فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست،
سال هفدهم، شماره ۶۴، پاییز۱۴۰۲

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

**مینا سادات هاشمی[۱]، داود جهانی[۲*]، سید محسن محسن آل علی[۳]، علی کدخدایی[۴]، بیتا ارباب[۵]**

۱- دانشجوی دکترای رسوب شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲- دانشیار دانشکده زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران
۳- استادیار دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۴- دانشیار زمین شناسی نفت، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران
۵- دکترای رسوب شناسی، اداره پتروفیزیک، شرکت نفت فلات قاره، تهران، ایران

***jahani_davood@yahoo.com**

**چکیده**

**در مطالعه نهشته‌های سازند داریان (شعیبا) در یکی از میادین جنوب شرقی خلیج فارس، محیط رسوبی و زیست چینه‌نگاری این نهشته‌ها بر روی مغزه‌های اخذ شده از این سازند مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعات محیط رسوبی هفت ریزرخساره کربناته و یک ریزرخساره ترکیبی کربناته-آواری شناسایی گردید که نمایانگر نهشته شدن سازند داریان در چهار کمربند رخساره‌ای رمپ داخلی، رمپ میانی، رمپ خارجی و حوضه ژرف می‌باشد. همچنین تغییرات یکنواخت رخساره‌ای، نبود رودیست‌های تشکیل‌دهنده ریف‌های بزرگ و جایگزینی جلبک لیتوکودیوم با آنها، نشانگر محیط رمپ کربناته هموکلینال است. همچنین مطالعه میکروسکوپی ریزرخساره نمدر مطالعات زیست چینه‌نگاری برمبنای روزنداران و جلبک های آهکی نیز، پنج بایوزون شامل بایوزون های تجمعی یا اسمبلیج زون، رنج زون، و فراوانی یا آکمی زون مورد شناسایی قرار گرفت که پنج بایوزون معرفی شده نمایانگر سن آپتین برای این سازند می‌باشد. با تلفیق مطالعات زمین‌شناسی، نتایج بدست‌آمده از آنالیز معمولی مغزه‌ها و ارزیابی نمودارهای پتروفیزیکی، کیفیت مخزنی این سازند نیز مورد مطالعه قرار گرفت که بیانگر کیفیت مخزنی خوب در بخش‌هایی از این نهشته‌ها و به خصوص افق‌های حاوی جلبک لیتوکودیوم بود که بر مبنای آن سازند داریان در زمره سازندهای مخزنی مهم در شرق خلیج فارس می‌باشد.**

**لغات کلیدی: محیط رسوبی، زیست چینه شناسی، آپتین، کیفیت مخزنی، سازند داریان، خلیج فارس**

**مقدمه**

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 زیست چینه نگاری 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). سنگ شناسی این سازند عمدتاً کربناته آهکی بوده و در یک حاشیه غیرفعال رسوبگذاری نموده است (Sharland et al., 2001).

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 سنگ شناسی آن شامل ۲۸۶/۵ متر سنگ آهک قهوه ای- خاکستری ضخیم تا توده‌ای و صخره‌ساز بوده و حاوی روزندار کف‌زی اربیتولینا است. مرز بالایی سازند داریان بصورت ناپیوسته در تماس با شیل های 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 اینتراشلف موسوم به زبانه 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 مخصوصا در امارات متحده عربی تشکیل می‌دهد (Alshahran. 2014). این سازند در این منطقه بوسیله مارن‌ها و نهشته های آواری سازند Nahr Umr پوشیده شده و بر روی کربنات‌های سازند Kharaib 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 (Alshahran. 1985).

با توجه به اهمیت گروه خامی و بخصوص سازند داریان بعنوان یکی از مخازن کربناته استراتژیک حوضه زاگرس، این سازند همواره مورد مطالعه زمین شناسان نفتی قرار گرفته است. جیمز و وایند برای اولین بار گروه خامی را به پنج سازند سورمه، هیث، فهلیان، گدوان 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 دیاژنزی 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 اینتراشلفی 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 اینتراشلف 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 کنترل شده، شکل گرفته‌اند (Alsharhan and Nairn, 1986; Van Buchem et al., 2010).

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

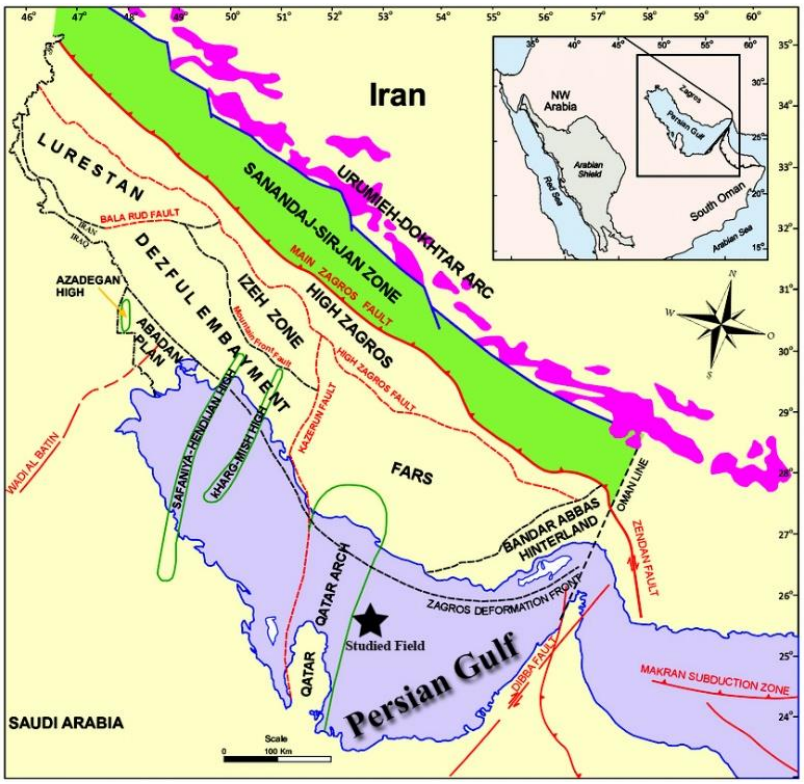
نظر به اینکه سازند داریان در حوضه خلیج فارس همواره بعنوان یکی از مهمترین مخازن کربناته مطرح بوده و این سازند بعد از بخش مدود سازند سروک مهمترین هدف نفتی این حوضه می باشد، در این بررسی سعی گردید تا بخش‌های مختلف این سازند در یکی از میادین جنوب شرقی خلیج فارس که دارای مغزه مناسب می باشد، مورد مطالعه قرار گیرد تا بتوان با تلفیق اطلاعات زمین شناسی حاصل از مطالعات مغزه با اطلاعات پتروفیزیکی در جهت بهره‌برداری مناسب از این سازند تصمیم‌گیری نمود. از این رو محیط رسوبی، زیست چینه‌نگاری (بر مبنای روزنداران 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.

## زمین شناسی، چینه شناسی و موقعیت جغرافیایی

حوضه خلیج فارس به عنوان یکی از غنی‌ترین حوضه های هیدروکربوری جهان است که در خاورمیانه قرار دارد. این حوضه توسط میادین عظیم نفت و گاز حوضه رسوبی زاگرس ایران، قطر و کویت و میادین بسیار بزرگ کشورهای عربی (عربستان، امارات متحده عربی، قطر و بحرین) در حاشیه جنوب و جنوب غربی خلیج‌فارس

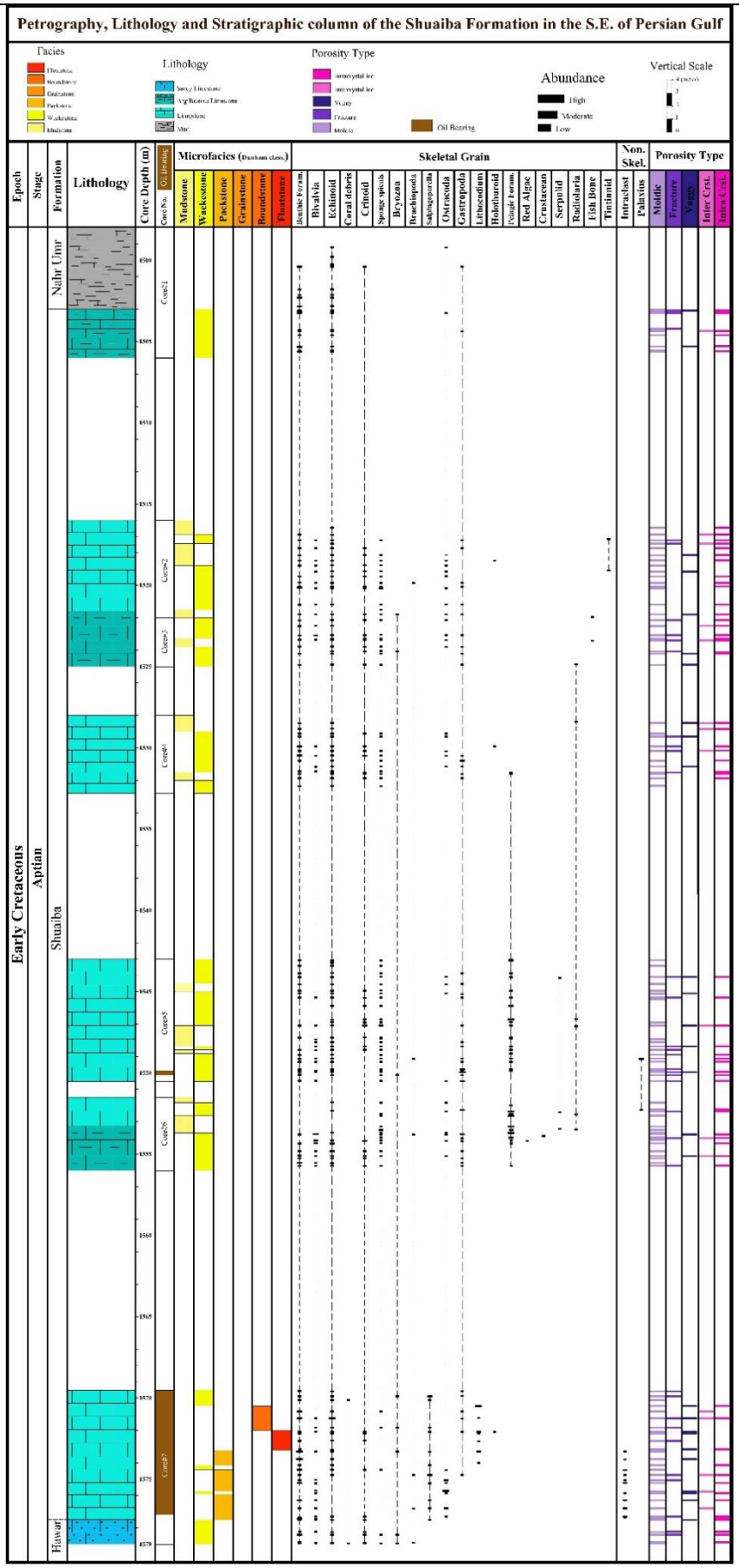
احاطه شده است. میدان مورد مطالعه در بخش جنوب‌شرق خلیج‌فارس نزدیک خط مرزی قطر و در حدود ۱۰۰-۱۵۰ کیلومتری جنوب - جنوب‌غربی جزیره لاوان و ۱۳۰ کیلومتری جنوب‌غربی جزیره کیش انتخاب شده است (شکل-۱).

سنگ مخزن‌های اصلی این میدان سازندهای سروک بالایی، داریان (شعیبا) و سورمه (عرب زون) می باشد. در ایران معادل سازند شعیبا تحت عنوان سازند داریان (کربنات های غنی از اوربیتولینا به سن آپتین) شناخته شده است. این سازند در گستره وسیعی از حوضه زاگرس (به‌استثنای استان لرستان) و خلیج‌فارس گسترش یافته است. سازند داریان (شعیبا) در این چاه دارای ضخامت ۷۵.۲ متری سنگ آهک، آهک مارنی خاکستری تا قهوه ای 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 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 مارن ها 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 چینه شناسی و محیط رسوبی سازند داریان (شعیبا)، کیفیت مخزنی سازند داریان به خوبی در حوضه خلیج فارس ایران مطالعه و ثبت نشده است. سازند کربناته داریان اخیرا در بسیاری از میادین جنوب- شرق خلیج فارس تولیدکننده نفت است.




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

بعلاوه چندین میدان خشکی ایران (دزفول جنوبی) از سازند داریان نفت تولید می‌کنند. در میدان مورد مطالعه بیشتر بخشهای سازند داریان (شعیبا) مغزه گیری 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 (شعیبا) که اینتروال اصلی مخزنی در میدان نفتی مورد مطالعه را تشکیل میدهد، مورد بررسی قرار می گیرد. در شکل ۲ ستون چینه شناسی 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.




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

**مواد و روش‌ها**

برای تعیین انواع ریزرخساره ها در سازندداریان حدود ۱۵۰ مقطع نازک میکروسکوپی، حاصل از مغزه‌های موجود مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به تنوع رخساره ای انواع آلوکم، خرده‌های اسکلتی و غیراسکلتی، بافت‌ها و ساخت‌های موجود، محتوای فسیلی و فابریک‌های موجود تعیین گردید. نامگذاری Dunham, 1962 وEmbry & Klovan, 1972 و Folk, 1962 با توجه به اهمیت بافتی رخساره‌ها و نوع مواد متصل کننده ذرات برای نامگذاری رخساره ها انتخاب گردید. طبقه بندی ویلسون (Wilson, 1975) نیز در محل یابی محیط رخساره ای انتخاب گردید. برای نامگذاری فسیل های روزنداران کف‌زی از Loeblich & Tappan, 1988، برای نامگذاری روزنداران پلانکتونی از Premoli-Silva and Verga, 2004، برای شناسایی جلبک های آهکی از Carras et al., 2006، برای شناسایی تین‌تینیدها و بخصوص خانواده کولومیلیدا از Trejo, 1975, 1980 و در شناسایی اثرفسیل *Palaxius* از Dalvand et al., 2015 استفاده شد. 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 مغزه های مورد مطالعه**

از سازند داریان (شعیبا) 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 قاعده‌ای سازند نهرعمر است. چندین فاصله از دست رفته بین این مغزه های بازیافت شده نیز وجود دارد. مغزه‌ها از نظر سنگ شناسی شامل سنگ آهک، سنگ آهک آرژیلتی، سنگ آهک شیلی و چند متر مارن در بالاترین قسمت مغزه شماره ۱ هستند. به نظر می‌رسد که تماس فوقانی سازند داریان (شعیبا) در عمق ۱۵۰۳/۳۰ متری، بین مارن های پیریت دار خاکستری تا خاکستری سبز (مارن های نهرعمر) و آهک‌های متخلخل و خاکستری تا قهوه‌ای روشن قرارگرفته است. تماس پایینی این سازند در عمق ۱۵۷۸/۳۰ متری، بین آهک های ماسه‌ای و آرژیلیتی (سازند هوار) و آهک‌های خالص خاکستری تا قهوه‌ای روشن با گامای تمیز (سازند داریان یا شعیبا) برداشته شده است (جدول-۱).

**اجزای تشکیل دهنده ریزرخساره‌ها**

نهشته‌های سازند داریان در چاه مورد مطالعه، متشکل از میکرایت بعنوان زمینه سنگ و دانه‌های اسکلتی مانند قطعات مختلف پوسته بی مهرگان مانند خارداران، لاله‌وشان پلاژیک، اسکلریت خیاران دریایی، ساقه لاله وشان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، بازوپایان، مرجان‌ها، سوزن اسفنج، بریوزوئرها، کرم‌های حلقوی، سخت‌پوستان (استراکود و خرچنگ)، روزنداران کف زی و شناور، رادیولرها و قطعات استخوانی ماهی و دانه های غیراسکلتی مانند اینتراکلست و پلت دفعی خرچنگ‌ها به نام *Palaxius* است که برای تقسیم‌بندی رخساره‌های 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) : فرامینیفر پلاژیک وکستون/مادستون**

این رخساره با بافت گل پشتیبان شامل فرامینیفرهای 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 وشان یا کرینوئیدهای پلاژیک خانواده کوماتولیدها و همچنین استراکودها می باشد. فراوانی این فونا معمولا کمتر از ۱۵ درصد بوده و درون میکرایت رسی پراکنده هستند. این رخساره بیشتر آهک رسی است. بلورهای دولومیت وکانی 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 می کند (Wilson, 1975; Flügel, 2004)(شکل ۳- الف)

## نتایج و بحث

### بررسی سنگ شناسی مغزه های مورد مطالعه

از سازند داریان (شعیبا) 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 نهرعمر است. چندین فاصله از دست رفته بین این مغزه های بازیافت شده نیز وجود دارد. مغزه‌ها از نظر سنگ شناسی شامل سنگ آهک، سنگ آهک آرژیلتی، سنگ آهک شیلی و چند متر مارن در بالاترین قسمت مغزه شماره ۱ هستند. به نظر می‌رسد که تماس فوقانی سازند داریان (شعیبا) در عمق ۱۵۰۳/۳۰ متری، بین مارن های پیریت دار خاکستری تا خاکستری سبز (مارن های نهرعمر) و آهک‌های متخلخل و خاکستری تا قهوه‌ای روشن قرارگرفته است. تماس پایینی این سازند در عمق ۱۵۷۸/۳۰ متری، بین آهک های ماسه‌ای و آرژیلیتی (سازند هوار) و آهک‌های خالص خاکستری تا قهوه‌ای روشن با گامای تمیز (سازند داریان یا شعیبا) برداشته شده است (جدول-۱).

### اجزای تشکیل دهنده ریزرخساره‌ها

نهشته‌های سازند داریان در چاه مورد مطالعه، متشکل از میکرایت بعنوان زمینه سنگ و دانه‌های اسکلتی مانند قطعات مختلف پوسته بی مهرگان مانند خارداران، لاله‌وشان پلاژیک، اسکلریت خیاران دریایی، ساقه لاله وشان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، بازوپایان، مرجان‌ها، سوزن اسفنج، بریوزوئرها، کرم‌های حلقوی، سخت‌پوستان (استراکود و خرچنگ)، روزنداران کف زی و شناور، رادیولرها و قطعات استخوانی ماهی و دانه های غیراسکلتی مانند اینتراکلست و پلت دفعی خرچنگ‌ها به نام *Palaxius* است که برای تقسیم‌بندی رخساره‌های 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) : فرامینیفر پلاژیک وکستون/مادستون**

این رخساره با بافت گل پشتیبان شامل فرامینیفرهای 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 وشان یا کرینوئیدهای پلاژیک خانواده کوماتولیدها و همچنین استراکودها می باشد. فراوانی این فونا معمولا کمتر از ۱۵ درصد بوده و درون میکرایت رسی پراکنده هستند. این رخساره بیشتر سنگ آهک آرژیلیکی است. بلورهای دولومیت وکانی 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 فرم‌های کف‌زی کمربند رخساره‌ای 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 پایانِ پلاژیک است. همچنین روزنداران پلاژیک نیز در این رخساره دیده می‌شوند. از سایر بایوکلاست‌های این رخساره می‌توان به قطعات و خارِ خارداران، سوزن اسفنج‌ها 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. بایوتوربیشن معمولا در این رخساره ها با درجه های مختلف وجود دارد. انحلال، سیمان شدگی، فشردگی و شکستگی (پرشده با سیمان کلسیتی) ویژگی‌های دیاژنزی معمول این رخساره است. بر اساس بافت گل پشتیبان به همراه حضور گاستروپودهای پلاژیک و فونای دریای باز و کمبود شاخص‌های دریای کم‌عمق، این رخساره در محیط رسوبی دریای عمیق و آرام و در محیط رمپ 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 ریز با فراوانی کمتر از ۲۵ درصد است. بایوکلاست‌ها اکثرا در ماتریکس میکرایتی شناور هستند. عمده بایوکلاست‌های این رخساره شامل قطعات خارپوستان، شکم‌پایان، بازوپایان، خار خارداران و اسپیکول اسفنج ها است. مقدار کمی از

**جدول ۱: لیتولوژی و سنگ شناسی مغزه های اخذ شده از سازند داریان (شعیبا) در چاه مورد مطالعه (برگرفته از گزارش داخلی شرکت‌نفت فلات قاره).**

| سازند | سنگ شناسی | شماره مغزه | عمق (متر) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | از عمق | تا عمق |
| نهرعمر (کژدمی)/ داریان(شعیبا) | آهک رسی و مارن سبز/خاکستری | ۱ | ۱۴۹۸ | ۱۵۰۶ |
| داریان (شعیبا) | آهک خاکستری روشن | ۲ | ۱۵۱۶ | ۱۵۲۱ |
| | آهک و آهک رسی روشن | ۳ | ۱۵۲۱ | ۱۵۲۵ |
| | آهک روسی خاکستری روشن تا قهوه ای روشن | ۴ | ۱۵۲۸ | ۱۵۳۲.۴ |
| | آهک روسی خاکستری روشن | ۵ | ۱۵۴۳ | ۱۵۵۰.۵۳ |
| | آهک روسی خاکستری روشن تا قهوه ای روشن | ۶ | ۱۵۵۱.۵ | ۱۵۵۶ |
| داریان (شعیبا)/گدوان(هوار) | آهک تا آهک ماسه ای خاکستری | ۷ | ۱۵۶۹.۵ | ۱۵۷۹ |

رادیولرها، روزنداران پلاژیک مانند *Hedbergella* 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 رمپ 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، خارِ خارداران، شکم پایان، دوکفه ای‌ها و استراکودها است. گونه‌های مختلف و متنوع اوربیتولینیدها 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 دیاژنز اصلی این رخساره است. با توجه به فونای متنوع دریای باز، بافت گل‌پشتیبان و رخساره‌های در ارتباط، این رخساره در محیط رمپ میانی با سطح انرژی متوسط نهشته شده است (Wilson, 1975; Flügel, 2004) (شکل ۳- د).

**میکروفاسیس شماره ۵ (MF-5) : فرامینیفر- لیتوکودیوم فلوتستون**

قطعات بزرگ جلبک لیتوکودیوم و مرجان شاخص‌ترین اعضای این رخساره‌اند و سایر بایوکلاست‌های موجود شامل قطعات جلبک و روزنداران کف‌زی بزرگ مانند *Praechrysalidina infracretacea* و *Pseudocyclammina* است. لیتولوژی شامل سنگ آهک خاکستری روشن و محدوده بافت بین فلوتستون و وکستون است. دارای ساختارهای بزرگ است، اما بایو-توربیشن بندرت دیده میشود. سیمانی‌شدن، فشردگی و شکستگی (پر شده با کلسیت) فرایندهای قابل توجه دیاژنزی هستند. بافت فلوتستون، 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 رمپ داخلی (لاگون باز تا دریای باز) را نشان می‌دهد (شکل ۳-ه).

**میکروفاسیس شماره ۶ (MF-6) : لیتوکودیوم باندستون**

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 minaensis* (Dalvand et al.,2015) در لایه‌بندی‌های ساختار اسکلتی لیتوکودیوم دیده می‌شوند. لیتولوژی این رخساره عمدتاً سنگ آهک و سیمانی‌شدن 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 کم‌عمق با نرخ انباشت کم، شفاف، اکسیژن‌دار، و کم انرژی مانند لاگون می‌باشد (شکل ۳–و).

**میکروفاسیس شماره ۷ (MF-7) : اینتراکلست فرامینیفر وکستون/پکستون**

اینتراکلست و روزنداران کف‌زی اجزا اصلی این رخساره هستند و دارای بافت وکستون پکستون هستند. به نظر می‌رسد که بیشتر دانه های اینتراکلست 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. همچنین استراکود و قطعات دوکفه ای 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 (میکریتی شدن و نئومورفیسم) این رخساره، به‌نظر می‌رسد که در محیط کم عمق لاگون نهشته شده است (شکل ۳–ز).

**میکروفاسیس شماره ۸ (MF-8) : رخساره ترکیبی بایوکلاست پکستون/وکستون حاوی دانه‌های تخریبی** این رخساره با زمینه میکرایتی وکستون 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 ۱۰درصد ذرات موجود در این رخساره را تشکیل می‌دهند (در برخی اینتروال ها درصد ذرات تخریبی به بیش از ۲۰ درصد هم می رسد. 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 اینتراکلست فرامینیفر وکستون/ 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).

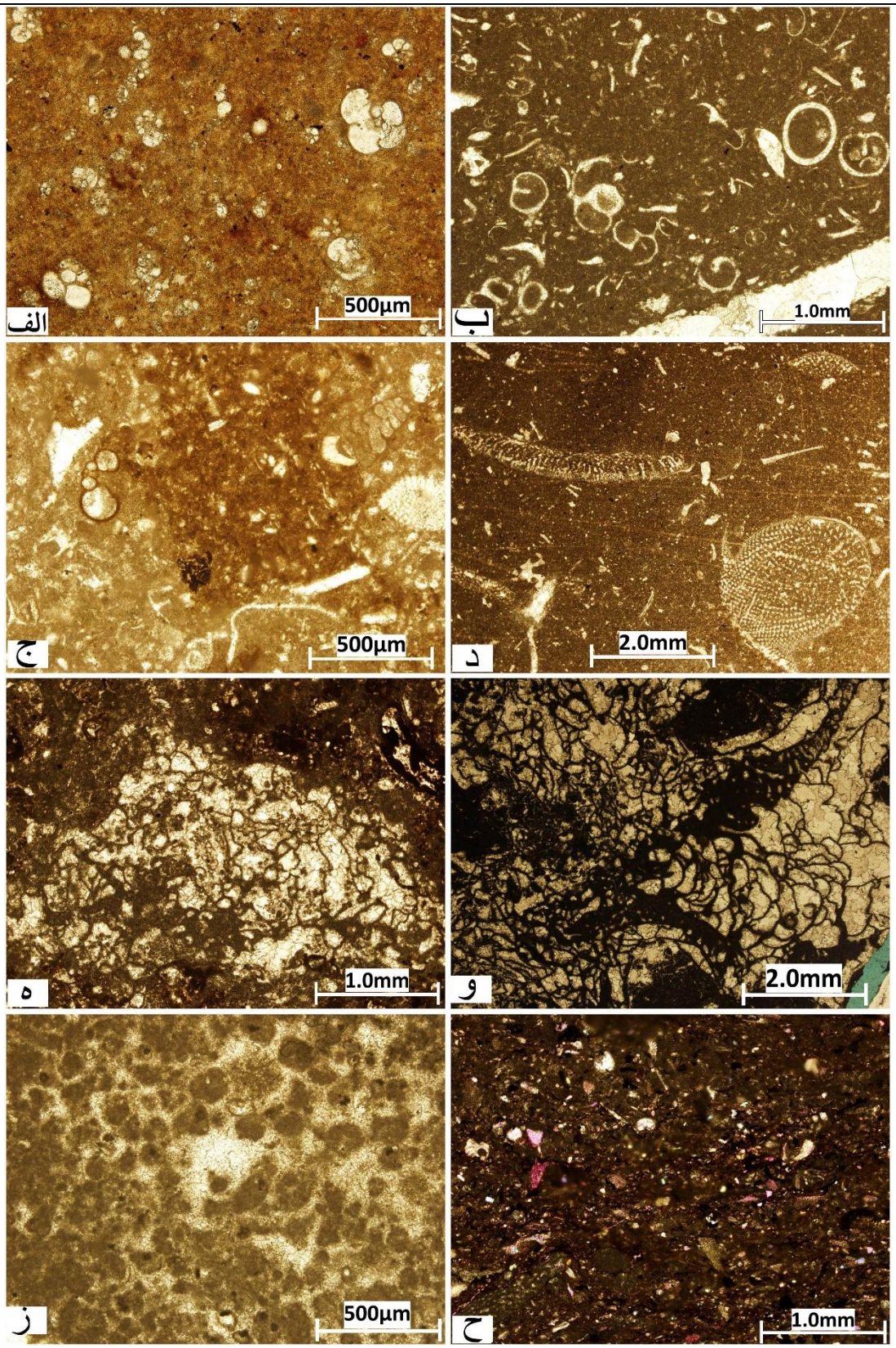
## محیط رسوبی

براساس ریزرخساره های شناسایی شده و پراکندگی آن ها، عدم وجود سدهای ریفی به هم پیوسته، نبود رسوبات ریزشی و لغزشی و تغییر تدریجی رخساره ها نسبت به یکدیگر، 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 آن ها خیلی آرام و تدریجی است پس تبدیل ریز رخساره‌ها نیز در آن‌ها خیلی به کندی صورت می گیرد. در رمپ کربناته به دلیل عدم حضور سدهای مهم و پیوسته پرانرژی ترین 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 محیط های رمپ داخلی، میانی، بیرونی و حوضه ژرف است و نمایانگر محیط از نوع رمپ هموکلینال (Homoclinal Ramp or HR) است.

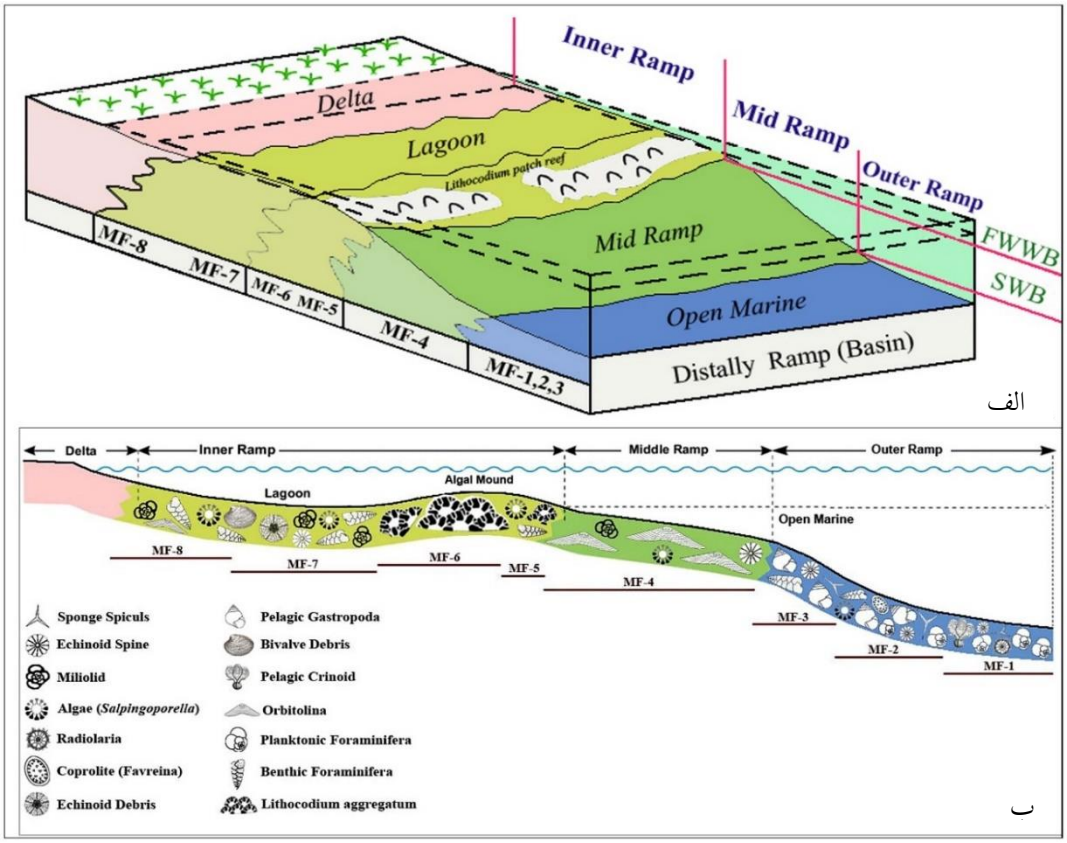
**زیست چینه نگاری:**

در بایوزوناسیون و ترسیم رنج چارت فسیلی سازند داریان در یکی از چاه های میدان رشادت، از ۳ خانواده فرامینیفر، ۳۱ جنس و ۴۲ گونه مربوط به روزن داران کف زی و پلانکتونیک، ۲ گونه جلبک سبز و یک گونه از جلبک قرمز، رادیولرها، یک گونه از مژک داران یا تین تینیدها 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




**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 فلوتستون، 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 (شعیبا) در چاه مورد مطالعه. محل هر کدام از زیرخساره در مدل رسوبی فوق مشخص گشته است.**

یک زون فراوانی یا آکمی زون (Acme Zone) به ترتیب زیر می باشد:

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 زیر 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 وایند یعنی *Hensonella-orbitolina* assemblage zone می باشد.

**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 آهک های نسبتاً تمیز قسمت های پایینی این سازند به انتها می رسد 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, *Novalesia cornucopia* Arnaud-Vanneau, 1980,

*Novalesia producta* Magniez, 1972, *Haimasiella* sp., *Dorothia* 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 فراوانیِ حضور گونه جلبک سبز *Lithocodium aggregatum* و مرز بالایی آن منطبق با آخرین حضورِ 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 آهک های نسبتاً تمیز قسمت‌های پایینی این سازند به انتها می‌رسد و حدود ۳.۰۹ متر از ضخامت این سازند و همینطور بخش های 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, *Dorothia* sp., *Marssonella trochus* d'Orbigny, 1840, *Bolivinopsis* sp., *Salpingoporella dinarica* Radoičić, 1959, Cyclaminid, Orbitolinid, 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 حضورِ 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 قسمت های میانی سازند داریان و حاوی اولین حضور و پیدایش گونه های 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 بخش های 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., *Dorothia* sp., Cyclamminid, 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، باشد و می تواند 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 حضورِ 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 *Dictyoconus*، *Palorbitolina lenticularis*، *Palorbitolinoides pileus* و *Iraqia* و مرز بالایی آن تقریباً منطبق با آخرین حضورِ فراوان این گونه‌ها است و این زون، محدوده تجمع جنس‌های این خانواده در چاه مورد مطالعه می باشد.

**محدوده و ضخامت:** این زیر زون از عمق ۱۵۰۳.۱۲ متری (عمق مغزه اخذ شده) و مصادف با نهشته شدن آهک‌های رسی قسمت های 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 مارن های 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* ass. zone می باشد.

**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, *Istriloculina 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 بایوزون های پنجگانه سازند داریان در چاه مورد مطالعه میدان رشادت بیانگر اینست که سن سازند داریان با توجه به مجموعه فسیلی مورد مطالعه، آپتین می‌باشد. برخی گونه‌های موجود در مجموعه فسیلی مورد مطالعه مانند گونه‌های مختلف جنس‌های *Hedbergella* و *Globigerinelloides* از فرم‌های شاخص و جهانی اشکوب آپتین می‌باشند که در بایوزون‌های جهانی این اشکوب برای تعیین سن بکار می‌روند.

در شکل ۵ نمودار گسترش سنی فسیل ها و بایوزون های تفکیک شده در سازند داریان میدان مورد مطالعه و در اشکال ۶ تا ۸ نیز تصاویری از فسیل‌های شاخص و همراه در بایوزن های تفکیک شده در این سازند دیده می شود.

**ارزیابی مخزنی:**

ارزیابی پتروفیزیکی در حقیقت تعبیر و تفسیر نمودارهای چاه پیمایی سازند داریان (شعیبا) 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 سنگ ها 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 ضخامت این بخش‌ها، تشخیص سیال موجود در سازند و تخمین مقدار ذخیره هیدروکربنی مخزن استفاده نمود. برای استفاده از نودارهای پتروفیزیکی باید تا حد امکان این اندازه گیری ها را با شرایط واقعی سنگ ها در درون چاه تطبیق داد، یعنی باید اثرات محیط درون چاه را از ابزار لاگ گیری حذف کرد که این کار تصحیح محیطی ( Environmental Correction) نامیده می‌شود. این کار با استفاده از چارت های مخصوص برای هر ابزار لاگ گیری و نیز نرم افزارها انجام می‌پذیرد.

در این مطالعه با استفاده از نرم افزارهای تک لاگ و ژئولاگ به کمک بخش Multimin ارزیابی صورت می گیرد. داده هایی که در بخش Multimin به کار می‌رود شامل نمودار های چاه پیمایی، آنالیز مغزه، پتروگرافی و پراش اشعه ایکس می باشد. 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 روش های 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 ابتدا پارامترهای پتروفیزیکی مانند تخلخل، حجم شیل، آب اشباع شدگی و تراوایی با روش‌های مختلف محاسبه گردید. بعد از تعیین پارامترهای فیزیکی ذکر شده بالا نمودارهای فول ست مخزنی با اطلاعات مغزه مطابقت داده می شود و هم عمق سازی تخلخل و تراوایی بین این دو انجام می گیرد و داده‌ها در نرم افزار تک لاگ برای ارزیابی وارد شدند.

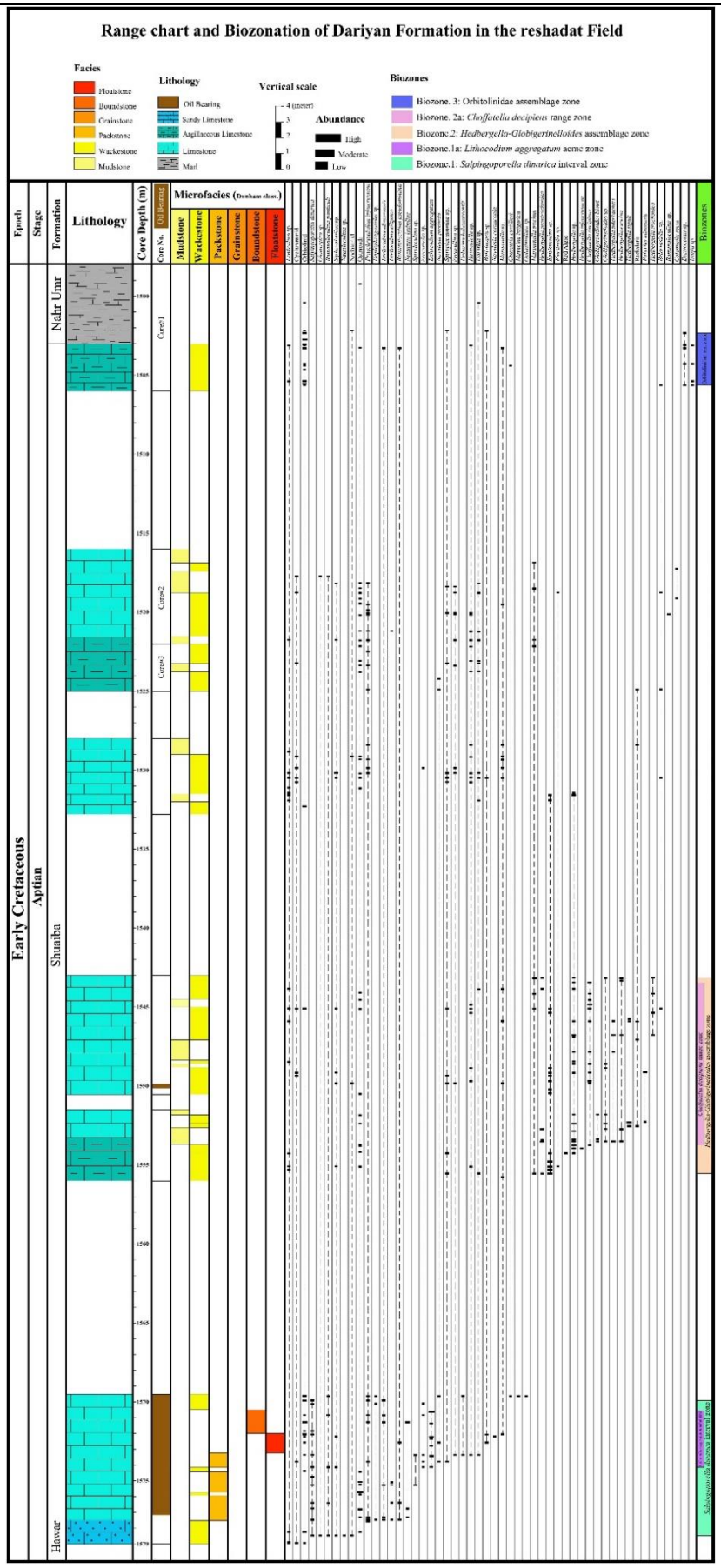
**تخلخل**

تخلخل یک سنگ اندازه مقدار فضای داخلی آن است که قابلیت نگهداری سیالات را دارا می باشد. بیشتر مخازن تخلخلی در حدود ۵ تا ۳۰ درصد می باشند. 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 داده های لرزه ای 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. درسنگ های کربناته تخلخل عمدتاً ثانویه است و تخلخل مفید نیز تخلخلی است که منافذ آن بهم مرتبط باشند. تخلخل های 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 پرشده‌اند.

**میانگین تخلخل و تراوایی رخساره‌ها با استفاده از آنالیز مغزه‌ها**

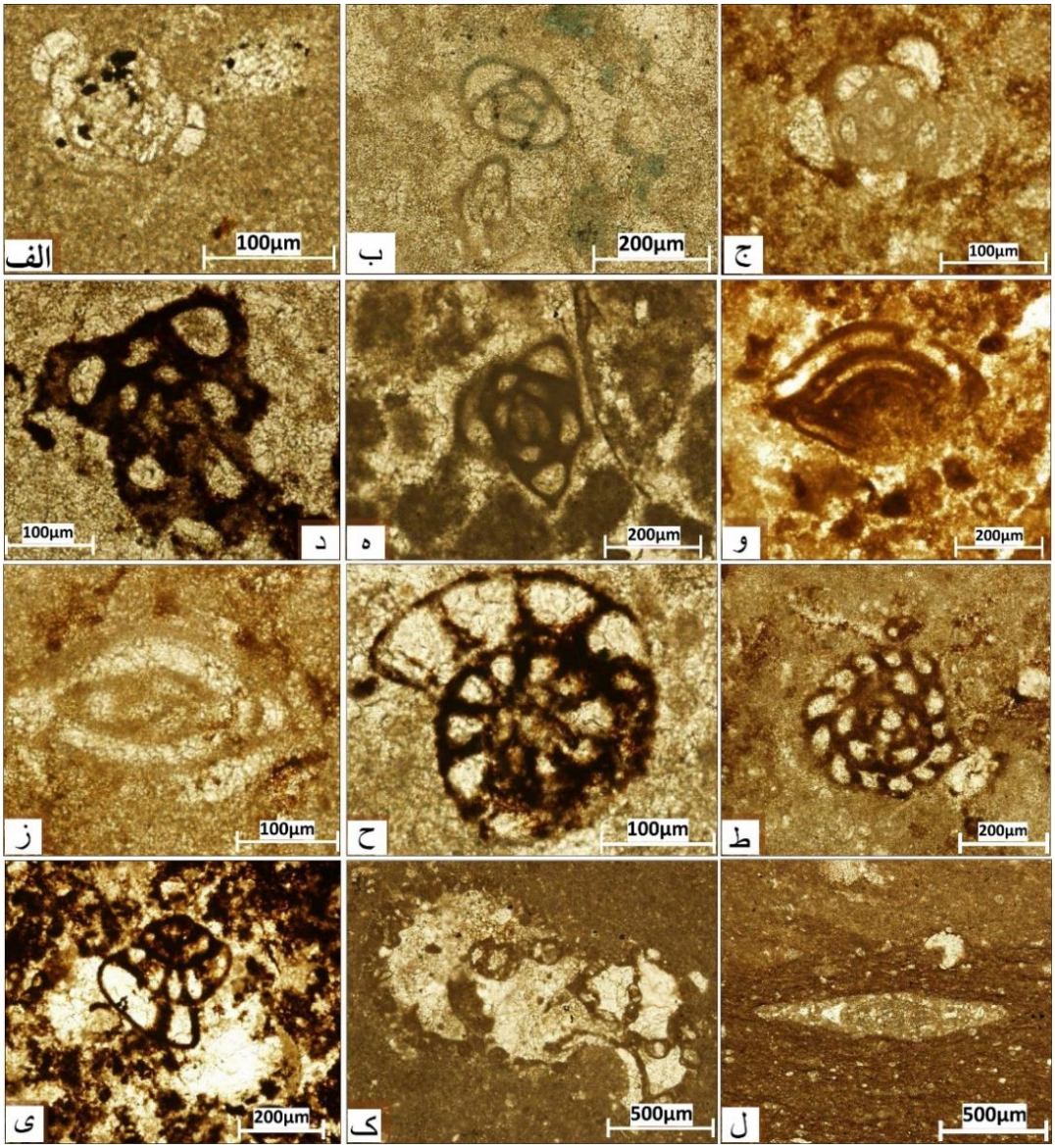
بررسی میانگین تخلخل و تراوایی بدست آمده از مغزه‌های سازند داریان در چاه مورد مطالعه و انطباق داده‌های تخلخل و تراوایی با ریزرخساره‌های مختلف سازند داریان، بیانگر نکات ارزنده‌ای در مورد کیفیت مخزنی سازند مورد مطالعه است.

ریزرخساره‌های گل پشتیبان اول تا سوم سازند داریان، شامل پلاژیک فرامینیفرا وکستون/مادستون، پلاژیک گاستروپودا وکستون و بایوکلاست وکستون/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 دارسی هستند. نوع منافذ در این رخساره ها عمدتاً از نوع منافذ حفره ای و شکستگی‌های بسیار ریز غیرمرتبط با هم است. تخلخل در رخساره چهارم این سازند یا بایوکلاست-اربیتولینا وکستون/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 فرامینیفر- لیتوکودیوم فلوتستون 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 آغشتگی نفت دیده می شود. اما ریزرخساره ششم یا لیتوکودیوم همانطور که در جدول ۲ دیده می شود،

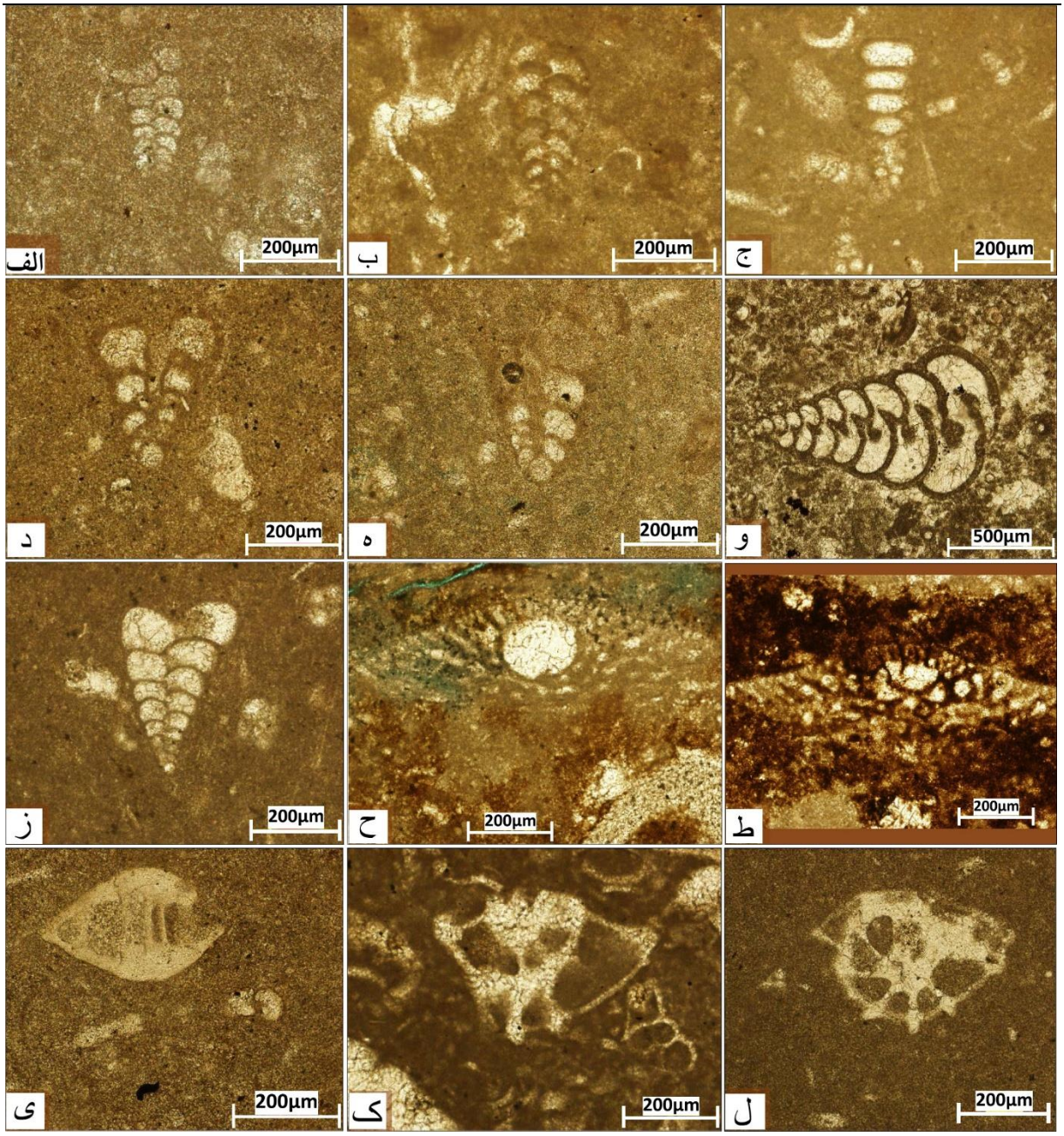



**شکل ۵: رنج چارت و گسترش سنی فونای موجود در سازند داریان در میدان مورد مطالعه و بایوزون های پنجگانه این سازند.**

با میانگین تخلخل ۲۵ درصد و تراوایی ۱۰ میلی دارسی بهترین رخساره مخزنی را در بین رخساره های سازند داریان در این میدان داراست. آغشتگی نفتی بسیار خوب و دارا بودن انواع تخلخل های قالبی، حفره ای نسبتا متصل بهم و تخلخلِ شکستگی باعث ایجاد کیفیت مخزنی مناسب و رخساره‌ای تراوا در این بخش شده است.




**شکل ۶.الف: *Glomospira* sp.، برش محوری(Axial section)، (عمق ۱۵۱۷.۷۵متری)؛ ب: *Istriloculina elliptica* Iovceva, 1962، برش نسبتاً محوری (Subaxial section)، (عمق ۱۵۷۵.۰۸ متری) ؛ ج: *Rumanoloculina ponticuli* Neagu, 1986، برش محوری(Axial section)،(عمق ۱۵۶۹.۶۴متری) ؛ 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 ۱۵۷۳.۳۶متری)، ز: *Ophthalmidium* sp.، برش نسبتاً محوری (Subaxial section)، (عمق ۱۵۶۹.۶۴متری)، ح: *Haplophragmoides* sp.، برش استوایی(Equatorial section)، (عمق ۱۵۷۷.۴۴متری)، ط: *Debarina* sp.، برش‌استوایی(Equatorial section)، (عمق ۱۵۶۹.۶۴متری)، ی: *Nezzazata isabellae* Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995، برش محوری (Axial section)، (عمق ۱۵۷۱.۲۵متری)، ک: *Pseudocyclammina 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: ***Novalesia producta* Magniez, 1972**، برش طولی (**Longitudinal section**)، (عمق ۱۵۲۴.۲۳متری)؛ ج: ***Haimasiella* sp.**، برش طولی (**Longitudinal section**)، (عمق ۱۵۲۳.۷۴متری)؛ د–ه: ***Siphovalvulina* sp.**، برش طولی (**Longitudinal section**)، (عمق ۱۵۳۰.۲متری)؛ و: ***Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, 1979**، برش طولی (**Longitudinal section**)، (عمق ۱۵۷۷.۴۴متری)؛ ز: ***Marssonella trochus* d'Orbigny, 1840**، برش طولی (**Longitudinal section**)، (عمق ۱۵۴۳.۰۹متری)؛ ح: ***Palorbitolina lenticularis* Blumenbach, 1805**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۷۲.۶۱متری)؛ ط: ***Palorbitolinoides pileus* Fossa-Mancini, 1928**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۷۰.۸۳متری)؛ ی: ***Lenticulina* sp.**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۲۸.۸۰متری)؛ ک–ل: ***Epistommina* sp.**، ک: برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۵۴.۲۳متری) و ل: برش نسبتاً استوایی (**Subequatorial section**)، (عمق ۱۵۵۰.۱۹متری).

ریزرخساره اینتراکلست- فرامینیفر وکستون/پکستون نیز رخساره ای با تخلخل حدود ۲۸ درصد و تراوایی ضعیف تا متوسط ۳/۵ میلی‌دارسی 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 دارسی 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 پلات های نوترون- چگالی، نوترون و سونیک، سرعت صوت – سونیک و چگالی – چگالی فتو الکتریک میزان تخلخل و همچنین سنگ شناسی سازند را مشخص نمود. برای این کار با رسم دو پارامتر مقابل هم و ترسیم خطوط مربوط به لیتولوژی‌های رایج (ماسه، آهک و دولومیت) کراس‌پلات‌هایی 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 پلات های 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 کانی های رسی در ارزیابی مخزن لحاظ شود وتشخیص نوع کانی‌های سازند و تشخیص حجم شیل یک سازند از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. 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 اساسی ترین 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 می باشد. بنابراین محاسبه حجم شیل برای اندازه گیری درست تخلخل از داده های چاه پیمایی، امری ضروری است. به طور معمول محاسبه حجم شیل از طریق نگار های GR و CGR انجام می گیرد. مقدار شیل محاسبه شده از GR بیشتر از CGR است چون نگار GR علاوه بر K و Th که توسط نگار CGR ثبت می شود اورانیوم کانی های غیر رسی رادیواکتیو را ثبت می کند، به همین علت در محاسبه حجم شیل تنها از روش CGR می توان 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 می باشد، مشخص گشته است.

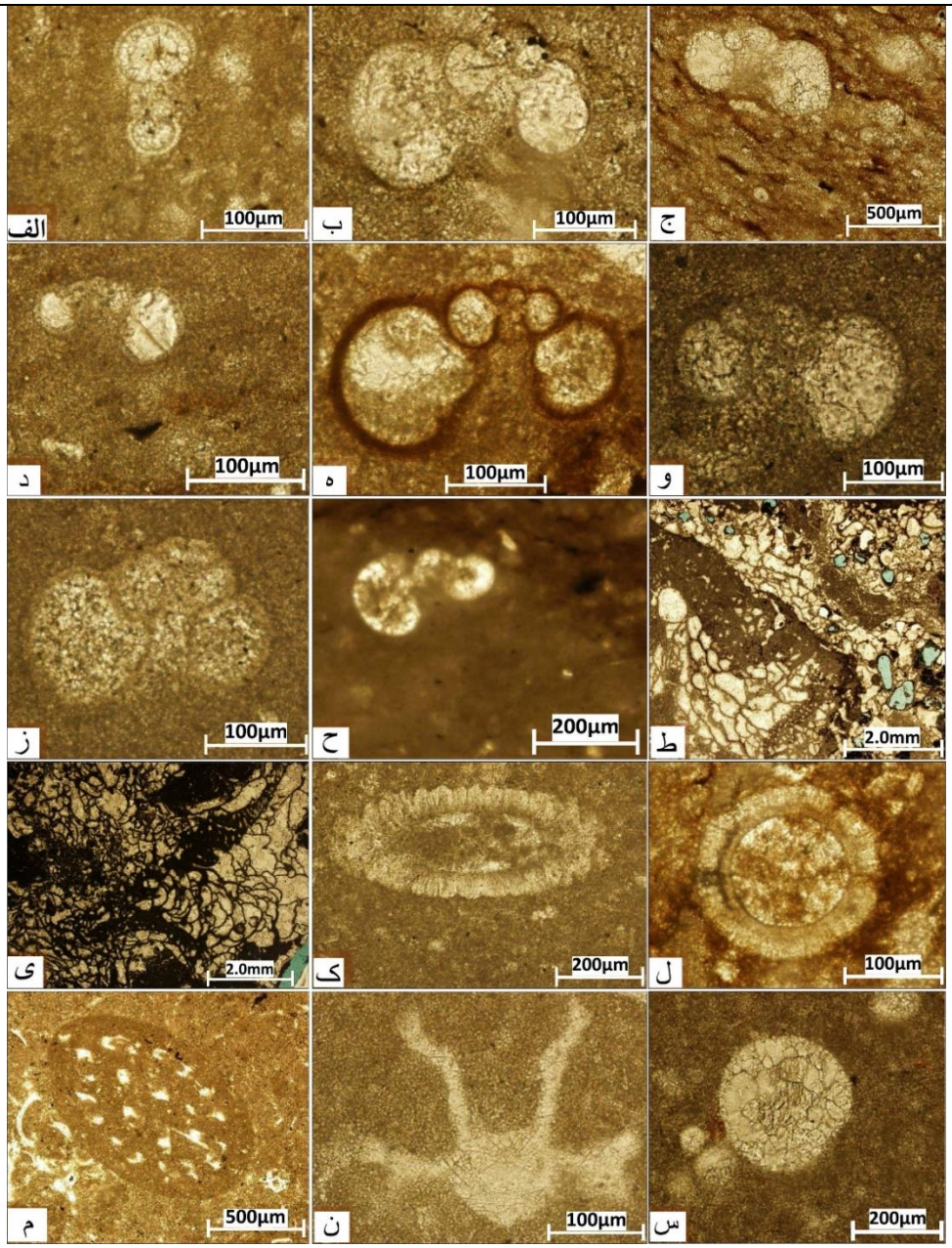
**تعیین آب اشباع شدگی (S_W)**

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 زون های مختلف سازند داریان در چاه مورد مطالعه به روش پیکت پلات دیده می‌شود.

**تراوایی**

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

واحد سنجش تراوایی دارسی است. به طور معمول حداقل تراوایی لازم برای تولید نفت ۰.۰۱ میلی دارسی در نظر گرفته می‌شود. تراوایی تحت تأثیر اندازه و شکل ذرات، جورشدگی، نحوه اتصال دانه ها و درجه سیمان شدگی و فشردگی، انحلال و شکستگی، مقدار و نوع رس موجود در مخزن قرار می گیرد. 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-الکتریک (PEFZ) دیده می شود. 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




شکل ۸: الف: ***Globigerinelloides blowi*** **Bolli, 1959**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۵۱.۷۹متری)؛ ب: ***Hedbergella praetrocoidea*** **Krechmar & Gorbachik, 1986**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۴۳.۱۸ متری)؛ ج: ***Hedbergella infracretacea*** **Glaessner, 1937**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۵۳.۹۷ متری)؛ د: ***Hedbergella 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 praetrocoidea*** **Krechmar & Gorbachik, 1986**، برش محوری(**Axial section**)، (عمق ۱۵۴۳.۰۹ متری)؛ ز: ***Hedbergella excelsa*** **Longoria 1974**، برش محوری(**Axial section**)، (عمق ۱۵۴۳.۸ متری)؛ ح: ***Hedbergella*** **sp.**برش محوری(**Axial section**)، (عمق ۱۵۴۵.۹۵)؛ ط-ی: ***Lithocodium aggregatum*** **Elliot, 1959**، (عمق ۱۵۷۰.۶۳ متری)؛ ک-ل: ***Salpingoporella dinarica*** **Radoičić, 1959**، برش محوری (**Axial section**)، (عمق ۱۵۷۸.۳۹ متری)؛ م:***Palaxius minaensis*** **Dalvand et al., 2015**، برش استوایی (**Equatorial section**)، (عمق ۱۵۵۲.۳ متری)؛ ن: **(Pelagic Crinoid)**، (عمق ۱۵۴۷.۰۷ 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 داده ها با ریزرخساره ها و فرآیندهای دیاژنزی رخ داده بر روی هریک از این رخساره ها، بیانگر اینست که رخساره های 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 شرکت‌نفت فلات قاره).**

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

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 رخساره های مورد مطالعه نمایش داده شده است.

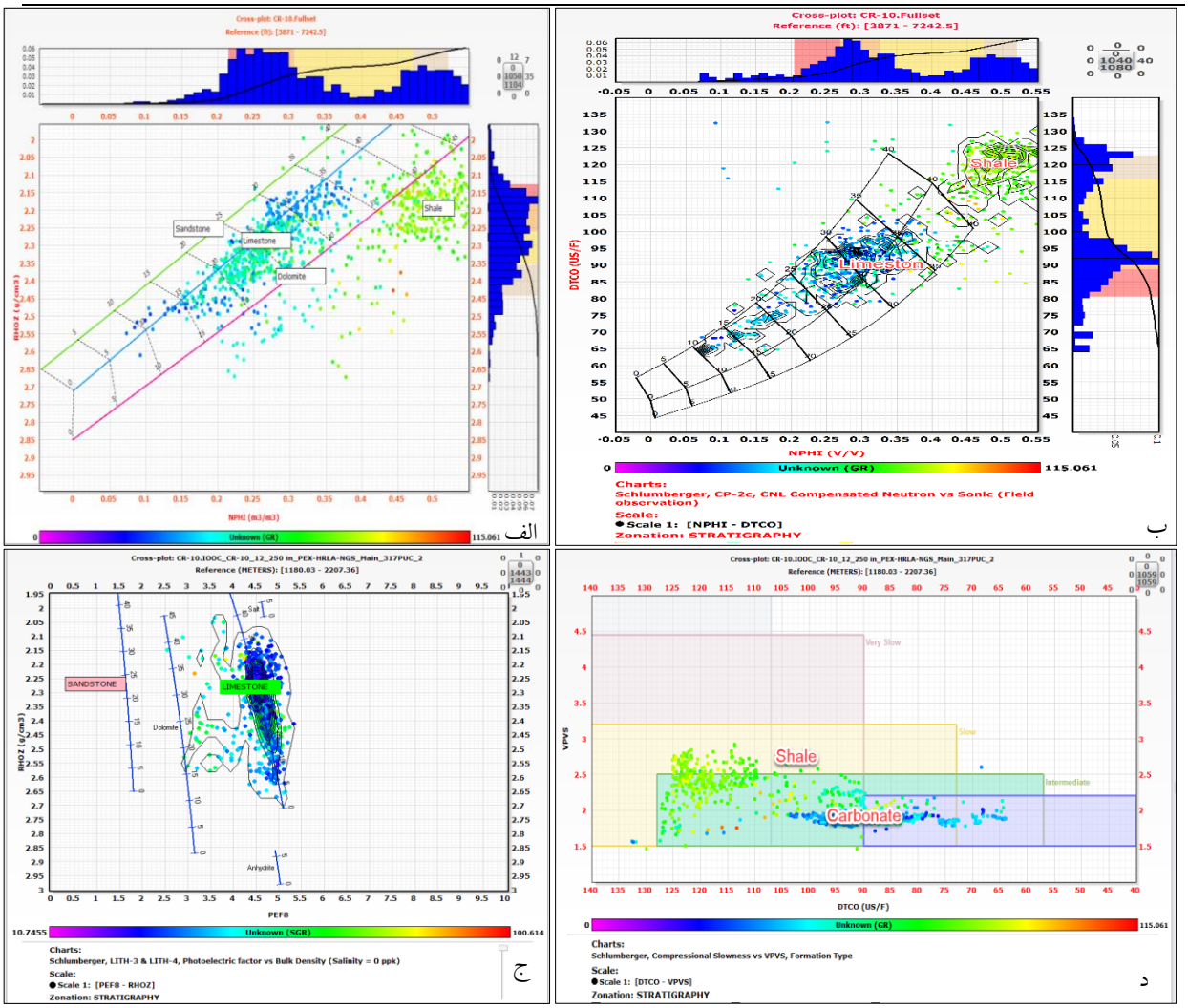
همانطور که در این شکل مشاهده می شود، مقادیر تخلخل و تراوایی به دست آمده از آنالیز معمولی مغزه و چاه، به خوبی مطابقت دارند. همچنین با تطبیق ریز رخساره‌ها، نمودارهای پتروفیزیکی چاه و نمودارهای اخذ شده از مغزه، دیده‌می‌شود که رخساره‌های ۵ و ۶ حاوی جلبک لیتوکودیوم (لیتوکودیوم باندستون و فلوتستون) و بعد از آن‌ها رخساره‌های حاوی اینتراکلست (رخساره ۷) از نظر تخلخل و نفوذپذیری دارای مقادیر بیشتر و بهترین زون هایمخزنی سازند داریان در میدان مورد مطالعه می‌باشد. وجود حفره های 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 رخساره ها را به بهترین رخساره مخزنی با کیفیت مخزنی مناسب در قاعده سازند داریان تبدیل نموده است.

**نتیجه گیری**

در این مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی اخذ شده از مغزه های سازند داریان در یک از چاه از میدان‌های نفتی جنوب شرقی خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفت. سازند داریان (شعیبا) در این چاه دارای ضخامت ۷۵.۲ متری سنگ آهک، آهک مارنی با برخی میان لایه های شیلی است که مرز پایین آن با سازند هوار (Hawar) و مرز بالای آن با سازند نهر عمر (Nahr Umr) هر دو پیوسته است. بررسی های 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 رخساره ها 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 زیست چینه شناسی نیز در بایوزوناسیون سازند داریان که در چاه مورد مطالعه میدان رشادت صورت گرفت، از فونای موجود در این سازند و بویژه روزنداران و جلبک های آهکی استفاده شد و پنج بایوزون (سه بایوزون و دو ساب بایوزون) معرفی گردید که شامل دو زون تجمعی،



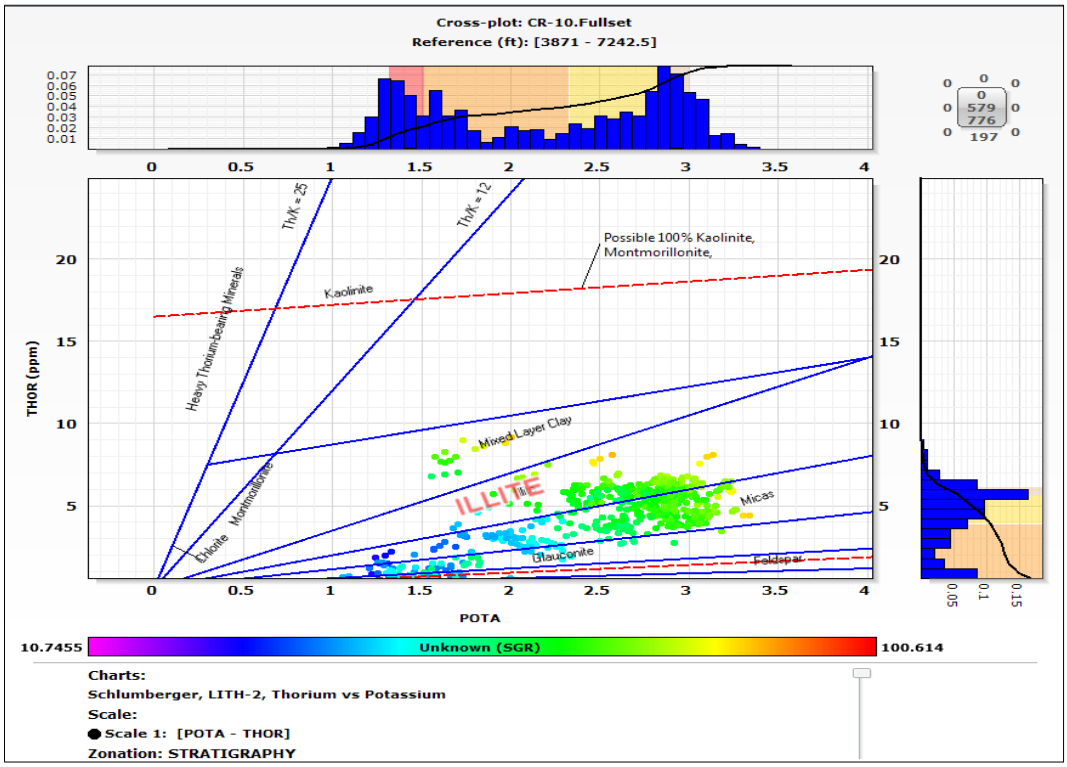

**شکل ۹. الف: تشخیص لیتولوژی و تخلخل از روی کراس‌پلات نوترون (CNL)- چگالی، (DENSITY)، ب: چارت CP-2a مربوط به نگار نوترون و SONIC، ج: کراس پلات سرعت صوت- سونیک، د: کراس پلات چگالی- چگالی فتو الکتریک در مخزن سازند داریان (شعیبا)، میدان مورد مطالعه رشادت. در همه این کراس پلات ها درصد و محدوده دولومیت، آهک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

یا اسمبلیج زون، دو زون سنی و یک زون فراوانی یا آکمی‌زون (Acme Zone) به‌ترتیب زیر می‌باشد:

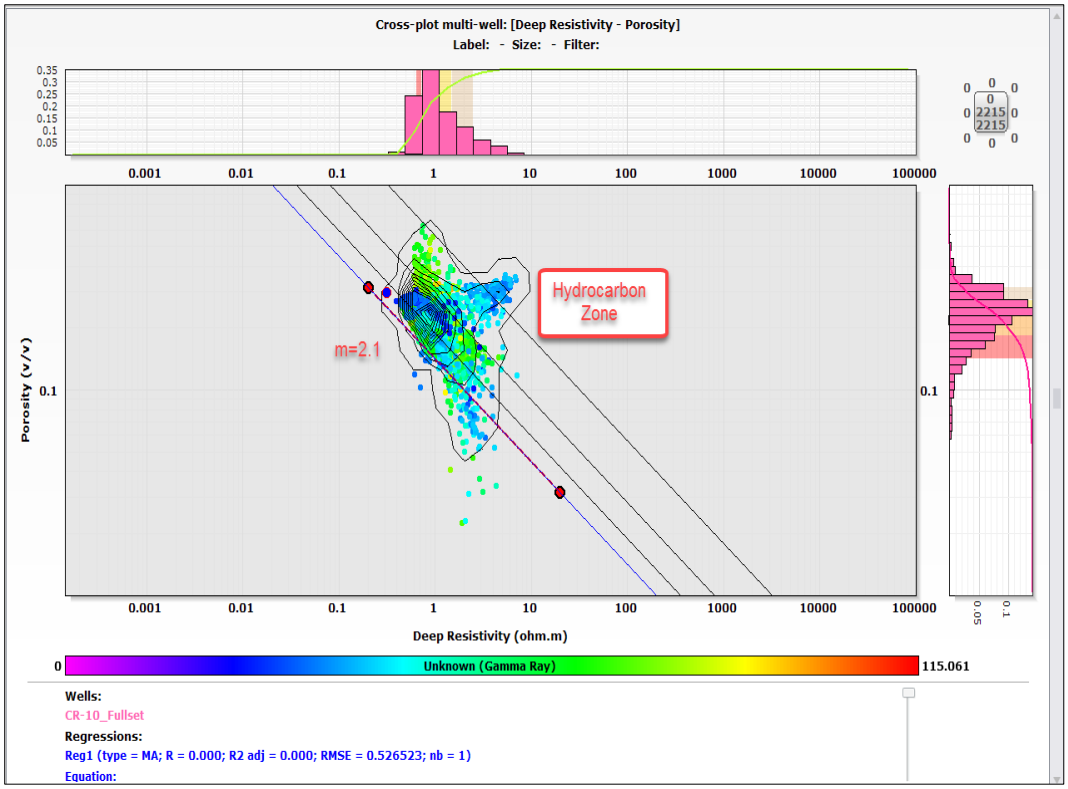
1-*Salpingoporella dinarica* interval zone (total range zone)
1a: *Lithocodium aggregatum* acme zone
2-*Hedbergella-Globigerinelloides* assemblage zone
2a: *Choffatella decipiens* range zone
3-Orbitolinidae assemblage zone

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

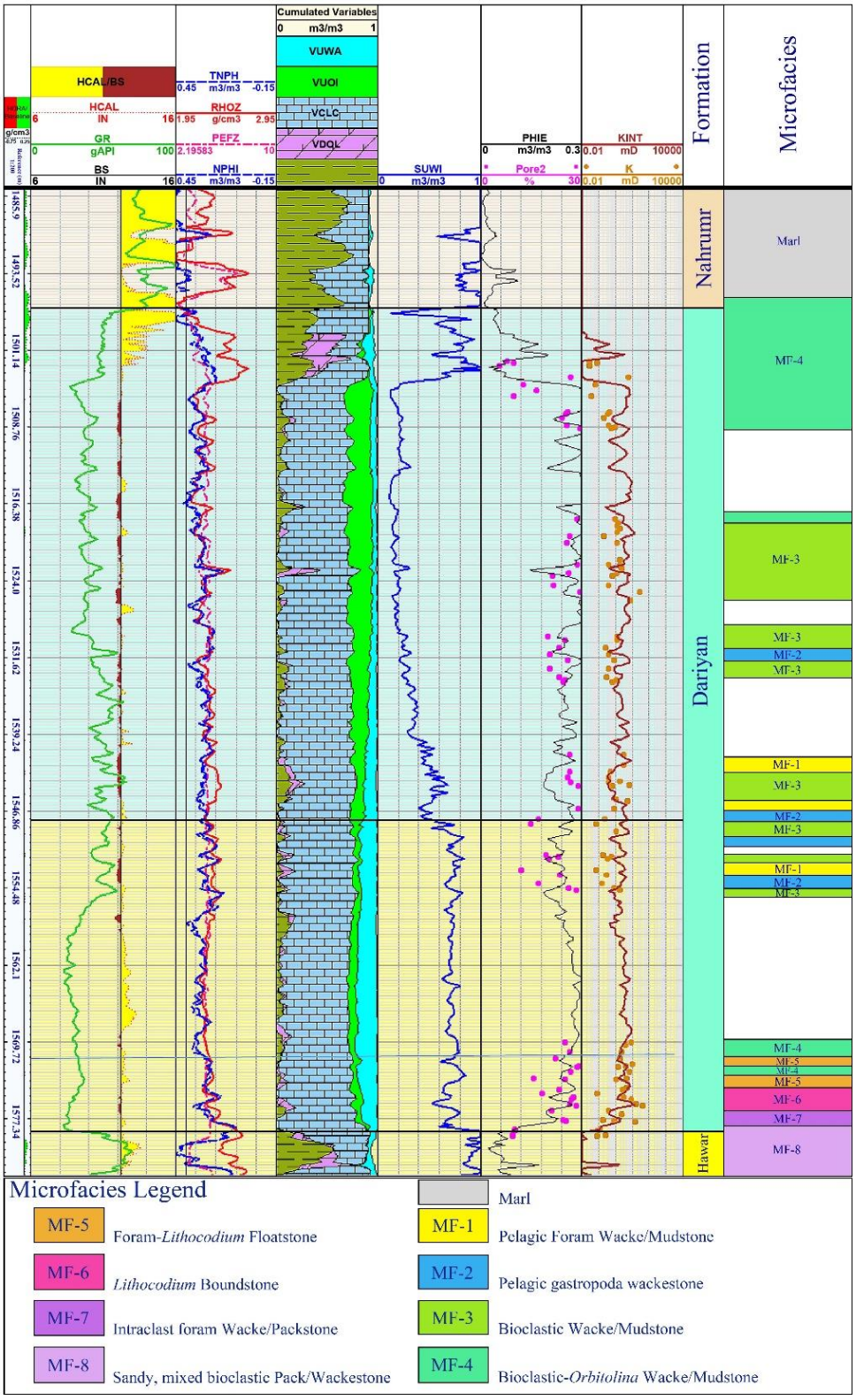
با توجه به وجود آزمایشات معمولی مغزه و وجود اطلاعات تخلخل و تراوایی رخساره ها، میانگین درصد تخلخل و تراوایی هر کدام از رخساره ها با روش حسابی اندازه گیری شد که بیانگر این بود که افزایش تخلخل و تراوایی در رخساره فلوتستون- باندستونی لیتوکودیوم دار در اثر ایجاد تخلخل حفره‌ای و همچنین متصل بودن بهتر این 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 و هم‌عمق سازی تخلخل و تراوایی بین داده های حاصل حاصل از آنالیز مغزه و نمودارهای پتروفیزیکی اخذ شده از چاه، میزان آب اشباع شدگی زون های مختلف مخزنی سازند




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




شکل ۱۱: پیکت پلات مربوط به مخزن داریان (شعیبا) 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 و۷۵ ٪ مربوط به لایه‌های با دانسیته بالا یا اشباع بالای آب می‌باشد.




**شکل ۱۲: ارزیابی پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی مخزن شعیبا میدان رشادت: ستون ها از چپ به راست : ستون ۱ ؛ عمق ، ستون ۲ شامل : اشعه گاما، اندازه مته و ریزش دیواره چاه، ستون ۳ ، شامل : نمودارنوترون ، دانسیته و نمودار اشعه فوتوالکتریک، ستون۴ 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 تعیین‌شده است)، ستون۷ : 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.**

داریان (بین ۱۰ تا ۲۰ درصد) و همچنین زون های نفت‌دار مشخص گردید و رخساره های لیتوکودیوم دار و سپس اینتراکلست‌دار با تخلخل بالا و مرتبط با هم، بهترین و مناسب‌ترین بخش مخزنی و تولید کننده نفت در این سازند تعیین گردید.

## منابع و مآخذ:

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

- **امیری، م.، رحیم پور بناب، ح.، اسدی، ا.، صرفی، م.،(۱۳۹۰)**، محیط رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند داریان در میدان گازی پارس جنوبی، پژوهشهای چینه نگاری و رسوب شناسی، 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 منتهی الیه شمال غربی خلیج فارس)، دانشگاه تهران.

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

- **شمیرانی، ا.، سید امامی، ک.، امیری بختیار، ح.، قلاوند، ه.، (۱۳۷۹)**، یافته‌های نوین سنگ چینه شناسی و زیست چینه شناسی سازندهای دارایان و کژدمی در جنوب غرب ایران، چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تبریز.

- **لاسمی، ی.، سیاهی، م.، (۱۳۸۴)**، محیطهای رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند داریان در بخش جنوبی فروافتادگی دزفول، برش خامی و چاه سولابدر-۳، نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

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

- **هاشمی، م.، (۱۳۹۷)**، تحلیل کیفیت مخزنی سازند داریان در منطقه شرق خلیج‌فارس بر اساس نمودارهای مرسوم و تصویری پتروفیزیکی و مقایسه با سازند شوئیبا در ناحیه عمان، پایان نامه 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).

- **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, paléoécologie, 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, Centeral 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),** Zonificatión microfaunistica 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., Klovan, 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, Berline, 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, Resultati 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 altesten 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 Iimestones of the Aptian along the Rusenski Lom River], Spisanie na Bulgarskoto Geologichesko 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 infrocretacea* 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: Universita degli Studi di Bari, pp. 1-16.
- **Magniez, E., (1972),** *Spiroplectamminoides*, nouveau genre de Foraminifères des Formations Para-Urgoniennes Cantabriques (Espagne), Revista Española de Micropaleontologia, numero Extraordinario, XXX Anniversario Empresso Nacional Adaro, Madrid, pp. 179-198.
- **Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Al-Aasm, I., Hajikazemi, E., Esrafili-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.
in a Shallow Epicontinental Sea. 471 pp., 250 figs, 7 pls, 3 maps.

- **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. Communicações da Commissão 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.
- **Purser, B.H. (Ed.), (1973),** The Persian Gulf. Holocene Carbonate Sedimentation and Diagenesis
- **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.

فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست،
سال هفدهم، شماره ۶۴، پاییز۱۴۰۲

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

Minasadat Hashemi[1], Davood Jahani[*2], Seyed Mohsen Aleali[3], Ali Kadkhodaie[4], Bita Arbab[5]

1 Ph.D. candidate of Sedimentology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2 Associate Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
3 Assistant professor, Department of Earth Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran, Iran
4 Associate Professor of Petroleum Geology, Faculty of Natural Science, University of Tabriz
5 Department of Petrophysics, Offshore Oil Company, Tehran, Iran

***jahani_davood@yahoo.com**

## Abstract

In the study of the Dariyan Formation (Shoaiba Fm.) in one of the southeastern fields of the Persian Gulf, the sedimentary environment and biostratigraphy of these deposits were investigated on the cores which obtained from this formation. In the studies of the sedimentary environment, seven carbonate microfacies and one mixed carbonate-clastic microfacies were identified, which represent the deposition of the Dariyan Formation in four facies belts, including the inner ramp, middle ramp, outer ramp and deep basin. Also, uniform facies changes, the absence of rudists forming large reefs and the replacement of *Lithocodium* algae with them indicate the homoclinal carbonate ramp environment.

In biostratigraphic studies based on foraminifera and calcareous algae, five biozones were identified, which represent the Aptian age for this formation. By combining the geological studies, the results obtained from the routine analysis of the cores and the evaluation of petrophysical logs, the reservoir quality of this formation was also studied, which indicated the good reservoir quality in parts of these deposits and especially the layers bearing *Lithocodium* algae. Based on these studies, the Dariyan Formation is one of the important reservoir formations in the east of the Persian Gulf.

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