

دوره دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۳ - شماره شایا: ۲۹۸۱-۱۷۷۵

- زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های تریاس پسین در برش شهداد (جنوب بلوک لوت) واقع در ایران مرکزی  
نوشین مدادی و مسیح افقه\*
- اهمیت ریز (فساره ای و پالئواکولوژیکی جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ سازند اسفندیار  
در تئیس مرکزی  
مسینعلی بگی\* و کوروش رشیدی
- ارزیابی پتروفیزیکی بخش‌های مفرنی فاتیا و عرب در یکی ازچاه‌های میداین فلیج فارس  
سعید اشجع\*، ممسن آل علی و زهرا ملکی



### اطلاعات نشریه

- صاحب امتیاز: دانشگاه زنجان
- رتبه نشریه در پرتال نشریات علمی وزارت عتف: در حال ارزیابی
- ناشر: دانشگاه زنجان
- دوره انتشار: دوفصلنامه
- شاپای الکترونیکی: ۱۷۷۵-۲۹۸۱
- حوزه‌های انتشار: مطالعات پژوهشی درباره زیست چینه نگاری، سنگ‌چینه‌نگاری، گاه‌چینه نگاری، چینه‌نگاری مغناطیسی، چینه نگاری سکansı، چینه‌نگاری خاک‌های دیرینه، آب چینه نگاری، چینه‌نگاری لرزه ای، کانسارهای با سنگ میزبان رسوبی، رسوب شناسی و محیطهای رسوبی دیرینه، سنگ های رسوبی
- دسترسی به مقالات: دسترسی آزاد و رایگان (Open Access)
- نوع داوری: داوری دو مرتبه مخفیانه (بدون انتشار اسامی داوران و مؤلفان)
- زمان ارزیابی مقالات: حدود ۲ ماه
- هزینه انتشار: ندارد
- وضعیت چاپ: الکترونیکی
- سردبیر نشریه: دکتر نصراله عباسی
- مدیر مسئول نشریه: دکتر افشین زهدی
- مدیر داخلی نشریه: دکتر جواد ربانی
- ایمیل نشریه: [zpaleo@znu.ac.ir](mailto:zpaleo@znu.ac.ir)



## سخن سردبیر

انتشار نتایج به دست آمده از تحقیقات و پژوهش های علمی، مرحله‌ی بسیار مهم در انجام فرآیند پژوهشی است. این بخش که به نوعی آخرین بخش یک پژوهش است، امکان دسترسی به نتایج و یافته‌های مطالعات را برای سایر محققان فراهم می نماید. در این راستا، نشریات علمی کار اصلی انتشار آخرین داده ها و دستاوردهای علمی را به عهده دارند. چینه نگاری و دیرینه شناسی از شاخه‌های مهم در دانش علوم زمین می باشند که نتایج مطالعات در آنها، مورد استفاده محققان سایر گرایش‌های تخصصی علوم زمین یا حتی سایر شاخه‌های علوم، مانند زیست‌شناسی است. نشریات گوناگونی در سطح کشور در دسترس می باشند که مایل به بررسی و انتشار مقالات چینه‌نگاری و دیرینه شناسی هستند. با این وجود، در حال حاضر، نشریه علمی نوپای چینه‌نگاری و دیرینه شناسی دانشگاه زنجان به عنوان تنها نشریه تخصصی، مقالات این شاخه از علوم زمین را مورد بررسی و داوری قرار می دهد و منتشر می نماید. هدف اصلی از انتشار این نشریه ایجاد یک پایگاه تخصصی در زمینه چینه نگاری و دیرینه شناسی است تا خلاء نبود یک نشریه علمی در این زمینه در سطح کشور را پر نماید. تامین شرایط و ضوابط مورد نظر دفتر سیاستگذاری و برنامه ریزی امور پژوهشی وزارت علوم، جهت ارزیابی نشریات علمی از دغدغه های اصلی گروه دبیران این نشریه می باشد و دریافت مقالات به تعداد مورد نظر از چالش های اصلی این نشریه است. بنا به دلایل مختلف، مانند کاهش تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی در این گرایش رشته زمین شناسی و به طبع آن کاهش تعداد مقالات مستخرج از پایان نامه و همچنین بعضاً عدم رغبت برخی از محققان به ارسال مقالات به نشریات نوپا و فاقد رتبه، ممکن است موجب کندی در فرآیند دریافت و انتشار مقالات گردد. مجله چینه نگاری و دیرینه شناسی دانشگاه زنجان علی رغم وجود چنین مشکلاتی، تلاش نموده است که به طور دقیق و طبق چهارچوب های شناخته شده مقالات دریافتی را بررسی، داوری و منتشر نماید. امید است با حمایت محققان و پژوهشگران این نشریه علمی به کار خود به خوبی و شایسته ادامه دهد.

با سپاس

نصراله عباسی



فهرست مقالات منتشر شده در این شماره (دوره دوم، شماره اول)

- ۱ ----- زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های تریاس پسین در برش شهداد (جنوب بلوک لوت) واقع در ایران مرکزی
- ۲۲ ----- اهمیت ریز رخساره‌ای و پالئواکولوژیکی جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ سازند اسفندیار در تتیس مرکزی
- ۴۳ ----- ارزیابی پتروفیزیکی بخش‌های مخزنی خاتیا و عرب در یکی از چاه‌های میدین خلیج فارس



## زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های تریاس پسین در برش شهداد (جنوب بلوک لوت)

### واقع در ایران مرکزی

نوشین حدادی<sup>۱</sup> و مسیح افقه<sup>\*</sup>

<sup>۱</sup> - گروه علوم زمین، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷

\*مسئول مکاتبات: مسیح افقه، [massihafg2002@yahoo.com](mailto:massihafg2002@yahoo.com)

#### چکیده

به منظور مطالعات زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های تریاس پسین در ایران مرکزی، برش چینهنشناسی شهداد واقع در نواحی جنوبی بلوک لوت انتخاب و نمونه‌برداری گردید. برش مورد مطالعه دارای ضخامت ۳۴۰ متر و از نظر سنگ‌شناسی شامل شیل، ماسه‌سنگ و میان‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک ماسه‌ای می‌باشد. بر اساس روزن‌داران بنتیک شناسایی شده و هم‌چنین ظهور و انقراض جنس‌ها و گونه‌های فسیلی در این محدوده زمانی، تعداد بازده زیست‌زون در نهشته‌های تریاس بالایی به شرح زیر شناسایی شد:

*Triasina hantkeni* Majzon, 1954, *Pilamminella falsofriedli* Salaj, Borza, Samuel, 1983, Concorence rang Zone, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, 1969. *Ophthalmidium exiguum* Koehn-Zaninetti, 1969. *Agathammina oustro alpina* Kristan-Tollmann, Tollmann (Michalík, Jendrejá-ková 1978; Michalík 1978). *Planiinvoluta regularis* Salaj, Borza & Samuel, 1983. *Tetrataxis inflata* Kristan, 1957. *Angulodiscus cummunis* Kristan, 1957. *Auloconus permodisoides* Oberhauser, 1964. *Glomospirella minima* Michalík, J., Jendrejáková, O., & Borza, K. (1979). *Ammodiscus parapriscus* Ho, 1959. Interval Zone

بر اساس زیست‌زون‌های شناسایی شده، بازه سنی توالی مورد مطالعه، نورین پسین تا رتین پسین پیشنهاد شده‌است که معادل عضوهای حوض خان و قدیر از سازند نایبند در ایران مرکزی است.

واژه‌های کلیدی: ایران مرکزی، بلوک لوت، تریاس پسین، سازند نایبند، زیست‌چینه‌نگاری.

## Biostratigraphy of upper Triassic deposits in Shahdad section (southern parts of the Lut Block), Central Iran

Nooshin Haddadi<sup>1</sup> and Massih Afghah\*<sup>1</sup>

1- Department of Geology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.  
Corresponding author: Massih Afghah: massihafg2002@yahoo.com

### Abstract:

To study the biostratigraphy of the Late Triassic deposits in the central Iran microcontinent, the Shahdad stratigraphic section located in the southern areas of the Lut Block was selected and sampled. The studied section is 340 meters in thickness and in terms of lithology, it mostly includes shale, sandstone, and interlayers of sandy limestone. Based on the identified benthic foraminifers, the number of 11 biozones includes:

*Triasina hantkeni* Majzon, 1954, *Pilammina falsofriedli* Salaj, Borza, Samuel, 1983, Concorence rang Zone, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, 1969. *Ophthalmidium exiguum* Koehn-Zaninetti, 1969. *Agathammina oustro alpina* Kristan-Tollmann, Tollmann (Michalík, Jendrejáková 1978; Michalík 1978). *Planiinvoluta regularis* Salaj, Borza & Samuel, 1983. *Tetrataxis inflata* Kristan, 1957. *Angulodiscus communis* Kristan, 1957. *Auloconus permodisoides* Oberhauser, 1964. *Glomospirella minima* Michalík, J., Jendrejáková, O., & Borza, K. (1979). *Ammodiscus parapriscus* Ho, 1959. Interval Zone in the Upper Triassic deposits. Based on the identified biozones, the age range of the studied sequences is suggested as Late Norian to Late Rhaetian, equivalent to the Howz-e Khan and Qadir members of the Nayband Formation in Central Iran.

**Keywords:** Central Iran, Lut block, Late Triassic, Nayband Formation, Biostratigraphy.

## مقدمه

مطالعات سنگ چینه نگاری، زیست چینه نگاری و زون بندی واحدهای تریاس بالایی بر مبنای مطالعات فسیل شناسی، زیست جغرافیای دیرینه و تغییرات فونایی امری مهم و ضروری می باشد. از نظر سنگ شناسی این واحدها بیشتر شامل شیل، سیلت سنگ، ماسه سنگ، سنگ آهک، دولومیت و برخی افق های زغالی می باشد که بر همین اساس به بخش های رسمی گلکان (شیل و ماسه سنگ)، بیدستان (شیل و ماسه سنگ با لایه هایی از سنگ آهک هوازده)، حوض شیخ (شیل، ماسه سنگ و زغال) و حوض خان (سنگ آهک گاهاً همراه با شیل و ماسه سنگ)، و بخش های غیر رسمی شامل بخش ۵ (شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ)، بخش ۶ (سنگ آهک) و بخش ۷ (ماسه سنگ) تقسیم کرده اند (Kluyver et al., 1983). در این میان، بطور کلی سن های دیرینه پیشنهاد شده بر پایه ظهور یا ناپدید شدن هر نوع فسیل مشخص و یا اجتماعات فسیلی آن نوع، لحاظ و براساس آنها، زون بندی این واحدها انجام شده است.

در این مطالعه، اساس زون بندی و تعیین سن نهشته ها بر مبنای فونای روزن داران صورت گرفته است. روزن داران، یکی از فراوان ترین آغازیان محیط های دریایی پلاژیک و بنتیک می باشند و پوسته آهکی آن ها در رسوبات دریایی به عنوان یکی از کارآمدترین ابزار زمین شناسی و فسیل شناسی برای زیست چینه نگاری به شمار می رود (Hendy et al., 2004; Field et al., 2006). همچنین راسته روزن داران به علت اندازه کوچک، فراوانی، حفظ شدگی آسان و پوسته های قابل تشخیص، جهت استفاده در چینه شناسی، ریزدیرینه شناسی، بوم دیرینه شناسی و آنالیزهای آماری دارای اهمیت زیادی می باشند.

بقایای روزن داران ارزش زیادی در زیست چینه نگاری، تعیین سن طبقات و تطابق رسوبات و

سازند نایبند به عنوان کهن ترین عضو گروه شمشک به سن تریاس پسین به طور گسترده ای در ایران مرکزی رخنمون دارد (شکل ۱) و به سبب دارا بودن ذخایر قابل توجه زغال سنگ از دیرباز دارای اهمیت زیادی برای زمین شناسان بوده است. بر همین اساس اطلاعات زمین شناسی درباره سازند نایبند نسبتاً زیاد است، تا جایی که تقریباً بر روی بیشتر رخنمون های شناخته شده این سازند مطالعات زمین شناسی انجام شده است.

با توجه به اینکه نهشته های متعلق به تریاس بالایی در بلوک های ایران مرکزی با توجه به عملکرد رخداد سیمین پیشین به دلیل دارا بودن ویژگی های جداگانه، متفاوت بوده و با توجه به فعالیت های ناهمسان بلوک های ایران مرکزی، نهشته های فوق دارای محیط های رسوبگذاری متنوعی می باشند (آقباتی، ۱۳۸۵، Seyed-Emami et al., 2004).

به همین دلیل، مطالعات برش های مختلفی از سازند نایبند در بلوک های مختلف ایران مرکزی می تواند حائز اهمیت باشد. در پژوهش حاضر به مطالعه زیست چینه نگاری این سازند در برش شهداد واقع در نواحی جنوبی بلوک لوت پرداخته شده است.

اکثر مطالعات صورت گرفته بر روی سازند نایبند علاوه بر روزن داران در مواردی مطالعاتی بر مبنای پالینومورفها، آثار فسیلی، اسفنج، بریوزوئرها و ماکروفسیل های این سازند شامل دوکفه ای ها، شکم پایان، سفالوپودها، مرجان ها و فسیل های گیاهی توسط محققان زیر صورت گرفته است:

Brönimann et al., 1971, 1974; Zaninetti & Brönimann, 1975; Kristan- Tollmann et al., 1979; Senowbari- Daryan, 1983, 1996, 2004; Senowbari- Daryan and Majidifard, 2005; Fursich et al., 2005; Senowbari- Daryan et al., 2010; Nützel et al., 2010; Senowbari- Daryan et al, 2011; Bayet- Gol and Daraei, 2017; Bayet- Goll et al., 2018; Krystyn et al., 2019.

بالاخره تجزیه و تحلیل های محیط های گذشته دارند. در این پژوهش، برش مورد مطالعه حاوی جنس و گونه های قابل توجهی از روزن داران است که بر اساس آن، ۲۳ گونه از ۲۱ جنس شناسایی شد و نتایج مطالعات فوق می تواند برای انطباق اجتماعات فونایی و رخساره های بلوک لوت با دیگر بلوک های مجاور در محدوده ایران مرکزی حائز اهمیت زیادی باشد.

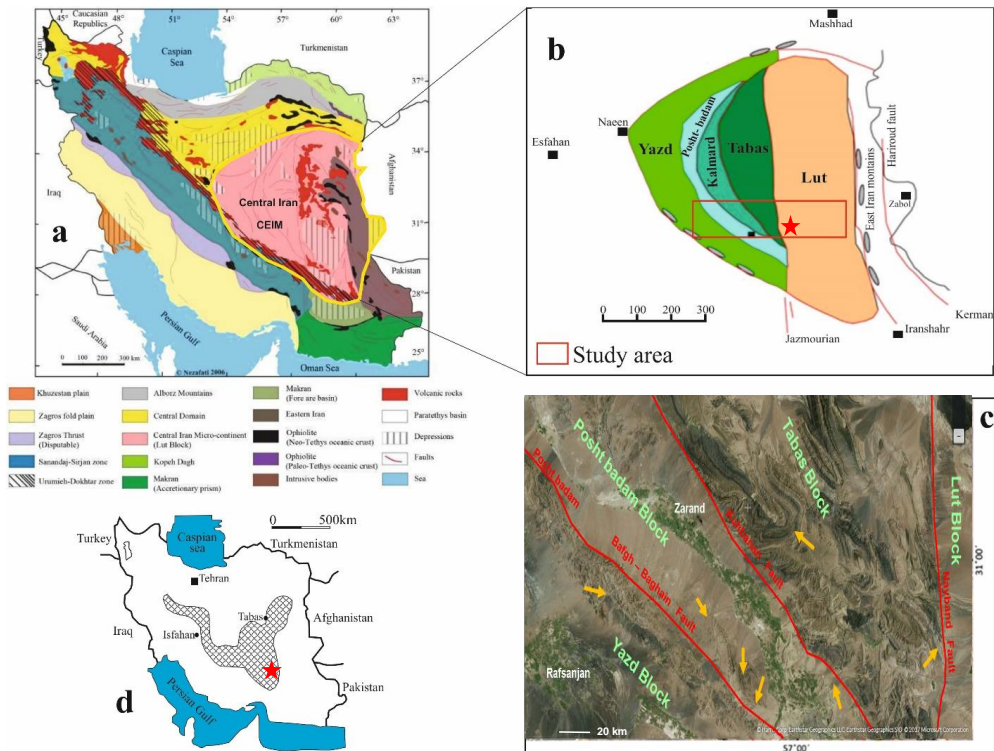
### زمین شناسی عمومی

منطقه مورد مطالعه بخش کوچکی از ایران مرکزی است که خود بخشی از ایران میانی در کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا بوده و از سوی شمال و شمال غرب، بوسیله گسل درونه (گسل کویر بزرگ)، از شرق بوسیله گسل نهبندان و از جنوب غرب بوسیله گسل نائین - دهشیر - بافت محدود می گردد. الگوی ساختاری حاکم بر این خرد قاره از نوع بلوک های جدا شده با گسل های عمده است که هر یک ویژگی جداگانه ای داشته و پویایی خرد قاره در همه جا یکسان نیست، بطوری که ناهمسانی های ساختاری - رسوبی گسترده سبب شده تا بتوان ایران مرکزی را از نظر ساختاری به نواحی چون بلوک های لوت، طبس، پشت بادام و یزد تقسیم نمود (شکل ۱) (آقانباتی، ۱۳۸۵). بخشی از گستره غربی شهر شهداد و اطراف آن از جمله منطقه مورد مطالعه در نواحی جنوبی بلوک لوت جای دارد. منطقه شهداد در شرق کرمان، کویر لوت و گسل نایبند را در غرب خود دربردارد که کوه هایی چون کوه طریق سر با ارتفاع حدود ۲۸۰۰ متر و کوه بیابان در مجاورت با گسل نایبند مرز تکتونیکی بین کویر لوت و ارتفاعات غربی آن را تشکیل می دهند، در ادامه جنوبی گسل نایبند، گسل سیرچ در مجاورت ارتفاعات غربی قرار دارد در حالی که گسل اندوهجرد نیز با انحنایی تند در منطقه کویر تا گسل قدیمی بم از آن جدا شده است.

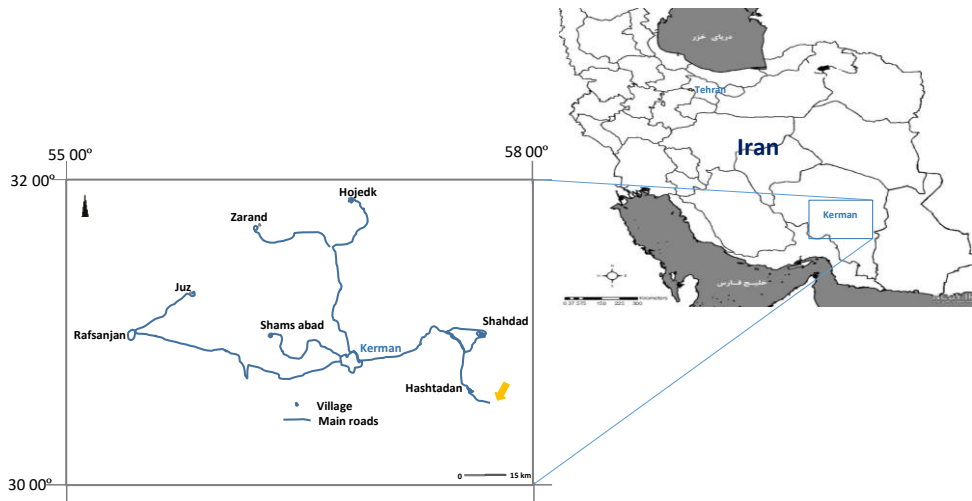
راستای رشته کوه های منطقه بیشتر شمال غربی - جنوب شرقی است که در زون ایران مرکزی، در بلوک طبس، (میان گسل نایبند و کوه بنان) واقع شده اند. بیرون زدگی های منطقه از لحاظ سنی بیشتر واحدهای مزوزوئیک در ارتفاعات و سنوزوئیک، پلیوسن و کواترنری در کویر است. در ارتباط با نهشته های مورد مطالعه بایستی اشاره نمود که در نتیجه عملکرد فاز کوهزایی سیمین و در اثر پیشروی دریا، سازند نایبند در محدوده زمانی تریاس بالایی در زون ایران مرکزی نهشته شده است که شامل ردیف های نسبتاً سبتر سیلیسی آواری - کربناته شامل شیل، ماسه سنگ، گاهاً سنگ آهک و افق های زغالدار می باشد. به طور کلی نهشته های تریاس بالایی با مشخصات عمومی سنگ شناسی شیل های سبز زیتونی تا تیره رنگ سیلتی - آهکی به همراه دولومیت های زرد نخودی نازک تا متوسط لایه و ماسه سنگ آهکی خاکستری تیره مشخص است که در قسمت های زیرین آن آغشتگی به آهن در حد فاصل سازند شتری قابل رؤیت است که بیانگر یک دوره خشکی زایی و یک ناپیوستگی فرسایشی بین این دو واحد می باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳). مشخصات سنگ شناسی سازند نایبند در برش مورد مطالعه شهداد در شکل های ۳ تا ۷ به تفصیل آمده است.

### موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی شهداد

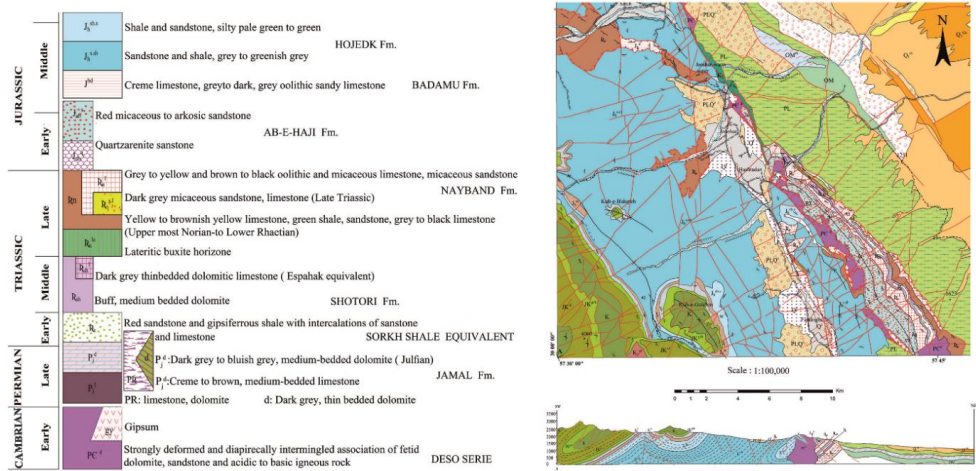
این برش در محدوده نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ کرمان و ۱:۱۰۰۰۰۰ شهداد و تقریباً در ۸۰ کیلومتری جنوب شهداد قرار دارد که در تصاویر ۲ تا ۷ تحت عنوان موقعیت برش چینه شناسی شهداد با مختصات جغرافیایی:  $30^{\circ}03'14''N$ ,  $57^{\circ}39'10''E$  آورده شده است. نمونه های سنگی برداشت شده از این برش با نام sh شماره گذاری شده و ضخامت این رخنمون ۳۴۰ متر است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی در جنوب ایران مرکزی.  
 (a) نقشه واحدهای رسوبی ساختاری ایران که موقعیت محدوده کلی ایران مرکزی در آن به تصویر کشیده شده است (اقتباس با اندکی تغییرات از (Nezafati,2006).  
 (b) محدوده ایران مرکزی و زیرپهنه های آن (اقتباس با تغییرات و رسم مجدد از آقائاتی، ۱۳۸۳).  
 (c) تصویر هوایی محدوده جنوبی ایران مرکزی و موقعیت بلوک های آن.  
 (d) گسترش چینه شناسی سازند نایبند در محدوده ایران مرکزی (اقتباس با اندکی تغییرات و رسم مجدد از (Seyed-Emami,1971

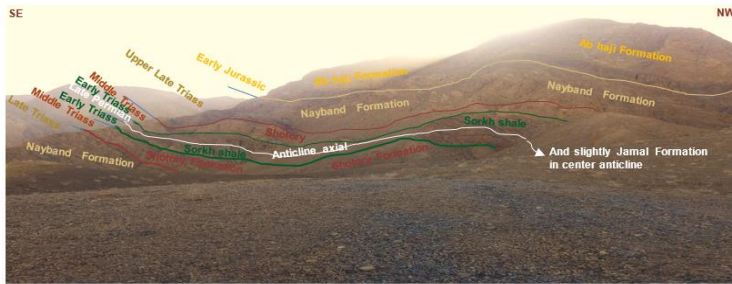


شکل ۲ - موقعیت کلی برش چینه شناسی شهداد و راه های دسترسی به آن در جنوب بلوک لوت و ایران مرکزی



شکل ۳ - نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ( برگرفته از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شهداد )

و موقعیت برش چینه شناسی شهداد



شکل ۴- نمایی از برش چینه شناسی شهداد. دید به سمت جنوب غربی



شکل ۵- مرز بین سازندهای نایبند و شتری

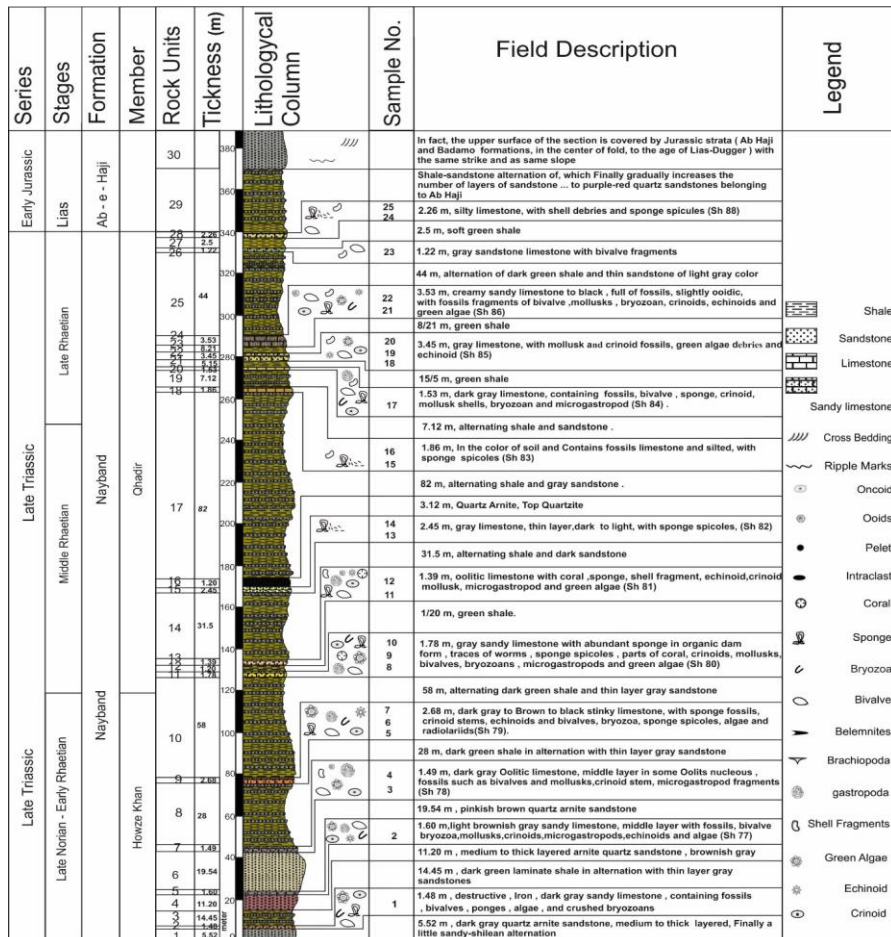


شکل ۶- مرز بین سازندهای نایبند و آب حاجی

روش مطالعه

در این پژوهش به منظور مطالعات زیست چینه نگاری سازند نایبند، برش چینه شناسی شهاد، در بلوک لوت با ضخامت ۳۴۰ متر انتخاب و نمونه برداری گردید. در طی عملیات صحرایی بر اساس ویژگی های صحرایی و تعداد محدود لایه های کربناته ماسه سنگی، نمونه های سنگی برداشت و با نام اختصاری Sh شماره گذاری و مقاطع نازک

میکروسکوپی از آنها تهیه، و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان و منابع متعدد مطالعه و بررسی و روزن داران موجود شناسایی شدند. جهت شناسایی روزن بران شاخص از منابعی نظیر Loeblich & Donatmilanes, 1988, Fadel-Boudagher, 2008, Tappan, 1988, Adams & Bourgeois, 1967 و دیگر مقالات مرتبط استفاده گردید



شکل ۷. ستون سنگ چینه نگاری سازند نایبند در برش شهاد

## زیست چینه نگاری

تاکنون زون بندی رسمی برای نهشته های سازند ناینبد در محدوده سنی تریاس بالایی ارائه نگردیده است. ولی با توجه به ویژگی هایی نظیر فراوانی، تنوع بالا و همچنین تعدد قابل توجه از اولین ظهور و آخرین ظهور فونای روزن داران در محدوده سنی مذکور، فونای مزبور از نظر زیست چینه نگاری در توالی های سازند ناینبد، می توانند جزء عناصر دیرینه زیستی بسیار مهمی از نظر تعیین سن زمین شناسی به شمار روند. تغییرات لیتولوژیکی برش مورد مطالعه می تواند مرتبط با رسوبگذاری و شرایط آب و هوایی بوده و در نتیجه نحوه توزیع فونای فسیلی، تجمعات آنها و موقعیت زون بندی را تحت الشعاع قرار دهد.

مؤلفان مختلفی نظیر: Zaninetti, 1976; Vachard and Fontaine, 1988; Altiner and Koçyiğit, 1993; Rettori et al., 1994; Rettori, 1995; Muttoni et al., 1996; Marquez, 2005; Kobayashi et al., 2006; Luka Gale, 2012; Lehrmann et al., 2015; بایوزوناسیون محدوده تریاس را بر اساس فونای فرامینیفری مورد مطالعه قرار داده اند. در بسیاری از موارد، بایوزوناسیون استاندارد جهانی که در نقاط مختلف مورد استفاده قرار گیرد، بدست نیامده است. با توجه به اینکه در محدوده سنی تریاس، بیشتر با زون بندی های فرامینیفری محلی مواجه هستیم که این امر، انطباق را نیز تحت الشعاع قرار می دهد.

بر مبنای مطالعات صورت گرفته در تریاس حوضه های اروپا یا آلپ شامل اسپانیا، بلغارستان، لهستان، مجارستان، سوئیس، (Salaj, 1969, 1978; Salaj et al., 1983; Salaj et al., 1988; Trifonova, 1978a, b, 1992, 1993; Gazdzicki et al., 1975; Orovecz-Scheffer, 1987)، و همچنین برخی حوضه های آسیا شامل بخش هایی از ترکیه و قفقاز (Zaninetti and Dağer, 1978; Efimova, 1991) هیچکدام از

مطالعات منجر به ایجاد چارچوبی از زوناسیون فرامینیفری در تریاس نشده است و دلیل این امر بر اساس مطالعات اشاره شده فوق در نقاط مختلف دنیا، برخی مسائل و ایرادات تاکسونومیک، کالیبره کردن ضعیف محدوده زمانی تاکسای مورد استفاده در زون بندی و کنترل شدید رخساره های توزیع تاکسای فرامینیفری در طول تریاس می باشد که تمامی این عوامل مانع ایجاد زون بندی استاندارد جهانی می باشد (Altiner et al., 2021).

بر مبنای مطالعات زیست چینه نگاری می توان به تفاوت های موجود در مناطق مختلف پی برد و اجتماعات فسیلی خاص هر منطقه را مشخص نمود که در این پژوهش سعی شده به این مهم در مناطق مورد مطالعه پرداخته شود. در منطقه مورد مطالعه نیز، با توجه به این که تغییرات لیتولوژیکی نهشته های تریاس پسین در ارتباط مستقیم با شرایط رسوب گذاری و اقلیمی بوده، در نتیجه پراکندگی جمعیت های زیستی و بیوسنوزهای موجود در رابطه با تحولات دیرینه بوم شناسی دچار تغییرات آشکاری شده اند.

بطور کلی در مطالعه حاضر تعداد ۲۳ گونه از ۲۱ جنس شناسایی، و گستره های سنی آنها بر مبنای تداخل زمانی ناشی از انقراض یا ناپدید شدن و ظهور این گونه ها صورت پذیرفته است. روزن داران سازند ناینبد در برش مورد مطالعه شه داد دارای فراوانی کم ولی در عین حال تنوع قابل توجهی می باشند. خانواده هایی نظیر Permodiscidae, Ammodiscidae, Turrispirulinidae, Frondicularidae دارای بیشترین فراوانی در برش های مورد مطالعه در پژوهش حاضر بوده اند که مهم ترین روزن داران شناسایی شده عبارتند از:

*Triasina hantkeni* Majzon, 1954, *Pilaminella falsofriedli* Salaj, Borza, Samuel, 1983, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, 1969. *Ophthalmidium* Koehn-Zaninetti, 1969. *Agathammina*

Category: Interval zone

Age: Late Norian - Early Rhaetian

Author: Kristan, 1957 Definition: Interval from first occurrence of *Triassina hantkeni*, *Angulodiscus cummunis*, *Rectoglandolina tenuis*, to first occurrence of *Tetrataxis inflata*, *Glomospira minima*, *Trochammina almtalensis*.

2. (Interval zone B) *Trochammina almtalensis* Biozone

اجتماعات فسیلی زیست‌زون فوق توسط اولین حضور گونه‌های *Tetrataxis inflata*, *Auloturtus bronimanni*, *Glomospira minima*, *Trochammina almtalensis* در بخش زیرین مشخص گردیده و تا اولین حضور *Agathammina oustroalpina* و همچنین ناپدید شدن *Triassina hantkeni* در بخش بالایی ادامه می‌یابد که نشان‌دهنده بازه سن زمین‌شناسی نورین پسین - رتین پیشین می‌باشد. این زیست‌زون ۲۷/۲۵ متر ضخامت داشته و از ضخامت ۷ متری تا ۳۴/۲۵ برش مورد مطالعه را شامل می‌شود. سایر گونه‌های همراه در این زون بیشتر شامل *Permodiscus praecommunis*, *Nodosaria sumatrensis*, *Lenticulina* sp., می‌باشد.

Category: Interval zone

Age: Late Norian - Early Rhaetian

Author: *Trochammina almtalensis*, Koehn-Zaninetti, 1969.

Definition: Interval from first occurrence of *Tetrataxis inflata*, *Auloturtus bronimanni*, *Glomospira minima*, *Trochammina almtalensis*, *Glomospira minima*, to first occurrence of *Agathammina oustroalpina*, and last occurrence of *Triassina hantkeni*.

3. (Concurrence rang Zone A) *Triassina hantkeni* Biozone

*oustro alpina* Kristan-Tollmann, Tollmann (Michalík, Jendrejá- ková 1978; Michalík 1978). *Planiinvoluta regularis* Salaj, Borza & Samuel, 1983. *Tetrataxis inflata* Kristan, 1957. *Angulodiscus cummunis* Kristan, 1957. *Auloconus permodiscoides* Oberhauser, 1964. *Glomospirella minima* Michalík, J., Jendrejáková, O., & Borza, K. (1979). *Ammodiscus parapriscus* Ho, 1959.

محدوده گسترش این روزن‌داران نیز در شکل ۸ آمده است. چنانچه ذکر شد برای این تاکسون‌ها تاکنون زون بندی دقیقی انجام نشده و بایوزون‌های توالی مورد مطالعه محلی بوده و تا حدودی در دیگر بلوک‌های ایران مرکزی قابل ردیابی هستند. فونای روزن‌داران و سیستما تیک تاکسون‌های تریاس بالایی، براساس روزن‌داران بنتیک در حوضه تیس، در جنوب شرق آلب معرفی شده‌اند که می‌توان به مطالعات (Luka Gale (2012 اشاره کرد. بنابراین با توجه به فراوانی و پراکندگی روزن‌داران در توالی مورد مطالعه، بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری انجام و منجر به شناسایی ۱۱ زیست‌زون گردید که توصیف آنها به شرح زیر است (شکل ۸ و پلیت های ۱، ۲، ۳):

1. (Interval zone A) *Angulodiscus cummunis* Biozone

اجتماعات فسیلی زیست‌زون فوق توسط اولین حضور گونه‌های *Triassina hantkeni*, *Angulodiscus cummunis*, *Rectoglandolina tenuis* در بخش زیرین مشخص گردیده و تا اولین حضور *Tetrataxis inflata*, *Trochammina almtalensis*, *Glomospira minima* در بخش بالایی ادامه می‌یابد که نشان دهنده بازه سن زمین‌شناسی نورین پسین - رتین پیشین می‌باشد. ۷ متر ضخامت قاعده‌ای این برش زیست‌زون فوق می‌باشد. سایر گونه‌های همراه در این زون بیشتر شامل *Nodosaria sumatrensis*, *Lenticulina* sp., *Permodiscus praecommunis* است.

یا آخرین حضور، *Triasina hantkeni* در بخش پایینی برش مورد مطالعه تا اولین حضور *Involutina liassica*، *Ophthalmidium exiguum*، و در بخش بالایی می باشد. این زیست زون نشان دهنده گستره سنی رتین پیشین می باشد. ضخامت ۳۴/۲۵ متری برش مورد مطالعه تا ۵۶ متری که به ضخامت ۲۱/۷۵ متر می باشد را این زیست زون به خود اختصاص داده است. سایر گونه های همراه در این زون بیشتر شامل *Nodosaria sumatrensis*، *Permodiscus praecommunis*، *Lenticulina* sp.، *Angulodiscus cummunis*، *Auloturtus bronnimanni*، می باشد.

Category: Interval zone

Age: Early Rhaetian

Author: *Agathammina oustroalpine*, Kristan-Tollmann, Tollmann (Michalík, Jendrejá-ková 1978; Michalík 1978).

Definition: Interval from first occurrence of *Agathammina oustroalpina*, and last occurrence of *hantkeni*, to first occurrence of *Involutina liassica*، *Ophthalmidium exiguum*، *Triasina*

5. (Interval zone D) *Ophthalmidium exiguum* Biozone

اجتماعات فسیلی زیست زون فوق توسط اولین حضور گونه های *Ophthalmidium exiguum*، *Involutina liassica*، *Permodiscus minutus* در بخش زیرین مشخص گردیده و تا اولین حضور *Regularis*، *Planiinvoluta*، *Robuloides* sp.، در بخش بالایی ادامه می یابد که نشان دهنده بازه سن زمین شناسی رتین پیشین می باشد. این زیست زون ۱۱ متر ضخامت داشته و از ضخامت ۵۶ متری تا ۶۷ متری برش مورد مطالعه را شامل می شود.

Age: Late Norian - Early Rhaetian

Author: *Ophthalmidium exiguum*، Koehn-Zaninetti, 1969.

Definition: Interval from first occurrence of *Ophthalmidium exiguum*، *Involutina liassica*، *Permodiscus minutus*،

اجتماعات فسیلی زیست زون فوق توسط اولین حضور گونه های *Trochammina almtalensis*، *Tetrataxis inflata*، *Auloturtus bronimanni*، *Auloconus permodiscoides*، در بخش پایینی تا آخرین حضور گونه *Triasina hantkeni* در بخش بالایی مشخص می گردد که نشان دهنده بازه سن زمین شناسی نورین پسین - رتین پیشین می باشد. ۷ متر ضخامت قاعده ای این برش زیست زون فوق می باشد. سایر گونه های همراه در این زون بیشتر شامل *Nodosaria sumatrensis*، *Lenticulina* sp.، *Permodiscus praecommunis*، است.

در اینجا تنها زیست زون شناسایی شده استاندارد جهانی که در تعیین سن دقیق این زیست زون مهم است، زیست زون *Triasina hantkeni* Biozone است که توسط *Louissette Zaninetti* و همکاران (۱۹۹۲) نامگذاری شده و در شمال غرب استرالیا به سن نورین پسین - رتین پیشین شناسایی شده است و در سراسر قلمرو تیس نیز تعریف می شود:

براساس قوانین چینه نگاری بین المللی:

*Triasina hantkeni* defines Lat Norian - Lower Rhaetian

*Triasina hantkeni* Biozone (Gazdzicki et al., 1979; Gazdzicki, 1983; Gazdzicki and Reid, 1983; Abate et al., 1984; Ciarapica and Zaninetti, 1985; Vachard and Fontaine, 1988) throughout the Tethys realm.

Category: Concurrence rang Zone

Age: Late Norian - Early Rhaetian

Author: *Triasina hantkeni*، Majzon, 1954,  
Definition: Interval from first occurrence of *Trochammina almtalensis*، *Tetrataxis inflata*، *Auloconus permodiscoides*، *Auloturtus bronimanni*، to last occurrence of *Triasina hantkeni*.

4. (Interval zone C) *Agathammina oustroalpina* Biozone.

زیست زون فوق قابل انطباق با اولین حضور *Agathammina oustroalpina*، و ناپدید شدن و

گونه‌های همراه در این زون به شرح زیر است:  
*Lenticulina* sp., *Nodosaria sumatrensis*,  
*Permodiscus praecommunis*, *Auloturtus*  
*broenimanni*, *Agathammina oustroalpina*,  
*Angulodiscus cummunis*, *Angulodiscus*  
*gaschei*, *Tetrataxis inflata*.

Age: Late Norian - Early Rhaetian

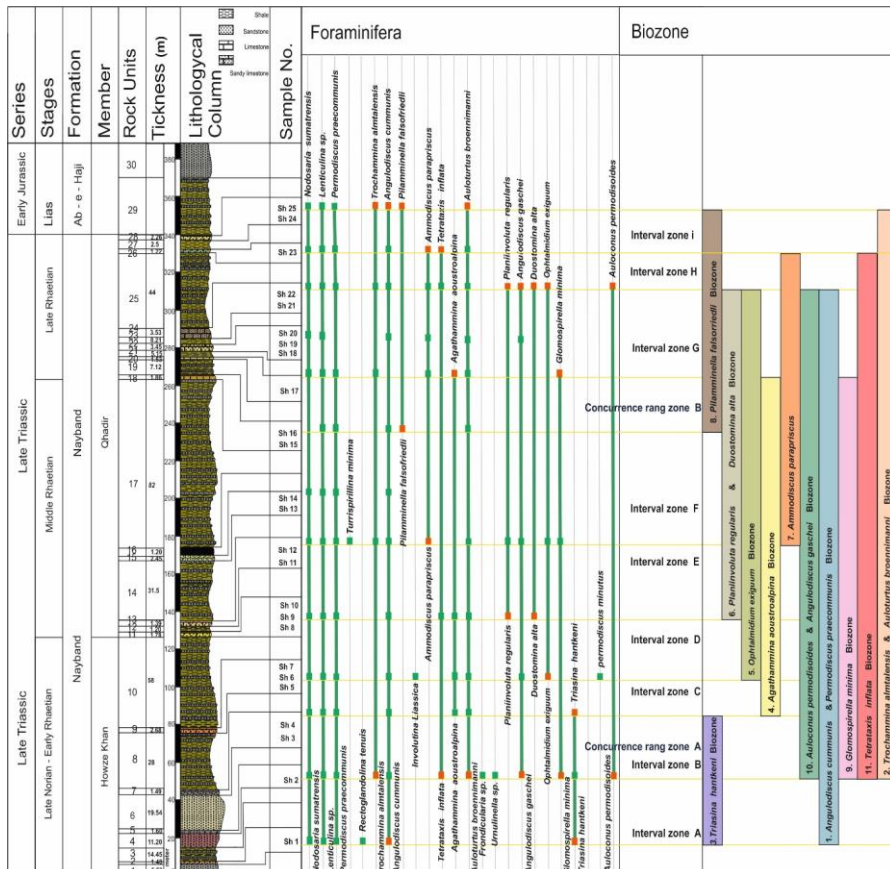
Author: *Planiinvoluta regularis*, Salaj,  
 Borza & Samuel, 1983.

Definition: Interval from first occurrence  
 of *Regularis Dustomina alta*,  
*Planiinvoluta regularis*, to first  
 occurrence of *Ammodiscus parapriscus*.

*Robuloides* sp., to first occurrence of  
*Robuloides* sp., *Planiinvoluta Regularis*,

6. (Interval zone E) *Planiinvoluta*  
*regularis* Biozone.

زیست‌زون فوق قابل انطباق با اولین حضور  
*Dustomina Planiinvoluta regularis*,  
*alta*, تا اولین حضور *Ammodiscus*  
*parapriscus* می‌باشد. این زیست زون نشان  
 دهنده گستره سنی رتین میانی می‌باشد و با  
 ضخامت ۲۷ متر از ۶۷ تا ۹۴ متری برش مورد  
 مطالعه را به خود اختصاص داده است. سایر



شکل ۸. گستره سنی روزن داران کفزی و زیست‌زون های شناسایی شده در برش مورد مطالعه

Category: Concurrence rang Zone

Age: Late Rhaetian

Author: *Pilamminella falsofriedli*, Salaj, Borza, Samuel, 1983,

Definition: Concurrence rang Zone from first occurrence of *Pilamminella falsofriedli*, to last occurrence of *Glomospirella minima*, *Agathammina oustroalpina*.

9. (Interval zone G) *Glomospirella minima* Biozone

اجتماعات فسیلی زیستزون فوق توسط اولین حضور گونه های *Glomospirella minima*,

*Agathammina oustroalpina*, در بخش زیرین مشخص گردیده و تا آخرین حضور

*Dostomina alta*, *Planiinvoluta regularis*, *Auloconus*, *Angulodiscus gaschei*, *permodiscoides* در بخش بالایی ادامه می یابد

که نشان دهنده بازه سن زمین شناسی رتین پسین می باشد. این زیستزون 103 متر ضخامت داشته و

از ضخامت ۱۸۹ متری تا ۲۹۲ متری برش مورد مطالعه را شامل می شود. از دیگر گونه های همراه

زیستزون فوق می توان به موارد زیر اشاره نمود:

*Lenticulina* sp., *Nodosaria sumatrensis*, *Permodiscus praecommunis*, *Trochammina almtalensis*, *Auloturtus bronnimanni*, *Agathammina oustroalpina* *Glomospira minima*

Category: Interval Zone

Age: Late Rhaetian

Author: *Glomospirella minima*, Michalík, J., Jendrejáková, O., & Borza, K. (1979).

Definition: Interval Zone from first occurrence of *Glomospirella minima*, *Agathammina oustroalpina*, to last occurrence of *Angulodiscus gaschei*, *Dostomina alta*, *Auloconus permodiscoides*.

11. (Interval zone H) *Auloconus permodiscoides* Biozone

محدوده این زیستزون توسط آخرین حضور

گونه های *Dostomina* *Angulodiscus gaschei*,

*Auloconus Planiinvoluta regularis*, *alta*, *Ophthalmidium exiguum*, *permodiscoides*,

7. (Interval zone F) *Ammodiscus parapriscus* Biozone

اجتماعات فسیلی زیستزون فوق توسط آخرین حضور گونه های *Ammodiscus parapriscus*,

*Turrispirillina minima*, در بخش زیرین مشخص گردیده و تا اولین حضور *Pilamminella*

*falsofriedli* در بخش بالایی ادامه می یابد که نشان دهنده بازه سن زمین شناسی رتین میانی

می باشد. این زیستزون ۱۸ متر ضخامت و از ضخامت ۹۴ متری تا ۱۱۲ متری برش مورد مطالعه

را شامل می شود. از گونه های همراه این زون می توان به انواع زیر اشاره کرد:

*Lenticulina* sp., *Permodiscus praecommunis*, *Auloturtus bronnimanni*, *Planiinvoluta regularis*, *Angulodiscus gaschei*, *Nodosaria sumatrensis*, *Glomospirella minima*.

Age: Middle Rhaetian

Author: *Ammodiscus parapriscus*, Ho, 1959.

Definition: Interval from last occurrence of *Ammodiscus parapriscus*, *Turrispirillina minima*, to first occurrence of *Pilamminella falsofriedli*.

8. (Concurrence rang Zone B) *Pilamminella falsofriedli* Biozone

اجتماعات فسیلی زیستزون فوق توسط اولین در *Pilamminella falsofriedli* حضور گونه

بخش زیرین مشخص گردیده و تا آخرین حضور *Glomospirella minima*, *Agathammina oustroalpina*,

در بخش بالایی ادامه می یابد که نشان دهنده بازه سن زمین شناسی رتین پسین می

باشد. این زیستزون ۷۷ متر ضخامت و از ضخامت ۱۱۲ متری تا ۱۸۹ متری برش مورد مطالعه را

شامل می شود. از دیگر گونه های همراه با یوزون فوق می توان به مواردی زیر اشاره نمود:

*Lenticulina* sp., *Permodiscus praecommunis*, *Auloturtus bronnimanni*, *Planiinvoluta regularis*, *Angulodiscus gaschei*.

occurrence of *Permodiscus praecommunis*, *Nodosaria sumatrensis*, *Pilamminella falsofriedli*, *Auloturtus bronimanni*, *Angulodiscus cummunis*, همانطوری که اشاره شد تاکنون زیست‌زون‌های رسمی برای سازند نایبند پیشنهاد نشده است و برای دستیابی به زیست‌چینه‌نگاری قابل استناد از مواردی نظیر اجتماعات فسیلی روزن‌داران، اولین ظهور و آخرین ظهور فونای مزبور در این مطالعه استفاده گردیده‌است. براساس زیست‌زون‌های محلی شناسایی شده فوق، دیرینگی ترادف‌های مطالعه شده در برش شهداد، سن نورین پسین تا رتین پسین پیشنهاد می‌گردد. بدین ترتیب برش مورد مطالعه می‌تواند معادل عضوهای حوض‌خان و قدیر از سازند نایبند در نظر گرفته شوند که با توالی‌های تریاس بالای جنوب شرق آلپ در حوضه تتیس همخوانی و مطابقت دارند.

#### نتیجه گیری

مطالعه زیست‌چینه‌نگاری سازند نایبند در برش شهداد واقع در جنوب بلوک لوت منجر به شناسایی ۲۳ گونه از ۲۱ جنس روزن‌داران بنتیک گردیده‌است. بر این اساس تعداد ۱۱ زیست‌زون شامل

*Triasina hantkeni*, *Pilamminella falsofriedli*, *Concorance rang Zone Trochammina almtalensis*, *Ophthalmidium exiguum*, *Agathammina oustroalpina Planiinvoluta regularis*, *Angulodiscus cummunis*, *Ammodiscus paraprisicus*, *Interval Zone Auloconus permodiscoides*, *Glomospirella minima*, *Tetrataxis inflata*,

مربوط به روزن‌داران نهشته‌های تریاس بالایی شناسایی شدند. بر اساس زیست‌زون‌های محلی شناسایی شده، بازه سنی توالی‌های مورد مطالعه، نورین پسین - رتین پسین پیشنهاد شده است که معادل عضوهای حوض‌خان و قدیر از سازند نایبند در ایران مرکزی است.

در بخش زیرین مشخص گردیده و تا آخرین حضور *Tetrataxis inflata*, *Ammodiscus paraprisicus* در بخش بالایی ادامه می‌یابد که نشان‌دهنده بازه سن زمین‌شناسی رتین پسین می‌باشد. این زیست‌زون ۷۲ متر ضخامت داشته و از ۲۹۲ تا ۳۳۴ متری برش مورد مطالعه را شامل می‌شود. از دیگر گونه‌های همراه بایوزون فوق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

*Lenticulina* sp., *Nodosaria sumatrensis*, *Permodiscus praecommunis*, *Auloturtus bronnimanni*, *Angulodiscus* sp.

Category: Interval Zone

Age: Late Rhaetian

Author: *Auloconus permodiscoides*, Oberhauser, 1964

Definition: Interval Zone from last occurrence of *Planiinvoluta regularis*, *Dostomina alta*, *Angulodiscus gaschei*, *Ophthalmidium exiguum*, *Auloconus permodiscoides*, to last occurrence of *Tetrataxis inflata*, *Ammodiscus paraprisicus*.

11. (Interval zone I) *Tetrataxis inflata* zone

اجتماعات فسیلی زیست‌زون فوق توسط آخرین حضور گونه‌های *Tetrataxis inflata*, *Ammodiscus paraprisicus* در بخش زیرین مشخص گردیده و تا آخرین حضور *Permodiscus praecommunis*, *Nodosaria sumatrensis*, *Pilamminella falsofriedli*, *Auloturtus bronimanni*, *Angulodiscus cummunis* در بخش بالایی ادامه می‌یابد که نشان‌دهنده بازه سن زمین‌شناسی رتین پسین می‌باشد. این زیست‌زون ۶ متر ضخامت داشته و از ۳۳۴ تا ۳۴۰ متری برش مورد مطالعه را شامل می‌شود.

Category: Interval Zone

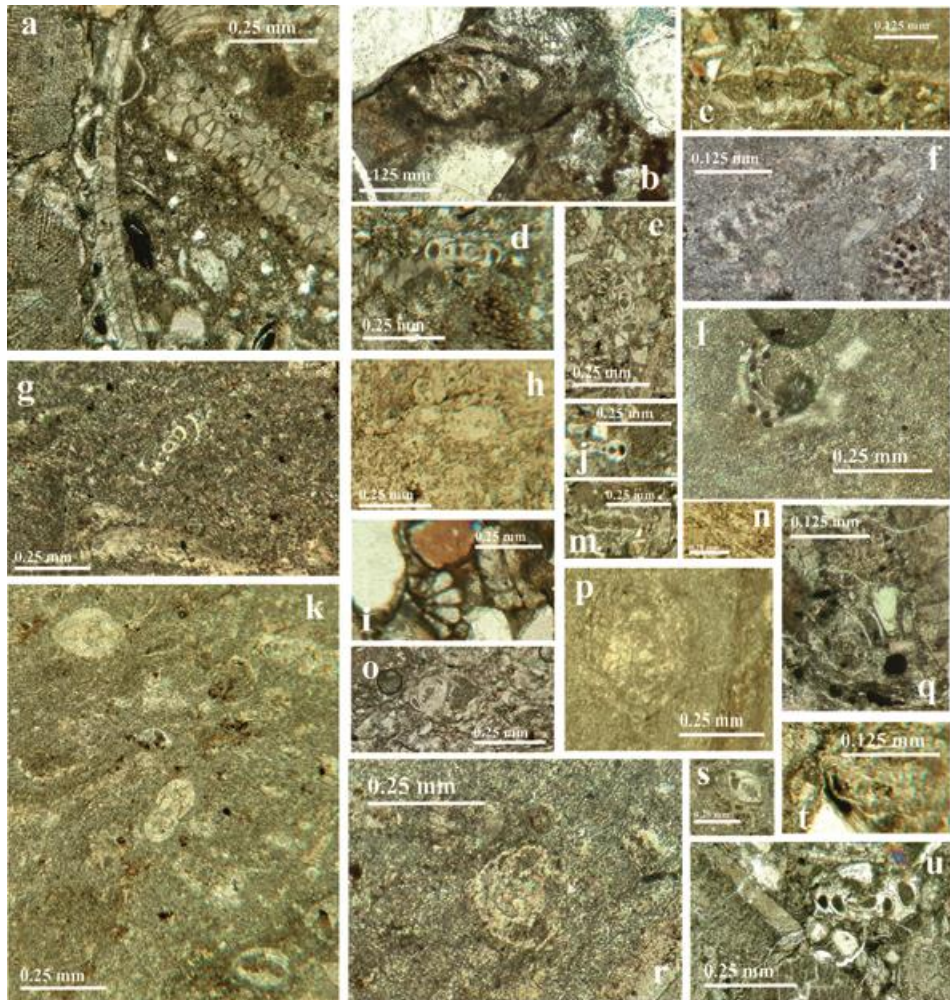
Age: Late Rhaetian

Author: *Tetrataxis inflata*, Kristan, 1957.

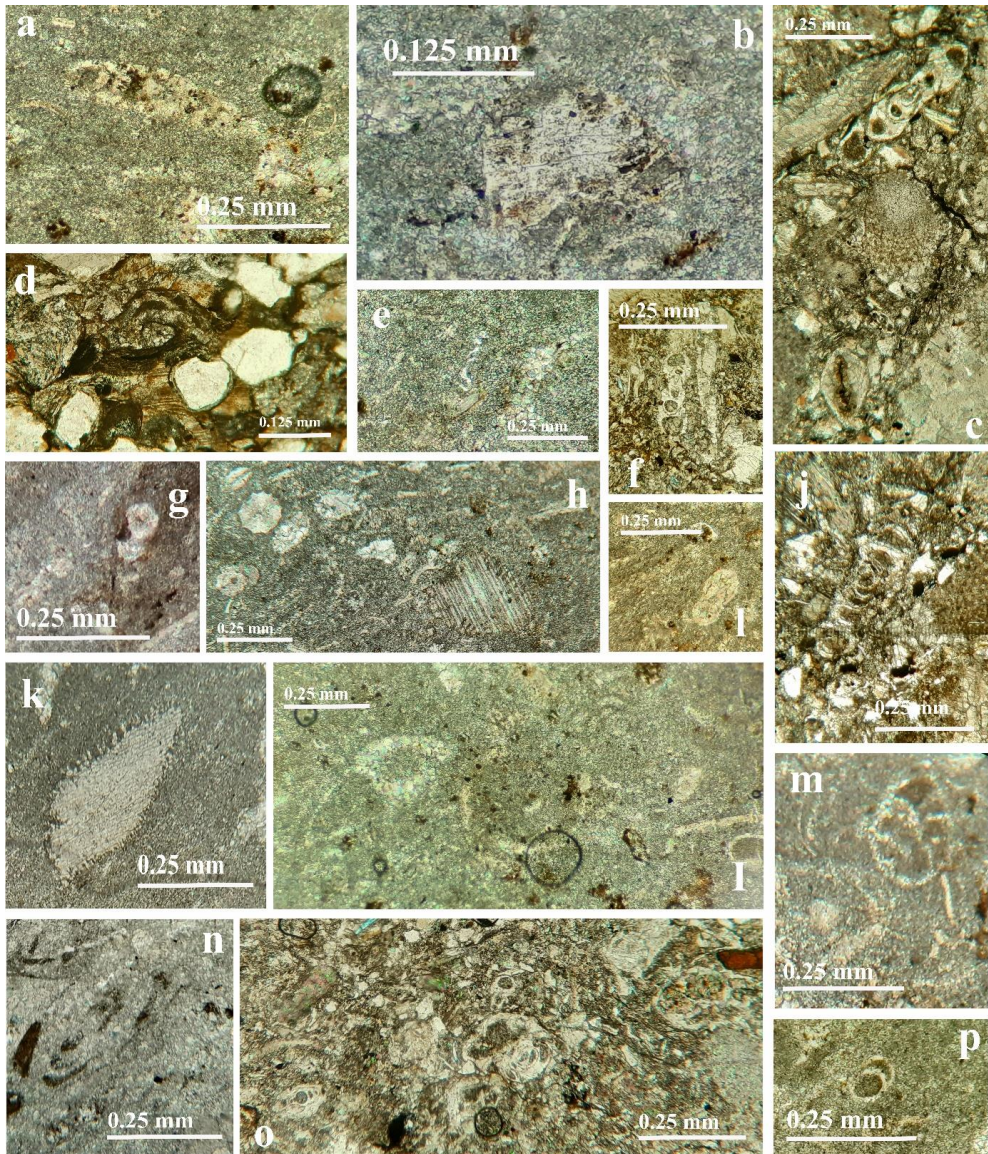
Definition: Interval Zone from last occurrence of *Tetrataxis inflata* *Ammodiscus paraprisicus*, to last

تتیس بویژه آمریکای شمالی و اروپا و در نهایت در قلمرو شمالی (Boreal) از جمله چین مشابهت دارد. حوضه مذکور به همراه حوضه های تریاس بالکان کارپات و آلپ در حاشیه غیر فعال جنوبی (passive margin) پالتوتتیس یا به عبارتی در حاشیه جنوبی خشکی اوراسیا قرار داشته است.

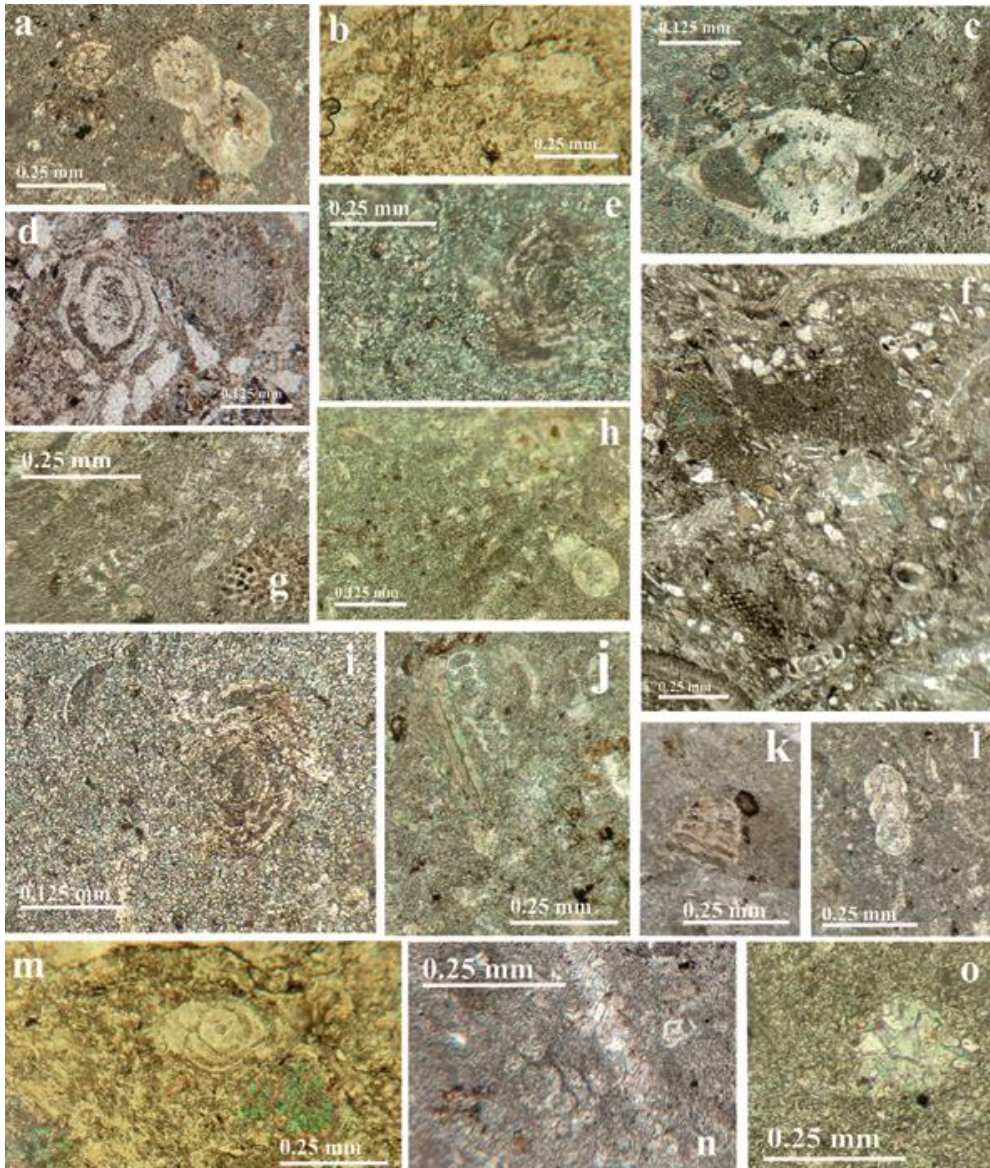
این روزن داران به همراه اسفنج ها، مرجان ها، دوکفه ای ها، جلبک ها و گاهی بریوزوآها و براکیوپودها یافت می شوند که بیانگر کم عمق بودن محیط رسوبی آن است. بر اساس زون بندی مطالعه شده، حوضه این نهشته ها بواسطه داشتن اشکال diaster با اکثر حوضه های رسوبی تریاس



PL1- a/*Planinivoluta regularis*, in examples no. 8, 9, 10 and 15, 16 and 21, 22 Axial section in Fig. 8 b/ *Agathammina oustroalpina* in example no.4 and 6, 9, 17 Axial section in Fig. 8 c,k,m,t/*Nodosaria* sp., Longitudinal section d,e, g,o,p,u,r,s/*Angulodiscus communis*, Axial section f/*Angulodiscus expansus*, Longitudinal section h,j,n/*Permodiscus praecommunis*, Axial section i/*Duostomina alta*, in examples no. 8, 9, 10 and 21, 22 in Fig. 8 k/*Nodosaria sumatrensis*, Longitudinal section p/*Pilamminella falsofriedli*, in examples no. 16 and 25, Axial section l,q/*Turrispirillina minima*, in examples no. 11, 12 Axial section in Fig. 8



PL2- a /*Fronicularia* sp., in example no.2 Longitudinal section in Fig. 8 b/*Tetrataxis* inflate, in examples no. 21, 22 Axial section in Fig. 8 h/*Auloconus permodiscoides*, d/*Ophthalmidium exiguum*, in examples no. 5, 6, 7 and 21, 22 Axial section e,f,o,c/*Angulodiscus communis*, o/*Permodiscus praecommunis*, Axial section l,p/*Nodosaria sumatrensis*, k/*Algae debries*, *Accicolaria* sp., Longitudinal section g/*Rectoglandulina tenuis*, in example no. 1 Longitudinal section j/*Angulodiscus cummunis*, in examples no. 1, 3, 4 and 8, 9, 10 and 11, 12, 13,14 and 15, 16 and 18, 19, 20 and 21, 22 and 23, 24, 25 Axial section in Fig. 8 i/*Glomospirella minima*, *Aulotortus oscillens*, examples no.2 and 12, 17 Transverse section m/*Trochammina almtalensis*, in examples no.2, 12, 17 and 22,25 Axial section n/*Aulotortus broemmimanni*, in examples no. 5, 6, 7 and 24, 25 Axial section.



PL3- a,l,h/ *Nodosaria sumatrensis*, in examples no.12, 17, 20, 22, 23 Longitudinal section  
 b/*Permodiscus praecommunis*, Axial section c/*Lenticulina* sp., i/*Triassina hantkeni*, o/*Auloconus permodiscoides*, in examples no. 2 and 21, 22 Axial section in Fig. 8 j, g/ *Angulodiscus communis*, Axial section n/*Glomospirella minima*, in examples no. 2, 17 and 7 Axial section in Fig. 8 k/*Tetraxis inflata*, in examples no. 2, 8, 9, 10 and 23 Axial section f/*Angulodiscus communis*, *Permodiscus praecommunis*, Axial section d,e, m/*Ophthalmidium exiguum*, in examples no.5, 6, and 7 Axial section in Fig. 8

- Culver, S. J. (2000). Global latitudinal species diversity gradient in deep-sea benthic foraminifera. Volume 47, Issue 2, February 2000, Pages 259-275.

- Ciarapica, G., and Zaninetti, L., (1985). *Gandinella apenninica*, n. gen., n. sp. Foraminifère) dans le Trias supérieur (Rhetien, Biozone à *Triasina hantkeni*). Du Monte Cetona, Apennin Septentrional. *Revue de Paléobiologie*. v. 4, p. 307-310. ,

- Donatomilanes, S. (1988). Southern Tethys Biofacies. Agip Stratigraphic Department. *National Iranian Oil Company*.

- Efimova, N.A., (1991). Triassic System, in Azbell, A.Y., and Grigelis, A.A., eds. Practical Manual on Microfauna of the USSR, Volume 5, Mesozoic Foraminifers. *Leningrad*, Nedra, p. 16-25.

- Gale, L. (2012). Rhaetian foraminiferal assemblage from the Dachstein Limestone of Mt Begunjsca (Košuta Unit, eastern Southern Alps). *Geologija*. 55(1). 17-44 .

- Gazdzicki, A., Trammer, J., and Zwizka, K., (1975). Foraminifers from the Muschelkalk of Southern Poland. *Acta Geologica Polonica*, v. 25. p. 285-298.

- Gazdzicki, A., et al. (1979). The Norian-Rhaetian boundary in the light of micropaleontological data. *Geologija*. 22(1).71-112.

- Gazdzicki, A., (1983). Foraminiferes and biostratigraphy of the Upper Triassic and Lower Jurassic of the Slovakian and Polish Carpathians. *Palaeontologia Polonica* 44.

- Gazdzicki, A., and Reid, P., (1983). Upper Triassic Involutinidae (Foraminifera) of Lime Peak in Yucon, Canada. *Acta geologica Polonica* 33(1-4).99-106. 33(1-4).99-106.

- Flugel, E. (1982). Microfacies of Carbonate Rocks. 652 p.

- Field, C.V., G.A. Schmidt, D. Koch, and C. Salyk, (2006). Modeling production and climate-related impacts on 10Be concentration in ice cores. *J. Geophys. Res.*, 111, D15107, doi: 10.1029/2005JD006410.

- Fürsich, T. et al. (2005). The upper Shemshak Formation (Toarcian-Aalenian) of the Eastern Alborz (Iran). Biota and palaeoenvironments during a transgressive - regressive cycle. *Facies* 51(1).365-384. DOI: 10.1007/s10347-005-0051-z.

## منابع

- Adams, T.D. and Bourgeois, F., (1967). Asmari Biostratigraphy. *Iranian Oil Operation Companies*, Geological and Exploration Division, Report. No. 1074: 6-11.

- Aghanbati, S. A. (2009). Iranian stratigraphic culture. Third volume. Triassic. *Geological Survey of the Iran*. 727 p.

- Aghanbati, S. A. (2006 -2010). Geology of Iran. *Geological Survey of the Iran*. 586 pp.

- Altner, D., and Koçyiğ it, A., (1993). Third remark on the geology of Karakaya Basin. An

- Anisian megablock in northern central Anatolia: micropaleontologic, stratigraphic and tectonic implications for the rifting stage of Karakaya Basin, Turkey. *Revue de Paléobiologie*, v. 12, p.1-17.

- Altner, D. et al., (2021). Triassic Foraminifera from the Great Bank of Guizhou, Nanpanjiang Basin, south China. Taxonomic account, biostratigraphy, and implications. *Journal of Paleontology*, page 1 of 53.

- BayetGoal, A. and Daraei, M. (2017). Ichnotaxonomic analysis of trace fossil assemblages of the Upper. Triassic Nayband Formation, Tabas Block, Central. Geopersia, *University of Tehran*, Volume 7, Issue 2. Serial Number 22287825. P. 199-218.

- BayetGoll, A. (2018). Cited by 20 - This study analyzes in detail the beds bearing Rhizocorallium in the Upper Triassic Nayband Formation (Tabas Block, Central Iran).

- BouDagher-Fadel M.K. (2018). Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. *UCL Press, London*.

- Borel G. D. & Stampfli G. M. (2002). Dynamic Plate Boundaries and Restored Synthetic Isochrons. The Indispensable Tools to Constrain Plate Tectonic Models.

- Brönnimann, P., et al., (1971). Lithostratigraphy and foraminifera of the Upper Triassic Nayband Formation, Iran. *Rev. Micropaleont.*, 14 (5): 7-16.

- Brönnimann, P., et al., (1974). Foraminifera Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia*, v. 80, p. 1-48.

- Brönnimann P., et al., (1975). Triassic foraminiferal biostratigraphy of the Kyuakme-Longtawkno area Northern Shan States, Burma. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 81(1): 1-30.

- Loeblich, L. and Tappan, H., (1988). Foraminiferal and their classification, *University of California*, Los Angeles.
- Marquez, L., (2005). Foraminiferal fauna recovered after the late Permian extinctions in Iberia and the westernmost Tethys area: *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology*, v. 229, p. 137–157.
- Muttoni, G., Kent, D.V., Meço, S., Nicora, A., Gaetani, M., Balini, M., Germani, D., and Rettori, R., (1996), Magnetobiostratigraphy of the Spathian to Anisian (Lower to Middle Triassic) Kçira section, Albania: *Geophysical Journal International*, v. 127, p. 503–514.
- Nezafati, (2006). Nabavi, (1976). Stocklin, (1968). Major geological subdivisions of Iran. The Khorasan Razavi Province is defined with a black boundary in the northeast of Iran.
- Nützel, A., (2005). Recovery of gastropods in the Early Triassic: *Comptes Rendus Palevol*, v. 4, p. 501–515.
- Nützel, A., Joachimski, M., López Correa, M., (2010). Seasonal climatic fluctuations in the Late Triassic tropics - high-resolution oxygen isotope records from aragonitic bivalve shells (Cassian Formation, Northern Italy). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 185, 194–204.
- Orovecz-Scheffer, A., (1987). Trias foraminifers of the Transdanubian Central Range: *Geologica Hungarica, serie Palaeontologica*, v. 50, p. 1-331.
- Partoazar, H., and Mehmoosh, M. (1999). Triassic in Iran. *Geological Survey of the Iran*. Book editing plan. Book No. 67. 279.
- Sabzehey, M. (1998). Geological map of Kerman. On a scale of 1:100000 No. 7450. *Geological Survey of the Iran*.
- Sahandi, M. R. (1991). Geological map of Kerman. On a scale of 250,000: 1. No. J10. *Geological Survey of Iran*.
- Salaj, J., (1969). Essai de zonations dans le Trias des Carpates occidentales d'après les foraminifères: *Geologické Práce*, v. 48, p. 123-128.
- Salaj, J., (1978). Contribution à la microbiostratigraphie du Trias des Carpates occidentales Tchécoslovaques: Actes du VI Colloque de Micropaléontologie, Tunis,
- Hendy I.L. et al., (2004). Intermittent existence of a southern Californian upwelling cell during submillennial climate change of the last 60 kyr. *Paleoceanography*, 19.
- Kalantari, A. (1986). Microfacies and Carbonate Rocks of Iran. *National Iranian Oil Company*. Publication No : 11.
- Kluyver, H. M., Tirrul, R., Chance, P. N., Johns, G. w., Meixner, H. (1983). Mandsupervised by Geological survey of Iran. Eftekhari Nezhad, J., Alavi Naini, M., Behrozi, A., Lotfi, M., Explanatory text of the Naybandan Quadrangle Map 1:250000. Geological Quadrangle No. Js . *Geological survey of Iran* 143p.
- Kobayashi, F., Martini, R., Rettori, R., Zaninetti, L., Ratanasthien, B., Saegusa H., and Nakaya, H., (2006). Triassic foraminifers of the Lampang Group (Northern Thailand): *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 27, p. 312–325.
- Kristan-Tollmann, E., Tollmann, A. & Hamedani, A. (1979). Beiträge zur Kenntnis der Trias von Persien. I. Revision der Triasgliederung, Rhätfazies im Raum von Isfahan und Kössener Faziesanschlag bei Waliabad SE Abadeh - Mitt. öster. geol. Ges. 70, 119-186, Wien.
- Krystyn, L. and Balini, M., (2019). Norian ammonoids from the Nayband Formation (Iran) and their bearing on Late Triassic sedimentary and geodynamic history of the Iran Plate. *RIVISTA ITALIANA DI PALEONTOLOGIA E STRATIGRAFIA.*, 248-231: 125, DOI:10.13130/2039-4942/11412.
- Lehrmann, D.J., Stepchinski, L., Altner, D., Orchard, M.J., Montgomery, P. Enos, P., Ellwood, B.B., Bowring, S.A., Ramezani, J., Wang, H., Wei, J, Yu, M., Griffiths, J.D., Minzoni, M., Schall, E.K., Li, X., Meyer, K.M and Payne, J.L., (2015). An integrated biostratigraphy (conodonts and foraminifers and chronostratigraphy) (paleomagnetic reversals, magnetic susceptibility elemental chemistry, carbon isotopes and geochronology) for the Permian-Upper Triassic strata of Guandao section, Nanpanjiang Basin south China: *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 108, p. 117–135.

- Stratigrafia*, 111(2), 259-270. <https://doi.org/10.13130/2039-4942/6312>.
- Senowbari-Daryan, B., Chablais, J., & Martini, R. (2010). New crustacean microcoprolites of the Upper Triassic limestones of the Sambosan Accretionary Complex, Japan. *Journal of Paleontology*, 84(1), 98-108. <https://doi.org/10.1666/09-086.1>.
- Senowbari-Daryan, B., Rashidi, K., & Torabi, H. (2010). Foraminifera and their associations of a possibly Rhaetian section of the Nayband Formation in central Iran, northeast of Esfahan. *Facies*, 56(4), 567-596.
- Senowbari-Daryan, B., Rashidi, K., & Saberzadeh, B. (2011). Dasycladalean green algae and some problematic algae from the Upper Triassic of the Nayband Formation (northeast Iran). *Geologica Carpathica*, 62(6), 501-517. <https://doi.org/10.2478/v10096-011-0036-5>.
- Seyed Emami, K. (1971). The Jurassic Badamu Formation in the Kerman Region Remarks on the Jurassic Stratigraphy of Iran. Cont. Paleont. and Stratigraphy of Iran Part 1, *Geological Survey of Iran Report*, No. 19, 5-78 p.
- Seyed Emami, K. (2004). Documentation and significance of tectonic events in the northern Tabas Block (east - central Iran) during the middle and late Jurassic. Shahraki, A. et al. (Y 22). Geological map of Shahdad. On a scale of 1:100000 No. *Geological Survey of Iran*.
- Stocklin, J., Setudehnia, A. (1977). In cooperation with the staff of the Geological Survey of Iran. Stratigraphic lexicon of Iran. *Geological Survey of Iran report* No. 18. 376p.
- Rettori, R., (1994). Replacement name Hoyerella, gen. n. (Triassic Foraminiferida *Paleontologica Italiana*, v. 33, p. 341-343.
- Rettori, R., (1995). Foraminiferi del Trias inferiore e medio della Tetide: Revisione tassonomica, stratigrafia ed interpretazione filogenetica: Université de Genève, Publications du Département de *Géologie et Paléontologie* 18, 147 p.
- Trifonova, E., (1978b). Foraminifera zones and subzones of the Triassic in Bulgaria II. (1974). *Annales des Mines et de la Géologie, Tunis*, v. 28, p. 103-127..
- Salaj, J., Biely, A., and Bistricky, J., (1967). Trias-Foraminiferen in den Westkarpaten *Geologické Práce*, v. 42, p. 119-136..
- Salaj, J., Borza, K., and Samuel, O., (1983) Triassic foraminifers of the west Carpathians *Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava*, 213 p.
- Salaj, J., Trifonova, E., and Gheorghian, D., (1988). A biostratigraphic zonation based on benthic Foraminifera in the Triassic deposits of the Carpatho-Balkans: *Revue de Paléobiologie*, Volume Spéciale 2, Benthos' 86, p. 153-159.
- Sengor, A.M.C. (1990). A New Model for the Late Palaeozoic-Mesozoic Tectonic Evolution of Iran and Implications for Oman. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, Vol. 49, 797-831.
- Senowbari-Daryan, B., (1983). Zur Gattung Pseudocucurbita Borza & Samuel, (1978). (pro Cucurbita Jablonsky), (1973). und Beschreibung vergleichbarer problematischer Organismen aus der Obertrias des Alpen-Mediterranen Raumes, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* (1982). 88:181-250.
- Senowbari-Daryan, B. (1996). Upper Triassic Reefs and Reef Communities of Iran. in: Reitner, J., Neuweiler, F. & Gunkel, F. (eds.): Global and Regional Controls on Biogenic Sedimentation. I. Reef Evolution.- Göttinger Arb. *Geol. Paläont.* **Sb2**, 299-304, Göttingen.
- Senowbari-Daryan, B., (2004). *Tabasosphaera pustuleosa* nov. gen. nov. sp. a microrroblem-aticum (foraminifera?) from the upper Triassic (Norian-Rhaetian) reef Limestones of Nayband Formation (NE Iran). *Studia universitatis Babes Bolyai*, p. 85-94.
- Senowbari-Daryan, B., (2005) a. Neue inozoide Schwämme aus den obertriassischen (Nor.-Rhät.) Riffen der Nayband-Formation Zentraliran). *Senckenbergiana lethaea*, 85 (2): 261-299.
- Senowbari-Daryan, B., & Fürsich, F. (2005). Stratigraphy and Palynology of the Upper Triassic Nayband-Formation of East-Central Iran. *Rivista Italiana Di Paleontologia E*

- Ladinian and Carnian: *Geologica Balcanica*, v. 8, no. 4, p. 49- 64.
- Trifonova, E., (1978) c, New Foraminifera species from the Lower and Middle, Triassic in Bulgaria: *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences* v. 31, p. 1151-1154.
- Trifonova, E., (1992). Taxonomy of Bulgarian Triassic Foraminifera. I. Families Psammosphaeridae to Nodosinellidae: *Geologica Balcanica*, v. 22, p. 3-50.
- Trifonova, E., 1993. Taxonomy of Bulgarian Triassic Foraminifera. II. Families Endothyriidae to Ophthalmidiidae: *Geologica Balcanica*, v. 23, p. 19- 66.
- Vachard, D., and Fontaine, H., (1988). Biostratigraphic importance of Triassic, Foraminifera and algae from South-East Asia: *Revue de Paléobiologie*, v. 7, p. 87- 98.
- Vaziri Moghadam, H., Taheri, A., and Kimiagary, M. (2005). Principles of stratigraphy. *Isfahan University. Iran. Press.* Issue 273. 310.
- Zaninetti, L., and Brönnimann, P., (1975). Triassic Foraminifera from Pakistan. *Rivista Italiana di Paleontologia*, v. 81, p. 257-280.
- Zaninetti, L. 1976, Les foraminifères du Trias. Essai de synthèse et corrélation entre les domaines mésogéens European et asiatique: *Rivista Italiana de Paleontologia*, v. 82, p. 1- 258.
- Zaninetti, L., and Dağer, Z., (1978). Biostratigraphie intégrée et paléocologie du Trias de la peninsula de Kocaeli (Turquie): *Eclogae Geologicae Helvetiae*, v. 71, p. 85- 104.
- Zaninetti, L., Martini, R., and Dumont, T. (1992). Triassic foraminifers from sites 761 and 764, Wombat Plateau, northwest Australia. *Geology*. DOI:10.2973/odp.proc.sr.122.173.1992Corpus ID: 73604277.

## اهمیت ریز رخساره‌ای و پالئواکولوژیکی جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ سازند اسفندیار در تیس مرکزی

حسینعلی بگی\*<sup>۱</sup> و کوروش رشیدی<sup>۲</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۲- استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹

\*مسئول مکاتبات: حسینعلی بگی، [hoseingagi@yahoo.com](mailto:hoseingagi@yahoo.com)

### چکیده

یکی از پیچیده‌ترین مراحل تکوین حوضه‌های رسوبی ژوراسیک در کمربند آلپ هیمالیا، اقلیم تیس مرکزی در ایران می‌باشد. در راستای فهم بهتر حوادث ژوراسیک بالایی در تیس مرکزی، رسوبات کربناته اکسفوردین-کیمرجین در شرق ایران مرکزی در کوه‌های شتری در منطقه دیهوک بررسی شدند. تاکنون در تیس مرکزی نحوه تکوین حوضه‌های کربناته به کمک جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ به طور غیر قابل تصویری مورد توجه محققان مختلفی قرار گرفته است. بدین منظور جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای با پوسته آگلوتین آهکی بزرگ که گاه همراه با سایر میکروارگانیسم‌های مختلف زیست داشته‌اند بررسی گردیدند. در این مطالعه گونه‌هایی از جلبک‌های آهکی همانند *Diversocallis moesicus*، گونه‌های همزیست فرامینیفر با میکروارگانیسم‌ها (*Shomavella morronesis*)، فرامینیفرهای بزرگ و همچنین جنس و گونه‌های مختلفی از اسفنج‌های اسکرواسپونژی شناسایی شدند. بررسی زیست چینه‌نگاری این میکروارگانیسم‌ها، مؤید تداوم رسوب‌گذاری عمدتاً از نوع کربناته، از زمان اکسفوردین میانی تا کیمرجین زیرین بوده و در طی این دوره زمانی پلاتفرم آهکی اسفندیار تحت شرایط آب و هوایی نسبتاً خشک شکل گرفته و تکامل یافته است. این مطالعه بیانگر تکوین و تداوم پلاتفرم حفاظت شده در محیطی عمدتاً یوتروفیک در زمان ژوراسیک بالایی در منطقه دیهوک بوده است. **واژه‌های کلیدی:** جلبک‌های آهکی، فرامینیفرهای بزرگ، سازند آهکی اسفندیار، پالئواکولوژی.

## Importance of microfacies and paleoecological calcareous algae and large foraminifers of Esfandiar Formation in Central Tethys

Hoseinali Bagi<sup>1\*</sup>, Koroosh Rashidi<sup>2</sup>

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering , National University of Skills (NUS), Tehran, Iran

2- Professor, Geology department, Yazd University, Iran

Corresponding author: \* Hoseinali Bagi, hoseinbagi@yahoo.com, hbagi@nus.ac.ir

**Abstract:** One of the most complex geodynamic settings within the Alpine-Himalayan belt in the central Tethys realm is in Iran. Evolution and Geological significance of calcareous algae and larger benthic foraminifera is incredibly noticed by various researchers. In order to better understand the Upper Jurassic events in Central Tethys, the Oxfordian-Kimmerian carbonate sediments in eastern Central Iran were investigated in Shotori Mountains in Deyhok region. For this purpose, calcareous algae (*Diversocallis moesicus*), some foraminifers which sometimes lived together with other different microorganisms (*Shomavella morronesis*) and some sclerosponge were investigated. Study of these microorganisms confirms the continuity of sedimentation, mainly of the carbonate type, from the Middle Oxfordian to the Lower Kimmerian, and during this time period, the Esfandiar limestone platform formed and evolved under relatively dry climatic and eutrophic conditions. This research demonstrates the development and persistence of a protected platform in a predominantly eutrophic environment during the Upper Jurassic in the Deyhok area.

**Keywords:** Calcareous algae, large foraminifera, Esfandiar limestone formation, paleoecology.

## مقدمه

عمده مطالعات گذشته رسوبات ژوراسیک در کوه‌های شتری در قرن بیستم توسط کارشناسان بیشتر مرتبط به نقشه‌برداری منطقه می‌باشد (Stocklin et al., 1965; Ruttner et al. 1968) این محققین به طور مشخص از سازند کربناته اسفندیار، به نام سازند ریفی اسفندیار نام برده‌اند. عمده سنگ‌های آهکی که در شکل شماره ۲ مربوط به کوه‌های شتری که در شرق ایران مرکزی از نظر سنی در محدوده کالوین-ژوراسیک بالایی قرار دارند، عمدتاً شامل سازند قلعه دختر، سازند اسفندیار، کوند و کمر مهدی هستند (Fursich et al., 2003a). این محققین بخش پایینی زیر گروه اسفندیار که شامل مخلوطی سیلیسی کلاستیک و کربناته است از بخش کربناته زیر گروه اسفندیار تفکیک نموده و سازندی به نام سیخور معرفی نمودند و بر بخش کربناته این زیر گروه نام سازند آهکی اسفندیار نهاده شد.

اگر چه رسوبات ژوراسیک میانی و بالایی در کوه‌های شتری بخوبی بیرون زدگی دارند اما مطالعات جامعی همانند کوه‌های زاگرس در گذشته دور در این ناحیه انجام نشده است که به احتمال فراوان مرتبط به فقدان شواهد اولیه نفت و گاز در بلوک طبس-کوه‌های شتری بوده است (Bagi et al., 2021). محققانی همانند Stocklin و همکاران (۱۹۶۵) و Fursich و همکاران (2003 a,b) با وجود آنکه این محققان تحقیقات گسترده‌ای در بلوک طبس خصوصاً در ارتباط با رسوبات ژوراسیک داشته‌اند با این وجود اذعان دارند ژئودینامیک منطقه به خوبی فهمیده نشده است. مطالعات انجام شده توسط این کارشناسان نشان می‌دهد که رسوبات کربناته دریای باز سازند قلعه دختر در بخش جنوبی این بلوک جانشین رسوبات کربناته پلاتفرمی در مرکز می‌گردد.

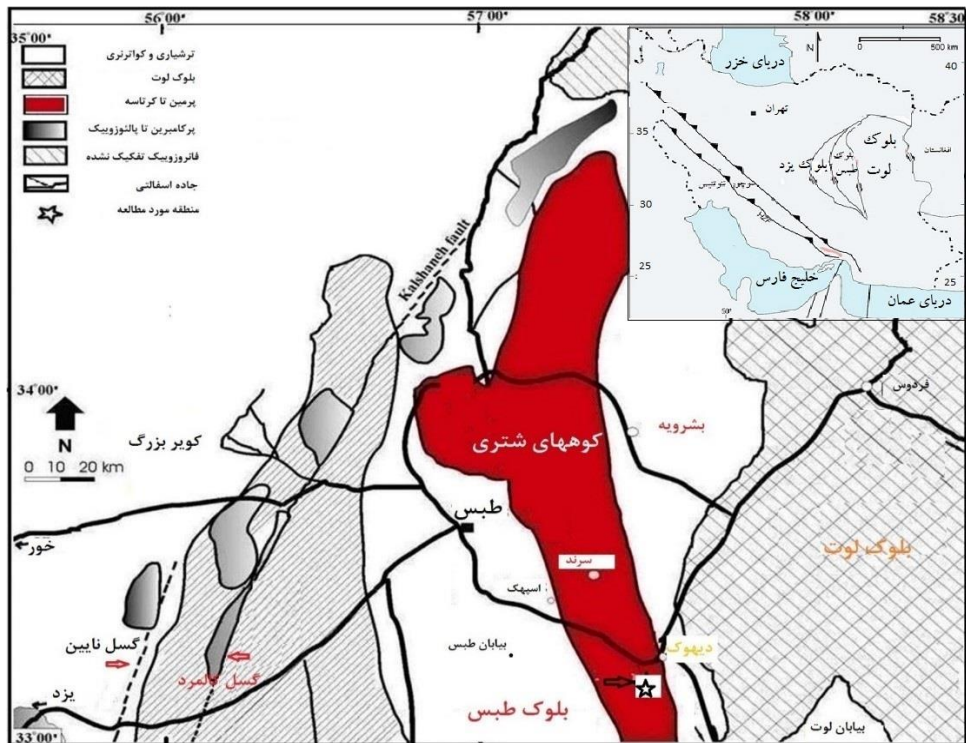
ریف‌های اسفنجی و مرجانی به طور گسترده‌ای در رسوبات ژوراسیک بالایی در حاشیه دریاهای اپی-کانتینتال، اقیانوس تیتیس شمالی وجود داشته‌اند (Leinfelder 1993). در بخش جنوبی تیتیس ریف‌ها بیشتر به صورت محلی مشاهده گردیده است که بهترین مکان‌های شناخته شده در عربستان سعودی می‌باشد (El-Asaad, 1991; Leinfelder et al., 1996, 2002, 2005). همچنین پژوهشگران دیگری همچون Schlagintweit و همکاران (۲۰۰۴) در رسوبات ژوراسیک بالایی مناطق گوناگون تیتیس انواع مختلفی از ریف‌های مرجانی، میکروبیولیتی و اسفنج‌های هیپیر کلسفای دموسفونجی همانند شته تیت از دو اشکوب آکسفوردین و کیمرجین را شناسایی نموده‌اند. رسوبات ژوراسیک به طور گسترده‌ای در کوه‌های شتری (منطقه طبس) در شرق ایران مرکزی رخنمون دارند (شکل ۱). توالی رسوبی تریاس-ژوراسیک در شرق ایران مرکزی را در دو گروه تقسیم نموده‌اند (Fursich et al., 2009). رسوبات با سن تریاس بالایی تا ژوراسیک میانی و رسوبات با سن ژوراسیک میانی تا ژوراسیک بالایی به ترتیب در گروه‌های شمشک و مگو قرار گرفته و تقسیم شده‌اند (Fursich et al., 2009; Salehi et al., 2023). گروه مگو به سه زیر گروه بغمشاه، اسفندیار و گردو تقسیم شده‌اند. قاعده سازند اسفندیار به طور مشخصی از رسوبات سیلیسی کلاستیک به کربناته-مارن تغییر یافته و مرز بالایی سازند اسفندیار توسط رخداد تکتونیک با سن کیمرجین مشخص می‌گردد (شکل ۲). بخش پایینی و قسمت‌های عمده رسوبات ژوراسیک میانی دارای سن کالوین تا ژوراسیک بالایی بوده که عمدتاً شامل رسوبات کربناته هستند (Wilmsen et al., 2003).

بخصوص فرامینفرهای بزرگ در تتیس مرکزی با اهمیت گسترش آنها در ناحیه مدیترانه‌ای در زمان ژوراسیک بالایی می‌باشد.

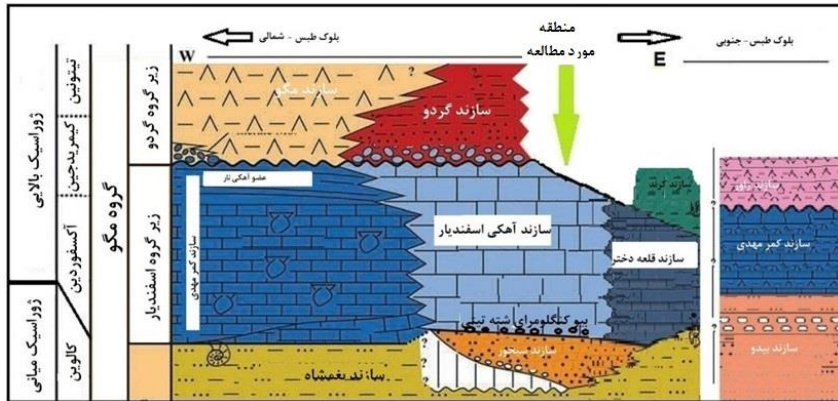
### روش مطالعه

در این مطالعه بیش از ۲۵۰ نمونه گردآوری شد و از بین این نمونه‌ها به علت پراکندگی کم جلبک‌های آهکی و فرامینفرها، حدود ۴۶۰ مقطع نازک تهیه گردید و مقاطع نازک به کمک میکروسکوپ اولیمپوس CX31 متصل به دوربین‌های DP-21 بررسی گردید. همچنین مطالعات گسترده صحرائی همراه با جمع‌آوری از ماکروفسیل‌ها و پیگیری گسترش لایه و رخساره‌ها در مجاورت منطقه دیهوک انجام گردید (شکل ۱).

همچنین رسوبات کولابی-فلات قاره‌ای سازند کمر مهدی در بخش شمالی بلوک طبس متمرکز شده اند (شکل ۲). با شروع نا آرامی‌های زمین‌ساختی مربوط به فاز سیمین پسین در زمان کیمرجین و تشکیل رسوبات سیلیسی-آواری مربوط به محیط‌های رودخانه‌ای، تبخیری، ساحلی تا دریای کم عمق زیر گروه مگو (سازندهای گره دو و گچی مگو) شکل گرفته و چرخه ساختاری-رسوبی گروه مگو در آخر ژوراسیک پسین پایان می‌یابد (Wilmsen et al., 2021; Salehi et al., 2024) برای سازند آهکی اسفندیار سن؟ ابتدای کالوین تا؟ ابتدای کیمرجین در نظر گرفته اند. هدف اصلی از این مطالعه شناسایی فرامینفرها،



شکل ۱. نقشه ساده شده بخش شمالی بلوک طبس و محل مطالعه شده (Wilmsen et al., 2003).



شکل ۲. لیتو استراتیگرافی رسوبات ژوراسیک بالایی در جنوب و شمال بلوک طبس در شرق ایران مرکزی (Wilmsen et al., 2003).

### ساختار زمین‌شناسی

قلمرو تتیس مرکزی شامل آناتولی، قفقاز و ایران یکی از پیچیده ترین تکوین‌های ژئودینامیکی کمربند آلپ - هیمالیا می باشد (شکل‌های ۳ و ۴). گسترش و تکامل حوضه‌های رسوبی رسوبات ژوراسیک بالایی در خرده قاره شرقی ایران مرکزی به طور گسترده‌ای توسط برخورد بلوک‌های یزد، طبس و لوت در زمان تریاس بالایی کنترل شده است (Wilmsen et al., 2003) (شکل ۴). خرد قاره شرق ایران مرکزی (CEIM)، بخشی از پلیت ایران است و شامل سه واحدی است که هم اکنون با روند شمالی جنوبی قرار گرفته‌اند و به نام بلوک‌های یزد، طبس و لوت معرفی شده است (شکل ۴) (Soffel and Forster, 1984). بلوک طبس در شرق ایران مرکزی مشتمل بر ضخامت زیادی از سکناس‌های رسوبی تریاس و ژوراسیک می‌باشد، و می‌تواند فهم موثری در تحولات پلیت ایران در دوران مزوزوییک داشته باشد (Wilmsen et al., 2003).

در بلوک طبس (شکل ۱) رژیم رسوبی عمدتاً سیلیسی کلاستیک تا عمدتاً طوفانی زیر گروه بغمشاه توسط رژیم کربناته در ژوراسیک بالایی

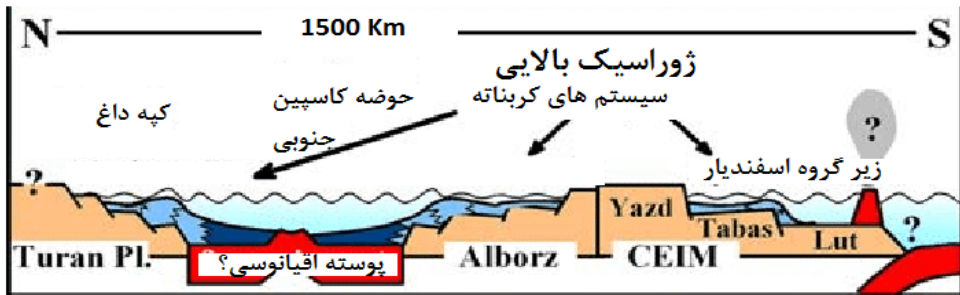
جانشین شده است (Wilmsen et al., 2003). منطقه مورد مطالعه در ناحیه جنوبی کوه‌های شتری با مختصات طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۱۴ دقیقه قرار گرفته است. در این منطقه سازند سیلیسی کلاستیک سیخور در زیر سازند کربناته اسفندیار قرار گرفته است. بالاترین بخش سازند سیخور عمدتاً سیلتی تا آهک ماسه‌ای با میان لایه‌های ماسه سنگی است. عمده ماکروفسیل‌ها در رسوبات آهکی متمرکز شده و شامل اسفنج‌های هیپرکلسیفی شسته تیت، اسفنج‌های کلادوکروپسیس، مرجان و دوکفه‌ای می‌باشد. ۱۷۰ متر پایینی سازند آهکی اسفندیار در این محل عمدتاً مشتمل بر آهک‌های دارای فسیل‌ها اسفنج می‌باشد.

### بیواستراتیگرافی

مطالعه بیواستراتیگرافی رسوبات مزوزوییک ناحیه مدیترانه به خصوص ژوراسیک نیاز به فهم بهتر پالئوآکولوژی و پالئواوشنوگرافی (اقیانوس شناسی دیرینه) اقیانوس نئوتتیس و تاریخچه ترکیبات اصلی ساختمانی پلیت های آن می باشد.



شکل ۳. پالئوژئوگرافی تیتیس میانی در ژوراسیک بالایی (AB: البرز، Bi: کوه های بینالود، CI: ایران مرکزی، GCB: حوضه بزرگ و کوچک قفقاز، KB: حوضه کشف رود، KD: حوضه کپه داغ، SCB: حوضه کاسپین جنوبی، Tb: بلوک طبرستان، Lut: بلوک لوت و Ya: بلوک یزد = CEIM: میکرو قاره شرق ایران مرکزی). (Benito et al., 2005).



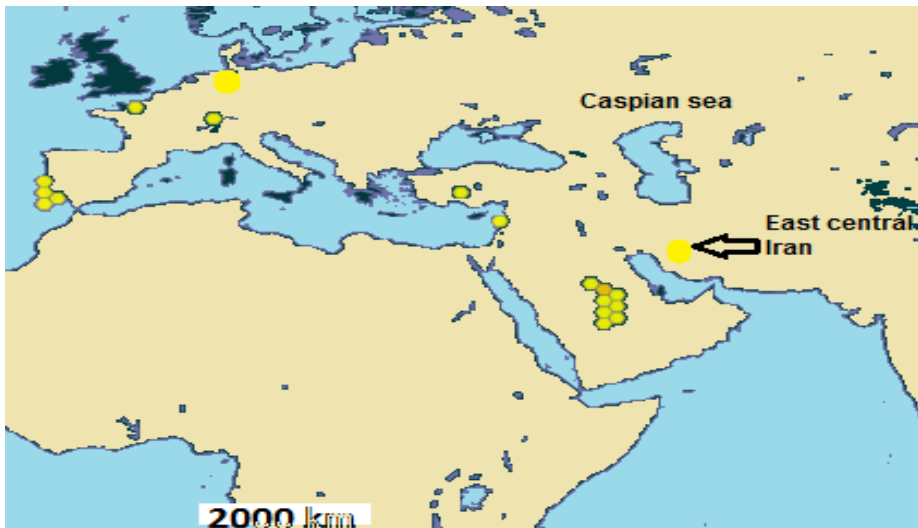
شکل ۴. تکامل حوضه رسوبات ژوراسیک در ایران مرکزی و نمایش برش شمالی جنوبی از شکل ۳. (Wilmsen et al. 2009)

بوده است. این فرامینی‌فرها در آهک‌های شلفی حوزه تتیس براحتی یافت می‌شوند و برای مقاصد زمین‌شناسی مناسب هستند.

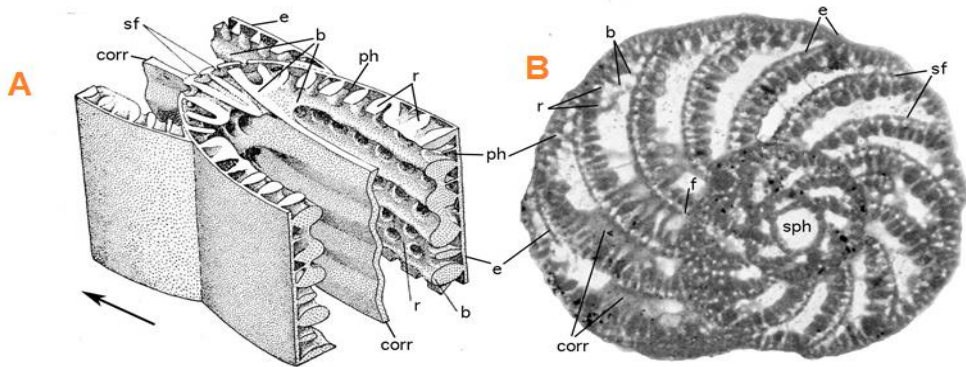
این گروه از فسیل‌ها در آب‌های کم عمق همراه با جلبک‌های سبز زندگی می‌کرده‌اند و در انواع رخساره‌ها همانند نزدیک به محیط‌های پر انرژی، نزدیک به قاعده امواج، در محیط‌های لاگون یا ریفی یافت می‌شوند.

مطالعه فرامینیفرهای بزرگ همراه با جلبک‌ها به کمک ظهور یا ناپدید شدن آنها در دوره ژوراسیک، اجازه تطبیق بیواستراتیگرافی در سراسر تتیس را ایجاد می‌نماید و همچنین کمک به رسم نقشه‌های جغرافیای دیرینه و محیط دیرینه در اقیانوس‌های گذشته می‌نماید (Dubika et al., 2016, 2018; Jauffrais et al., 2015).

رسوبگذاری ژوراسیک اطراف منطقه مدیترانه‌ای عمدتاً در آب‌های گرم و محیط‌های کم عمق کربناته در محیط‌های شلف داخلی انجام شده و منجر به تشکیل مخازن نفتی و هیدروکربوری شده است. این رسوبات بیوژنیک عمدتاً شامل فرامینیفرهای بزرگ، جلبک‌های آهکی، اسفنج و مرجان می‌باشد (Clark and Boudagher-Fadel, 2001). فرامینیفرهای بزرگ همراه جلبک‌های آهکی همگی دریایی، نریتیک و بنتیک (حفارهای کف) دارای اسکلت درونی پیچیده هستند (شکل‌های ۶و ۷) و ساختمان داخلی آنها اجازه می‌دهد تا در هر نوع برشی در مقاطع نازک دقیقاً شناسایی شوند. فرامینیفرهای بنتیک بزرگ امروزی در عرض‌های جغرافیایی پایین به همراه ریف‌های جلبکی مرجانی یافت می‌شوند و پراکندگی آنها در ژوراسیک مشابه



شکل ۵- پراکندگی *Alveosepta jaccardi* در مناطق مختلف (کره های زرد رنگ) بر اساس گزارش های موجود.



شکل ۶. A- قسمتی از برش محوری (تصویر استرئوگراف) گونه *Alveosepta jaccardi* ، B- برش مماسی همین گونه. alv: آلونول؛ b: تیر؛ bl: لایه پایه؛ corr: امتداد میانی راه راه تیرها. f: سوراخ، ph: سوراخ کبوتر؛ s: سپتوم؛ sf: سوراخ تکمیلی؛ ssut: بخیه سپتوم. (طرح از Hottinger, 1967).

*Alveosepta jaccardi* SCHRODT 1894 قبلا *Pseudocyclammina* یا *Cyclammina* (Banner 1967a,b) Hottinger توسط (1967a,b) برای این گونه معرفی گردید.

این گونه از آکسفوردین میانی تا کیمرجین پایینی در اقلیم تتیس گزارش شده است (Bassoulet and Poisson, 1975; Pascal, 1973; Maync, 1960).

همچنین در مناطق دیگر در خاورمیانه این گونه از سازند جوبیلا (Banner 1967a,b) Hottinger (1967a,b) and Wittaker, 1991) و سازند هنیفه از عربستان (Redmond, 1964) گزارش شده است. همچنین این فرامینیفر شاخص، از کوه‌های جیبیل الشلیاه رسوبات آکسفوردین-کیمرجین در مرکز لبنان مربوط به سازند بیکفایا توسط (Clark, 2001) and Boudagher-Fadel گزارش شده است.

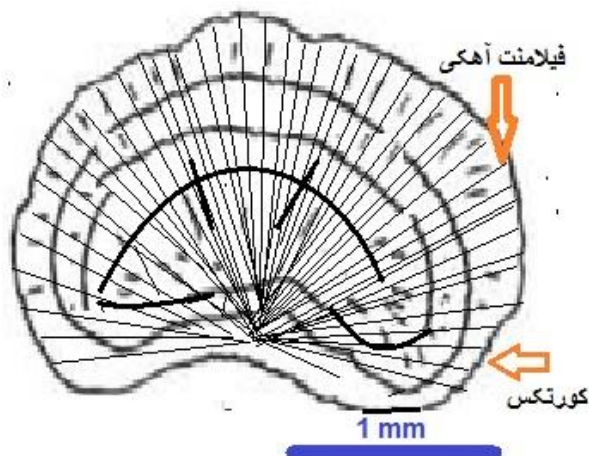
در منطقه مطالعه شده (کوه‌های شتری-بلوک طبس) سازند آهکی اسفندیار فرامینیفرهای بزرگ عمدتاً به صورت پراکنده همراه با شسته تیت‌های هیپر کلسیفای، مرجان‌های آهکی وجود دارند. در شکل ۵ گسترش جغرافیایی مهمترین فرامینیفر ژوراسیک بالایی نشان داده شده است.

بعضی از گونه‌های جلبکی و فرامینیفرهای بنتیک ارزش چینه‌شناسی مهمی در تتیس در دوره ژوراسیک دارند. تجزیه و تحلیل مقاطع نازک به کمک فرامینیفرها و جلبک‌های آهکی سن آکسفوردین میانی تا کیمرجین پایینی برای سازند آهکی اسفندیار در نظر گرفته می‌شود که مطابق ظهور و انقراض گونه *Alveosepta jaccardi* SCHRODT 1894 می‌باشد (شکل ۱۱).

این گونه به عنوان یک شاخص مهم در منطقه به خصوص تتیس محسوب می‌شود (Bouaoud and Peyberens, 2004; Tasli and Altiner, 2010).

علاوه بر این گونه شاخص، گونه‌های دیگر از فرامینیفرهای بزرگ همانند *Streptocyclammina parvula* HOTTINGER و *Rectocyclammina chouberti* HOTTINGER از رسوبات کیمریدجین در شرق مراکش و همچنین از رسوبات ژوراسیک بالایی Bouaoud and Peyberens (2004) گزارش شده است. گونه *Rectocyclammina chouberti* HOTTINGER از فرامینیفرهای شناخته شده در قلمرو تیس مرکزی (لیبی) شاخص ژوراسیک بالایی بوده و از گونه‌های مهم منطقه تیس محسوب می‌گردد - Clark and Boudagher-Fadel et al. 2001; Schlagintweit et al., (20040, 2005). این گونه‌های شاخص از فرامینیفرهای بزرگ در بخش قاعده‌ای و بالایی از سازند آهکی اسفندیار به صورت پراکنده وجود دارند. دیگر فرامینیفرهای بنتیک همانند *Nutiloculina oolithica*, *Neotrocholina* sp., *Shamovella* sp., *Labyrinthina*

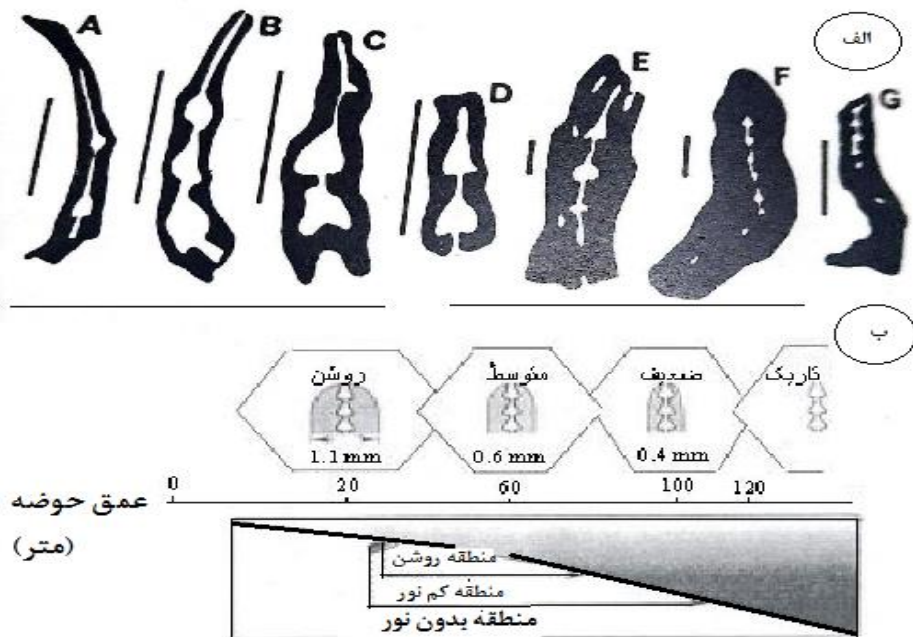
سازند اسفندیار در سرتاسر رسوبات ژوراسیک وجود دارند. *Neotrocholina* از سازند سازند سالیما در کشور لبنان با سن کیمرجین و همچنین از رسوبات ارزیر در غرب سوییس با سن والانژنین گزارش شده است (Clark and Boudagher-Fadel, 2001). به علاوه بعضی از سیانوباکتری‌ها و جلبک‌های آهکی همانند *Diversocallis moesicus* DRAGASTON & BUCUR از *Mitcheldeania americana* (JOHNSON)، از رسوبات ژوراسیک بالایی از کوه‌های مادونی سیسیل گزارش شده است و از شاخص‌های محیط پلاتفرم داخلی می‌باشد (Sanowbari-Darian et al., 1994). تالوس این جلبک‌های آهکی به صورت عمدتاً نیم کره می‌باشد و در آن فیلامنت‌های آهکی به صورت شعاعی رشد نموده‌اند (شکل ۷). این گونه-های جلبکی بصورت پراکنده در سازند اسفندیار دیده می‌شود.



شکل ۷. طرحی از تالوس‌های جلبکی *Diversocallis* در سازند اسفندیار

سازند مورد مطالعه قرار دارند. به طور کلی شاموولا شامل اجتماعی از یک فرامینیفر و نوعی جلبک (سیانوباکتری) هستند (Schmid, 1995). شاموولاها توسط (Schmid, 1995) به نوعی میلیولید نسبت داده شده‌اند که توسط جلبک در برگرفته شده است. توبی‌فیت‌ها دارای دو دیواره می‌باشند، دیواره داخلی مربوط به فرامینیفر و دیواره خارجی مربوط به آگ‌های اندوسیمبیوتیک می‌باشند. دیواره شاموولا در این رسوبات به حدود ۱ میلی‌متر می‌رسند، این ضخامت نمایانگر عمق کم محیط رسوب‌گذاری می‌باشد با افزایش عمق ضخامت دیواره خارجی در توبی‌فیت‌ها به صفر می‌رسد (شکل ۸).

نمونه‌های *Diversocallis moesicus* و *(JOHNSON) Mitcheldeania Americana* سازند اسفندیار به صورت نیمه کروی با تالوس‌های ۲ تا ۳ میلی‌متری هستند. *Salpingoporella annulata* CAROZZI به صورت فروان از پلاتفرم‌های داخلی کربناته در رسوبات ژوراسیک گزارش شده است (Velic, 1977) اما این گونه در منطقه مطالعاتی به ندرت مشاهده شده است (اشکال ۱۲ و ۱۳). از دیگر اجتماعات حیاتی که به نوعی می‌توان آنها را به فرامینیفرها نسبت داد، *Shomavella morronesis* می‌باشد که همانند سایر رسوبات ژوراسیک فوقانی در جهان به صورت پراکنده در



شکل ۸. الف- نحوه رشد میکرو ارگانیسم‌ها اطراف فرامینیفرها در شاموولا. ب- ارتباط عمق محیط رسوب‌گذاری و ضخامت دیواره شاموولا

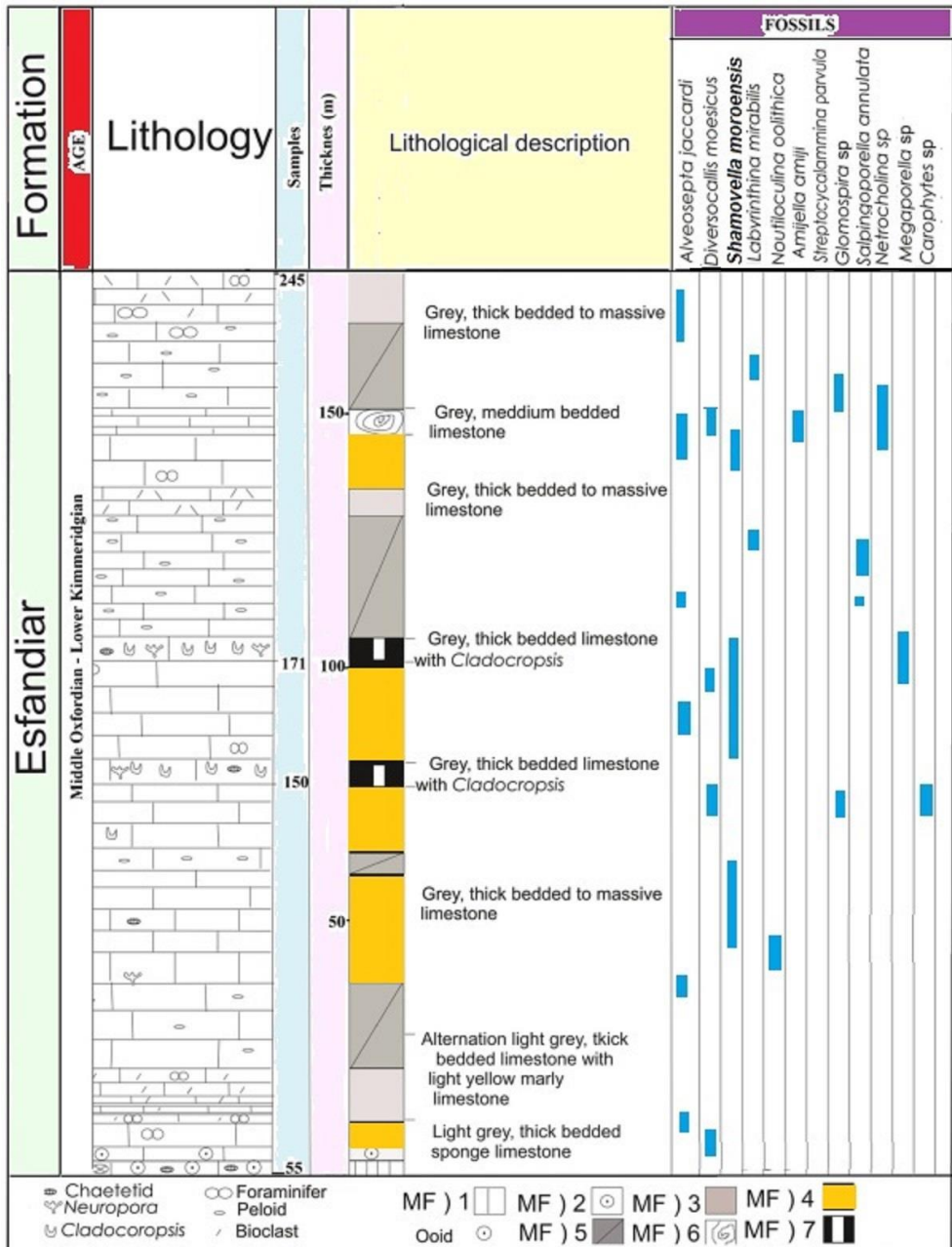
به سمت بالا تبدیل به لایه‌های ضخیمی از آهک اوولیتی می‌شوند. علاوه بر آن قطعات بزرگی از دوکفه‌ای‌ها ممکن است وجود داشته باشند. لایه-های بیوکلاستیک رودستون و بیوکنگلو-مرا جابجایی‌هایی هستند که توسط طوفان در رسوبات پلاتفرمی انجام می‌گردد. وجود قطعات بزرگ از شته تیت ممکن است بیانگر حوادث طوفانی قوی در حاشیه پلاتفرم کربناته باشد (Fursich et al., 2003a, b). بیشتر شته تیت‌ها در آهک سیمانی شده قرار دارند و براحتی امکان جدا سازی کامل آنها برای مطالعه سه بعدی وجود ندارد. سازند آهکی اسفندیار عمدتاً شامل مادستون و بیوکلاستیک وکستون، پلوئید پکستون، کلادوکروپسیس/نوروپورا فلوتستون می‌باشد که عمدتاً در بخش میانی ستون رسوبی می‌باشد (شکل ۹). گونه اسفنجی *Cladocoropsis mirabilis Felix* در این رخساره به خوبی محافظت شده و با ابعاد حدود ۱ سانتی متر یا بیشتر به صورت انکوبید دیده می‌شود. قطعات کلادوکروپسیس معمولاً بیش از یک سانتی متر طول دارند اما قطعات نوروپورا غالباً کمتر از ۰/۶ سانتی متر طول داشته و عمدتاً به حالت شاخه-ای یافت می‌شوند. بعضی از قطعات از این اسفنج‌ها توسط لایه میکروبی پوشیده می‌شوند. این رخساره با ضخامت بین ۰/۱ تا ۱/۲ متر در این منطقه مشاهده می‌شود و بیانگر محیط داخل پلاتفرمی می‌باشد (Glinskikh, 2015; Tasli et al., 2008). رخساره‌های مشاهده شده و ترکیبات جابجا شده، نشانگر محیطی پرائزوی در پلاتفرم می‌باشد، اما کربنات‌های میکربیتی نشانگر محیطی کم انرژی می‌باشد و نشان می‌دهد که این رسوبات در محیطی پلاتفرمی نیمه محافظت شده تشکیل شده-اند (شکل ۹)، (Tasli et al. 2008; Blomeier et al. 2016).

اسفنج‌های هیپرکلسیفای همانند شته تیت‌ها از دو اشکوب آکسفوردین و کیمرجین در نقاط مختلفی همانند مکزیک، اروپای جنوبی، مراکش و عربستان سعودی گزارش شده‌اند. از نظر زمانی این اسفنج‌ها در چند محدوده زمانی شامل کربونيفر بالایی (باشکرین-کاسیموین)، پرمین (گودالوپین-لوپینگین) و ژوراسیک بالایی (آکسفوردین-کیمرجین) به قدری فراوان بوده‌اند که به عنوان ریف سازها شناخته شده‌اند. اگر چه این گروه از موجودات در چندین دوره زمانی به عنوان ریف سازها شناخته شده‌اند اما این گروه فسیلی در زمان کربونيفر از ریف سازهای برجسته و عمده و مهم بوده‌اند. اگر چه دلیل فراوانی آنها چندان محرز نیست، اما ممکن است مربوط به تنوع پایین موندهای ریفی در این دوره زمانی باشد (West, 2012c). این گروه از اسفنج‌ها به عنوان ماکروفسیلی فراوان در سازند آهکی اسفندیار به خصوص در قاعده آن پراکنده شده‌اند. شته تیت‌هایی دیگر همانند *Blastochaetetes Atrochaetetes* علاوه بر ژوراسیک بالایی تا دوره کرتاسه گسترش دارند (West, 2012a).

### میکروفاسیس و محیط رسوبی

بررسی‌های انجام شده بر روی مقاطع نازک، مطالعه میکروفسیل‌ها در این برش‌ها و همچنین ساختمان‌های رسوبی منجر به تشخیص ۷ میکروفاسیس شده است. این گروه از میکروفاسیس یا ریز رخساره‌ها را می‌توان از بالای سازند سیخور تا بالای سازند اسفندیار تشخیص داد که نشانگر محیط‌های رسوبی متفاوتی می‌باشد (شکل ۱۰).

- میکروفاسیس شته تیت رودستون (بیوکنگلو-مرا): این فاسیس در قاعده سازند اسفندیار با ضخامت ۱ متر مشاهده می‌شود و متشکل از قطعات بزرگ مرجانی، شته تیت‌هایی به قطر چندین سانتی متر قطر که در زمینه‌ای بیوکلاستیکی شناور هستند و

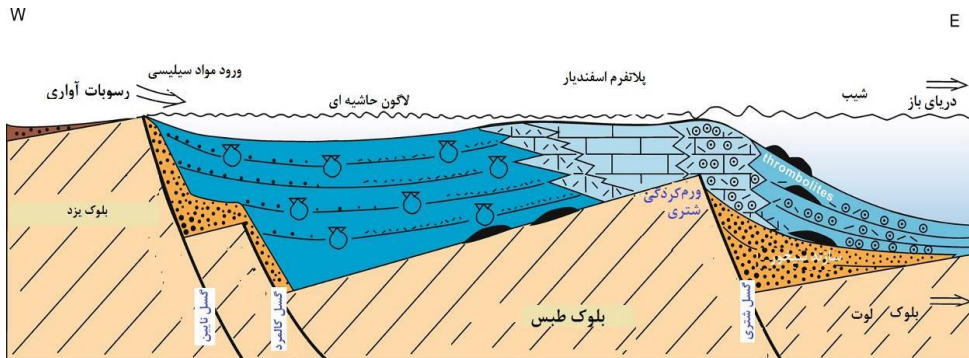


شکل ۹. ستون چینه‌شناسی، پراکندگی رخساره ای و تعدادی از فرامینی‌فرهای بنتیک و دیگر میکروارگانیسم

## پالئو اکولوژی و جغرافیای دیرینه

بازسازی جغرافیای دیرینه و محیط گذشته بلوک طبس در حین آکسفوردین تا کیمرجین پایینی نشان می‌دهد که این ناحیه در حاشیه شمالی نئوتتیس در بین عرض جغرافیایی بین ۲۰ تا ۳۰ درجه بوده است (Fursich et al., 2009). بالا آمدگی و همزمان فرسایش در حاشیه شرقی بلوک طبس در ابتدای کالوین در حین چرخش بلوک

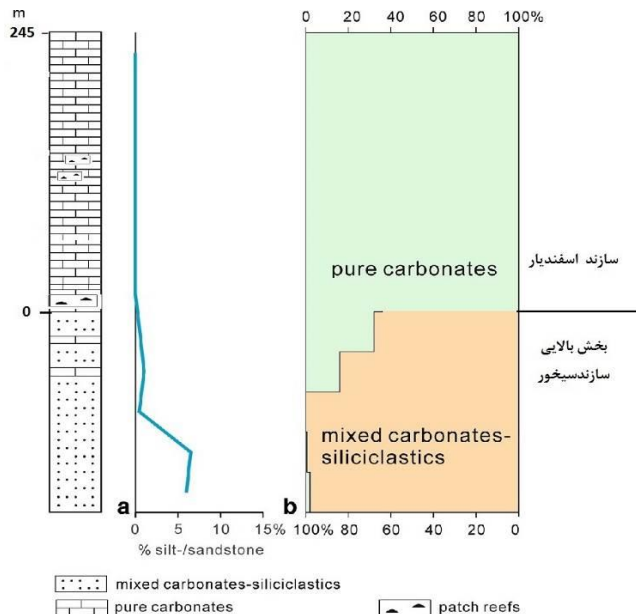
طبس سبب تشکیل رسوبات شبه دلتایی سازند سیخور گردید (Fursich et al., 2003b) و منجر به شکل‌گیری روند شمالی جنوبی کوه‌های شتری گردید. سازند سیخور با گسترش محدود در منطقه با جنس عمدتاً سیلیسی کلاستیک با تغییر رژیم رسوب‌گذاری و تکوین پلاتفرم کربناته اسفندیار، توسط رسوبات آهکی پوشیده می‌شود (شکل-های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰. برش شرقی - غربی در سیستم کربناته زیر گروه اسفندیار. سازند کربناته اسفندیار در بخش تاج فوقانی بلوک گسلی طبس قرار دارد.

شول‌های اوویدی باشد. ماسه‌های کربناته شول‌ها می‌تواند باعث ایجاد سدی در حاشیه پلاتفرم باشد (Helm and Schulke ; Tasli et al. 2008). این مدل رخساره‌ای با مدل رخساره‌ای ارائه شده توسط فورزیش و همکاران (Fursich et al. 2003a,b; Bagi et al. 2021) در بخش شمالی کوه‌های شتری تطابق دارد (شکل ۱۰). آن رخساره‌های هم نظیر به سمت شرق به رسوبات منطقه شیبی سازند آهکی قلعه دختر تغییر می‌نماید. علاوه بر فرامینیفرهای بزرگ بنتیک جنس و گونه‌هایی همانند *Shamovella morronensis*، *Cladocoropsis mirabilis*، نوروپورا، مرجان و جلبک‌های سبز در پلاتفرم آهکی سازند اسفندیار وجود داشته است.

در ابتدای کیمرجین بلوک طبس در محدوده عرض شمالی ۲۰ درجه قرار داشته است. شاخص‌های آب و هوایی همانند لایه‌های نازک قرمز رنگ و گسترش گچ در رخساره لاگونی سازند کمر مهدی می‌توانند موید شرایط آب و هوایی خشک در ژوراسیک بالایی باشند و این موضوع می‌تواند با مدل‌های جهانی برای کیمرجین ایران تطابق داشته باشد (Wilmsen et al., 2003). تولید مقدار فراوان گل کربناته، اگرگات و اووئید از مشخصه‌های محیط‌های کربناته گرم می‌باشد (Fursich et al. 2009). تفسیر دقیق میکروفاسیس‌های سازند اسفندیار نشانگر محیطی کم عمق و گرم در زمان رسوبگذاری می‌باشد. تثبیت حاشیه پلاتفرم سازند اسفندیار ممکن است توسط فعالیت‌های میکروبیال و یا دیازنز رسوبی



شکل ۱۱. برشی از بخش یالایی سازند سیخور و سازند اسفندیار. در سازند اسفندیار نفوذ رسوبات سیلیسی کلاستیک قطع و رسوبات آهکی تکوین یافته.

مغذی از مناطق مرتفع در پلاتفرم آهکی اسفندیار به علت شرایط آب و هوایی خشک کم می‌باشد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). با این وجود بالا آمدگی‌های ساحلی منجر به ایجاد محیط مغذی غنی و کم اکسیژن در محدوده سد پلاتفرم اسفندیار می‌تواند پاسخگوی فقدان گسترش ریف‌ها در این منطقه باشد (Bagi and Rashidi, 2021).

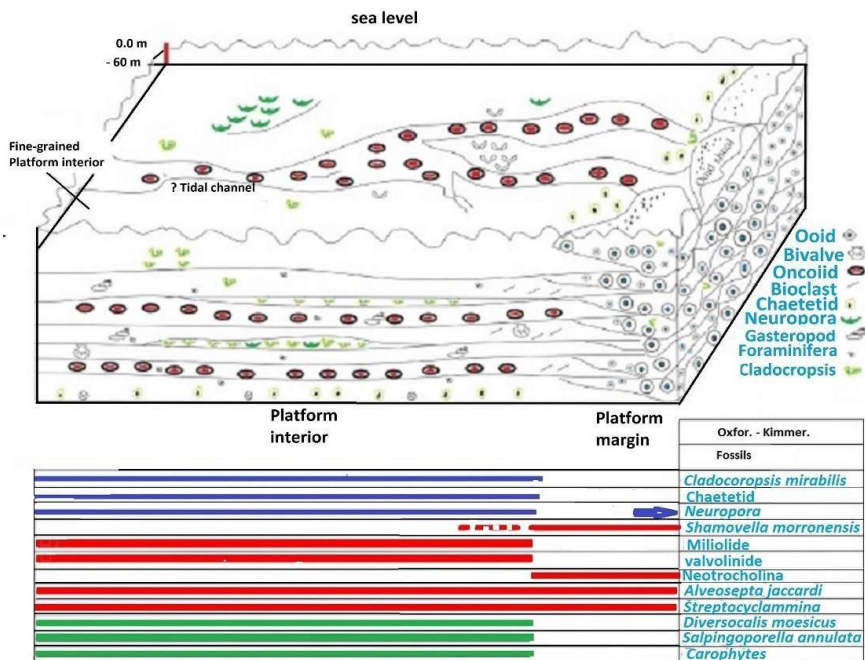
این تفسیرها با شکل اسفنج‌های هیپرکلسیفای که غالباً گرد، کوتاه، حبابی و گنبدی در سازند اسفندیار می‌باشند تطبیق دارند و موید محیط‌های یوتروفیک و مغذی می‌باشد (West 2011a,b,c, 2012a,b,c). از دیگر اجتماعات حیاتی که به نوعی می‌توان آنها را به فرامینی‌فرها نسبت داد، *Shamovella morronensis* می‌باشد که به عنوان شاخصی در رسوبات ژوراسیک فوقانی وجود داشته و به صورت پراکنده در سازند مورد مطالعه قرار دارند.

ساختمان‌هایی همانند موندهایی متشکل از مرجانهای اسکراکتین در سازند اسفندیار شکل گرفته‌اند. موندهای ریفی در سازند اسفندیار با اندازه‌هایی متفاوت و عموماً عرضی بین ۲ تا ۳ متر و ارتفاعی بین ۲ تا ۴ متر گسترش داشته‌اند. موجودات شکل دهنده موندها غالباً شامل مرجان و اسفنج‌های شته تیتی هستند. این گونه موندها غالباً در عمق کم در پشت سدهای پلاتفرمی شکل می‌گیرند (Nose, 1995). فقدان ریف‌های مرجانی بزرگ در پلاتفرم آهکی اسفندیار بر خلاف موقعیت جغرافیایی دیرینه اسفندیار که بسیار مناسب برای گسترش ریف‌ها داشته را می‌توان به این گونه توصیف نمود.

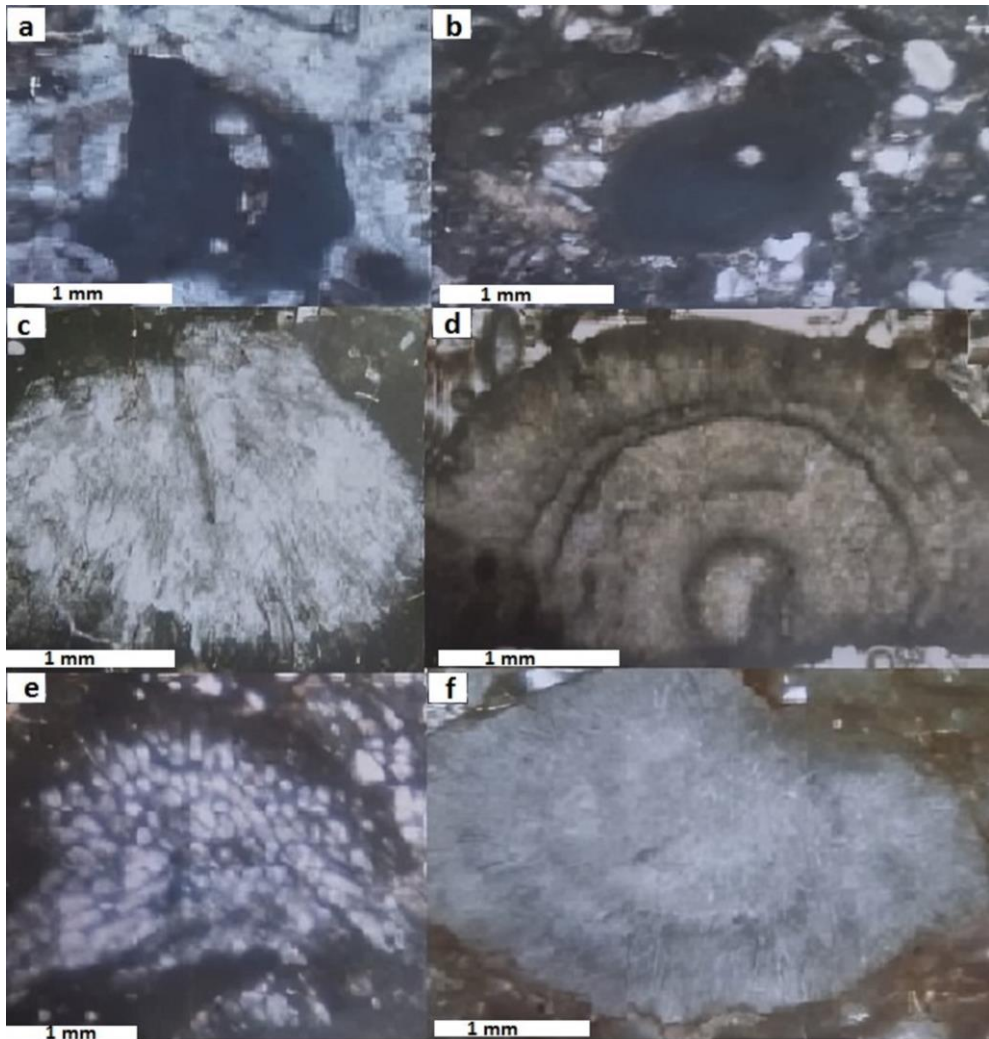
مرجان‌های اسکراکتین به شدت در شرایط محیط مغذی کم وابسته‌اند و به سرعت با افزایش مواد مغذی در محیط نابود می‌شوند (Limmon 1996; Rathburn et al. 2018). با این وجود ورود مواد

ضخامت دیواره خارجی در شاموولا به صفر می‌رسد (Schmid 1995; Helm et al. 2009; Jauffrais et al. 2019; Thybo et al., 2022) مورونسیس شاخص محیطی بسیار مناسبی می‌باشد. قطر بیرونی این گونه بستگی به میزان نور محیط می‌باشد. این موضوع به خاطر وابستگی محیطی فرامینیفر و پوشش میکروبیال آن می‌باشد. این گونه در شرایط کم عمق ضخامت بیرونی آن بیش از ۱ میلی‌متر می‌رسد در حالی که در مناطق عمیق این قطر به صفر نزدیک می‌گردد. ضخامت نسبتاً زیاد این گونه نشانگر عمق کم پلاتنفرم سازند اسفندیار می‌باشد.

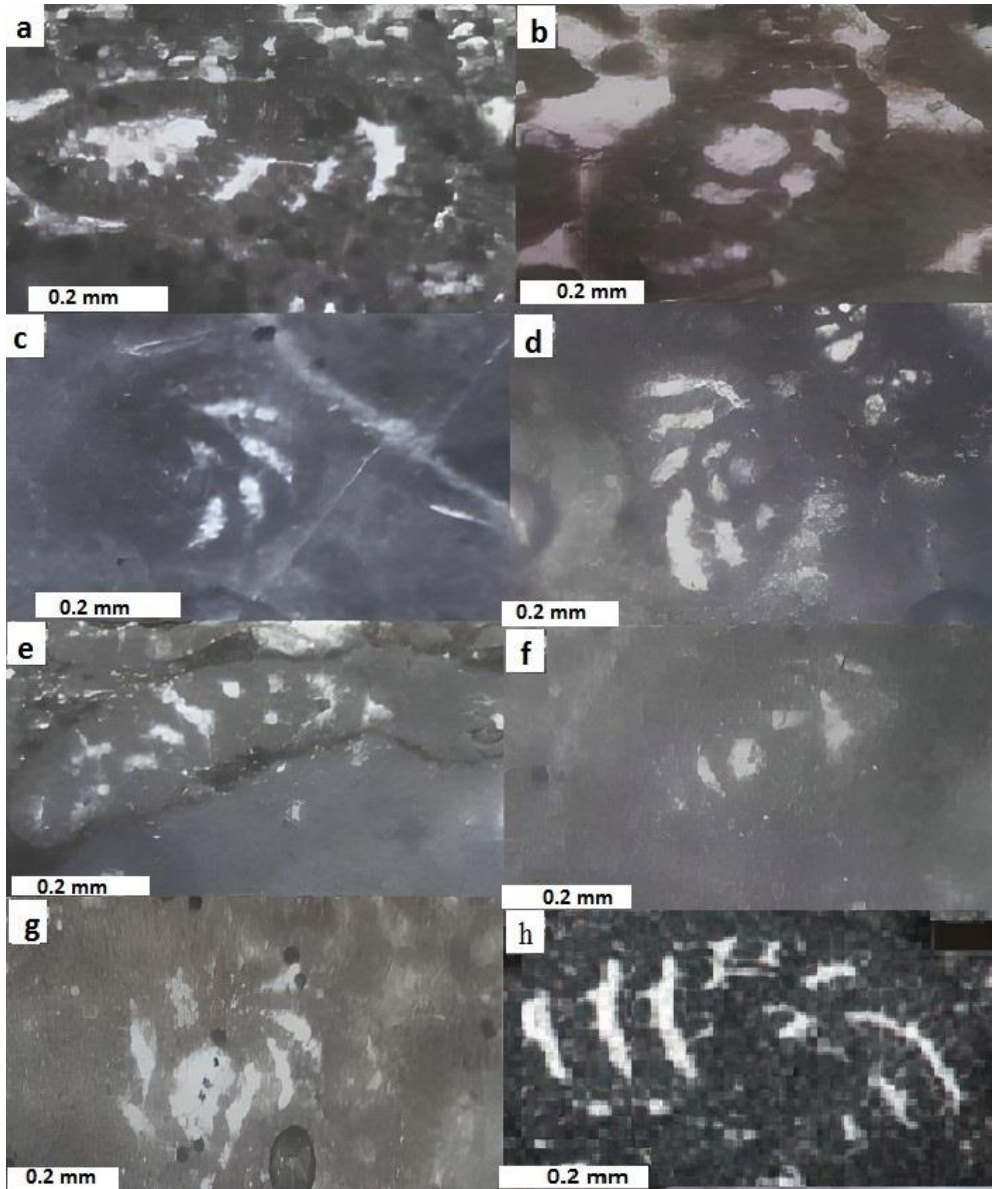
به طور کلی شاموولا شامل اجتماعی از یک فرامینیفر و نوعی جلبک (سیانو باکتری) هستند (Flugel, 1981,1992; Bucur et al. 2005). شاموولا توسط اشמיד (Schmid, 1995) به نوعی میلیولید نسبت داده شده‌اند که توسط جلبک در برگرفته شده است. شاموولا دارای دو دیواره می‌باشند، دیواره داخلی مربوط به فرامینیفر و دیواره خارجی مربوط به آلگ‌های اندوسیمبیوتیک می‌باشند. دیواره گونه شاموولا در این رسوبات حدود ۰/۴ تا ۱ میلی‌متر متغییر است (شکل‌های ۷ و ۱۲-k). این ضخامت نمایانگر عمق کم محیط رسوب‌گذاری یا نور زیاد می‌باشد با افزایش عمق



شکل ۱۲. مدل رسوبی پلاتنفرم کربناته سازند اسفندیار در منطقه مطالعه شده.



شکل ۱۳. جلبک‌های آهکی و دیگر میکروارگانیسم‌های جلبکی (هسته فرامینیفر و پوشش جلبکی) سازند آهکی اسفندیار. a- برش طولی *Shomavella morronesis*، b- برش مایل *S. morronesis* (هسته فرامینیفر و پوشش جلبکی). نمونه شماره ۲۱۱. c، d، f - به ترتیب برش‌های مایل، طولی و مایل (DRAGSTAN & *Diversocallis moesicus* (DRAGSTAN & BUCUR). e - برش مایل *Mitcheldeania americana* (JOHNSON)



شکل ۱۴. فرامینیفرهای بزرگ سازند آهکی اسفندیار، a - برش طولی، b، c، d، g و h برش‌های مایل و f برش محوری گونه *Alveosepta jaccardi* (SCHRODT)

## نتیجه گیری:

تطابق تحقیقات مختلف با پژوهش انجام شده نشان می‌دهد که گونه شاخص *Alveosepta jaccardi* (SCHRODT) فقط در محدوده زمانی ژوراسیک بالایی در گستره تتیس، گسترش داشته است، اما گونه‌های جلبکی *Diversocallis moesicus* و *Mitcheldeania Americana* علاوه بر گسترش محدود در رسوبات ژوراسیک بالایی، از رسوبات کرتاسه پایینی نیز گزارش شده است. همچنین وجود رخساره‌های پیچیده در محدوده زمانی ژوراسیک بالایی در بلوک طبس را می‌توان به رژیم تکتونیکی فعال گسل‌ها نسبت داد. جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ در سازند اسفندیار در انواع رخساره‌ها نزدیک یا در قاعده امواج، در محیط‌های لاگونی و همچنین در محیط‌های ریفی وجود داشته‌اند. آنها در محیط‌های کم عمق همراه با جلبک‌های سبز وجود داشته‌اند. در سازند آهکی اسفندیار تجمع فرامینیفرهای بنتیک نشانگر محیط‌های کم عمق می‌باشند. این فرامینیفرها همراه رخساره گریستون در محیط‌های پراثری وجود دارند. تعدادی از فرامینیفرهای بزرگ بنتیک با ارزش مدیترانه‌ای در تتیس مرکزی شناسایی شدند. بررسی رخساره‌ها نشانگر تداوم رسوبگذاری از آکسفوردین میانی تا کیمرجین در پلاتفرم آهکی اسفندیار بوده است. رخساره‌ها نشانگر محیطی پلاتفرمی نسبتاً حفاظت شده و محیطی مغزی و یا یوتروفیک در طی این ۸ میلیون سال بوده است. اگر چه عمده رسوبگذاری در محیط کم انرژی انجام شده اما پلاتفرم گاهی در معرض محیط پر انرژی قرار گرفته که منجر به تشکیل لایه بیوکنگومرایی گردیده است. در حاشیه پلاتفرم شول‌های اووئیدی محیط داخلی پلاتفرم را از دریای باز جدا نموده است.

## تشکر و قدردانی:

در پایان مولفان بر خود لازم می‌دانند از آقای پروفیسور کمال تاسلی از دانشگاه مرسین ترکیه و همچنین پروفیسور بوکور از دانشگاه بابیس بولایا رومانی که در این پژوهش همکاری نموده‌اند، تشکر و سپاس فراوان داشته باشند. همچنین از مسئولان دانشگاه یزد که این پژوهش را حمایت نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

- Bagi, H., Atesampour, A. and Rahimi, A. (2021). Environmental significance of benthic foraminifera and microfacies of Central Tethyan upper Triassic strata, Central Iran. *Stratigraphy*, 18(2), 89-102.
- Banner, F.T., & Whittaker, J.E. (1991). Redmond's new lituolid foraminifera from the Mesozoic of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, 37, 41-59.
- Bassoulet, J.P., & Poisson, A. (1975). Microfacies du Jurassique de 'giond' Antalya (secteurs Net NW), Taurus Lycien (Turquie)-*Revue de Micropaléontologie*, 18(1), 3-14.
- Benito, M.I., Lohmann, K.C. and Mas, R. (2005). Late Jurassic paleogeography and paleoclimate in the Northern Iberian Basin of Spain: constraints from diagenetic records in reefal and continental carbonates. *Journal of Sedimentary Research*, 75(1), 82-96.
- Blomeier, D., Scheibner, C., Forke, H. (2009). Facies arrangement and cyclostratigraphic architecture of a shallow-marine, warm-water carbonate platform: the Late Carboniferous NyFriesland platform in eastern Spitsbergen (Pyefjellet Beds, Wordiekammen Formation, Gipsdalen Group). *Facies*, 55, 291-324.
- Bouaoud, M.S., & Peyberens, B. (2004). Bentiques complexes du Bathoniensuperieur au Kimmeridgieninfe: stratigraphic and paleobiogeographie. *Revue de Micropaléontologie*, 47:13-27.

- germanica and *Ammonia tepida*). *Biogeosciences*, 13, 2715-2726.
- Jauffrais, T., LeKieffre, C., Schweizer, M., Jesus. B. Metzger, E., Geslin, E. (2019). Response of a kleptoplastidic foraminifer to heterotrophic starvation: photosynthesis and lipid droplet biogenesis *FEMS. Microbiology Ecology*, 95 (5), fiz046.
- Glinskikh, L. A. (2015). Foraminifers and ostracods from the Bajocian–Bathonian of the Izhma River Basin (northern Pechora Region), in *Sovremennaya mikropaleontologiya: Sbornik trudov XVI Vserossiiskogo mikropaleontologicheskogo soveshchaniya* (Proceedings of the XVI All-Russia Micropaleontological Conference on the Modern Micropaleontology), Kaliningrad, 12–14.
- Helm, C., Schulke, I. (2003). Calcareous algae and microproblematica with algal affinity from the NW German Korallenolith Formation (Oxfordian, Sintel Mountain). *Facies*, 49, 61–86.
- Henriques, M. H., Canales, M. L., Silva, S.C., Figueiredo, V. (2016). Integrated biostratigraphy (Ammonoidea, Foraminiferida) of the Aalenian of the Lusitanian Basin (Portugal): A synthesis. *Episodes*, 39 (3), 482-490.
- Hottinger L. (1967). Foraminife`re simperfore`sdu Me`so-zoiique Marocain notes mem. Service geologies; Morocco, 209, 1–168.
- Leinfelder, R., 1993. Upper Jurassic reef types and controlling factors. *Profil* 5(398), 1–45.
- Leinfelder, R., Werner, W., Nose, M., Schmid, D., Krutter, M., Laternser, R., Takacs, M., Hartman, D. (1996). Paleocology, growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbiolite reef from the late Jurassic. *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie*, 2, 227–248.
- Bucur, I.I., Hoffmann, M. and Kolodziej, B. (2005). Upper Jurassic–Lowermost Cretaceous benthic algae from Tethys and the European platform: a case study from Poland. *Revista Española de Micropaleontología*, 37(1), pp.105-129.
- Clark, N., & Boudagher-Fadel, M. (2001). The larger benthic foraminifera and stratigraphy of the Upper Jurassic/Lower Cretaceous of Central Lebanon. *Revue de Micropaléontologie*, 44(3), 215–232.
- Dubicka, Z., Złotnik, M., Borszcz, T. (2015). Test morphology as a function of behavioral strategies — Inferences from benthic foraminifera *cropaleontology*, 116, 38–49.
- El-Asaad, G.M.A. (1991). Oxfordian hermatypic coral from central Suadi Arabia. *Geobios*, 24,267–287.
- Fursich, F., Milmsen, M., Seyed-Emami, K. & Majidifard, R. (2003a). Evidence of synsedimentary tectonics in the northern bas Block, east central Iran: The Callovian (Middle Jurassic) Sikhor Formation. *Facies*, 48, 151–170.
- Fursich, F., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Schairer, G., Majidifard, R. (2003b). Platform-basin transect of a Middle to Late Jurassic large-scale carbonate platform system (Shotori Mountains, Tabas Area, east central Iran). *Facies*, 48, 171–198.
- Fursich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami K., &Majidifard, M. R. (2009). The Mid-Cimmerian tectonic event (Bajocian) in the Alborz Mountains, Northern Iran: evidence of the break-up unconformity of the South Caspian Basin. In: Brunet MF, Wilmsen M, Granth JW (eds) *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society, London, Special Publications, 312, 189–203
- Jauffrais, T., Jesus, B., Metzger, E., Mouget, J.-L., Jorissen, F., Geslin, E. (2016). Effect of light on photosynthetic efficiency of sequestered chloroplasts in intertidal benthic foraminifera (*Haynesina*

- Redmond, C. D. (1964). The foraminiferal family Pfenderi nidae in the Jurassic of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, 10(2), 251–263.
- Ruttner, A., Nabavi, M., & Hadijan, J. (1968). Geology of shirgesht area (Tabas area, east Iran). Geological survey of Iran report. Tehran 4, 1–133.
- Salehi, M. A., Wilmsen, M., Sheibani, V. Y., Zamanian, E., & Keyvanpoor, K. (2024). Stratigraphy, depositional environments and provenance of the Shemshak Group (Upper Triassic–lower Middle Jurassic) on the northern Tabas Block; evidence for the emergent Cimmerian ridge in Central Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 167, 106980.
- Salehi, M.A., Wilmsen, M., Zamanian, E., Baniasad, A. and Heubeck, C.(2023). Depositional and thermal history of a continental, coal-bearing Middle Jurassic succession from Iran: Hojedk Formation, northern Tabas Block. *Geological Magazine*, 160(2), pp.235-259.
- Schlagintweit, F. (2004). *Murinareitneri* n. sp., a new sclerosponge from the Upper Jurassic of the Northern Calcaeous Alps (Plassen Formation, Austria and Germany). *International Journal of Earth Sciences*, 95(96), 37–45.
- Schlagintweit, W., Gawlick, H. G. & Lein, R. (2005). *Micropala*’ontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalita t (Ober-Jura bis Unter-Kreide, Salzkammergut, Osterreich). *Journal of Alpine Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten in Osterreich*, 47:11–102.
- Schmid, D. V.N. (1995). Tubiphytes morronensiseine facultative indrustierende formainifere mit endo symbiontiscen algen. *Profil*, 8:305–317.
- Schrodt, F. (1894). Das Vorkommen der Foraminiferen-Gattung *Cyclammina* im oberen Jura. Briefliche Mitteilung and Herrn C.A. Tenne. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 4(45), 733–735.
- Leinfelder, R., Schmid, D., Nose, M., Werner, W. (2002). Jurassic reef patterns the expression of a changing globe. In: Kibling W, Flugel E, Golonka J (eds) *Phanerozoic Reef patterns*, SEPM Special publication, 72, 465-520.
- Leinfelder, R. F., Schlagintweit, W., Werner, O., Erbli, M., Nose, D. U., Schmid, G., Hughes, W. (2005). Significance of stromatoporoids in Jurassic reefs and carbonate platforms—concepts and implications. *Facies*, 51, 287–325.
- Limmon, G. V. (1996). An assessment of coral reefs in Ambon,Indonesia, unpublished thesis, Mc Master University, p 88, Hamilton (Canada)
- Mancinelli A, Ferrandes D. (2001) Mesozoic cyanobacteria and calcareous? Algae Apennine Platform. *Geobios*, 34(5), 533–546.
- Maync, W. (1958). Note surPseudocyclammina jaccardi etsasynonimie. *Revue de Micropaléontologie*, 1, 9–16.
- Maync, W. (1960). Biocaracteres et analyse morphometrique des especes Jurassiques du genre *Pseudocyclammina* (Foraminiferes): *Pseudo cyclammina jaccardi* (SCHRODT). *Revue de Micropaléontologie*, 3, 113–118.
- Maync, W. (1965). Somecommentson DC Redmond’s new lituolid Foraminifera from Saudi Arabia. *Revue de Micropaléontologie*, 8(1), 37–40.
- Nose, M. (1995). Vergleichende Fazieesanalyse und palokologie korallenreicher Verflachungsabfolgen des iberischen Oberjura. *Profil*, 8, 1–137.
- Pascal, A. (1973). Stratigraphie du Jurassiquesuperieur de la region de Dijon (Oxfordienmoyen-Portlandien). *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 2 Ser sect I 2, 99–112.
- Rathburn, A. E., Willingham, J., Ziebis, W., Burkett, A. M., Corliss, B. H. A. (2018). New biological proxy for deep-sea paleo-oxygen: Pores of epifaunal benthic foraminifera. *Sci. Rep.* 8, 9456.

- Porifera (Demospongiae). Treatise online 20:1–79, 52 fig. Lawrence, Kansas, USA.
- West, R.R. (2011b). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2B: functional morphology of the fossil hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online 21:1–38, 9 fig., 9 tables. Lawrence, Kansas, USA.
- West, R.R. (2011c). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2C: classification of the fossil and living hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online 22:1–24, 6 tables. Lawrence, Kansas, USA.
- West, R.R. (2012a). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2D: Evolution of the hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online 35, 6 tables. Lawrence, Kansas, USA, 1–26.
- West, R.R. (2012b). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2E: paleoecology of the hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online 36, 46 fig., 3 tables. Lawrence, Kansas, USA, 1–68.
- West, R.R. (2012c). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2F: paleogeography and biostratigraphy of the hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online 37, 7 fig., 2 tables. Lawrence, Kansas, USA, 1–29.
- Wilmsen, M., Fursich, F., & Seyed-Emami, K. (2003). Revised lithostratigraphy of the Middle and Upper Jurassic Magu Group of the northern Tabas Block, east-central Iran. *Newsletters on Stratigraphy*, 39(2/ 3), 143–156.
- Wilmsen, M., Fursich, F. T., Seyed-Emami, K., & Majidifard, M. R. (2021). The Upper Jurassic Garedu Red Bed Formation of the northern Tabas Block: elucidating Late Cimmerian tectonics in east-Central Iran. *International Journal of Earth Sciences*, 110, 767-790.
- Senowbari-Darian, B., Bucur, I. I., & Abbate, B. (1994). Upper Jurassic calcareous algae from the Madonie Mountains, Sicily. *Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients*, 19, 227–259.
- Soffel, J., Forster, H. (1984). Polar wander path of the central East Iran microplate including new results. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 168, 165–172.
- Stocklin, J., Eftekhar Nezhad, J., Hushmandzadeh, A. (1965). Geology of Shotori Range (Tabas area, east Iran). *Geological Survey of Iran, Rep 3*, 1–69.
- Tasli, K. (2001). Benthic Foraminifera of the Upper Jurassic platform carbonates sequence in the Aydıncık (icel) Area, Central Taurides. S Turkey. *Geologia Croatia*, 54(1), 1–13.
- Tasli, K., & Altiner, D. (2010). *Pseudomarrssonella* REDMOND 1965 (Foraminifera) and related taxa from the Jurassic platform carbonate succession of the Central Taurides, S Turkey: its phylogenetic relation with the subfamily Paleopfenderininae. *Bulletin de la Société géologique de France* 181(5), 443–445.
- Tasli, K. Altiner, D., Koc, H., & Eren, M. (2008). Benthic foraminiferal biostratigraphy of the Jurassic platform carbonate succession in the Bolkar Mountains (S Turkey). *Micropaleontology*, 54(5), 425–444.
- Thybo, H., Artemieva, I. and Ghods, A. (2022). May. Crustal structure in the central Tethys realm. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (pp. EGU22-6210).
- Velic, I. (1977). Jurassic and Lower Cretaceous assemblage zones in Velic I (1977) Jurassic and Lower Cretaceous assemblage zones in Mt. Velika Kapela, Central Croatia. *Acta Geologica*, 2(9), 16–32.
- West, R.R. (2011a). Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2A: introduction to the fossil hypercalcified chaetetid-type

## ارزیابی پتروفیزیکی بخش‌های مخزنی خاتیا و عرب در یکی از چاه‌های میادین خلیج فارس

سعید اشجع\*<sup>۱</sup>، محسن آل علی<sup>۲</sup>، زهرا ملکی<sup>۲</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری فسیل شناسی و چینه شناسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
- ۲- استادیار گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸

\*مسئول مکاتبات: سعید اشجع، saeedashjaa@gmail.com

### چکیده

یکی از مهمترین مسائل در مخازن کربناته ارزیابی پتروفیزیکی آن است که در تعیین دقیق زون‌های تولیدی نقش مهمی ایفا می‌کند. در این مطالعه تغییر پذیری پارامترهای پتروفیزیکی نظیر تراوایی، تخلخل، تخلخل ثانویه و اشباع آب تعیین و ارزیابی می‌گردید. سپس جهت کاهش عدم قطعیت نتایج حاصل با نتایج نگارهای مرسوم پتروفیزیکی حاصل از مغزه مورد تحلیل و مقایسه قرار می‌گیرد. این مطالعه به بررسی یکی از چاه‌های مخازن نفتی موجود در خلیج فارس که در میدان نفتی بلال قرار دارد پرداخته‌است و به ارزیابی اطلاعات به دست آمده‌ی پارامترهای پتروفیزیکی اشاره شده حاصل از نگارهای چاه پیمایی و نیز مغزه‌ها جهت تعیین کیفیت زون‌های مخزنی نموده است. نتایج مطالعات حاضر به طور خلاصه به این صورت بوده که زون‌های کلسیتی و دولومیتی دارای بهترین کیفیت مخزنی و زون‌های انیدریتی و شیلی کمترین کیفیت مخزنی را دارند. سازند خاتیا با لیتولوژی‌های عمده آهک، دولومیت و میان لایه‌های رسی به دو زون خاتیا بالایی و پایینی تقسیم می‌شود. همچنین سازند عرب با لیتولوژی‌های بیشتر دولومیت و انیدریت به شش زون تقسیم بندی می‌شود. **واژه‌های کلیدی:** نگارهای مرسوم پتروفیزیکی، پارامترهای پتروفیزیکی، زون‌های کلسیتی، زون‌های دولومیتی، زون‌های انیدریتی، زون‌های شیلی.

## **Petrophysical evaluation of Khatia and Arab reservoir sections in one of the wells of the Persian Gulf fields**

Saeed Ashjaa<sup>1\*</sup>, Mohsen Ale Ali<sup>2</sup> and Zahra Maleki<sup>2</sup>

1- PhD candidate of Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Corresponding author: \* Saeed Ashjaa, saeedashjaa@gmail.co

**Abstract:** One of the most crucial issues in carbonate reservoirs is petrophysical evaluation, which plays a vital role in accurately determining production zones. This study focused on assessing the variability of petrophysical parameters such as permeability, porosity, secondary porosity, and water saturation. To reduce uncertainty, the results were analyzed and compared with petrophysical logs obtained from the core samples. The findings can be summarized as follows: Calcite and dolomite zones exhibit the highest reservoir quality, while anhydrite and shale zones have the lowest quality. The Khatia Formation was subdivided into upper and lower zones, characterized by lime and dolomite as main lithologies with clay layers in between. The Arab Formation was divided into six zones, primarily consisting of dolomite and anhydrite. This study focused on an oil reservoir well in the Persian Gulf within the Bilal oil field. By evaluating information from petrophysical parameters derived from well logs and cores, the quality of reservoir zones was determined.

**Keywords:** Petrophysical logs, Petrophysical parameters, Calcite zones, Dolomite zones, Anhydrite zones, Shale zones.

## مقدمه

دانش ارزیابی پتروفیزیکی در یک مخزن نفتی عبارت است از علم مطالعه خواص فیزیکی و شیمیایی سنگ مخزن و ارتباط آن با سیالات درون مخزن. کاربرد اصلی پتروفیزیک، مطالعه مخازن هیدروکربنی و ویژگی های سنگ مخزن آن است. یکی از این ویژگی های مهم نحوه اتصال حفره های کوچک درون سنگ مخزن است که انباشتگی و انتقال سیالات هیدروکربنی را کنترل می کند. سنگ شناسی، تخلخل، اشباع سیالات، تعیین لایه های تولیدی و چگالی بعضی از ویژگی های بررسی شده در پتروفیزیک است. یکی از جنبه های کلیدی پتروفیزیک، اندازه گیری و ارزیابی این ویژگی های سنگ با فرایندهای نمودارگیری و مغزه گیری است. در نمودارگیری یک رشته ابزار اندازه گیری را وارد چاه می کنند، سپس نمودار یا لاگ های به دست آمده را برای اندازه گیری تخلخل و تراوایی و مقاومت ویژه قسمت های مختلف سنگ مخزن طبقه بندی می نمایند. در مغزه گیری نمونه هایی از سنگ را از اعماق چاه به سطح زمین می آورند. سپس با بررسی های زمین شناسی، ژئوفیزیکی و مهندسی مخزن ترکیب می شود تا تصویر کاملی از مخزن به دست آید (برگرفته از سایت اینترنتی ویکی پدیا، سایت اینترنتی زمین شناسی نفت، ۱۳۹۸). مطالعه پارامترهای پتروفیزیکی یکی از مباحث مهم در مخازن کربناته می باشند و عامل اصلی ایجاد آنها در مخازن، پدیده های زمین شناسی (فرآیندهای تکتونیکی و رسوبی) هستند که تاثیر مستقیمی بر روی پارامترهای استاتیکی و دینامیکی (نظیر تخلخل، تراوایی) دارند (مستوفی، ۱۳۹۵ و اسدی، ۱۳۹۵).

به طور کلی اهداف این مطالعه به شرح زیر است: بررسی خواص استاتیکی مخزن از جمله تخلخل، تراوایی، اشباع سیالات، حجم شیل و سیالات و غیره از طریق بررسی نمودارگیری (لاگ) و مغزه گیری از چاه به صورت کمی و کیفی است.

## روش مطالعه و مرور مطالعات قبلی

برای نگارش این مقاله، ابتدا منابع و مقالات مربوط به موضوع حاضر را مورد مطالعه و بررسی قرار داده و سپس چاه مورد نظر را ارزیابی کرده و مطالعات کتابخانه ای در رابطه با سازند یا سازند های مورد نظر صورت گرفت، سپس با آگاهی کامل از موقعیت و تاریخچه زمین شناسی، اکتشاف و تولید میادین، مراحل بعدی مطالعات انجام گردید. پس از انجام مطالعات مقدماتی، اقدام به تهیه داده های مورد نیاز از میادین مورد نظر می گردد که شامل نمودارهای حاصل از چاه پیمایی و گزارش های زمین شناسی می باشد. نمودارهای چاه پیمایی شامل نمودار گاما (GR)، نمودار قطرسنجی (CALI)، نمودار سائز مته (BT)، نمودار صوتی (DT)، نمودار نوترون (NPHI)، نمودار چگالی (RHOB)، نمودارهای مقاومتی عمیق و کم عمق (RT, RXO) و نمودار فوتوالکتریک (PEF) می باشد (آل علی، ۱۳۹۶). نرم افزار ژئولاگ داده های عددی حاصل از نمودارهای چاه پیمایی را تفسیر و ارزیابی نموده و میزان سیالات موجود در مخزن و همچنین لیتولوژی و تخلخل سازندهای حفاری شده محاسبه می نماید (رضایی و چهارزی، ۱۳۸۵). مهمترین کاربردهای نرم افزار ژئولاگ ارزیابی پتروفیزیکی پارامترهای مخزنی شامل حجم سیالات و میزان تخلخل و تراوایی موجود در سازند می باشد.

سازند سروک بالایی ترکیبی از سنگ آهک، دولومیت و مقدار کمی از شیل تعیین گردید. سازند سروک بالایی در منطقه مورد مطالعه به ۵ زون S1 تا S5 تقسیم شد. زون S2 با توجه به ویژگی های خاص پتروفیزیکی به ۸ زیر لایه S2a تا S2h تقسیم می شود و در نهایت زون S2 با توجه به خواص پتروفیزیکی مناسب به عنوان بهترین بخش مخزنی تشخیص داده شد.

### موقعیت جغرافیایی میدان مورد مطالعه و زمین شناسی منطقه

میدان نفتی بلال در فاصله حدودا یکصد کیلومتری جنوب غربی جزیره لاوان با مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی در آب های خلیج فارس و در نزدیکی مرز آبی با کشور قطر قرار دارد (مستوفی، ۱۳۹۵). سازند سروک یکی از واحد های گروه بنگستان به سن کرتاسه میانی (سنومانین) است. این سازند در منطقه خلیج فارس از نظر سنگ مخزن دارای اهمیت زیادی است. سازند سروک در خلیج فارس به سه بخش میشریف، خاتیا و مدود تقسیم شده است. مطابق شکل ۱ میدان بلال که یکی از میداین نفتی ایران در محدوده خلیج فارس است که در نزدیکی آبهای قطر واقع شده و شامل دو مخزن شناخته شده عرب و خاتیا می باشد (مستوفی، ۱۳۹۵ و مطیعی، ۱۳۸۷ و ۱۳۷۴).

این مطالعه مربوط به مخزن خاتیا و عرب در یکی از چاه های میدان نفتی بلال می باشد. این میدان یکی از بزرگترین میدان های نفتی ایران است که در خلیج فارس و در آب های سرزمینی ایران و قطر واقع شده است، بازه های مخزنی در این میدان علاوه بر گروه بنگستان، توالی کربناته کنگان و دالان می باشد که حاوی مقادیر قابل توجهی نفت و گاز است. این دو مخزن به وسیله لایه انیدرید نار از هم مجزا گردیده اند.

جهت انجام ارزیابی پتروفیزیکی و محاسبه پارامترهای پتروفیزیکی به طور کلی از دو روش تفسیر قطعی و احتمالی می توان استفاده نمود که روش احتمالی روشی نوین و بر اساس احتمالات آماری می باشد و به دلیل دقت و سرعت بالا، با خطای تجمعی کمتر انجام می گردد (برگرفته از انجمن دانش پژوهان دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۵ - سایت اینترنتی زمین شناسی نفت، ۱۳۹۸). در همین راستا مطالعات مشابهی در محدوده مورد مطالعه و نیز محدوده های دیگر انجام شده است از جمله مستوفی، آل علی و ملکی (۱۳۹۵) در بررسی بهسازی ارزیابی پتروفیزیکی مخزن عرب در میدان بلال با نگرشی بر تفسیر نمودارهای تصویری پرداخته اند. در این مطالعه سکانس رسوبی کربناته تبخیری سازند عرب در میدان بلال بر اساس داده های پتروفیزیکی و تصویری و نیز داده های مغزه در چاه مورد مطالعه به زون های A1 تا A7 تقسیم بندی شده است. در این مطالعه زون های A4 و A5 با لیتولوژی های دولومیتی و کلسیتی دارای وضعیت پتانسیل خوب و زون های A1 و A2 و A3 با لیتولوژی های دولومیت، کلسیت و اندکی شیل دارای پتانسیل متوسط و نیز زون A7 با لیتولوژی دولومیت و اندکی کلسیت از وضعیت پتانسیل ضعیفی برخوردار است. همچنین موحد، مسیحی و هاشمی (۱۳۹۱) در مقاله ای با عنوان "ارزیابی خواص مخزنی سازند سروک بالایی با استفاده از داده های پتروفیزیکی در یکی از میداین نفتی جنوب ایران" پرداخته اند. در این پژوهش با استفاده از داده های چاه نگاری در یکی از میداین نفتی جنوب ایران و به کمک نرم افزار ژئولاگ، پارامترهای پتروفیزیکی سازند سروک بالایی در دو چاه A و B به روش ارزیابی احتمالی بررسی شد. بر پایه این ارزیابی و با بهره گیری از کراس پلات های مرسوم (نوترون، صوتی، چگالی و غیره) لیتولوژی

ناحیه دوم: در این ناحیه روند طاقدیسها متأثر از حرکت گنبد‌های نمکی بوده و با سایر نقاط خلیج فارس متفاوت است.

حرکت نمک‌ها موجب کاهش ضخامت در بخش های فوقانی طاقدیس، تضعیف پوش سنگ و مهاجرت مواد هیدروکربنی به قسمت‌های سطحی شده است. در این ناحیه سنگ مخزن عمدتاً کربناته می‌باشد.

ناحیه سوم: این ناحیه قسمت شمالی و شرقی بلندای قطر را دربردارد. میدان گازی پارس جنوبی در این ناحیه واقع شده است.

ناحیه چهارم: این ناحیه بین بلندای قطر و تنگه هرمز قرار دارد. سنگ مخزن این ناحیه کربناته و بیشتر از سازندهای سروک، داریان و بخش فوقانی سازند سورمه می‌باشد.

ناحیه پنجم: شامل تنگه هرمز می‌شود و مخازن آن بیشتر کربناته و از سازندهای سروک و داریان هستند. چاه مورد ارزیابی قرار گرفته در میدان نفتی بلال و در ناحیه چهارم و پنجم تقسیم بندی‌های اشاره شده قرار دارد (شکل‌های او و ۲).

### چینه شناسی سازندهای چاه مورد مطالعه

#### سازند خاتیا (Khatiyah)

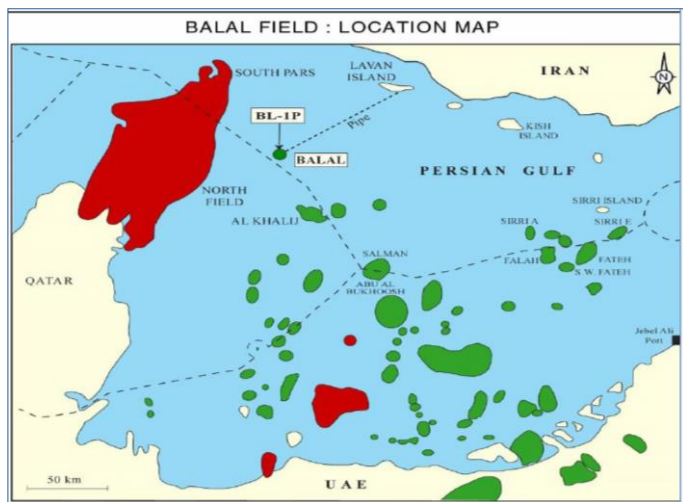
مطابق شکل ۳ این سازند بر اساس خصوصیات زمین‌شناسی به دو بخش خاتیا از عمق ۱۳۰۹ تا ۱۳۴۳ متری و خاتیا پایینی از عمق ۱۳۴۳ تا ۱۴۳۸ متری تقسیم بندی می‌شود. این سازند بر روی سازند احمدی قرار گرفته و در بالا که سازند لافان بر روی آن قرار گرفته است، یک ناپیوستگی دارد. عمدتاً از رسوبات کلسیتی با میان لایه‌های دولومیتی شکل گرفته است. دارای بیوکلست، شیل، مادستون، وکستون بی رنگ و یا سفید، ماتریکس میکریتی و نیز بافت چاکلی است. سن این سازند کرتاسه میانی می‌باشد (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳).

میدان بلال در همجواری میدان پارس جنوبی در واقع ادامه پرلانچ شمال شرقی منطقه عظیم گازی ونفتی قطر است. این منطقه دارای امتداد شمال شرقی- جنوب غربی بوده که خود یکی از برجستگی‌های موجود از بالآمدگی ناحیه‌های موسوم به کمان پارس جنوبی- قطر است. دامنه جنوب شرقی نسبت به دامنه شمال غربی کم شیب‌تر بوده و پرلانچ شمالی بلال در داخل آبهای ایران شدیداً گسله می‌باشد.

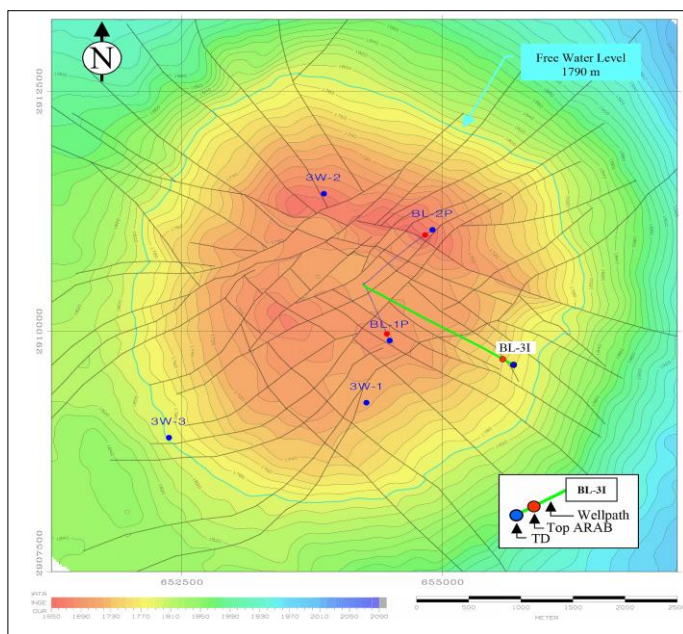
کمان پارس جنوبی- قطر، حوضه پارس جنوبی را به دو بخش شمال غربی و جنوب شرقی تقسیم کرده است. برجستگی مزبور خود توسط یک فرورفتگی از روند عمومی تاقدیس بسیار عظیم گوار در شبه جزیره عربستان جدا شده است و در جهت شمال نیز به کمربند چین خوردگی زاگرس محدود می‌گردد (مستوفی، ۱۳۹۵). به طور کلی منطقه فلات قاره ایران در خلیج فارس براساس ویژگی های چینه‌شناسی و ساختمانی سنگ منشأ، سنگ مخزن و پوش سنگ به ۵ ناحیه تقسیم می‌شود (مستوفی، ۱۳۹۵ و مطیعی، ۱۳۸۷ و ۱۳۷۴):

ناحیه اول: شمال غرب فلات قاره ایران در خلیج فارس است که غنی از منابع هیدروکربوری است. سنگ مخزن این ناحیه عمدتاً ماسه سنگی بوده و شامل سازندهای کژدومی، بورگان، بخش ماسه سنگی اهواز (غار) و گدوان (زیبر) است.

سازندهای آسماری، داریان و فهلین سنگ مخزن های این ناحیه می‌باشند. میادین این ناحیه شامل ابوذر، اسفندیار، بهرگانسر، خارک، درود، سروش، فروزان، نوروز و هندیجان است. بعضی از این طاقدیس‌ها روند شمالی- جنوبی داشته و در راستای ساختار زمین‌شناسی عربستان هستند و بعضی دارای ساختارهای متفاوت و با دامنه کم شیب می‌باشند.



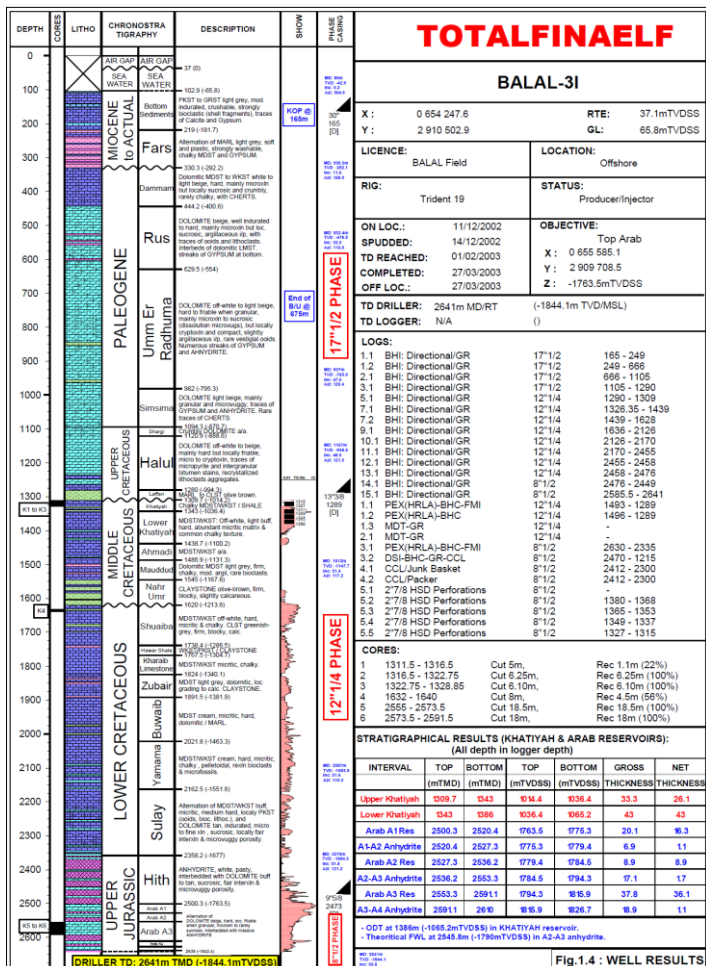
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی بلال (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳)



شکل ۲: نقشه تراز جغرافیایی بخش تاپ سازند عرب در چاه BL-3I و چاه‌های اطراف آن (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳)

متری ادامه می‌یابد. سن این سازند ژوراسیک پسین است. عمدتاً از توالی کلسیت دولومیتی سخت و شکننده با میان لایه‌های دانه‌های کریستالی انیدریتی در هم آمیخته شکل گرفته‌است. این سازند از لحاظ تعیین خصوصیات پتروفیزیکی و ناهمگنی‌های شکل گرفته در اثر شکستگی‌ها شبیه به سازند سروک می‌باشد (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳).

سازند عرب مطابق شکل ۳ این سازند یکی از بزرگترین مخزن‌های نفتی چاه مورد مطالعه می‌باشد و بر اساس خصوصیات زمین‌شناسی به ۵ بخش  $A_5, A_4, A_3, A_2, A_1$  تقسیم می‌شود که موقعیت توالی هر کدام از بخش‌ها در شکل ۳ مشخص است. این سازند در زیر سازند هیث قرار گرفته و از عمق حدودی ۲۵۰۰ متری شروع شده و تا عمق ۲۶۳۸



شکل ۳: ستون چینه‌شناسی و موقعیت قرار گیری سازندهای مختلف در چاه BL-3I (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳)

## بحث

**لایه بندی مخزنی سازندهای خاتیا و عرب**  
سکانس رسوبی سازندهای عرب و خاتیا در میدان بلال برپایه داده‌های حاصل از نگاره‌های پتروفیزیکی و همچنین توصیف مغزه تهیه شده در چاه BL-3I می باشد و بر اساس زیر است (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳):

### سازند خاتیا

زون مخزنی خاتیا بالایی از عمق ۱۳۰۹.۷ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۱۳۴۳ متری ادامه می‌یابد.

دارای ضخامت عمودی ۳۳.۳ متر می‌باشد. عمدتاً از لایه‌های سخت آهکی با رسوبات نازک دولومیتی که دارای بافت پکستون و وکستون با تخلخل حفره ای و بین بلوری و تراوایی مناسبی می‌باشند و لایه‌های شیلی به ویژه در قسمت های پایینی این زون که میزان تخلخل و تراوایی کم تری دارد تشکیل شده‌است. این زون دارای تخلخل متوسط در حدود ۳۰ درصد و نیز میزان حجم آب ۱۰ درصد است که به دلیل قرار گیری بر روی رسوبات شیلی منشا زیرین از وضعیت پتانسیل بسیار مناسبی برخوردار است.

زون مخزنی خاتیا پایینی از عمق ۱۳۴۳ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۱۴۳۸.۷ متری ادامه می‌یابد. دارای ضخامت عمودی ۹۵.۷ متری می‌باشد.

عمدتاً از رسوبات آهکی با میان لایه‌های دولومیتی و اندکی شیلی که دارای بافت پکستون و وکستون با تخلخل حفره ای و بین بلوری و میکرو کریستال‌های پیریت تشکیل شده‌است. این زون دارای تخلخل در حدود ۳۰ درصد و میزان حجم آب ۱۰ درصد و میزان حجم شیل تا حدود ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیل متوسطی برخوردار است (شکل‌های ۶، ۷ و ۱۳).

این مقاله به مطالعه چاه BL-3I میدان نفتی بلال در افق عرب و خاتیا پرداخته است. اطلاعات نمودارهای پتروفیزیکی به دست آمده از این سازند ها به صورت خام بوده و با فرمت DLIS و LAS پردازش و ذخیره شده و در نرم افزار بارگذاری گردید. پس از بارگذاری اطلاعات در نرم افزار ژئولاگ ۷، بر روی داده های خام ورودی ابتدا تصحیحات محیطی، ویرایش و پردازش اولیه انجام و سپس تفسیر و تحلیل نمودارهای پتروفیزیکی و ساختاری صورت می‌گیرد. در مرحله بعدی تفسیر و تحلیل تخلخل، تراوایی، اشباع آب محاسبه می‌شود. ارزیابی صورت گرفته نقش تعیین کننده‌ای در میزان تولید از مخزن را دارا می‌باشد (مستوفی، ۱۳۹۵ و العسکری، ۱۳۸۹).

### داده‌های استفاده شده

\*لاگ‌های تخلخل به ویژه PHIE برای ارزیابی تخلخل.

\*لاگ‌های مربوط به مقاومت، به ویژه لاگ‌های های کم عمق شونده جانبی (RLA3) برای کالیبراسیون مقاومت و تجزیه و تحلیل میزان تخلخل و نفوذ پذیری استفاده می‌شود.

\*اشباع آب (هر دو SW و SXO) برای تعیین نفوذپذیری و تغییر در اشباع و نوع مایعات مخزن (هیدروکربن یا آب).

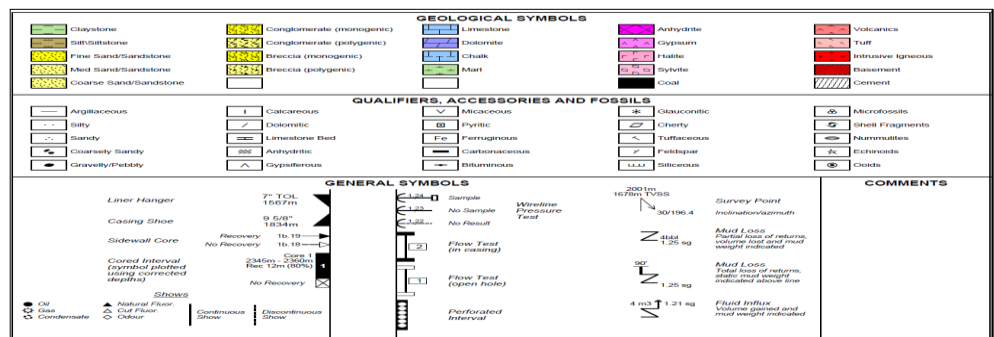
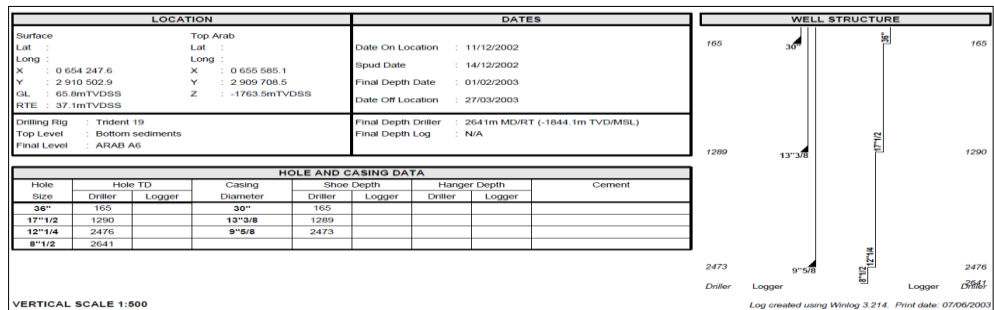
\*لاگ‌های مرسوم پتروفیزیکی برای ارزیابی خواص پتروفیزیکی سازندهای مورد مطالعه.

علاوه بر داده‌های فوق، اطلاعات اصلی بعد از ارائه نتایج اولیه تجزیه و تحلیل داده‌ها ارائه شده است:

\*تخلخل حاصل از پلاگ مغزه.

\*تراوایی حاصل از پلاگ مغزه.

\*عکس‌های گرفته شده از مغزه در فواصل ۱۳۱۶ تا ۱۳۲۶.۲۵ متری از سازند خاتیا و نیز ۲۵۴۹ تا ۲۵۸۵.۵ متری از سازند عرب در طول عمق حفاری.



شکل ۴: راهنمای اطلاعات کلی از چاه BL-3I: موقعیت جغرافیایی، تاریخ، اطلاعات حاصل از لوله گذاری در داخل چاه، ساختار چاه، نشانه های زمین شناسی، مواد معدنی، فسیل ها و نشانه های عمومی (گزارش زمین شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳)

سکانس رسوبی کربناته- تبخیری سازند عرب در میدان بلال براساس داده های نگار پتروفیزیکی و تصویری و نیز داده های مغزه تحلیل شده است، که دارای مخازن کربناته حاوی هیدروکربن می باشد این سازند بر اساس خصوصیات زمین شناسی و پتروفیزیکی و نیز اطلاعات به دست آمده از گزارش زمین شناسی چاه BL-3I شرکت نفت فلات قاره (2003)، به زونهای مخزنی A1 تا A6 تقسیم بندی شده است. در این سازند هر کدام از زون ها به طور جداگانه که دارای پوش سنگ انیدریتی هستند زون جوانتر می باشند.

در شکل ۵ ستون ها به ترتیب از چپ به راست: ستون اول: نام سازند، ستون دوم: میزان لاگ های گامای چاه و مغزه، لاگ قطر چاه و لاگ قطر مته، ستون سوم: میزان عمق حفاری، عمق چاه و انواع لیتولوژی ها، ستون چهارم: میزان انواع لاگ های مقاومت، ستون پنجم: میزان لاگ های فوتوالکتریک، صوتی، چگالی و نوتون، ستون ششم: میزان کل گاز موجود در سازند و ستون هفتم اطلاعات حاصل از بافت سازند را نمایش می دهد.

**سازند عرب**

سازند عرب در چاه BL-3I عمدتاً از رخساره های کربناته - تبخیری تشکیل شده است.

این زون دارای متوسط تخلخل ۲۵ درصد و نیز ۱۵ درصد اشباع شدگی آب می‌باشد. میزان حجم شیل کمتر از ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیلی متوسطی برخوردار می‌باشد.

#### \*زون مخزنی A3

از عمق ۲۵۵۳.۳ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۶۱۰ متری ادامه می‌یابد. دارای ضخامت عمودی ۵۶.۷ متر می‌باشد. قسمت‌های بالایی این زون از رسوبات بزرگ دولومیتی بی رنگ تا بژ حاوی انواع بیوکلست ها تشکیل شده است که عمدتاً میزان تخلخل و تراوایی مناسبی دارند.

بخش های پایینی این زون عمدتاً از رسوبات سخت و فشرده انیدریتی سفید رنگ و خمیری با میان لایه‌های دولومیتی تشکیل شده است که میزان تخلخل و تراوایی سطح پایینی دارند. این زون دارای متوسط تخلخل ۳۵ درصد و نیز ۱۰ درصد اشباع شدگی آب می‌باشد. میزان حجم شیل در حدود ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیلی متوسطی برخوردار می‌باشد.

#### \*زون مخزنی A4

از عمق ۲۶۱۰ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۶۲۶.۵ متری ادامه می‌یابد. دارای ضخامت عمودی ۱۶.۵ متر می‌باشد. قسمت‌های بالایی این زون از رسوبات دولومیتی روشن سفید تا زرد رنگ با میان لایه‌های انیدریتی تشکیل شده‌است که عمدتاً میزان تخلخل و تراوایی مناسبی دارند. بخش‌های پایینی این زون عمدتاً از رسوبات سخت و فشرده انیدریتی تشکیل شده‌است که میزان تخلخل و تراوایی سطح پایینی دارند. این زون دارای متوسط تخلخل ۴۰ درصد و نیز ۱۵ درصد اشباع شدگی آب می‌باشد. میزان حجم شیل در حدود ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیلی خوبی برخوردار می‌باشد.

زون‌های انیدریتی که از اشباع شدگی آب و چگالی بالایی برخوردار است، دارای تخلخل کمتر از یک درصد تا صفر می‌باشند و فاقد شیل در حدود کمتر از یک درصد تا صفر هستند. بخش‌های هیدروکربوری توسط زون‌های انیدریتی و دولومیتی با تخلخل کم در حدود دو تا بیست در صد تفکیک شده است. زون‌های خوب مخزنی عرب ۴ (A4) و عرب ۵ (A5) ، دارای تخلخل متوسط ۲۰ تا ۵۰ درصد از نوع تخلخل حفره‌ای و بین بلوری بوده است (شکل های ۶ و ۱۲).

#### \*زون مخزنی A1

از عمق ۲۵۰۰.۳ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۵۲۷.۳ متری ادامه می‌یابد. دارای ضخامت عمودی ۲۷ متر می‌باشد. عمدتاً از رسوبات بزرگ دولومیتی قهوه ای روشن تا کرم رنگ حاوی انیدریت با میان لایه های انیدریتی سفید رنگ و مقداری گچ تشکیل شده‌است. قسمت‌های دولومیتی میزان تخلخل و تراوایی بسیار مناسبی دارد ولی قسمت‌های انیدریتی میزان تخلخل و تراوایی کم تری دارند. این زون دارای متوسط تخلخل ۲۵ درصد و نیز ۶ درصد اشباع شدگی آب می‌باشد. میزان حجم شیل کمتر از ۱۵ درصد است و از وضعیت پتانسیلی متوسطی برخوردار می‌باشد.

#### \*زون مخزنی A2

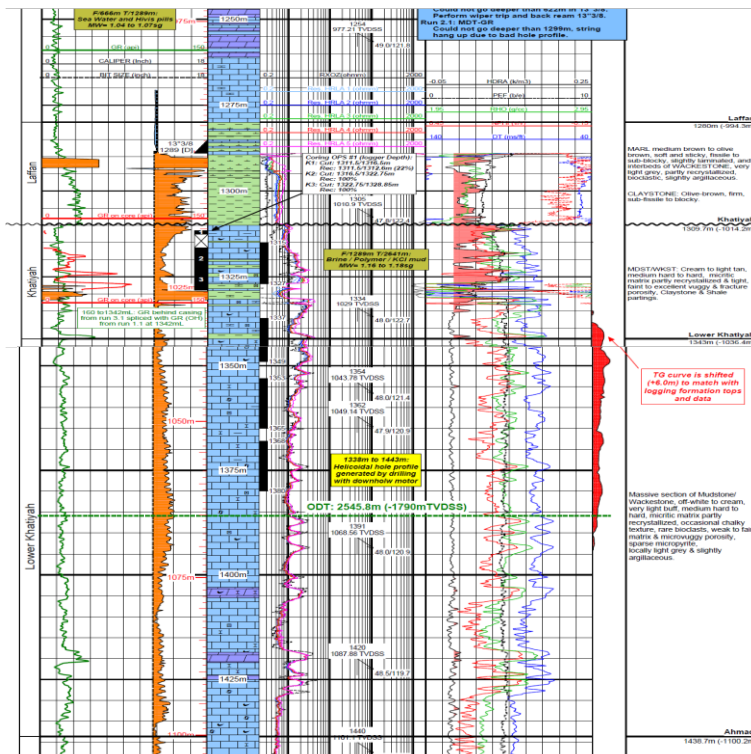
از عمق ۲۵۲۷.۳ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۵۵۳.۳ متری ادامه می‌یابد. دارای ضخامت عمودی ۲۶ متر می‌باشد. قسمت‌های بالایی این زون عمدتاً از رسوبات بزرگ دولومیتی قهوه‌ای روشن تا بژ رنگ با میان لایه‌های انیدریتی سفید رنگ آمورف که میزان تخلخل و تراوایی مناسبی دارند تشکیل شده‌است. قسمت‌های پایینی این زون عمدتاً از رسوبات انیدریتی سخت و فشرده تشکیل شده‌است که میزان تخلخل و تراوایی سطح پایینی دارند.

\*زون مخزنی A5

از عمق ۲۶۲۶.۵ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۶۳۸ متری ادامه می یابد. دارای ضخامت عمودی ۱۱.۵ متر می باشد. عمدتاً از رسوبات و کریستال های سخت انیدریتی با میان لایه های دولومیتی بزرگ تشکیل شده است. قسمت های دولومیتی از میزان تخلخل و تراوایی بسیار مناسب برخوردار است ولی قسمت های انیدریتی میزان تخلخل و تراوایی سطح پایینی دارند. این زون دارای متوسط تخلخل ۳۰ درصد و نیز ۱۵ درصد اشباع شدگی آب می باشد. میزان حجم شیل در حدود ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیلی خوبی برخوردار می باشد.

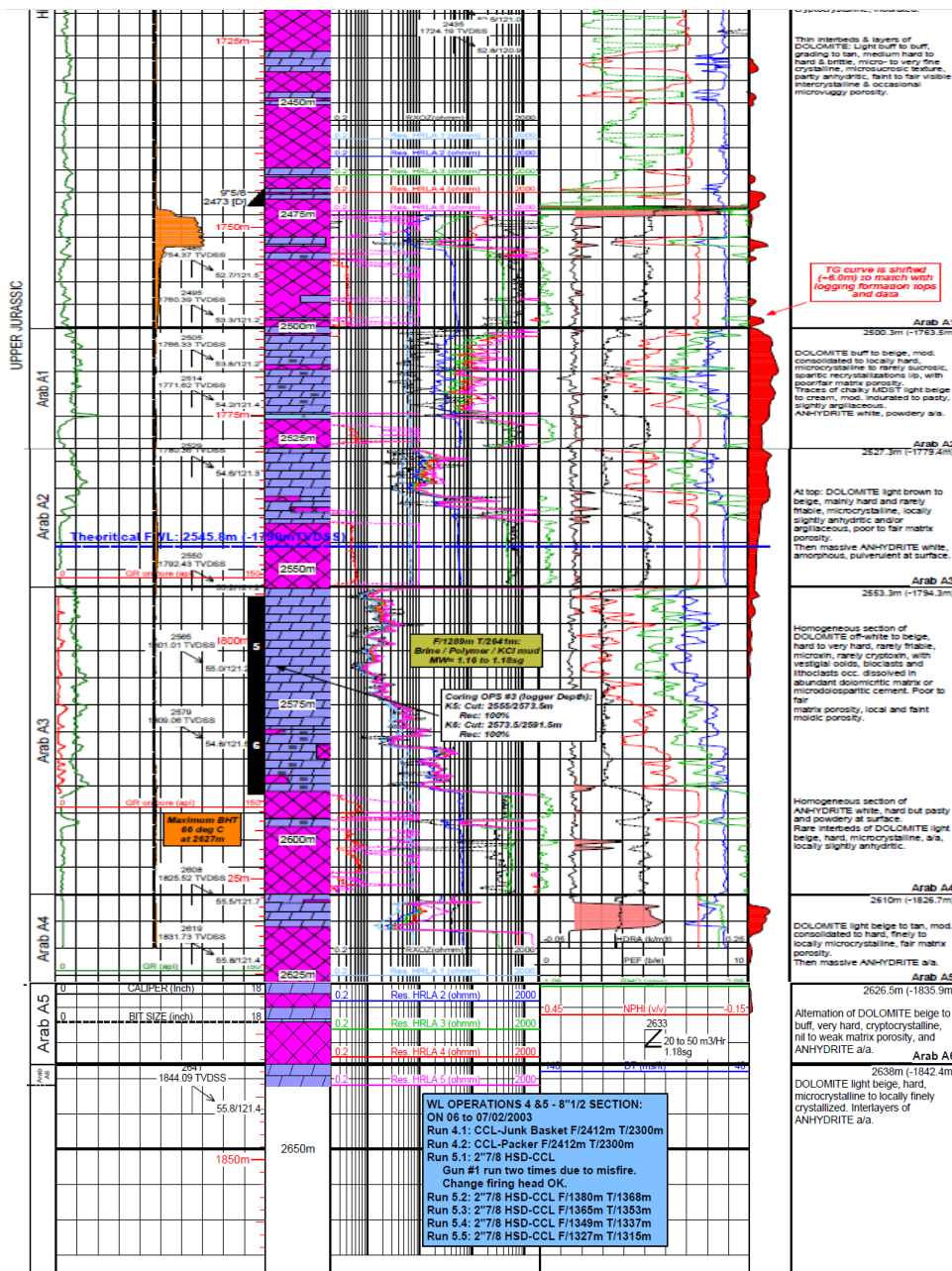
\*زون مخزنی A6

از عمق ۲۶۳۸ متری از درون چاه شروع شده و تا عمق ۲۶۴۱ متری ادامه می یابد. دارای ضخامت عمودی ۳ متر و عمدتاً از رسوبات دولومیتی سبک و سخت و میکرو کریستال های ریز و متبلور انیدریتی تشکیل شده است. قسمت های دولومیتی از میزان تخلخل و تراوایی بسیار مناسب برخوردار است ولی قسمت های انیدریتی میزان تخلخل و تراوایی سطح پایینی دارند. این زون دارای متوسط تخلخل ۳۵ درصد و نیز ۶۰ درصد اشباع شدگی آب می باشد. میزان حجم شیل در حدود ۲۰ درصد است و از وضعیت پتانسیلی ضعیفی برخوردار می باشد.



شکل ۵: زون بندی سازند خاتیا با استفاده از اطلاعات پتروفیزیکی به دست آمده (۱۳۰۹.۷ تا ۱۴۳۸.۷ متری) (گزارش

زمین شناسی چاه BL-31 توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳):



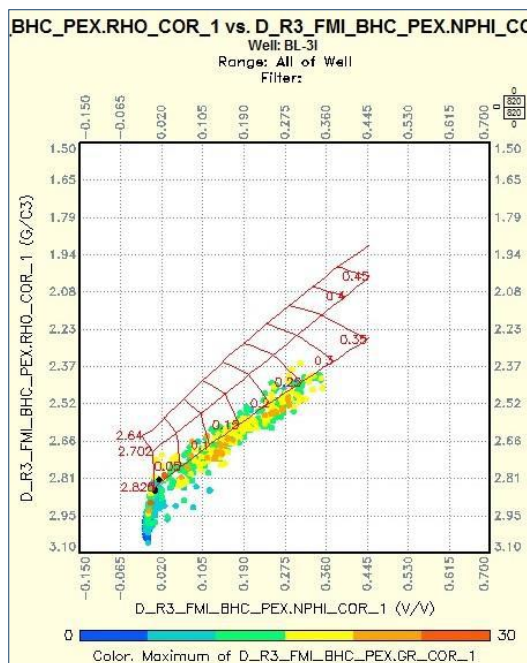
شکل ۶: زون بندی سازند عرب با استفاده از اطلاعات پتروفیزیکی به دست آمده (۳۵۰۰.۳ تا ۲۶۳۸ متری) (گزارش زمین‌شناسی چاه BL-3I توسط شرکت نفت فلات قاره، ۲۰۰۳):

سیال و تراوایی می‌باشد. اطلاعات حاصل از لاگ‌ها به شناخت مخزن و بخش مفید آن، تشخیص نفت، گاز و آب در سازند و نیز تخمین مقدار ذخیره هیدروکربن کمک شایانی می‌کند. خصوصیات پتروفیزیکی مستقیماً قابل اندازه‌گیری نیستند بنابراین باید آنها را از اندازه‌گیری پارامترهای دیگر سنگ مخزن مانند مقاومت الکتریکی، چگالی، زمان عبور صوت، خواص رادیو اکتیویته و محتوای هیدروژن سنگ نتیجه‌گیری کرد. همچنین مطابق شکل‌های ۷ و ۹ به منظور تعیین لیتولوژی، بافت، حجم شیلی و نیز نوع کانی های رسی موجود در چاه مورد مطالعه می‌توان از کراس پلات های به دست آمده از اطلاعات پتروفیزیکی تفسیر و تعیین نمود (Schlumberger, 2017).

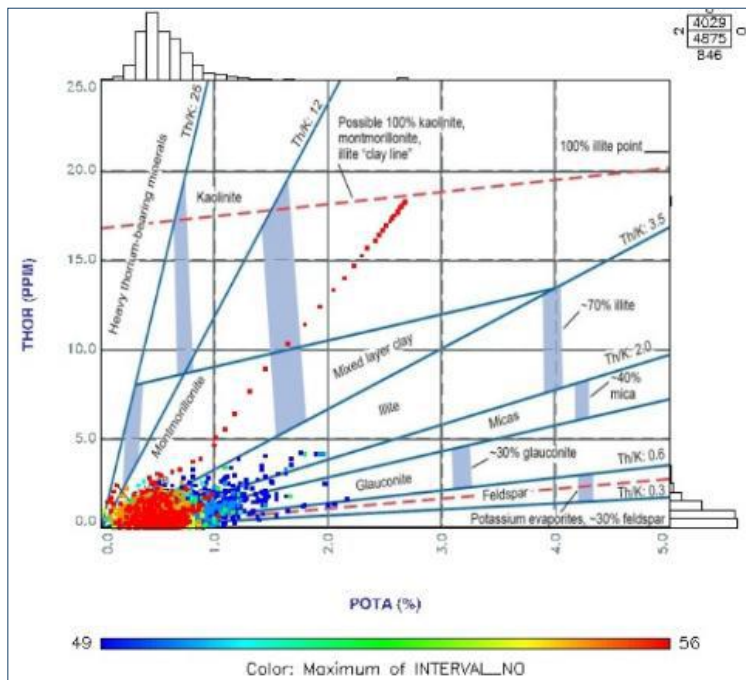
در شکل ۶ ستون‌ها به ترتیب از چپ به راست: ستون اول: نام سازند، ستون دوم: میزان لاگ‌های گامای چاه و مغزه، لاگ قطر چاه و لاگ قطر مته، ستون سوم: میزان عمق حفاری و عمق چاه و انواع لیتولوژی‌ها، ستون چهارم: میزان انواع لاگ‌های مقاومت، ستون پنجم: میزان لاگ‌های فوتوالکتریک، صوتی، چگالی و نوتون، ستون ششم: میزان کل گاز موجود در سازند و ستون هفتم: اطلاعات حاصل از بافت سازند را نمایش می‌دهد.

### تفسیر پتروفیزیکی چاه BL-3I در افق خاتیا و عرب

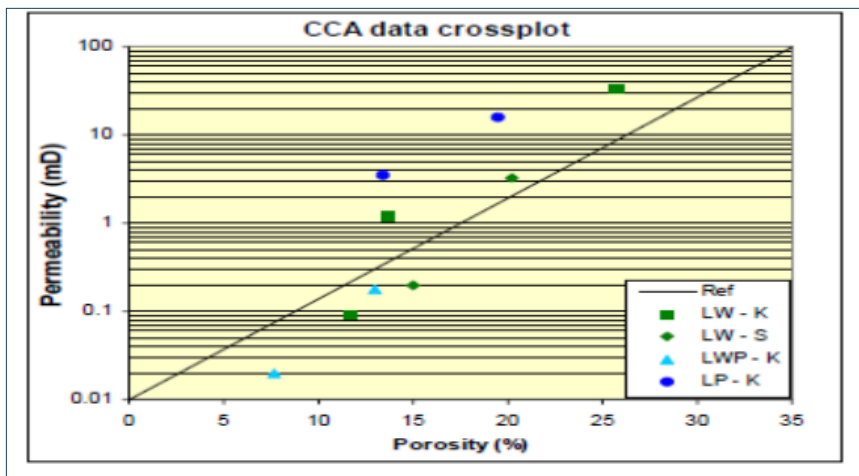
روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی پتروفیزیکی با مطالعاتی بر روی نمودارهای چاه پیمایی (لاگ‌ها) جهت تطابق لایه‌ها و شناخت خواص پتروفیزیکی سنگها شامل لیتولوژی، تخلخل و انواع آن، محتوای



شکل ۷: تعیین لیتولوژی چاه BI-3I در افق عرب و خاتیا بر اساس نمودار (RHOZ-NPHI) درمیدان بلال



شکل ۸: کراس پلات پتاسیم در مقابل توریم (THOR-POTA) در چاه BL-3I میدان بلال



شکل ۹: کراس پلات تراوایی در برابر تخلخل در چاه BL-3I میدان بلال

## ارزیابی پتروفیزیکی با استفاده از نمودارهای

### پتروفیزیکی

تحلیل و تفسیر نموداری از مهمترین بخش های ارزیابی یک سازند می باشد که با استفاده از آن می توان درصد اشباع نفت و آب و میزان توان تولیدی هر زون را مشخص نمود (یوسف پور، ۱۳۸۳).

### سازند عرب

بر اساس اطلاعات به دست آمده از شکل ۱۰:

\* کم ترین میزان لاگ گامای حاصل از مغزه به دلیل حضور توالی های دولومیتی و انیدریتی در سازند عرب دیده می شود. به دلیل وجود لایه بندی ها و گره های انیدریتی فراوان در شکستگی های این سازند میزان نوسان های جریان الکتریکی بالا بوده که باعث تشکیل ناهمگنی فراوان در این سازند شده است.

لایه های انیدریتی بیشترین کاهش مقاومت الکتریکی را دارند. هم چنین در این سازند به دلیل اندک بودن میزان لایه های رسی و عدم تغییر در اندازه لاگ قطر چاه، کم ترین میزان ریزش دیواره چاه وجود دارد. بخش هایی از سازند که دارای لایه های مقاوم انیدریتی هستند کم ترین میزان لاگ نوترون و صوتی و بیشترین میزان لاگ چگالی را دارند.

\* در عمق حدود ۲۵۲۰ تا ۲۵۲۵ متری از زون عرب ۱ به دلیل کاهش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر و حجم آب و افزایش میزان لاگ های مقاومت، چگالی و لایه های انیدریتی، کیفیت مخزنی نامناسبی دیده می شود. میزان تخلخل کم تر از ۲ در صد و میزان حجم آب صفر درصد است.

\* در عمق حدود ۲۵۴۰ تا ۲۵۵۵ متری از زون عرب ۲ به دلیل کاهش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر و حجم آب و افزایش میزان لاگ های مقاومت، چگالی

و لایه های انیدریتی، کیفیت مخزنی نامناسبی دیده می شود. میزان تخلخل کم تر از ۲ در صد و میزان حجم آب صفر درصد است.

\* در عمق حدود ۲۵۹۰ تا ۲۶۱۰ متری از زون عرب ۳ به دلیل کاهش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر و حجم آب و افزایش میزان لاگ های مقاومت، چگالی و لایه های انیدریتی، کیفیت مخزنی نامناسبی دیده می شود.

میزان تخلخل کم تر از ۲ در صد و میزان حجم آب صفر درصد است.

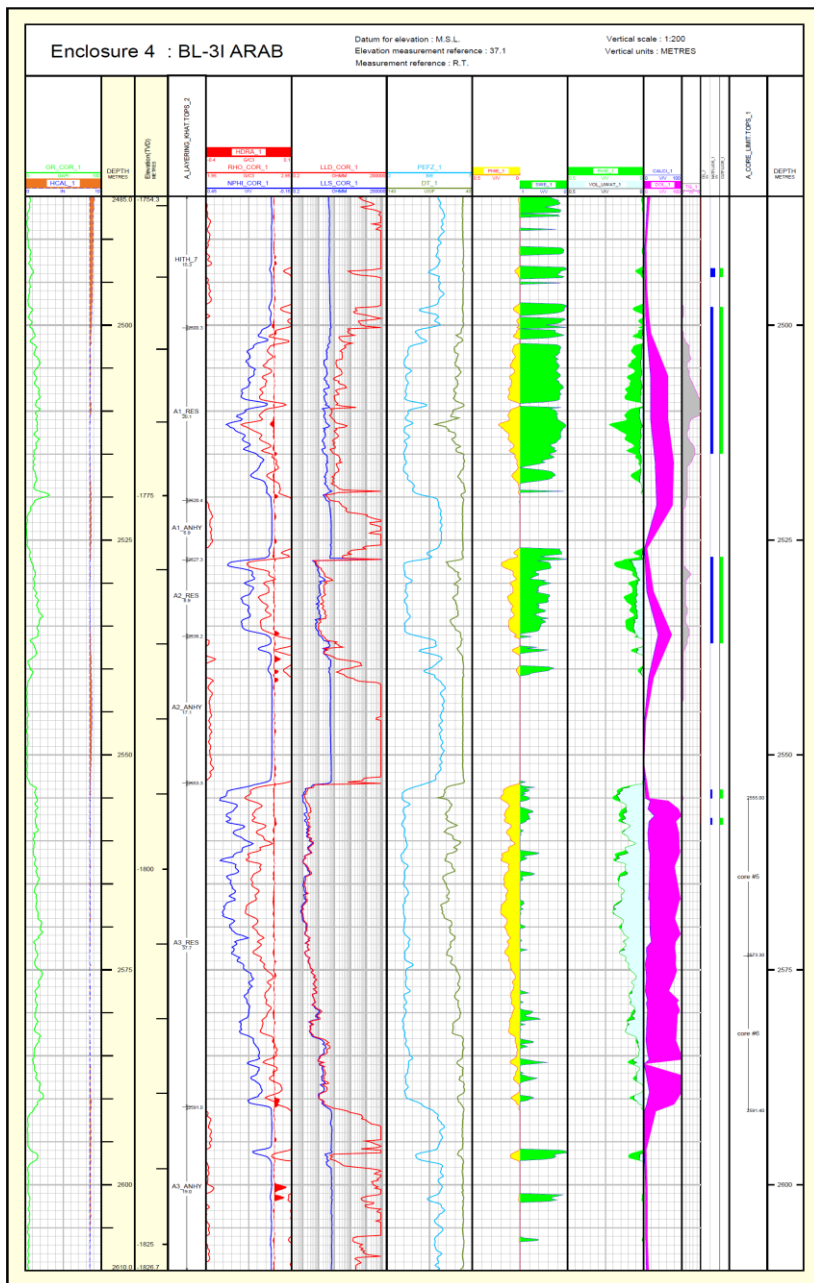
\* در عمق حدود ۲۵۰۰ تا ۲۵۲۰ متری از زون عرب ۱ به دلیل افزایش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر، حجم آب و لایه های دولومیتی و کاهش میزان لاگ های مقاومت و چگالی، کیفیت مخزنی خوبی دیده می شود.

میزان تخلخل در حدود ۳۰ در صد و میزان حجم آب ۵ درصد است.

\* در عمق حدود ۲۵۲۵ تا ۲۵۴۰ متری از زون عرب ۲ به دلیل افزایش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر، حجم آب و لایه های دولومیتی و کاهش میزان لاگ های مقاومت و چگالی، کیفیت مخزنی خوبی دیده می شود.

میزان تخلخل در حدود ۳۰ در صد و میزان حجم آب ۱۰ درصد است.

\* در عمق حدود ۲۵۵۵ تا ۲۵۹۰ متری از زون عرب ۳ به دلیل افزایش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ صوتی، لاگ درجه تخلخل موثر، حجم آب و لایه های دولومیتی و کاهش میزان لاگ های مقاومت و چگالی، کیفیت مخزنی خوبی دیده می شود. میزان تخلخل بیش از ۳۰ در صد و میزان حجم آب تا حدود ۳۰ درصد است.



شکل ۱۰: انواع لاگ‌های به دست آمده از سازند عرب در چاه BL-3I

\*در عمق ۱۳۳۵ تا ۱۳۴۳ متری از زون مخزنی خاتیا بالایی به دلیل افزایش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ تخلخل موثر، حجم آب، حجم نفت، لایه‌های آهکی و میان لایه های دولومیتی کیفیت مخزنی مناسب دیده می‌شود. میزان تخلخل در حدود ۳۰ درصد و میزان حجم آب ۱۰ در صد است.

\*در عمق ۱۳۴۳ تا ۱۴۰۰ متری از زون مخزنی خاتیا پایینی به دلیل افزایش میزان لاگ‌های تخلخل حاصل از نوترون، تخلخل موثر، حجم آب، حجم نفت، لایه‌های آهکی و میان لایه‌های دولومیتی کیفیت مخزنی مناسب دیده می‌شود. میزان تخلخل در حدود ۳۰ درصد و میزان حجم آب ۱۰ در صد است. در شکل ۱۱، انواع لاگ‌های پتروفیزیکی به دست آمده از مغزه و چاه مورد مطالعه که شامل لاگ‌های قطر چاه و مته، لاگ‌های گاما، چگالی، نوترون، صوتی، لاگ‌های فوتوالکتریک و نیز پارامترهای پتروفیزیکی که شامل عمق حفاری چاه، زون بندی سازندی، تخلخل موثر و اشباع موثر و نیز میزان حجم شیل، کلسیت، دولومیت، آب، گاز و نفت به نمایش در آمده است. نتایج پتروفیزیکی به دست آمده از سارند عرب در چاه مورد مطالعه به طور خلاصه شده در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱: نتایج ارزیابی پتروفیزیک درزون‌های مخزنی

عرب در چاه BI-3I

زون مخزنی	درصد تخلخل	درصد حجم اشباع آب
A1	٪۲۵	٪۶
A2	٪۲۵	٪۱۰
A3	٪۳۰	٪۱۰
A4	٪۴۰	٪۱۵
A5	٪۳۰	٪۱۵
A6	٪۲۰	٪۶۰

در شکل ۱۰، انواع لاگ‌های پتروفیزیکی به دست آمده از مغزه و چاه مورد مطالعه که شامل لاگ‌های قطر چاه و مته، لاگ‌های گاما، چگالی، نوترون، صوتی، لاگ‌های مقاومت و فوتوالکتریک و نیز پارامترهای پتروفیزیکی که شامل عمق حفاری چاه، زون بندی سازندی، تخلخل موثر و اشباع موثر و نیز میزان حجم شیل، کلسیت، دولومیت، آب، گاز و نفت به نمایش در آمده است.

بر اساس اطلاعات به دست آمده از شکل ۱۱:

\*در عمق حدودی ۱۳۳۵ تا ۱۳۲۵ متری و ۱۳۴۳ تا ۱۳۴۵ متری از زون خاتیا بالایی، میزان لاگ‌های گامای مغزه و چاه به علت حضور میان لایه‌های رسی افزوده می‌شود.

همچنین به دلیل وجود میان لایه‌های رسی میزان قطر چاه از قطر مته بیشتر شده و در نتیجه در این عمق بیشترین ریزش دیواره چاه وجود دارد. در این عمق به دلیل رسانایی الکتریکی بالای چاه کم‌ترین میزان مقاومت الکتریکی دیده می‌شود. در این بازه‌ها بیشترین میزان لاگ صوتی (به علت حضور میان لایه‌های رسی) و کم‌ترین میزان لاگ نوترون، تخلخل موثر و چگالی دیده می‌شود که نشان دهنده کیفیت مخزنی نامناسب می‌باشد.

میزان تخلخل و حجم آب در این بازه‌ها صفر درصد و میزان حجم شیل در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ در صد متغییر است.

\*در عمق ۱۳۰۹ تا ۱۳۲۵ متری از زون مخزنی خاتیا بالایی به دلیل افزایش میزان لاگ تخلخل حاصل از نوترون، لاگ تخلخل موثر، حجم آب، حجم نفت، لایه‌های آهکی و میان لایه‌های دولومیتی کیفیت مخزنی مناسب دیده می‌شود. میزان تخلخل در حدود ۳۰ درصد و میزان حجم آب ۱۰ در صد است.

پارامترهای تخلخل، تراوایی، چگالی دانه‌ها و عناصر رادیواکتیو افزایش پیدا می‌کند که نشان دهنده کیفیت مخزنی مناسب در این زون می‌باشد. میزان عنصر توریوم در حدود ۲ ppm و میزان عنصر اورانیوم در حدود ۵ ppm است. میزان چگالی در حدود ۲.۶۵ تا ۲.۹۰ گرم بر سی سی متغیر است. میزان تخلخل افقی ۱۵ تا ۳۰ درصد و میزان تراوایی افقی تا ۱۰۰ میلی داریسی متغیر است. همچنین میزان تخلخل عمودی ۵ تا ۱۰ درصد و میزان تراوایی عمودی تا ۰.۵ میلی داریسی متغیر است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳)

بر اساس شکل ۱۳ با استفاده از داده‌های به دست آمده از مغزه در سازند خاتیا، بیشترین فراوانی تخلخل افقی ۱۰ درصد، بیشترین فراوانی تراوایی افقی ۲.۵ میلی داریسی و بیشترین فراوانی چگالی ۲.۸۹ گرم بر سی سی می‌باشد.

نتایج پتروفیزیکی به دست آمده از سازند خاتیا در چاه مورد مطالعه به طور خلاصه شده در جدول شماره ۲ آورده شده است

جدول ۲: نتایج ارزیابی پتروفیزیکی درزون های مخزنی

خاتیا در چاه BI-3I

زون مخزنی	درصد تخلخل	درصد حجم اشباع آب
شیلی خاتیا بالایی	صفر	صفر
غیر شیلی خاتیا بالایی	٪ ۳۰	٪ ۱۰
خاتیا پایینی	٪ ۳۰	٪ ۱۰

### ارزیابی پتروفیزیکی داده‌های حاصل از مغزه سازند خاتیا

بر اساس آنالیز حاصل از پلاگ مغزه در عمق ۱۳۱۴ تا ۱۳۲۴ متری از زون مخزنی خاتیا بالایی که عمدتاً از توالی آهکی شکل گرفته‌است، میزان

CORE LABORATORIES (U.K.) Limited Advanced Technology Centre									
Company : Elf Petroleum Iran			Field : Balal			File No. : 332 - 03023			
Well : BL - 3 I			Formation : Khatiyah/Shuaiba/Arab (A 3)			Date : 8-Sep-2003			
Country : Islamic Republic of Iran						Analyst : MH/VM/AM			
CONVENTIONAL CORE ANALYSIS									
Sample No.	Depth (m)	NOB 961 psi for Khatiyah/1718 psi for Shuaiba and Arab (A3)			Grain Density g/cc			Description	
		$\phi(Hz)$ %	Kinf (Hz) mD	Kair (Hz) mD	$\phi(Hz)$ %	Kinf (V) mD	Kair (V) mD		
<b>Khatiyah</b>									
CORE # 1 DEPTH INTERVAL (1309.00 to 1310.00 m)									
1	1309.32	25.2	-	-	-	-	-	2.687	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
2	1309.44	13.4	-	-	-	-	-	2.678	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
CORE # 2 DEPTH INTERVAL (1314.00 to 1320.25 m)									
3	1314.07	13.7	1.6	1.9	-	-	-	2.698	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky, closed frac
4	1314.40	15.7	-	-	-	-	-	2.698	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
5	1314.67	27.2	-	-	-	-	-	2.693	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
6	1315.33	17.5	3.2	4.0	-	-	-	2.702	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky
7	1315.68	16.4	-	-	-	-	-	2.707	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
8	1315.97	9.1	0.09	0.15	-	-	-	2.706	Ls, gry, Wkst-Pkst, hd, chky, closed frac
9	1316.11	15.8	-	-	-	-	-	2.707	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
10	1316.44	13.0	0.09	0.18	-	-	-	2.706	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky
11	1316.79	16.8	-	-	-	-	-	2.699	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
12	1316.95	11.7	0.23	0.28	-	-	-	2.701	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky
13	1317.41	25.7	27.	33.	-	-	-	2.700	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky, mold, biol, p p vug
14	1317.83	30.0	-	-	-	-	-	2.699	Ls, bu, Wkst-Pkst, chky (NPP)
15	1317.94	26.0	9.9	12.	-	-	-	2.698	Ls, gry, Wkst-Pkst, hd, chky, closed frac
16V	1318.04	-	-	-	7.5	0.02	0.04	2.702	Ls, gry, Pkst, hd, chky
16	1318.16	26.2	-	-	-	-	-	2.692	Ls, bu, Pkst, chky (NPP)
17	1318.01	9.6	<0.01	<0.01	-	-	-	2.688	Ls, gry, Pkst, hd, opt
18	1319.10	11.9	0.10	0.16	-	-	-	2.715	Ls, gry, Pkst, hd, opt, biol
19	1319.32	8.9	0.29	0.36	-	-	-	2.703	Ls, gry, Pkst, hd, opt, biol
20	1319.66	11.7	0.04	0.09	-	-	-	2.701	Ls, gry, Pkst, hd, opt, biol
21	1319.95	20.9	-	-	-	-	-	2.699	Ls, gry, Pkst, hd, opt, (NPP)

شکل ۱۲: بررسی اندازه‌های انواع تخلخل، تراوایی و چگالی حاصل از مغزه در زون خاتیا

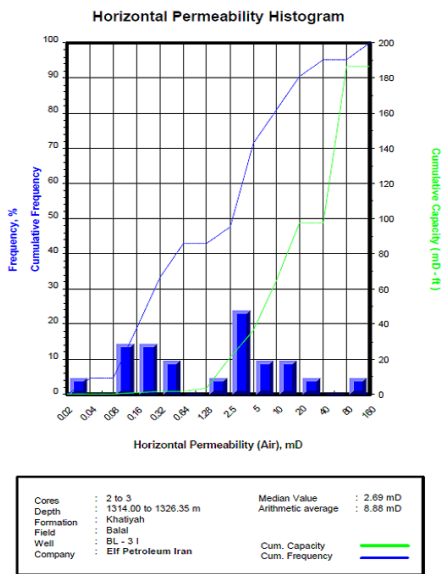


Fig. KH 3

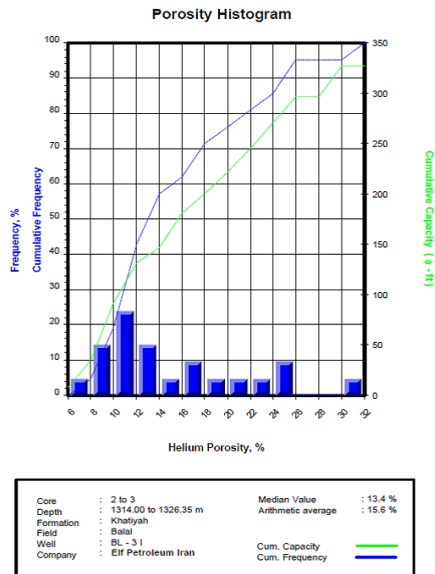


Fig. KH 2

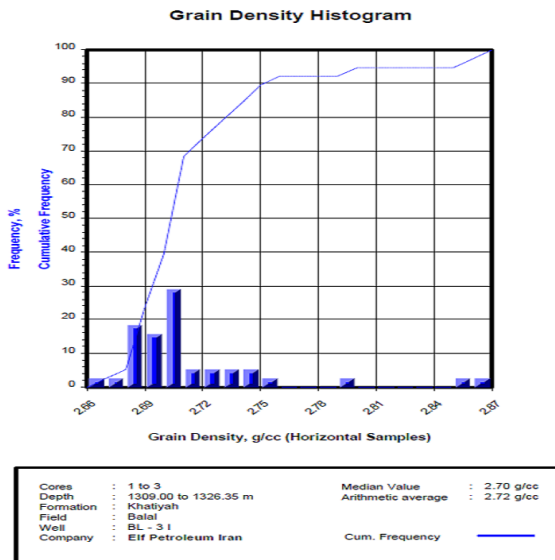


Fig. KH 4

شکل ۱۳: هیستوگرام توزیع پارامترهای پتروفیزیکی حاصل از مغزه در سازند خاتیا (از بالا راست به چپ: هیستوگرام توزیع تخلخل، تراوایی و شکل پایین چگالی)

### سازند عرب

متغیر است. میزان تخلخل افقی ۱۵ تا ۲۵ درصد و میزان تراوایی افقی تا ۱۰۰۰ میلی داری متغیر است. همچنین میزان تخلخل عمودی ۵ تا ۲۵ درصد و میزان تراوایی عمودی ۵۰ تا ۹۰۰ میلی داری متغیر است (شکل های ۱۴ و ۱۵).  
بر اساس شکل ۱۵ با استفاده از داده های به دست آمده از مغزه در زون عرب ۳، بیشترین فراوانی تخلخل افقی ۲۰ درصد، بیشترین فراوانی تراوایی افقی ۱۰ میلی داری و بیشترین فراوانی چگالی ۲.۸۲ گرم بر سی سی می باشد.

بر اساس آنالیز حاصل از پلاگ مغزه در عمق ۲۵۴۹ تا ۲۵۸۵ متری از زون مخزنی عرب ۳، که عمدتاً از توالی دولومیتی شکل گرفته است، میزان لاگ گاما و عناصر رادیو اکتیویته آن پایین است اما سایر پارامترهای یاد شده از جمله تخلخل، تراوایی و چگالی دانه ها در این عمق افزایش پیدا می کند که نشان دهنده کیفیت مخزنی مناسب در این عمق می باشد. میزان عنصر اورانیوم در حدود ۱ ppm است. میزان چگالی در حدود ۲.۹۰ گرم بر سی سی

CORE LABORATORIES (U.K.) Limited Advanced Technology Centre									
Company : Elf Petroleum Iran			Field : Balal				File No. : 332 - 03023		
Well : BL - 31			Formation : Khadiyah/Shuaiba/Arab (A 3)				Date : 8-Sep-2003		
Country : Islamic Republic of Iran							Analyst : MH/VM/AM		
CONVENTIONAL CORE ANALYSIS									
Sample No.	Depth (m)	NOB 961 psi for Khadiyah/1718 psi for Shuaiba and Arab (A3)			Ø(He)			Grain Density g/cc	Description
		Ø(Hz) %	Kinf (Hz) mD	Kair (Hz) mD	Ø(Hz) %	Kinf (V) mD	Kair (V) mD		
<b>Arab (A.3)</b>									
CORE # 5 DEPTH INTERVAL (2549.00 to 2567.32 m)									
43	2549.14	24.6	2.6	3.5	-	-	-	2.830	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, chky
44	2549.51	17.6	13.	15.	-	-	-	2.875	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, closed frac, anhy nodule
45	2549.80	11.8	1.4	1.6	-	-	-	2.868	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, anhy nodule
46	2550.27	22.0	51.	55.	-	-	-	2.826	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, chky
47	2550.50	13.8	0.33	0.42	-	-	-	2.829	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd
48	2550.93	28.3	32.	37.	-	-	-	2.824	Dol. bu, v-f gr, p p vug, hd, chky
49	2551.19	17.0	5.3	6.2	-	-	-	2.869	Dol. bu, v-f gr, hd, p p vug, anhy
50	2551.58	22.8	8.3	10.	-	-	-	2.803	Dol. bu, v-f gr, hd
51	2551.91	16.8	12.	14.	-	-	-	2.807	Dol. bm, v-f gr, hd
52V	2552.03	-	-	-	14.1	4.0	4.7	2.824	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd
52	2552.06	14.6	-	-	-	-	-	2.821	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd (NPP)
53	2552.37	7.4	2.4	2.5	-	-	-	2.829	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd
54	2552.83	18.2	43.	48.	-	-	-	2.818	Dol. brn, Wkst-Pkst, vug, hd, chipped
55	2553.12	13.5	21.	24.	-	-	-	2.829	Dol. brn, Wkst-Pkst, vug, hd
56	2553.46	8.2	4.2	4.5	-	-	-	2.831	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd
57	2553.81	9.0	2.5	2.9	-	-	-	2.838	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd, styl
58	2554.18	9.6	1.8	2.1	-	-	-	2.838	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd, styl
59	2554.54	11.8	18.	19.	-	-	-	2.820	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd, carb, closed frac
60	2554.90	8.3	10.	11.	-	-	-	2.821	Dol. brn, Wkst-Pkst, hd
61	2555.07	12.7	0.88	1.0	-	-	-	2.819	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, chky
62	2555.25	14.7	0.47	0.58	-	-	-	2.820	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd, chky
63	2555.82	5.3	0.46	0.52	-	-	-	2.819	Dol. bu, Wkst-Pkst, hd
64	2556.14	28.1	37.	42.	-	-	-	2.829	Dol. bu, Fkst-Grst, hd, p p vug
65	2556.49	16.6	15.	17.	-	-	-	2.857	Dol. brn, Fkst-Grst, hd, p p vug
66	2556.86	18.7	5.2	6.1	-	-	-	2.827	Dol. bu, Fkst-Grst, hd

شکل ۱۴: بررسی اندازه های انواع تخلخل، تراوایی و چگالی حاصل از مغزه در زون عرب ۳

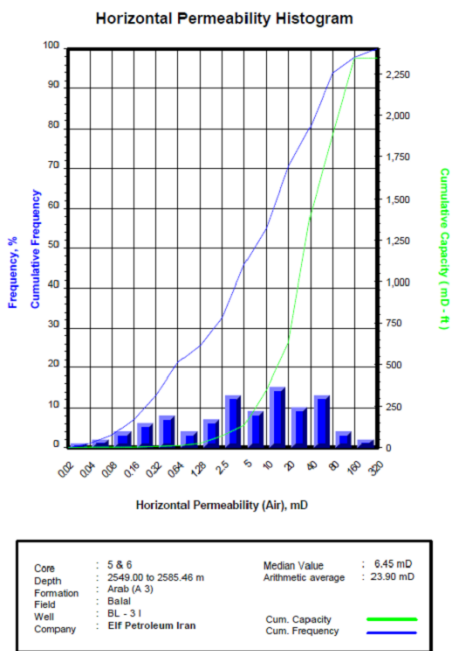


Fig. AR 3

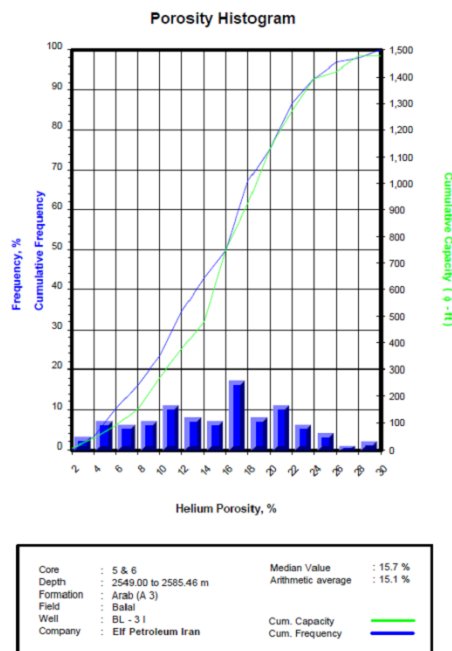
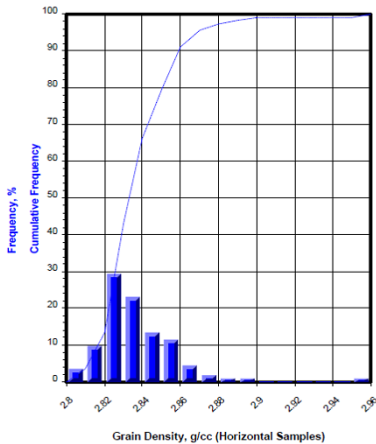


Fig. AR 2

#### Grain Density Histogram



Cores	: 5 & 6	Median Value	: 2.83 g/cc
Depth	: 2549.00 to 2585.46 m	Arithmetic average	: 2.84 g/cc
Formation	: Arab (A 3)		
Field	: Balal		
Well	: BL - 3 I	Cum. Frequency	— (Blue line)
Company	: Elf Petroleum Iran		

Fig. AR 4

شکل ۱۵: هیستوگرام توزیع پارامترهای پتروفیزیکی حاصل از مغزه در زون عرب ۳ (از بالا راست به چپ: هیستوگرام توزیع تخلخل، تراوایی و شکل پایین چگالی)

## بحث

بر اساس مطالعات انجام شده در این مقاله هدف اصلی بررسی خواص مخزنی، بازسازی اختصاصات پتروفیزیکی نظیر تخلخل و نفوذپذیری می‌باشد که می‌تواند نحوه توزیع آنها را به صورت کمی و کیفی نشان دهد. در این ارتباط نمودارهای چاه پیمایی ابزار مناسبی است. ترکیب سازندها به کمک نمودارهای چاه پیمایی نظیر دانسیته نوترون و اشعه گاما می‌تواند به صورت کانی و یا عناصر شیمیایی بیان می‌شود و بنابراین میان پارامترهای پتروفیزیکی و ترکیب سنگ رابطه وجود دارد. اطلاعات به دست آمده می‌تواند منجر به تفسیر بهتر جهت اکتشاف و تولید و لذا اختصاصات پیشرفته مخزن شود. سنگ‌های کربناته و ماسه سنگی، سنگ‌های مخزنی نفت و گاز عمده دنیا را تشکیل می‌دهند که دو سوم نفت خاورمیانه در سنگ‌های کربناته جای گرفته است و مخازن کربناته و دولومیتی خاتیا و عرب ایران در زمره این مخازن هستند. (مستوفی، ۱۳۹۵ و علیزاده پیرزمان و سلیمانی، ۱۳۸۵).

## ۸- نتیجه گیری

۱- بر اساس داده‌های پتروفیزیکی حاصل از چاه BL-3I در سازندهای عرب و خاتیا، زون های شیلی در سازند خاتیا و زون‌های انیدریتی در سازند عرب کم ترین میزان کیفیت مخزنی را دارند. همچنین زون‌های آهکی در سازند خاتیا و زون‌های دولومیتی در سازند عرب بهترین کیفیت مخزنی را دارند.

۲- سازند خاتیا در چاه BL-3I (معادل سازند سروک) بر اساس اطلاعات پتروفیزیکی و زمین شناسی موجود به دو زون تقسیم بندی گردید. زون خاتیا بالایی با لیتولوژی آهک، شیل و مقدار اندکی دولومیت با بافت پکستون و وکستون و نیز تخلخل حفره ای و بین بلوری تشکیل شده‌است. قسمت‌های آهکی به دلیل قرار گیری بر روی

رسوبات شیلی منشا زیرین از وضعیت پتانسیل بسیار مناسبی برخورداراست. زون خاتیا پایینی با لیتولوژی آهک و میان لایه‌های دولومیتی و مقدار اندکی شیل از وضعیت پتانسیل متوسطی برخوردار است.

۳- سازند عرب در چاه BL-3I (مشابه سازند سروک) عمدتاً از رخساره های کربناته - تبخیری تشکیل شده است. سکانس رسوبی کربناته-تبخیری سازند عرب بر اساس اطلاعات موجود دارای یک مخزن کربناته متخلخل هتروژن (ناهمگن) که حاوی هیدروکربن می‌باشد. این سازند بر اساس اطلاعات پتروفیزیکی و زمین شناسی موجود به زون‌های A1 تا A6 تقسیم بندی شده‌است. در این سازند هر کدام از زون‌ها به طور جداگانه دارای پوش سنگ انیدریتی هستند، زون جوانتر می‌باشند. زون‌های خوب مخزنی عرب ۴ (A4) و عرب ۵ (A5)، بوده‌است.

## سپاسگزاری

از مساعدت سرکار خانم‌ها عاطفه عامل و میترا یزدی و آقای مهندس غلامرضازار در تنظیم مقاله حاضر سپاسگزاریم.

## فهرست منابع

اسدی، ب، (۱۳۹۵)، خواص پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی سازندهای کنگان و دالان در میدان گازی پارس جنوبی خلیج فارس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

انجمن دانش پژوهان دانشگاه صنعتی شاهرود، (۱۳۹۵)، آشنایی با نرم افزار ژئولاگ ۷.

آقانباتی، س.ع، (۱۳۸۹)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ سوم.

آل علی، م، (۱۳۹۶)، جزوه ارزیابی سازندهای نفتی، فصل چهارم و پنجم.

سروک بالایی با استفاده از داده های پتروفیزیکی در یکی از میادین نفتی جنوب ایران. منابع لاتین:

Schlumberger website: [www.slb.com](http://www.slb.com). (06.2017)  
Schlumberger “DSI Dipole Shear Imager”, [www.slb.com](http://www.slb.com).

خسروتهرانی، خ، (۱۳۸۹). چینه‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم. رضایی، م.ر؛ چهارزی، ع، (۱۳۸۵)، اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران.

سایت اینترنتی زمین‌شناسی نفت، ۱۳۹۸ <http://petroleum-geology.blogfa.com/post/13>

سایت اینترنتی ویکی پدیا فارسی، ۱۳۹۸ <https://fa.wikipedia.org/wiki>

علیزاده پیرزمان، س؛ سلیمانی، ب، (۱۳۸۹)، مقایسه پارامترهای پتروفیزیکی و لیتولوژی سازند آسماری در میادین نفتی شادگان و منصوری، دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.

قاسم العسکری، م. ک، (۱۳۸۹)، اصول پتروفیزیک، انتشارات ستایش.

قاسم العسکری، م. ک؛ معصومیان، م. ح، (۱۳۸۹)، اصول مهندسی مخازن هیدروکربوری، انتشارات ستایش.

مستوفی، و، (۱۳۹۵)، بهینه سازی ارزیابی پتروفیزیکی مخزن عرب، میدان بلال با نگرشی بر تفسیر نمودارهای تصویری، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین دانشگاه علوم و تحقیقات.

مطیعی، ه، (۱۳۷۴)، زمین شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس ۱ و ۲، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین‌شناسی کشور.

مطیعی، ه، (۱۳۸۷)، زمین شناسی نفت سنگ های کربناتی، انتشارات آراین زمین، چاپ اول. ۲۵. یوسف پور، م.ر، (۱۳۸۳)، مطالعه محیط رسوبی و بررسی خصوصیات مخزنی بخش بالایی سازندسورمه (سازندعرب) درمیدان رشادت، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه تهران. موحد عطا، مسیحی محسن و هاشمی عبدالنبی، ۱۳۹۱. ارزیابی خواص مخزنی سازند