



Research Article

Stratigraphy and paleontology of Miocene strata in the Southwest of Zanjan

Javad Rabbani^{1*} , Majid Mirzaie Ataabadi¹, Elham Shahsavari¹

1-Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received: 19 May 2022 Accepted: 17 Nov 2022

Extended Abstract

Introduction

Qom formation in type section in the South of Qom city (Dobaradar, Dochah, Mil, Naraghi, Khorabad and Shorab areas) has been divided to six members (a-f). Lower Miocene age and carbonate shelf as sedimentary environment have been proposed for these strata in the previous studies. Moreover, carbonate shelf as sedimentary environment has been proposed for marly strata in the upper parts of this section.

Materials and Methods

Studied section is located in the Southwest of Zanjan province (near Qamchoghay village). We can use Zanjan to Halab main road (about 40km) to access this area at the right of the road near the Zarrinabad factory. Forty-two samples from one hundred and forty-three meters of strata have been studied. All samples have been documented in Paleontology Laboratory in the University of Zanjan.

Results and Discussion

Thick bedded limestones are cropping out at the base of the section that overlay the red bedded strata (lower red Formation equivalent) (Alipour et al., 1395) by disconformity boundary. These thick bedded strata are overlaid by marl and argillaceous limestone strata (the most upper parts of Qom Formation) by conformity boundary that gradually turned to the lower most parts of the Upper Red Formation (gypsum) in the upper parts of the section. Microfacies analysis and field studies proposed open carbonate shelf as sedimentary environment for these strata (Rabbani et al., 1399). Also, Alipour et al., 1395 believes that carbonate shelf can be considered as sedimentary environment for the f member of Qom Formation in this section.

Biostratigraphy

In order to relative dating of these strata, foraminifera and macrofossils content have been studied. Sixteen species of foraminifera and one species of echinoderms have been identified. Some sponges have been reported for the first time from this section. Based on index fossils (specifically *Borelis melo curdica* and *Pericosmus latus*), Burdigalian age can be proposed for these strata.

Citation: Rabbani, J., Mirzaie Ataabadi, M. and Shahsavari, E., 2022. Stratigraphy and paleontology of Miocene strata in the Southwest of Zanjan, *Res. Earth. Sci.* 13(3), (60-75) DOI: 10.48308/esrj.2022.101385

* Corresponding author E-mail address: rabbani@znu.ac.ir





Conclusion

Paleontological studies on thin section samples lead to identify sixteen species of foraminifera fossil that based on occurrence of *Borelis melo curdica* (as index foraminifera fossil), one biostratigraphic zone has been identified that proposed Burdigalian age for the studied strata. Also, presence of *Pericosmus latus* (as index echinoid fossil) confirm the Lower/Middle Miocene age for these strata. Some of sponges fossils related to the *Hexactinellidea* have been reported from the Qom Formation in this section for the first time.

Keywords: Sponge, Paleontology, Zanjan, Qom Formation, Miocene.



چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی توالی‌های میوسن در منطقه جنوب غربی زنجان

جواد ربانی*؛ مجید میرزایی عطاآبادی^۱، الهام شاهسواری^۱

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

(پژوهشی)

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۲/۲۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۸/۲۶

چکیده

با هدف انجام مطالعات چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی بر روی توالی‌های میوسن، از یک برش چینه‌شناسی در منطقه جنوب غربی زنجان نمونه‌برداری و مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، ماکروفسیل‌های موجود در این توالی‌ها نیز مطالعه گردیدند. در این مطالعه، از تمامی نمونه‌های سنگی، مقطع نازک میکروسکوپی تهیه گردید و محتوای فسیلی آنها مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع، تعداد ۱۶ گونه از روزنبران کفزی و پلانکتونیک و یک گونه از خارپوستان و برای نخستین بار نمونه‌هایی از اسفنج‌ها در این مطالعه شناسایی گردید. مطالعات دیرینه‌شناسی مختلف در محدوده سنی میوسن نشان می‌دهد که گسترش چینه‌شناسی فسیل *Borelis melo curdica* شاخص سن بوردیگالین می‌باشد. بر این اساس، گسترش چینه‌شناسی این فسیل در برش مورد مطالعه که تمامی محدوده برش را در بر می‌گیرد، سن بوردیگالین برای این توالی‌ها را نشان می‌دهد. حضور گونه *Pericosmus latus* از خارپوستان نیز سن میوسن زیرین/میانی؟ را برای این توالی‌ها تأیید می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: اسفنج، دیرینه‌شناسی، زنجان، سازند قم، میوسن.

مقدمه

منظور تعیین محیط رسوبی مورد مطالعه قرار دادند که در نهایت محیط شلف کربناته برای این توالی‌ها تعیین گردید. برش‌های متعددی از سازند قم در محدوده زنجان مورد بازدید صحرایی قرار گرفت. از آنجا که توالی‌های مارنی انتهای سازند قم رخنمون محدودی در این منطقه دارد و تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند، از این رو یک برش چینه‌شناسی از توالی‌های مارنی میوسن در ناحیه جنوب غربی زنجان نمونه‌برداری گردیده و مورد مطالعه دیرینه‌شناسی قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در ناحیه جنوب غربی شهر زنجان در نزدیکی روستای قمچقایی و شهر زرین آباد واقع است. این برش از نظر تقسیم بندی‌های تکتونیکی در گوشه شمال غربی ایران مرکزی قرار دارد (Angiolini et al, 2007). به منظور دسترسی به این برش می‌توان از مسیر زنجان به سمت شهر حلب استفاده نمود. در این مسیر پس از طی ۴۰ کیلومتر بعد از عبور از شهر زرین آباد، به روستای قمچقایی در سمت چپ جاده می‌رسیم. برش مورد نظر در سمت راست جاده و در نزدیکی کارخانه گچ زرین آباد واقع شده است (شکل ۱). مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

سازند قم در ناحیه تیپ واقع در جنوب شهر قم (نواحی دوبرادر، دوچاه، میل، نراقی، خورآباد و شوراب)، توسط فرر و سدر (Furrer and Soder, 1955) به ۶ عضو (a-f) تقسیم‌بندی گردید. سپس ابایی و همکاران (Abaie et al, 1964) عضو c را به چهار عضو c1-c4 تقسیم‌بندی نمودند. در مجموع سازند قم در ناحیه تیپ به ۹ عضو تفکیک گردید. اولین مطالعات زیست چینه‌نگاری بر روی سازند قم توسط (Stahl, 1911; Tietze, 1875; Furon and Marie, 1939; Stocklin, 1952; Dozy, 1955; Furrer and Soder, 1955; Gansser, 1955) صورت پذیرفته است. عمده مطالعات انجام شده بر روی این سازند براساس روزنبران پلانکتون و کف-زی می‌باشد که سن الیگوسن میانی تا میوسن زیرین را برای توالی‌های سازند قم تعیین کرده‌اند از قبیل (Stocklin and Stetudehnia, 1971; Rahaghi, 1973, 1980; Chahida et al, 1977; Schuster and Wielandt, 1999; Daneshian and Dana, 2007; Reuter et al, 2007; Mohammadi and Ameri, 2015; Daneshian et al, 2017). محیط رسوبی و محدوده سنی توالی‌های کربناته قاعده این برش قبلا مورد مطالعه قرار گرفته است به طوری که سن میوسن زیرین و محیط رسوبی شلف کربناته برای این توالی‌ها تعیین گردیده است (عالیپور و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین (ربانی و همکاران، ۱۳۹۹) نهشته‌های مارنی این برش را به

جدول ۱: مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه

موقعیت در برش	طول جغرافیایی شرقی	عرض جغرافیایی شمالی
ابتدای برش	۴۸ درجه ۱۱ دقیقه ۵۶ ثانیه	۳۶ درجه ۲۳ دقیقه ۳۸ ثانیه
اواسط برش	۴۸ درجه ۱۱ دقیقه ۵۷ ثانیه	۳۶ درجه ۲۳ دقیقه ۳۱ ثانیه
انتهای برش	۴۸ درجه ۱۲ دقیقه ۱۱ ثانیه	۳۶ درجه ۲۳ دقیقه ۱۸ ثانیه

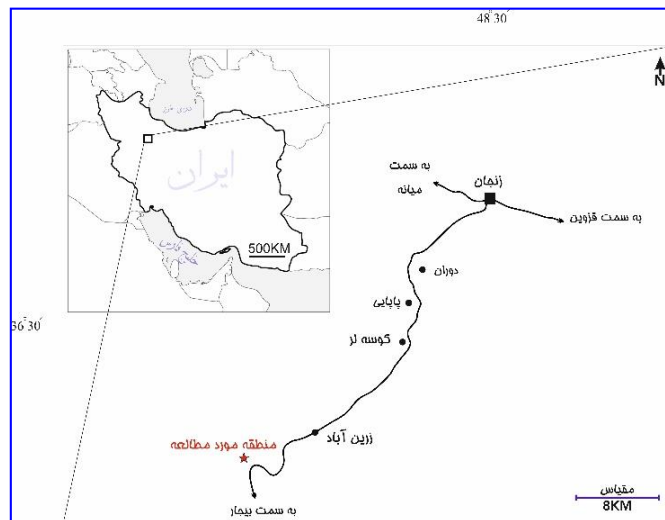
مواد و روش‌ها

روز انجام شد. تعداد ۴۳ نمونه سنگی از مجموع ۱۴۳ متر سنگ آهک، مارن و آهک رسی برداشت گردید. همچنین ماکروفسیل‌های موجود در این

پیمایش صحرایی و نمونه‌برداری از توالی‌های سنگی و فسیل‌های ماکروسکوپی در این مطالعه طی دو

توالی‌ها نیز به منظور شناسایی و تعیین سن برداشت شدند. تمامی نمونه‌های سنگی برداشت شده جهت تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی به کارگاه تهیه مقاطع نازک اصفهان فرستاده و پس از آماده‌سازی مورد مطالعه قرار گرفتند. علاوه بر این، فسیل‌های ماکروسکوپی در آزمایشگاه آماده‌سازی گردید و توسط دوربین دیجیتال تصویربرداری و مطالعه شدند. مطالعات مقاطع نازک توسط

میکروسکوپ پلاریزان صورت پذیرفت. تاکنون زون‌بندی دقیق و رسمی برای توالی‌های سازند قم ارائه نشده است از این رو مطالعات زیست‌چینه‌نگاری به منظور زون‌بندی توالی‌های سازند قم بر مبنای آدامز و بورگوس (Adams and Bourgeois, 1967) صورت می‌پذیرد. تمامی نمونه‌ها پس از مطالعه، در آزمایشگاه دیرینه‌شناسی دانشگاه زنجان نگهداری می‌شوند.



شکل ۱: مسیر دسترسی به منطقه مورد مطالعه

زیرین قرار گرفته است (عالی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵) که ارتفاعات منطقه را تشکیل می‌دهد. بر روی عضو F، مجموعه توالی‌های مارنی و سنگ آهک رسی به‌طور تدریجی قرار دارند که می‌توان آنها را انتهایی‌ترین عضو غیر رسمی سازند قم (G) در نظر گرفت که آخرین پیشروی دریای میوسن را نشان می‌دهد (Jaafari, 1963) (شکل‌های ۳ و ۴). این پیشروی در منطقه مورد مطالعه نیز با مطالعه مقاطع نازک و رخساره‌ها قابل تشخیص می‌باشد به‌طوری که مارن‌های انتهایی سازند قم در این ناحیه در بخش‌های انتهایی به فراوانی دارای فسیل‌های روزنبران پلانکتون بوده که به عنوان رخساره پلاژیک پکستون همراه با دانه‌های ماسه و بایوکلاست شناخته می‌شود (رسانی و همکاران،

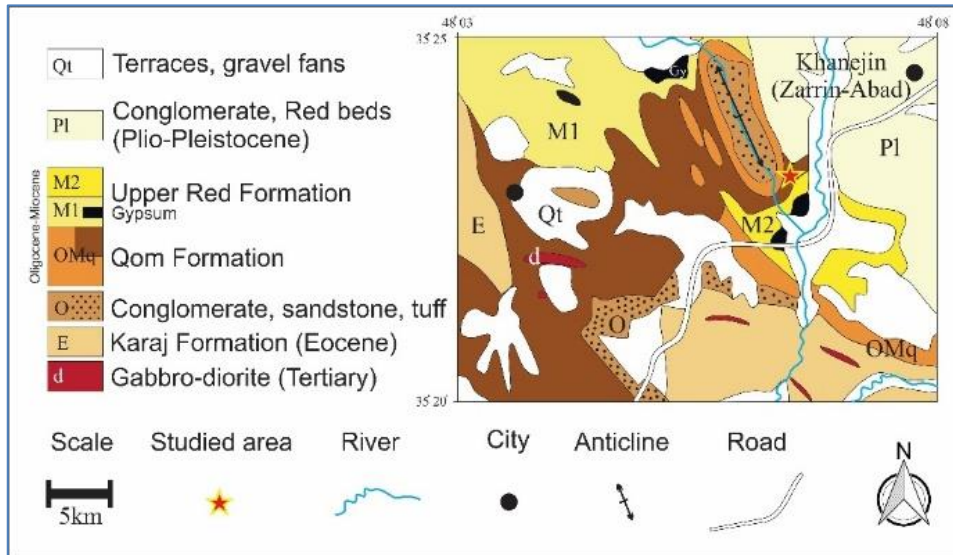
بحث و نتایج

چینه‌شناسی برش مورد مطالعه

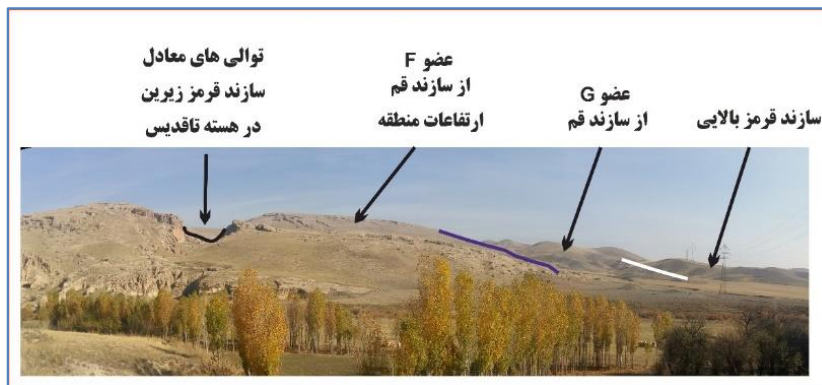
توالی‌های مورد مطالعه در یال شمالی شرقی تاقدیس شهرک (که براساس شیب و امتداد یال‌های آن از نوع تاقدیس نامتقارن می‌باشد) قرار گرفته‌اند. توالی‌های مورد مطالعه در یال شمال شرقی این تاقدیس دارای آزمون امتداد N160، مقدار شیب ۳۰ درجه و جهت شیب شمال شرقی می‌باشند. توالی‌های کنگلومرا، ماسه سنگ و توف معادل سازند قرمز زیرین هسته تاقدیس را در منطقه تشکیل می‌دهد که در نقشه زمین‌شناسی به رنگ قهوه‌ای روشن نمایش داده شده است (شکل ۲). در ادامه، عضو F از سازند قم به‌طور ناپیوسته با مرز فرسایشی بر روی توالی‌های معادل سازند قرمز

سریع) تبدیل می‌شود. مطالعات دقیق‌تر در این خصوص نیازمند نمونه‌برداری با فواصل کمتر می‌باشد.

این رخساره پیشروی موقتی دریا را نشان می‌دهد که در ادامه در فاصله کوتاهی به رخساره‌های تبخیری قاعده سازند قرمز بالایی (پسروی



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه برگرفته از نقشه 1:250000 زنگان (Stocklin and Eftekharneshad, 1969)



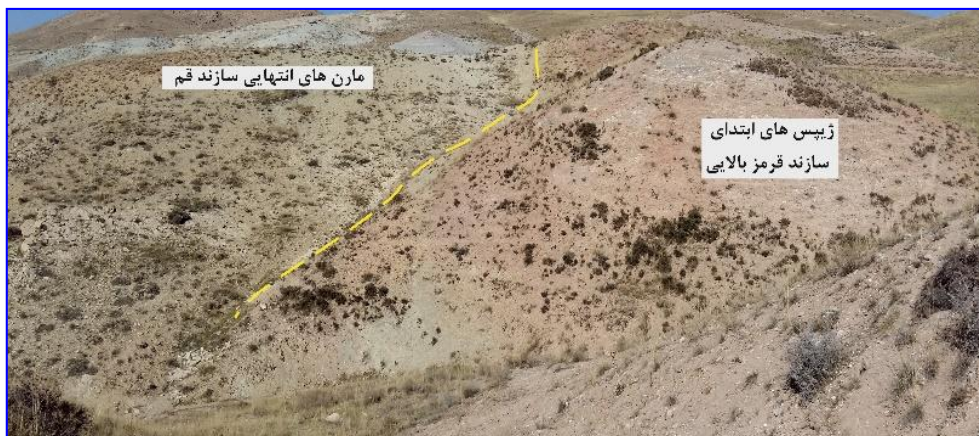
شکل ۳: نمای کلی از برش مورد مطالعه، دید به سمت شمال غربی



شکل ۴: مرز بین عضو F و G از سازند قم در برش مورد مطالعه که به صورت تدریجی در این منطقه می‌باشد.

قرمز بالایی در منطقه شامل یک واحد تبخیری (ژپیس و گچ) می‌باشد (شکل ۵). این توالی‌های تبخیری در منطقه اندآباد نیز ابتدایی‌ترین توالی-های سازند قرمز زیرین را نشان می‌دهند (رسانی و زهدی، ۱۳۹۹) (شکل ۶).

توالی‌های تبخیری، ماسه سنگی، مارن، شیل و کنگلومرای قرمز رنگ سازند قرمز بالایی، جدیدترین توالی‌های منطقه را تشکیل می‌دهند که به‌طور هم شیب بر روی سازند قم قرار گرفته‌اند. مرز بین سازند قم و سازند قرمز بالایی در منطقه به صورت تدریجی است. قدیمی‌ترین توالی‌های سازند



شکل ۵: نمای کلی از مرز بین سازند قم و نهشته‌های تبخیری سازند قرمز بالایی در برش مورد مطالعه، دید به سمت شمال



شکل ۶: نمایی دور (A) و نزدیک (B) از مرز بین سازند قم و نهشته‌های تبخیری قاعده سازند قرمز بالایی در برش اندآباد برگرفته از (رسانی و زهدی، ۱۳۹۹)

تبدیل می‌شوند که دارای ساخت‌های رسوبی ریپل مارک، طبقه‌بندی مورب و دانه‌بندی تدریجی می‌باشند (شکل ۸). شروع توالی‌های سازند قرمز بالایی به وسیله مجموعه‌ای از توالی‌های تبخیری گچ و ژپیس مشخص می‌گردد (شکل ۶). مطالعات رسوب‌شناسی در این برش براساس ریزرخساره‌ها و شواهد صحرایی نشان می‌دهد که محیط رسوبی

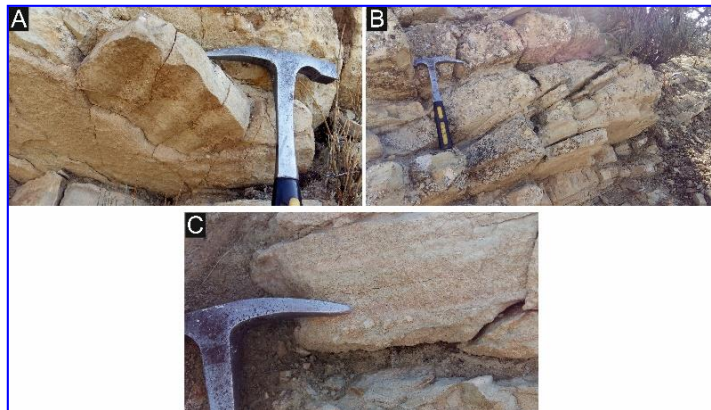
به لحاظ چینه‌شناسی، مجموعه‌ای از توالی‌های کربناته ضخیم لایه حاوی کلنی‌های مرجانی ریف ساز در بخش قاعده این برش قرار دارند که عضو F از سازند قم را تشکیل می‌دهند (شکل ۷). در ادامه توالی‌های مارنی با میان لایه‌های کربناته رخنمون یافته که به تدریج در بخش‌های انتهایی برش به مجموعه‌ای از توالی‌های آهک ماسه‌ای قرمز رنگ

همکاران، ۱۳۹۵) بر روی عضو f سازند قم در این برش نیز محیط شلف کربناته را تایید می‌نماید.

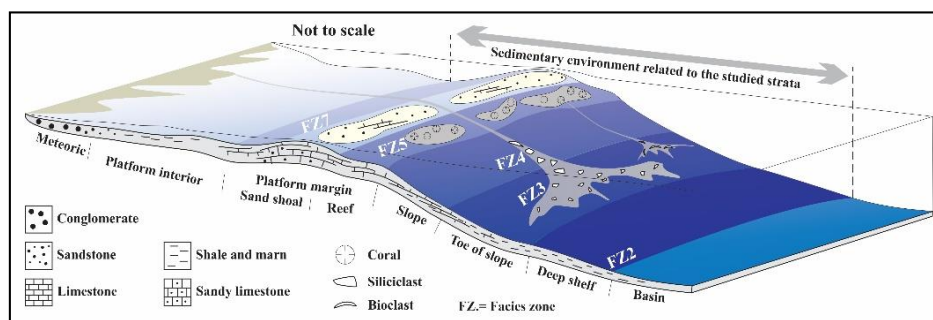
این توالی‌ها، شلف کربناته مرتبط با دریای آزاد می‌باشد (شکل ۹) (رَبانی و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات محیط رسوبی انجام شده توسط (عالی‌پور و



شکل ۷: نمونه‌ای از کلنی‌های مرجانی موجود در توالی‌های عضو F از سازند قم در برش مورد مطالعه



شکل ۸: ساخت‌های رسوبی موجود در توالی‌های آهک ماسه‌ای در انتهای ترین بخش از سازند قم در برش مورد مطالعه
A: ریپل مارک. B: طبقه‌بندی مورب. C: دانه‌بندی تدریجی.



شکل ۹: مدل رسوبی پیشنهادی توالی‌های مورد مطالعه برگرفته از (رَبانی و همکاران، ۱۳۹۹).

ناگهانی در این مجموعه زیستی، می‌توان از آنها به منظور انجام مطالعات دیرینه‌شناسی و زون‌بندی زیستی سازند قم استفاده نمود (Beavingtone-Penny and Racey, 2004). تاکنون زون‌بندی

دیرینه‌شناسی روزن‌داران کفزی بزرگ، گسترش خوبی در توالی‌های کربناته سازند قم دارند به طوری که به دلیل عواملی از قبیل فراوانی بالا، تنوع بالا و انقراض

برای اولین بار از سازند قم در این برش گزارش می-شود (جدول ۲). براساس میکروفسیل های شاخص سنی موجود در برش مورد مطالعه یک زون فسیلی شناسایی گردید که بر مبنای آن سن بوردیگالین برای توالی های مورد مطالعه پیشنهاد می گردد.

Borelis melo curdica – *Meandropsina iranica* biozone.

شروع این زون بر مبنای FAD گونه *Borelis melo curdica* و انتهای آن براساس LAD گونه *Meandropsina iranica* تفکیک گردیده است. این زون معادل زون های زیستی زیر است (شکل ۱۰).

Borelis melo group – *Meandropsina iranica* Assemblage zone (Adams and Bourgeois, 1967)

Borelis melocurdica-*Borelis melomelo* (Lursen et al, 2009)

Borelis melocurdica Assemblage zone (zone 61) (Wynd, 1965)

Borelis melocurdica total range zone (Daneshian and Ramezani, Dana 2019)

محدوده این زون از شماره نمونه S1 تا S39 و از متر از ۳ تا ۱۲۶ می باشد که تقریباً تمامی برش مورد مطالعه را شامل می شود (شکل ۱۱). در این زون می توان تمامی فسیل های شناسایی شده را به عنوان فسیل همراه در نظر گرفت (شکل های ۱۲ تا ۱۴).

زیستی رسمی برای نهشته های سازند قم ارائه نشده است اما با توجه به اینکه مجموعه فسیلی موجود در سازند قم شباهت بسیار زیادی با مجموعه فسیل های سازند آسماری در زون زاگرس دارد (Stocklin, 1952; Bozorgnia, 1966; Kashfi) (1988) از این رو می توان از زون بندی های موجود در زون زاگرس در محدوده الیگوسن-میوسن، برای زون بندی زیستی سازند قم نیز استفاده نمود از قبیل (Laursen et al, 2006; Adams and Bourgeois, 1967; Wynd, 1965; Daneshian and Ramezani Dana, 2019). مطالعات مختلف نشان می دهد که دلیل این شباهت زیستی وجود یک الگوی پالتوژئوگرافی در منطقه می باشد به طوری که کانالی باریک ارتباط بین حوضه های رسوبی آسماری (زاگرس) و قم (ایران مرکزی) را در زمان الیگوسن- میوسن فراهم نموده است (Furrer and Soder, 1955; Kashfi, 1988; Stocklin, 1952; Bozorgnia, 1966; Adams and Bourgeois, 1967; Rahimzadeh, 1994). به منظور تعیین محدوده سن نسبی این توالی ها، محتوای فسیلی روزنبران و ماکروفسیل های موجود در برش مذکور، مورد مطالعه قرار گرفتند. در این مطالعه تعداد ۱۶ گونه از روزنبران و ۱ گونه از خارپوستان شناسایی گردید. تعدادی اسفنج نیز

جدول ۲: روزنبران و خارپوست شناسایی شده در برش مورد مطالعه

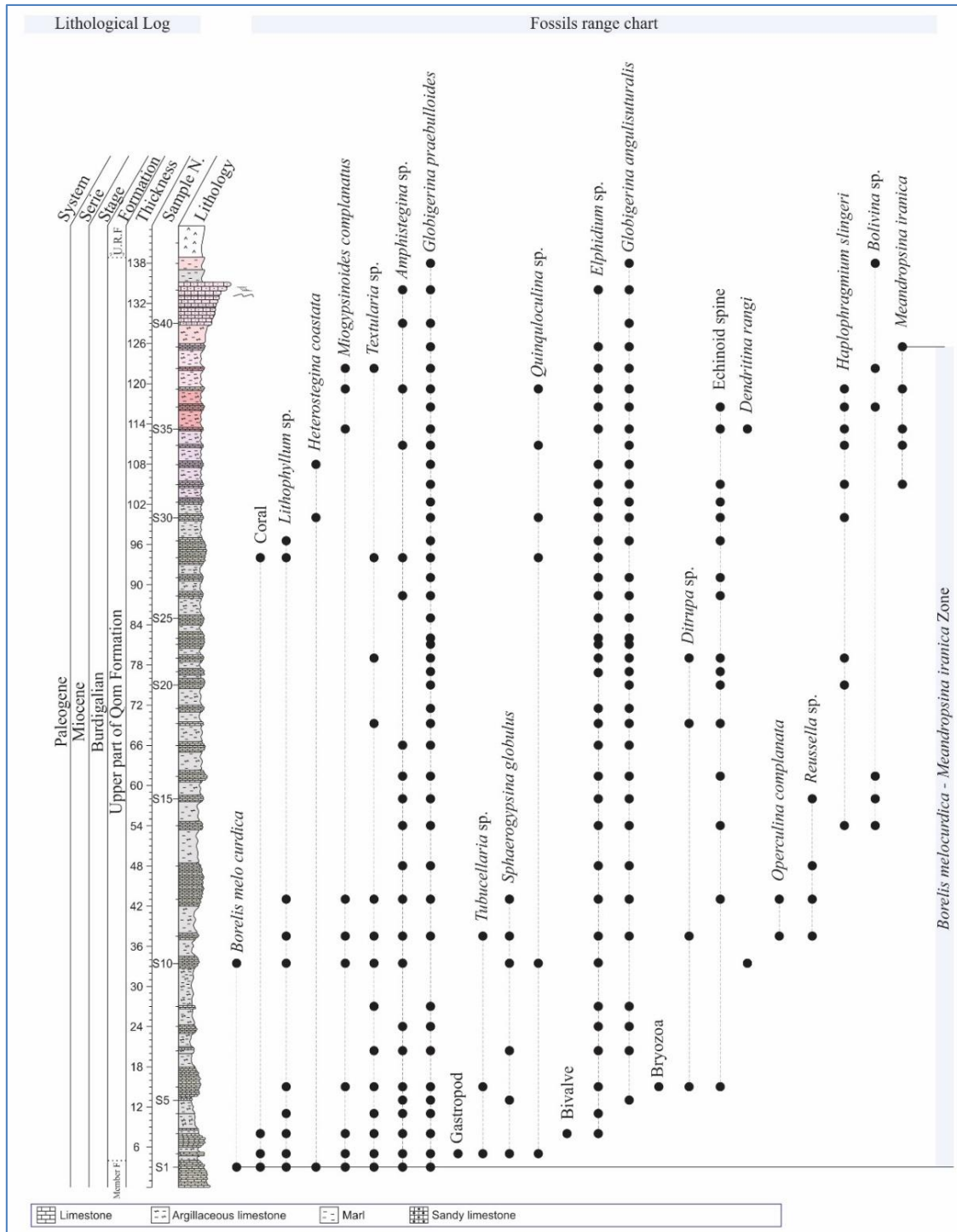
Foraminifera	<i>Dendritina rangi</i> (d'Orbigny, 1826)
	<i>Meandropsina iranica</i> , (Henson, 1950)
	<i>Bolivina</i> sp. (d'Orbigny, 1839)
	<i>Haplophragmium slingeri</i> (Thomas, 1950)
	<i>Reussella</i> sp. (Galloway, 1933)
	<i>Operculina complanata</i> , (Defrance, 1822)
	<i>Elphidium</i> sp. (Montfort, 1808)
	<i>Amphistegina</i> sp. (d'Orbigny, 1826)
	<i>Heterostegina coastata</i> (d'Orbigny, 1846)
	<i>Textularia</i> sp. (Defrance, 1824)
	<i>Borelis melo curdica</i> (Reichel, 1937)
	<i>Miogypsinoides complanatus</i> (Schlumberger, 1900)
	<i>Globigerina preabulloides</i> (Blow, 1959)
	<i>Globigerina angulicostata</i> (Bolli, 1957)
	<i>Quinquoloculina</i> sp. (d'Orbigny, 1826)
	<i>Sphaerogypsina globulus</i> (Reuss, 1979)
Echinodermata	<i>Pericosmuslatus</i> (Hutton, 1873)
Porifera	Indet.

Borelis melo curdica – *Meandropsina iranica* به عنوان شاخص محدوده سنی بوردیگالین معرفی گردیده است (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۳). سازند قم در شمال غربی زنجان نیز به لحاظ محیط رسوبی و دیرینه‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفته است که در این مطالعه محدوده گستره حضور این فسیل به عنوان زون Total range به سن بوردیگالین معرفی گردیده است (رسانی و زهدی، ۱۴۰۰). مطالعات انجام شده بر روی ماکروفسیل‌های موجود در این توالی‌ها حاکی از پراکندگی و وفور آنها در افق‌های ماری سازند قم در این منطقه می‌باشد. میرزایی عطاآبادی و همکاران (۱۳۹۵) بقایای فسیلی مهره‌داران (ماهی-ها) را از توالی‌های ماری این برش گزارش نموده‌اند. در این مطالعه نیز بقایای فراوانی از خارپوستان و نیز تعدادی اسفنج از این افق‌ها یافت شده است (شکل‌های ۱۵ و ۱۶). فسیل‌های خارپوستان در افق‌های ماری مختلف در این برش دیده می‌شوند که نمونه‌هایی از آنها از محدوده نقاط نمونه‌برداری شده (S) ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۵، ۲۹، ۳۰ و ۳۳ برداشت شده‌اند (شکل ۱۱). رده‌بندی سیستماتیک و توصیف این نمونه‌ها به شرح زیر می‌باشد.

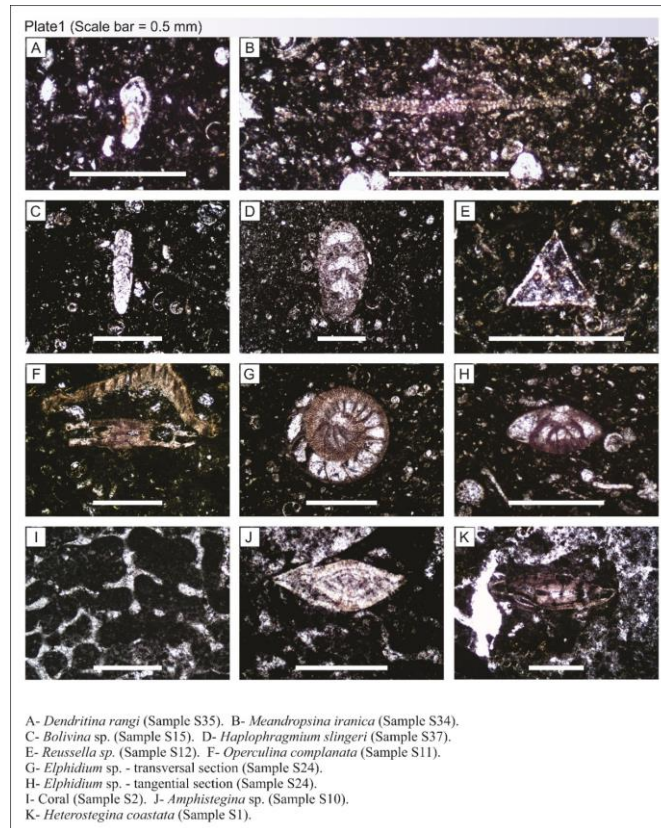
یکی از مهم‌ترین زون‌بندی‌هایی که در این محدوده زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد زون‌بندی ویند (Wynd, 1965)؛ لائورسن و همکاران (Laursen et al, 2009) و آدامز و بورگنوس (Adams and Bourgeois, 1967) می‌باشد که در این سه زون-بندی مهم، فسیل *Borelis melo curdica* به عنوان شاخص بوردیگالین مطرح شده است. در مطالعات مختلفی که بر روی سازند قم در نواحی مختلف انجام شده نیز این فسیل به عنوان شاخص محدوده سنی بوردیگالین در نظر گرفته شده است. دانشیان و رضانی دانا (Daneshian and Ramezani, 2019) تمام محدوده حضور این فسیل را به عنوان زون Total range به سن بوردیگالین نسبت می‌دهند. همچنین (نواواجاری و همکاران، ۱۴۰۰) حضور این گونه را موید آشکوب بوردیگالین از میوسن پیشین می‌دانند. همچنین مطالعاتی که در محدوده زنجان بر روی سازند قم صورت گرفته است نیز این فسیل را شاخص بوردیگالین معرفی نموده‌اند. طی پژوهش حمیده نوروژ پور (۱۳۹۹) در جنوب باختری زنجان بر روی سازند قم، گستره حضور این فسیل به عنوان یک زون تجمعی به عنوان شاخص سن بوردیگالین در نظر گرفته شده است. در مطالعه زیست چینه‌نگاری سازند قم در محدوده گرماب (جنوب استان زنجان)، زون تجمعی

Epoch	Stage	Biozonation of Adams and Bourgeois (1967)	Biozonation of Laursen et al. (2009)	Wynd, 1965	Daneshian and Ramezani Dana, 2019	This study
Miocene	Burdigalian	<i>Borelis melo curdica</i> - <i>Meandropsina iranica</i>	<i>Borelis melo curdica</i> - <i>Borelis melo melo</i>	<i>Borelis melo curdica</i> assemblage zone (zone 61)	<i>Borelis melo curdica</i> total range zone	<i>Borelis melo curdica</i> - <i>Meandropsina iranica</i>
	Aquitanian	<i>Elphidium</i> sp. 14 - <i>Miogyssina</i> <i>Archaius asmaricus</i> - <i>Archaius hensoni</i>	<i>Miogyssina</i> - <i>Elphidium</i> sp. 14- <i>Peneropsis farsensis</i>	assemblage zone (zone 59) <i>Archaius operculiniformis</i> A.Z. (zone 58) <i>Nannulites intermedius</i> - <i>Nannulites vasquez</i> A.Z. (zone 57)	<i>Elphidium</i> sp.14 interval zone <i>Peneropsis farsensis</i> interval zone	
Oligocene	Chattian	<i>Eulepidina</i> - <i>Nephrilepidina</i> - <i>Nannulites</i>	<i>Archaius asmaricus</i> - <i>Archaius hensoni</i> - <i>Miogyssinoides complanatus</i>	<i>Lepidocyclina</i> - <i>Operculina</i> - <i>Ditropa</i> <i>Lepidocyclina</i> - <i>Ditropa</i> assemblage zone <i>Globigerina</i> spp. assemblage zone		
	Rupelian		<i>Nannulites vasquez</i> - <i>Njishteli</i> <i>Globigerina-Turhorotalia cecronzulensis</i> - <i>Hantzschina</i>			

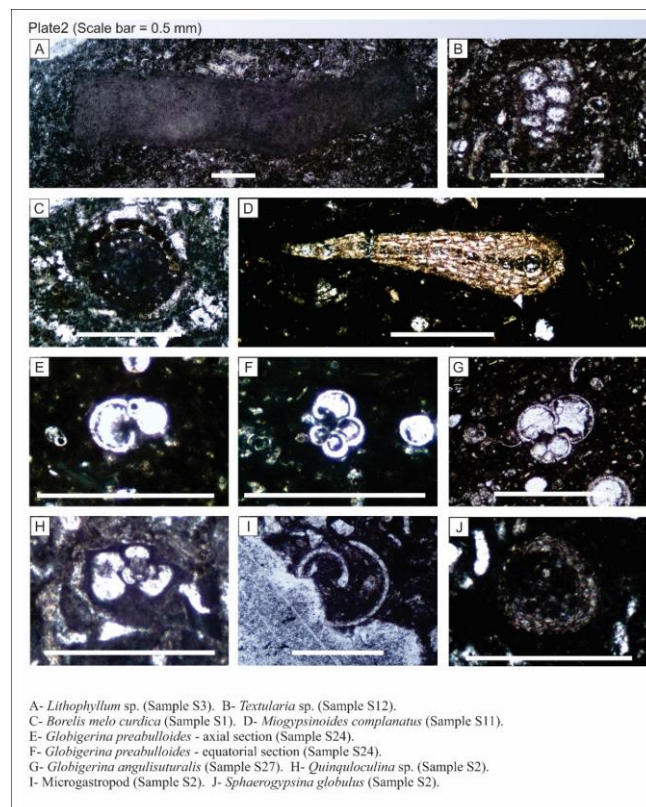
شکل ۱۰: زیست زون‌های محدوده الیگوسن-میوسن و انطباق آن با این مطالعه



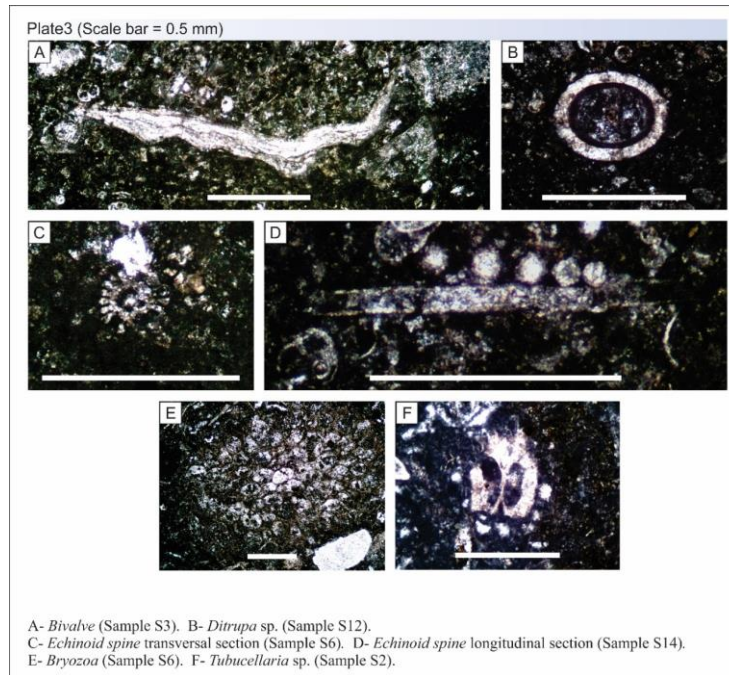
شکل ۱۱: گستره زمانی و مکانی فسیل‌های شناسایی شده به همراه زون‌بندی زیستی و ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه.



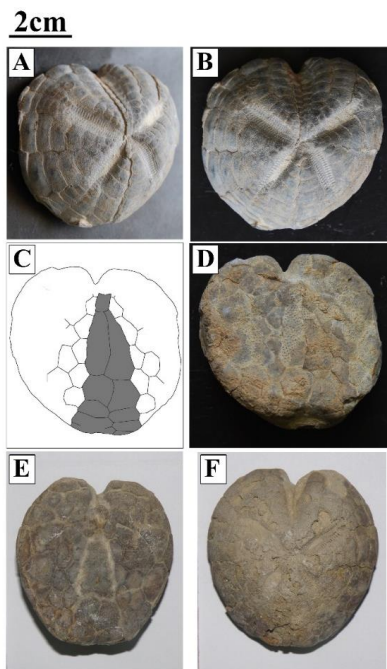
شکل ۱۲: تصاویر فسیل‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه. تصویر B برگرفته از (ربانی و همکاران، ۱۳۹۹)



شکل ۱۳: ادامه فسیل‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه. تصویر C برگرفته از (ربانی و همکاران، ۱۳۹۹)



شکل ۱۴: ادامه تصاویر فسیل‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه



شکل ۱۵: *Pericosmus latus* از منطقه قمچقای، جنوب غربی زنجان. (A، B و F) نمای مقابل دهانی (Aboral) و (C، D و E) نمای دهانی (Oral)

توصیف: پوسته قلبی شکل، دارای شیار جلویی که از قله تا اطراف دهانه کشیده شده است. آمبولاکرای جلویی باریک و کمی فرورفته به سمت بالای پوسته، منافذ جفت جفت و ردیفی به بالا بزرگتر

Echinodermata: Phylum
 Class: *Echinoidea*
 Order: *Spatangoida*
 Family: *Pericosmidae*
 Genus: *Pericosmus* (Agassize, 1847)
 Species: *Pericosmuslatus* (Hotton, 1873)

و داخل پاراگاستر بوسیله آمبوسیت‌ها پوشیده می‌شوند. مزانشیم هم در آنها سخت بوده و فاقد ماده ژلاتینی است و هر دو طرح ساختمانی سایکن و لویکن در این دو گروه وجود دارد. آنها امروزه در آب‌های ژرف زندگی می‌کنند و متنوع‌ترین گروه اسفنج‌ها را شامل می‌شوند (غلامعلیان و فناطی رشیدی، ۱۳۹۴؛ Pisera, 2006). نمونه‌های یافت شده در اندازه‌های متوسط تا بزرگ (۲۰-۱۰ سانتیمتر ارتفاع) بوده در بعضی دهانه‌های بزرگ و عمیق به خوبی حفظ شده است (شکل K۱۶). بقایای سوزن‌های سه محوره در دیواره بعضی نمونه‌ها به خوبی حفظ شده و قابل مشاهده می‌باشد (شکل C-A۱۶). هر چند وجود بقایای سوزن اسفنج‌ها از رسوبات سازند قم در کارهای چندی گزارش شده است (Reuter et al, 2009; Nouradini et al, 2014; Holakouee et al, 2018) با این حال تاکنون فسیل‌های کامل اسفنج از این سازند گزارش نشده است. در افق‌های مارنی برش قمچق‌ای این نمونه‌ها از محدوده نقاط نمونه‌برداری شده (S) ۲۲ و ۳۲ برداشت شده‌اند (شکل ۱۰). حضور بقایای اسفنج‌های میوسن به‌طور کلی چندان گسترده نمی‌باشد و در سطح جهانی و منطقه‌ای هم نمونه‌های زیادی از آنها گزارش نشده است. تاکنون تنها نمونه‌هایی از رسوبات میوسن اروپا (Matteucci and Russo, 2012; Lukowiak et al, 2014; Pisera et al, 2006) و آمریکا (Rigby and Albi, 1996) گزارش شده است. لذا از این نظر نمونه‌های موجود بسیار قابل توجه می‌باشد. مطالعه و شناسایی دقیق این نمونه‌ها نیازمند مطالعه سوزن‌های جدا شده این موجودات است. این سوزن‌ها را می‌توان براساس پروتکل‌های استاندارد موجود از اسید شوی قسمتی از سطح نمونه یا رسوبات دربردارنده این فسیل‌ها به دست آورد. متأسفانه چون در زمان کشف و نمونه‌برداری

می‌شوند. آمبولاکراهای دیگر کناره‌های موازی داشته و پتالها کمی فرو رفته است. پتالها نزدیک حاشیه تمام می‌شوند. مخرج در سطح زیرین و دهانه با شکل بیضی یا لوبیایی شکل در بالا قرار دارد. صفحات مثلثی تا چند ضلعی که دارای برجستگی‌های ریز خار مانند هستند مشاهده می‌شوند (Mc Namara and Philip, 1984). فسیل‌های خارپوستان در افق‌های مارنی مختلف در این برش دیده می‌شوند که نمونه‌هایی از آنها از محدوده نقاط نمونه‌برداری شده (S) ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۵، ۲۹، ۳۰ و ۳۳ برداشت شده‌اند (شکل ۱۱). بقایای خارپوستان از فسیل‌های فراوان موجود در سازند قم می‌باشد. تاکنون نمونه‌های فراوانی همچون جنس‌های Clypeaster, Scutella, Echinodiscus, Amphiope, Echinolampas, Psammechinus, Micropsis, Spatangus, Maretia, Breynia, Lovenia, Schizaster, Prionocidaris از توالی‌های سازند قم در نواحی مرکزی کشور یافت شده است (Khaksar and Moghadam, 2007; Nouradini et al, 2014). لازم به ذکر است که از نمونه‌های بالا Clypeaster و Echinolampas تنها در منطقه مورد مطالعه دیده شده‌اند. نمونه Pericosmus که در اینجا توصیف شده است نیز تاکنون از نواحی دیگر گزارش نشده است. حضور فراوان نمونه‌های Pericosmus در برش مورد مطالعه و حضور انحصاری آنها در افق‌های مارنی سازند قم در این ناحیه می‌تواند حاکی از محیط خاص زیست آنها باشد که شرایطی متفاوت از دیگر خارپوستان سازند قم بوده است.

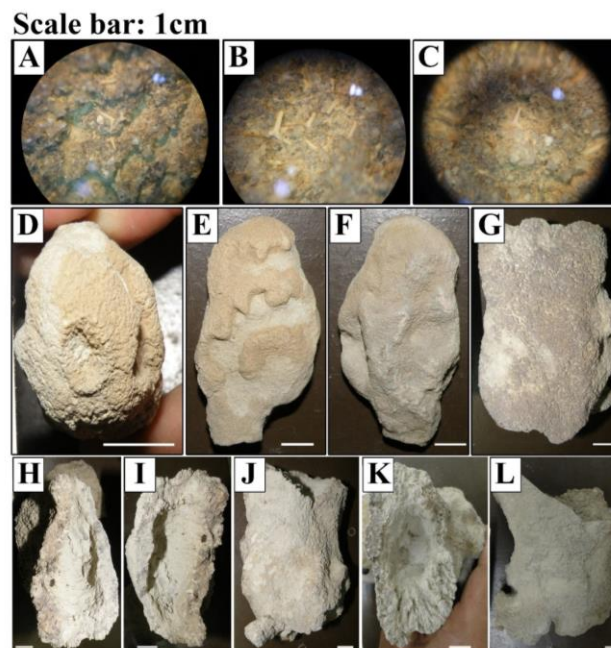
Phylum: Porifera

Class: Demospongiae /Hexactinellidea

این اسفنج‌ها دارای سوزن‌های سه محوری (۴-۶ شاخه) از جنس سلیس هستند که محورهایشان عمود بر هم است. اکتودرم در این گروه فاقد سلول‌های پیناکوسیت است و هر دو سطح خارجی بدن

اسپیکول‌های دمواسپونژ سه محوره (Triod) می‌باشد. البته با توجه به برجا بودن نمونه‌ها امکان آن- که سوزن‌ها از نوع سه محوره (Triaxonal) هگزاکتین باشند نیز وجود دارد (Lukowiak et al, 2014). حضور این نمونه‌ها از لحاظ بوم‌شناسی دیرینه‌نشان دهنده عمق بالای حوضه است چرا که نمونه‌های مشابه امروزی و فسیلی از این موجودات مربوط به اعماق بیش از ۴۰۰-۱۰۰۰ متری می‌باشند (Lukowiak et al, 2014; Palmer, 1988).

این فسیل‌ها در موردشناسی آنها اطمینان وجود نداشت از رسوبات اطراف آنها نمونه‌ای برداشت نشد و لذا امکان دستیابی به نمونه سوزن جدا شده میسر نگردیده است. از طرفی سطح خارجی نمونه‌ها نیز کاملاً سیلیسی و سخت است و دستیابی به سوزن- های برجای آنها با اسید شویی مشکل بوده و مستلزم تصویربرداری SEM می‌باشد. با این حال، بررسی تعدادی از سوزن‌های موجود در سطح یکی از نمونه‌ها (شکل C-A۱۶) نشان دهنده وجود



شکل ۱۶: نمونه‌هایی از اسفنج‌های سازند قم از منطقه مورد مطالعه. (C-A) نمونه‌ای از سوزن‌های سه محوره حفظ شده در دیواره نمونه در بزرگنمایی ۴۰ برابر. (G و D) (K و I) نمای دهانی، (H و I) نمای دهانی- جانبی که حفره مرکزی عمیق اسفنجی را نشان می‌دهد و (J, L, G-E) نماهای جانبی، مقیاس‌ها ۱ سانتیمتر.

نیز نمونه‌برداری و مطالعه شدند. سازند قم در این برش شامل مجموعه‌ای از توالی‌های آهکی، مارنی و آهک رسی بوده که دارای خارپوستان، اسفنج‌ها و روزنبران کفزی و پلانکتونیک فراوان می‌باشد. مطالعات دیرینه‌شناسی بر روی مقاطع نازک میکروسکوپی منجر به شناسایی تعداد ۱۶ گونه از روزنبران گردید که بر مبنای گسترش گونه شاخص *Borelis melo curdica*، یک زون زیستی با

نتیجه‌گیری

یک رخنمون از توالی‌های مارنی سازند قم در منطقه جنوب غربی زنجان مورد مطالعه چینه- شناسی و دیرینه‌شناسی قرار گرفت. تعداد ۴۲ نمونه سنگی از ۱۳۵ متر توالی‌های کریناته سازند قم نمونه‌برداری گردید و مقاطع نازک آنها مطالعه شد. علاوه بر این، تعدادی از نمونه‌های ماکروفسیلی موجود در این سازند از قبیل خارپوستان و اسفنج‌ها

اسفنج مربوط به رده *Hexactinellidea* نیز برای اولین بار از توالی‌های سازند قم گزارش می‌گردد.

سپاسگزاری

از آقای محمد حسن پور بابت همراهی در مطالعات صحرایی و از آقای دکتر کامیابی جهت راهنمایی و شناسایی خارپوستان قدردانی می‌گردد.

سازند قم در منطقه قمچقای، جنوب زنجان، یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور طبس.

-غلامعلیان، ح. و فناطی رشیدی، ر.، ۱۳۹۷. دیرینه‌شناسی بی مهرگان کاربردی، آراین زمین، ۲۷۵ ص.

-میرزایی عطاءآبادی، م.، عالیپور، ش.، زهدی، ا. و رحمانی، ع.، ۱۳۹۵. بقایای ماهیان استخوانی از نهشته‌های سازند قم در جنوب زنجان، مجموعه مقالات یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور طبس، ص ۱۲۷-۱۳۸.

-نواواجاری، ش.، مغفوری مقدم، ا.، شهیدی، ع. و نظری، ح.، ۱۴۰۰. ریززیت چینه‌نگاری و محیط رسوبی دیرینه نهشته‌های الیگوسن-میوسن در شمال ایران مرکزی، فصلنامه علوم زمین، دوره ۳۱، شماره ۱، ص ۳۷-۵۰.

-نوروزپور، ح.، ۱۳۹۹. میکروبیواستراتیگرافی و پالئوکولوژی سازند قم در برش گویلر، جنوب باختر استان زنجان، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، دوره ۱۰، شماره ۲، ص ۲۲۴-۲۳۴.

محدوده سنی بوردیگالین تفکیک گردید. با توجه به اینکه این زون تقریباً تمامی طول برش را در بر دارد از این رو سن بوردیگالین برای این توالی‌ها تعیین گردید. علاوه بر این، شناسایی گونه شاخص *Pericosmus latus* از مجموعه‌ی خارپوستان این منطقه، سن میوسن زیرین/ میانی را برای این توالی‌ها تایید می‌نماید. مجموعه‌ای از فسیل‌های

منابع

-بابازاده، ا.، قاسمیان، س.، مصدق، ح. و شاکری، ع.، ۱۳۹۳. زیست چینه‌نگاری و سنگ چینه‌نگاری سازند قم در برش شاهنجین شهرستان گرماب (استان زنجان)، فصلنامه پژوهش‌های چینه‌نگاری و فسیل‌شناختی، دوره ۱، شماره ۱، ص ۳۱-۳۹.

-ربانی، ج. و زهدی، ا.، ۱۳۹۹. چینه‌شناسی توالی‌های سازند قم در شمال غرب زنجان، پنجمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ص ۱.

-ربانی، ج.، میرزایی عطاءآبادی، م. و شاهسواری، ا.، ۱۳۹۹. ریزرخساره‌ها، مدل رسوبی و نوسان‌های نسبی سطح آب در توالی‌های مارنی سازند قم در برش زرین آباد، جنوب زنجان، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۱، ص ۱۱۵-۱۳۴.

-ربانی، ج. و زهدی، ا.، ۱۳۹۹. ریز دیرینه‌شناسی و محیط رسوبی سازند قم در شمال غرب زنجان، دوفصلنامه رخساره‌های رسوبی، شماره ۱۳، ص ۱۷۳-۱۸۹.

-عالیپور، ش.، میرزایی عطاءآبادی، م.، زهدی، ا. و رحمانی، ع.، ۱۳۹۵. چینه‌شناسی و ریزرخساره‌های

-Abaie, I., Ansari, H.J., Badakhshan, A. and Jaafari, A., 1964. History and development of the Alborz and sarajeh fields of central Iran, Bull.Iran Petrol. Inst., v. 15, p. 567-574.

-Adams, T.D. and Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy: Iranian oil operating companies, Geological and Exploration Division, Report, v. 1074, p. 34.

- Angiolini, L., Gaetani, M., Muttoni, G., Stephenson, M.H. and Zanchi, A., 2007. Tethyan oceanic currents and climate gradients 300 my ago. *Geology*, v. 12, p. 1071-1074.
- Beavingtone-Penney, S.J. and Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera, applications in Paleoenvironmental analysis: *Earth Science Review*, v. 67, p. 219-265.
- Bozorgnia, F., 1966. Qom Formation stratigraphy of the Central basin of Iran and its intercontinental position: *Bull. Iran Pet. Inst.*, v. 24, p. 69-76.
- Chahida, M.R., Papp, A. and Steininger, F., 1977. Fossilführung der Oligo/Miozanen Qom Formation in Profilen bei Abegarm-Zefreh bei Isfahan (Zentraliran). *Beitrage zur Palaontologie osterreichs*, v. 2, p. 79-93.
- Daneshian, J. and Ramezani Dana, L., 2007. Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Deh Namak, Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 29, p. 844-858.
- Daneshian, J., Ramezani Dana, L. and Sadler, P., 2017. A composite foraminiferal biostratigraphic sequence for the Lower Miocene deposits in the type area of the Qom Formation, central Iran, developed by constrained optimization (CONOP). *J Afr Earth Sci*, v. 125, p. 214-229.
- Daneshian, J. and Ramezani Dana, L., 2019. Benthic foraminiferal events of the Qom Formation in the north Central Iran Zone. *Paleontological Research*, v. 23, p. 10-22.
- Dozy, J., 1955. A sketch of post Craetaceous volcanism in Central Iran. In soder (1959) Detailed in vestigations n marine formation of Qum, second part, National Iranian Oil Company. *Geological Report*, v. 20, p. 158-186.
- Furon, R. and Marie, P., 1939. Sur la microfaune des marnes aquitaniennes Lepidocyclines de Qoum (in Persian): *Compte Rendu Sommaire des Séance de la Societe Geologique de Frances*, p. 79-80.
- Furrer, M.A. and Soder, P.A., 1955. The Oligo- Miocene Marine Formation in the Qom region (Central Iran), *Proc. 4th World Petroleum Congrres, Rom Section I/A/5*, p. 267-277.
- Gansser, A., 1955. New aspects of the geology in Central Iran. *Proc. 4th World Petroleum Congrres, Rom Section I/A/5*, p. 279-300.
- Holakouee, Z., Maghfouri Moghaddam, I., Yazdi, M. and Yousefi yeganeh, B., 2018. Biostratigraphy and Microfacies of Qom Formation in Urumieh – Dokhtar Zone, Iran, *International Journal of Engineering and Technology*, v. 10, p. 1052-1066.
- Jaafari, A., 1963. History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran, 6th World Petroleum Congress.
- Kashfi, M.S., 1988. Evidence for non-collision geology in the Middle East: *Journal of Petroleum Geology*, v. 11, p. 443-460.
- Keith Rigby, J. and Albi, Y., 1996. An Upper Miocene Hexactinellid Sponge from the Puente Shale, Orange County, California. *Journal of Paleontology*, v. 70, p. 908-913.
- Khaksar, K. and Maghfouri Moghadam, I., 2007. Paleontological study of the echinoderms in the Qom Formation (central Iran). *Earth Sci. Res. J.*, v. 11, p. 57-79.
- Laursen, G.V., Monibi, S., Allan, T.L., Pickard, N.A.H., Hosseiney, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F.S.P.V., Moallemi, A. and Druillion, G., 2009. The Asmari Formation Revisited: Changed Stratigraphic Allocation and New Biozonation, Shiraz. First International Petroleum Conference & Exhibition, European

- Association of Geoscientists and Engineers.
- Lukowiak, M., Pisera, A. and Schlogl, J., 2014. Bathyal sponges from the late Early Miocene of the Vienna Basin (central Paratethys, Slovakia). *Paläontol Z*, v. 88, p. 263-277.
- Matteucci, R. and Russo, A., 2012. The Italian Cenozoic siliceous sponges: a review, with a revision of the Catullo (1856) collection. *Journal of mediterranean Earth Sciences*, v. 4, p. 1-15.
- Mc Namara, K. and Philip, G.M., 1984. A revision of the spatangoid echinoid *Pericosmus* from the Tertiary of Australia. *Western Australian Museum*.
- Mohammadi, E. and Ameri, A., 2015. Biotic components and biostratigraphy of the Qom Formation in northern Abadeh, Sanandaj-Sirjan fore-arc basin, Iran (northeastern margin of the Tethyan Seaway). *Arab J Geosci*, v. 8, p. 10789-10802.
- Nouradini, M. Azami, Sh., Hamad, M., Yazdi, M. and Ashouri, A., 2015. Foraminiferal paleoecology and paleoenvironmental reconstructions of the lower Miocene deposits of the Qom Formation in Northeastern Isfahan, Central Iran, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. 67, p. 59-73.
- Nouradini, M., Yazdi, M. and Ashouri, A., 2014. Systematic notes on Burdigalian Echinoids from the Qom Formation in the Bagher Abad area, Central Iran, *Geopersia*, v. 4, p. 155-167.
- Palmer, A., 1988. Paleoenvironmental significance of siliceous sponge spicules from sites 627 and 628, little Bahama bank, ocean drilling program leg 101. In: Austin, J. A., Jr., Schlager, W., et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v. 10, p. 159-168.
- Pisera, A., 2006. Palaeontology of sponges: A review. *Canadian Journal of Zoology*, v. 84, p. 242-262.
- Rahaghi, A., 1973. Etude de quelques grands foraminifères de la Formation de Qom (Central Iran). *Revue de Micropaleontologie*, v. 16, p. 23-38.
- Rahimzadeh, F., 1994. Treatise on the Geology of Iran: Oligocene-Miocene, Pliocene. Ministry of Mines and Metals, Geological Survey of Iran, Report, v. 12.
- Reuter, M., Piller, W.E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rogl, F., Kroh, A., Aubry, M.P., Wielandt-Schuster, U. and Hamedani, A., 2007. The Oligo-Miocene Qom Formation (Iran) – evidence for an early Burdigalian restriction of the Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways. *International Journal of Earth Sciences*, v. 98, p. 627-650.
- Schuster, F. and Wielandt, U., 1999. Oligocene and early Miocene coral faunas from Iran: paleoecology and paleobiogeography. *International Journal of Earth Sciences*, v. 88, p. 571-581.
- Stahl, A.F., 1911. Persien: in *Handbuch der Regionalen Geology*. Heidelberg (Winter), Hft, v. 8, p. 46-65.
- Stocklin, J., 1952. Stratigraphical investigation in the Qom- Arak-Gulpaigan- Delidjan area, National Iranian Oil Company, Report, 145 p.
- Stocklin, J. and Eftekharneshad, J., 1969. Geological map of Zanjan, 1:250000. Geological survey of Iran.
- Stocklin, J. and Stetudehnia, A., 1971. Stratigraphic Lexicon of Iran. Ministry of industry and mines, Geological Survey of Iran, v. 18.
- Tietze, E., 1875. Ein Ausflug nach dem Siahkuh (Schwager Berg) in Persian: *Mitt. Geogr. Ges. Wien*, v. 8, p. 257-267.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian oil consortium agreement area. IOOC report, v. 1082, 256 p.