زنجان) تشکر و قدردانی می-گردد.

## منابع

- [۱] جویباری، س.ا.، رضائی، پ.، مهدی پور، م.، ۱۴۰۱، بررسی توان مخزنی سازند سروک (سنومانین-تورونین) با تاکید واحدهای جریانی و تعیین ارتباط آن با ریزرخساره های رسوبی این مخزن در یکی از میداین نفتی استان خوزستان، زاگرسچین خورده. زمین شناسی کاربردی پیشرفته، دوره ۱۲، شماره ۴، ص ۸۸۸-۹۰۹.
- [۲] کدخدایی، ع.، ۱۴۰، زمین شناسی نفت، انتشارات دانشگاه تبریز، ۵۱۲ص.

- [3] ABBAS, M. S., KHUDHAIR, M. H., and AL-SAAD, O. S., 2022, Electro-Facies and Petrophysical Properties of the Hartha Formation in Selected Wells of East Baghdad Oil Field. *Iraqi Journal of Science*, 1129-1145.
- [4] ABDEL-FATTAH, M. I., MAHDI, A. Q., THEYAB, M. A., PIGOTT, J. D., ABD-ALLAH, Z. M., and RADWAN, A. E., 2022, Lithofacies classification and sequence stratigraphic description as a guide for the prediction and distribution of carbonate reservoir quality: a case study of the Upper Cretaceous Khasib Formation (East Baghdad oilfield, central Iraq). *Journal of Petroleum Science and Engineering*, **209**, 109835.
- [5] AHMED, M. J., 2021, Microfacies analysis and depositional development of Shuaiba formation in the West Qurna oil field, Southern Iraq. *Modeling Earth Systems and Environment*, **7**(4), 2697-2707.
- [6] AL-ALI, A., SHAMS, A., and STEPHEN, K., 2019, Identification of Fault Systems and Characterization of Structural Model: A Case Study from the Cretaceous Reservoir in the Giant Oil Field, Southern of Iraq. In SPE Europec featured at 81st EAGE Conference and Exhibition. OnePetro.
- [7] ASGHARI, M. R., JAHANI, D., SHEIKH ZAKARIAII, S. J. A., ARIAN, M., and ALE ALI, M., 2022, Sequence stratigraphy and its relationship with reservoir quality at Sarvak Formation in one of Zagros basin oil fields. *Advanced Applied Geology*, **12**(3), 520-536.
- [8] ASSADI, A., HONARMAND, J., MOALLEMI, S. A., and ABDOLLAHIE-FARD, I., 2018, An integrated approach for identification and characterization of palaeo-exposure surfaces in the upper Sarvak Formation of Abadan Plain, SW Iran. *Journal of African Earth Sciences*, **145**, 32-48.
- [9] ASTEL, A., TSAKOVSKI, S., BARBIERI, P., and SIMEONOV, V., 2007, Comparison of self-organizing maps classification approach with cluster and principal components analysis for large environmental data sets: *Water Research*, **41**(19), 4566-4578.
- [10] BARON, M., PARNELL, J., MARK, D., CARR, A., PRZYJALGOWSKI, M., and FEELY, M., 2008. Evolution of hydrocarbon migration style in a fractured reservoir deduced from fluid inclusion data, Clair Field, West of Shetland, UK. *Marine Petroleum Geology*, **25**, 153-172
- [11] BHATTI, A. A., ISMAIL, A., RAZA, A., GHOLAMI, R., REZAEI, R., NAGARAJAN, R., and SAFFOU, E., 2020, Permeability prediction using hydraulic flow units and electrofacies analysis. *Energy Geoscience*, **1**(1-2), 81-91.
- [12] CERPEI, A., BARDE, J.P., and LABAT, N., 2003, High-resolution characterisation and integrated study of a reservoir formation: the Danian carbonate platform in the Aquitaine Basin (France), *Marine Petroleum Geology*, **20**, 1161-1183.
- [13] DAS, S., WRAY, A., and DAS, R., 2021, Geo-mechanical Electro-facies Analysis Using High-resolution Unconfined Compressive Strength Derived from High-res Mechanical Property Image. In Fourth EAGE Borehole Geology Workshop, **1**, 1-3.
- [14] DAVIS, J. C., 2018, Electrofacies in reservoir characterization. *Handbook of Mathematical Geosciences: Fifty Years of IAMG*, 211-223.
- [15] DOS PASSOS, F. V., BRAGA, M. A., CARELLI, T. G., and PLANTZ, J. B., 2020, Electrofacies Classification of Ponta Grossa Formation by Multi-Resolution Graph-Based Clustering (MRGC) and Self-Organizing Maps (SOM) Methods. *Brazilian Journal of Geophysics*, **38**(1), 52-61.
- [16] DOUSTI MOHAJER, M., AFGHAH, M., DEGHANIAN, M., and SHEIKH ZAKARIAII, S. J., 2021, Biostratigraphy, Microfacies and Depositional Environment of the Sarvak Formation at the Pyun Anticline (Zagros Basin, Southwest of Iran). *Acta Geologica Sinica -English Edition*, **95**(5), 1647-1667.
- [17] 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 1, p. 108-121  
Flügel, E., 2010. Microfacies of carbonate rocks analysis, Analysis, Interpretation and Application Second Edition Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1006 p.
- [18] ESFANDYARI, M., MOHSENI, H., and HEIDARI, M., 2023, Facies analysis, depositional sequences and platform evolution of the Sarvak Formation (late Albian-Turonian) in the Zagros Basin, West of Iran. *Journal of African Earth Sciences*, **198**, 104811.
- [19] FOROSHANI, J. S., MEHRABI, H., and RAHIMPOUR-BONAB, H., 2023, Reservoir heterogeneity of Upper Cretaceous Sarvak Formation in the Dezful Embayment, SW Iran: Implications of flow unit distribution, electrofacies analysis and geological-based reservoir zonation. *Journal of African Earth Sciences*, 104882.

- [20] FLUGEL, E., 2010, Microfacies of carbonate rocks. *Springer-Verlag, Berlin*, 976 p.
- [21] KENDALL, J., VERGÉS, J., KOSHNAW, R., and LOUTERBACH, M., 2020, Petroleum tectonic comparison of fold and thrust belts: the Zagros of Iraq and Iran, the Pyrenees of Spain, the Sevier of Western USA and the Beni Sub-Andean of Bolivia. *Geological Society, London, Special Publications*, **490**(1), 79-103.
- [22] KHAZAIE, E., NOORIAN, Y., MOUSSAVI-HARAMI, R., MAHBOUBI, A., KADKHODAIE, A., and OMIDPOUR, A., 2022, Electrofacies modeling as a powerful tool for evaluation of heterogeneities in carbonate reservoirs: A case from the Oligo-Miocene Asmari Formation (Dezful Embayment, southwest of Iran). *Journal of African Earth Sciences*, **195**, 104676.
- [23] KHOSHBAKHT, F., AND MOHAMMADNIA, M., 2012, Assessment of Clustering Methods for Predicting Permeability in a Heterogeneous Carbonate Reservoir, *Journal of Petroleum Science and Technology*, **2**(2), 50-57.
- [24] KIANI, A., SABERI, M. H., ASADI, E., and RAHMANI, N., 2020, Interpretation of sedimentary environment and factors affecting reservoir quality in upper Sarvak Formation in one the oil fields of Abadan plain. *Iranian Journal of Petroleum Geology*, **16**(16), 78.
- [25] MABROUK, I., 2021, Integrating XRD and Well Logging Data to Establish Electro-Facies and Permeability Models for an Unconventional Heterogeneous Tight Gas Reservoir, Obaiyed Giant Gas Field. In SPE Annual Technical Conference and Exhibition. OnePetro.
- [26] MAHADASU, P., and SINGH, K. H., 2022, Electrofacies Estimation of Carbonate Reservoir in the Scotian Offshore Basin, Canada Using the Multi-resolution Graph-Based Clustering (MRGC) to Develop the Rock Property Models. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-12.
- [27] MALDAR, R., RANJBAR-KARAMI, R., BEHDAD, A., and BAGHERZADEH, S., 2022, Reservoir rock typing and electrofacies characterization by integrating petrophysical properties and core data in the Bangestan reservoir of the Gachsaran oilfield, the Zagros basin, Iran. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, **210**, 110080.
- [28] MALEKZADEH, H., DARAEI, M., and BAYET-GOLL, A., 2020, Field-scale reservoir zonation of the Albian–Turonian Sarvak Formation within the regional-scale geologic framework: A case from the Dezful Embayment, SW Iran. *Marine and Petroleum Geology*, **121**, 104586.
- [29] MORADI, M., RAHIMPOUR-BONAB, H., KADKHODAIE, A., and CHEHRAZI, A., 2022, Analysis and distribution of Hydraulic flow unit and Electrofacies in the framework of sedimentary sequences in one of the gas fields in northeastern Iran. *Journal of Petroleum Research*, **32**(123), 3-18.
- [30] MEHDIPOUR, V., RABBANI, A. R., and KADKHODAIE, A., 2022, Porosity Modeling Using Simultaneously Seismic Attribute and Electrofacies Data in Sarvak Reservoir of an Iranian Oil Field. *Journal of Petroleum Research*, **32**(1401-4), 113-128.
- [31] MEHRABI, H., SOBHANI FOROSHANI, J., and RAHIMPOUR-BONAB, H., 2022, Controls of depositional and diagenetic processes on the distribution of reservoir rock types in carbonate reservoirs; a case from the Sarvak Formation in the Dezful Embayment. *Kharazmi journal of earth sciences*, **7**(2), 0-0.
- [32] MOHAJER, M. D., AFGHAH, M., DEHGHANIAN, M., and ZAKARIAII, S. J. S., 2022, Biozonation, microfacies analysis and depositional environment of the Cenomanian sediments (Sarvak Formation) in South Zagros Basin (SW Iran). *Carbonates and Evaporites*, **37**(3), 40.
- [33] MOHAMMED, A., DH AidAN, M., AL-HAZAA, S. H., FAROUK, S., and AL-KAHTANY, K., 2022, Reservoir characterization of the upper Turonian–lower Coniacian Khasib formation, South Iraq: Implications from electrofacies analysis and a sequence stratigraphic framework. *Journal of African Earth Sciences*, **186**, 104431.
- [34] NAJAFI, M., and LAJMORAK, S., 2020, Contractional salt-tectonic system in the south Dezful embayment, Zagros. *Journal of Structural Geology*, **141**, 104204.
- [35] NOORI, H., MEHRABI, H., RAHIMPOUR-BONAB, H., and FAGHIIH, A., 2019, Tectono-sedimentary controls on Lower Cretaceous carbonate platforms of the central Zagros, Iran: An example of rift-basin carbonate systems. *Marine and Petroleum Geology*, **110**, 91-111.
- [36] NOORIAN, Y., MOUSSAVI-HARAMI, R., MAHBOUBI, A., and ABDOLLAHI-MOUSSAVI, A. A., 2017, Evaluation of reservoir characterization in the framework of electro-facies: a case study from the Bangestan reservoir in the Mansuri oilfield, SW Iran. *Geosciences Journal*, **21**(5), 713.
- [37] PASH, R. R., SARKARINEJAD, K., GHOOCHANINEJAD, H. Z., MOTAMEDI, H., and YAZDANI,



M., 2020, Accommodation of the different structural styles in the foreland fold-and-thrust belts: northern Dezful Embayment in the Zagros belt, Iran. *International Journal of Earth Sciences*, **109**, 959-970.

[38] RASTEGARNIA, M., TALEBPOUR, M., SANATI, A., and HAJIABADI, S. H., 2017, Prediction of electrofacies based on flow units using NMR data and svm method: A case study in cheshmeh khush field, southern iran. *Journal of Petroleum Science and Technology*, **7**(3), 84-99.

[39] SABOUHI, M., MOUSSAVI-HARAMI, R., KADKHODAIE, A., REZAEE, P., JALALI, M., and WOOD, D. A., 2023, Stratigraphic influences on reservoir heterogeneities of the Mid-Cretaceous carbonates in southwest Iran: Insight from an integrated stratigraphic, diagenetic and seismic attribute study. *Journal of Asian Earth Sciences*, **243**, 105514.

[40] SFIDARI, E., AMINI, A., KADKHODAIE-ILKHCHI, A., CHEHRAZI, A., and ZAMANZADEH, S. M., 2019, Depositional facies, diagenetic overprints and sequence stratigraphy of the upper Surmeh reservoir (Arab Formation) of offshore Iran. *Journal of African Earth Sciences*, **149**, 55-71.

[41] TABATABAEI, H., 2019, relationships between sedimentary environment via geochemistry and mineralogy in sarvak formation, zagros oil fields, sw of iran. *Petroleum and Coal*, **61**(5).

[42] TOUSSAINT, R., AHARONOV, E., KOEHN, D., GRATIER, J. P., EBNER, M., BAUD, P., ... and RENARD, F., 2018, Stylolites: A review. *Journal of Structural Geology*, **114**, 163-195.

[43] VAN DER VOET, E., MUCHEZ, P., LAENEN, B., WELTJE, G. J., LAGROU, D., and SWENNEN, R., 2020, Characterizing carbonate reservoir fracturing from borehole data—A case study of the Viséan in northern Belgium. *Marine and Petroleum Geology*, **111**, 375-389.

[44] WANG, Z., TANG, H., YANG, J., and HUANG, L., 2022, Reservoir pore characteristics based on depositional microfacies control in the Neogene Guantao Formation, Bohai Bay Basin, China. *Energies*, **15**(8), 2870.

[45] WU, H., WANG, C., FENG, Z., YUAN, Y., WANG, H. F., and XU, B. S., 2020, Adaptive multi-resolution graph-based clustering algorithm for electrofacies analysis. *Applied Geophysics*, **17**, 13-25.

[46] ZADEH, P. G., ADABI, M. H., and SADEGHI, A., 2019, Microfacies, geochemistry and sequence stratigraphy of the Sarvak Formation (Mid Cretaceous) in the Kuh-e Siah and Kuh-e Mond, Fars area, southern Iran. *Journal of African Earth Sciences*, **160**, 103634.

[۴۷] ذاکری، م.، موسوی حرمی، ر.، خانه باد، م.، محبوب، ا. ۱۳۹۳. رخساره ها، دیاژنز و کیفیت مخزنی سازند سروک در میدان نفتی کوپال، در جنوب غرب ایران. زمین شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۱۴، ص ۵۹-۴۶

[۴۸] حسینی، ک.، رضائی، پ.، کاظم شیروودی، س.، معینی، م. ۱۳۹۸. بررسی ارتباط ریزرخساره ها، محیط رسوبی، دیاژنز و کیفیت مخزنی سازند میشریف (سنومانین آغازین - تورونین) در میدان نفتی اسفند (سیری E)، شمال خاوری خلیج فارس. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال ۳۵، شماره ۲، ص ۱۰۹-۱۳۴.

[۴۹] نوریان، ی.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، عبدالمهی موسوی، ع. ۱۳۹۴. تحلیل رخساره های میکروسکوپی و الکتریکی مخزن بنگستان در میدان منصوری، مجله پژوهش نفت، شماره ۱۴، ص ۱۷-۲۹.

# Investigating the reservoir quality of Sarvak formation using multi-resolution graph-based and comparing it with petrographic data in an oilfield of Dezful Embayment

Seyede Akram Jooybari<sup>\*1</sup>, Payman Rezaee<sup>2</sup>, Majid Mehdipour<sup>3</sup>

- 1- PhD in Sedimentology and sedimentary petrology, University of Hormozgan,
- 2- Associate Professor, Department of Geology, University of Hormozgan
- 3- Master of Petroleum Geology, Petroleum Engineering Development Company, Tehran

[\\*S.akramjooybari@gmail.com](mailto:S.akramjooybari@gmail.com)

Received: March 2023, Accepted: July 2023

## Abstract

Sarvak Formation is one of the important carbonate reservoirs in Dezful Embayment. In order to evaluate the reservoir quality of this formation in one of the Dezful Embayment fields, multi-resolution graph-based method was used and compared with petrographic findings. The findings showed that the Sarvak formation in the studied field consists of 8 microfacies belonging to the sub-environments of the lagoon, carbonate bar, middle ramp and outer ramp, which were deposited in a homoclinal ramp environment. The main diagenesis processes affecting this reservoir include cementation, dissolution, fracture, stylolitization, and dolomitization. The results of multi-resolution graph-based analysis led to the identification of 3 electrofacies, EF1 electrofacies had the weakest reservoir parameters and EF3 facies had the best reservoir status. The majority of EF1 microfacies are grainstone microfacies and the majority of EF3 microfacies correspond to wackstone and packstone microfacies. Based on this, it seems that the lagoon sub-environment has a better reservoir condition than other sub-environments, especially the carbonate bar, and this is an important sign of the different performance of diagenesis processes in these sub-environments. In a vertical trend, the highest volume of hydrocarbon column is in the EF3 electrofacies and the lowest is EF1. In general, it can be stated that the use of multi-resolution graph-based analysis and comparison with petrographic findings is a suitable solution for accurate evaluation of the reservoir quality of carbonate reservoirs.

**Keywords:** Reservoir quality, MRGC, Sarvak formation, Petrography