



تجزیه و تحلیل رخصاره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخصاره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

زهرا اقبال کیانی^{۱*}، طاهر گلی^۲، علی حسین جلیلیان^۳، رحیم کدخدائی^۴

^۱ کارشناس ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه پیام نور اصفهان

^۲ کارشناس ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور، ایران

^۴ کارشناس، پژوهشگاه صنعت نفت

*zahraeghbalkiani@gmail.com

دریافت تیر ۱۳۹۵، پذیرش بهمن ۱۳۹۵

چکیده

تجزیه و تحلیل رخصاره های الکتریکی روشی مطمئن در خوشه بندی نمودارهای پتروفیزیکی است که می تواند تغییرات ویژگی های زمین شناسی و مخزنی واحدهای سنگ چینه ای مختلف را به خوبی نشان دهد. در این تحقیق با استناد به داده های حاصل از پتروگرافی ۱۲۰ مقطع نازک از مغزه های حفاری مربوط به بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین جنوب غربی ایران، تعداد ۶ ریزرخصاره رسوبی شناخته شد. این داده ها گواه آن هستند که مجموعه رسوبات کرتاسه میانی در ناحیه مورد مطالعه عمدتاً در دو زیرمحیط سد ارگانیکی تکه ای و تالاب وابسته به بخش داخلی رمپ هموکلینال نهشته شده اند. همچنین، با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی در چاه مورد مطالعه ۱۰ رخصاره الکتریکی تعیین گردید. با تجزیه و تحلیل داده های پتروفیزیکی در نرم افزار ژئولاگ بر اساس اینکه داده های موجود در هر خوشه حداکثر شباهت (نزدیک ترین فاصله از نظر آماری) را با یکدیگر داشته اند، رخصاره های الکتریکی بهینه سازی و تعداد آن ها به ۶ عدد کاسته شد. با توجه به انطباق تقریباً خوب نتایج رخصاره های الکتریکی بهینه شده با ریزرخصاره های رسوبی بخش بالایی سازند سروک امکان تعمیم این نتایج به کل ضخامت سازند سروک میسر گردید. بررسی تغییرات تخلخل واحد سنگ چینه ای مورد نظر در نمودارهای الکتریکی نظیر گامای تصحیح شده، نوترون و صوتی گویای کاهش مشخص میزان تخلخل از رخصاره الکتریکی شماره ۱ تا ۶ است. علاوه بر این، نتایج به دست آمده نشان داد که این رخصاره ها به ترتیب کاهش کیفیت مخزنی با ریزرخصاره های فلوتستون/ رودستون رودیستی بایوکلاست دار، وکستون/ پکستون رودیستی- بنتیک فرامینفردار، گرینتون/ پکستون پلوئیدی- بنتیک فرامینفردی، وکستون/ پکستون همراه با فرامینفرهای بنتیک متنوع، وکستون/ پکستون پلوئیدی بایوکلاست دار، مادستون/ وکستون با تنوع کم فرامینفرهای بنتیک مطابقت دارند. با این مطالعه مشخص شد که مقایسه و مطابقت رخصاره های الکتریکی با ریزرخصاره های رسوبی روشی کارآمد در تجزیه و تحلیل کیفیت بخش مخزنی سیستم های هیدروکربنی است و به خصوص می تواند در چاه های فاقد مغزه مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: رخصاره های الکتریکی، خوشه بندی، سازند سروک، ریزرخصاره رسوبی، کیفیت مخزنی.

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتريکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

۱- مقدمه

سازند سروک واحد کربناته ضخیمی از گروه بنگستان است که معرف سنگ نهشته های کرتاسه میانی (آلبین- تورونین) در جنوب باختری ایران و دومین سنگ مخزن مهم منطقه زاگرس می باشد [۲۸]. این سازند دارای دو رخساره متفاوت است که رخساره کم عمق در محل برش الگو و فارس ساحلی و رخساره عمیق در ناحیه لرستان گسترش دارد. رخساره کم عمق از سنگ آهک ضخیم لایه تا توده ای حاوی فسیل های رودیست و گاستروپود و رخساره عمیق از سنگ آهک های نازک لایه حاوی فسیل الیگوسترینا تشکیل شده است [۲۸]. از آنجا که این سازند یکی از مهم ترین افق های مخزنی در بسیاری از میداین هیدروکربوری جنوب غرب و غرب ایران محسوب می شود. در میدان نفتی مورد مطالعه، این سازند با ستبرای بیش از ۶۳۵ متر در بین سازند کژدمی در پایین و بخش شیلی لافان (به ضخامت کم) و ایلام در بالا قرار گرفته است. بخش بالایی سازند سروک در میدان مورد مطالعه از ۴ افق مخزنی تشکیل شده است که بخش های ۳ و ۴ به دلیل تخلخل، تراوایی و کیفیت مخزنی بالا از اهمیت بیشتری برخوردار هستند [۲]. با توجه به این که بخش بالایی سازند سروک در میدان مورد مطالعه سنگ مخزن اصلی است، مطالعه حاضر روی آن متمرکز شده است (شکل ۱).

Generalized Lithology	Formation	Biozone	Age	
	Gurpi	Globotruncana Concavata	Campanian — Santonian	
	Ilam	Rotalia SP.22 Algae	Turonian	
	Sarvak	Valvulammina Dicyclina	Nezzazata	Cenomanian
			Alveolina	
		Oligostegina Facies	Prae-Alveolina	
			R. Washitensis	
	Kazhdumi	Hemicyclammina	Albian	
		Globigerina		
	Dariyan		Aptian	

شکل ۱- چینه شناسی و بیوزون های (Biozone) گروه بنگستان در برش الگو، کوه بنگستان، شمال باختری بهبهان (اقتباس از [۲۵] با کمی تغییرات).

به نقشه در آوردن خصوصیات مخزنی نکته ای کلیدی در مطالعات جامع مخزنی است. در صورت در دسترس بودن داده های نمودار معمولی، به کمک شبکه های عصبی مصنوعی می توان روابطی غیرخطی بین داده های نمودار و پارامترهای مخزنی به دست آورد [۲۸]. با روش های معمول پتروفیزیکی می توان پارامترهایی مانند درصد اشباع، تراوایی و دیگر ویژگی های پتروفیزیکی را محاسبه نمود. ولی با این روش ها به تنهایی نمی توان ویژگی های زمین شناسی یک مخزن را با اطمینان توصیف کرد [۷]. برای توصیف جامع ویژگی های مخزنی بهتر است از تلفیق داده های زمین شناسی و پتروفیزیکی استفاده کرد تا نزدیک ترین شباهت به واقعیت های زمین شناسی به دست آید [۳۳]. در سال های اخیر زمین شناسان تلاش زیادی

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

کرده‌اند تا با ایجاد ارتباط منطقی میان رخساره‌های رسوبی و داده‌های پتروفیزیکی، تحت عنوان تجزیه و تحلیل رخساره‌های الکتریکی (Electrofacies)، ویژگی‌های مخزنی را به بهترین شکل توصیف کنند [۳]. با ایجاد روش‌های مطالعاتی زیر سطحی مانند استفاده از نمودارهای الکتریکی، رخساره‌هایی تعریف شدند که اساس آن‌ها دیگر خصوصیات مستقیم به دست آمده از سنگ‌ها نبود و این رخساره‌ها را تحت عنوان رخساره‌های الکتریکی معرفی کردند [۳۸]. بر همین اساس، پی بردن به نحوه پراکندگی رخساره‌های رسوبی و فرآیندهای دیاژنتیکی در میدان می‌تواند به شناخت توزیع سه بعدی تخریل، حجم شیل و دیگر پارامترهای یک مخزن کمک فراوانی کند. تحلیل رخساره‌های الکتریکی روشی است برای تقسیم‌بندی نمودارهای الکتریکی به زیرمجموعه‌هایی که نشان دهنده رخساره‌های زمین‌شناسی بوده است و توزیع آن‌ها اساس زون‌بندی چینه‌شناسی را تشکیل می‌دهد [۳۵]. ولف و همکاران اولین روش خودکار دسته‌بندی نمودارها به رخساره الکتریکی را ارائه نمودند [۴۳]. در این روش از مؤلفه‌های اصلی و دسته‌بندی سازمان‌دهی شده صعودی استفاده می‌شد [۳۹]. در روش مذکور نوع رخساره اهمیت ندارد، بلکه پتانسیل مخزنی سازند بر اساس تخریل، تراوایی و دیگر ویژگی‌های پتروفیزیکی مورد توجه قرار می‌گیرد؛ چرا که فرآیندهای دیاژنتزی در مواردی چنان تأثیری بر مخازن مخصوصاً کربناته گذاشته‌اند که هر رخساره می‌تواند هر نوع تخریل و تراوایی را از خود نشان دهد [۳۰]. بنابراین صرف دانستن رخساره نخواهد توانست به شناخت پتانسیل مخزنی و تولید کمک کند. برای خوشه‌بندی، روش‌های مختلفی توسط افراد متفاوتی ارائه شده است که از جمله این روش‌ها می‌توان روش Multi-Resolution Graph Clustering (MRGC) اشاره نمود. این روش توسط Ye و Rabiller در سال ۲۰۰۰ معرفی شده است [۴۵]. اساس روش (MRGC) شناخت الگوی نقطه‌ای چند بعدی مبتنی بر اصل غیر پارامتری (شاخص همسایگی) است. با توجه به اهمیت مخزنی فوق العاده سازند سروک داشتن اطلاعات کافی از کیفیت مخزنی این سازند یکی از دغدغه‌های صنعت نفت بوده است. در این ارتباط بررسی کیفیت مخزنی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه براساس تجزیه و تحلیل رخساره‌های الکتریکی و مطابقت با ریزرخساره‌های رسوبی که هدف اصلی این پژوهش می‌باشد امری ضروری و مورد نیاز صنعت نفت کشور به شمار می‌آید.

۲- روش مطالعه

در این پژوهش به منظور بررسی دقیق مطالعات پتروگرافی ۱۱۵ متر از بخش بالایی سازند سروک (عمق ۲۵۸۰-۲۶۹۵ متری) تعداد ۱۲۰ مقطع نازک از نمونه‌های مغزه مورد مطالعه قرار گرفت. این نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان و میکروسکوپ ماورای بنفش (UV) بررسی شد. به منظور تفکیک بهتر سنگ‌های آهکی از دولومیتی تمام مقاطع میکروسکوپی با محلول آلزارین قرمز (Red-S) رنگ آمیزی شدند و نیز جهت تشخیص سنگ‌های آهکی با ترکیب آهن دار از روش رنگ آمیزی توسط محلول پتاسیم فروسیانید به روش دیکسون [۱۹] استفاده شد. نام گذاری سنگ‌های کربناته و طبقه بندی ریزرخساره‌ها با استفاده از اصول استفاده شده توسط دانهام [۲۰] و امبری و کلوان [۲۱] با تلفیق و اعمال تغییراتی متناسب با کاربرد آن‌ها در مطالعه‌ی حاضر انجام شده است. در ادامه با استفاده از نرم افزار ژئولاگ (ParadigmTM Geolog 6.7.1) داده‌های ورودی مناسب برای تعیین رخساره‌های الکتریکی انتخاب شدند که از این میان نمودارهای الکتریکی گامای تصحیح شده (CGR)، نوترون (NPHI) و صوتی (DT) به دلیل این که تحت تأثیر مستقیم جنس سنگ می‌باشند، به عنوان داده‌های اصلی برای تعیین این رخساره‌ها انتخاب شدند. سپس یک مدل ۱۰ رخساره‌ای براساس روش خوشه‌بندی MRGC تعیین گردید که با تجزیه و تحلیل داده‌های پتروفیزیکی در نرم افزار ژئولاگ و مقدار میانگین نمودار CGR رخساره‌های الکتریکی دارای مقدار نزدیک با هم بهینه سازی و تعداد آن‌ها به شش عدد کاهش

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میدین نفتی جنوب غرب ایران

یافت. با توجه به انطباق خوب نتایج رخساره های الکتریکی بهینه شده با ریزرخساره های رسوبی امکان تعمیم نتایج به کل ضخامت سازند سروک (۶۳۵ متر) میسر گردید.

۳- ریزرخساره های بخش بالایی سازند سروک

به منظور تعیین ریزرخساره های رسوبی بخش بالایی سازند سروک در چاه مورد مطالعه، ابتدا نوع آلوکم های اصلی و فرعی، سپس نوع بافت آن ها مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس تعداد ۶ ریزرخساره (MFS1- MFS6) شناسایی گردید. مشخصات هر یک از این ریزرخساره ها به طور خلاصه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: ریزرخساره های شناسایی شده بخش بالایی سازند سروک در یکی از میدانهای نفتی جنوب غرب ایران. (MFS1- MFS6)

Facies code	Microfacies name	Components		Energy level	Environment
		Skeletal	Non skeletal		
MF(S1)	Bioclastic rudist debris floatstone/ rudstone	Rudist debris, Echinoderm and Rare bivalves	Rare Intraclast	Medium to high	patch Organic Barrier
MF(S2)	Benthic foraminiferal - rudist debris wackestone / packstone	Benthic foraminifera, Rare Gastropodes and Green alga	Peloid	Medium	Open - Marine Lagoon
MF(S3)	Benthic foraminifera – peloids grainstone / packstone	Benthic foraminifera, Rare algae and Echinoderm	Rare small peloid	Medium to low	Open - Marine Lagoon
MF(S4)	High diversity benthic foraminifera wackestone / packstone	Benthic foraminifera Rare algae	Rare small peloid	Medium to low	Open - Marine Lagoon
MF(S5)	Peloidal bioclastic wackestone / packstone	Benthic foraminifera, Fine rudist debris, Rare gastropodes and Green algae	Peloid	Low	Lagoon
MF(S6)	Low diversity benthic foraminifera mudstone / wackestone	Benthic foraminifera	Rare small peloid	Low	Restricted Lagoon

۳-۱ مجموعه ریزرخساره ای زیر محیط سد ارگانیکی

۳-۱-۱ فلوتستون / رودستون رودیستی بایوکلاست دار

MFS1. Bioclastic rudist debris floatstone/ rudstone

عناصر سازنده اصلی این ریزرخساره شامل خرده های ریز و درشت رودیست ها می باشند که در زمینه میکرایتی گل پشتیبان تا دانه پشتیبان قرار گرفته اند. عناصر فرعی شامل کورال، اکینودرم، فرامینفرهای کفزی (مانند میلیولید، نزازاتا، اربیتولین، روتالیا)، استراکود، سوزن اسفنج و پلوئیدها می باشند (شکل ۲ تصویر a). برخی از نمونه های این ریزرخساره بافت فلوتستونی دارند که در آن خرده های رودیست با اکینودرم و پلوئیدها همراهند این علائم در کنار جورشدگی ضعیف بیانگر سیر این ریزرخساره به سمت بخش های انتهایی تالوس ناشی از ریف های تکه ای رودیستی می باشد که در زیر محیط سد ارگانیکی قرار دارند [۲۲] (شکل ۲ تصاویر a و b). در دیواره برخی از خرده های رودیستی حفرات ناشی از حفاری موجودات مشاهده می شود که با میکرایت و پلوئید و گاهی با فرامینفرهای کفزی از جمله میلیولید پر شده اند (شکل ۲

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

تصویر c). این امر حاکی از کاهش عمق و نزدیکی این ریزرخساره به زیر محیط تالاب باز می‌باشد [۲۲]. بر اساس نوع بافت و خردشدگی دانه‌های اسکلتی، رسوبگذاری این ریزرخساره در محیط رسوبی کم عمق و با انرژی متوسط بین سطح اثر امواج طوفانی (SWB) و امواج عادی (FWWB) صورت گرفته است. در این ریزرخساره فرآیند انحلال به دلیل پوسته آراگونیتی با مقاومت کم و ناپایدار در خرده‌های رودیستی گسترش یافته است که با افزایش شکستگی‌ها تجمع فراوان هیدروکربورها را به همراه دارد [۳۶]. از مهم ترین فرآیندهای دیاژنزی در ریزرخساره MFS1 می‌توان به فرآیندهای انحلال و دولومیتی شدن اشاره نمود که فرآیند انحلال در خرده‌های رودیستی سهم بالایی را در افزایش میزان نفوذپذیری و کیفیت مخزنی داشته است (شکل ۲ تصاویر d و f). بررسی مقاطع میکروسکوپی نشان می‌دهد در برخی از نمونه‌های مغزه فرآیندی نظیر سیمانی شدن و یا میکراتی شدن سبب پر شدن تخلخل‌های اولیه و یا تخلخل‌های موجود در پوسته خرده‌های رودیستی شده است که این امر سبب کاهش کیفیت مخزنی این ریزرخساره در برخی از اعماق می‌شود (شکل ۲ تصاویر a، b و c). در این ریزرخساره دولومیت‌ها در اندازه‌های ریز تا متوسط بلور به صورت ثانویه در زمینه پراکنده شده‌اند. این ریزرخساره معادل RMF12 فلوگل [۲۲] می‌باشد و مشابه آن در مطالعه سازند سروک توسط اسدی مهمان دوستی و همکاران [۴۴] در ناحیه ایذه (جنوب غرب ایران) و یانگ دو [۴۴] در یکی از میداین جنوب غرب ایران گزارش شده است.

۳-۲ مجموعه ریزرخساره‌ای زیرمحیط تالاب

۳-۲-۱ وکستون / پکستون رودیستی - بنتیک فرامینیفردار

MFS2. Benthic foraminiferal - rudist debris wackestone / packstone

آلوکم‌های عمده سازنده این ریزرخساره خرده‌های رودیست و به مقدار کمتر روزنداران بنتیک با دیواره پرسلانوز شامل جنس‌های مربوط به خانواده آلوئولینده، میلیولید، پنروپلیس فرامینفرهای بنتیک با دیواره آگلوتینه مانند نزازاتا، تکستولاریا، در زمینه‌ای از میکراتی می‌باشد. از عناصر فرعی می‌توان به گاستروپود، استراکود و قطعات خارپوستان، نرم تنان، جلبک قرمز و اینتراکلاست و پلوئید اشاره کرد (شکل ۳ تصاویر a و b). حضور فراوان قطعات رودیست در این ریز رخساره بیانگر نزدیک بودن آن با سد ارگانیکی می‌باشد که این قطعات اسکلتی از محیط سدی توسط امواج وارد این ریزرخساره شده‌اند. در این ریزرخساره حضور خرده‌های رودیستی فراوان با پوسته آراگونیتی و کم مقاومت سبب شده است که فرآیند انحلال در آن‌ها گسترش یابد، اما گاهی سیمان کلسیتی و یا میکراتی حفرات ایجاد شده در پوسته آراگونیتی خرده‌های رودیستی را پر کرده است و باعث کاهش تخلخل و کیفیت مخزنی در این ریزرخساره می‌شود. ریزرخساره MFS2 بر اساس شواهد بافتی و فسیلی، سازنده تالاب نیمه محصور برش مورد بررسی می‌باشد. این ریزرخساره معادل RMF20 فلوگل [۲۲] می‌باشد و مشابه آن در مطالعه سازند سروک توسط رحیم پور بناب و همکاران [۳۶] در میدان نفتی آب تیمور گزارش شده است.

۳-۲-۲ گرینستون / پکستون پلوئیدی - بنتیک فرامینیفری

MFS3. Benthic foraminifera – peloids grainstone / packstone.

آلوکم‌های اصلی این ریزرخساره شامل پلوئیدها با فراوانی بالا و فرامینفرهای بنتیک با دیواره پرسلانوز خانواده آلوئولینده، میلیولید، پنروپلیس فرامینفرهای بنتیک با دیواره آگلوتینه نظیر نزازاتا، تکستولاریا، اربیتولینا، کونولینا، پسودولیتونلا با فراوانی زیاد در زمینه گلی تا سیمانی می‌باشند. آلوکم‌های فرعی از جلبک قرمز، اکینودرم، کورتولیدها و اینتراکلاست

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتريکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میادین نفتی جنوب غرب ایران

تشکیل شده اند. فرایند میکرایتی شدن در ریزرخساره مذکور گسترش زیادی دارد به طوری که پلوئیدها حاصل میکرایتی شدن فرامینفرهای بنتیک می باشند (شکل ۳ تصاویر c و d). وجود زمینه میکرایتی تا سیمانی و فرامینفرهای بنتیک متنوع در این ریزرخساره نشان دهنده کاهش شوری و افزایش ارتباط تالاب پشت سد با دریای باز از طریق کانال های جزرومدی یا شرایط اقلیمی مرطوب است [۴۲]. ریزرخساره MFS3 مربوط به زیرمحیط انتهای تالاب چسبیده به سد ارگانیکی تکه ای می باشد و در محیطی با انرژی متوسط رسوبگذاری می کند. این ریزرخساره معادل RMF26 فلوگل [۲۲] است. مشابه چنین ریزرخساره ای توسط [۱۳] در منطقه خوزستان گزارش شده است.

۳-۲-۳ وکستون / پکستون همراه با فرامینفرهای بنتیک متنوع

MFS4. High diversity benthic foraminifera wackestone / packstone

این ریزرخساره دارای بافت متغییر دانه پشتیبان تا گل پشتیبان است. فرامینفرهای بنتیک با تنوع بالا اصلی ترین اجزاء این ریزرخساره می باشند که شامل فرامینفرها با دیواره پرسلانوز جنس های مربوط به خانواده آلوئولینده، میلیولید، پنروپلیس، فرامینفرهای بنتیک با دیواره آگلوتینه نزازاتا، تکستولاریا، اریبتولینا، کونئوکولینا، پسودو لیتونلا و فرامینفرهای بنتیک با دیواره هیالین تروکولینا می باشند. اجزاء فرعی این ریزرخساره نیز شامل پلوئید، قطعات رودیست و خارهای اکینوئیدها و دوکفه ای ها و سوزن اسفنج، می باشند (شکل ۳ تصاویر e و f). این ریزرخساره نشان دهنده رسوبگذاری در محیط متوسط تا کم انرژی تالاب (نیمه محصور تالاب) می باشد که بافت رسوبی دانه ریز و تنوع جامع زیستی روزداران کفزی تأیید کننده این مسئله است [۱۸] ریزرخساره MFS4 معادل RMF20 فلوگل (Flugel, 2010) می باشد. مشابه این ریز رخساره توسط [۲۴] در مطالعه سازند سروک در تاقیدیس بنگستان و نیز توسط [۱۲] در میدان نفتی آزادگان (یکی از میادین بزرگ نفتی در جنوب غربی ایران) گزارش شده است.

۳-۲-۴ وکستون / پکستون پلوئیدی با یوکلاست دار

MFS5. Peloidal bioclastic wackestone / packstone

اجزای اصلی این ریزرخساره ذرات پلوئید به همراه خرده های رودیستی، قطعات اکینودرم و روزنداران کف زی مانند (تکستولاریا، نزازاتا، آلوئولینا، میلیولید، اوریبتولین) می باشد. از اجزاء فرعی می توان به تروکولینا و به مقدار کمتر استراکود، داسی کلا داسه، دوکفه ای و سوزن اسفنج و در برخی مقاطع جلبک قرمز، جلبک سبز اشاره نمود که در زمینه ای از میکرایت قرار دارد (شکل ۴ تصاویر a و b).

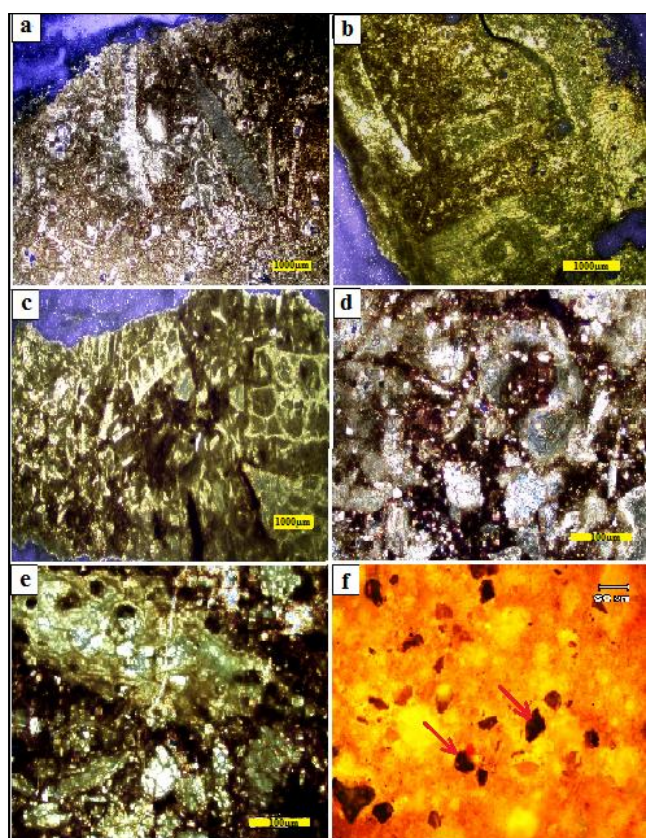
پلوئیدها فراوان ترین دانه های موجود در این ریزرخساره می باشند. جورشدگی و گردشگی خوب پلوئیدها در برخی مقاطع می تواند از اختصاصات پلوئیدهای دفعی باشد. این نوع پلوئیدها نشان دهنده محیط های آرام و تالابی هستند [۳۷]. برخی از آلوکم ها مانند قطعات رودیستی با پوسته آراگونیتی و اکینودرمها دولومیتی شده اند و سبب شده این قطعات کوچک تر به نظر برسند. از دلایل دیگر رسوبگذاری این ریزرخساره در محیط آرام تالاب، حضور جلبک سبز می باشد که نشان می دهد نفوذ نور به خوبی صورت گرفته و امکان تبادل اکسیژن به خوبی فراهم بوده است. این ریزرخساره را با توجه به نوع آلوکم های موجود و زمینه گل آهکی سنگ می توان به زیرمحیط تالاب نسبت داد. مشابه این ریزرخساره در مطالعه سازند سروک توسط [۵] در میدان نفتی کوپال در جنوب غرب ایران مشاهده شده است.

۳-۲-۵ مادستون / وکستون با تنوع کم فرامینفرهای بنتیک

MFS6. Low diversity benthic foraminifera mudstone / wackestone

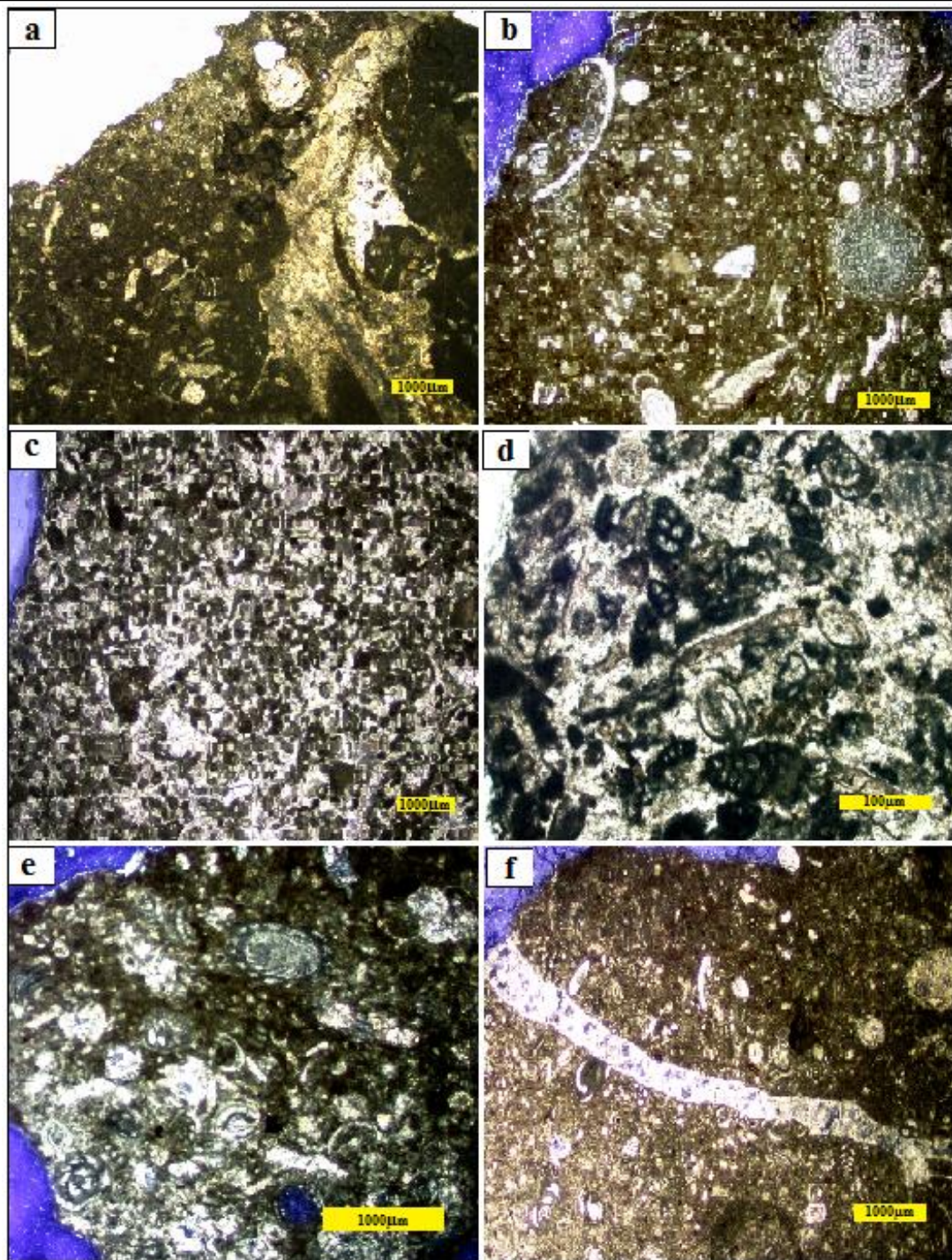
زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

این ریزرخساره بافت گل پشتیبان دارد. آلوکم‌های اصلی سازنده این ریزرخساره از فرامینیفراهای پرسلاَنوز بتتیک به ویژه میلیولیدها و به مقدار کمتر نزازاتا، تشکیل شده است. از آلوکم‌های فرعی، می‌توان به خرده‌های رودیستی با اندازه کوچک، اکینودرم، گاستروپود، استراکود، جلبک سبز، قطعاتی از صدف دوکفه‌ای و پلوئیدها به مقدار اندک اشاره کرد (شکل ۴ تصاویر c و d). تعداد و تنوع کم مجموعه فسیلی، فراوانی میلیولیدها، فقدان فون‌های دریای باز و غالب بودن میکرایت بیانگر کم انرژی بودن محیط و چرخش محدود آب است [۲۳]. براساس موارد ذکر شده ریزرخساره مذکور در بخش‌های محصورتر (از عمق تا لبه‌ها) تالاب و نزدیک‌تر به محیط جزرومدی تشکیل شده است [۲۲]. ریزرخساره MFS6 معادل RMF20 فلوگل [۲۲] است. مشابه این ریزرخساره در سازند سروک توسط غیث‌شایوی و همکاران [۲۴] در تاق‌دیس بنگستان، گزارش شده است.



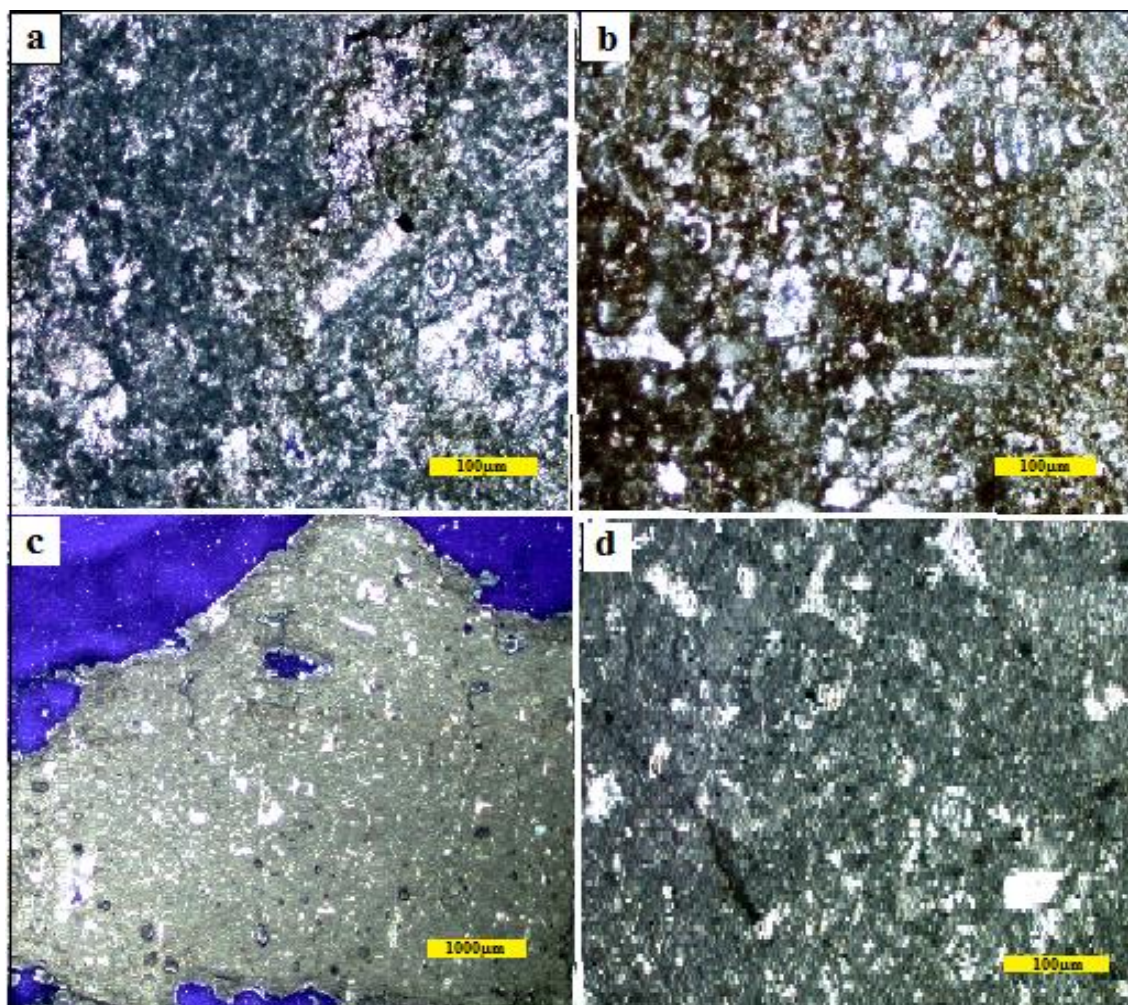
شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های بخش بالایی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه مربوط به زیرمحیط سد ارگانیکی: a- فلوتستون/ رودستون رودیستی بایوکلاست‌دار و تأثیر منفی دیاژنز که سبب کاهش کیفیت مخزنی شده است (MFS1) (عمق ۲۶۱۸ متر، نور XPL). b- فلوتستون/ رودستون رودیستی بایوکلاست‌دار (MFS1) و تأثیر منفی دیاژنز که سبب کاهش کیفیت مخزنی شده است (عمق ۲۶۱۷ متر، نور XPL). c- فلوتستون/ رودستون رودیستی بایوکلاست‌دار (MFS1) و تأثیر منفی دیاژنز که سبب کاهش کیفیت مخزنی شده است (عمق ۲۶۷۰ متر، نور XPL). d- دولومیت ریز تا متوسط بلور که جانشین زمینه و بخش‌هایی از آلوکم‌ها شده‌اند و فضاهای خالی با هم مرتبط و به نفت آغشته است (عمق ۲۶۶۸ متر، نور XPL). e- دولومیت جانشینی آلوکم‌ها (خرده‌های رودیستی) را تحت تأثیر قرار داده‌اند و سبب ایجاد تخلخل بین بلوری شده است. این فضاهای خالی مرتبط، با نفت پر و باعث افزایش کیفیت مخزنی شده است (عمق ۲۶۵۳ متر، نور XPL). f- تصویر فلورسانس تخلخل بین بلوری که پیکانهای قرمز نشان دهنده مواد بیتومینه پر کننده این تخلخل است (عمق ۲۶۵۳ متر، نور UV).

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میادین نفتی جنوب غرب ایران



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره های بخش بالایی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه مربوط به زیر محیط تالاب a- وکستون/ پکستون رودیستی- بتتیک فرامینفردار (MFS3) (عمق ۲۶۴۶ متر، نور PPL). b- وکستون/ پکستون رودیستی- بتتیک فرامینفردار (MFS3) (عمق ۲۶۵۱ متر، نور XPL) c- گرینستون/ پکستون پلوئیدی- بتتیک فرامینفردار (MFS2) (عمق ۲۶۹۴ متر، نور XPL) d- گرینستون/ پکستون پلوئیدی- بتتیک فرامینفردار (MFS2) (عمق ۲۶۹۰ متر، نور XPL). e- وکستون / پکستون همراه با فرامینفرهای بتتیک متنوع (MFS4) (عمق ۲۶۴۹ متر، نور XPL). f- وکستون / پکستون همراه با فرامینفرهای بتتیک متنوع (MFS4) (عمق ۲۶۵۷ متر، نور XPL).

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی



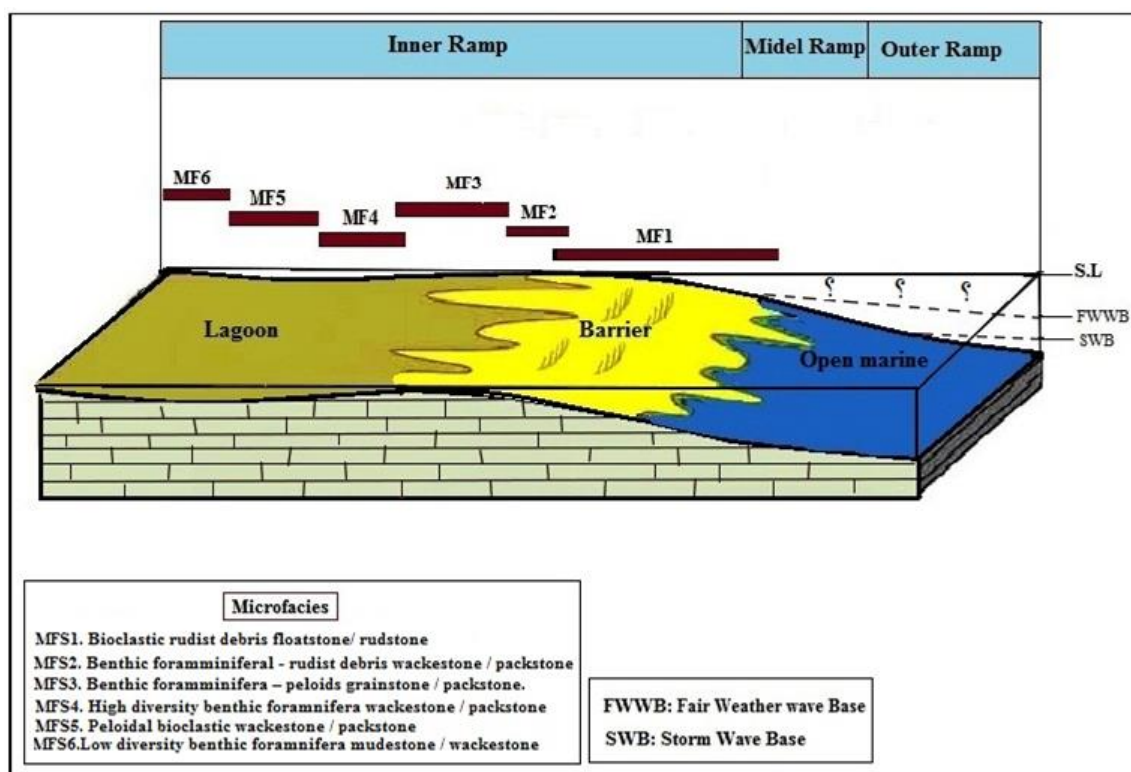
شکل ۴- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های بخش بالایی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه مربوط به زیر محیط تالاب a- وکستون / پکستون پلوئیدی بایوکلاست‌دار (MFS5) (عمق ۲۶۲۸ متر، نور XPL). b- وکستون / پکستون پلوئیدی بایوکلاست‌دار (MFS5) (عمق ۲۶۱۱ متر، نور XPL). c- مادستون/ وکستون با تنوع کم فرامینفرهای بتیک (MFS6) (عمق ۲۵۹۵ متر، نور XPL). d- مادستون / وکستون با تنوع کم فرامینفرهای بتیک (MFS6) (عمق ۲۵۹۸ متر، نور XPL).

۴- تعبیر و تفسیر محیط رسوبی

در توالی مورد مطالعه از بخش فوقانی سازند سروک ۶ ریزرخساره شناسایی گردید. ریزرخساره‌های مطالعه حاضر، طیف گسترده تمامی زیر محیط‌ها را نشان نمی‌دهد و محدود به زیر محیط‌های سد ارگانیکی تکه‌ای و بخش‌های مختلف تالاب است. زیر محیط دریای باز در مدل رسوبی سه بعدی پیشنهادی با علامت سوال نشان داده شده است (شکل ۵). با توجه به نبود ریف‌های سدی وسیع و شرایط لازم برای تشکیل پلاتفرم کربناته حاشیه‌دار، وجود میکرایت در اکثر ریزرخساره‌ها، نبود رسوبات دوباره نهشته شده و جریان‌های توربیدیتی و همچنین با مقایسه و استناد به مطالعات دیگران که در زیر به آن اشاره می‌شود می‌توان محیط رسوبی رمپ هموکلینال را برای ریزرخساره‌های سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه پیشنهاد کرد.

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

براساس نتایج حاصل از سایر مطالعات بر روی سازند سروک از جمله مطالعات پُرسر [۳۴] در سواحل جنوب خلیج فارس و نیز در سال های اخیر در حوضه زاگرس و فروافتادگی دزفول از جمله مطالعات [۱۴] در میدان نفتی گچساران، غبیشاوی [۶] در تاقدیس بنگستان، [۱۵] در میدان نفتی اهواز، [۵] در میدان نفتی کویال و اسدی مهمان دوستی و همکاران [۱۷] در ناحیه ایذه (جنوب غرب ایران) همگی محیط رسوبی سازند سروک را پلاتفرم از نوع رمپ هموکلینال تشخیص داده اند. با این حال طی کرتاسه میانی تا فوقانی با توجه به عواملی نظیر گسترش چشمگیر موجودات ریف ساز به خصوص رودیست ها به عنوان سازندگان کربنات [۲۲، ۲۹] گسترش کلینوفرماها در برش الگو سازند سروک و مناطق مجاور آن [۱۰]، وجود کربنات های دوباره نهشته شده از سازند سروک به سازند گرو در زاگرس مرکزی [۱۱] به نظر می رسد الگوی کلی سازند سروک طی زمان کرتاسه پلاتفرم از نوع شلف بوده است.



شکل ۵- مدل پیشنهادی برای محیط رسوبی بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی مورد مطالعه که موقعیت ریز رخساره های تالاب و سد ارگانیکی بر روی آن مشخص شده است.

۵- رخساره های الکتریکی

۵-۱ داده های ورودی

تعیین و ترسیم رخساره الکتریکی در مرحله اول نیازمند انتخاب بهترین داده های ورودی منطبق بر مطالعه مورد نظر است، به گونه ای که بتواند انطباق را با داده های زمین شناسی (ریزرخساره های رسوبی) به خوبی نشان دهد. بدین منظور در این مطالعه نمودارهای الکتریکی مانند نمودارهای گامای تصحیح شده (CGR)، تخلخل نوترونی (NPHI) و صوتی (DT) که تا حد زیادی متأثر از جنس سنگ می باشند، انتخاب شده است (شکل ۶).

۵-۲ آنالیز خوشه‌ای

گونه‌های سنگی مخزن با روش‌های مستقیم مطالعاتی بر روی داده‌های مغزه (برای مثال روش مشخص کردن واحدهای جریان) قابل تفکیک است. علی‌رغم نتایج قابل قبول حاصل از این روش‌ها، محدودیت دسترسی به مغزه‌ها به دلایلی همچون گران بودن عملیات مغزه‌گیری و صد درصد نبودن بازیابی مغزه‌ها ناشی از خطاهای انسانی و یا سنگ‌شناسی ناپایدار مخزن، وقت‌گیر بودن توصیف تعداد زیادی از مقاطع نازک و انجام آزمایشات معمولی و ویژه بر روی مغزه‌ها، از جمله مشکلات پیش روی محققین است [۱۶]. امروزه روش آنالیز خوشه‌ای داده‌ها (Data Clustering Analysis) می‌تواند از لحاظ اقتصادی با صرفه و نیز درجه‌ی اطمینان نتایج حاصله از آن برای تعیین‌گونه‌های سنگی، حداقل در حد درجه اطمینان نتایج حاصله از مطالعات مغزه باشد. این روش ویژگی‌های مشابه و متفاوت بین داده‌های بزرگ و پیچیده را (مثلاً داده‌های نمودارهای چاه پیمایی) بر اساس معیاری به نام فاصله مشخص کرده است و آن‌ها را به خوشه‌هایی با نام رخساره‌های لاگ تقسیم می‌کند. در این روش داده‌های موجود در هر خوشه حداکثر شباهت (نزدیک‌ترین فاصله) را با یکدیگر و حداکثر تفاوت (دورترین فاصله) را با داده‌های خوشه‌های دیگر دارد [۳۱، ۳۲]. در حقیقت الکتروفاسیس گروه بندی داده‌های نمودار با توجه به تشابه پتروفیزیکی آن‌هاست و می‌تواند با داده‌های مغزه، خرده حفاری یا رخنمون قابل مقایسه باشد [۸]. کاربرد این روش زمانی منطقی است که رخساره‌های لاگ حداکثر انطباق را با گونه‌های سنگی به دست آمده از مطالعات مغزه داشته باشند. به عبارتی دیگر شواهد پتروگرافی و نیز تفاسیر نمودارها و پارامترهای پتروفیزیکی، همه با هم رخساره‌های لاگ را به عنوان یک گونه سنگی مخزنی تصدیق کنند. در چنین حالتی می‌توان رخساره‌های لاگ را به منظور زون بندی چینه‌شناسی مخزنی برای مدل‌سازی سه بعدی مخازن به کار برد [۳۵] اگر چه واژه‌ی رخساره‌ی لاگ در ابتدا توسط سرا و سولپایس [۳۸] به صورت الگویی خاص از شکل نمودارهای چاه پیمایی که منطبق بر یک واحد رسوبی باشد و بعدها توسط سرا و ابوت [۴۰] به صورت پاسخ نمودارهای چاه پیمایی که علاوه بر تعیین مشخصات رسوب‌شناسی قادر به تفکیک آنها از هم نیز باشد تعریف شد، اما برای رخساره‌ی لاگ که مفهوم گونه سنگی مخزنی را داشته باشد بدین گونه تعریف می‌شود: مجموعه‌ای از پاسخ‌های مشابه داده‌های نمودارهای چاه پیمایی متعلق به یک یا چند رخساره‌ی رسوبی مشابه یا متفاوت که تحت شرایط محیط رسوبی و دیاژنزی خاص قرار داشته و از لحاظ خواص پتروفیزیکی مشابه به هم باشند [۲۷] انجام آنالیز خوشه بندی با الگوریتم‌های متفاوتی نظیر خوشه سازی گراف پایه با توان تفکیک پذیری چندگانه Multi - Resolution Graph Base Clustering (MRGC) شبکه‌های عصبی مصنوعی نگاشت خود سازمان یافته Self-organizing maps (SOM)، و پس از انتشار خطا Back-Propagation Neural Networks (BPNN)، منطق فازی، خوشه-سازی پویا (Dynamic clustering)، و خوشه سازی ترتیبی صعودی (AHC) Agglomerative hierarchical clustering که هر کدام محاسن و معایبی دارند قابل اجرا است [۱]. روش MRGC مزیت‌هایی همچون قدرت شناسایی الگوهای طبیعی موجود در نمودارهای الکتریکی، بی‌نیازی از دانش قبلی در مورد داده‌ها، پیشنهاد خودکار بهترین تعداد خوشه‌ها، کمترین پارامترها و عدم حساسیت به تغییرات آن‌ها و عدم محدودیت در نوع و تعداد داده‌ها و خوشه‌ها را دارد [۴۵]. بنابراین روش مذکور به عنوان یک روش مفید برای خوشه‌بندی بر پایه نمودار چند بعدی، در ابتدا با استفاده از تراکم داده‌ها تعداد بهینه خوشه‌ها، از طریق شاخص هم‌جواری Neighboring Index (NI) تعیین می‌گردد. شاخص هم‌جواری از رتبه هر داده، نسبت به داده‌های مورد نظر به دست می‌آید. با توجه به اینکه در روش MRGC به جای استفاده از قدر مطلق فاصله، از

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

رتبه سایر داده ها استفاده می گردد، براساس شاخص هم جواری، (Kernel Representative Inde) برای دو خوشه بر اساس معادله ۱ تعریف می شود [۴۵].

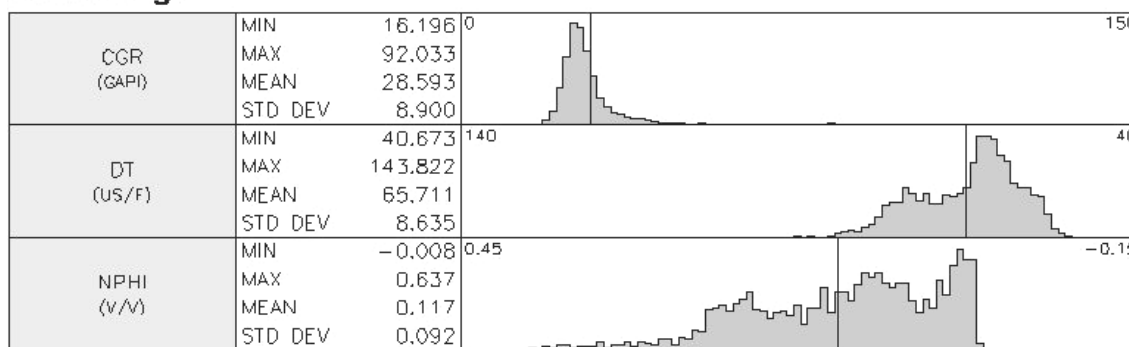
$$KRI_x(= m \times NI_x \times D_{x,y}) \quad (1)$$

که در اینجا $D(x,y)$ فاصله بین دو نقطه X و Y در داخل خوشه ها می باشد. برای محاسبه فاصله بین داده ها که میزان نزدیکی داده ها را تعیین می کند از روش Euclidean طبق معادله ۲ استفاده شده است.

$$d(i,j) = \sqrt{(X_{i1} - X_{j1})^2 + (X_{i2} - X_{j2})^2 + \dots + (X_{ip} - X_{jp})^2} \quad (2)$$

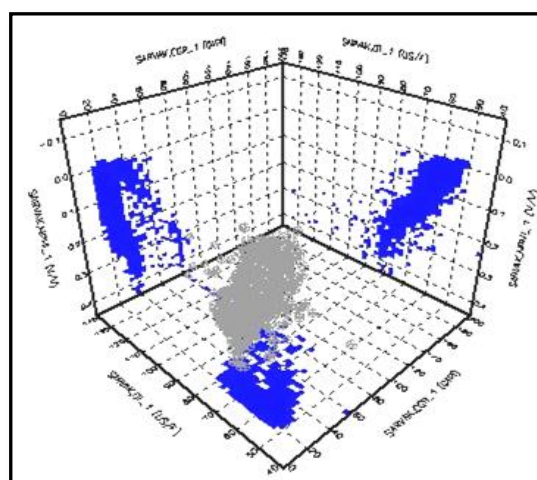
در ابتدا برای خوشه بندی داده ها با توجه به تنوع رخساره های رسوبی در چاه مورد مطالعه حد بالا و پایین دسته ها به ترتیب ۴ و ۲۴ با حداکثر ۴ مدل رخساره ای در نظر گرفته شد. با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی در چاه مورد مطالعه ۱۰ رخساره الکتریکی تعیین گردید. با تجزیه و تحلیل داده های پتروفیزیکی در نرم افزار ژئولاگ رخساره های الکتریکی که از نظر آماری نزدیک به هم بودند باهم ادغام، بهینه سازی و تعداد آن ها به ۶ عدد کاسته شد.

Model Logs



شکل ۶- توزیع فراوانی نمودارهای الکتریکی استفاده شده برای تهیه رخساره الکتریکی در یکی از میداین جنوب غرب ایران.

در مرحله بعد نمودار سه بعدی CGR, DT, NPHI به منظور مشخص نمودن روابط این نمودارها با یکدیگر رسم گردید (شکل ۷).



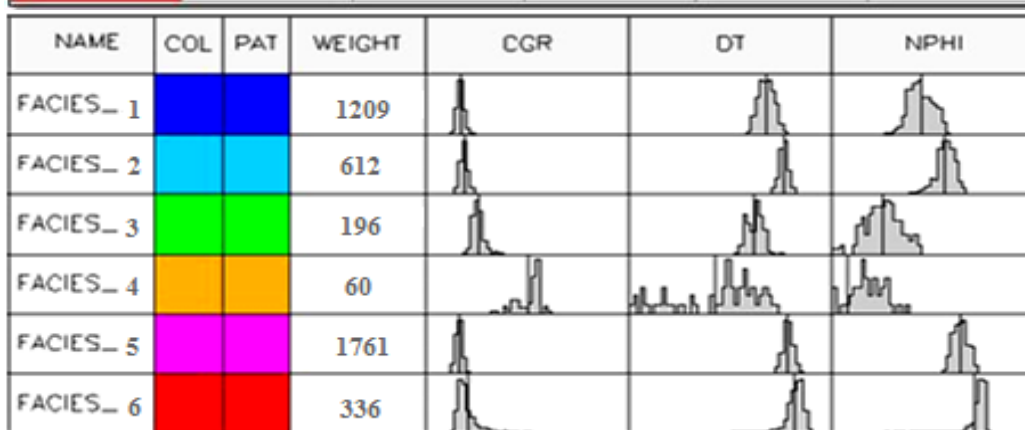
شکل ۷- نمودار سه بعدی CGR, DT, NPHI برای رخساره های الکتریکی سازند سروک ناحیه مورد مطالعه.

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

با توجه به اینکه مقدار CGR به مقدار رس و شیل سازند وابسته است، بنابراین هر کدام از این دسته‌ها می‌توانند تا حدودی کیفیت مخزنی نزدیک به یکدیگر داشته باشند. بنابراین ۱۰ رخساره الکتریکی براساس میزان تشابه مقدار میانگین نمودار CGR به ۶ رخساره الکتریکی کاسته می‌شود (جدول ۲ و شکل ۸). به طور کلی در چنین الگوریتم‌هایی مشکل عمومی مشترک این است که در نقاطی از چاه داده‌های نمودارهای چاه پیمایی از لحاظ تفسیر به هم شبیه هستند و الگوریتم مربوطه آن‌ها در یک خوشه قرار می‌گیرد اما از لحاظ واقعیت‌های زمین شناسی کاملاً با هم متفاوت می‌باشند [۳]. به عنوان مثال، دو نقطه‌ای که میزان گامای بالایی را نشان می‌دهند، ممکن است یکی از آن‌ها مربوط به عناصر پتاسیم و توریوم لایه-های شیلی بوده و دیگری مربوط به دولومیت یا مواد آلی موجود در لایه‌های کربناته باشد. از این رو شناخت ویژگی‌های زمین شناسی و پتروفیزیکی توالی‌های مخزن در کنار روش‌های نرم افزاری مبتنی بر آمار و ریاضیات همچون آنالیز خوشه-ای بسیار حائز اهمیت است.

جدول ۲- ادغام ۱۰ رخساره الکتریکی به دست آمده دارای میزان CGR تا حدودی مشابه و کاهش آنها به ۶ رخساره الکتریکی .

FACIES	WEIGHT	Frequency	CGR	DT	NPHI
4	60	1.43747	75.78	97.73	0.41
3	196	4.695736	38.60	78.22	0.30
1	139	3.330139	23.59	75.90	0.22
1	881	21.10685	26.19	72.87	0.20
1	189	4.528031	24.83	67.48	0.13
2	612	14.66219	28.24	63.73	0.12
5	188	4.504073	27.82	62.21	0.06
5	857	20.53186	23.71	61.63	0.07
6	716	17.15381	26.46	56.68	0.01
6	336	8.049832	42.88	63.93	0.07



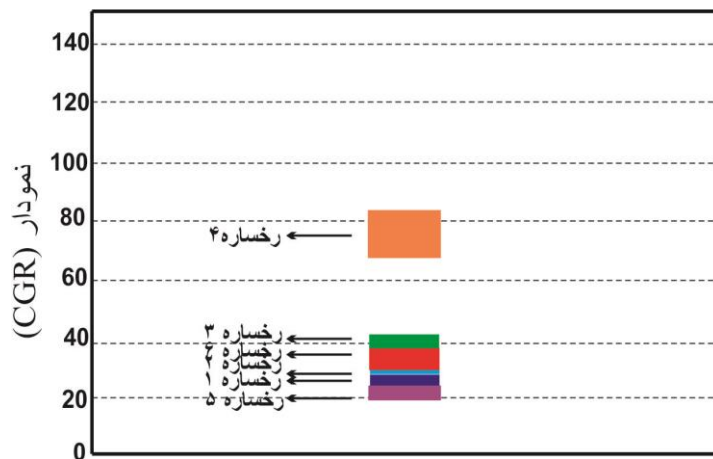
شکل ۸- رده‌بندی رخساره‌های الکتریکی به دست آمده با روش MRGC از نظر کیفیت مخزنی در ناحیه مورد مطالعه.

به طور کلی مقدار نمودار گامای تصحیح شده (CGR) نشان دهنده میزان شیل می‌باشد. روند کاهشی این نمودار نشان دهنده کاهش مقدار شیل و در نتیجه افزایش کیفیت مخزنی در سنگ می‌باشد. نمودار نوترون (NPHI) و نمودار صوتی (DT) از جمله نمودارهایی هستند که میزان تخلخل را مشخص می‌کند. روند افزایشی این نمودارها نشان دهنده افزایش کیفیت مخزنی است (رضایی و چهارزی ۱۳۸۵). در مطالعه حاضر با مقایسه ۳ نمودار گامای تصحیح شده (CGR)، نمودار صوتی (DT) و نمودار نوترون (NPHI) می‌توان بیان کرد کیفیت مخزنی از رخساره الکتریکی ۱ به سمت ۶ در حال کاهش

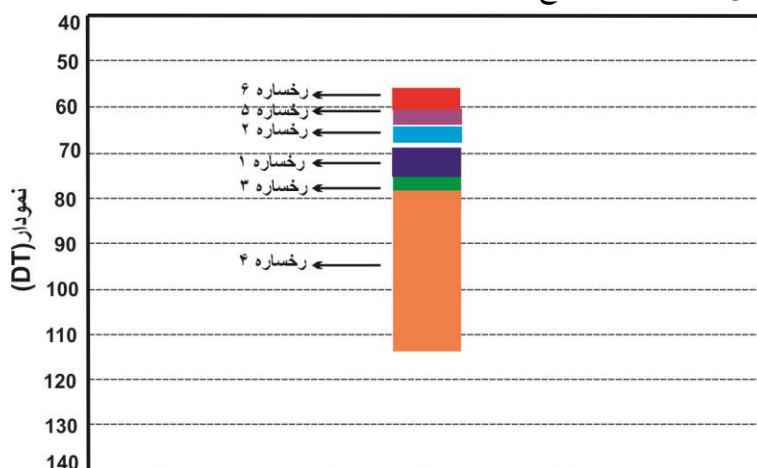
تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

می باشد. بنابراین رخساره الکتریکی ۱ بهترین کیفیت مخزنی و رخساره الکتریکی ۶ بدترین کیفیت مخزنی را دارد (شکل- های ۹، ۱۰ و ۱۱). ریزرخساره فلوتستون/ رودستون رودیستی بایوکلاست دار (MF1) با رخساره های الکتریکی ۵ و ۶ به صورت بیشینه منطبق می باشد. علت این امر تأثیر فرآیندهای دیاژنزی نظیر سیمانی شدن و یا میکراتی شدن می باشد. این فرآیندهای دیاژنزی با پرکردن تخلخل های اولیه و یا تخلخل های موجود در پوسته خرده های رودیستی، کاهش کیفیت مخزنی را در این ریزرخساره سبب می شود. ریزرخساره MF1 نیز با رخساره الکتریکی ۱ و ۲ به صورت کمینه تطابق دارد. دلیل این امر گسترش و حفظ انحلال در خرده های رودیستی در برخی از اعماق می باشد که نشان دهنده میزان تخلخل مفید و کیفیت مخزنی است. ریزرخساره های وکستون/ پکستون رودیستی - بتیک فرامینفردار و گرینستون/ پکستون پلوئیدی - بتیک فرامینفردار بیشتر با رخساره الکتریکی ۱ و ۲ و گاهی به دلیل تأثیر دیاژنزی با رخساره الکتریکی ۵ مطابقت دارد. ریزرخساره وکستون/ پکستون همراه با فرامینفردار بتیک متنوع بیشتر با رخساره الکتریکی ۴ و ۵ و با فراوانی کمتر به دلیل تأثیر مثبت دیاژنزی با رخساره الکتریکی ۲ مطابقت دارد. ریزرخساره وکستون/ پکستون پلوئیدی بایوکلاست دار با رخساره های الکتریکی ۱، ۳، ۵ و ۶ انطباق دارد. در نهایت ریزرخساره مادستون/ وکستون با تنوع کم فرامینفردار بتیک با رخساره های الکتریکی ۴، ۵ و ۶ منطبق است (شکل ۱۲). بنابراین به می توان بیان کرد که ریزرخساره MF1 دارای بیشترین کیفیت مخزنی و ریزرخساره MF6 دارای کمترین کیفیت مخزنی می باشد. به طور کلی در مطالعه حاضر دلیل تغییرات در انطباق کامل ریزرخساره های رسوبی با رخساره الکتریکی در برخی از اعماق تأثیر فرآیندهای دیاژنزی است. این فرآیندها با پیشی گرفتن بر اثر جایگاه ریزرخساره رسوبی اثر منفی بسزایی بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک داشته است. در شکل ۱۳ رخساره های الکتریکی سازند سروک و روند نمودارهای الکتریکی گامای تصحیح شده (CGR)، تخلخل نوترونی (NPHI) و صوتی (DT) در ناحیه مورد مطالعه مشخص شده است. رخساره الکتریکی ۱ بهترین کیفیت مخزنی و رخساره الکتریکی ۶ بدترین کیفیت مخزنی را دارد. انطباق تقریباً خوب نتایج رخساره های الکتریکی بهینه شده با ریزرخساره های رسوبی بخش بالایی سازند سروک، نشان می دهد که این رخساره های الکتریکی تا حد زیادی توانسته اند نشان دهنده شرایط واقعی زمین شناسی مخزن باشند. بنابراین امکان تعمیم این نتایج به کل ضخامت سازند سروک در چاه مورد مطالعه میسر گردید (شکل ۱۳). لازم به توضیح است به دلیل هزینه بر بودن و در دسترس نبودن مغزه های حفاری برای دیگر چاه های این میدان، مطالعه نمودارهای الکتریکی شناسایی و رخساره های الکتریکی و نیز تلفیق این داده ها با داده های زمین شناسی امکان تعمیم این چاه را به بقیه چاه های در حال توسعه در میدان مورد نظر داده است. همچنین این داده ها را می توان در مطالعات بعدی مخزن مانند زون بندی مخزن از لحاظ کیفیت مخزنی و نیز به عنوان داده های اصلی برای مدل سازی مخزن مورد استفاده قرار داد. بررسی و تحلیل بخش مخزنی سازند سروک در مقیاس عمودی و گسترش آن در مقیاس افقی نقش به سزایی در طرح توسعه این میدان داشت و نیز در پیشبرد و بهبود عملیات زمین شناسی به زمین شناسان سرچاهی چشم انداز بهتری ارائه نمود.

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی



شکل ۹- میزان فراوانی نمودار گامای تصحیح شده (CGR) از رخساره شماره ۱ به سمت رخساره شماره ۶ ناحیه مورد مطالعه.

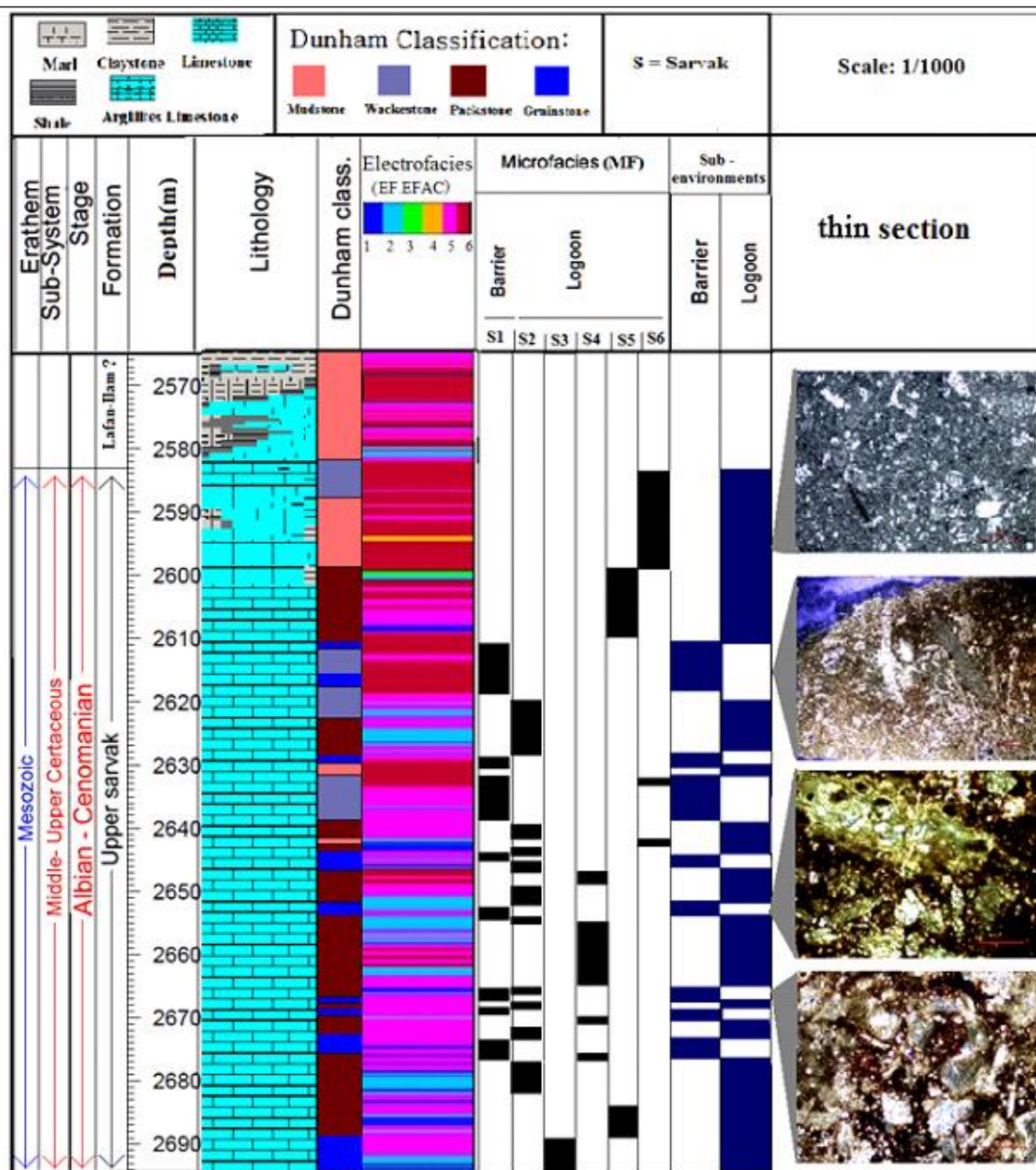


شکل ۱۰- میزان فراوانی نمودار صوتی (DT) از رخساره شماره ۱ به سمت رخساره شماره ۶ ناحیه مورد مطالعه.



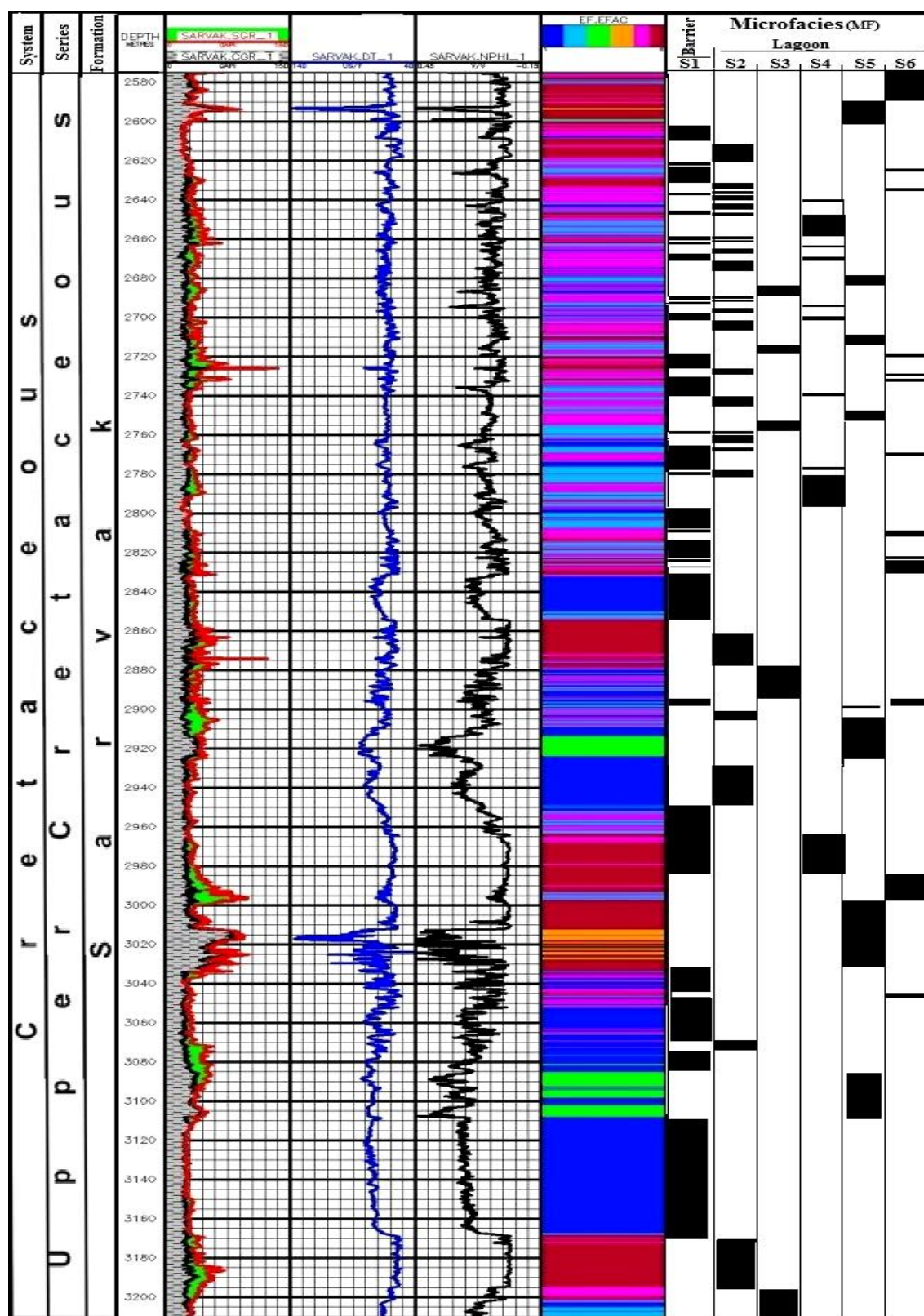
شکل ۱۱- میزان فراوانی تخلخل نوترونی (NPFI) در رخساره‌های الکتریکی از رخساره شماره ۱ به سمت رخساره شماره ۶ ناحیه مورد مطالعه.

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میدین نفتی جنوب غرب ایران



شکل ۱۲- انطباق رخساره های الکتریکی با تغییرات ریزرخساره های رسوبی در بخش بالایی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه (تصاویر میکروسکوپی مربوط به تطابق ریزخساره S1 با رخساره الکتریکی ۵ و ۶ با کمترین کیفیت مخزنی به دلیل تأثیر دیاژنز و نیز مطابقت آن با رخساره الکتریکی ۱ و ۲ با بیشترین کیفیت مخزنی، تصویر میکروسکوپی ریزخساره S6 با کمترین کیفیت مخزنی آورده شده است).

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی



شکل ۱۳- روند نمودارهای الکتریکی، انطباق رخساره‌های الکتریکی با تغییرات ریزرخساره‌های رسوبی در بخش بالایی سازند سروک و تعمیم نتایج آن به کل ضخامت سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه.

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

در جدول ۳ مقادیر متوسط نمودارهای الکتریکی و انطباق هر یک از ریزرخساره های رسوبی با رخساره های الکتریکی سازند سروک در ناحیه مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۳- مقادیر متوسط نمودارهای الکتریکی و انطباق هر یک از ریزرخساره رسوبی با رخساره های الکتریکی سازند سروک .

Microfacies	Electrofacies	CGR(API)	DT(USF)	NPHI(V/V)
MFS1	6>5>1>2	۲۴,۸۷	۷۲,۰۸	۰,۱۸
MFS2	1>2>5	۲۸,۲۴	۶۳,۷۳	۰,۱۲
MFS3	1>2>5	۳۸,۶۰	۷۸,۲۲	۰,۳۰
MFS4	5>4>2	۷۵,۷۸	۹۷,۷۳	۰,۴۱
MFS5	5>6>3>1	۳۱,۴۷	۶۲,۵۹	۰,۰۶
MFS6	6>5>4	۲۶,۴۶	۵۶,۶۸	۰,۰۱

۶- نتیجه گیری

در این مطالعه با بررسی ۱۲۰ مقطع نازک مربوط به مغزه های حفاری رسوبات بخش بالایی سازند سروک ۶ ریزرخساره شناسایی گردید که این ریزرخساره ها در دو زیرمحیط سد ارگانیکی تکه ای و تالاب مربوط به بخش کم عمق یا حاشیه پلاتفرم از نوع رمپ هموکلینال نهشته شده اند. با استفاده از نمودارهای CGR, DT, NPHI و روش خوشه بندی MRGC, تعداد ۱۰ رخساره الکتریکی در توالی مورد مطالعه تعیین گردید. با تجزیه و تحلیل داده های پتروفیزیکی در نرم افزار ژئولاگ بر اساس اینکه داده های موجود در هر خوشه حداکثر شباهت (نزدیک ترین فاصله از نظر آماری) را با یکدیگر داشته اند، رخساره های الکتریکی بهینه سازی و تعداد آن ها به ۶ عدد کاسته شد. در این مطالعه مقایسه ۳ نمودار گامای تصحیح شده (CGR)، نمودار صوتی (DT) و نمودار نوترون (NPHI) نشان می دهد که رخساره الکتریکی ۱ بهترین کیفیت مخزنی و رخساره الکتریکی ۶ بدترین کیفیت مخزنی را دارد. مقایسه رخساره های الکتریکی و ریزرخساره های رسوبی بخش بالایی سازند سروک بیانگر این است که ریزرخساره فلوتستون/ رودستون رودستی بایوکلاست دار (MFS1) با منطبق بودن با رخساره های الکتریکی ۱، ۲، ۵ و ۶ دارای بیشترین کیفیت مخزنی است و ریزرخساره مادستون/ وکستون با تنوع کم فرامینیفراهای بتیک (MFS6) با منطبق بودن با رخساره های الکتریکی ۴، ۵ و ۶ کمترین کیفیت مخزنی را دارا است. علت تغییرات در انطباق کامل ریزرخساره های رسوبی با رخساره الکتریکی در برخی از اعماق تأثیر فرآیندهای دیازنی است. این فرآیندها با پیشی گرفتن بر اثر جایگاه ریزرخساره رسوبی اثر منفی بسزایی بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک داشته است. انطباق تقریباً خوب نتایج رخساره های الکتریکی بهینه شده با ریزرخساره های رسوبی بخش بالایی سازند سروک، نشان می دهد که این رخساره های الکتریکی تا حد زیادی توانسته اند نشان دهنده شرایط واقعی زمین شناسی مخزن باشند. بنابراین امکان تعمیم این نتایج به کل ضخامت سازند سروک در چاه مورد مطالعه و نیز دیگر چاه های این میدان میسر می گردد.

سپاس و قدردانی

نویسندگان لازم می دانند از مدیران و کارشناسان محترم شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب و شرکت ملی حفاری ایران به خصوص اداره پژوهش و فناوری به خاطر حمایت های بی دریغ برای انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند. داوران ارجمند و دست اندرکاران گرامی مجله وزین زمین شناسی نفت با ارائه نظرات ارزشمند و بیان نقایص مقاله

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

نقش ارزنده‌ای در اصلاح آن و انجام مراحل مختلف پذیرش و چاپ داشته‌اند که از همه این عزیزان نیز قدردانی می‌شود. از آقایان دکتر بهرام حبیب نیا، دکتر علی رحمانی، دکتر روح اله شب افروز و دکتر محمود برگریزان بخاطر داوری مقاله سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

- [1] آنچه لو، م، همتی آهویی، ح. ر، نبی بیدهندی، م، رحیمی بهار، ع. ا، ۱۳۹۲، تعیین رخساره‌های سنگی با استفاده از خوشه سازی براساس نمودار با تفکیک پذیری چندتایی (MRGC) نمودارهای پتروفیزیکی چاه: بررسی یکی از میدان های خلیج فارس، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۷، شماره چهارم، صفحه ۱۱-۱۳.
- [2] اقبال کیانی، ز، جلیلیان، ع. ح، ارزانی، ن، رضازاده، ف، ۱۳۹۴، نقش فرآیندهای دیاژنزی بر کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در میدان نفتی یاران جنوبی (جنوب باختری اهواز): نوزدهمین انجمن زمین شناسی ایران و نهمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور تهران.
- [3] رحیمی بهار، ع. ا، پرهام، س، ۱۳۹۱، تجزیه و تحلیل رخساره‌های الکتریکی براساس رخساره‌های رسوبی: نشریه علمی پژوهشی رخساره‌های رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره پنجم، صفحه ۶۱-۷۴.
- [4] رضایی، م. و چهارزی، ع، اصول برداشت و تفسیر نگاره‌های چاه پیمایی ۱۳۸۵، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۹۹ صفحه.
- [5] عباساکی، ف، موسوی حرمی، ر، محبوبی، ا، ۱۳۹۱، ریزرخساره، محیط رسوبی و دیاژنزی سازند سروک در یکی از میدانی نفتی جنوب غرب ایران: اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز پتروشیمی و نیروگاهی، تهران.
- [6] غبیشاوی، ع، ۱۳۸۷، چینه شناسی سازندهای سروک و ایلام در تاقدیس بنگستان و میدان پارس: رساله دکتری، دانشکده علوم دانشگاه اصفهان، ۱۹۵ صفحه.
- [7] گلی، ط، موسوی حرمی، ر، محبوبی، ا، کدخدائی، ع، طاعتی، ف، ۱۳۹۳، طبقه‌بندی رخساره‌های الکتریکی ماسه‌سنگ‌های سازندهای چلکن و آقچاگیل براساس داده‌های پتروفیزیکی در یکی از چاه‌های خزر جنوبی، سی و سومین گردهمایی علوم زمین.
- [8] گلی، ط، موسوی حرمی، ر، محبوبی، ا، کدخدائی، ع، طاعتی، ف، ۱۳۹۴، ارزیابی پتانسیل مخزنی، زون‌های سازندهای آپشرون و آقچاگیل در یکی از چاه‌های خزر جنوبی براساس رخساره‌های رسوبی و الکتروفاسیس: مجله پژوهش نفت، زیر چاپ.
- [9] محمودی رنایی، ا، طاهری، ع، ۱۳۹۰، ریزرخساره‌ها و چینه‌نگاری سکانسی سازند سروک در شمال شرق گچساران (تنگ گرگدار): رخساره‌های رسوبی، شماره چهارم (۲)، صفحه ۱۸۸-۱۹۸.
- [10] لاسمی، ی. و جلیلیان، ع، ۱۳۷۶، ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند سروک در مناطق خوزستان و لرستان: فصل نامه علمی- پژوهشی علوم زمین، شماره ۲۵ و ۲۶، صفحه ۶۰-۴۸.
- [11] لاسمی، ی. و کاووسی، م. ع، ۱۳۸۴، چینه نگاری سکانسی سازند سروک در جنوب خاور لرستان و شمال زون ایذه و کاربرد آن در اکتشاف هیدروکربور؛ مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحه ۶۰۲-۵۹۸.
- [12] هنرمند، ج و مداحی، ا، ۱۳۸۹، ارتباط رخساره های رسوبی با گسترش فرایندهای دیاژنزی و کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در یکی از میدانی بزرگ نفتی، جنوب غربی ایران: پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، شماره چهل و دوم، صفحه ۹۸-۱۱۵.
- [13] غلامی زاده، پ، آدابی، م، ح، ۱۳۹۰، مطالعه فرایند های دیاژنیکی و تغییرات ژئوشیمیایی عناصر فرعی سازند سروک در جنوب ایران، پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، شماره ۴۲، صفحه ۷۲-۵۳.
- [14] رحیمی نژاد، ا، وزیری مقدم، ح، صیرفیان، ع، صفری، ا، امیری بختیار، ح، بیواستراتیگرافی و ریزرخساره های سازند سروک در میدان نفتی گچساران (چاه شماره ۵۵)، ۱۳۸۵، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه) - شماره ۲۱ صفحه ۸۷-۱۰۵.
- [15] کاظم زاده، م، قاسمی نژاد، ا، وزیری مقدم، ح، ۱۳۹۰، مطالعه زیست چینه نگاری و محیط رسوبی سازند سروک در میدان نفتی اهواز چاه AZ354، پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم، صفحه ۸-۱.
- [16] ANTELO, R. and AGUIRRE, O., 2001, Permeability calculations from clustering electrofacies technique for the petrophysical evaluation in La Pena and Tundy oil fields: *SPE MS*, 69-400.

تجزیه و تحلیل رخساره های الکتریکی سازند سروک (کرتاسه میانی) با روش MRGC و مطابقت با ریزرخساره های رسوبی در یکی از میداین نفتی جنوب غرب ایران

[17] ASADIMEHMANDOSTI, E. ADABI B M. and WOODS A., 2013, Microfacies and geochemistry of the Middle Cretaceous Sarva Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran: *Sedimentary Geology*, **293**, 9-20.

[18] BEAVINGTON-PENNEY, S. J. and RACEY, A., 2004, Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis: *Earth-Science Reviews*, **67**, 219-265.

[19] DICKSON A.D., 1965, A modified staining technique for carbonate in thin section: *Nature*, 205-587.

[20] DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to their depositional texture in w. E., Ham, ed., classification rocks –A symposium: *AAPG. Bulletin*, 108-121.

[21] EMBERY, A.F. and KLOVAN, E.J., 1971, A Late Devonian reef tract on Northern Banks Island, NWT: *Canadian Petroleum Geology Bulletin*, **19**, 370-781.

[22] FLUGEL, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application: *Springer-Verlag, Berlin*, 984.

[23] GEEL, T., 2000, Recognition of stratigraphic sequence in carbonate platform and slope deposits, empirical models based on microfacies analysis Palaeogene deposits in southeastern Spain: *Palaeogeography*, no. **155**, 211-238.

[24] GHABEISHAVI, A. VAZIRI-MOGHADDAM, H. TAHERI, A. TAATI, F. 2010, Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran: *Journal of Asian Earth Sciences*, **37**, 275-285.

[25] HART, B.B., 1970, The Kuh-e Bangestan Kuh-e Sufid Stratigraphical Survey, Report 1162, Tehran Iranian. *Oil. Operating companies*.

[26] HEQ, B.U., HARDENBOL, J. and VAIL, P.R., 1987, Chronology of fluctuating sea level since the Triassic: *Science*, **235**, 1156-1167.

[27] HECTOR, H. PEREZ, AKHILDATTA-GUPTA, MISHRA S., 2003, The role of electrofacies, lithofacies, and hydraulic flow units in permeability predictions from well logs: *A comparative analysis using classification trees*, *Society of Petroleum Engineers*.

[28] JAMES, G.A. and WYND, J.G., 1965, Biratigraphic nomenclature of Iranian Oil consortium agreement area: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **49 (12)**, 2182-224.

[29] JENKYN, H.C., 2010, Geochemistry of oceanic anoxic events, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, **11**, Q03004. doi:10.1029/2009GC002788.

[30] KADKHODAIE-ILKHCHI, A. and AMINI, A., 2009, A Fuzzy logic approach To estimating hydraulic flow units from well log data: A case study from the Ahwaz oil field, South Iran: *Journal of Petroleum Geology*, **32**, 67-78.

[31] KUMAR, B., and KISHORE M., 2006, Electrofacies classification a critical approach, 6 International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics: New Delhi, India, 822-825.

[32] LIN, G.F. and CHEN, L.H., 2006 Identification of homogeneous regions for regional frequency analysis using the self-organizing map: *Journal of Hydrology*, **324**, 1-9.

[33] LUCIA, F.J., 1995, "Rock-fabric/petrophysical classification of carbonate pore space for reservoir characterization: *AAPG*, **79**, 9, 1275-1300.

[34] PURSER. B.H., 1973, The Persian Gulf: Holocene carboante sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea.: *Springer-Verlag*, 471 p.

زهرا اقبال کیانی، طاهر گلی، علی حسین جلیلیان، رحیم کدخدائی

-
- [35] RABILLER, P., 2005, Facies prediction and data modeling for reservoir characterization: 1 Ed., Rabiller Geo consulting.
- [36] RAHIMPOUR – BONAB, H. MEHRABI, H. NAVIDTALEB, A. and IZADI-MAZIDI, E., 2012, Flow unit Distribution and Reservoir Modelling in Cretaceous carbonates of the Sarvak Formation, Abteymour Oil Field, Dezful Embayment, SW Iran: *Journal of Petroleum Geology*, **35 (3)**, 1-24.
- [37] SAMANKASSOU, E. TRESCH, J. STRASSER, A., 2005, Origin of peloids in Early Cretaceous deposits, Dorset, South England: *Facies*, v. **51**, p. 264- 273.
- [38] SERRA, O. SULPICE, L., 1975, Sedimentological analysis of shale-sand series from well logs, Transactions of the SPWLA 16 Annual Logging Symposium.
- [39] SERRA, O., 1986, Fundamentals of well-log”, The interpretation of logging data: *Amsterdam Elsevier*, **2**, 684.
- [40] SERRA, O. ABBOTT, H.T., 1975, The contribution of logging data to sedimentary sedimentology and stratigraphy: Society of Petroleum Engineers: *Journal*, **22, (1)**, 117-131.
- [41] SEFIDARI, E. AMINI, A. KADKHODAIE, A. and AHMADI, B, 2012, Electrofacies clustering and a hybrid intelligent based method for porosity and permeability prediction in the South Pars Gas Field, Persian Gulf: *Jgeope*, **2**, 11 -23.
- [42] TUCKER, M.E. and WRIGHT, V.P., 1990, Carbonate sedimentology: *Blackwell Scientific Publications, London, UK*, 482.
- [43] WOLFF, M. and PELISSIER-COMBESCURE., 1982, Automatic electrofacies determination, 23 rd Annual Logging Symposium Transactions: *Society of Professional Well Log Analysts*, 22.
- [44] YANG, DU, J-L. ZHANG, S-F, ZHENG, J, XIN, J, and CHEN, Y-Z, LI, 2015, The Rudist Buildup Depositional Model, Reservoir Architecture and Development Strategy of the Cretaceous Sarvak Formation of SouthWest Iran: *journal homepage Petroleum*, **1**, 16-26.
- [45] YE, S. RABILLER, P., 2000, A new tool for electrofacies analysis: Multi resolution graph based clustering: *SPWLA*, **41 Annual Logging Symposium**.

Electro-facies analysis of the Sarvak Formation (Middle Cretaceous) and compliance with sedimentary microfacies in an oil field, SW Iran

Z. Eghbalkiani*, T. Goli, A. H. Jalilian, R. Kadkhodaie

*Kiani2@chmail.ir

Received: July 2016, Accepted: February 2017

Abstract

Electro-facies analysis is a sure method in clustering petrophysical logs analysis that can well indicates the changes of geologic characteristics of the different lithostratigraphic units as well. Petrographic studies of 120 prepared thin sections of the upper parts of the Sarvak Formation in studied oilfield, Southwestern Iran, has resulted in definition of 6 microfacies sedimentary types. These data suggested that the middle Cretaceous sediments in the studied area were predominantly deposited in two subenvironments of patch organic barrier and lagoon corresponding to inner and shallow a homoclinal ramp. In addition, using petrophysical logs in the studied well, 10 electrical facies were determined. By analyzing the data petrophysical in Geolog software, 10 electrical facies were optimized and then their number was reduced to six. According to good adaptation of optimized electrical facies with sedimentary microfacies, we would generalized obtained results to all parts of the Sarvak Formation. Study of porosity changes in the electrical diagrams such as CGR corrected Gamma, and sonic curves in mentioned well, indicated a significant reduction in facies porosity of 1 to 6. In addition, the results showed that the reservoir quality reduction in studied microfacies is corresponded to Bioclastic Rudist debris floatstone/ Rudstone, Benthic foraminifera Rudist debris wackestone / packstone, Benthic Foraminifera peloid Grainstone/Packstone, with High diversity benthic foraminifera wackestone / packstone, Peloid bioclastic wackestone /packstone with Low diversity benthic Foraminifera and Mudstone/Wackestone, respectively. In this study, we concluded that comparison and correlation sedimentary facies with electric microfacies provide an efficient method to study the quality of the hydrocarbon reservoir system that especially can be used in other wells with no core.

Keywords: Electro-facies, Clustering, Sarvak Formation, Sedimentary microfacies, Reservoir quality.