دوفصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی
سال دوم، بهار و تابستان ۱۴۰۳
دوره ۲. شماره ۱. صفحه: ۲۲- ۴۲
https://zpaleo.znu.ac.ir/
شماره شاپا: ۱۷۷۵-۲۹۸۱

Stratigraphy and Paleontology
Spring - Summer 2023.
Volume; 2 Issue; 1 Pages; 22-42
DOI: 10.30470/zpaleo.2024.2037106.1017
ISSN: 2981-1775

مقاله پژوهشی

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

حسینعلی بگی*[۱] و کوروش رشیدی[۲]

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.
۲- استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

*مسئول مکاتبات: حسینعلی بگی، hoseingagi@yahoo.com

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹

چکیده

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

واژه‌های کلیدی: جلبک‌های آهکی، فرامینیفرهای بزرگ، سازند آهکی اسفندیار، پالئواکولوژی.

ماخذنگاری: بگی، ح. و رشیدی ک. (۱۴۰۳). اهمیت ریز رخساره‌ای و پالئواکولوژیکی جلبک‌های آهکی و فرامینیفرهای بزرگ سازند اسفندیار در تتیس مرکزی. دو فصلنامه چینه نگاری و دیرینه شناسی، ۲(۱)، ۲۲-۴۲.

©حقوق معنوی مقاله برای دوفصلنامه چینه نگاری و دیرینه شناسی و نویسندگان محفوظ است.

10.30470/zpaleo.2024.2037106.1017

This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
OPEN ACCESS

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

Hoseinali Bagi[1]*, Koroosh Rashidi[2]

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-Kimmergian 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

ریف‌های اسفنجی و مرجانی به طور گسترده‌ای در رسوبات ژوراسیک بالایی در حاشیه دریاهای اپی-کانتینتال، اقیانوس تتیس شمالی وجود داشته اند (Leinfelder 1993). در بخش جنوبی تتیس 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 تتیس 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(شکل۱). 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 تکتونیکی با سن کیمرجین مشخص می‌گردد(شکل۲). بخش پایینی و قسمت‌های عمده رسوبات ژوراسیک میانی دارای سن کالوین تا ژوراسیک بالایی بوده که عمدتا شامل رسوبات کربناته هستند(Wilmsen et al.,2003).

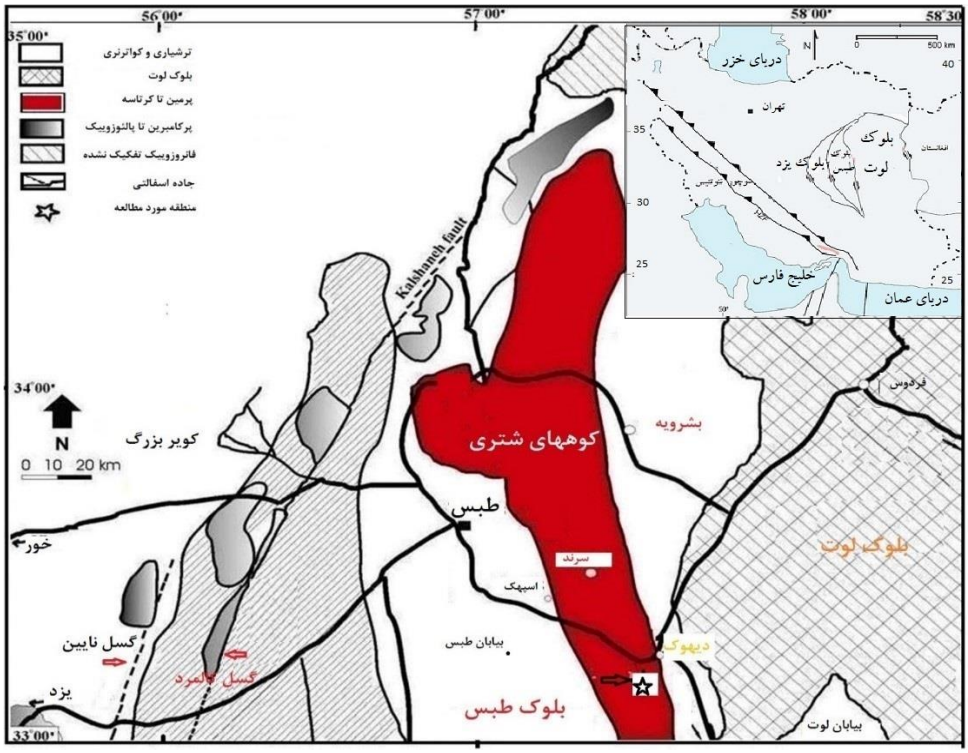
عمده مطالعات گذشته رسوبات ژوراسیک در کوه-های شتری در قرن بیستم توسط کارشناسان بیشتر مرتبط به نقشه‌برداری منطقه می باشد (Stocklin et al., 1965; Ruttner et al.1968) این محققین به طور مشخص از سازند کربناته اسفندیار، به نام سازند ریفی اسفندیار نام برده‌اند. عمده سنگ‌های آهکی که در شکل شماره ۲ مربوط به کوه‌های شتری که در شرق ایران مرکزی از نظر سنی در محدوده کالوین-ژوراسیک بالایی قرار دارند، عمدتا شامل سازند قلعه دختر، سازند اسفندیار، کرند 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 کوه-های 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 وگاز 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 خصوصا 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.

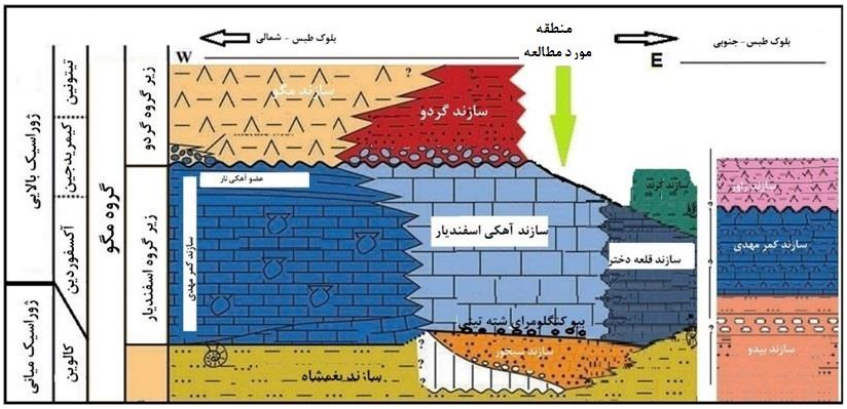
همچنین رسوبات کولابی-فلات قاره‌ای سازند کمر مهدی در بخش شمالی بلوک طبس متمرکز شده اند(شکل۲). با شروع نا آرامی‌های زمین‌ساختی مربوط به فاز سیمرین پسین در زمان کیمرجین و تشکیل رسوبات سیلیسی-آواری مربوط به محیط-های رودخانه‌ای، تبخیری، ساحلی تا دریای کم عمق زیر گروه مگو(سازندهای گره دو و گچی مگو) شکل گرفته 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 فرامینیفرها، 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 فرامینیفرها، حدود ۴۶۰ مقطع نازک تهیه گردید و مقاطع نازک به کمک میکروسکوپ اولیمپوس CX31 متصل به دوربین‌های DP-21 بررسی گردید. همچنین مطالعات گسترده صحرایی همراه با جمع آوری از ماکروفسیل‌ها و پیگیری گسترش لایه و رخساره‌ها در مجاورت منطقه دیهوک انجام گردید(شکل۱).



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

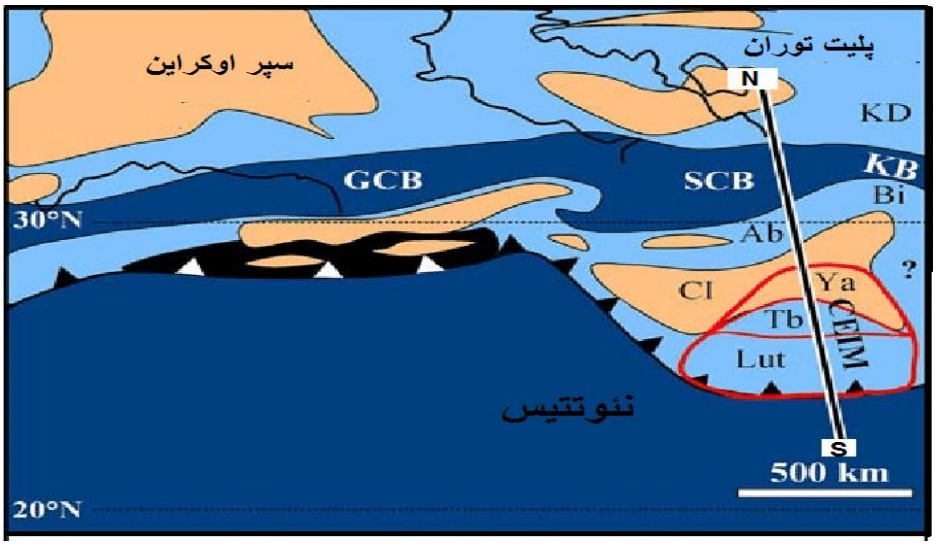
قلمرو تتیس مرکزی شامل آناتولی، قفقاز و ایران یکی از پیچیده ترین تکوین‌های ژئودینامیکی کمربند آلپ – هیمالیا می باشد(شکل‌های۳و۴).

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)(شکل۴). 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(شکل۴) (Soffel and Forster, 1984). بلوک طبس در شرق ایران مرکزی مشتمل بر ضخامت زیادی از سکانس‌های رسوبی تریاس و ژوراسیک می‌باشد، و می‌تواند فهم موثری در تحولات پلیت ایران در دوران مزوزوییک داشته باشد(Wilmsen et al., 2003).

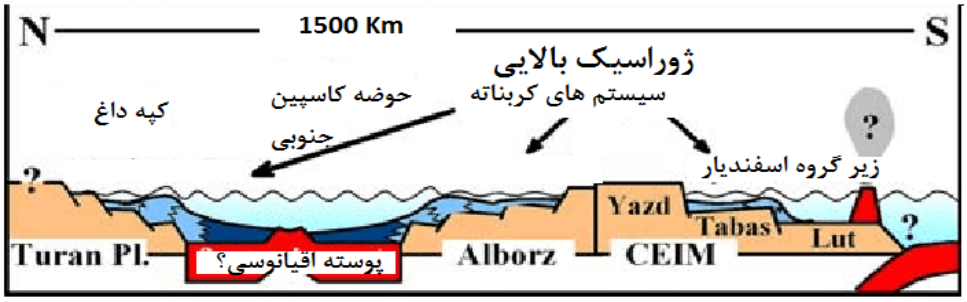
در بلوک طبس(شکل۱) رژیم رسوبی عمدتا سیلیسی کلاستیک تا عمدتا طوفانی زیر گروه بغمشاه توسط رژیم کربناته در ژوراسیک بالایی جانشین شده است(Wilmsen et al., 2003). منطقه مورد مطالعه در ناحیه جنوبی کوه‌های شتری با مختصات طول جغرافیایی۵۷ درجه و ۳۳ دقیقه و عرض جغرافیایی۳۳ درجه و ۱۴ دقیقه قرار گرفته است. در این منطقه سازند سیلیسی کلاستیک سیخور در زیر سازند کربناته اسفندیار قرار گرفته است. بالاترین بخش سازند سیخور عمدتا سیلتی تا آهک ماسه‌ای با میان لایه‌های ماسه سنگی است. عمده ماکروفسیل‌ها در رسوبات آهکی متمرکز شده و شامل اسفنج‌های هیپرکلسیفای شته تیت، اسفنج‌های کلادوکروپسیس، مرجان و دوکفه‌ای می‌باشد. ۱۷۰ متر پایینی سازند آهکی اسفندیار در این محل عمدتا مشتمل بر آهک‌های دارای فسیل‌ها اسفنج می‌باشد.

بیو استراتیگرافی

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



شکل ۳ . پالئوژئوگرافی تتیس 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 طبس، Lut: بلوک لوت و Ya: بلوک یزد = CEIM: میکرو قاره شرق ایران مرکزی)، (Benito et al.,, 2005).

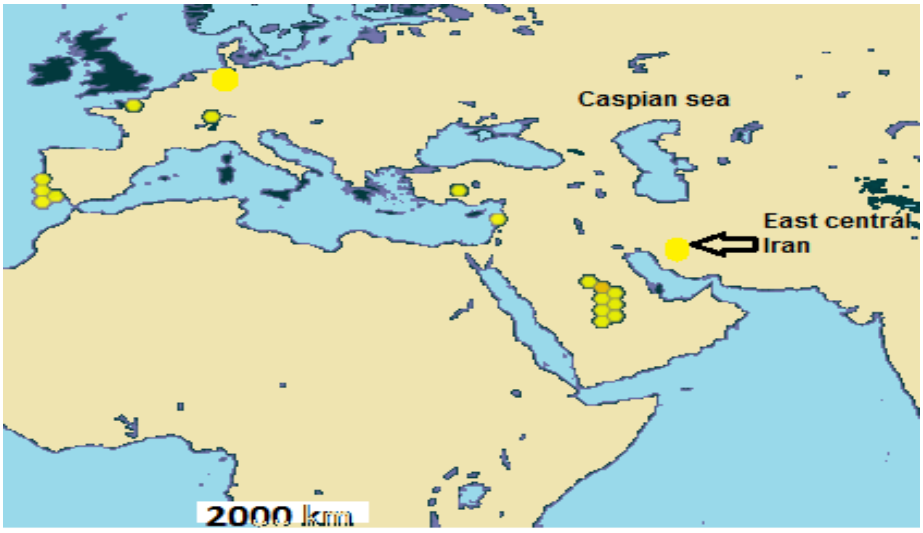


شکل ۴ . تکامل حوضه رسوبات ژوراسیک در ایران مرکزی
و نمایش برش شمالی جنوبی از شکل۳، (Wilmsen et al. 2009)

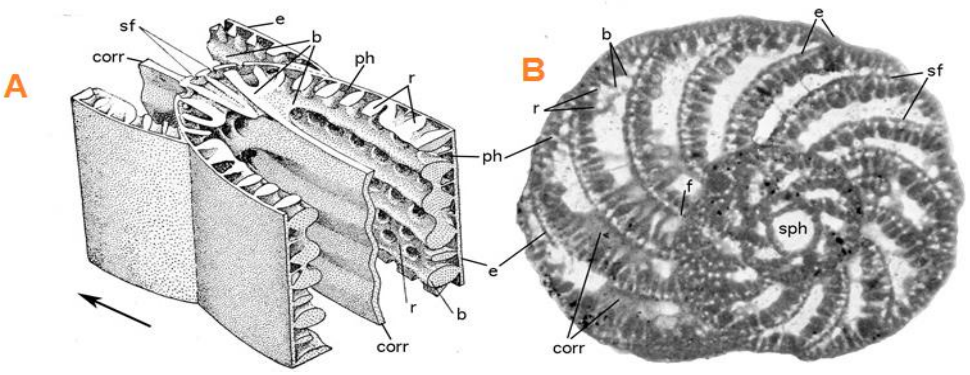
رسوبگذاری ژوراسیک اطراف منطقه مدیترانه‌ای عمدتا در آبهای گرم و محیط‌های کم عمق کربناته در محیط‌های شلف داخلی انجام شده و منجربه تشکیل مخازن نفتی و هیدروکربوری شده است. این رسوبات بیوژنیک عمدتا شامل فرامینیفرهای بزرگ، جلبک‌های آهکی، اسفنج و مرجان می‌باشد (Clark and Boudagher-Fadel, 2001). فرامینیفرهای بزرگ همراه چلبک‌های آهکی همگی دریایی، نریتیک و بنتیک(حفارهای کف) دارای اسکت درونی پیچیده هستند(شکل‌های۶و۷) و ساختمان داخلی آنها اجازه می‌دهد تا در هر نوع برشی در مقاطع نازک دقیقا شناسایی شوند. فرامینیفرهای بنتیک بزرگ امروزی در عرض‌های جغرافیایی پایین به همراه ریف‌های جلبکی مرجانی یافت می‌شوند و پراکندگی آنها در ژوراسیک مشابه 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 et al., 2016, 2018; Dubika et (Jauffrais al.,2015)



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: آلوئول; 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).

در منطقه مطالعه شده(کوه‌های شتری-بلوک طبس) سازند آهکی اسفندیار فرامینیفرهای بزگ عمدتا به صورت پراکنده همراه با شته 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 چینه شناسی 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* SCHORODT 1894 می باشد(شکل ۱۱).

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

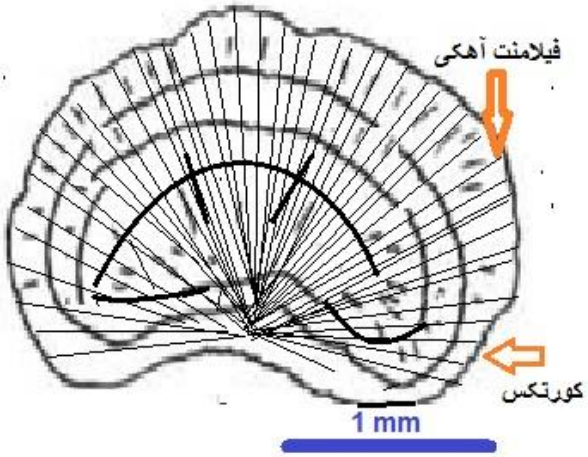
Alveosepta jaccardi SCHRODT 1894 قبلا با نام *Cyclamina* یا *Pseudocyclammina* (Manyc 1958) شناخته می‌شد. بعدها نام *Alveosepta* توسط Hottinger (1967a,b) برای این گونه معرفی گردید.

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

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

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 سازند بکفایا از مرکز لبنان توسط Bouaoud and Peyberens(2004) گزارش شده است. گونه *Rectocyclammina chouberti* HOTTINGER از فرامینیفرهای شناخته شده در قلمرو تتیس مرکزی(لیبی) شاخص ژوراسیک بالایی بوده و از گونه‌های مهم منطقه تتیس محسوب می‌گردد Clark and Boudagher-Fadel et al. 2001; Schlagintweit et al., 20040, 2005). این گونه‌های شاخص از فرامینفرهای بزرگ در بخش قاعده‌ای و بالایی از سازند آهکی اسفندیار به صورت پراکنده وجود دارند. دیگر فرامینیفرهای بنتیک همانند *Noutiloculina oolithica*, *Neotrocholina* sp., *Shamovella* sp., *Labyrinthina mirabilis*, *Trocholina* cf.*involutina* در 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).

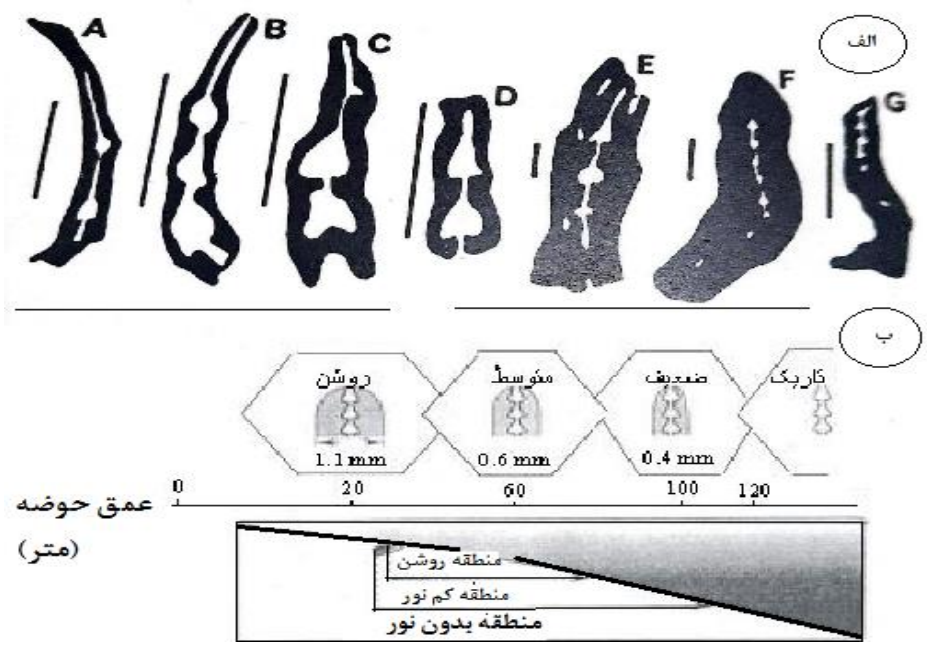
به علاوه بعضی از سیانوباکتری‌ها و جلبک‌های آهکی همانند *Diversocallis moesicus* DRAGASTON & BUCUR، *Mitcheldeania americana*(JOHNSON)، از رسوبات ژوراسیک بالایی از کوه‌های مادونی سیسیل گزارش شده است و از شاخص‌های محیط پلاتفرم داخلی می‌باشد (Sanowbari-Darian et al., 1994). تالوس این جلبک‌های آهکی به صورت عمدتا نیم کره می‌باشد و در آن فیلامنت‌های آهکی به صورت شعاعی رشد نموده‌اند(شکل۷). این گونه-های جلبکی بصورت پراکنده در سازند اسفندیار دیده می‌شود.



شکل ۷ . طرحی از تالوس های جلبکی Diversocallis در سازند اسفندیار

نمونه‌های Diversocallis moesicus و Mitcheldeania Americana (JOHNSON) 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(اشکال۱۲و۱۳).

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 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 آلگ‌های 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).



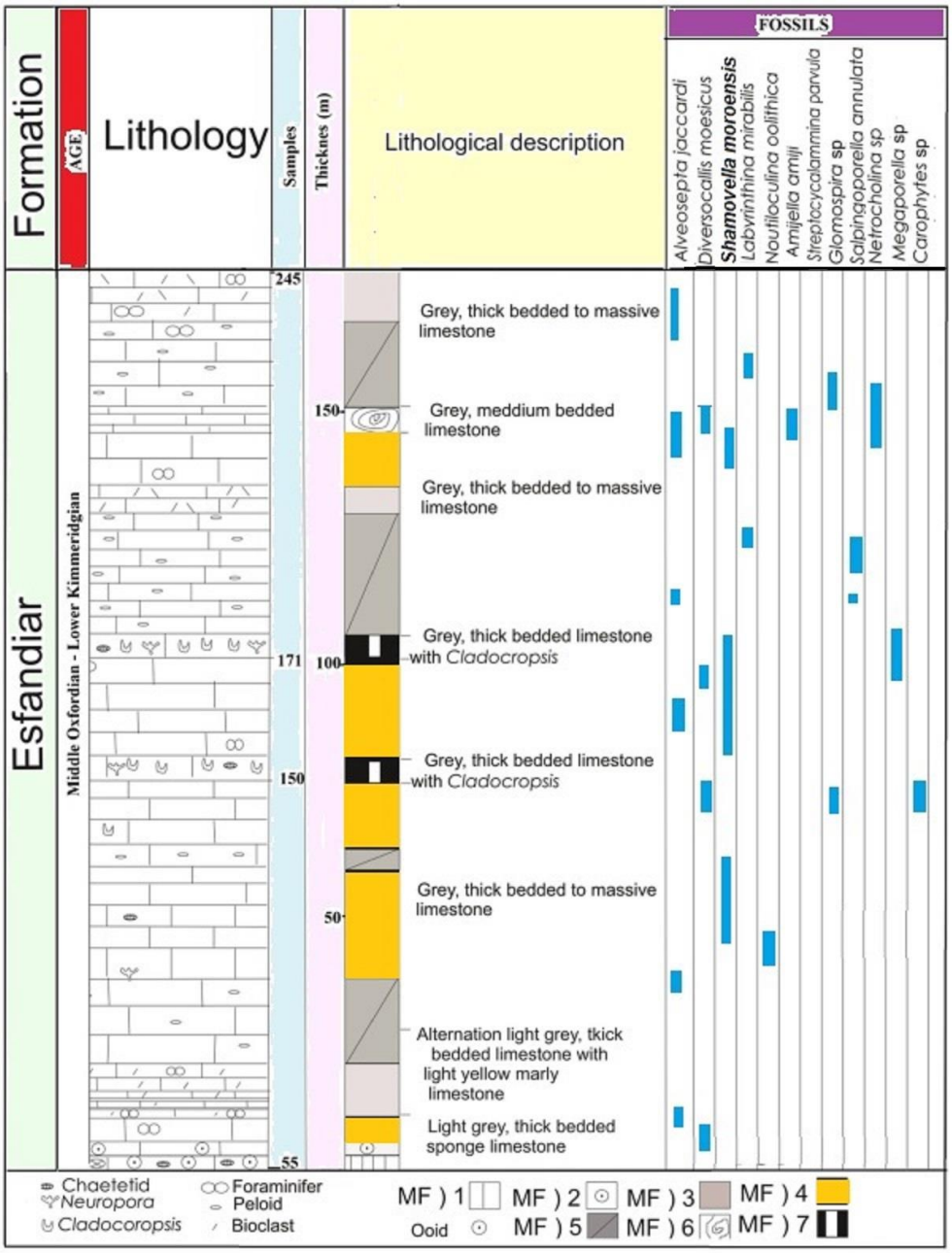
شکل۸ . الف- نحوه رشد میکرو ارگانیسم ها اطراف فرامینیفر ها در شاموولا. ب- ارتباط عمق محیط رسوبگذاری و ضخامت دیواره شاموولا

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 کربونیفر بالایی(باشکرین-کاسیموین)، پرمین(گودالوپین-لوپینگین) و ژوراسیک بالایی(آکسفوردین-کیمرجین) به قدری فراون 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 کربونیفر 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 فروان در سازند آهکی اسفندیار به خصوص در قاعده آن پراکنده شده‌اند. شته تیت‌هایی دیگر همانند *Atrochaetetes*، *Blastochaetetes* 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 برش ها 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(شکل۱۰).

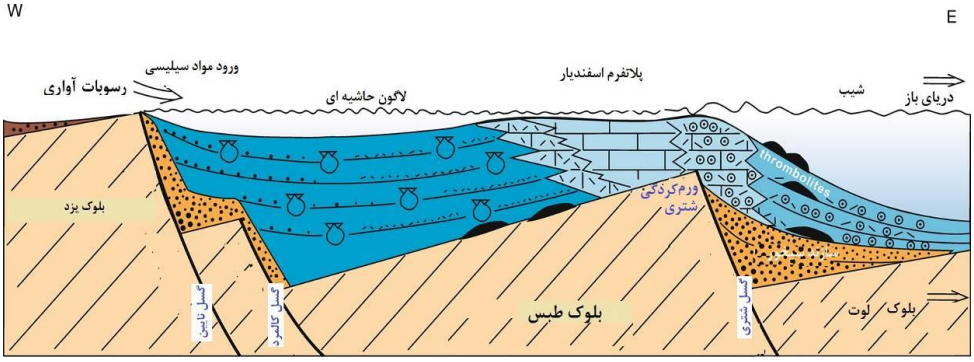
- میکروفاسیس شته تیت رودستون(بیوکنگلومرا): این فاسیس در قاعده سازند اسفندیار با ضخامت ۱ متر مشاهده می‌شود و متشکل از قطعات بزرگ مرجانی، شته تیت‌هایی به قطر چندین سانتی‌متر قطر که در زمینه‌ای بیوکلاستیکی شناور هستند و به سمت بالا تبدیل به لایی‌های ضخیمی از آهک اوولیتی می‌شوند. علاوه بر آن قطعات بزرگی از دوکفه‌ای ها ممکن است وجود داشته باشند. لایه-های بیوکلاستیک رودستون و بیوکنگلومرا 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 عمدتا شامل مادستون و بیوکلاستیک وکستون، پلوئید پکستون، کلادوکروپسیس/نوروپورا فلوتستون می‌باشد که عمدتا در بخش میانی ستون رسوبی می باشد(شکل۹). گونه اسفنجی *Cladocoropsis mirabilis Felix* در این رخساره به خوبی محافظت شده و با ابعاد حدود ۱ سانتی متر یا بیشتر به صورت انکوئید دیده می‌شود. قطعات کلادوکروپسیس معمولا بیش از یک سانتی متر طول دارند اما قطعات نوروپورا غالبا کمتر از ۰/۶سانتی متر طول داشته و عمدتا 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 پرانرژی در پلاتفرم می‌باشد، اما کربناتهای میکریتی نشانگر محیطی کم انرژی می‌باشد و نشان می‌دهد که این رسوبات در محیطی پلاتفرمی نیمه حافظت شده تشکیل شده-اند (شکل ۹)، (Tasli et al. 2008; Blomeier et al 2009 Henriques et al. 2016).



شکل ۹ . ستون چینه شناسی ، پراکندگی رخساره ای و تعدادی از فرامینی فرهای بنتیک و دیگر میکروارگانیسم

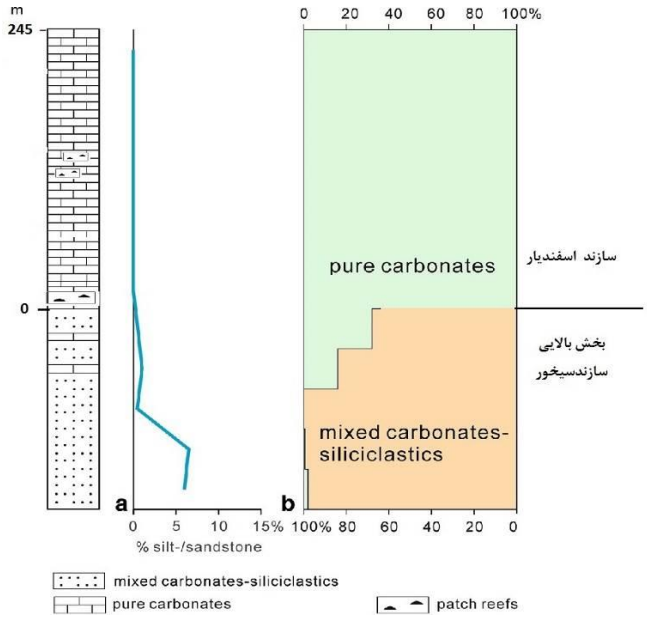
پالئواکولوژی و جغرافیای دیرینه

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 عمدتا سیلیسی کلاستیک با تغییر رژیم رسوب‌گذاری و تکوین پلاتفرم کربناته اسفندیار، توسط رسوبات آهکی پوشیده می‌شود(شکل-های۱۰و۱۱).



شکل۱۰. برش شرقی – غربی در سیستم کربناته زیر گروه اسفندیار. سازند کربناته اسفندیار در بخش تاج فوقانی بلوک گسلی طبس قرار دارد.

در ابتدای کیمرجین بلوک طبس در محدوده عرض شمالی۲۰ 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 دیاژنز رسوبی شول‌های اوویدی باشد. ماسه‌های کربناته شول‌ها می‌توانند 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(شکل۱۰). آن رخساره-های 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.



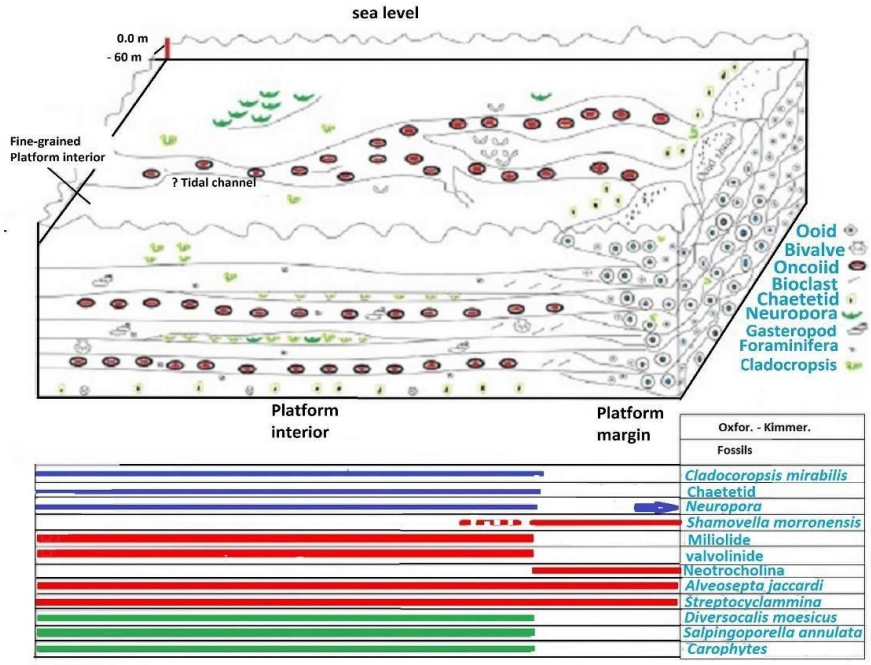
شکل۱۱ . برشی از بخش یالایی سازند سیخور و سازند اسفندیار. در سازند اسفندیار نفوذ رسوبات سیلیسی کلاستیک قطع و رسوبات آهکی تکوین یافته.

ساختمان‌هایی همانند موندهایی متشکل از مرجانهای اسکراکتین در سازند اسفندیار شکل گرفته اند. موندهای ریفی در سازند اسفندیار با اندازه‌هایی متفاوت و عموما عرضی بین ۲ تا ۳ متر و ارتفاعی بین ۲ تا ۴ متر گسترش داشته اند. موجودات شکل دهنده موندها غالبا شامل مرجان و اسفنج‌های شته تیتی هستند. این گونه موندها غالبا در عمق کم در پشت سدهای پلاتفرمی شکل می-گیرند(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.

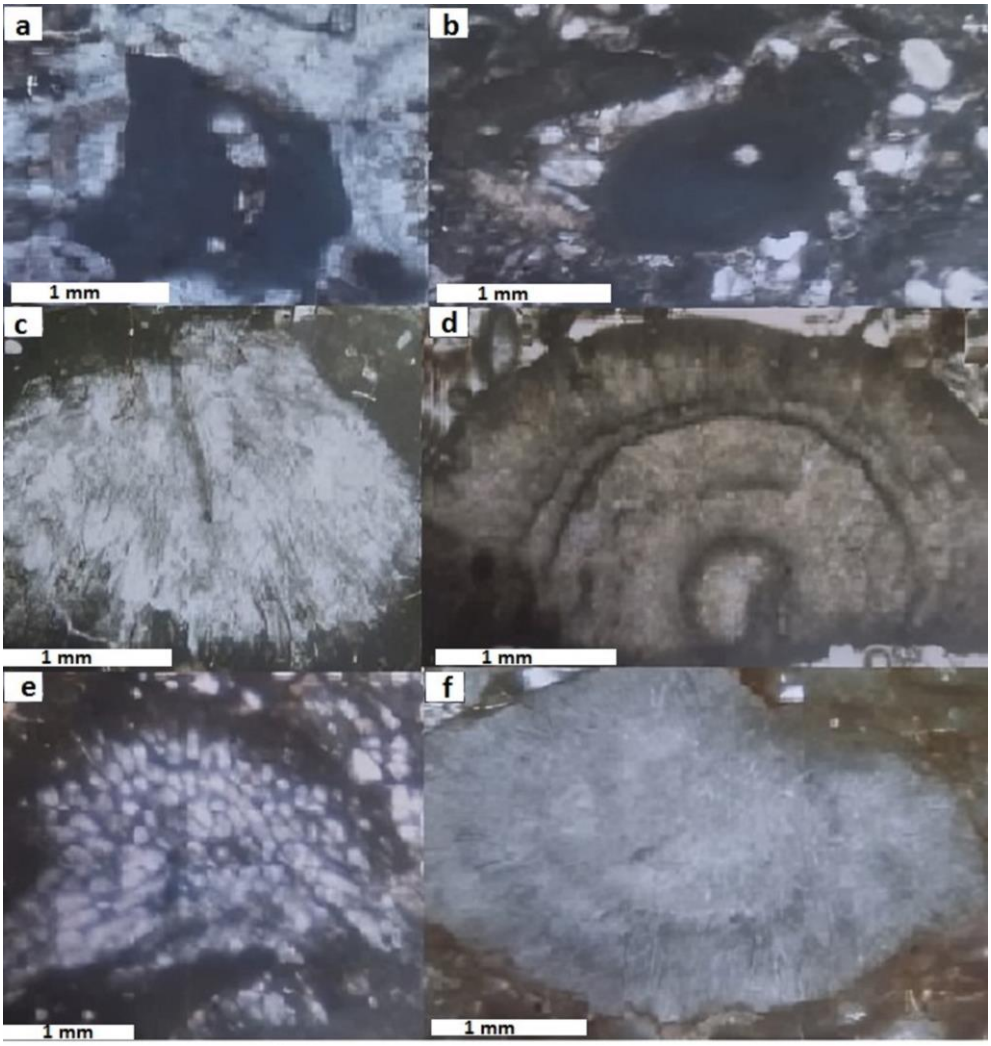
مرجان‌های اسکلراکتین به شدت در شرایط محیط مغذی کم وابسته‌اند و به سرعت با افزایش مواد مغذی در محیط نابود می شوند(Limmon 1996; Rathburn et al. 2018). با این وجود ورود مواد مغذی از مناطق مرتفع در پلاتفرم آهکی اسفندیار به علت شرایط آب و هوایی خشک کم می-باشد(شکل‌های۱۰و۱۱). با این وجود بالا آمدگی-های ساحلی 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 غالبا 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 فرامینی فرها 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.

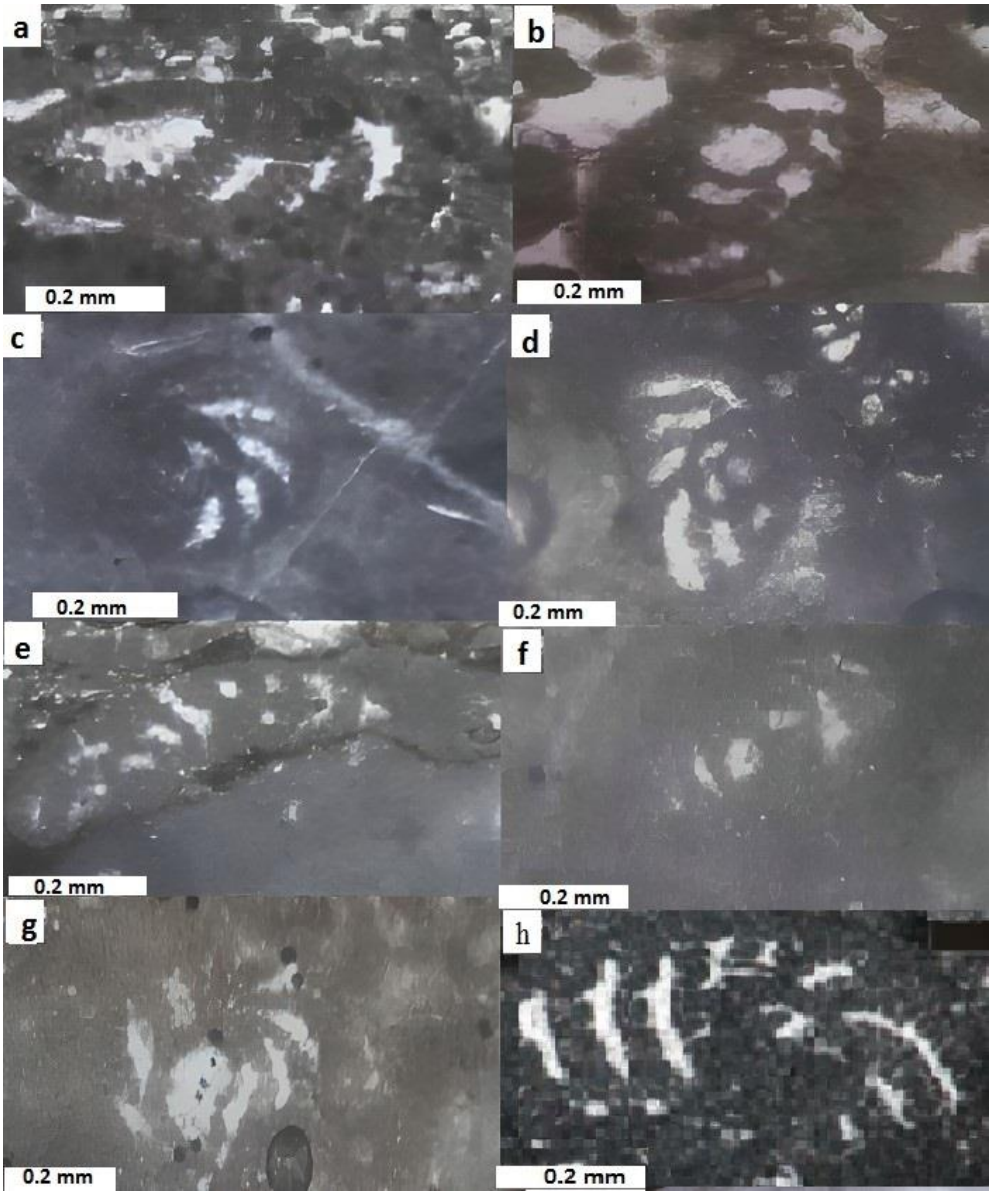
به طور کلی شاموولا شامل اجتماعی از یک فرامینیفر و نوعی جلبک(سیانو باکتری) هستند (Flugel, 1981,1992; Bucur et al. 2005). شاموولا توسط اشمید(Schmid, 1995) به نوعی میلیولید نسبت داده شده‌اند که توسط جلبک در برگرفته شده است. شاموولا دارای دو دیواره می‌باشند، دیواره داخلی مربوط به فرامینیفر و دیواره خارجی مربوط به آلگ‌های اندوسیمبیوتیک می‌باشند. دیواره گونه شاموولا در این رسوبات حدود ۰/۴ تا ۱ میلی‌متر متغییر است(شکل‌های ۷و ۱۲-k). این ضخامت نمایانگر عمق کم محیط رسوب‌گذاری یا نور زیاد می‌باشد با افزایش عمق ضخامت دیواره خارجی در شاموولا به صفر می‌رسد (Schmid 1995; Helm et al. 2009; Jauffrais et al. 2019; Thybo et al., 2022). شاموولا موروینسیس شاخص محیطی بسیار مناسبی می‌باشد. قطر بیرونی این گونه بستگی به میزان نور محیط می‌باشد. این موضوع به خاط 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 نسبتا زیاد این گونه نشانگر عمق کم پلاتفرم سازند اسفندیار می‌باشد.



شکل ۱۲. مدل رسوبی پلاتفرم 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 وf - به ترتیب برش‌های مایل ، طولی و مایل (DRAGSTAN & BUCUR) *Diversocallis moesicus* e- برش مایل(JOHNSON) *Mitcheldeania americana*.



شکل ۱۴. فرامینیفرهای بزرگ سازند آهکی اسفندیار، a –برش طولی، d، c،b ، 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 گرینستون در محیط‌های پرانرژی 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 نسبتا حفاظت شده و محیطی مغذی 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 بیوکنگلومرایی گردیده است. در حاشیه پلاتفرم شول‌های اواوئیدی محیط داخلی پلاتفرم را از دریای باز جدا نموده است.

تشکر و قدردانی:

در پایان مولفان بر خود لازم می‌دانند از آقای پروفسور کمال تاسلی از دانشگاه مرسین ترکیه و همچنین پروفسور 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.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی یا انتشار این مقاله ندارند.

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.
- Bassoullet, J.P., & Poisson, A. (1975). Microfacies du Jurassique de e´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 arbonates. 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 Bathoniensuperieor au Kimmeridgieninfe:

intertidal benthic foraminifera (Haynesina 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 Micropa-leontological Conference on the Modern Micropaleontology), Kaliningrad, 12–14.
- Helm, C., Schulke, I. (2003). Calcareous algae and microproblematica with algal affinity from the NW German Korallenoolith Formation (Oxfordian, Suntel 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-zoique 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). Paleoecology, growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbiolite reef from the late Jurassic. Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie , 2, 227–248.
stratigraphic and paleobiogeographie. Revue de Micropaléontologie, 47:13–27.
- 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

- 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, Astria 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 Österreich, 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., Schlagintwelt, 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 redion 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 hypercalcifiedchaetetid-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., Fürsich, 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, cast Iran). Geological Survey of Iran, Rep 3, 1–69.
- Tasli, K. (2001). Benthic Formainifera of the Upper Jurassci platform carbonates sequence in the Aydıncık (icel) Area, Central Taurides. S Turkey. Geologia Croatia, 54(1), 1–13.
- Tasli, K., & Altiner, D. (2010). Pseudomarssonella 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