

بررسی بایواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی سازند قم بر اساس میکروفسیل‌های شرق قم کیوان خاکسار^۱

استادیار، گروه علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قم، قم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۷

چکیده

هدف این مقاله شناسایی روزن داران الیگو-میوسن سازند قم در برش دوبرادر و بررسی سن سازند قم و پالئوآکولوژی این محدوده از مجموعه حوضه‌هایی است که آبراهه طویل ایران مرکزی را در میان رشته کوه‌های البرز و زاگرس به وجود می‌آوردند. حاصل آخرین پیشروی دریا در روپلین تا میوسن تناوبی از آهک‌های کم عمق و مارنی بوده که به طور مشخصی از نظر رنگ و لیتولوژی از سازند زیرین و فوقانی خود متمایز است و سازند قم خوانده می‌شوند، در منطقه مورد مطالعه سبترای سازند ۸۳۰ متر و متشکل از ۸ بخش است که به طور کلی از تناوب سنگ آهک و مارن ساخته شده‌اند. جهت انجام مطالعه‌ای کامل و جامع از سازند قم در مقطع ذکر شده، تعداد زیادی نمونه جهت تهیه مقطع نازک و نمونه‌های مارنی جهت مطالعه روزن داران ایزوله برداشت و بررسی شدند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بدون شک رسوبات دریای ایران مرکزی طی روپلین تا یوردیگالین در اقلیمی گرم و یا نیمه گرم و در محیطی دریایی محدود ولی مرتبط با دریای آزاد، رسوبگذاری شده‌اند؛ دریایی که عمق آن در طول الیگو-میوسن همیشه در حال تغییر بوده است.

کلیدواژه‌ها: ایران مرکزی، سازند قم، روزن داران، بایواستراتیگرافی، پالئوآکولوژی.

*نویسنده مسئول: کیوان خاکسار

E-mail: k1khaksar@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

رسوبات در آب و استفاده از دستگاه اولتراسونیک جهت تمیز کردن آنها از مواد زاید، نمونه‌ها از الک‌های استاندارد گذرانده و در نهایت در فر خشک شدند. از نمونه‌های سنگی نیز، مقاطع نازک (دارای ضخامتی بین ۳۰ تا ۵۰ میکرون) در جهات مختلف تهیه شد و کلیه نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ (لوپ دوچشمی) مورد بررسی قرار گرفتند.

مطالعات انجام شده بر روی نهشته‌های سازند قم (شکل ۱) از زمانی آغاز شد که Loftus (1855) برای اولین بار نومولیت‌هایی را در اطراف دریاچه ارومیه مورد مطالعه قرار داد و از آن زمان تا کنون پژوهشگران فراوانی با هدف اکتشاف نفت و یا اهداف پژوهشی به مطالعه گستره ایران مرکزی پرداخته‌اند.

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

رسوبات سازند قم تغییرات جانبی مهمی دارد. تاکنون مقطع تیبی که بتواند معرف این سازند باشد در نظر گرفته نشده ولی به خاطر گسترش وسیع این سازند در منطقه قم، این محل به عنوان منطقه تیب انتخاب شده است. موقعیت محدوده مورد بررسی، کوه دوبرادر (دوبرادران) در جنوب روستای جمکران (و مسجد جمکران) و در فاصله حدود شش کیلومتری شرق قم است (شکل ۲).

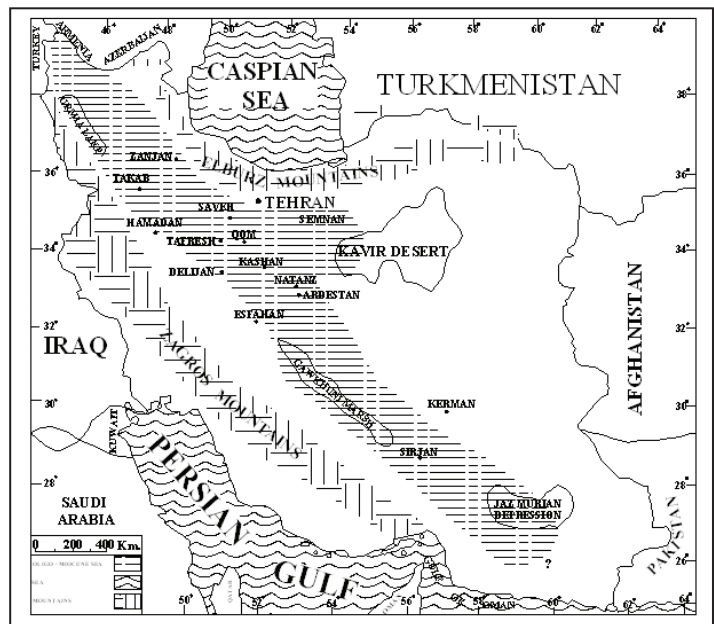
۴- روش کار صحرائی

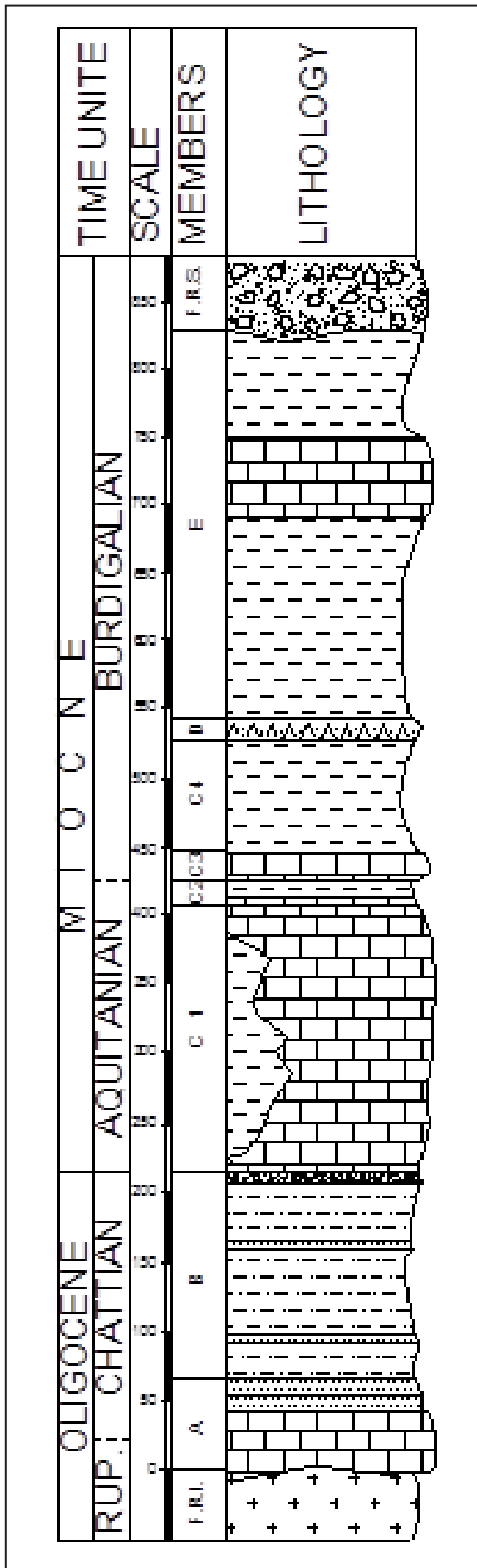
در صحرا علاوه بر بررسی تنوع لیتولوژیکی و مطالعات چینه‌شناسی به نمونه‌برداری پرداخته شد که در این کار نمونه‌هایی از مارن‌ها و آهک‌های بخش‌های مختلف سازند در محدوده مورد بررسی (شکل ۳) مطالعه شد که شامل میکرو و ماکروفرامینفرها هستند، بدین گونه در این مطالعات علاوه بر بررسی نمونه‌های ذکر شده در مقطع نازک نیاز به مطالعه فرامینفرهای ایزوله در زیر میکروسکوپ نیز بود، در جریان نمونه برداری سعی شد حداکثر مقدار نمونه‌ها (۸۷ نمونه سنگ و ۶۵ کیسه نمونه مارن) برداشت شود تا مطالعاتی کامل از نظر دیرینه‌شناسی انجام پذیرد.

۳- روش کار آزمایشگاهی

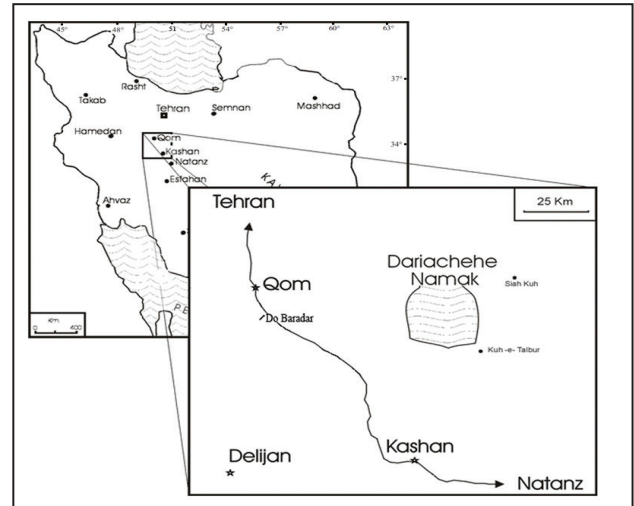
جهت مطالعه فرامینفرهای ایزوله، با استفاده از روش‌های متعارف بعد از نرم شدن

شکل ۱- گستره سازند قم در ایران مرکزی طی الیگو-میوسن (Khaksar, 2002).

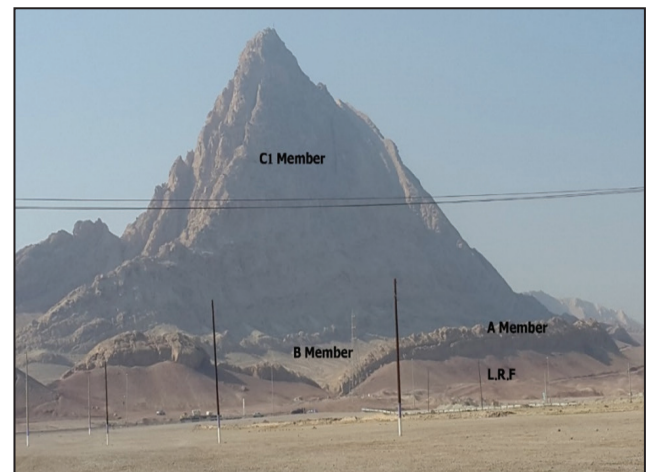




شکل ۴- ستون چینه‌شناسی سازند قم در برش دوبرادر.



شکل ۲- جانمایی محدوده مورد بررسی در جنوب شرقی شهر قم.



شکل ۳- آهک‌های تشکیل‌دهنده قله کوه دوبرادران و تبدیل جانبی آنها به صورت بین‌انگشتی به مارنستون، برخی از بخش‌های سازند قم در تصویر دیده می‌شوند (دید به سمت جنوب غربی).

۵- سازند قم

از نظر زمین‌شناسی، در طول الیگو-میوسن، در ایران مرکزی، تناوبی از رسوبات آهکی و ماری نهشته شده است که سازند قم نامیده می‌شود. این نام برای اولین بار در سال توسط Gansser (1955) به کار رفت. ضخامت متوسط این سازند در اطراف شهر قم و محدوده میان قم تا کاشان در حدود ۹۰۰ متر و شامل ۹ بخش A, B, C1, C2, C3, C4, D, E, F است. گاهی نیز برخی از بخش‌های آن در مناطق مختلف دیده نمی‌شود (در منطقه مورد مطالعه بخش F دیده نمی‌شود). سازند قم همچنین شامل سه سیکل رسوبی است، به نظر Bozorgnia (1966) دو سیکل اولی نتیجه حرکات عمودی به وجود آمده در حوضه رسوبی است و رسوبات این سازند در حوضه‌های متعدد و متصل به هم نهشته شده‌اند که مهم‌ترین آنها حوضه رسوبی قم و کاشان است. به طور کلی، رخساره‌های سنگی و زیستی سازند قم را می‌توان متعلق به محیط‌های رسوبی متفاوت مانند ساحلی، سکوی کربناتی-تبخیری، سراسیمه حاشیه سکوی کربناتی و رخساره مناطق ژرف دانست. در محدوده مورد بررسی، ضخامت سازند قم ۸۳۰ متر و از نظر لیتولوژی متشکل از بخش‌های A تا E است (شکل ۴).

۵-۱. بخش‌های تشکیل دهنده سازند قم در محدوده مورد بررسی

سازند قم در محدوده دوبرادر شامل بخش‌های A تا E است و بخش F در این محدوده دیده نمی‌شود، در زیر به ویژگی‌های لیتولوژیکی بخش‌های مختلف سازند، محتوای فسیلی و تفسیر آنها پرداخته می‌شود:

بخش A: ضخامت آن در حدود ۶۵ متر است و از نظر لیتولوژیکی به دو قسمت تقسیم می‌شود، قسمت زیرین از سنگ آهک ارگانیکی و تخریبی و قسمت فوقانی از لایه‌های ماسه سنگی تشکیل شده است. در رأس این بخش، سنگ آهک دارای نمونه‌هایی از میلیولید، دانه‌های اوولیتی تقریباً کروی با اندازه کمتر از ۲ میلیمتر با ساختمان متحداً مرکز است. اوولیت‌ها دارای یک هسته مرکزی (دانه کوارتز یا قطعات فسیل) هستند که برگرد آن پوشش اوولیتی تشکیل شده است (شکل‌های ۵-۱ تا ۳)، در نمونه‌های برداشت شده از قسمت میانی سنگ‌های آهکی این بخش، می‌توان انواع بریوزوا و خرده‌های جلبک‌ها را مشاهده نمود (شکل‌های ۵-۴ تا ۶). در مقطع برداشت شده از قسمت فوقانی این آهک‌ها فرامینفرهای بنتونیک و پلانکتونیک به خصوص *Globorotalia cf. siakensis* (Le Roy) به چشم می‌خورد (شکل‌های ۵-۲۸ تا ۳۰).

قسمت فوقانی این بخش از لایه‌های ماسه سنگی تشکیل شده است. در حقیقت مقدار ماسه وارد شده به حوزه، از قاعده بخش به سمت بالا رو به ازدیاد است تا اینکه از نظر لیتولوژیکی، قسمت فوقانی به‌طور کلی ماسه سنگی می‌شود. این ماسه سنگ‌ها متشکل از دانه‌های زاویه‌دار کوارتز، خرده سنگ‌های متعلق به سازند قرمز زیرین، خرده‌های بریوزوا، دوکفه‌ای، جلبک‌های قرمز، خار پوستان و گاهی فرامینفرهای بنتونیک هستند. بیوکلاست‌ها و خرده‌های سنگ نتیجه فرسایش سنگ‌های نهشته شده قبلی بوده که به دلیل پایین رفتن تراز آب دریا فرسایش یافته و دوباره به‌صورت ماسه سنگ نهشته شده‌اند.

بخش B: این بخش شامل ۱۵۰ متر مارن ماسه‌ای سبز رنگ و میان‌لایه‌های ماسه سنگی است. لایه‌های متشکل از ماسه سنگ و آهک‌های ماسه‌ای با محتوای بیوکلاستی نمایانگر محیطی با انرژی بالا هستند، این لایه‌ها گاهی ماکروفرامینفرهایی مانند لیدوسیکلینا و میوجیپسینیداها نیز دارند. در این بخش فرامینفرهای بنتونیک و پلانکتونیک فراوانی به چشم می‌خورند که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

Globorotalia opima opima Bolli, *Gyroldina soldanii* d'Orbigny, *Globorotalia siakensis* (Le Roy), *Anomalina pompilioides* Fichtel and Moll, *Globigerina angustumbilicata* Bolli, *Globigerina praebulloides* Blow, *Globoquadrina dehiscens praedeheiscens* Blow and Banner

بخش C1: این بخش از حدود ۱۹۰ متر لایه‌های آهکی تشکیل شده است که به‌طور جانبی به مارن تبدیل می‌شوند، رسوبات آهکی بسیار غنی هستند و در آنها جلبک‌های قرمز (شکل‌های ۵-۷ تا ۱۰)، بریوزوا (شکل‌های ۵-۱۴)، فرامینفرها (شکل‌های ۵-۱۱ تا ۱۲) و ماکروفرامینفرها (شکل‌های ۵-۱۵) دیده می‌شوند. این مجموعه غنی فسیلی نمایانگر محیطی دریایی باز با محتوای نمک نرمال است که در بعضی ترازها بالا رفتن درصد فرامینفرهایی مانند میلیولیدها و روتالیدها نشان‌دهنده کاهش عمق دریا است.

تبدیل آهک‌های مقطع دوبرادر به مارن به‌طور جانبی و به‌صورت بین‌انگشتی شاهدهی بر این مدعاست که نوسانات تراز آب باعث عکس‌العمل موجودات ریف ساز (بایو کنستروکشن) می‌شود و عکس‌العمل آنها نسبت به کاهش تراز آب، گسترش جانبی و نسبت به افزایش ارتفاع آب، گسترش عمودی بوده است.

فرامینفرهای شناسایی شده مارنستون‌های این بخش عبارتند از:

Globigerinoides trilobus (Reuss), *Globigerina lentiana* Roegl, *Globigerina ciperoensis* Bolli, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *Ammonia beccarii* (Linnaeus), *Amphistegina* sp., *Dorothia asiphonia* (Andreae), *Triloculina* sp., *Miogyopsinoides complanatus* (schlumberger), *Miogyopsina cf. basraensis* Brönnimann, *Rosalina globularis* d'Orbigny

بخش C2: ضخامت رسوبات این بخش ۱۸ متر و لیتولوژی آنها نمایانگر پایان یک سیکل رسوبی است، رسوبات این بخش شامل آهک‌های میکربیتی با بافت پنجره‌ای، مارن‌های ازوییک، گچ و ماسه سنگ هستند.

بخش C3: این بخش از حدود ۲۵ متر سنگ آهک خاکستری روشن تشکیل شده است که گاهی در قسمت تحتانی آن لایه بندی متقاطع نیز به چشم می‌خورد، آهک‌های این بخش از قاعده به سمت بالا اغلب دارای لایه‌های بیوکلاستی و اوولیتی هستند. نمونه مقطع نازک این بخش شامل جلبک‌های قرمز و خرده‌های بریوزواست (شکل‌های ۵-۱۳)، همچنین فرامینفرهایی مانند *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides trilobus*, *Ammonia beccarii* و *Globigerina praebulloides* نیز در این بخش به چشم می‌خورند.

بخش C4: این بخش با ضخامت ۸۰ متر از مارن‌های سبز و زرد محتوی فرامینفرهای بنتیک و پلانکتونیک، قالب درونی شکم پایان، مرجان و گاهی لایه‌های ماسه سنگی و گچ (نازک لایه) تشکیل شده است، از مهم‌ترین فرامینفرهای این بخش می‌توان به گونه‌های زیر اشاره نمود:

Operculina complanata (Defrance in de Blainville), *Polymorphina acuta* Roemer, *Catapsydrax unicavus* Bolli, *Loeblich and Tappan*, *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny.

بخش D: این بخش نیز پایان یک سیکل رسوبی را نشان می‌دهد و از حدود ۱۲ متر گچ با درون لایه‌های نازک آرچیل و ماسه سنگ به‌وجود آمده است. در این منطقه معادن روباز جهت استخراج گچ‌ها دیده می‌شوند.

بخش E: این بخش با ضخامت ۲۹۰ متر از تناوب مارن‌های سبز و آهک‌های کرم رنگ تشکیل شده و رسوبات آن نمایانگر آخرین محیط دریایی در ایران مرکزی بوده و بعد از آن دریا برای همیشه ایران مرکزی را ترک کرده است. در این برش بخش F وجود ندارد؛ در حقیقت مارن‌ها و آهک‌ها به‌طور جانبی به هم تبدیل می‌شوند و به‌صورت عمودی دارای قاعده مشخصی نیستند.

باید در نظر داشت که رسوبات سازند قم در دریایی (آبراهه‌ای) طولانی، کم عرض و نسبتاً کم عمق نهشته شده‌اند و در فواصل اندک زمانی، عمق دریا دچار تغییر شده است و آهک‌ها در تناوب با مارنی هستند که در مناطق عمیق‌تر تشکیل شده است و تناوب آنها نمایانگر نوسانات تراز آب در الیگو-میوسن است. درصد فرامینفرهای پلانکتونیک موجود در مارن‌های این بخش از مارن‌های بخش‌های دیگر بیشتر است و این افزایش نمایانگر ارتباط بیشتر با دریای آزاد و افزایش تراز آب دریا در زمان به وجود آمدن این رسوبات است. در مارن‌های این بخش گاهی قالب درونی شکم پایان و سنگواره مرجان و بریوزوا نیز به چشم می‌خورد. آهک‌های این بخش به نوبه خود دارای ماکروفرامینفرها، فرامینفرهای بنتونیک و پلانکتونیک، جلبک قرمز، بریوزوا، مرجان، دوکفه‌ای و خارپوست هستند (شکل‌های ۵-۱۶ تا ۲۷ و ۳۱ تا ۴۲). اکثر ماکروفسیل‌های موجود در سنگ‌های آهکی این بخش در موقعیت زندگی هستند و این نمایانگر انرژی پایین محیط است، وجود مجموعه ماکروفرامینفرهایی مانند *Heterostegina*, *Lepidocyclina* و *Amphistegina* در این سنگ‌ها نشان‌دهنده محیط لیترال کم عمق با آب‌های گرم است (Allasinaz, 1983; Boltovskoy and Wright, 1976). البته *Heterostegina* معمولاً ترجیح می‌دهد در شرایط مزوفوتیک و الیگوفوتیک زندگی کند (Mateu-Vicens et al., 2008).

مطالعات در محیط‌های امروزی نشان می‌دهد که جنس *Amphistegina* در آب‌های پر تحرک مملو از اکسیژن به عمق حدود ۳۰ متر (Kouyoumoumtzakakis, 1984) و محتوای نمک در حدود ۳۲ تا ۳۵٪ زندگی می‌کند (Hallock and Glenn, 1986)، این فرامینفر یک شاهد پالئوکلیماتیکی محسوب می‌شود که مطالعات انجام شده به وسیله HORNIBROOK (1968) نشان می‌دهد که در محیط‌های امروزی این جنس در آب‌های کم عمق و گرم (بالای ۲۰ درجه سانتیگراد) زندگی می‌کند. بنابراین در مجموع می‌توان گفت با وجود درصد بیشتر فرامینفرهای پلانکتونیک موجود در این

seminulum (Linnaeus, 1758), *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny, 1826, *Lenticulina cultrata* (Montfort, 1808), *Amphistegina* sp., *Dorothia asiphonia* (Andreae), 1884, *Triloculina* sp., *Operculina complanata* (Defrance in de Blainville, 1822), *Pseudolituonella* sp., *Miogypsinoidea complanatus* (schlumberger, 1900), *Peneroplis* sp., *Operculina* sp., *Lepidocyclina* (Nephrolepidina) *tournori* (Lemlioln and Douville, 1904), *Miogypsina* cf., *basraensis* Brönnimann, 1940, *Globorotalia siakensis* (Le Roy, 1939), *Victoriella* cf. *Conoidea* (Rutten 1914).

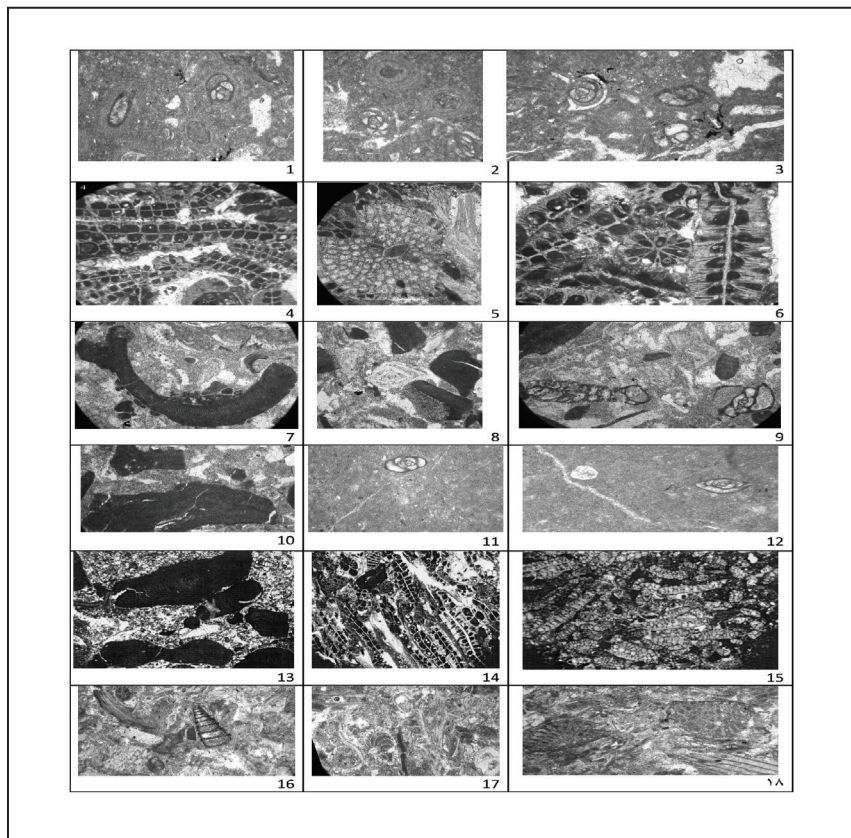
به همراه مجموعه فوق، فسیل‌های *Echinoid*، *Bryozoa*، *Ostracod*، *Coralinacean Miliolids*، و *Textularids* نیز مورد شناسایی قرار گرفتند، بسیاری از فرم‌های ذکر شده در نمونه‌های متعدد دیده می‌شوند و شکل مهم‌ترین آنها در پلیت‌های ۱ تا ۳ قابل بررسی است.

در ادامه و در شکل ۵ مقاطع نازک سنگ‌های آهکی سازند و محتویات فرامینیفرهای و دیگر باقیمانده‌های فسیلی تشکیل دهنده لایه‌های آهکی سازند را نیز همراه با توضیحات مرتبط می‌توان مورد بررسی قرار داد:

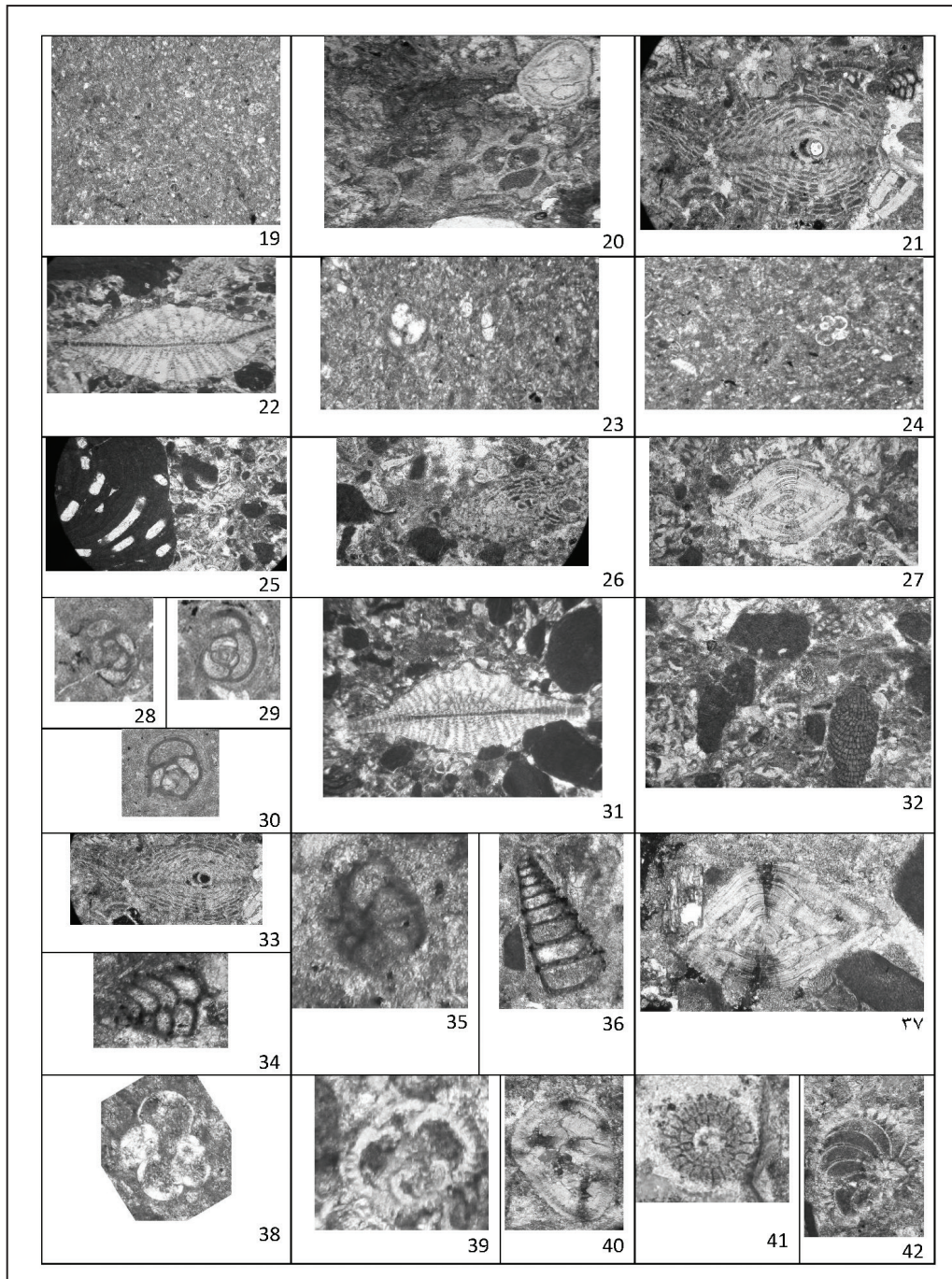
بخش نسبت به بخش‌های دیگر، هنوز نیز بررسی مجموعه فرامینیفرهای آن نمایانگر محیطی کم عمق است (Murray, 1991). همان‌طور که ذکر شد، فراوانی فرامینیفرها در مارن‌های این بخش نیز بیشتر از بخش‌های قبلی است و از میان آنها می‌توان به گونه‌های زیر اشاره نمود:

• فرامینیفرهای شناسایی شده در مقطع دو برادر - سازند قم:

Globigerinoides trilobus (Reuss, 1850), *Globigerina lentiana* Roegl, 1969, *Globigerina ciperoensis* Bolli, 1954, *Globorotalia praescitula* Blow, 1959, *Globorotalia opima opima* Bolli, 1957, *Dentoglobigerina baroemoenensis* (Leroy, 1939), *Asterigerina carinata* d'Orbigny, 1839, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826, *Textularia carinata* d'Orbigny, 1846, *Textularia agglutinans* d'Orbigny, 1839, *Textularia sagittula* Defrance, 1824, *Cibicides floridanus* (Cushman, 1918), *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob, 1798), *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758), *Pandaglandulina dinapolii* Loeblich and Tappan, 1955, *Gyroidina soldanii* d'Orbigny, 1826, *Nonion commune* (d'Orbigny, 1846), *Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826, *Quinqueloculina*



شکل ۵- مقاطع نازک از سنگ‌های آهکی سازند در برش دو برادر: ۱ تا ۳) نمونه حاوی میلیولیدها، گاهاً همراه با دانه‌های اوولیتی تقریباً کروی با اندازه کمتر از ۲ میلی‌متر که دارای ساختمان متحدالمرکز هستند. اوولیت‌ها دارای یک هسته مرکزی (دانه کوآرتز یا قطعات فسیل) هستند که بر گرد آن پوشش اوولیتی تشکیل شده است، A1 - $\times 20$ ؛ ۴ تا ۶) نمونه‌ها متشکل از *Tubucellaria* sp.، *Cellepora* sp. و *Smittinella* sp. و خرده‌های جلبک‌ها، A2 - $\times 18$ ؛ ۷ تا ۱۰) خرده‌های جلبک‌های قرمز مانند *Lithophyllum* (نمونه‌ای از *Amphistegina*) (۸) و نمونه‌ای از *Dorothia asiphonia* (Andreae) (۹)، C1 - $\times 18$ ؛ ۱۱ و ۱۲) حضور نمونه‌هایی از میلیولیدها من جمله *Triloculina* و *Quinqueloculina* (۱۳) - C1b - $\times 15$ ؛ ۱۳) جلبک‌های قرمز *Mesophyllum* sp. 22 - C3 - $\times 15$ ؛ ۱۴) نمونه‌هایی از *Cellepora* sp. (۱۵) - C1، 12 - $\times 15$ ؛ ۱۵) عمدتاً متشکل از *Miogypsinoidea complanatus* (schlumberger) (۱۶) متشکل از خرده‌های دوکفه‌ای و جلبک‌های قرمز، میکروفرامینیفرها و *Pseudolituonella* sp. (۱۷) خرده‌های جلبک‌های قرمز، *Operculina complanata* Blainville (Defrance in de, 1822) و *Operculina complanata* Blainville (Defrance in de, 1822) (۱۸) - E1 7 - *Smittinella* sp. من جمله از خرده‌های *Smittinella* sp. (۱۸) - E1 7 - $\times 15$ ؛



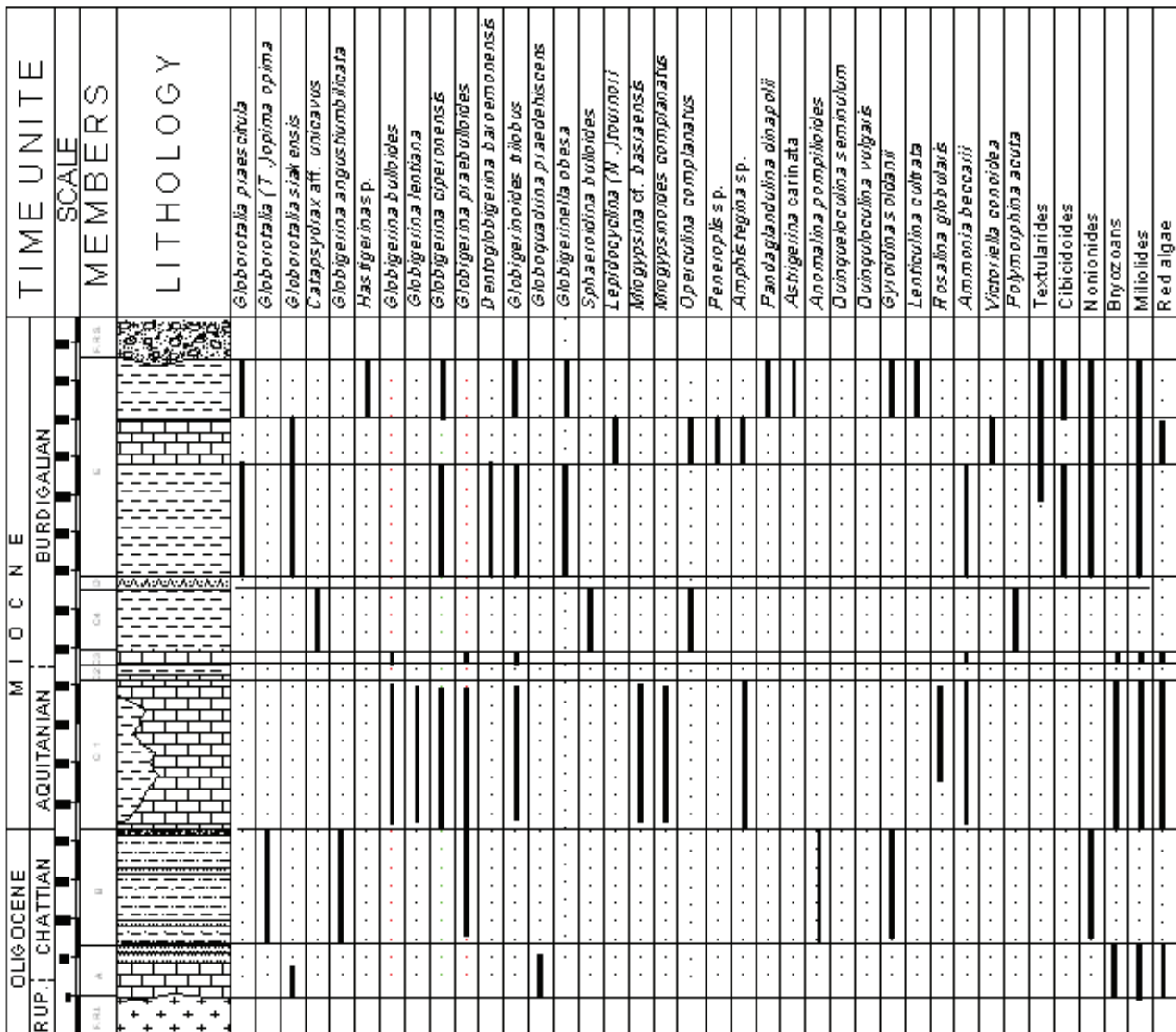
ادامه شکل ۵-۱۹) خرده‌های فسیلی و فرامینفرهای پلانکتونیک، E2 a1 -E2 (x₁₅; ۲۰) خرده‌های بریوزوا و یک نمونه از *Victoriella cf. Conoidea* (۱۹)
 خرده‌های (۲۱)؛ (x₁₅-E22، Rutten, 1914) *Lepidocyclina* (Nephrolepidina) *tournori* و *Peneroplis* sp.، *Operculina* sp.، *Textularia* sp. خرده‌های
 (۲۲) نمونه متشکل از قطعات *Lepidocyclina* (Nephrolepidina) *tournori* (Lemioln and Douville, 1904) E1 3 -E1 (x₂₀; ۲۲)
 (۲۳) و (۲۴) متشکل از فرامینفرهای پلاژیک، E2b-1 -E2 (x₂₀; ۲۵) نمونه‌ای متشکل از خرده‌های
 (۲۶) نمونه با خرده‌های جلبک قرمز و *Lithothamnion* sp. E2,7 -E2 (x₁₅; ۲۶) *Miogypsina cf. basraensis* Brönnimann, 1940،
 (۲۷) خرده‌های جلبک و نمونه‌هایی از *Amphistegina* sp. Efl 2 -Efl (x₂₀; ۳۰ تا ۳۰) نمونه‌هایی از
 (۳۱) جلبک‌های قرمز و نمونه‌هایی از *Nephrolepidina tournori* (Le Roy) *Globorotalia cf. siakensis* (A1-21 -E1 (x₂₅; ۳۱)
 (۳۲) خرده‌های فسیل‌ها و جلبک‌های متعلق به جنس *Lithothamnion* Efl 3 -Efl (x₁₈; ۳۲) (Lemioln and Douville, 1904)
 (۳۳) نمونه‌ای از *Nephrolepidina tournori* (Lemioln and Douville, 1904) Efl 3 -Efl (x₂₅; ۳۴) *textularia* sp. E1 3 -E1 (x₄₀; ۳۳)
 (۳۴) *Pseudolituonella* sp. E1 1 -E1 (x₃₅; ۳۷) *Amphistegina* sp. Efl 2 -Efl (x₃₀; ۳۷) *peneroplis* sp. E1 2 -E1 (x₄₀; ۳۵)
 (۳۸) *Globorotalia siakensis* LeRoy (E2b-2 1 2 -E2 (x₃₅; ۳۹) *Briozoa*، Efl 3 -Efl (x₃₀; ۴۰) *Victoriella cf. Conoidea*
 (۴۱) خار اکیئودرم، E2 2 -E2 (x₃₀; ۴۱) *Operculina complanata* (Rutten 1914) E2 2 -E2 (x₃₀; ۴۱)
 (۴۲) E1 5 -E1 (x₃₀; ۴۲) (Defrance in de Blainville, 1822)

۶- گسترش عمودی فرامینفرها و بحث در مورد بایوزوناسیون در برش مورد مطالعه

مانند *Clipeaster folium* MICHELIN و *Echinodiscus balestrai* OPPEN (Khaksar, 2008) را نیز مشاهده کرد که مکمل بررسی فرامینفرها و نمایانگر سن الیگوسن میانی و پسین هستند.

بر مبنای مطالعه فرامینفرهای سازند قم مدل گسترش فرامینفرهای این سازند در مقطع دوبرادر تهیه شد (شکل ۶) و با در نظر گرفتن این نکته که به دلیل وجود *Paragloborotalia opima opima* Bolli در بخش B، سن این بخش الیگوسن پسین بوده و سن بخش A قدیمی‌تر از آن یعنی الیگوسن میانی و پسین است و دیگر بخش‌های سازند نیز در طول میوسن زیرین (تا بوردیگالین) رسوب گذاری کرده اند. از این رو اگر به مجموعه فرامینفرهای مورد مطالعه دقت شود، با استفاده از بایوزوناسیون Adams and Bourgeois (1967) حضور *Miogypsinoidea complanatus* در بخش C1 نمایانگر سن Aquitanian و همین‌طور حضور *Miogypsina cf. Basraensis* در بخش E سازند نمایانگر سن Burdigalian است، بنابراین می‌توان سن سازند را در مجموع و بر پایه محتوای فرامینفرهای بنتونیک و پلانکتونیک آن از رویلین تا بوردیگالین تخمین زد.

رسوبات دریایی سازند قم حاوی انواع فسیل‌های متعلق به بی‌مهرگان هستند که از مهم‌ترین این فسیل‌ها برای مطالعات بایوکرونولوژیک، فرامینفرهای پلانکتونیک است. در این مطالعه همراه با بررسی مقاطع نازک مقادیر زیادی از فرامینفرهای رسوبات ماری نیز مورد بررسی قرار گرفتند، کمبود یا عدم وجود فرامینفرهای پلانکتونیک در آهک‌ها که به صورت کامل و یا ناقص برخی از بخش‌ها را می‌سازند باعث عدم شناخت سن دقیق این رسوبات می‌شود که در این موارد می‌باید با استفاده از وجود گروه‌های دیگر فسیلی این کمبود جبران شود، به عنوان مثال از نظر (Jones and Racey (1994)، Bozorgnia (1966) و Khaksar (2005) آهک‌های تحنانی سازند و آهک‌های متعلق به محل کنتاکت سازند قم با سازند قرمز زیرین در مناطق اطراف شهر قم، حد فاصل شهر قم تا کاشان و منطقه جنوب خاوری شهر کاشان حاوی *Nummulites intermedius* D'ARCHIAC است و در میان این آهک‌ها فرامینفرهایی مانند *Peneroplis thomasi* HANSON نیز به چشم می‌خورد، همراه با این فرامینفرها می‌توان دو کفه‌ای *Pecten arcuata* BROCCHI و خارپوستانی



شکل ۶- ستون زیست‌چینه‌نگاری و گسترش عمودی روزنه داران، بربوزوا و جلبک‌های سازند قم در مقطع دوبرادر.

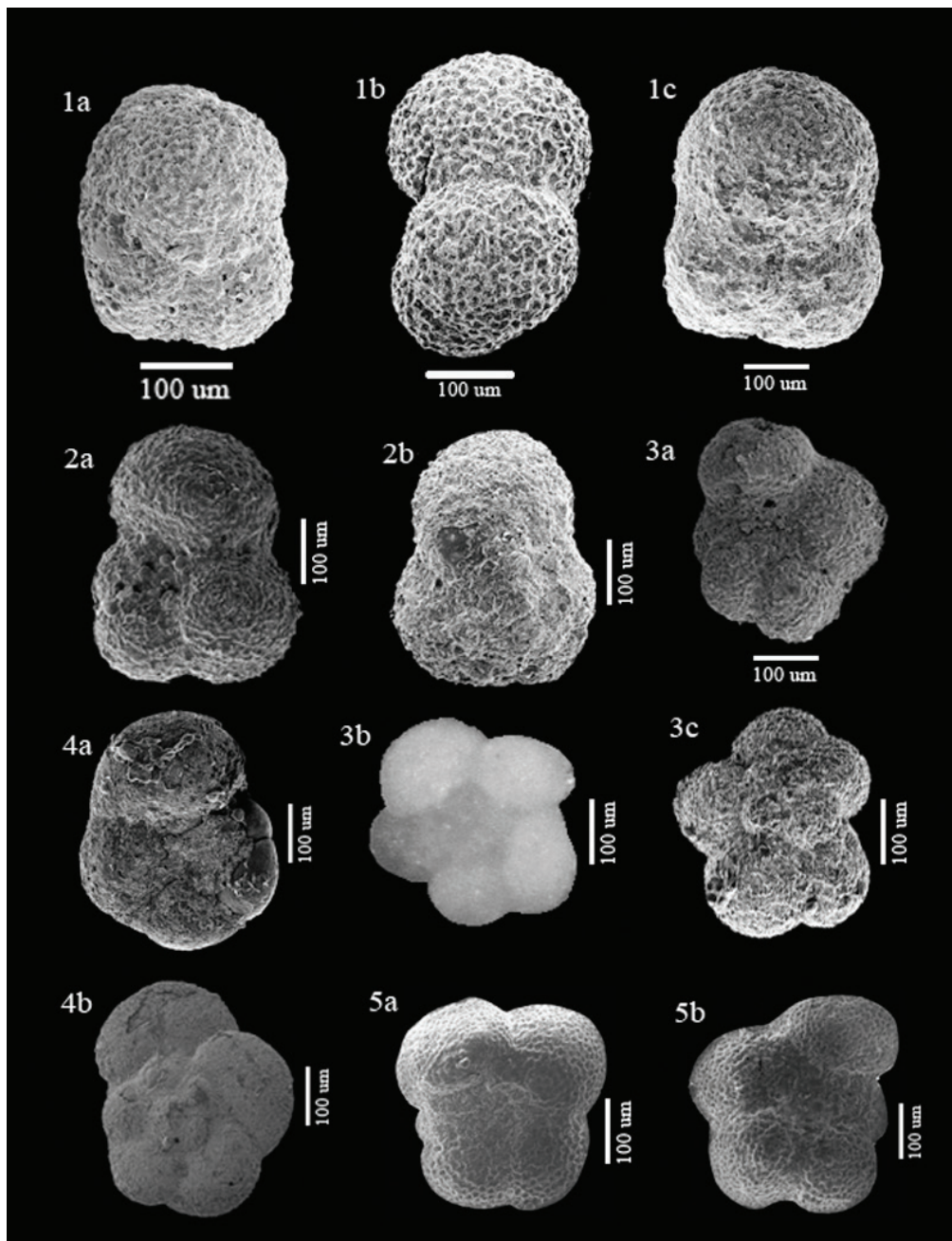


Plate 1

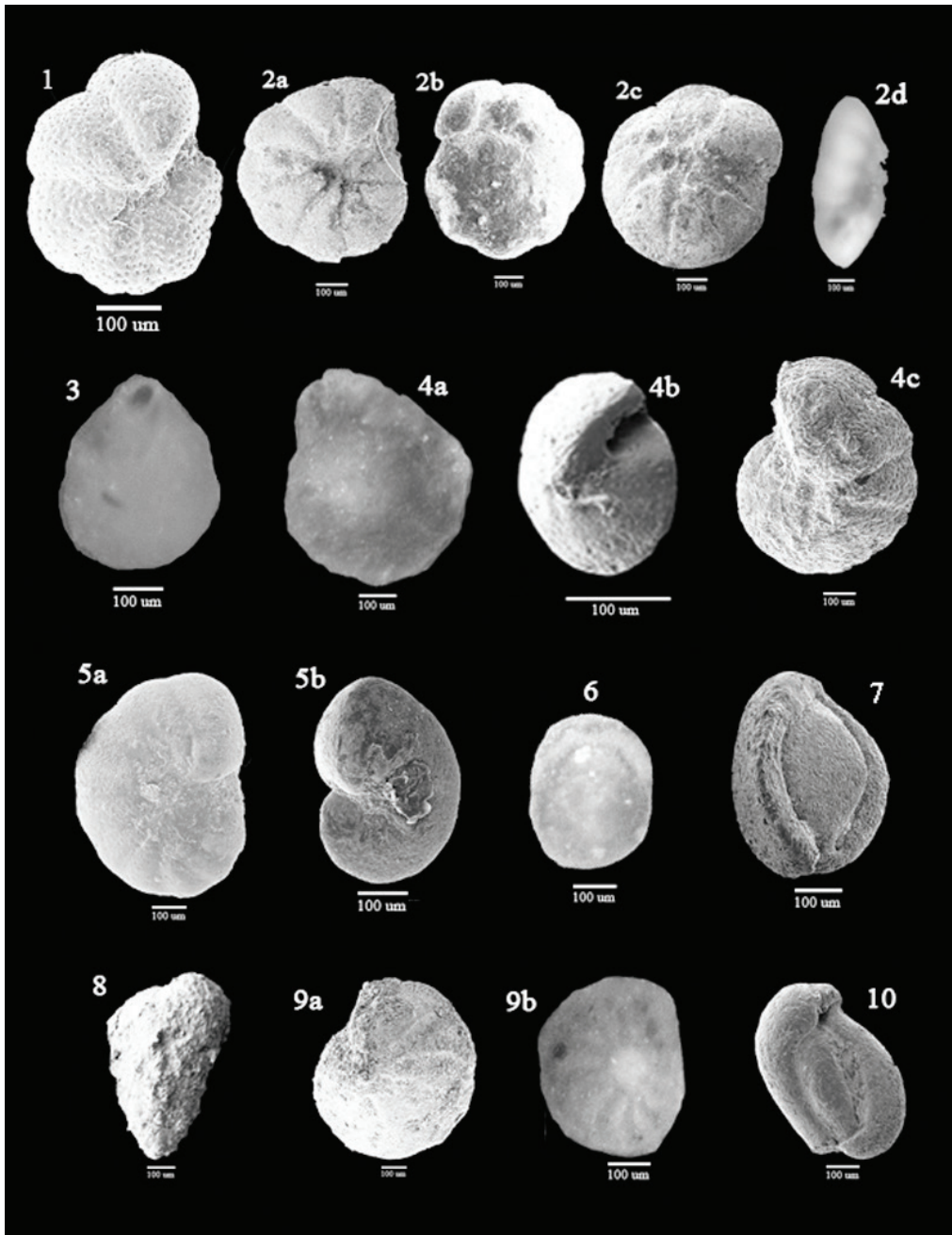
1 - *Globigerinoides trilobus* (Reuss, 1850), C1.102, 1a- dorsal view, 1b- lateral view, 1c-apertural view.

2 - *Globigerina lentiana* Roegl, 1969, C1.114, 2a-apertural view, 2b-dorsal view.

3 - *Globigerina ciperoensis* Bolli, 1954, E29, 3a & 3b- apertural view, 3c- dorsal view.

4 - *Globorotalia praescitula* Blow, 1959, E19, 4a- apertural view, 4b- dorsal view.

5 - *Globorotalia opima opima* Bolli, 1957, B9, 5a- dorsal view, 5b- apertural view.


Plate 2

- 1 - *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798), E22, apertural view.
 2 - *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758), E11, 2a, 2c- apertural view, 2b- dorsal view, 2d- lateral view.
 3 - *Pandaglandulina dinapolii* Loeblich & Tappan, 1955, E32, apertural view.
 4 - *Gyroidina soldanii* d'Orbigny, 1826, B14, 4a- dorsal view, 4b & 4c- apertural view.
 5 - *Nonion commune* (d'Orbigny, 1846), E10, lateral view.
 6 - *Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826, C2,4, dorsal view.
 7 - *Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus, 1758), C1, 24.
 8 - *Textullaria agglutinans* d'Orbigny, 1839, E7.
 9 - *Lenticulina cultrata* (Montfort, 1808), E32, 9a- apertural view, 9b- dorsal view.
 10 - *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny, 1826, C1, 25.

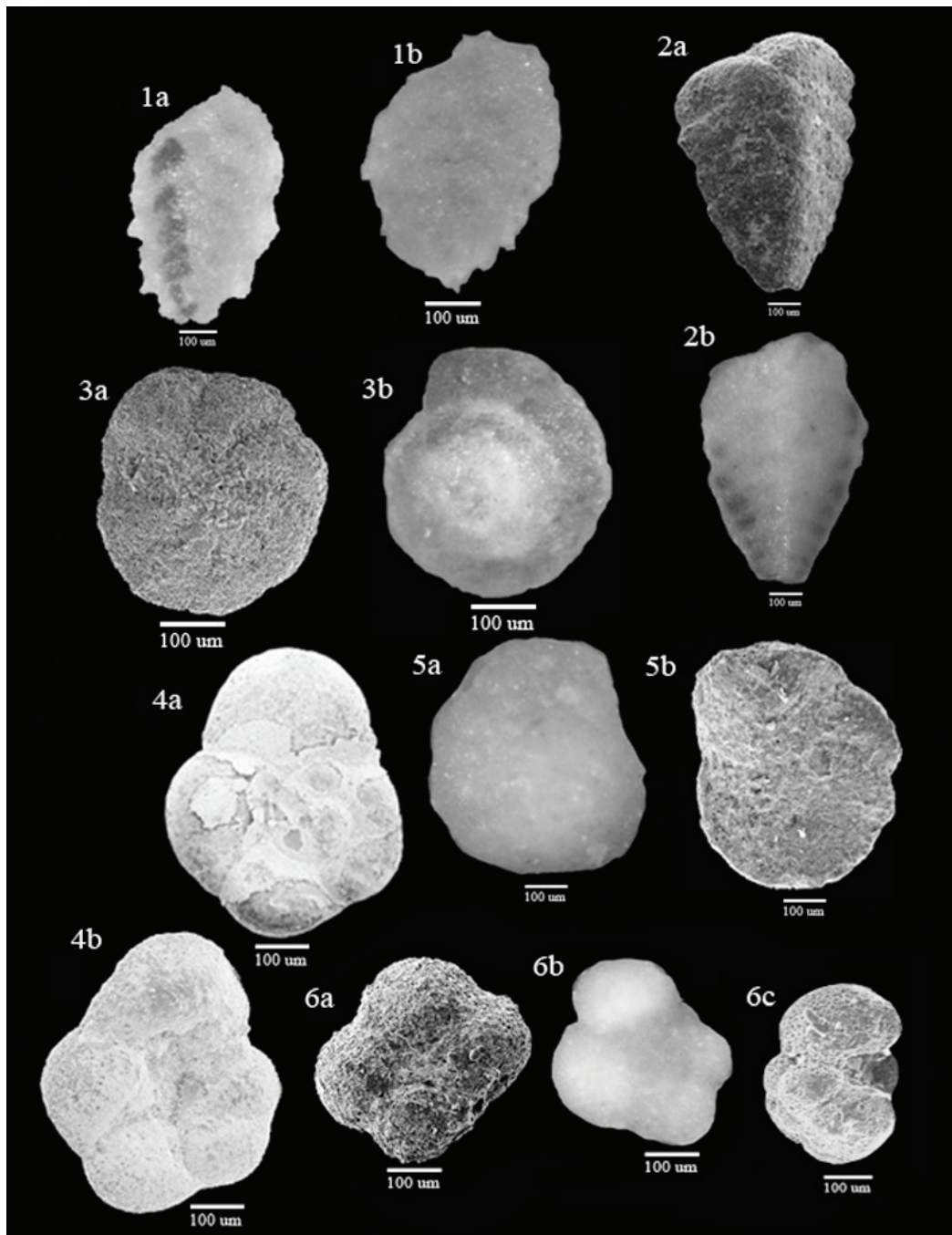


Plate 3

1 - *Textularia carinata* d'Orbigny, 1846, C4,7.

2 - *Textularia sagittula* Defrance, 1824, C4,9.

3 - *Cibicides floridanus* (Cushman, 1918), E1,14, 3a- apertural view, 3b- dorsal view.

4 - *Dentoglobigerina baroemoenensis* (Leroy, 1939), E1,18, 4a- dorsal view, 4b- apertural view.

5 - *Asterigerina carinata* d'Orbigny, 1839, E23, 5a- dorsal view, 5b- apertural view.

6 - *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826, C1.6a- dorsal view, 6b- apertural view, 6c- lateral view.

۷- پالئوآکولوژی

جهت بررسی بوم‌شناسی دیرینه منطقه مورد بررسی مهم‌ترین شاخص‌ها فرامینیفرها هستند ولی جهت بهینه شدن نتایج از دیگر عناصر اسکلتی و غیر اسکلتی موجود در رسوبات محدود نیز استفاده شد.

مهم‌ترین ماکروفرامینیفرهای سازند قم عبارتند از: *Operculina*، *Miogyopsina*، *Amphistegina*، *Heterostegina*، *Lepidocyclina*، *Miogyopsinoides* و *Spirochypus* (Khaksar, 2008). این فرامینیفرها در نواحی حاره‌ای (تروپیکال) و نیمه حاره‌ای (ساب تروپیکال) و دریاهایی با آب و هوای گرم گسترده‌گی دارند (Bolotovskoy and Wright, 1976; Allasinaz 1983; Lauriat-Rage et al., 1993). علاوه بر این، بر طبق تحقیقات (Kureshy 1977) فرامینیفرهای به فراوانی در رسوبات الیگو- میوسن زیرین شرق تیس یافت می‌شوند و تجمع ماکروفرامینیفرهای دوران سوم زمین‌شناسی در پاکستان، که شباهت بسیاری به ماکروفرامینیفرهای سازند قم دارند، نمایانگر یک منطقه با آب و هوای گرم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای هستند. در ضمن فرامینیفرهای بزرگ و کشیده عهد حاضر به دلیل حضور همزیست جلبکی به بخش‌های عمیق‌تر زون نوردار محدود می‌شوند (Cosovic et al., 2004).

مطالعات انجام گرفته به وسیله دانشمندان نشان می‌دهد که فرامینیفرهایی مانند *Rotalia viennoti* و *Borelis* نیز شاخص خوبی برای همین نوع آب و هوا هستند (Delanoë et al., 1976; Lauriat-Rage et al., 1993). این فرامینیفرها به فراوانی در سنگ آهک‌های سازند قم یافت می‌شوند.

مطالعات (Bassi et al., 2007) بر روی ماکروفرامینیفرها نیز تأیید کننده مطالب ذکر شده است. این مطالعات نشان می‌دهند که مهم‌ترین عامل در توزیع جغرافیایی این گونه موجودات داماست و در زمستان و در درجه حرارت زیر ۱۴ درجه، رشد آنها دچار اختلال می‌شود. همین مطالعات نشان می‌دهند که ماکروفرامینیفرها به استثنای چند گونه، محدود به مناطق حاره‌ای و به غیر از دما تابع میزان اکسیژن، شدت نور، انرژی آب، شرایط کف دریا و ... نیز هستند.

ظهور فرامینیفرهای پلانکتون و فرامینیفرهای بنتیک بزرگ و کوچک بادیواره‌ی هیالین نشان‌دهنده شرایط نرمال آب دریا است (Geel, 2000; Hallock and Glenn, 1986). مجموعه فرامینیفرهایی که در آنها میلیولیدها غالب هستند نشان‌دهنده کاهش گردش آب و اکسیژن و شرایط یوری هالین است (Allahkarampour Dill et al., 2010). فراوانی فرامینیفرهای بادیواره پورسلانی مانند میلیولیدها و آلوتولینیدها نمایانگر گردش آب بسیار محدود و محیط هایپر سالین است (Geel, 2000). البته به جز فرامینیفرها، عناصر دیگری نیز در این مطالعه بررسی شدند. به عنوان مثال، بریوزوا در مقاطع نازک رسوبات روپلین تا اکتوتین به فراوانی یافت می‌شوند، آنها به خوبی خود را با شرایط اوتروفیک (eutrophic) و کمبود مواد مغذی (nutrient-deficient) وفق می‌دهند (Mateu-Vicens et al., 2009)، قطعات مرجان‌ها، بریوزوئرها، خارداران، نرم‌تنان و جلبک‌های قرمز در این محدوده حضور دارند، مجموعه جلبک‌های موجود در سازند قم به خصوص در بخش C1 مانند *Lithophyllum*، *Sporolithon*، *Mesophyllum* و *Lithothamnium* نیز متعلق به آب و هوای تروپیکال هستند (Bosence, 1983). در سازند قم جزایر مرجانی اساساً از مرجان‌های هرماتیپیک تشکیل شده‌اند (بخش C1 مقطع دوبرادر و بخش E مقطع کمرکوه) که این ساختارهای زیستی (بایو کاستراکشن‌ها) نمایانگر آب و هوای گرم هستند. زیرا، مرجان‌های هرماتیپیک برای زندگی نیاز به دمایی محدود به ۱۸ و ۳۰ درجه سانتیگراد دارند (Minnery et al., 1985)، همچنین وجود ماکرو فسیل‌هایی متنوع از جنس‌هایی از خارپوستان مانند *Amphiope*، *Echinolampas*، *Scutella*، *Clypeaster* و

Maretia (Khaksar, 2008)، خود دلیل مهمی بر ارتباط بسیار قوی این سازند با دریای آزاد و تأییدکننده گرم بودن آب‌های دریای ایران مرکزی در الیگو- میوسن است (Khaksar and Maghfouri Moghadam, 2007). به عنوان مثال جنس *Maretia* متعلق به آب و هوای حاره‌ای است، این جنس امروزه نیز به فراوانی در قلمرو اقیانوس هند و آرام زندگی می‌کند (Llompart, 1983; Lauriat Rage, 1993). از دیگر فسیل‌هایی که در این سازند به فراوانی یافت می‌شوند دوکفه‌ای‌هایی مانند *Amusium*، *ostrea lamellosa* و *Spondylus* (Khaksar, 2005) نام برد که در حال حاضر این جنس‌ها در آب‌های گرم زندگی می‌کنند (Turek et al., 1988; Demarcq, 1979).

در میان مقاطع نازک مورد مطالعه بارها دانه‌های غیر اسکلتی اوولیتی به چشم می‌خورند. این دانه‌ها نیز به خوبی نمایانگر آب و هوای گرم و خشک و نشان دهنده محیطی با درجه حرارت بالای ۱۸ درجه هستند (Reijers et al., 1983; Zeng et al., 1983) که در آن ورودی آب (تبخیر) بیش از خروجی آن است (Less and Buller, 1972).

۸- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی بخش‌های مختلف سازند قم در برش دوبرادر پرداخته شد و بعد از نمونه‌برداری، نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. بررسی‌ها منجر به شناسایی جنس‌ها و گونه‌های متعدد فرامینیفرهای محدود ذکر شده و به دست آوردن نتایج بسیاری در مورد هر بخش از سازند قم شدند که قبلاً به آنها پرداخته شد و در زیر به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود:

اختلاف موجود میان مجموعه فسیلی به دست آمده در میان لایه‌های آهکی و لایه‌های ماری نشان دهنده رسوبگذاری آنها در دو محیط متفاوت است، ترازهای آهک‌های همراه با ماکروفرامینیفرهای بزرگ مانند *Operculina*، *Miogyopsinoides*، *Lepidocyclina* و *Amphistegina* به همراه میلیولیدها و روتالیدها نشان‌دهنده محیط‌هایی با عمق کمتر هستند. همراه با این فرامینیفرها معمولاً ماکرو فسیل‌هایی مانند اکتینودرم‌ها، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، مرجان‌ها، جلبک‌ها، و بریوزوا نیز به چشم می‌خورند. در مارن‌ها، فسیل‌هایی که بیشتر دیده می‌شوند عبارتند از فرامینیفرهای پلانکتونیک و بنتونیک که نشان‌دهنده محیط‌هایی با شرایط متفاوت با محیط‌های قبلی هستند.

بررسی‌ها انجام شده نشان می‌دهند که رسوبات سازند قم در محیطی دریایی محدود ولی مرتبط با دریای آزاد رسوبگذاری شده‌اند، دریایی که عمق آن در طول الیگو- میوسن همیشه در حال تغییر بوده است.

برای مطالعات مربوط به پالئوآکولوژی به غیر از استفاده از محتوای فرامینیفرهای سازند به بررسی دیگر دانه‌های فسیلی و غیر فسیلی نیز پرداخته شد تا نتایج جامع‌تری به دست آید، بر مبنای این مطالعات می‌توان ادعا نمود که بدون شک رسوبات دریای ایران مرکزی در اقلیمی گرم و یا نیمه گرم رسوبگذاری شده‌اند. باید در نظر داشت که آب و هوای مدیترانه و جهان نیز بعد از یک الیگوسن زیرین سرد شاهد افزایش دما در طول الیگو- میوسن زیرین (در زمان رسوبگذاری بخش‌های مختلف سازند قم) است. در نهایت و با مطالعه بر روی تجمع زیستی فرامینیفرها اعم از ماکروفرامینیفرها و میکروفرامینیفرها در مقاطع نازک و یا نمونه‌های ایزوله و با استفاده از بیوزوناسیون (Adams and Bourgeois 1967) و بیوزوناسیون معرفی شده توسط (Iaccarino et al. 2005 and 2007) می‌توان سن سازند را از روپلین تا یوردیگالین تخمین زد.

References

- Adams, T. D. and Bourgeois, F., 1967- Asmari biostratigraphy. Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division, Unpublished Report 1074: 1–37.
- Allahkarampour Dill, M., Seyrafiyan, A. and Vaziri-Moghaddam, H., 2010- The Asmari Formation, north of the Gachsaran (Dill anticline), southwest Iran: facies analysis, depositional environments and sequence stratigraphy. *Carbonates Evaporites* 25:145–160. doi: 10.1007/s13146-010-0021-6.
- Allasinaz, A., 1983- Paleontologia sistematica invertebrati. Ecig, Italia, 377 pp.
- Bassi, D., Hottinger, L. and Nebelsick, J. H., 2007- Larger foraminifera from the Late Oligocene of the Venetian area, north eastern Italy. *Palaeontology* 50, 845.
- Boltovskoy, E. and Wright, R., 1976- Recent foraminifera. Junk, W. Publisher, The Hague, 515 pp.
- Bosence, D. W. J., 1983- The occurrence and ecology of recent rhodoliths. En PERYT, T.M. (Ed.): Coated Grains. 225-241, Springer-Verlag, Berlin.
- Bozorgnia, F., 1966- Qom formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position, *Bull. Iran. Pet. Inst.*, 24, 69– 75.
- Cosovic, V., Drobne, K. and Moro, A., 2004- Palaeoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian Peninsula). *Facies*, 50, 61-75.
- Delanoë, Y., Margerel, J. P. and Pinot, J. P., 1976- En baie de Concarneau, l'Oligocène marin est discordant sur un Eocène ondulé, faillé et érodé, et l'Aquitainien a voilé l'ensemble après une nouvelle pénéplation. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, D282, 29-32.
- Demarcq, G., 1979- Approche de l'évolution thermique au Neogène a partir des invertébrés marins Mesogènes. *Geobios*, 12, 623-627.
- Gansser, A., 1955- New aspects of the geology in Central Iran, *Petroleum Congress Survey of Iran*, 132, 48.
- Geel, T., 2000- Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of paleogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155, 211-238
- Hallock, P. and Glenn, E. C., 1986- Larger foraminifera: A tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 1, 55-64.
- Hornibrook, N. D. B., 1968- Tertiary climate. En Suggate, R.P. (Ed.): *The Geology of New Zealand*, 4, 22-35.
- Iaccarino, S. M., Premoli Silva, I., Biolzi, M., Foresi, L. M., Lirer, F. and Petrizzo, M. R., 2005- Practical manual of Oligocene to middle Miocene Planktonic Foraminifera, *Int. School on Plank. For. IV course*, 124 p..
- Iaccarino, S. M., Premoli Silva, I., Biolzi, M., Foresi, L. M., Lirer, F. and Turco E., 2007- Practical manual of Neogene Planktonic Foraminifera, *Int. School on Plank. For. VI course*, p. 142, pl.39.
- Jones, R. W. and Racey, A., 1994- Cenozoic stratigraphy of the Arabian Peninsula and Gulf. In: Simmons MD (editor) *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East*. London, UK: Chapman & Hall, pp. 273-307.
- Khaksar, K. and Maghfouri Moghadam, I., 2007- Paleontological study of the echinoderms in the qom formation (central iran) earth sciences research journal (*Earth Sci. Res. J.* Vol. 11, No. 1 (July 2007): 55-77).
- Khaksar, K., 2002- Paleobiogeographica de Qom formacion in Iran central (16 Caribbean geological conference, 2002).
- Khaksar, K., 2005- Estudios sistematicos de los bivalvos registrados en la Formacion Qom (Oligo – Mioceno), Iran Central. (*Revista Geologia Colombiana*, No,30).
- Khaksar, K., 2008- Paleoclimatologic study of Central Iran. (3o Reg. colloquium on Geol. and Envir. Eslamshahr. 2008).
- Kouyoumzakis, G., 1984- Les Amphisteginidae (Foraminifera) du plateau continental Congolais dans le cadre de la marge Ouest Africaine. *Revue de Micropaléontologie*, 27, 196-208.
- Kureshy, A. A., 1977- Tertiary larger foraminiferal zones of Pakistan. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 10, 467-483.
- Lauriat-Rage, A., Brebion, P., Cahuzac, B., Chaix, C., Ducasse, O., Ginsburg, L., Janin, M. C., Lozouet, P., Margerel, J. P., Nascimento, A., Pais, J., Poignant, A., Pouyet, S. and Roman, J., 1993- Palaeontological data about the climatic trends from Chattian to Present along the Northeastern Atlantic frontage. *Cienc. Terra* 12, 167-179.
- Less, A. Y. and Buller, A. T., 1972- Modern temperate-water and warm-water shelf carbonate sediments contrasted. *Marine Geology*, 13, 67-73.
- Llombart, C., 1983- Amphiope bioculata del Mioceno de Port de Mao (Menorca). *BolletIn Real Sociedad Espanola de Historia Natural*, 81, 67-79.

- Loftus, W. K., 1855- On the geology of portions of the Turko-Persian frontier and of the adjoining. Geological Society, London, 11, 247-344.
- Mateu-Vicens G., Hallock, P. and Brandano, M., 2009- Test shape variability of *Amphistegina d'orbigny* 1826 as a paleobathymetric proxy: application to two Miocene examples. In: Demchuk T., Gary A.(Eds.), *Geologic Problems Solving with Microfossils*. SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication: 93, 67-82.
- Mateu-Vicens, G., Hallock, P. and Brandano, M., 2008- A depositional model and paleoecological reconstruction of the Lower Tortonian distally steepened ramp of Menorca (Balearic Islands, Spain): *Palaios*, v. 23, p. 465- 481.
- Minnery, G. A., Rezak, R. and Bright, T. J., 1985- Depth zonation and growth of crustose coralline algae: Flower Garden Banks, NorthWestern Gulf of Mexico. En TOOMEY y NITECKI, M.H. (Eds.): *Paleoalgology: Contemporary Research and Applications*. 237-246. Springer-Verlag, Berlin.
- Murray, J. W., 1991- *Ecology and Paleontology of Benthic Foraminifera*. Logman Scientific & Technical, London, 1-397.
- Reijers, T. J. A. Y. and Ten Have, A. H. M., 1983- Ooid zonation as indication for environmental conditions in a Givetian- Frasnian carbonate shelf- slope transition. En Peryt, T.M. (Ed.): *Coated Grains*, 188-198. Springer-Verlag, Berlin.
- Turek, V., Marek, J. Y. and Benes, J., 1988- *La gran enciclopedia de los fosiles*. Artia, Praga, 520 pp.
- Zeng, Y. F., Lee, N. H. and Huang, Y. Z., 1983- Sedimentary characteristics of oolitic carbonates from the Jialing- Jiang formation (lower Triassic), South Sichuan Basin, China. En PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*. 176-187, Springer-Verlag, Berlin.

Biostratigraphy and paleoecology research on Qom Formation based on microfossils at East of the Qom

K. Khaksar^{1*}

¹Assistant Professor, Department of Sciences, Islamic Azad University, Qom Branch, Qom, Iran

Received: 2018 April 16

Accepted: 2018 February 13

Abstract

This research has described for determinate of Oligo-Miocene Foraminifers at the Do Baradar section. The main aim project was scrutiny age of this Formation and Paleoecology distribution lot of basins have created with big streams between Zagros and Alborz with Central Iran. Final transgressive sea on the Rupelian to Late Miocene have created the continue sediments consist low depth Lime stone and Marls. These sediments have complete different colors and lithology have named Lower Red Formation and Upper Red Formation and total Qom Formation. In this section the thickness of Qom Formation is 830 Meters that 8 units can separate of Marls and Limestone. From the Limestone have collected a lot of Samples and on Marls have samples isolate Foraminifers. The result of this research have been showing: The Central Iran Sediments on the Rupelian to Burdigalian have a warm climate (Tropical) to sub warm (Subtropical) climate with restrict marine environment but continue to open sea. The depth on Oligo-Miocene was different and have swing.

Keywords: Central Iran, Qom Formation, Foraminifers, Biostratigraphy, Paleoecology.

For Persian Version see pages 187 to 198

*Corresponding author: K. Khaksar; E-mail: k1khaksar@yahoo.com