

محیط رسوبی، کیفیت مخزنی و زیست‌چینه‌نگاری سازند داریان در یکی از میادین جنوب شرقی خلیج فارس

مینا سادات هاشمی^۱، داود جهانی^{۲*}، محسن آل علی^۳، علی کدخدایی^۴، بیتا ارباب^۵

۱- دانشجوی دکترای رسوب‌شناسی، گروه علوم زمین، دانشکده علوم و فناوری‌های همگرا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دانشیار گروه علوم زمین، دانشکده علوم و فناوری‌های همگرا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- استاد زمین‌شناسی نفت، گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۵- دکترای رسوب‌شناسی، اداره پتروفیزیک، شرکت نفت فلات قاره ایران، تهران، ایران

*jahani_davood@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش، محیط رسوبی، زیست‌چینه‌نگاری و کیفیت مخزنی نهشته‌های کربناته سازند داریان در یکی از میادین جنوب شرقی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت. در این سازند هفت ریزرخساره کربناته و یک ریزرخساره کربناته-آواری شناسایی گردید که در یک پلاتفرم کربناته نوع رمپ هم‌شیب نهشته شده‌اند. ویژگی رخساره‌های یاد شده نشان‌دهنده رسوبگذاری آن‌ها در ۴ کمر بند رخساره ای رمپ داخلی، میانی، خارجی و بخش ژرف حوضه هستند. در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری سازند داریان بر مبنای روزنداران و جلبک‌های آهکی، پنج بایوزون شامل دو بایوزون تجمعی (اسمبلیج زون)، دو رنج زون، و یک زون فراوانی (آکمی زون) مورد شناسایی قرار گرفت که تاییدکننده سن آپتین است. بررسی و تحلیل نمونه‌های مغزه و نمودارهای پتروفیزیکی این سازند در میدان مورد مطالعه نشان می‌دهد که سازند داریان دارای کیفیت مخزنی خوب به‌ویژه در ریزرخساره دارای جلبک لیتوکودیموم می‌باشد و بر مبنای آن، سازند داریان در شرق خلیج فارس یکی از سازندهای مخزنی است.

لغات کلیدی: محیط رسوبی، زیست‌چینه‌شناسی، آپتین، کیفیت مخزنی، سازند داریان، خلیج فارس

مقدمه

برش نمونه سازند داریان توسط جیمز و وایند (James and Wynd, 1965) در مجاورت روستای داریان در ۴۲ کیلو متری شرق شیراز انتخاب گردید و سنگ‌شناسی آن شامل ۲۸۶/۵ متر سنگ آهک قهوه‌ای-خاکستری ضخیم تا توده‌ای و صخره‌ساز بوده و حاوی روزندار کفزی اربیتولینا است. مرز بالایی سازند داریان بصورت ناپیوسته در تماس با شیل‌های شدیداً فرسایش یافته سازند کژدمی و مرز پایین آن به صورت تدریجی و قابل انطباق با شیل، مارن و آهک‌های نازک لایه سازند گدوان است. سازند داریان در این برش به دو بخش داریان زیرین و بالایی تقسیم می‌شود (James and Wynd, 1965) که رخساره‌های حوضه‌ای ایتراشلف موسوم به زبان کژدمی این دو بخش را از هم جدا می‌کند (Bolz, 1977). سازند شعیبا بعنوان معادل سازند داریان مخازن مهمی را در شرق خلیج فارس و مخصوصاً در امارات متحده عربی تشکیل می‌دهد (Alshahran, 2014). این سازند در این منطقه بوسیله

میدان رشادت در شرق میدان گازی پارس جنوبی در جنوب شرقی خلیج فارس و بر روی خط مرزی مشترک ایران و قطر قرار گرفته است. خلیج فارس فرونشست تکتونیکی کم‌عمقی است که در اواخر ترشیری در بخش جنوبی چین‌خوردگی زاگرس تشکیل شده (Purser, 1973)، اما محور و روند اصلی آن در زمان پلیو-پلیستوسن در اثر چین‌خوردگی زاگرس شکل گرفته است.

محیط رسوبی، کیفیت مخزنی و زیست‌چینه‌نگاری سازند داریان در این میدان مورد مطالعه قرار گرفته است. سازند داریان از مهمترین سنگ‌های مخزنی زاگرس به شمار می‌رود (Van buchem et al., 2010). سنگ‌شناسی این سازند عمدتاً کربناته آهکی بوده و در یک حاشیه غیرفعال رسوبگذاری نموده است (Sharland et al., 2001).

کنترل شده، شکل گرفته‌اند (Alsharhan and Nairn, 1986; Van Buchem et al., 2010).

مهرابی و همکاران، ۲۰۱۸ و نیز بهره‌ور و همکاران، ۲۰۲۰، به مطالعه چینه‌نگاری سکانسی سازند داریان پرداخته و در این مطالعات سه سکانس رسوبی رده ۳ در برخی از میداین خلیج فارس مشخص نمودند. هاشمی، ۱۳۹۷ و هاشمی و همکاران، ۱۴۰۲، به بررسی ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و فرآیندهای دیازتتیکی موثر بر سازند داریان در جنوب شرق خلیج فارس پرداختند.

نظر به اینکه سازند داریان در حوضه خلیج فارس همواره بعنوان یکی از مهمترین مخازن کربناته مطرح بوده و این سازند بعد از بخش مدود سازند سروک مهمترین هدف نفتی این حوضه می‌باشد، در این بررسی سعی گردید تا بخش‌های مختلف این سازند در یکی از میداین جنوب شرقی خلیج فارس که دارای مغزه مناسب می‌باشد، مورد مطالعه قرار گیرد تا بتوان با تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی حاصل از مطالعات مغزه با اطلاعات پتروفیزیکی در جهت بهره‌برداری مناسب از این سازند تصمیم‌گیری نمود. از این رو محیط رسوبی، زیست‌چینه‌نگاری (بر مبنای روزندانان و جلبک‌های آهکی) و همچنین ارزیابی کیفیت مخزنی سازند داریان بر اساس اطلاعات بدست آمده از مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی تهیه شده از مغزه، آنالیزهای معمولی مغزه و نمودارهای پتروفیزیکی مخزنی، در یکی از چاه‌های میدان رشادت در جنوب شرقی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان با مطالعه دقیق، زون‌های مخزنی و غیرمخزنی این سازند را از هم تفکیک و کیفیت لایه‌های مخزنی را مشخص نمود.

زمین‌شناسی، چینه‌شناسی و موقعیت جغرافیایی

حوضه خلیج فارس به عنوان یکی از غنی‌ترین حوضه‌های هیدروکربوری جهان است که در خاورمیانه قرار دارد. این حوضه توسط میداین عظیم نفت و گاز حوضه رسوبی زاگرس ایران، قطر و کویت و میداین بسیار بزرگ کشورهای عربی (عربستان، امارات متحده عربی، قطر و بحرین) در حاشیه جنوب و جنوب غربی خلیج فارس احاطه شده است. میدان مورد مطالعه در بخش جنوب شرق خلیج فارس نزدیک خط مرزی قطر و در حدود ۱۰۰-۱۵۰ کیلومتری جنوب - جنوب غربی جزیره لاوان و ۱۳۰

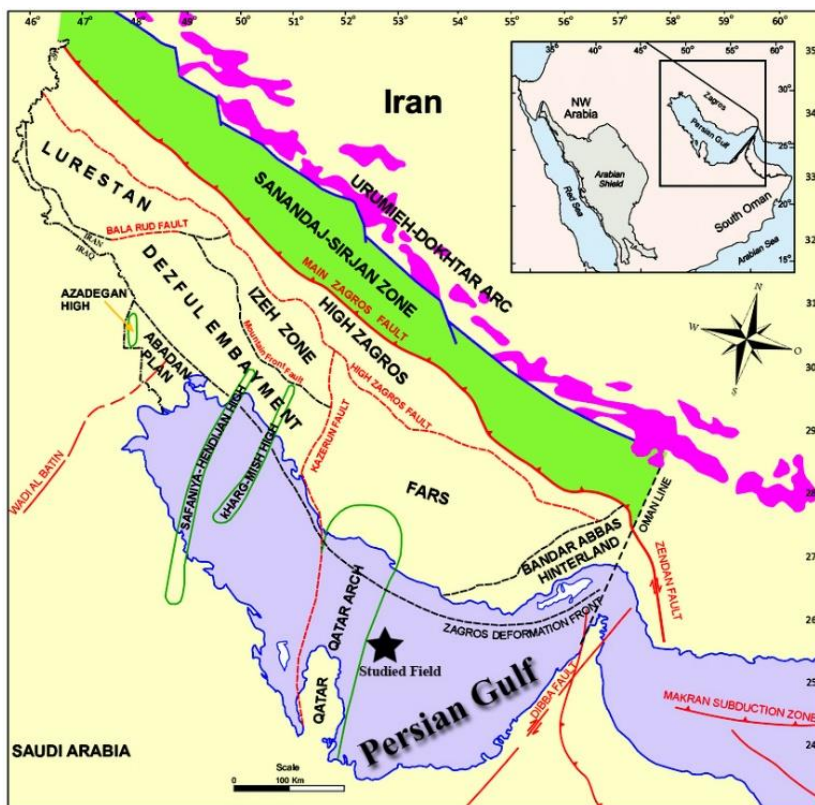
مارن‌ها و نهشته‌های آواری سازند Nahr Umr پوشیده شده و بر روی کربنات‌های سازند Kharaiب واقع شده است. تپه‌های جلبکی و رخساره‌های رودیستی پربارترین زونهای آن هستند، و کربنات‌های کارستی شده در بالاترین بخش این سازند، بخش نفت دار مهم دیگر سازند شعیبا است (Alshahrhan, 1985).

با توجه به اهمیت گروه خامی و بخصوص سازند داریان بعنوان یکی از مخازن کربناته استراتژیک حوضه زاگرس، این سازند همواره مورد مطالعه زمین‌شناسان نفتی قرار گرفته است. جیمز و وایند برای اولین بار گروه خامی را به پنج سازند سورمه، هیث، فهلیان، گداون و داریان تقسیم نمودند. شمیرانی و همکاران، ۱۳۷۹، لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازندهای داریان و کژدمی در جنوب غرب ایران را مورد مطالعه قرار دادند. رحیم پور بناب و همکاران، ۱۳۸۱، ویژگی‌های مخزنی و محیط رسوبی سازند داریان (از تنگه هرمز تا منتهی الیه شمال باختری خلیج فارس) مورد مطالعه قرار دادند. لاسمی و سیاهی، ۱۳۸۴ بازسازی محیط رسوبی سازند داریان و چینه‌نگاری سکانسی آن در بخش جنوبی فروافتادگی دزفول را انجام دادند. آدابی و عباسی، ۱۳۸۸، تاریخچه دیازنزی سازند داریان را برپایه مطالعات سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی در برش سطحی کوه سیاه واقع در شمال خاور شیراز و چاه شماره ۱ سبزپوشان مطالعه کردند. امیری و همکاران، ۱۳۹۰، در مطالعه‌ای محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند داریان در میدان پارس جنوبی را مورد بررسی قرار دادند. سعدی‌راد و همکاران، ۱۳۸۹، تاریخچه رسوب-گذاری و پس از رسوب‌گذاری سازند داریان را در میدان نفتی آزادگان را مطالعه نمودند. موسوی‌زاده، ۱۳۹۸، سازند داریان را در ۶ برش سطح الارضی در فارس داخلی مورد ارزیابی قرار داد که در نتیجه محیط رسوبگذاری را به صورت یک رمپ کم شیب که به حوضه‌ی ایتراشلفی منتهی می‌شود، در نظر گرفته است. ون بوخم و همکاران، ۲۰۱۰، چینه‌شناسی و سکانس‌های رسوبی سازند داریان در حوضه زاگرس را مورد مطالعه قرار دادند و بر اساس مطالعات آنها، در طی آپتین، دو حوضه ایتراشلف کژدمی و باب، در فروافتادگی دزفول و خلیج فارس شرقی وجود داشته‌اند و بنظر می‌رسد این حوضه‌ها یا فروافتادگی‌ها در نتیجه فرونشست دیفرانسیلی که توسط فعالیت‌های گسل‌ها

بخش میانی این آهکها دیده می‌شود. در چاه مورد مطالعه مرز پایین آن با آهک‌های رسی - ماسه‌ای خاکستری تا خاکستری تیره حاوی ذرات کوارتز و قطعات جلبک‌های سبز و روزن‌داران کفزی سازند هوار (Hawar) و مرز بالای آن با مارن‌ها و رس‌سنگ‌های خاکستری تا خاکستری سبز و گاهاً حاوی ذرات اندک سیلت و واجد اربیتولینای سازند نهرعمر (Nahr Umr) هر دو پیوسته و بدون گسستگی رسوبی است. برخلاف چینه‌شناسی و محیط رسوبی سازند داریان (شعبیا)، کیفیت مخزنی سازند داریان به خوبی در حوضه خلیج فارس ایران مطالعه و ثبت نشده است. سازند کربناته داریان اخیراً در بسیاری از میداین جنوب - شرق خلیج فارس تولیدکننده نفت است.

کیلومتری جنوب غربی جزیره کیش انتخاب شده است (شکل-۱).

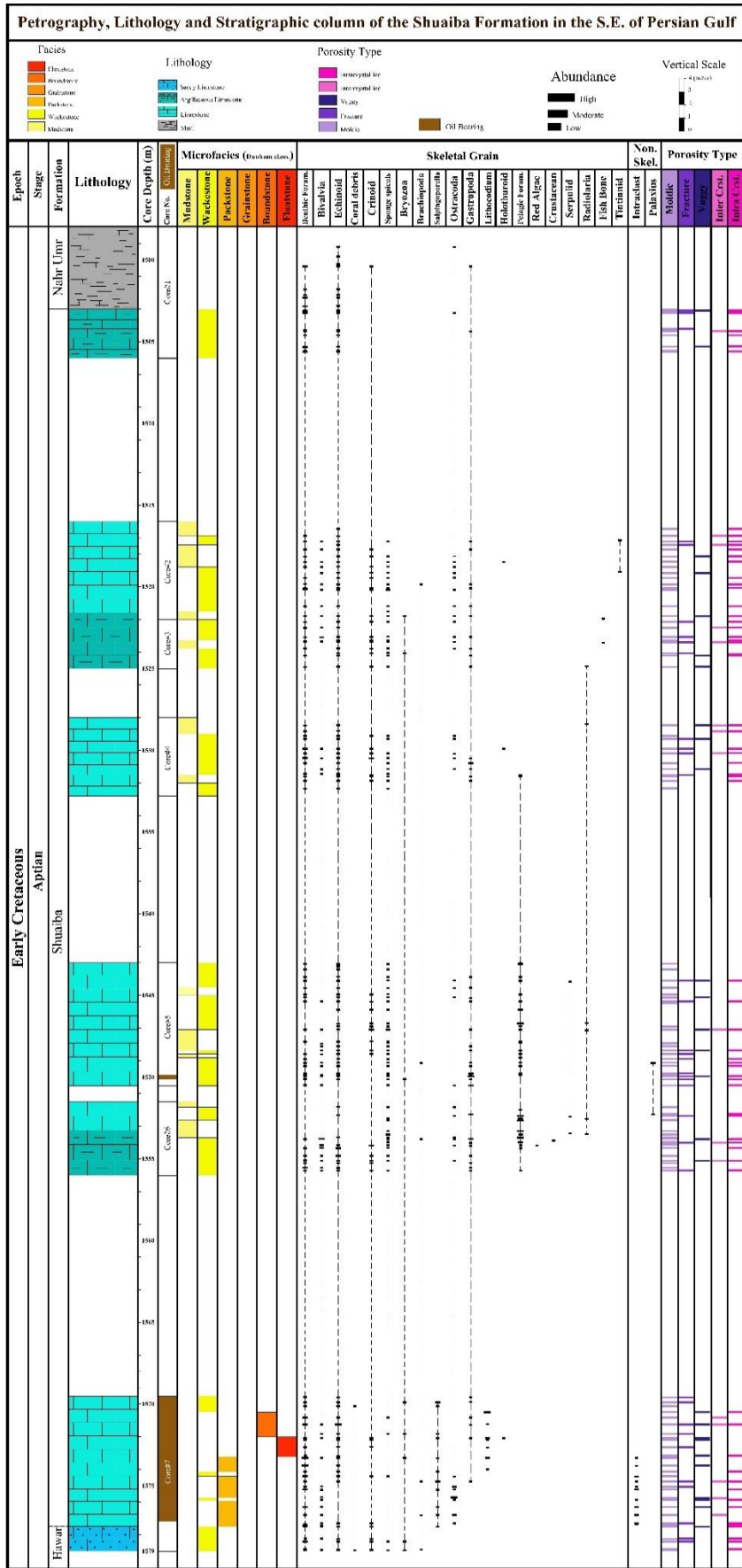
سنگ مخزن‌های اصلی این میدان سازندهای سروک بالایی، داریان (شعبیا) و سورمه (عرب زون) می باشد. در ایران معادل سازند شعبیا تحت عنوان سازند داریان (کربنات‌های غنی از اوریبتولینا به سن آپتین) شناخته شده است. این سازند در گستره وسیعی از حوضه زاگرس (به‌استثنای استان لرستان) و خلیج فارس گسترش یافته است. سازند داریان (شعبیا) در این چاه دارای ضخامت ۷۵.۲ متری سنگ آهک، آهک مارنی خاکستری تا قهوه‌ای روشن، متوسط تا ضخیم لایه پلاتفرمی کم عمق و حاوی جلبک و اربیتولینای فراوان در قاعده است که برخی میان لایه‌های نازک آهک شیلی تا شیل خاکستری تیره و حاوی روزن‌داران پلانکتونی نیز در



شکل-۱: موقعیت میدان مورد مطالعه در جنوب شرقی خلیج فارس که با ★ مشخص شده است (Sharland et al., 2001).

ابتروال اصلی مخزنی در میدان نفتی مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شکل ۲ ستون چینه‌شناسی و پتروگرافی سازند داریان دیده می‌شود. انتخاب چاه براساس وجود گزارشات زمین‌شناسی، مقاطع نازک، نتایج آنالیز مغزه معمولی و ویژه نمودارهای پتروفیزیکی انجام شده است.

بعلاوه چندین میدان خشکی ایران (دزفول جنوبی) از سازند داریان نفت تولید می‌کنند. در میدان مورد مطالعه بیشتر بخشهای سازند داریان (شعبیا) مغزه‌گیری و مطالعه شده تا محیط‌های قدیمه رسوبی، تاریخچه دیاژنز و ویژگی‌های مخزنی آن بازسازی گردد. در مطالعه پیش رو، زیست چینه‌نگاری و محیط رسوبی سازند داریان (شعبیا) که



شکل ۲: ستون چینه‌شناسی و پتروگرافی سازند داریان در چاه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای تعیین انواع ریزرخساره‌ها در سازنداریان حدود ۱۵۰ عدد مقطع نازک میکروسکوپی، اخذ شده از مغزه‌های موجود مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به تنوع رخساره‌های انواع آلوکم، خرده‌های اسکلتی و غیراسکلتی، بافت‌ها و ساخت‌های موجود، محتوای فسیلی و فابریک‌های موجود تعیین گردید. نامگذاری Embry & Dunham, 1962 و Klován, 1972 و Folk, 1962 با توجه به اهمیت بافتی رخساره‌ها و نوع مواد متصل‌کننده ذرات برای نامگذاری رخساره‌ها انتخاب گردید. طبقه‌بندی ویلسون (Wilson, 1975) نیز در محل یابی محیط رخساره‌ها انتخاب گردید. برای نامگذاری فسیل‌های روزنداران کف‌زی از Loeblich & Tappan, 1988. همچنین برای نامگذاری روزنداران پلانکتونی از Premoli-Silva and Verga, 2004. برای شناسایی جلبک‌های آهکی از Carras et al., 2006. برای شناسایی تین‌تینیدها و بخصوص خانواده کولومیلیدا از Trejo, 1975, 1980 و در شناسایی اثر فسیل Palaxius از Dalvand et al., 2015. برای ارزیابی کیفیت مخزنی از داده‌های آنالیز معمولی مغزه و نمودارهای پتروفیزیکی فول ست مخزنی اخذ شده از چاه مورد مطالعه، استفاده شد و ارزیابی با استفاده از روش مولتی‌مین در نرم افزار تک‌لاگ انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی سنگ شناسی مغزه‌های مورد مطالعه

از سازنداریان (شعبیا) به طور ناپیوسته در این چاه مغزه‌گیری شده است. مغزه‌های ۱ تا ۷ در این چاه مربوط به سازنداریان، قسمت‌های راسی سازند هوار و قسمت‌های قاعده‌ای سازند نهرعمر است. چندین فاصله از دست رفته بین این مغزه‌های بازیافت شده نیز وجود دارد. مغزه‌ها از نظر سنگ شناسی شامل سنگ آهک، سنگ آهک آرژیلیتی، سنگ آهک شیلی و چند متر مارن در بالاترین قسمت مغزه شماره ۱ هستند. به نظر می‌رسد که تماس فوقانی سازنداریان (شعبیا) در عمق ۱۵۰۳/۳۰ متری، بین مارن‌های پیریت دار خاکستری تا خاکستری سبز (مارن)

های نهرعمر) و آهک‌های متخلخل و خاکستری تا قهوه‌ای روشن قرار گرفته است. تماس پایینی این سازند در عمق ۱۵۷۸/۳۰ متری، بین آهک‌های ماسه‌ای و آرژیلیتی (سازند هوار) و آهک‌های خالص خاکستری تا قهوه‌ای روشن با گامای تمیز (سازنداریان یا شعبیا) برداشته شده است (جدول-۱).

اجزای تشکیل دهنده ریزرخساره‌ها

نهشته‌های سازنداریان در چاه مورد مطالعه، متشکل از میکرایت بعنوان زمینه سنگ و دانه‌های اسکلتی مانند قطعات مختلف پوسته بی مهرگان مانند خارداران، لاله‌وشان پلاژیک، اسکلیت خیاران دریایی، ساقه لاله و شان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، بازوپایان، مرجان‌ها، سوزن اسفنج، بریوزوئرها، کرم‌های حلقوی، سخت‌پوستان (استراکود و خرچنگ)، روزنداران کف‌زی و شناور، رادیولرها و قطعات استخوانی ماهی و دانه‌های غیراسکلتی مانند ایتراکست و پلت دفعی خرچنگ‌ها به نام Palaxius است که برای تقسیم‌بندی رخساره‌های مختلف سازنداریان از درصد فراوانی آنها استفاده می‌گردد. با توجه به وجود اجزای فوق و درصد حضور آنها، هشت ریزرخساره در سازنداریان تشخیص داده شد.

میکروفاسیس شماره ۱ (MF-1) : فرامینفر پلاژیک و کستون/مادستون

این رخساره با بافت گل پش‌تیبان شامل فرامینفرهای پلانکتونیک نظیر گونه‌های مختلف جنس‌های Hedbergella و Globigerinelloides و تعداد بسیار کمی از روزنداران کف‌زی و برخی عناصر اسکلتی بی مهرگان نظیر قطعات و خار خارداران، سوزن اسفنج‌ها و قطعات لاله و شان یا کرینوئیدهای پلاژیک خانواده کوماتولیدها و همچنین استراکودها می‌باشد. فراوانی این فونا معمولاً کمتر از ۱۵ درصد بوده و درون میکرایت رسی پراکنده هستند. این رخساره بیشتر آهک رسی است. بلورهای دولومیت و کانی پیریت نیز بوفور دیده می‌شود. در این رخساره انحلال فشاری معمول بوده و با توجه به بافت گل پش‌تیبان، طبیعت رسی و ساختار لامیناسیون، این رخساره در شرایط کم انرژی نهشته شده است. تسلط فونای پلاژیک و کمبود فرم‌های

کفزی، کمربند رخساره ای حوضه ژرف را پیشنهاد می‌کند (Wilson, 1975; Flügel, 2004) (شکل ۳- الف)

نتایج و بحث

بررسی سنگ شناسی مغزه های مورد مطالعه

از سازند داریان (شعبیا) به طور ناپیوسته در این چاه مغزه گیری شده است. مغزه های ۱ تا ۷ در این چاه مربوط به سازند داریان، قسمت های راسی سازند هوار و قسمت های قاعده ای سازند نهر عمر است. چندین فاصله از دست رفته بین این مغزه های بازیافت شده نیز وجود دارد. مغزه ها از نظر سنگ شناسی شامل سنگ آهک، سنگ آهک آرژیلیتی، سنگ آهک شیلی و چند متر مارن در بالاترین قسمت مغزه شماره ۱ هستند. به نظر می‌رسد که تماس فوقانی سازند داریان (شعبیا) در عمق ۱۵۰۳/۳۰ متری، بین مارن های پیریت دار خاکستری تا خاکستری سبز (مارن های نهر عمر) و آهک های متخلخل و خاکستری تا قهوه ای روشن قرار گرفته است. تماس پایینی این سازند در عمق ۱۵۷۸/۳۰ متری، بین آهک های ماسه ای و آرژیلیتی (سازند هوار) و آهک های خالص خاکستری تا قهوه ای روشن با گامای تمیز (سازند داریان یا شعبیا) برداشته شده است (جدول ۱-).

اجزای تشکیل دهنده ریزرخساره ها

نهشته های سازند داریان در چاه مورد مطالعه، متشکل از میکرایت بعنوان زمینه سنگ و دانه های اسکلتی مانند قطعات مختلف پوسته بی مهرگان مانند خارداران، لاله و شان پلاژیک، اسکلریت خیاران دریایی، ساقه لاله و شان، دوکفه ای ها، شکم پایان، بازوپایان، مرجان ها، سوزن اسفنج، بریوزوئرها، کرم های حلقوی، سخت پوستان (استراکود و خرچنگ)، روزنداران کف زی و شناور، رادیولرها و قطعات استخوانی ماهی و دانه های غیر اسکلتی مانند اینتراکلسست و پلت دفعی خرچنگ ها به نام Palaxius است که برای تقسیم بندی رخساره های مختلف سازند داریان از درصد فراوانی آنها استفاده می‌گردد. با توجه به وجود اجزای فوق و درصد حضور آنها، هشت ریزرخساره در سازند داریان تشخیص داده شد.

میکروفاسیس شماره ۱ (MF-1) : فرامینفر پلاژیک

وکستون/مادستون

این رخساره با بافت گل پشتیبان شامل فرامینفرهای پلانکتونیک نظیر گونه های مختلف جنس های *Hedbergella* و *Globigerinelloides* و تعداد بسیار کمی از روزنداران کفزی و برخی عناصر اسکلتی بی مهرگان نظیر قطعات و خار خارداران، سوزن اسفنج ها و قطعات لاله و شان یا کرینوئیدهای پلاژیک خانواده کوماتولیدها و همچنین استراکودها می باشد. فراوانی این فونا معمولاً کمتر از ۱۵ درصد بوده و درون میکرایت رسی پراکنده هستند. این رخساره بیشتر سنگ آهک آرژیلیکی است. بلورهای دولومیت و کانی پیریت نیز بوفور دیده می‌شود. در این رخساره انحلال فشاری معمول بوده و با توجه به بافت گل پشتیبان، طبیعت آرژیلیکی و ساختار لامیناسیون، این رخساره در شرایط کم انرژی نهشته شده است. تسلط فونای پلاژیک و کمبود فرم های کفزی کمربند رخساره ای محیط حوضه ژرف را پیشنهاد می‌کند (Wilson, 1975; Flügel, 2004) (شکل ۳- الف).

میکروفاسیس شماره ۲ (MF-2) : گاستروپود پلاژیک

وکستون

این رخساره دارای بافت گل پشتیبان (وکستون) با فونای غالب گاستروپود یا شکم پایان پلاژیک است. همچنین روزنداران پلاژیک نیز در این رخساره دیده می‌شوند. از سایر بایوکلاست های این رخساره می‌توان به قطعات و خار خارداران، سوزن اسفنج ها و برخی از روزنداران کف زی مانند جنس *Epistommina* اشاره نمود. فراوانی آلوکم ها کمتر از ۴۰ درصد در بیشتر نمونه ها است. لیتولوژی غالب این رخساره سنگ آهک تا سنگ آهک آرژیلیتی است. بایوتوریشن معمولاً در این رخساره ها با درجه های مختلف وجود دارد. انحلال، سیمان شدگی، فشردگی و شکستگی (پرسیده با سیمان کلسیتی) و ویژگی های دیاژنزی معمول این رخساره است. بر اساس بافت گل پشتیبان به همراه حضور گاستروپودهای پلاژیک و فونای دریای باز و کمبود شاخص های دریای کم عمق، این رخساره در محیط رسوبی

ریز با فراوانی کمتر از ۲۵ درصد است. بایوکلاست‌ها اکثراً در ماتریکس میکرایتی شناور هستند. عمده بایوکلاست‌های این رخساره شامل قطعات خارپوستان، شکم‌پایان، بازوپایان، خار خارداران و اسپیکول اسفنج‌ها است. مقدار کمی از رادیولرها، روزنداران پلاژیک مانند *Hedbergella*

جدول ۱: لیتولوژی و سنگ‌شناسی مغزه‌های اخذ شده از سازند داریان (شعبیا) در چاه مورد مطالعه (برگرفته از گزارش داخلی شرکت نفت فلات قاره).

سازند	سنگ‌شناسی	شماره مغزه	عمق (متر)	
			از عمق	تا عمق
نهر عمر (کژدمی)/ داریان (شعبیا)	آهک رسی و مارن سبز/خاکستری	۱	۱۴۹۸	۱۵۰۶
داریان (شعبیا)	آهک خاکستری روشن	۲	۱۵۱۶	۱۵۲۱
	آهک و آهک رسی روشن	۳	۱۵۲۱	۱۵۲۵
	آهک روسی خاکستری روشن تا قهوه‌ای روشن	۴	۱۵۲۸	۱۵۳۲.۴
	آهک روسی خاکستری روشن	۵	۱۵۴۳	۱۵۵۰.۵۳
	آهک روسی خاکستری روشن تا قهوه‌ای روشن	۶	۱۵۵۱.۵	۱۵۵۶
داریان (شعبیا)/ گدوان (هور)	آهک تا آهک ماسه‌ای خاکستری	۷	۱۵۶۹.۵	۱۵۷۹

ریمپ میانی با سطح انرژی متوسط نهشته شده است (Wilson, 1975; Flügel, 2004) (شکل ۳-د).

میکروفاسیس شماره ۵ (MF-5): فرامینفر- لیتوکودیوم فلوئستون

قطعات بزرگ جلبک لیتوکودیوم و مرجان شاخص‌ترین اعضای این رخساره‌اند و سایر بایو-کلاست‌های موجود شامل قطعات جلبک و روزنداران کفزی بزرگ مانند *Praechrysalidina* *infracretacea*

و *Pseudocyclammina* است. لیتولوژی شامل سنگ آهک خاکستری روشن و محدوده بافت بین فلوئستون و وکستون است. دارای ساختارهای بزرگ است، اما بایو-توریشن بندرت دیده می‌شود. سیمانی‌شدن، فشردگی و شکستگی (پر شده با کلسیت) فرایندهای قابل توجه دیاژنزی هستند. بافت فلوئستون، حضور ریف‌های کومه‌ای کوچک و تپه‌های جلبکی را در پلتفرم کربناته سازند داریان پیشنهاد می‌کند. ارتباط لیتوکودیوم و روزنداران کفزی بزرگ، محیط کم‌عمق و نوردار ریمپ داخلی (لاگون باز تا دریای باز) را نشان می‌دهد (شکل ۳-ه).

میکروفاسیس شماره ۶ (MF-6): لیتوکودیوم باندستون

دریای عمیق و آرام و در محیط ریمپ بیرونی نهشته شده است (Wilson, 1975; Flügel, 2004) (شکل ۳-ب).

میکروفاسیس شماره ۳ (MF-3): بایوکلاست وکستون/ مادستون

اجزای اصلی این رخساره شامل بایوکلاست‌های بزرگ و

شکل ۳-ج.

و کفزی نیز از تشکیل دهنده‌های جانبی آنها هستند. لیتولوژی غالب این رخساره سنگ آهک آرژیلیتی است. این رخساره گل‌پشتیبان بایوکلاستی در محیط‌های دریایی عمیق و آرام معمول هستند (Wilson, 1975; Flügel, 2004). بر اساس کمربندهای رخساره‌ای، این رخساره‌ها مربوط به محیط ریمپ بیرونی تفسیر می‌شود (شکل ۳-ج).

میکروفاسیس شماره ۴ (MF-4): بایوکلاست اوربیتولینا وکستون/مادستون

این رخساره ترکیبی از بایوکلاست‌ها و اوربیتولیناها در یک ماتریکس میکرایتی است. عمده بایوکلاست‌های موجود در این رخساره شامل قطعات خارداران، خار خارداران، شکم‌پایان، دوکفه‌ای‌ها و استراکودها است. گونه‌های مختلف و متنوع اوربیتولینیندها مانند *Palorbitolina lenticularis* در آن دیده می‌شود. بقایای جلبک‌های سبز نیز در این رخساره دیده می‌شود. در بیشتر موارد لیتولوژی سنگ آهک است که شامل مقادیر مختلفی از رس است. پیریتی شدن، انحلال، سیمانی شدن و فشردگی از فرایندهای دیاژنزی اصلی این رخساره است. با توجه به فونای متنوع دریای باز، بافت گل‌پشتیبان و رخساره‌های در ارتباط، این رخساره در محیط

به بیش از ۲۰ درصد هم می‌رسد. سنگ‌شناسی این رخساره آهک ماسه‌ای است و رگچه‌های انحلالی حاوی هیدروکربن در این رخساره بوفور دیده می‌شود. این رخساره بر روی رخساره شماره هفت یعنی ایتراکلیست فرامینفر و کستون/پکستون است. این رخساره در پایین‌ترین قسمت سازند داریان قرار گرفته است. با توجه به زمینه میکرایتی و درصد پایین تخلخل از نظر مخزنی رخساره مناسبی نیست. این رخساره متعلق به محیط‌های با انرژی متوسط و دریای باز بوده و در کانال‌های زیردریایی محیط‌های کم عمق تا نسبتاً عمیق لاگون تا رمپ میانی نهشته می‌گردد (شکل ۳-ح).

محیط رسوبی

براساس ریزرخساره‌های شناسایی شده و پراکندگی آن‌ها، عدم وجود سدهای ریفی به هم پیوسته، نبود رسوبات ریزشی و لغزشی و تغییر تدریجی رخساره‌ها نسبت به یکدیگر، سازند داریان در میدان نفتی مورد مطالعه در یک رمپ کربناته هموکلینال یا هم شیب نهشته شده است. مطالعات قبلی بر روی محیط رسوبی سازند داریان در مناطق مجاور چاه مورد مطالعه نیز موید نهشته شدن این سازند در محیط رمپ کربناته است (امیری و همکاران، ۱۳۸۸، مهرابی و همکاران، ۲۰۱۸، بهره‌ور و همکاران، ۲۰۲۰). رمپ به صورت کلی یک پلتفرم کربناته با شیب کم است که چون تغییرات عمق در آن‌ها خیلی آرام و تدریجی است پس تبدیل ریز رخساره‌ها نیز در آن‌ها خیلی به کندی صورت می‌گیرد. در رمپ کربناته به دلیل عدم حضور سدهای مهم و پیوسته پرنرژی‌ترین محیط در نزدیکی خط ساحلی است. رمپ کربناته دارای سه بخش شامل رمپ داخلی (بالای سطح استهلاک امواج)، رمپ میانی (بین موجسار طوفانی و سطح استهلاک امواج) و رمپ بیرونی (زیر موجسار طوفانی) است. در شکل ۴ محیط رسوبی ریز رخساره‌های سازند داریان در چاه مطالعه شده مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده تعلق هشت رخساره مطالعه شده به محیط‌های رمپ داخلی، میانی، بیرونی و حوضه ژرف است و نمایانگر محیط از نوع رمپ هموکلینال (Homoclinal Ramp or HR) است.

زیست چینه نگاری:

در بایوزوناسیون و ترسیم رنج چارت فسیلی سازند داریان در یکی از چاه‌های میدان رشادت، از ۳ خانواده فرامینفر، ۳۱ جنس و ۴۲ گونه مربوط به روزن داران کف زی و

این رخساره شامل باندستون جلبک لیتوکودیوم است که مقدار بسیار جزئی از روزنداران مانند خانواده Miliolid، Orbitolinid، برخی فرم‌های دوردیفی مثل Novalesia و همچنین استراکود در این رخساره دیده می‌شود. پلت‌های دفعی (بخصوص Palaxius minensis (Dalvand et al., 2015) در لایه‌بندی‌های ساختار اسکلتی لیتوکودیوم دیده می‌شوند. لیتولوژی این رخساره عمدتاً سنگ آهک و سیمانی شدن مهمترین ویژگی دیاژنزی آن است. این رخساره دارای ساختارهای بزرگ حفره‌ای و غاری شکلی است که در مغزه‌ها دیده می‌شود. باندستون‌های لیتوکودیوم اصلی-ترین بخش مخزنی این سازند را تشکیل می‌دهند. این رخساره متعلق به محیط کم عمق با نرخ انباشت کم، شفاف، اکسیژن‌دار، و کم انرژی مانند لاگون می‌باشد (شکل ۳-و).

میکروفاسیس شماره ۷ (MF-7) : ایتراکلیست فرامینفر و کستون/پکستون

ایتراکلیست و روزنداران کفزی اجزا اصلی این رخساره و دارای بافت و کستون پکستون هستند. به نظر می‌رسد که بیشتر دانه‌های ایتراکلیست از تپه‌های جلبکی که بطور گسترده میکرایتی شده‌اند، آورده شده‌اند. از روزنداران کفزی عمدتاً با پوسته پورسلانوز این رخساره می‌توان به میلیولیدها و فرم‌هایی مانند Glomospira Nezzazata، Mayncina و اربیتولینیدها اشاره نمود. استراکود و قطعات دوکفه‌ای و بازوپا نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. لیتولوژی این رخساره نیز عمدتاً سنگ آهک خاکستری-خاکستری روشن است. براساس مجموعه فونا، ارتباط رخساره‌ها و ویژگی‌های دیاژنزی (میکرایتی شدن و نئومورفیسیم) این رخساره، به نظر می‌رسد که در محیط کم عمق لاگون نهشته شده است (شکل ۳-ز).

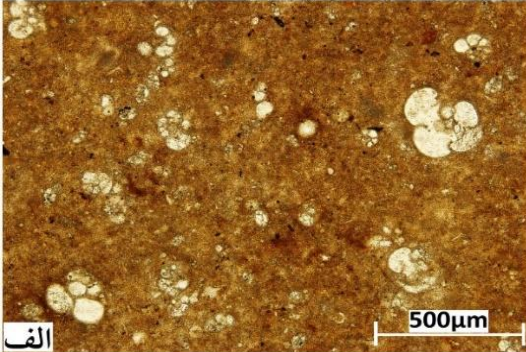
میکروفاسیس شماره ۸ (MF-8) : رخساره ترکیبی

بایوکلاست پکستون/ و کستون حاوی دانه‌های تخریبی

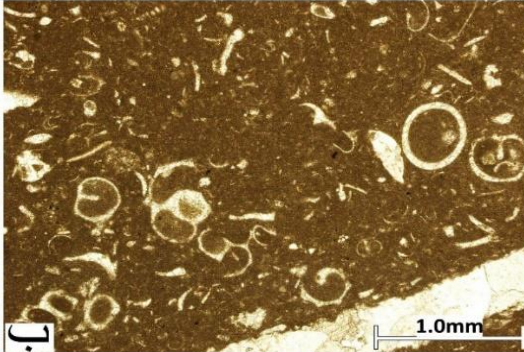
این رخساره با زمینه میکرایتی و کستون تا پکستونی حاوی قطعات جلبک سبز Salpingoporella، قطعات خارپوستان دوکفه‌ای و روزنداران کفزی مانند Orbitolina، Choffatella و Epistommina و ذرات تخریبی ریز تا متوسط دانه، نیمه مدور تا نیمه زاویه‌دار در حد سیلت و ماسه است. این ذرات تخریبی عمدتاً کوارتز بوده که بطور میانگین حدود ۵ تا ۱۰ درصد ذرات موجود در این رخساره را تشکیل می‌دهند (در برخی ایتروالها درصد ذرات تخریبی

پلانکتونیک، ۲ گونه جلبک سبز و یک گونه از جلبک قرمز، رادیولرها، یک گونه از مژک داران یا تین تیندها به نام *Colomiella recta* Bonet, 1956 و یک گونه از اثرفسیل یا ایکنوجنس متعلق به پلت‌های دفعی سخت‌پوستان بنام *Palaxius minaensis* Dalvand et al., 2015 استفاده شد و با کمک آنها در مطالعات مغزه، پنج بایوزون (سه بایوزون و دو ساب بایوزون) معرفی گردید که شامل دو زون تجمعی یا اسمبلیج زون، دو زنج زون و یک زون فراوانی یا آکمی

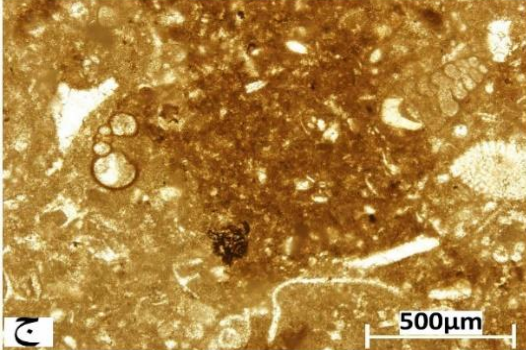
الف



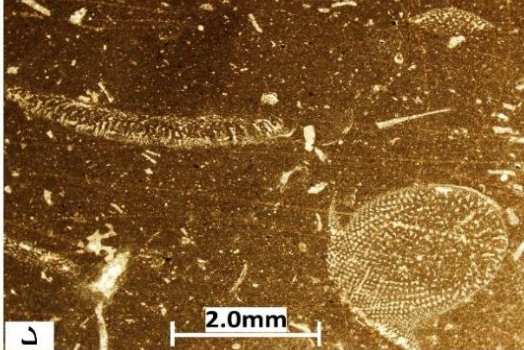
ب



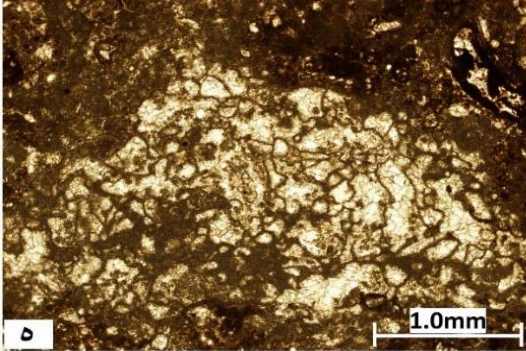
ج



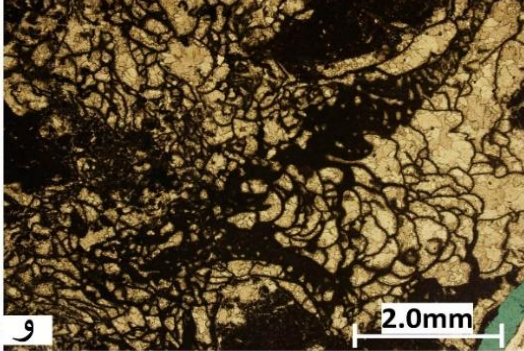
د



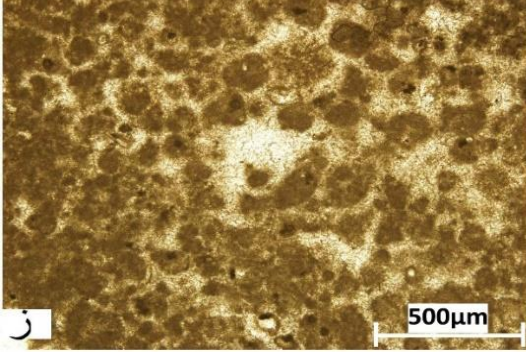
ه



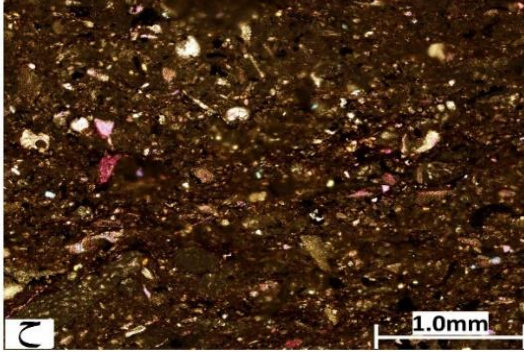
و



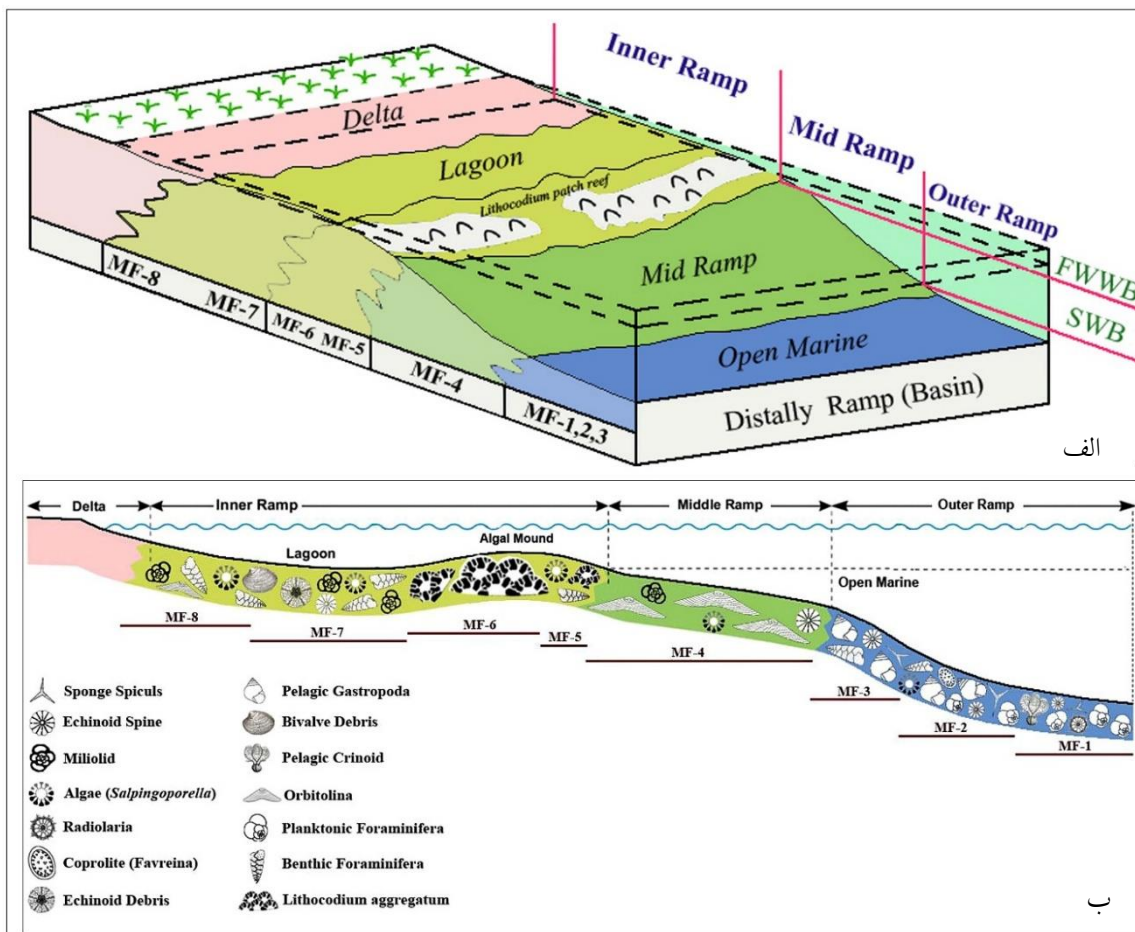
ز



ح



شکل ۳: ریزرخساره های مورد مطالعه در سازند داریان، میدان رشادت؛ الف: فرامینیفر پلاژیک وکستون، عمق ۱۵۴۳.۱۸؛ ب: گاستروپود پلاژیک وکستون، عمق ۱۵۴۹.۹۶؛ ج: بایوکلاست وکستون/مادستون، عمق ۱۵۵۵.۶۸؛ د: بایوکلاست اربیتولینا وکستون/مادستون، عمق ۱۵۷۴.۳۷؛ ه: فرامینیفر لیتوکودیوم فلوئستون، عمق ۱۵۷۲.۰۵؛ و: لیتوکودیوم باندستون، عمق ۱۵۷۳.۲۴؛ ز: اینتراکلست فرامینیفر وکستون/ پکستون، عمق ۱۵۶۹.۶۴؛ ح: بایوکلاست پکستون/وکستون حاوی دانه های ماسه، عمق ۱۵۷۵.۲۴.



شکل ۴: مدل رسوبی سه بعدی (الف) و دو بعدی (ب) رمپ هموکلینال بر اساس مطالعات آزمایشگاهی و مطابق با نوع ریز رخساره ها در سازند داریان (شعبیا) در چاه مورد مطالعه. محل هر کدام از زیررخساره در مدل رسوبی فوق مشخص گشته است.

محدوده و ضخامت: این زون از عمق ۱۵۷۸.۳۹ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های نسبتاً ماسه ای بخش هوار سازند داریان و حاوی اولین ظهور و ثبت گونه *Salpingoporella dinarica* Radoičić, 1959 در این عمق آغاز و در عمق ۱۵۶۹.۹۲ متری سازند داریان و در آهک‌های نسبتاً تمیز قسمت‌های پایینی این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۸.۴۷ متر از ضخامت این سازند را به خود اختصاص داده است.

جامعه فسیلی هم زیست: این بایوزون شامل جامعه فسیلی هم زیست زیر است:

Siphovalvulina sp., *Nautiloculina* sp., *Rumanoloculina ponticuli* Neagu, 1986, *Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, 1979, *Glomospira* sp., *Rumanoloculina pseudominima* Bartenstein and Kovatcheva 1982, *Istriloculina alimanensis* Neagu, 1984, *Istriloculina elliptica* Iovceva, 1962, *Vercorsella* sp., *Haplophragmoides* sp., *Nezzazata isabellae* Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995, *Ophtalmidium* sp., *Lithocodium aggregatum* Elliott, 1956,

زون (Acme Zone) به ترتیب زیر می‌باشد:

- 1- *Salpingoporella dinarica* interval zone (total range zone)
- 1a: *Lithocodium aggregatum* acme zone
- 2- *Hedbergella-Globigerinelloides* assemblage zone
- 2a: *Choffatella decipiens* range zone
- 3- *Orbitolinidae* assemblage zone

توصیف بایوزون ها

1: *Salpingoporella dinarica* interval zone (total range zone)
 تعریف: مرز زیرین این زون منطبق با ظهور و اولین حضور گونه جلبک سبز *Salpingoporella dinarica* و مرز بالایی آن منطبق با آخرین حضور این گونه است و در حقیقت این زون، محدوده زیست این گونه در چاه مورد مطالعه میدان رشادت می‌باشد. این بایوزون معادل بایوزون شماره ۱۶ جیمز و واینند یعنی *Hensonella-orbitolina* assemblage zone می‌باشد.

Bivalve debris, Pelagic crinoid, Echinoid spine, Echinoid debris, Holothurian sclerite, Sponge spicules, Gastropoda debris, Coral debris, Bryozoer debris

2: Hedbergella-Globigerinelloides assemblage zone

تعریف: مرز زیرین این زون تجمعی، منطبق با حضور فراوان گونه‌های مختلف جنس‌های روزنداران پلانکتونیک Hedbergella و Globigerinelloides و مرز بالایی آن تقریباً منطبق با آخرین حضور فراوان این گونه‌ها است و در حقیقت این زون، محدوده تجمع این دو روزندار پلانکتونیک کرتاسه زیرین در چاه مورد مطالعه می‌باشد.

محدوده و ضخامت: این زیر زون از عمق ۱۵۵۵.۶۸ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های رسی قسمت‌های میانی سازند داریان و حاوی اولین حضور و پیدایش گونه‌های مربوط به روزنداران پلانکتونی Hedbergella و Globigerinelloides در این عمق آغاز و در عمق ۱۵۴۳.۰۹ متری سازند داریان و در آهک‌های نسبتاً تمیز تا اندکی رسی قسمت‌های میانی این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۱۲.۵۹ متر از ضخامت این سازند مربوط به بخش‌های نسبتاً عمیق حوضه داریان را تصاحب نموده است.

جامعه فسیلی هم زیست: این بایوزون شامل جامعه فسیلی هم زیست زیر است:

Lenticulina sp., Hedbergella sp., Hedbergella excels Longoria 1974, Hedbergella praetrocoidea Krechmar & Gorbachik, 1986 in Gorbachik, 1986, Hedbergella sigali Moullade, 1966, Hedbergella infracretacea Glaessner, 1937, Hedbergella luterbacheri Longoria 1974, Globigerinelloides sp., Globigerinelloides blowi Bolli, 1959, Choffatella decipiens Schlumberger, 1905, Marssonella trochus d'Orbigny, 1840, Epistommina sp., Siphovalvulina sp., Haimasiella sp., Spiroplectammina sp., Palaxius minaensis Dalvand et al., 2015, Verneuilina sp., Belorussiella sp., Dorothisia sp., Cyclaminid, Nodosariid, Ostracoda, Radiolaria, Red algae, Serpulid, Bivalve debris, Pelagic crinoid debris, Echinoid spine, Echinoid debris, Sponge spicules, Bryozoer debris, Brachiopoda debris, Gastropoda debris

وجود رس‌های تیره رنگ در بدنه آهک رسی حاوی این بایوزون و کوچک شدگی فرم‌های روزنداران پلانکتونی در برخی فواصل این بایوزون، می‌تواند شاهدی بر رخداد جهانی حادثه بی‌هوازی اقیانوسی (Oceanic anoxic Event) مربوط به آپتین که به حادثه Selli یا OAE1a معروف است،

Novalesia cornucopia Arnaud-Vanneau, 1980, Novalesia producta Magniez, 1972, Haimasiella sp., Dorothisia sp., Marssonella trochus d'Orbigny, 1840, Marssonella sp., Bolivinopsis sp., Cyclaminid, Orbitolinid, Nodosariid, Bivalve debris, Echinoid spine, Echinoid debris, Pelagic crinoid debris, Crinoid stem, Holothurian sclerite, Sponge spicules, Bryozoer debris, Brachiopoda debris, Gastropoda debris, Coral debris

در بدنه این بایوزون، شاهد فراوانی گونه دیگری از جلبک‌های سبز به نام Lithocodium aggregatum هستیم که تشکیل یک بایوزون فراوانی (Acme Zone) را در آن می‌دهد و رخساره مخزنی مناسب تشکیل‌دهنده رخساره باندستونی و فلوتستونی این سازند، دقیقاً متعلق به همین بایوزون فراوانی است.

1a: Lithocodium aggregatum acme zone

تعریف: مرز زیرین این زیر زون منطبق با ظهور و فراوانی حضور گونه جلبک سبز Lithocodium aggregatum و مرز بالایی آن منطبق با آخرین حضور فراوان این گونه است و در حقیقت این زون، محدوده فراوانی این گونه در میدان مورد مطالعه می‌باشد.

محدوده و ضخامت: این زیر زون از عمق ۱۵۷۳.۷۲ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های تمیز باندستونی سازند داریان و حاوی اولین ظهور و فراوانی گونه Lithocodium aggregatum در این عمق آغاز و در عمق ۱۵۷۰.۶۳ متری سازند داریان و در آهک‌های نسبتاً تمیز قسمت‌های پایینی این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۳.۰۹ متر از ضخامت این سازند و هم‌منظور بخش‌های رأسی بایوزون Salpingoporella dinarica total range zone را به خود اختصاص داده است.

جامعه فسیلی هم زیست: این بایوزون شامل جامعه فسیلی هم زیست زیر است:

Romanoloculina ponticuli Neagu, 1986, Praechrysalidina infracretacea Luperto Sinni, 1979, Vercorsella sp., Siphovalvulina sp., Rumanoloculina pseudominima Bartenstein and Kovatcheva 1982, Istriloculina alimanensis Neagu, 1984, Haplophragmoides sp., Spiroloculina sp., Nezzazata isabellae Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995, Novalesia product Magniez, 1972, Debarina hahounerensis Fourcade, Raoult & Vila, 1972, Dorothisia sp., Marssonella trochus d'Orbigny, 1840, Bolivinopsis sp., Salpingoporella dinarica Radoičić, 1959, Cyclaminid, Orbitolinid,

محدوده و ضخامت: این زیر زون از عمق ۱۵۰۳.۱۲ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های رسی قسمت‌های رأسی سازند داریان و حاوی حضور تجمعی جنس‌های مختلف خانواده اربیتولینیدا در این عمق آغاز و در عمق ۱۵۰۰.۰۴ متری سازند نهرعمر و در مارن‌های قسمت‌های زیرین این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۳.۰۸ متر از ضخامت این سازندها را تصاحب نموده است. این بایوزون معادل بایوزون ۱۸ جیمز و وایند یا conical Orbitolina assemblage zone می‌باشد.

جامعه فسیلی هم زیست: این بایوزون شامل جامعه فسیلی هم زیست زیر است:

Orbitolina sp., *Dictyoconus sp.*, *Iraqia sp.*, *Palorbitolina lenticularis* Blumenbach, 1805, *Palorbitolinoides pileus* Fossa-Mancini, 1928, *Marssonella trochus* d'Orbigny, 1840, *Istrilocolina alimanensis* Neagu, 1984, *Bolivinopsis sp.*, *Haimasiella sp.*, *Spiroplectammina sp.*, *Verneuilina sp.*, *Dorothia sp.*, *Ostracoda*, *Nodosariid*, *crinoid debris*, *Echinoid debris*, *Gastropoda debris*

سن: مطالعه مجموعه فسیلی بایوزون‌های پنجگانه سازند داریان در چاه مورد مطالعه میدان رشادت بیانگر اینست که سن سازند داریان با توجه به مجموعه فسیلی مورد مطالعه، آبتین می‌باشد. برخی گونه‌های موجود در مجموعه فسیلی مورد مطالعه مانند گونه‌های مختلف جنس‌های *Hedbergella* و *Globigerinelloides* از فرم‌های شاخص و جهانی اشکوب آبتین می‌باشند که در بایوزون‌های جهانی این اشکوب برای تعیین سن بکار می‌روند. در شکل ۵ نمودار گسترش سنی فسیل‌ها و بایوزون‌های تفکیک شده در سازند داریان میدان مورد مطالعه و در اشکال ۶ تا ۸ نیز تصاویری از فسیل‌های شاخص و همراه در بایوزون‌های تفکیک شده در این سازند دیده می‌شود.

ارزیابی مخزنی:

ارزیابی پتروفیزیکی در حقیقت تعبیر و تفسیر نمودارهای چاه پیمایی سازند داریان (شعبیا) در میدان مورد مطالعه است. از مهمترین فاکتورها در ارزیابی مخزن تعیین و تشخیص ویژگی‌های سنگ مخزن هیدروکربنی است. نمودارهای پتروفیزیکی در شناخت خواص فیزیکی سنگ‌ها مثل لیتولوژی، مقدار تخلخل، نوع تخلخل و محتوای سیال و تراوایی بسیار حائز اهمیت هستند. همچنین می‌توان از آن‌ها جهت شناخت بخش‌های تولیدی، تعیین عمق و

باشد و می‌تواند معادل بخشی از بایوزون *Globigerinelloides blowi* Zone پرمولی سیلوا و وارگا، ۲۰۰۴ باشد.

2a: *Choffatella decipiens* range zone

تعریف: مرز زیرین این زون تجمعی، منطبق با اولین حضور گونه روزندار شاخص کرتاسه زیرین یعنی *Choffatella decipiens* Schlumberger, 1905 و مرز بالایی آن تقریباً منطبق با آخرین ثبت و حضور این گونه در سازند داریان چاه مورد مطالعه است و در حقیقت این زون، بیانگر محدوده زیست این گونه در میدان مورد مطالعه‌ی است.

محدوده و ضخامت: این زیر زون از عمق ۱۵۵۳.۸۲ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های تمیز تا نسبتاً رسی قسمت‌های میانی سازند داریان و حاوی اولین حضور گونه‌ی *Choffatella decipiens* در این عمق آغاز و در عمق ۱۵۴۳.۴۲ متری سازند داریان و در آهک‌های نسبتاً تمیز تا اندکی رسی قسمت‌های میانی این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۱۰.۴ متر از ضخامت این سازند را بخود اختصاص داده و معادل بایوزون ۱۵ جیمز و وایند *Choffatella-Cyclammina* ass. zone است.

جامعه فسیلی هم زیست: این بایوزون شامل جامعه فسیلی هم زیست زیر است:

Lenticulina sp., *Hedbergella excelsa* Longoria 1974, *Hedbergella praetrochoidea* Krechmar & Gorbachik, 1986, *Hedbergella sigali* Moullade, 1966, *Hedbergella luterbacheri* Longoria 1974, *Globigerinelloides sp.*, *Marssonella trochus* d'Orbigny, 1840, *Epistommina sp.*, *Siphovalvulina sp.*, *Haimasiella sp.*, *Spiroplectammina sp.*, *Verneuilina sp.*, *Belorussiella sp.*, *Nodosariid*, *Ostracoda*, *Radiolaria*, *Red algae*, *Serpulid*, *Bivalve debris*, *Pelagic crinoid debris*, *Echinoid spine*, *Echinoid debris*, *Sponge spicules*, *Bryozoer debris*, *Brachiopoda debris*, *Gastropoda debris*

3: Orbitolinidae assemblage zone

تعریف: مرز زیرین این زون تجمعی، منطبق با حضور نسبتاً فراوان و تجمعی گونه‌های مختلف جنس‌های خانواده اربیتولینیدا مانند جنس‌های *Palorbitolina*, *Dictyoconus*, *Palorbitolinoides pileus*, *lenticularis* و *Iraqia* و مرز بالایی آن تقریباً منطبق با آخرین حضور فراوان این گونه‌ها است و این زون، محدوده تجمع جنس‌های این خانواده در چاه مورد مطالعه می‌باشد.

تخلخلی در حدود ۵ تا ۳۰ درصد می‌باشند. تخلخل را می‌توان در آزمایشگاه از روی مغزه‌ها و یا با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی خصوصاً نمودار چگالی، صوتی و نوترون محاسبه کرد. همچنین از روی داده‌های لرزه‌ای نیز تخلخل قابل محاسبه است. تخلخل یک سنگ بستگی به شکل، کروی شدن، جورشدگی و ترتیب قرار گرفتن دانه‌ها و بافت و میزان مچوریتی و سیمانی شدن سنگ دارد. در سنگ‌های کربناته تخلخل عمدتاً ثانویه است و تخلخل مفید نیز تخلخلی است که منافذ آن بهم مرتبط باشند. تخلخل‌های مشاهده شده در سازند داریان در چاه‌های مورد مطالعه بیشتر شامل تخلخل قالبی، شکستگی یا فراکچر، حفره‌ای، درون بلوری و بین بلوری است که در بسیاری از موارد این فضاهای خالی توسط سیمان پر شده‌اند.

میانگین تخلخل و تراوایی رخساره‌ها با استفاده از آنالیز مغزه‌ها

بررسی میانگین تخلخل و تراوایی بدست آمده از مغزه‌های سازند داریان در چاه مورد مطالعه و انطباق داده‌های تخلخل و تراوایی با ریزرخساره‌های مختلف سازند داریان، بیانگر نکات ارزنده‌ای در مورد کیفیت مخزنی سازند مورد مطالعه است. ریزرخساره‌های گل پشתיبان اول تا سوم سازند داریان، شامل پلاژیک فرامینفرا و کستون/مادستون، پلاژیک گاستروپودا و کستون و بایوکلاست و کستون/مادستون، بترتیب دارای میانگین تخلخل ۲۷، ۲۳ و ۲۸ درصد تخلخل بوده ولی همگی آنها دارای تراوایی نسبتاً ضعیف و بترتیب در حدود ۱، ۱/۵ و ۲/۳ میلی داری هستند. نوع منافذ در این رخساره‌ها عمدتاً از نوع منافذ حفره‌ای و شکستگی‌های بسیار ریز غیزم‌تبط با هم است. تخلخل در رخساره چهارم این سازند یا بایوکلاست-اریتولینا و کستون/مادستون بین ۱۰ تا ۳۴ درصد (میانگین ۲۳ درصد) و میانگین تراوایی آن پایین و در حدود ۲/۵ درصد است که بیانگر کیفیت مخزنی پایین است. نوع تخلخل در این رخساره نیز حفره‌ای، شکستگی ریز و قالبی است. ریزرخساره پنجم یا فرامینفرا

ضخامت این بخش‌ها، تشخیص سیال موجود در سازند و تخمین مقدار ذخیره هیدروکربنی مخزن استفاده نمود. برای استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی باید تا حد امکان این اندازه‌گیری‌ها را با شرایط واقعی سنگ‌ها در درون چاه تطبیق داد، یعنی باید اثرات محیط درون چاه را از ابزار لاگ‌گیری حذف کرد که این کار تصحیح محیطی (Environmental Correction) نامیده می‌شود. این کار با استفاده از چارت‌های مخصوص برای هر ابزار لاگ‌گیری و نیز نرم افزارها انجام می‌پذیرد.

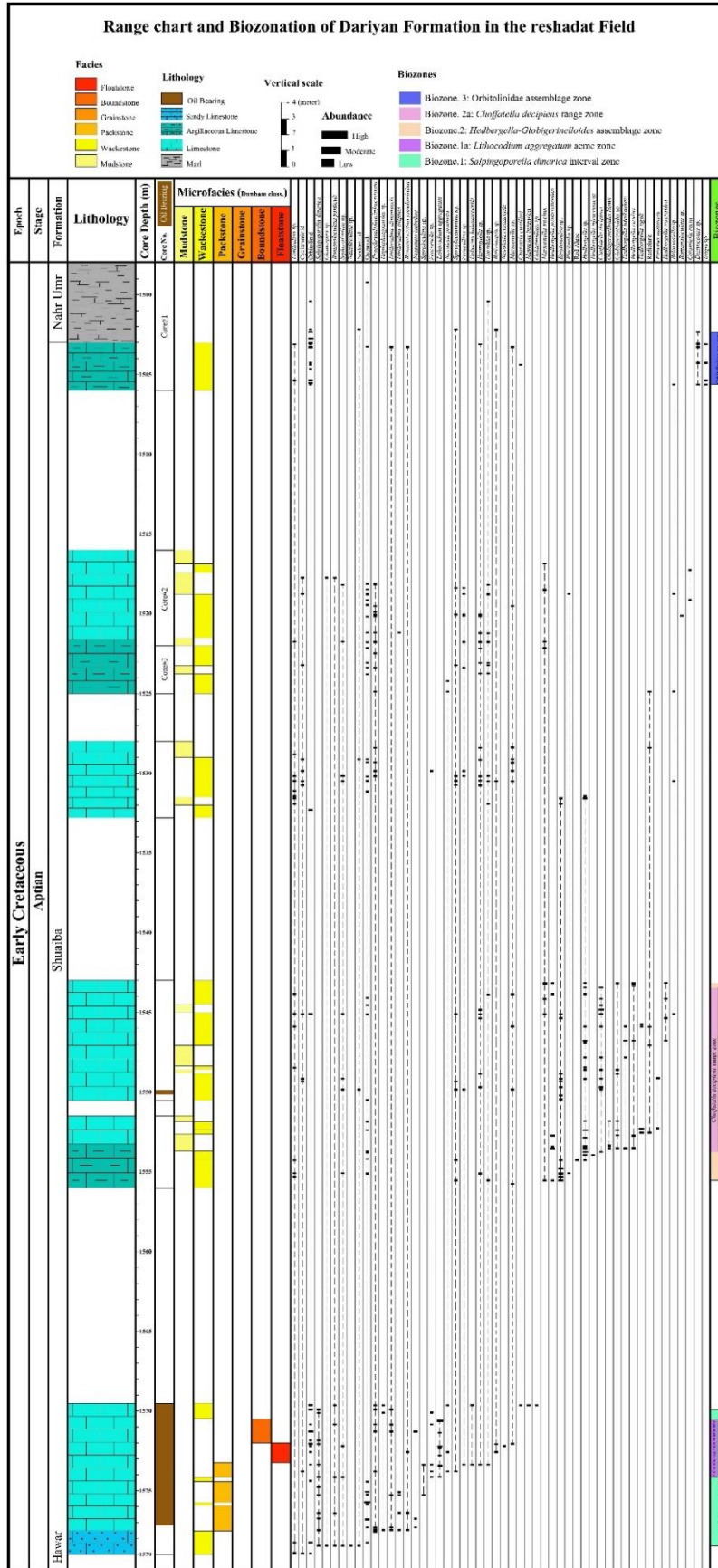
در این مطالعه با استفاده از نرم افزارهای تک لاگ و ژئولاگ به کمک بخش Multimin ارزیابی صورت می‌گیرد. داده‌هایی که در بخش Multimin به کار می‌رود شامل نمودارهای چاه پیمایی، آنالیز مغزه، پتروگرافی و پراش اشعه ایکس می‌باشد. همچنین آنالیز سیالات سازندی (آب، نفت، گاز) و داده‌های زمین‌شناسی زون‌ها نیز مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی و تفسیر نمودارهای پتروفیزیکی برخی پارامترها در تصحیح انواع نمودارها و همچنین در بکارگیری روش‌های مختلف پتروفیزیکی لازم و ضروری می‌باشند. سنگ‌شناسی، دمای سازند، خصوصیات سیال حفاری و ویژگی‌های سیال سازندی مثل چگالی، سرعت انتقال صوت و مقاومت ویژه فاکتورهایی هستند که دانستن آن‌ها ضروری و لازم است.

ارزیابی کیفیت مخزنی سازند داریان در چاه مورد مطالعه با روش مولتی‌مین

در این روش پارامترهای پتروفیزیکی مانند تخلخل، حجم شیل، آب اشباع‌شدگی و تراوایی با روش‌های مختلف محاسبه گردید. بعد از تعیین پارامترهای فیزیکی ذکر شده بالا نمودارهای فول ست مخزنی با اطلاعات مغزه مطابقت داده می‌شود و هم عمق‌سازی تخلخل و تراوایی بین این دو انجام می‌گیرد و داده‌ها در نرم افزار تک لاگ برای ارزیابی وارد شدند.

تخلخل

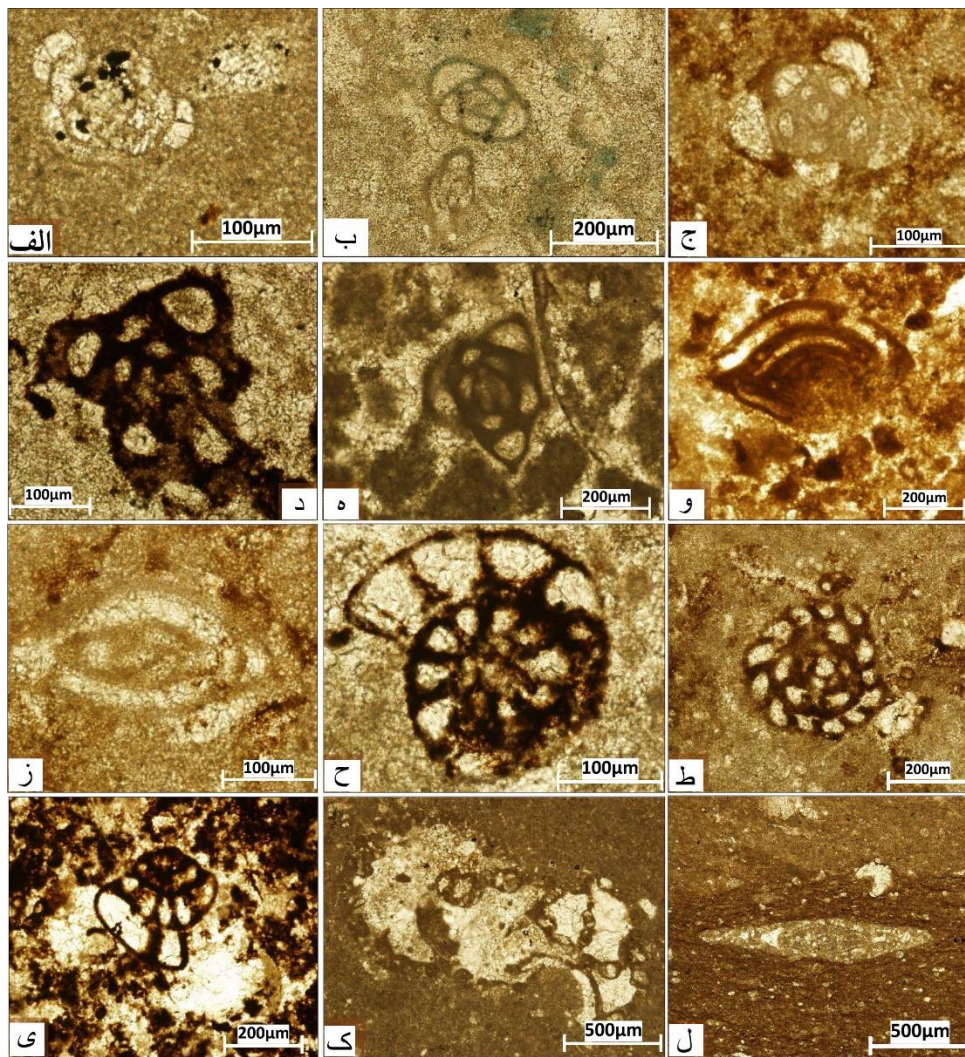
تخلخل یک سنگ اندازه مقدار فضای داخلی آن است که قابلیت نگهداری سیالات را دارا می‌باشد. بیشتر مخازن



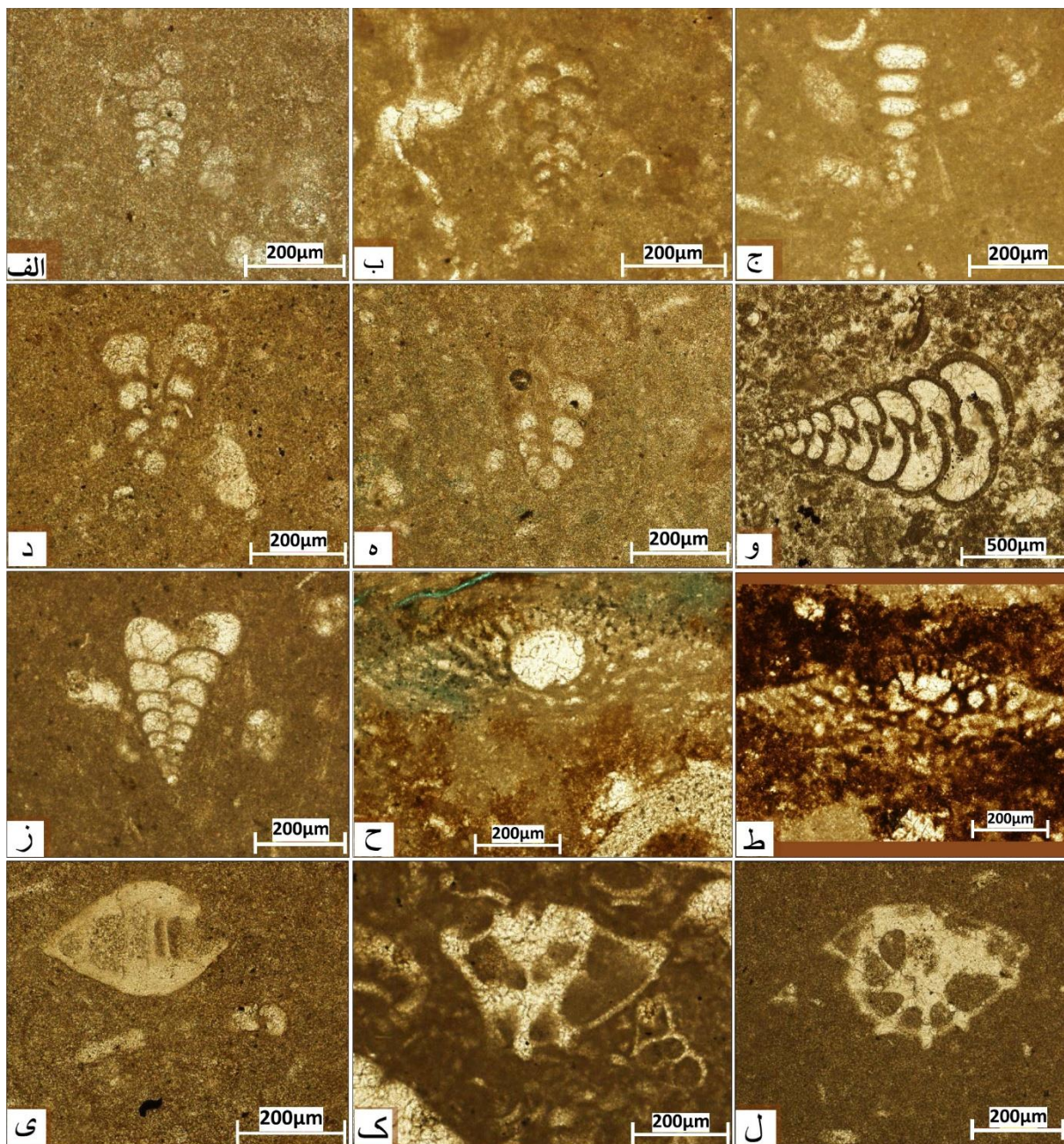
شکل ۵: رنج چارت و گسترش سنی فونای موجود در سازند داریان در میدان مورد مطالعه و بایوزون های پنجگانه این سازند.

میلی داری بهترین رخساره مخزنی را در بین رخساره های سازند داریان در این میدان داراست. آغستگی نفتی بسیار خوب و دارا بودن انواع تخلخل های قالبی، حفره ای نسبتاً متصل بهم و تخلخل شکستگی باعث ایجاد کیفیت مخزنی مناسب و رخساره ای تراوا در این بخش شده است.

- لیتوکوديوم فلوستون با میانگین تخلخل ۳۰ درصد و تراوایی در حدود ۳ درصد از لحاظ مخزنی شرایط بهتری را نسبت به ریزرخساره های قبلی داراست و در نمونه های مغزه این رخساره آثار آغستگی نفت دیده می شود. اما ریزرخساره ششم یا لیتوکوديوم همانطور که در جدول ۲ دیده می شود، با میانگین تخلخل ۲۵ درصد و تراوایی ۱۰



شکل ۶. الف: *Glomospira* sp. برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۱۷.۷۵ متری)؛ ب: *Istriloculina elliptica* Iovceva, 1962، برش نسبتاً محوری (Subaxial section)، (عمق ۱۵۷۵.۰۸ متری)؛ ج: *Rumanoloculina ponticuli* Neagu, 1986، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۶۹.۶۴ متری)؛ د-ه: *Rumanoloculina pseudominima* Bartenstein & Kovatcheva 1982، برش محوری (Axial section)، (بترتیب اعماق ۱۵۷۷.۴۴ و ۱۵۷۶.۳۶ متری)؛ و: *Spiroloculina* sp.، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۳.۳۶ متری)؛ ز: *Ophthalmidium* sp.، برش نسبتاً محوری (Subaxial section)، (عمق ۱۵۶۹.۶۴ متری)؛ ح: *Haplophragmoides* sp.، برش استوایی (Equatorial section)، (عمق ۱۵۷۷.۴۴ متری)؛ ط: *Debarina* sp.، برش استوایی (Equatorial section)، (عمق ۱۵۶۹.۶۴ متری)؛ ی: *Nezzazata isabellae* Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۱.۲۵ متری)؛ ک: *Pseudocyclamina hedbergi* Maync, 1953، برش نسبتاً محوری (Subaxial section)، (عمق ۱۵۱۷.۷۵ متری)؛ ل: *Choffatella decipiens* Schlumberger, 1905، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۸.۶۲ متری).



شکل ۷: الف: Spiroplectamina sp. برش طولی (Longitudinal section)، (عمق ۱۵۳۰.۲متری)؛ ب: *Novallesia producta*؛ ج: *Haimasiella* sp. برش طولی (Longitudinal section)، (عمق ۱۵۲۴.۲۳متری)؛ د: *Siphovalvulina* sp. برش طولی (Longitudinal section)، (عمق ۱۵۲۳.۷۴متری)؛ ه: *Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, 1979؛ و: *Marssonella trochus* d'Orbigny, 1840 برش طولی (Longitudinal section)، (عمق ۱۵۴۳.۰۹متری)؛ ز: *Palorbitolina lenticularis* Blumenbach, 1805 برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۲.۶۱متری)؛ ح: *Lenticulina* sp. برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۰.۸۳متری)؛ ت: *Epistommina* sp. برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۲۸.۸۰متری)؛ ی: *Lenticulina* sp. برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۵۴.۲۳متری)؛ ل: برش نسبتاً استوایی (Subequatorial section)، (عمق ۱۵۵۰.۱۹متری).

محاسبه شده از GR بیشتر از CGR است چون نگار GR علاوه بر K و Th که توسط نگار CGR ثبت می‌شود اورانیوم کانی‌های غیر رسی رادیواکتیو را ثبت می‌کند، به همین علت در محاسبه حجم شیل تنها از روش CGR می‌توان به ارزیابی درستی از میزان حضور شیل دست یافت. در شکل ۱۰ کراس پلات پتاسیم و توریوم برای سازند داریان میدان مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته و حجم شیل و نوع کانی رسی این سازند که در محدوده ایلیت می‌باشد، مشخص گشته است.

تعیین آب اشباع شدگی (S_w)

منظور از اشباع شدگی سیال، نسبت حجم سیالات موجود در سنگ به حجم فضاهای متخلخل است. این پارامتر یعنی Fluid Saturation بدون واحد بوده و به صورت درصد یا نسبتی از کل فضای متخلخل اشغال شده توسط سیالات بیان می‌شود. سیالات مورد نظر در پتروفیزیک شامل آب و هیدروکربن هستند. در شکل ۱۱ میزان آب اشباع شدگی زون‌های مختلف سازند داریان در چاه مورد مطالعه به روش پیکت پلات دیده می‌شود.

تراوایی

از دیگر پارامترهای مهم جهت ارزیابی سنگ مخزن تراوایی می‌باشد. تراوایی (Permeability) از مهم‌ترین خواص سنگ‌های مخزنی بوده و اهمیت آن در این است که تولید نفت از مخازن، تابعی مستقیم از تراوایی است.

واحد سنجش تراوایی داری است. به طور معمول حداقل تراوایی لازم برای تولید نفت ۰.۰۱ میلی داری در نظر گرفته می‌شود. تراوایی تحت تأثیر اندازه و شکل ذرات، جورشدگی، نحوه اتصال دانه‌ها و درجه سیمان‌شدگی و فشردگی، انحلال و شکستگی، مقدار و نوع رس موجود در مخزن قرار می‌گیرد. در شکل ۱۲ ارزیابی پتروفیزیکی بدست آمده برای سازند داریان در چاه مورد مطالعه پس از انطباق داده‌های مغزه و نمودارهای مخزنی دیده می‌شود. در این شکل، در ستون اول عمق چاه، در ستون دوم پرتو گاما، قطر چاه و اندازه مته، در ستون سوم نمودار نوترون یا تخلخل (NPHI)، چگالی، (RHOZ) و ضریب فوتو-الکترونیک (PEFZ) دیده می‌شود. در ستون چهارم محاسبات حجمی سنگ‌شناسی سنگ‌آهک (VCLC)، دولومیت (VDOL) و شیل ایلیت (VILL) و حجم آب (VUWA) و نفت (VUOI)، در ستون پنجم محاسبه

ریزرخساره اینتراکست- فرامینفر و کستون/پکستون نیز رخساره‌ای با تخلخل حدود ۲۸ درصد و تراوایی ضعیف تا متوسط ۳/۵ میلی داری است. عمده تخلخل‌های موجود در این رخساره حفره‌ای و قالبی بوده و حاوی آغشتگی نفتی ضعیفی است. ریزرخساره ترکیبی بایوکلاست پکستون/ وکستون حاوی ذرات ماسه دارای میانگین تخلخل ۱۰ و تراوایی بسیار پایین ۰/۱۵ میلی داری است که دارای کیفیت مخزنی پایینی است. میانگین تخلخل و تراوایی ریزرخساره‌های مختلف سازند داریان در جدول ۲ دیده می‌شود.

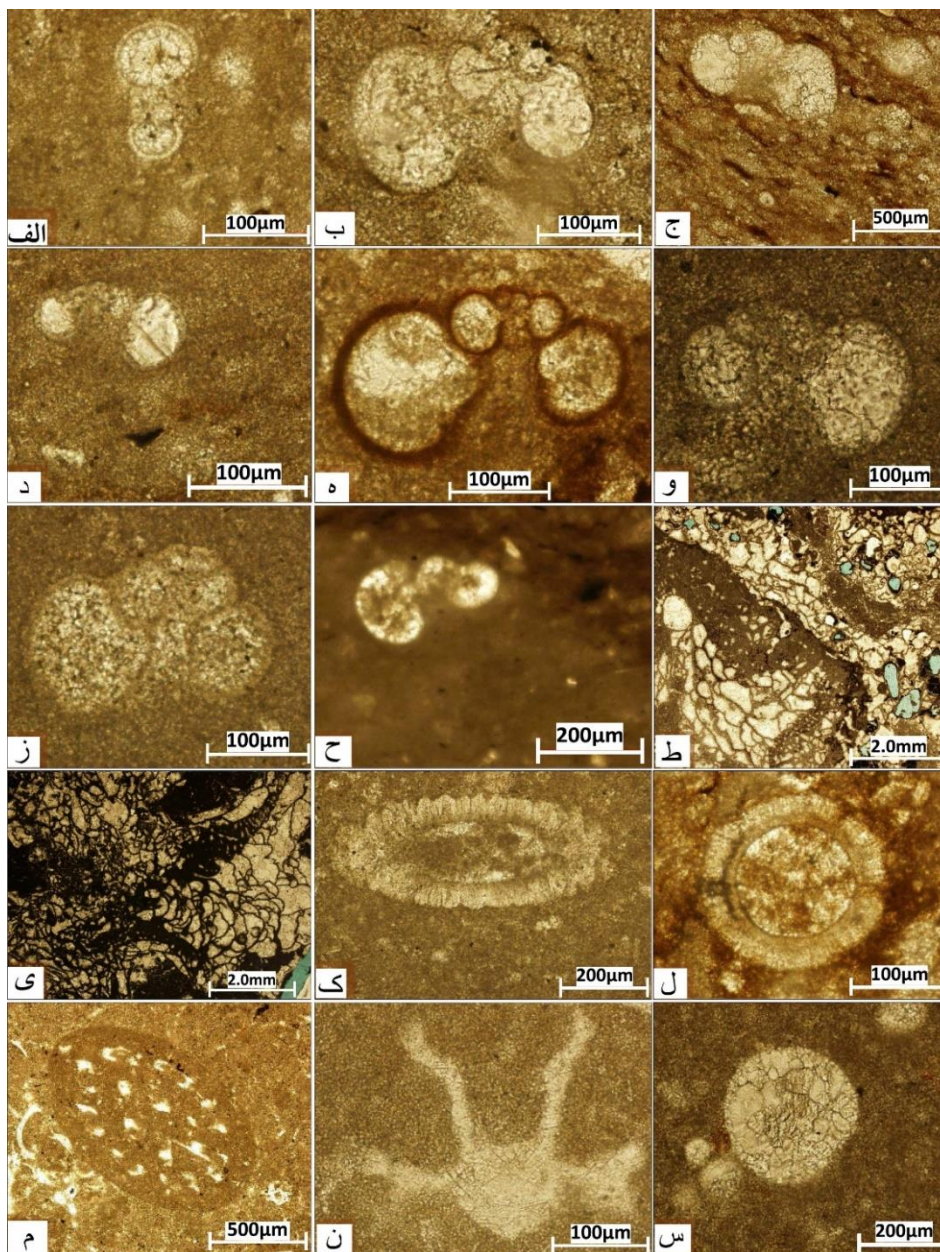
تعیین تخلخل با استفاده نمودارهای پتروفیزیکی

در ارزیابی مخزنی سازند داریان در میدان مورد مطالعه با استفاده از کراس پلات‌های نوترون-چگالی، نوترون و سونیک، سرعت صوت - سونیک و چگالی - چگالی فتو الکتریک میزان تخلخل و همچنین سنگ‌شناسی سازند را مشخص نمود. برای این کار با رسم دو پارامتر مقابل هم و ترسیم خطوط مربوط به لیتولوژی‌های رایج (ماسه، آهک و دولومیت) کراس پلات‌هایی حاصل می‌شود که با استفاده از آنها علاوه بر لیتولوژی می‌توان تخلخل را نیز محاسبه کرد. در تصاویر ۹-الف تا ۹-د بترتیب کراس پلات‌های ذکر شده در بالا برای سازند داریان در میدان مورد مطالعه مشاهده می‌گردد.

تعیین نوع کانی رسی و حجم شیل (Volume of Shale) (V_{sh}):

علاوه بر تعیین حجم شیل لازم است نوع کانی‌های رسی در ارزیابی مخزن لحاظ شود و تشخیص نوع کانی‌های سازند و تشخیص حجم شیل یک سازند از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. خواص الکتریکی رس‌ها تأثیر زیادی روی مقاومت داشته و در نتیجه در ارزیابی مخزن از اهمیت زیادی برخوردار است.

تشخیص انواع کانی‌های رسی و تعیین حجم شیل یکی از اساسی‌ترین پارامترهای مورد بررسی در تمامی مطالعات پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی است. در واقع اولین مرحله در ارزیابی پتروفیزیکی، تعیین لیتولوژی یک سازند و تشخیص حجم شیل یک سازند می‌باشد. بنابراین محاسبه حجم شیل برای اندازه‌گیری درست تخلخل از داده‌های چاه پیمایی، امری ضروری است. به طور معمول محاسبه حجم شیل از طریق نگارهای GR و CGR انجام می‌گیرد. مقدار شیل



شکل ۸: الف: *Globigerinelloides blowi* Bolli, 1959، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۵۱.۷۹ متری)؛ ب: *Hedbergella praetrocoidea* Krechmar & Gorbachik, 1986، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۳.۱۸ متری)؛ ج: *Hedbergella infracetacea* Glaessner, 1937، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۵۳.۹۷ متری)؛ د: *Longoria praetrocoidea* Krechmar & Gorbachik, 1986، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۶.۷۳ متری)؛ ه: *Hedbergella excelsa* Longoria 1974، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۵۵.۶۸ متری)؛ و: *Hedbergella excelsa* Longoria 1974، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۳.۰۹ متری)؛ ز: *Hedbergella excelsa* Longoria 1974، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۳.۰۹ متری)؛ ح: *Hedbergella sp.*، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۳.۸ متری)؛ ط-ی: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, 1959، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۴۵.۹۵ متری)؛ ک-ل: *Lithocodium aggregatum* Elliot, 1959، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۰.۶۳ متری)؛ م: *Palaxius minensis* Dalvand et al., 2015، برش استوایی (Equatorial section)، (عمق ۱۵۷۸.۳۹ متری)؛ ن: *Radiolaria*، برش استوایی (Equatorial section)، (عمق ۱۵۵۲.۳ متری)؛ س: *Radiolaria*، برش استوایی، (عمق ۱۵۵۲.۵۸ متری).

جدول ۲: میانگین تخلخل و تراوایی (به روش حسابی) بدست آمده از آنالیز معمولی مغزه در هر یک از ریزرخساره‌های سازند داریان در چاه مورد مطالعه. بررسی میانگین تخلخل و تراوایی و انطباق این داده‌ها با ریزرخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی رخ داده بر روی هریک از این رخساره‌ها، بیانگر اینست که رخساره‌های باندستونی و فلوتستونی لیتوکودیوم‌دار حاوی بیشترین درصد تخلخل و تراوایی بوده و کیفیت مخزنی مناسب‌تری را نسبت به سایر رخساره‌ها دارا هستند. (برگرفته از گزارش داخلی شرکت نفت فلات قاره).

ریز رخساره	نام ریزرخساره	میانگین تخلخل براساس روش حسابی (Arithmetic)	
		تراوایی (میلی داری)	تخلخل (درصد)
MF-1	فرامینیفر پلاژیک وکستون/مادستون	۱/۰۶	۲۶/۸
MF-2	گاستروپود پلاژیک وکستون	۱/۵۴	۲۳/۰۷
MF-3	بایوکلست وکستون/مادستون	۲/۳	۲۷/۸
MF-4	بایوکلست اوربیتولینا وکستون/مادستون	۲/۶	۲۳/۱
MF-5	فرامینیفر- لیتوکودیوم فلوتستون	۳	۲۹/۲
MF-6	لیتوکودیوم باندستون	۱۰/۲۵	۲۴/۳
MF-7	اینتراکلست فرامینیفر وکستون/پکستون	۳/۵۶	۲۸/۳
MF-8	رخساره ترکیبی بایوکلست پکستون/وکستون حاوی ذرات تخریبی	۰/۱۵	۱۰

های سازند داریان در یک از چاه از میدان‌های نفتی جنوب شرقی خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفت. سازند داریان (شعبیا) در این چاه دارای ضخامت ۷۵.۲ متری سنگ آهک، آهک مارنی با برخی میان لایه‌های شیلی است که مرز پایین آن با سازند هوار (Hawar) و مرز بالای آن با سازند نهر عمر (Nahr Umr) هر دو پیوسته است. بررسی‌های میکروسکوپی این سازند منجر به شناسایی ۷ رخساره کربناته و یک رخساره میکس آواری- کربناته زیر گردید که نمایانگر نهشته شدن آن در یک محیط رمپ کربناته از رمپ داخلی تا حوضه ژرف بوده است.

مطالعه محیط رسوبی با استفاده از رخساره‌های مطالعه شده انجام گردید و با توجه به تغییر تدریجی رخساره‌ها به یکدیگر، وجود ریف‌های کومه‌ای ایجاد شده توسط جلبکهای لیتوکودیوم که توانایی ساختن ریف‌های بزرگ و تغییر توپوگرافی حوضه را نداشته‌اند و همچنین نبود رسوبات ریزشی و لغزشی در این سازند، محیط رسوبی آن از نوع رمپ کربناته کم‌شیب هموکلینال تعیین گردید.

در مطالعات زیست‌چینه‌شناسی نیز در بایوزوناسیون سازند داریان که در چاه مورد مطالعه میدان رشادت صورت گرفت، از فونای موجود در این سازند و بویژه روزندان و جلبک‌های آهکی استفاده شد و پنج بایوزون (سه بایوزون و دو

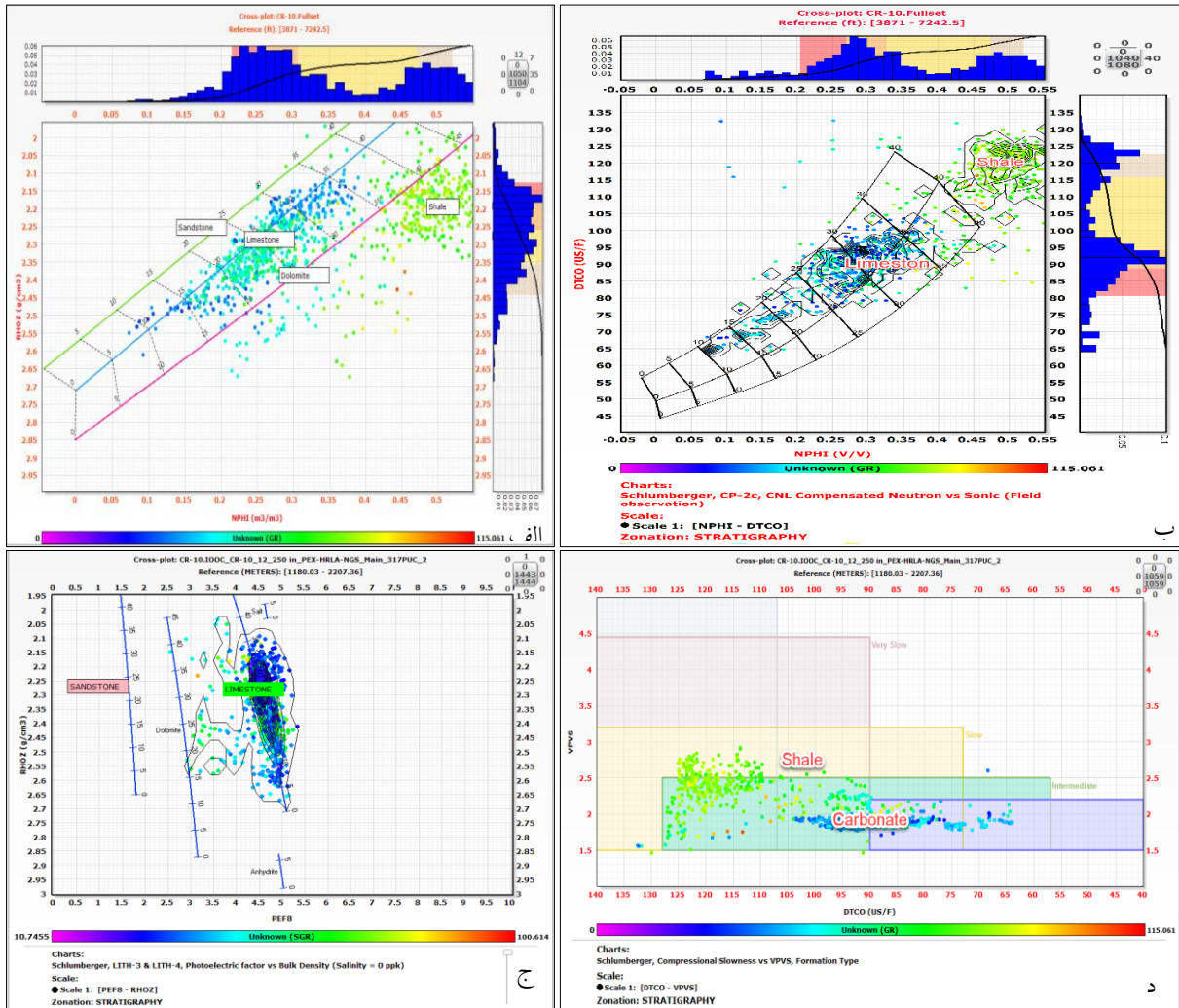
اشباع آب (SUWI)، در ستون ششم مقادیر تخلخل به دست آمده از اطلاعات مغزه (Pore2) و چاه (PHIE)، در ستون هفتم مقادیر نفوذپذیری به دست آمده از مغزه (K) و چاه (KINT) قابل مشاهده است. همچنین در ستون ۸ و ۹ به ترتیب سازندها و ریز رخساره‌های مورد مطالعه نمایش داده شده است.

همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، مقادیر تخلخل و تراوایی به دست آمده از آنالیز معمولی مغزه و چاه، به خوبی مطابقت دارند. همچنین با تطبیق ریز رخساره‌ها، نمودارهای پتروفیزیکی چاه و نمودارهای اخذ شده از مغزه، دیده می‌شود که رخساره‌های ۵ و ۶ حاوی جلبک لیتوکودیوم (لیتوکودیوم باندستون و فلوتستون) و بعد از آن‌ها رخساره‌های حاوی اینتراکلست (رخساره ۷) از نظر تخلخل و نفوذپذیری دارای مقادیر بیشتر و بهترین زون‌های مخزنی سازند داریان در میدان مورد مطالعه می‌باشد. وجود حفره‌های به هم پیوسته در ساختار اسکلتی اولیه جلبک لیتوکودیوم و همچنین تأثیر فرآیند دیاژنز انحلال که باعث توسعه بیشتر این سیستم شبکه حفره‌ای به هم پیوسته شده است، این رخساره‌ها را به بهترین رخساره مخزنی با کیفیت مخزنی مناسب در قاعده سازند داریان تبدیل نموده است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی اخذ شده از مغزه

ساب بایوزون) معرفی گردید که شامل دو زون تجمعی، یا اسمبلیج زون، دو زون سنی و یک زون



شکل ۹. لف: تشخیص لیتولوژی و تخلخل از روی کراس پلات نوترون (CNL) - چگالی، (DENSITY)، ب: چارت CP-2a مربوط به نگار نوترون و SONIC، ج: کراس پلات سرعت صوت - سونیک، د: کراس پلات چگالی - چگالی فتو الکتریک در مخزن سازند داریان (شعبیا)، میدان مورد مطالعه رشادت. در همه این کراس پلات ها درصد و محدوده دولومیت، آهک و بخش شیلی مشخص شده است.

تراوایی هر کدام از رخساره ها با روش حساسی اندازه گیری شد که بیانگر این بود که افزایش تخلخل و تراوایی در رخساره فلوتستون - باندستونی لیتوکودیوم دار در اثر ایجاد تخلخل حفره‌ای و همچنین متصل بودن بهتر این حفرات بهم می باشد که باعث گردیده است که این رخساره مهمترین بخش مخزنی سازند مزبور در چاه مورد مطالعه قلمداد گردد. در ارزیابی کیفیت مخزنی نیز ارزیابی مولتی مین در نرم افزار تک لاگ مورد استفاده قرار گرفت و پس از بدست آوردن پارامترهای پتروفیزیکی تخلخل، تراوایی، حجم شیل و آب اشباع شدگی و انجام تصحیحات محیطی

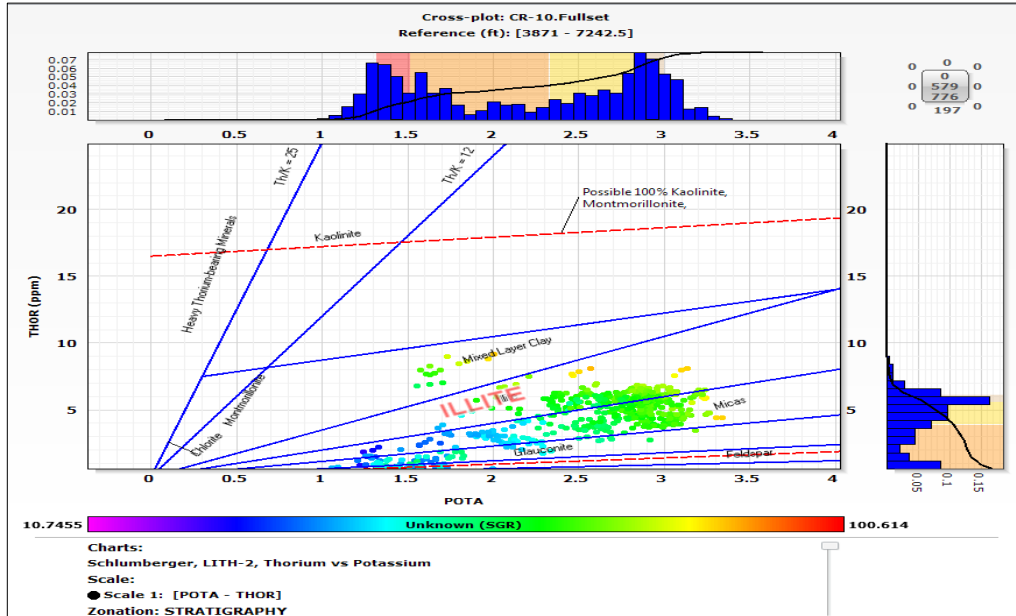
فراوانی یا آکمی زون (Acme Zone) به ترتیب زیر می‌باشد:

- 1-Salpingoporella dinarica interval zone (total range zone)
- 1a: Lithocodium aggregatum acme zone
- 2-Hedbergella-Globigerinelloides assemblage zone
- 2a: Choffatella decipiens range zone
- 3-Orbitolinidae assemblage zone

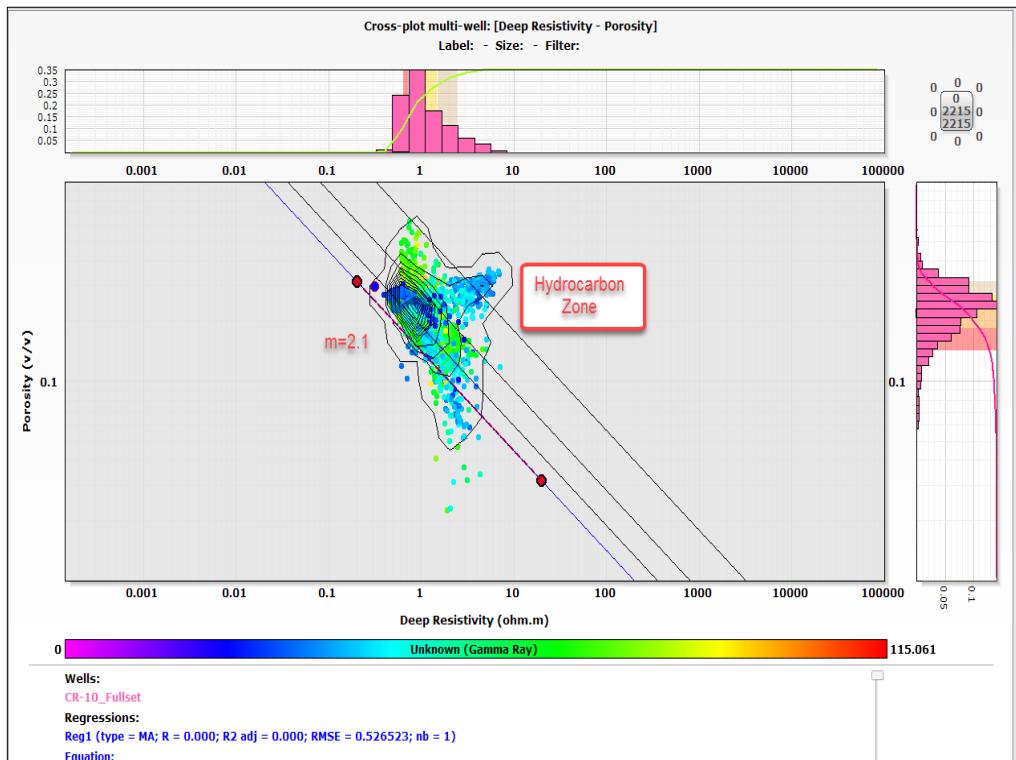
مجموعه فسیلی موجود سن اُپتین را برای این سازند در چاه مورد مطالعه تعیین نمود.

با توجه به وجود آزمایشات معمولی مغزه و وجود اطلاعات تخلخل و تراوایی رخساره ها، میانگین درصد تخلخل و

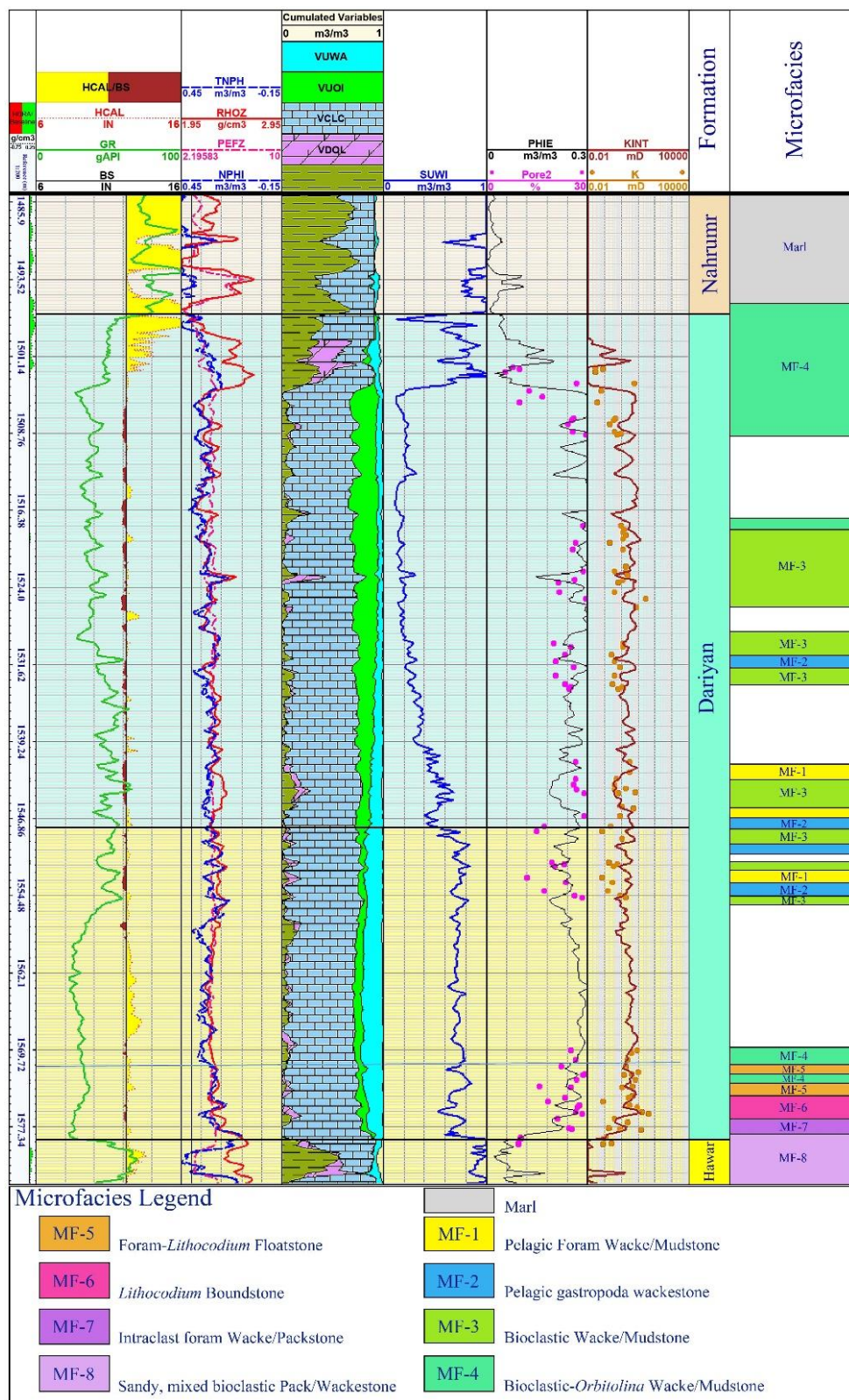
و هم‌عمق سازی تخلخل و تراوایی بین داده های حاصل چاه، میزان آب اشباع شدگی زون های مختلف مخزنی سازند حاصل از آنالیز مغزه و نمودارهای پتروفیزیکی اخذ شده از داریان (بین ۱۰ تا ۲۰ درصد)



شکل ۱۰: کراس پلات پتاسیم و توریم و تعیین محدوده کانی رسی ایلیت در مخزن سازند داریان (شعبیا) میدان رشادت



شکل ۱۱: پیکت پلات مربوط به مخزن داریان (شعبیا) در میدان مورد مطالعه رشادت. میزان شوری آب به میزان ۰.۰۲۲ اهم متر تعیین شده است. و میزان سیمان شدگی ۲/۱ تعیین شده است. این پیکت برای تعیین زونهای مختلف با اشباع شدگی آب متفاوت می باشد. زون های بالای ۵۰ و ۷۵٪ مربوط به لایه‌های با دانسیته بالا یا اشباع بالای آب می باشد.



شکل ۱۲: ارزیابی پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی مخزن شعیبا میدان رشادت: ستون‌ها از چپ به راست: ستون ۱؛ عمق، ستون ۲ شامل: اشعه گاما، اندازه مته و ریزش دیواره چاه، ستون ۳، شامل: نمودار نوترون، دانسیته و نمودار اشعه فوتوالکتریک، ستون ۴ شامل: محاسبه حجمی لیتولوژی آهک، دولومیت، و شیل، ستون ۶ شامل محاسبه اشباع آب (میزان اشباع شدگی آب ۱۰ تا ۲۰ صد در زون‌های مخزنی تعیین شده است)، ستون ۷: محاسبه میزان تخلخل مغزه و نمودار چاه که مطابقت خوبی را نشان می‌دهند و ستون آخر تطابق نفوذپذیری مغزه و نفوذپذیری نمودار چاه را نمایش می‌دهد.

- شمیرانی، ا.، سید امامی، ک.، امیری بختیار، ح.، فلاوند، ه.، (۱۳۷۹)، یافته‌های نوین سنگ چینه‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی سازندهای داریان و کژدمی در جنوب غرب ایران، چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تبریز.

- لاسمی، ی.، سیاهی، م.، (۱۳۸۴)، محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند داریان در بخش جنوبی فرفاوندگی دزفول، برش خامی و چاه سولابدر-۳، نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران.

- موسوی زاده، م.، (۱۳۹۸)، لایه‌های قرمز اقیانوسی کرتاسه، مدلی برای بررسی تغییرات سریع شرایط ژئوشیمیایی در محیط‌های رسوبی عمیق، دو فصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، ۷، ۱۴، ۴۵ - ۳۴

- هاشمی، م.، (۱۳۹۷)، تحلیل کیفیت مخزنی سازند داریان در منطقه شرق خلیج فارس بر اساس نمودارهای مرسوم و تصویری پتروفیزیکی و مقایسه با سازند شوئیا در ناحیه عمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، علوم و تحقیقات، ۱۹۶ ص.

- هاشمی، م.، جهانی، د.، آل علی، م.، کدخدایی، ع.، ارباب، ب.، (۱۴۰۲)، ریزرخساره‌ها، محیط‌رسوبی و دیاژنز سازند داریان در جنوب‌شرق خلیج فارس، پژوهش‌نفت، شماره ۱۲۸، صفحه ۱۰۸ تا ۱۳۲، (DOI:10.22078/PR.2022).4943.3204

و همچنین زون‌های نفت‌دار مشخص گردید و رخساره‌های لیتوکودیموم دار و سپس ایتراکست‌دار با تخلخل بالا و مرتبط با هم، بهترین و مناسب‌ترین بخش مخزنی و تولیدکننده نفت در این سازند تعیین گردید.

منابع و مأخذ:

- آدابی، م.، عباسی، ر.، (۱۳۸۸)، بررسی تاریخچه دیاژنتیکی سازند داریان بر اساس مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی در کوه سیاه شمال شرق شیراز و چاه شماره ۱ سبزیوشان، مجله علوم دانشگاه تهران.

- امیری، م.، رحیم پور بناب، ح.، اسدی، ا.، صرفی، م.، (۱۳۹۰)، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند داریان در میدان گازی پارس جنوبی، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، صفحه ۶۳ تا ۸۶.

- رحیم پور بناب، ح.، مرادی، م.، ناصری، ز.، رضایی، م.، ر.، (۱۳۸۱)، ویژگی‌های مخزنی و محیط رسوبی سازند داریان در خلیج فارس (از تنگه هرمز تا منتهی‌الیه شمال غربی خلیج فارس)، دانشگاه تهران.

- سعدی راد، ف.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، محمودی قرائی، م.، ح.، آرمون، ا.، (۱۳۸۹)، تاریخچه رسوب‌گذاری و پس از رسوب‌گذاری سازند داریان در میدان نفتی آزادگان، بیست و نهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۸-۱.

- **Alsharhan, A.S., (1985)**, Depositional Environments, Reservoir Units Evolution and Hydrocarbon Habitat of Shuaiba Formation, Lower Cretaceous, Abu Dhabi, United Arab Emirates. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 69, 899-912.
- **Alsharhan, A.S., (2014)**, Petroleum systems in the Middle East. In: Rollinson H R, Searle M P, Abbasi A I, Al-Lazki A I, Al Kindi M H (Eds) Tectonic Evolution of the Oman Mountains, 392, Geological Society London, 361-408, <https://doi.org/10.1144/SP392.19>.
- **Alsharhan, A.S., Nairn, A.E.M., (1986)**, A review of the Cretaceous formations in the Arabian Peninsula and Gulf: Part I. Lower Cretaceous (Thamama Group) stratigraphy and paleogeography, Journal of Petroleum Geology, 9, 365-392.
- **Arnaud-Vanneau, A., (1980)**, Micropaléontologie, paléocéologie, et sédimentologie d'une plateforme carbonatée de la marge passive de la Téthys: l'Urgonien du Vercors septentrional et de la Chartreuse (Alpes occidentales). Géologie Alpine Mem. 11(1-3): 1-874. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00662977>.
- **Arnaud-Vanneau, A., Sliter, W., (1995)**, Early Cretaceous Shallow-Water Benthic Foraminifers

- and Fecal Pellets from Leg 143 Compared with Coeval Faunas from the Pacific Basin, Central America, and the Tethys. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 143, 537-564. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.143.252.1995>.
- **Bahrehvar, M, Mehrabi, H, Rahimpour-Bonab, H., (2020)**, Coated grain petrography and geochemistry as palaeo-environmental proxies for the Aptian strata of the southern NeoTethys Ocean, Persian Gulf, Iran, Facies, 66, 1:3,1-23.
- **Bartenstein, H., Kovatcheva, T., (1982)**, A comparison of Aptian Foraminifera in Bulgaria and North West Germany. Eclogae Geologicae Helvetiae, 75(3): 621-667. <https://doi.org/10.5169/seals-165246>.
- Blumenbach, J.F., (1805), Abbildungen naturhistorischer Gegenstände. Göttingen. 8(80): 1-2, lxxx.
- **Bolli, H.M., (1959)**, Planktonic foraminifera from the Cretaceous of Trinidad, B.W.I. Bulletins of American Paleontology. 39: 257-277.
- **Bolz, H., (1977)**, Reappraisal of the biozonation of the Bangestan Group (late Aptian-Early Campanian) of southwest Iran. Iranian offshore company, Tehran, Report, 1252.

- **Bonet, F., (1956)**, Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del este México. XX Congr. Geol. Int.
- **Carras, N., Conrad, M. A., Radoičić, R., (2004)**, *Salpingoporella*, a common genus of Mesozoic Dasycladales (calcareous green algae). *Revue de Paléobiologie, Genève*, 25 (2): 457-517.
- **Dalvand, M., Ashrafzadeh, A., Ahmadi, Z., (2015)**, Crustacean microcoprolites from Lower Cretaceous and Oligo-Miocene deposits, Persian Gulf, Iran. *J. Micropalaeontology*, 34, 211–216.
- **Dunham, R.J., (1962)**, Classification of carbonate rocks according to depositional texture In: Ham W E, Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 1 pp. 108-121.
- **Elliott, G.F., (1956)**, Further Records of Fossil Calcareous Algae from the Middle East. *Micropaleontology* 2 (4): 327-334.
- **Embry, Z.R., Klován, E.J. (1972)**, Absolute water depth limits of late Devonian paleoecological zones, *Geologische Rundschau*, 61: 672–686, <https://doi.org/10.1007/BF01896340>.
- **Flügel, E., (2004)**, *Microfacies of carbonate rocks*, Berlin, Springer, 976p.
- **Folk, R.L., (1962)**, Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed., Classification of carbonate Rocks-A Symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, p. 62-84.
- **Fossa-Mancini, E., (1928)**, Foraminifere del calcare grigio di Sciusciul (Lago Pancong). In: Dainelli G. (ed.), *Relazioni Scientifiche della Spedizione Italiana De Filippi, nell'Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914)*, (Serie II, Risultati geologici e geografici), vol. 6: 189-223.
- **Fourcade, E., Raoult, J.F., Vila, J.M., (1972)**, *Debarina hahounerensis* n.gen. n.sp. nouveau Lituolide (foraminifère) du Crétacé inférieur constantinois (Algérie). *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. série D*, 274(2): 191-193. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5748432m/f221>.
- **Glaessner, M.F., (1937)**, Studien über Foraminiferen aus der Kreide und dem Tertiär des Kaukasus; I-Die Foraminiferen der ältesten Tertiärschichten des Nordwest-kaukasus. *Проблемы палеонтологии-Problems of Paleontology (Laboratory of Paleontology Moscow University)*. vol. 2-3: 349-410.
- **Gorbachik, T.N., (1986)**, Jurassic and Early Cretaceous Planktonic Foraminifera of the South of the USSR. AN SSSR, 'Nauka', Moscow, 239 pp. [In Russian].
- **Iovceva, P.M., (1962)**, Foraminiferi ot oolitnite vorovitsi na Apta po R. Rusenski Lom [Foraminifera from the oolitic limestones of the Aptian along the Rusenski Lom River], *Spisanie na in a Shallow Epicontinental Sea*. 471 pp., 250 figs, 7 pls, 3 maps.
- Bulgarskoto Geologichsko Druzhestvo, Sofia 23(1):41-61.
- **James, G. A., Wynd, J.G., (1965)**, Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 49, p. 2182-2245.
- **Loeblich, A.R., Tappan, H., (1988)**, *Foraminiferal Genera and Their Classification: Van Nostrand Reinhold Company, New Yourk, 2 Volumes, 970 p.*
- **Longoria, J.F., (1974)**, Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic foraminifera. *Revista Española de Micropaleontología, Numero Extraordinario*. 5-107.
- **Luperto Sinni, E., (1979)**, *Praechrysalidina infrocetacea* n. gen. n. sp. (Foraminiferida) del Cretaceo Inferiore delle Murge Baresi, Studi Geologici e Morfologici sulla Regione Pugliese V, Istituto di Geologia e Paleontologia. Bari: Università degli Studi di Bari, pp. 1-16.
- **Magniez, E., (1972)**, *Spiroplectamminoides*, nouveau genre de Foraminifères des Formations Para-Urgoniennes Cantabriques (Espagne), *Revista Española de Micropaleontología, numero Extraordinario, XXX Aniversario Empresso Nacional Adaro, Madrid*, pp. 179-198.
- **Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Al-Aasm, I., Hajikazemi, E., Esrafil-Dizaji, B., Dalvand, M., Omidvar, M., (2018)**, Palaeo-exposure surfaces in the Aptian Dariyan Formation, Offshore SW Iran, Geochemistry and reservoir implications, *Journal of Petroleum Geology*, 41, 4: 467–494, <https://doi.org/10.1111/jpg.12717>.
- **Moullade, M., (1966)**, Etude stratigraphique et micropaleontologique du Crétacé inférieur de la "fosse vocontienne". Document des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. 15: 1-369.
- **Neagu, T., (1984)**, Nouvelles données sur la morphologie du test, sur la systématique et la nomenclature des Miliolides Agatisthègues [sic] du Mésozoïque. *Revista Española de Micropaleontología*. 16: 75-90.
- **Neagu, T., (1986)**, Barremian-Lower Aptian miliolid fauna in southern Dobrogea (Romania). *Revista Española de Micropaleontología*. 28: 313-348.
- **Orbigny, d'.A.D., (1840)**, Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du bassin de Paris. *Mémoires de la Société géologique de France*. 4 (Mem. no. 1): 1-51.
- **Premoli Silva, I., Verga, D., (2004)**, Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera, Course 3. In: Verga, D. and Rettori, R., Eds., *International School on Planktonic Foraminifera: Universities of Perugia and Milano, Tipografiadi di Pontefelcino, Perugia*, 283 p.
- **Purser, B.H. (Ed.), (1973)**, *The Persian Gulf. Holocene Carbonate Sedimentation and Diagenesis*
- **Radoičić, R., (1959)**, Nekoliko problematičnih mikrofosila iz dinarske krede (Some problematic

- microfossils from the Dinarian Cretaceous). *Zavod za Geološka i Geofizička Istraživanja, Vesnik*. 17: 87-92.
- **Schlumberger, C., (1905)**, Note sur le genre *Choffatella* n. g. *Comunicações da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*. 6: 155-157.
 - **Sharland, P., Archer, R., Casey, D., Davies, R., Hall, S., Heward, A., Horbury, A., Simmons, M., (2001)**, Sequence Stratigraphy of the Arabian Plate, *Arabian Plate Sequence Stratigraphy – revisions to SP2*, 9, 1: 199–214, doi.org/10.2113/geoarabia 0901199. Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology*. 3rd Edition, Blackwell Science, Oxford, 262 p.
 - **Trejo, M., (1975)**, Tintínidos mesozoicos de México (taxonomía y datos paleobiológicos): *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 27(10-12), 329–449.
 - **Trejo, M., (1980)**, Distribución Estratigráfica de los tintínidos mesozoicos mexicanos: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 12(4), 4–13.
 - **Van Buchem, F.S.P., Al-Husseini, M. I., Maurer, F., Droste, H.J., Yose, L.A., (2010)**, Sequence-stratigraphic synthesis of the Barremian-Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for the petroleum habitat, *GeoArabia Spec. Publ*, 4 (1): 9-48.
 - **Wilson, J. L., (1975)**, *Carbonate Facies in Geologic History*: Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 471 p.

Sedimentary environment, reservoir quality and biostratigraphy of the Dariyan Formation in one of the southeast Persian Gulf fields

Minasadat Hashemi¹, Davood Jahani^{*2}, Mohsen Aleali³, Ali Kadkhodaie⁴, Bita Arbab⁵

1 Department of Earth Sciences, Faculty of Convergent Sciences and Technologies, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2 Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3 Associate professor, Faculty of Convergent Sciences and Technologies, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4 Full Professor, Department of Earth Sciences, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

5 Department of Petrophysics, Iranian Offshore Oil Company, Tehran, Iran

*jahani_davood@yahoo.com

Abstract

In this research, the sedimentary environment, biostratigraphy and reservoir quality of the carbonate deposits of Dariyan Formation in one of the fields in the southeast of the Persian Gulf were investigated. In this formation, seven carbonate microfacies and one carbonate-debris microfacies were identified, which were deposited in a ramp-type carbonate platform. The characteristics of the mentioned facies indicate their deposition in 4 facies belts of the inner, middle, outer ramp and deep part of the basin. In the biostratigraphic studies of Dariyan formation based on foraminifera and calcareous algae, five biozones including two accumulation biozones (assemblage zone), two range zones, and one abundance zone (acme zone) were identified, which confirms the Aptian age. Examination and analysis of core samples and petrophysical diagrams of this formation in the studied field show that the Dariyan Formation has a good reservoir quality, especially in the microfacies with *Lithocodium* algae, and based on that, the Dariyan Formation in the east of the Persian Gulf is one of the reservoir formations.

Keywords: Sedimentary environments, Biostratigraphy, Aptian, Reservoir quality, Dariyan Formation, Persian Gulf

تأثیر تکتونیک بر مخازن ایالت جنوب غرب لرستان

(تأثیر آلودگی های زیست محیطی در اثر تراوشات هیدروکربوری)

مهسا اصغری^۱، زهرا ملکی^{۱*}، علی سلگی^۱، محمدعلی گنجویان^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم پایه و فناوریهای همگرا

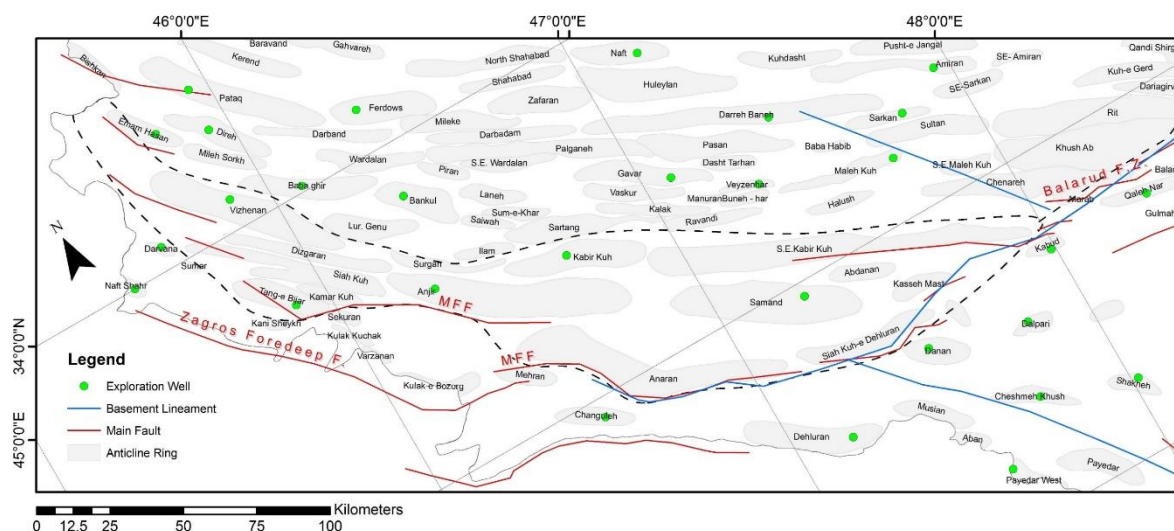
^۲دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، دانشکده علوم پایه

چکیده:

منطقه مورد مطالعه واقع در زیرحوضه لرستان و ایالت زمین‌شناسی جنوب غرب لرستان می‌باشد. لرستان بخشی از زاگرس چین‌خورده است که روند کلی آن هم راستا با منطقه راندگی‌ها است. مرز شمال‌خاوری آن محدود به مرز جنوبی منطقه راندگی‌ها و مرز خاوری آن منطبق بر خمش بالارود و مرز باختر-شمال باختری آن منطبق بر جنوبی‌ترین تاقدیس زاگرس است. چین‌خوردگی اصلی در این حوضه مربوط به زمان‌های میوسن و پلیوسن می‌باشد که اکنون نیز ادامه داشته و موجب شکل‌گیری تاقدیس‌های کشیده‌ای شده است که بیشتر تله‌های نفتی این منطقه را تشکیل می‌دهند. با استفاده از داده‌های چاه‌های حفاری در منطقه مورد مطالعه و نرم‌افزار Arc GIS، نقشه‌های هم‌ضخامت تهیه و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. ضخامت در لایه‌های رسوبی ممکن است تحت تأثیر فرایندهای تکتونیکی تغییرات جانبی از خود نشان دهند این تغییرات می‌تواند در ارتباط با فرسایش و یا تغییر رخساره جانبی باشد که در صنعت نفت از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این پژوهش ارائه درک جامعی از تعامل بین ریزنشست‌های هیدروکربنی و فرایندهای تکتونیکی در ناحیه لرستان در منطقه زاگرس ایران است. یافته‌های این مطالعه به درک ما از اکتشاف هیدروکربن و اثرات زیست‌محیطی مرتبط با نشت هیدروکربن کمک می‌کند. بر اساس نتایج و تفسیر نقشه‌های هم‌ضخامت سازندهای ایلام، آسماری و گچساران بخش‌های میانی منطقه محدوده میدان‌گازی کبیرکوه، سمند، اناران و سایر ساختارهای چین‌خورده منطقه در این بخش که مرتبط با مخازن شکافدار می‌باشد، آلودگی‌های زیست‌محیطی بیشتری در منطقه را متحمل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تأثیر تکتونیک، مخازن، اثرات زیست‌محیطی، زاگرس، لرستان.

- مقدمه
- ساختار متشکل از تناوب تاقدیس‌های بزرگ (مانند کبیرکوه و غیره) و کوچک
 - فروریختگی‌های گرانشی فروریزی^۱
 - زمین‌لغزش‌های بزرگ مانند زمین‌لغزش‌های سیمره
 - برخورداری از سه خطواره شمالی-جنوبی که می‌توانند در ارتباط با گسل‌های پی‌سنگ باشند.
 - دربرداشتن تاقدیس‌هایی متشکل از گروه بنگستان در جنوب و سازند فلیشی امیران و سازند گرو در شمال که قابلیت‌های یک واحد جدایشی را دارا می‌باشد(آرین و همکاران، ۱۳۸۲).
- منطقه مورد مطالعه واقع در زیرحوضه لرستان و ایالت زمین‌شناسی جنوب غرب لرستان می‌باشد. لرستان بخشی از زاگرس چین‌خورده است که روند کلی آن هم راستا با منطقه راندگی‌ها است. مرز شمال‌خاوری آن محدود به مرز جنوبی منطقه راندگی‌ها و مرز خاوری آن منطبق بر خمش بالارود و مرز باختر-شمال باختری آن منطبق بر جنوبی‌ترین تاقدیس زاگرس است که بر نوار مرزی ایران-عراق منطبق است.
- مهم‌ترین ویژگی‌های حاکم بر منطقه لرستان عبارتند از:
- راستای شمال باختری-جنوب خاوری



شکل ۱ - نقشه ساختاری منطقه مورد مطالعه.

تأثیر تکتونیک بر محیط رسوبی دیرینه

در زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک می‌توان از منحنی هم‌ضخامت به منظور ارزیابی عملکرد گسل‌های پی‌سنگی در حوضه رسوبی استفاده نمود. در این ارزیابی فرض بر این است که ضخامت زیاد رسوب، معرف بخش عمیق حوضه و ضخامت کم نشان دهنده بخش کم عمق حوضه در زمان رسوبگذاری است (پیروز و همکاران، ۱۳۸۷). ضخامت در لایه‌های رسوبی ممکن است تغییرات جانبی را نمایش دهند این تغییرات می‌تواند در ارتباط با فرسایش و یا تغییر رخساره جانبی باشد که در صنعت نفت از اهمیت بالایی برخوردار است.

(Rosas et al, 2006) تغییرات ناگهانی ضخامت پوشش رسوبی را منعکس‌کننده فرونشست حاصل از کشش در امتداد گسل راستالغز می‌داند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد بسیاری از فرونشست‌های زمین‌ساختی در طبیعت مرتبط با جابه‌جایی در امتداد سیستم‌های گسلی است (Stephens, 2009). در مطالعه با استفاده از نقشه‌های هم‌ضخامت فرض بر این است که تغییرات ضخامت لایه‌ها متأثر از تغییرات نرخ فرونشست در طول رسوبگذاری است (Howell and van der Pluijm, 1999). همچنین تغییرات ناحیه‌ای در ضخامت لایه‌های مخزنی و پوش سنگ، کنترل‌کننده بلوغ، مهاجرت و میزان هیدروکربور به تله افتاده است. ضخامت صفر در نقشه‌های هم‌ضخامت می‌تواند گویای خطوط ساحلی گذشته و یا نشان‌دهنده فرسایش و خروج از آب باشد.

از آنجایی که گسل‌های پی‌سنگی می‌توانند رخساره‌های موجود در پوشش رسوبی روی پی‌سنگ را کنترل نمایند (Hessami et al, 2001; Shabani-Sefiddashti and Yassaghi, 2011) و نیز ضخامت پوشش رسوبی را تغییر دهند لذا با تحلیل نقشه‌های هم‌ضخامت می‌توان عملکرد گسل‌های پی‌سنگی در زمان نهشته شدن سازندها را مورد بررسی قرار داد. به باور ملکی (۱۳۹۱) با استفاده از نقشه‌های هم‌ضخامت می‌توان تاریخچه‌ی زمین‌شناسی یک منطقه را که در برگزیده فرونشست و فرازگیری بلوک‌های محصور به گسل‌های ژرف را شناسایی کرد. تغییرات ضخامت رسوبات را می‌توان به تغییر در نرخ فرونشست به دلیل فعالیت گسل پی‌سنگی مرتبط دانست (Setudehnia, 1978; Bahroudi and Talbot, 2003). بلندای حاصل از پی‌سنگ می‌تواند به صورت موانعی حوضه‌های مجزایی را ایجاد نماید و تغییرات ضخامت در هر حوضه را کنترل کند (Cheng-Long Shaw, 1996). همچنین با استفاده از این نقشه‌ها می‌توان چگونگی روند رسوبگذاری و پالئوژئوگرافی حوضه رسوبی در یک ناحیه را مشخص نمود. (Calvert, 1974) معتقد است نقشه‌های هم‌ضخامت تغییر شکل ساختاری حوضه را در زمان نهشته شدن پایین‌ترین و بالاترین لایه ثبت می‌کنند. برای استخراج ریخت بستر حوضه در زمان رسوبگذاری می‌توان با معکوس کردن ضخامت و ترسیم منحنی سه بعدی به ریخت بستر حوضه رسوبی نزدیک شد (پیروز و همکاران، ۱۳۸۷).

در طول فعالیت یکصد ساله صنعت نفت در ایران، توجه و تمرکز مطالعات زمین‌شناسی در ناحیه زاگرس بوده است. ولی این بخش هنوز به عنوان یک ناحیه با پتانسیل بالای اکتشافی باقی مانده است. نبوده‌های زیادی در دانش ما نسبت به سیستم‌های هیدروکربوری زاگرس وجود دارد. توسعه ایالت‌های هیدروکربوری در این منطقه با تحول چینه‌شناسی-تکتونیکی زاگرس در طی زمان زمین‌شناسی اجین شده است. شناسایی ویژگی‌های سیستم‌های هیدروکربوری زاگرس مستلزم یکسری مطالعات اولیه می‌باشد که در این مقاله پیشنهاد می‌گردد. مقدمه کشور ما سابقه درخشانی در اکتشاف مخازن هیدروکربوری دارد. ایران اولین کشوری در خاورمیانه است که به اکتشاف مخازن نفتی دست یافت (۲۶ می ۱۹۰۸ میلادی) و در حال حاضر یکی از غنی‌ترین کشورهای دارای مخازن هیدروکربوری در دنیاست. تجربه اکتشاف بیش از یکصد میدان نفتی و گازی در طول مدت یک قرن فعالیت اکتشافی، ایران را در میان کشورهای دنیا منحصر به فرد کرده است. تخمین‌های مختلفی از میزان مخازن نفت و گاز در خاورمیانه گزارش شده است. حدود ۴۰-۴۶ درصد مخازن گازی و ۶۵-۶۰ درصد مخازن نفتی در این منطقه تمرکز یافته است. بیش از ۹۸ درصد این مخازن در حوضه خلیج فارس و کشورهای مجاور آن (شمال شرق پلیت عربی) واقع شده است (Beydoun, 1998). عمدتاً میادین این منطقه دارای بیش از یک افق مخزنی می‌باشند. ارزیابی دقیقی در مورد مقادیر ذخایر هیدروکربوری ایران گزارش نشده است.

برای درک بهتر سیستم‌های هیدروکربوری کشور و شناسایی مناطق با پتانسیل هیدروکربوری بالا نیاز ضروری به یکسری مطالعات اولیه است. چالش‌های ضروری آتی در این مجال فعالیت‌های بالادستی لازم آتی در مورد اکتشاف و تولید مخازن هیدروکربوری در بخش زمین‌شناسی حوضه زاگرس مورد بررسی قرار می‌گیرد. سیستم هیدروکربوری در واقع یک سیستم دینامیک هیدروکربونی است که در یک چارچوب زمانی و مکانی زمین‌شناسی محدود شده است. هر سیستم هیدروکربوری مانند تمامی سیستم‌ها از سازنده‌ها و فرآیندها تشکیل شده است. سازنده‌های اصلی هر سیستم شامل چهار جز سنگ منشأ (سنگ مادر)، سنگ مخزن، سنگ پوش و سنگهای روبره است. تشکیل، خروج (expulsion)، مهاجرت، به تله افتادن و حفظ هیدروکربور از اساسی‌ترین فرآیندهای موجود در یک سیستم هیدروکربوری است. اکتشاف و تولید

مخازن هیدروکربوری رابطه مستقیمی با میزان دانش ما نسبت به سیستم‌های هیدروکربوری ناحیه مورد مطالعه دارد. فراوانی ساختمانهای (تاق‌دیس‌های) دارای هیدروکربور موجب شد که مرحله اکتشافی در این حوضه با موفقیت روبرو گردد. هنوز فعالیت‌های اکتشافی در زاگرس بر اساس "تئوری یا مدل تاق‌دیس" استوار است. بخش اعظم مخازن زاگرس با تکنیک‌های قدیمی (داده‌های سطحی و برداشت‌های لرزه‌ای دو بعدی) در تله‌های ساختمانی صورت گرفته است درحالی‌که با وجود تغییرات رخساره‌ای و تاریخچه پیچیده تحولی، احتمال گسترش تله‌های چینه‌ای و کارستی نیز امکان‌پذیر می‌باشد. برای این منظور نیاز مبرم به برداشت داده‌های با تفکیک بالا و جدید لرزه‌ای (D_p) است. تاکنون آنالیز و مرور جامعی در مورد زمین‌شناسی هیدروکربوری مخازن زاگرس صورت نگرفته است. گرچه تلاش‌هایی توسط برخی از محققین صورت گرفته است (Motiei, 1995; Ghazban, 2007; Alsharhan and Nairn, 1997; Beydoun, 1991)

سیستم هیدروکربوری پالئوزویک در لرستان

سازنده‌های نهشته شده در پالئوزویک در بخش جنوب غربی لرستان و در تاق‌دیس‌های انجیر، کبیرکوه و سمند مورد حفاری واقع شده‌اند. قدیمی‌ترین سازنده حفاری شده فراقون با سنگ شناسی شیل ماسه‌ای و ماسه سنگ کوارتزیتیک در چاه شماره شماره یک کبیرکوه می‌باشد که در عمق ۱۲۸۴- متری پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد قرار گرفته است. اطلاعات دقیقی از سیستم هیدروکربوری پالئوزویک این منطقه در دسترس نمی‌باشد.

سیستم هیدروکربوری ژوراسیک میانی در لرستان

ژوراسیک در لرستان شامل سازنده‌های عدایه، موس، علن، سرگلو، نجمه و گوتنیا می‌باشد. سازنده‌های عدایه، موس و علن در ژوراسیک پسین، سازنده سرگلو ژوراسیک میانی (سنگ منشأ غنی از مواد آلی) و سازنده گوتنیا ژوراسیک پیشین را شامل می‌شود. در تاق‌دیس‌های پاتاق، شاه‌آباد شمالی واقع در لرستان مرکزی، تاق‌دیس ماهیدشت در شمال شرقی لرستان و تاق‌دیس‌های انجیر، کبیرکوه، سمند و ویژنان در جنوب غربی لرستان سازنده‌های مذکور مورد حفاری قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه سازنده‌های عدایه، موس، علن، سرگلو و گوتنیا در بخش شمال

شرقی، مرکزی و جنوب غربی لرستان حفاری شده اند لذا این سازندها در زیرپهنه لرستان دارای گسترش مناسبی هستند.

سیستم هیدروکربوری کرتاسه پسین در لرستان

سازند گرو از مهم ترین و غنی ترین سنگ های منشا در کرتاسه پسین محسوب می شود (Zeinalzadeh et al., 2015; Bordenave & Hegre, 2010). به نظر می رسد تولید هیدروکربور از سازند گرو در زمان کرتاسه پسین (حدود ۹۰ میلیون سال پیش) تا قبل از چین خوردگی زاگرس رخ داده است (Aldega et al., 2014). همچنین بر اساس مطالعه استامفلی و همکاران در سال ۲۰۰۲ سازند گرو در زمان رسوبگذاری در نزدیکی خط استوا قرار داشته و شرایط آب و هوایی گرمسیری غالب بوده است.

سیستم هیدروکربوری کرتاسه میانی تا میوسن در لرستان

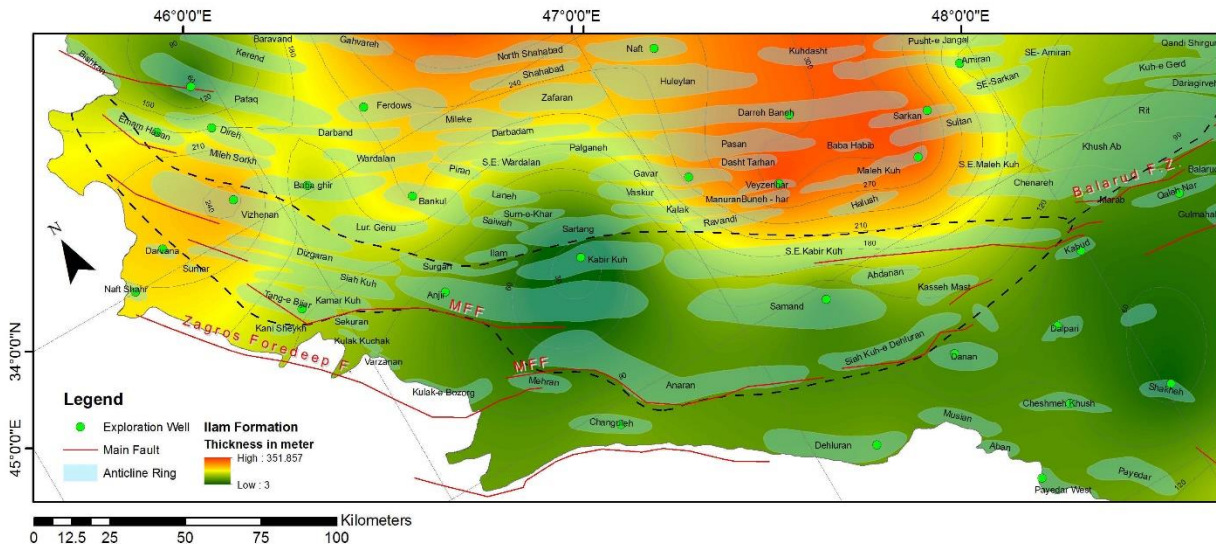
سازندهای سروک و ایلام (بنگستان) در تاقدیس های تنگه بیجار، هالوش، ماله کوه و ویزنهار دارای هیدروکربور بوده مخازن اصلی این میداین را تشکیل می دهند. سازند آسماری با توجه به رخنمون سطحی فاقد ارزش هیدروکربوری در این

منطقه بوده و تا کنون وجود هیدروکربور در این سازند گزارش نشده است.

در این پژوهش بر اساس نقشه های هم ضخامت تهیه شده با استفاده از داده های چاه های حفاری منطقه مورد مطالعه، به تحلیل تأثیر تکنونیک بر مخازن هیدروکربوری ایالت جنوب غرب لرستان پرداخته شده است:

سازند ایلام

سازند آهکی ایلام ابتدا در تنگ گراب در شمال باختری تاقدیس کبیرکوه در ۴۵ کیلومتری جنوب خاوری شهر ایلام در ناحیه لرستان معرفی گردید. این سازند در برش نمونه شامل ۱۹۰ متر سنگ آهک های خاکستری با لایه بندی متوسط تا نازک لایه همراه با میان لایه های شیلی است. سازند ایلام در ناحیه لرستان به صورت قاطع بر روی سازند شیلی سورگاه قرار دارد و مرز بالایی آن را سازند شیلی گورپی تشکیل می دهد. به سمت جنوب خاوری این سازند مستقیماً روی سازند سروک واقع می گردد. با توجه به محتوای فسیلی، سن سانتونین را به این سازند نسبت می دهند.



شکل ۳- نقشه هم ضخامت سازند ایلام.

سازند آسماری

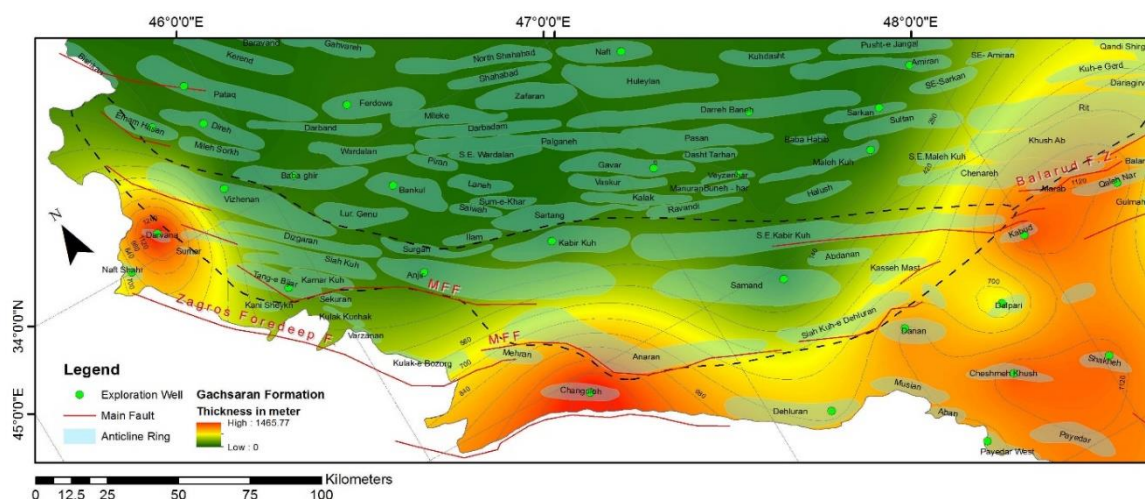
سازند آسماری در برش نمونه خود واقع در یال جنوبی تاقدیس کوه آسماری در فاصله ۴۵ کیلومتری جنوب خاوری

سازند آهکی ایلام در منطقه خوزستان نقش سنگ مخزن نفت را ایفا می نماید و در رأس مخزن بنگستان قرار دارد و سه منطقه مخزنی را در میدان های اهواز، آب تیمور و منصوره تشکیل می دهد.

آسماری از شمال باختر به جنوب خاور می‌شود. به سمت داخل ناحیه فارس، این سازند به لایه های قرمز رنگ و آهکی سازند رازک تبدیل می‌گردد.

محیط رسوبی این سازند، سبخایی است و در زمان میوسن

این سازند در ناحیه خوزستان به ۷ بخش غیر رسمی (بخش یک هم ارز سنگ پوش و بخش هفتم در رأس سازند) تقسیم شده است. در خوزستان حدود گچساران- آسماری آشکار است و عموماً همزمان در نظر گرفته شده است. قاعده سازند گچساران در ناحیه فارس، با وضعی پیشرونده جانشین بخش بالایی



شکل ۵- نقشه هم ضخامت سازند گچساران.

نشت هیدروکربنی به سطح منجر به دگرسانی برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها می‌شود و اثرات متعددی بر سطح ایجاد می‌کند.

تغییرات محیطی: نشت طولانی مدت هیدروکربن به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به تغییرات قابل توجهی در pH و Eh محیط اطراف و همچنین تغییرات شیمیایی و کانی‌شناسی متنوع می‌شود. این تغییرات می‌تواند اکوسیستم محلی و تنوع زیستی را تحت تاثیر قرار دهد.

نشت گاز: در مناطقی مانند میدان نفتی مسجدسلیمان (MIS) در کمربند چین‌خوردگی و رانش زاگرس، عمق کم میدان نفتی و شکستگی‌های متعدد منجر به نشت‌های گاز زیادی شده است که آلودگی قابل توجهی در مناطق مسکونی ایجاد کرده است.

پهنه بندی خطر: برای مدیریت خطرات مرتبط با نشت گاز، نقشه های پهنه بندی خطر با استفاده از مجموعه داده هایی مانند ساختارهای سطحی، نقشه خطوط زیرزمینی، نشت های گاز شناسایی شده، سنگ شناسی، مدل های رقمی ارتفاع، و تراکم جمعیت ساخته می‌شوند. این نقشه ها به شناسایی مناطق پرخطر و برنامه ریزی استراتژی های کاهش کمک می‌کند. ریز نشت‌های هیدروکربنی و تأثیر متقابل آن با فرآیندهای تکنونیک زمین‌های جالب برای مطالعه در زمین‌شناسی نفت فراهم کرده

پیشین تا میانی رسوبگذاری شده است. حد بالایی این سازند با سازند میشان به صورت تدریجی و با رسوبگذاری آخرین لایه تبخیری مشخص می‌گردد. حد پایینی این سازند با سازند آسماری نیز به صورت تدریجی تا قاطع می‌باشد. این سازند در ناحیه فارس به طور جانبی به سنگ های تبخیری رازک تبدیل می‌گردد و در ناحیه فارس ساحلی مشتمل بر سه واحد چهل، چمپه و مول می‌باشد. بخش ۱ این سازند هم ارز سنگ پوش و حاوی انیدریت های ستر لایه با ستبرای کلی ۱۰۰-۱۰ متر می‌باشد. این واحد به دلیل جدا کردن سازند پرفشار گچساران از سازند کم فشار آسماری از نظر کنترل حفاری بسیار اهمیت دارد. بخش سنگ پوش دارای لایه های راهنمای A-E می‌باشد. ستبرای سنگ پوش در میدان اهواز در حدود ۴۰ متر است. بخش های زوج سازند گچساران بیشتر حاوی نمک های بیشتری می‌باشند.

تغییرات زیست محیطی در اثر تراوشات هیدروکربوری

ریزنشت‌های هیدروکربنی: ریزنشت‌های هیدروکربنی می‌توانند در سطح رخ دهند و می‌توانند شاخص مهمی برای حضور نفت و گاز در سازندهای زیرسطحی باشند. نشت ریز

معمولاً با ناپیوستگی های تکتونیکی همراه است، در حالی که ریزش می تواند توسط گسل ها و شکستگی های بزرگ افزایش یابد. بر اساس نتایج و تفسیر نقشه های ضخامت، قسمت های میانی محدوده میدان گازی کبیرکوه، سمند، اناران و دیگر سازه های چین خورده منطقه در این قسمت که مربوط به مخازن شکافدار هستند، بیشتر دچار آلودگی زیست محیطی شده است. بر اساس نتایج و تفسیر نقشه های هم ضخامت سازندهای ایلام، آسماری و گچساران بخش های میانی منطقه محدوده میدان گازی کبیرکوه، سمند، اناران و سایر ساختارهای چین خورده منطقه در این بخش که مرتبط با مخازن شکافدار می باشد، آلودگی های زیست محیطی بیشتری در منطقه را متحمل شده اند.

است. این مقاله به منطقه لرستان در منطقه زاگرس ایران می پردازد، منطقه ای که به دلیل ذخایر قابل توجه هیدروکربنی شناخته شده است.

نتیجه گیری

در منطقه مورد مطالعه ریزش های هیدروکربنی، که نشأت های هیدروکربنی در مقیاس کوچک هستند که در سطح رخ می دهند، به عنوان شاخص های حیاتی برای حضور نفت و گاز در سازندهای زیرسطحی عمل می کنند. نشأت این ریزش ها به سطح منجر به دگرسانی سنگ ها و کانی ها و ایجاد اثرات متعدد بر روی سطح شده است. فرآیندهای تکتونیکی نقش مهمی در وقوع و توزیع این ریزش ها ایفا کرده اند. ریزش، که بیان سطح یک مسیر تراوش است،

belt, Iran: from obduction to collision. Geological Society of America Bulletin, 119(9-10), 1194-1211.

-Rosas, F. M., Suter, M., & Behrmann, J. H. (2006). Rift-related subsidence along the Jurassic North Atlantic margin: the Lusitanian Basin, Portugal. Journal of the Geological Society, 163(6), 1111-1124.

-Setudehnia, A. (1978). Structural evolution of the Zagros fold belt, southwest Iran. Geological Society of America Bulletin, 89(10), 1339-1359.

-Shabani-Sefiddashti, M., & Yassaghi, A. (2011). Structural style of the Zagros fold and thrust belt in the Lorestan Province, Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 40(4), 1088-1101.

-Stephens, M. B. (2009). The role of tectonic subsidence in sedimentary basin formation. Basin Research, 21(5), 531-547.

-Esrafil-Dizaji, B., & Rahimpour-Bonab, H. (2013). Paleogeographic evolution of the Dalan and Kangan formations (Permian-Triassic) in the Zagros Basin, Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 76, 168-183.

-Ezampahan, M., Hassani, H., & Moayedikia, S. (2013). Structural and thermal evolution of the Lorestan Basin, Zagros Fold Belt, Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 76, 152-167.

-Howell, D. G., & van der Pluijm, B. A. (1999). Structural geology. John Wiley & Sons.

-Kay, M. (1945). Paleogeographic and palinspastic maps. AAPG Bulletin, 29(4), 426-450.

References:

-Bahroudi, A., & Talbot, C. J. (2003). Cenozoic deformation in the Zagros Mountains of Iran: implications for the development of the modern drainage network. Tectonophysics, 371(1-4), 145-160.

-Arin, M. J., Aghaei, A., & Moallemi, S. A. (1382 A). [Role of the Asmari and Bangestan formations in the formation of the Ahwaz oil field]. Journal of the Geological Society of Iran, 35(1), 1-16. [In Persian]

-Calvert, S. E. (1974). Deposition and diagenesis of silica in marine sediments. In Siliceous deposits in the Pacific region (pp. 273-299). Elsevier.

-Cheng-Long Shaw, C. (1996). Structural styles and thickness variations of the Cenozoic foreland basin sequence in northwestern Taiwan. Petroleum Geology of Taiwan, 31, 1-26.

-Hessami, K., Koyi, H. A., & Talbot, C. J. (2001). Structural evolution of the Zagros fold-and-thrust belt, Iran: new insights from seismic data. Geology, 29(12), 1091-1094.

-Howell, D. G., & van der Pluijm, B. A. (1999). Structural geology. John Wiley & Sons.

-Maleki, A. (2012). Application of isopach maps in the evaluation of hydrocarbon traps in the Dezful Embayment, Iran. Journal of Petroleum Geology, 35(3), 271-284.

-Pirouz, M., Koyi, H., & Talbot, C. J. (2007). Structural evolution of the Zagros fold-and-thrust

- Bordenave, M. L., & Hegre, J. A. (2010). The Cretaceous Gro Formation, Zagros Basin, Iran: A prolific carbonate source rock. *GeoArabia*, 15(4), 169-194.
- Ghazban, F. (2007). *Petroleum geology of the Persian Gulf*. Elsevier.
- Motiei, H. (1995). *Petroleum geology of Iran*. Tehran University Press.
- Zeinalzadeh, A., Rezaeian, M., & Moallemi, S. A. (2015). Geochemical characteristics and depositional environment of the Late Cretaceous Gro Formation in the Zagros Basin, Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 101, 218-231.
- Motamedi, H., Sherhati, S., & Emami, M. H. (2012). Structural style of the Zagros fold-and-thrust belt in the eastern Dezful Embayment, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 59, 186-201.
- evolution of the Dezful Embayment, Zagros Basin, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 51, 113-134.
- Alsharhan, A. S., & Nairn, A. E. (1997). *Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East*. Elsevier.
- Beydoun, Z. R. (1991). *The Middle East: Regional geology and petroleum resources*. Scientific Press Ltd.
- Beydoun, Z. R. (1998). *Petroleum geology of the Middle East*. Springer Science & Business Media.

Tectonic Effect on the Reservoirs of southwestern Lorestan state (the Impact of Environmental Pollution due to Hydrocarbon seepage)

Mehsa Asghari, Zahra Maliki , Ali Salgi , Mohammad Ali Ganjovian

Abstract:

The studied area is located in the Lorestan sub-basin and the southwestern geological province of Lorestan. Lorestan is a folded part of Zagros, whose general trend is in line with the thrust region. Its north-eastern border is limited to the southern border of the Land slide region, and its eastern border corresponds to the rise of Balaroud, and its western-northwestern border corresponds to the southernmost Zagros anticline. The main folding in this basin is related to the Miocene and Pliocene times, which continues now and has caused the formation of elongated anticlines that form most of the oil traps in this region. Using the data of drilling wells in the study area and Arc GIS software, the same thickness maps have been prepared and analyzed. The thickness of the sedimentary layers may show lateral changes under the influence of tectonic processes. These changes can be related to erosion or the change of the lateral facies, which is of great importance in the oil industry. The aim of this research is to provide a comprehensive understanding of the interaction between hydrocarbon seepage and tectonic processes in the Lorestan region of the Zagros region of Iran. The findings of this study contribute to our understanding of hydrocarbon exploration and the environmental impacts associated with hydrocarbon spills. Based on the results and interpretation of the thickness maps of the Ilam, Asmari and Gachsaran formations in the middle parts of the area of the Kabirkoh, Samand, Anaran gas field and other folded structures in this area, which is related to the fissured reservoirs, more environmental pollution in have suffered the region.

Keywords: tectonic influence, reservoirs, environmental effects, Zagros, Lorestan.