

## بازسازی شرایط محیط رسوبی دیرینه و شناسایی سکانس های رسوبی موجود در سازند قم براساس میکروفاسیس ها در ناحیه کهک (جنوب غرب قم)

مهديه مهیاد<sup>۱</sup>، امراله صفری<sup>۲\*</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۳</sup>، علی صیرفیان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

<sup>۲\*</sup> دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

<sup>۳</sup> استاد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

<sup>۴</sup> استاد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

\*safari@sci.ui.ac.ir

دریافت تیر ۱۳۹۷، پذیرش آذر ۱۳۹۷

### چکیده

در این تحقیق، یک توالی از سازند قم در ناحیه کهک به منظور بازسازی محیط رسوبی و سکانس های رسوبی براساس توزیع میکروفاسیس ها انتخاب گردید. این سازند به طور کلی از تناوب شیل و آهک تشکیل شده و با ناپیوستگی بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن قرار گرفته و مرز بالایی آن با سازند سرخ بالایی به صورت ناپیوسته است. مطالعه نمونه های برداشت شده از ناحیه کهک منجر به شناسایی ۶ میکروفاسیس کربناته و یک فاسیس آواری (شیل) برای سازند قم شد. در این ناحیه سازند قم در یک پلت فرم کربناته از نوع شلف باز نهشته شده است. این پلت فرم کربناته را می توان به دو محیط شلف داخلی (لاگون محصور و نیمه محصور) و شلف میانی تقسیم کرد. در نهایت براساس توزیع میکروفاسیس ها دو سکانس رسوبی در ناحیه مورد مطالعه تشخیص داده شد.

**کلمات کلیدی:** میکروفاسیس، سکانس های رسوبی، سازند قم، ناحیه کهک.

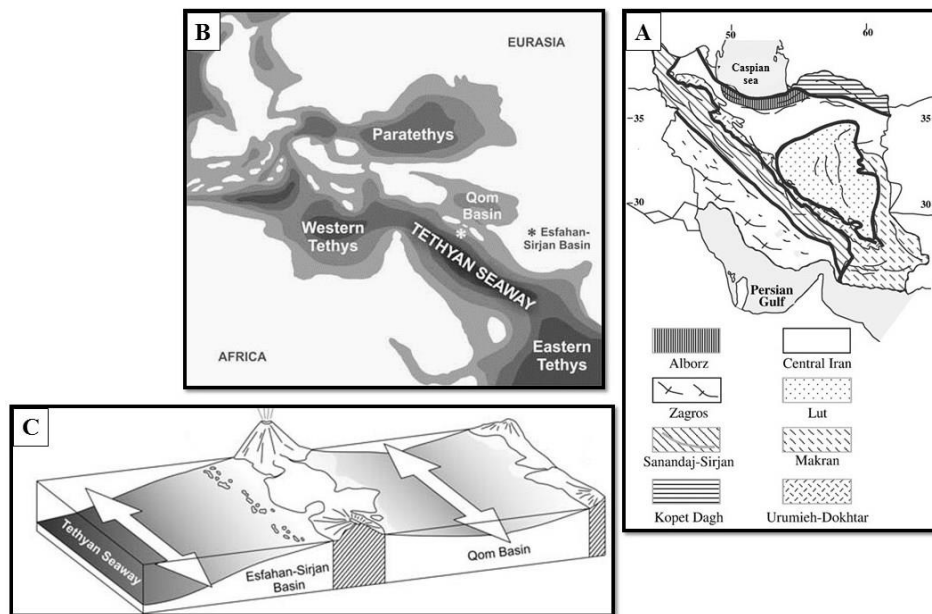
## ۱- مقدمه

پلیت ایران به هشت زون ساختاری-رسوبی: زاگرس، سنندج- سیرجان، کمان ماگمایی ارومیه-دختر، البرز، ایران مرکزی، لوت، کپه‌داغ و مکران تقسیم شده‌است [۲۵] (شکل ۱ A). زون ساختاری-رسوبی ایران مرکزی توسط خط درز اقیانوس پالئوتتیس و خط درز اقیانوس نئوتتیس محدود شده‌است [۲۵]. گسترش سازند قم بر روی زون ساختاری-رسوبی ایران مرکزی و وجود ذخایر نفتی قابل توجه در رسوبات مربوط به این سازند باعث شده است که سازند مذکور هدف مطالعاتی محققان زیادی شود [۱]. اولین مطالعات بر روی سازند قم بیشتر بر روی چینه شناسی و تفکیک عضوهای مختلف موجود در این سازند معطوف شده است [۶ و ۲۲]. در سال ۲۰۰۵ مطالعاتی بر روی میکروفاسیس‌ها و سکانس‌های موجود در رسوبات سازند قم به سن الیگوسن-اوایل میوسن در شمال نائین توسط صیرفیان و ترابی صورت پذیرفت [۳۹]. میکروفاسیس‌های موجود در سازند قم به همراه ویژگی‌های مخزنی این سازند در سال ۲۰۰۸ توسط محققان مطالعه گردید [۴۳]. روتر و همکاران (۲۰۰۹) براساس آنالیزهای رخساره‌ای در زیر حوضه‌های رسوبی قم و سنندج-سیرجان به تفسیر محیط دیرینه رسوبی پرداخته و موفق به شناسایی ۸ سکانس رسوبی در رسوبات الیگوسن-میوسن سازند قم شدند [۳۶]. محمدی و عامری در سال ۱۳۹۵ با مطالعه بر روی رسوبات الیگوسن-میوسن سازند قم در ناحیه خورآباد (جنوب شرقی قم) هشت میکروفاسیس کربناته و سه فاسیس تبخیری، تخریبی و مارنی را برای این سازند در نظر گرفتند [۵]. مطالعات دیگری نیز سال‌های اخیر بر روی میکروفاسیس‌ها و سکانس‌های رسوبی موجود در سازند قم صورت پذیرفته است [۲۸ و ۲۹]. هدف از این تحقیق شناسایی میکروفاسیس‌ها و سکانس‌های رسوبی و بازسازی محیط رسوبی دیرینه براساس میکروفاسیس‌های شناسایی شده در سازند قم ناحیه کهک می‌باشد.

## ۲- زمین شناسی منطقه

اختلاف نظر بر روی زمان برخورد بین صفحات ایران مرکزی و عربی و تشکیل حوضه فورلندی در بین محققان مشهود است به طوری که تعدادی از محققان به زمان برخورد دو صفحه در طی اواخر کرتاسه قائل هستند [۷]. با این وجود تعدادی از محققان نیز به ایجاد حوضه فورلندی نئوتتیس، در طی اواخر ائوسن و الیگوسن اعتقاد دارند [۲۶]. پیشروی آب دریا تدریجی و طی زمان‌های مختلف بر روی زون ساختاری-رسوبی ایران مرکزی صورت پذیرفته است [۱ و ۳۶]. این دریای پوشاننده زون ایران مرکزی توسط کمان ماگمایی ارومیه-دختر به دو زیر زون حوضه پیش کمان (حوضه اصفهان-سیرجان) و حوضه پشت کمان (حوضه قم) تقسیم شده‌است [۳۶]. پیشروی آب دریا در زیر حوضه‌ی پیش کمان (حوضه اصفهان-سیرجان) در طی الیگوسن پیشین و در زیر حوضه‌ی پشت کمان (حوضه قم) در طی زمان اواخر الیگوسن اتفاق افتاده است [۳۶] (شکل ۱ B و C). سازند دریایی قم در زون ساختاری-رسوبی ایران مرکزی از توالی رسوبات دریایی، کربناته، تبخیری و آواری تشکیل شده است [۱ و ۳۶]. اولین مطالعه بر روی سازند قم توسط لوفتوس و در سال ۱۸۵۵ آغاز شد [۲۷]. فور و سودر در ناحیه قم، سازند قم را مطالعه و مرزهای زیرین و فوقانی این سازند را معرفی کردند. این محققین این سازند را به ۶ بخش تقسیم نمودند [۲۲]. سال‌ها بعد آبه و همکاران بخش C را به ۴ بخش تقسیم نمودند [۶]. آقاناتی (۱۳۸۵) معتقد است در منطقه جنوب قم سازند قم از سه واحد تشکیل شده و این واحدها از پایین به بالا شامل رسوبات آهکی و مارنی، رسوبات آهکی و ماسه سنگ و مارن است [۱]. سازند قم در ناحیه کهک دارای ضخامت ۶۴۵ متر بوده و اساساً از تناوب شیل و آهک تشکیل شده‌است. شیل‌ها به رنگ سبز در بخش زیرین سازند قم غالب بوده ولی به سمت راس توالی مورد مطالعه به رسوبات آهکی نازک، متوسط تا ضخیم لایه تغییر رخساره می‌دهد. بدین ترتیب دو واحد سنگ شناسی می‌توان در

ناحیه مورد مطالعه تشخیص داد که واحد یک تناوبی از رسوبات شیلی و آهکی بوده و ضخامت زیادی در حدود ۵۵۰ متر را شامل می شود. ماکروفسیل هایی از قبیل بریوزئر، دوکفه ای، گاستروپود، خارپوست و مرجان را می توان در این واحد سنگ چینه ای مشاهده کرد. واحد دو شامل سنگ آهک با ضخامت ۹۵ متر بوده و قسمت انتهایی توالی قرار دارد. خارپوست و مرجان از جمله ماکروفسیل های موجود در این توالی می باشند. این سازند در ناحیه مورد مطالعه با ناپوستگی بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن قرار دارد. همچنین مرز بالایی این سازند با سازند سرخ بالایی ناپوسته است.

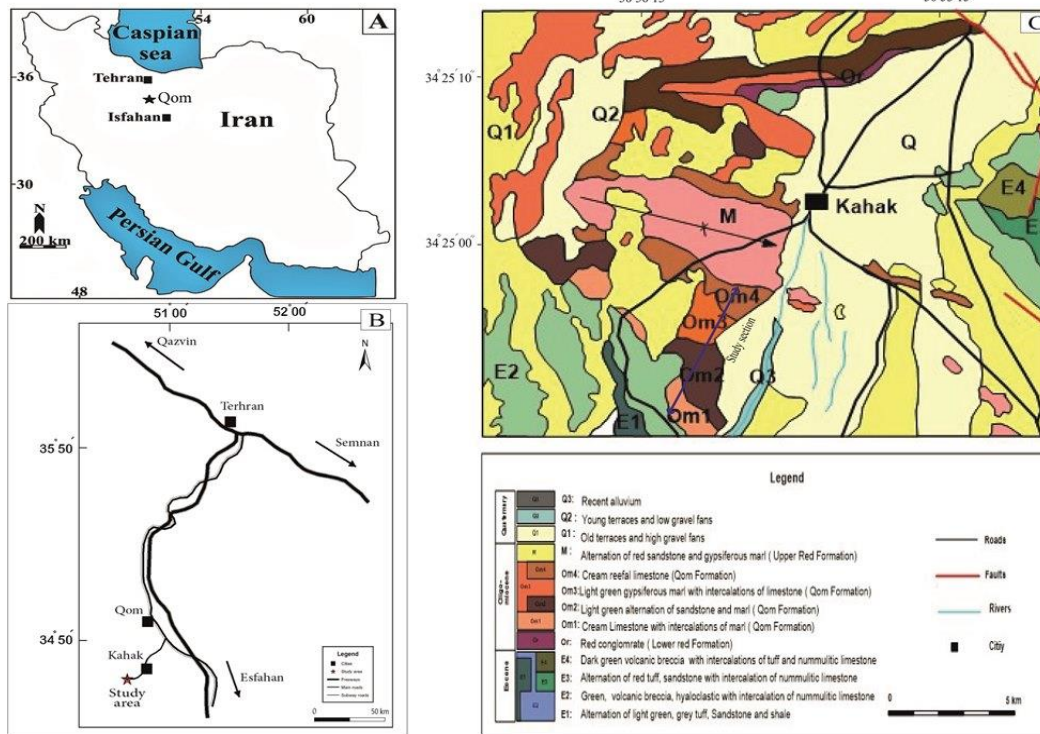


شکل ۱- (A) زون های ساختاری رسوبی معرفی شده برای پلیت ایران [۲۵]، (B) پالئوژئوگرافی الیگوسن حوضه آبراهه نتوتیس و محل قرار گیری حوضه سنندج- سیرجان و حوضه قم [۳۶]، (C) بلوک دیاگرام شماتیک حوضه های قم و اصفهان - سیرجان در زمان الیگوسن [۳۶].

### ۳- روش و مواد

ناحیه کهک با مختصات جغرافیایی  $50^{\circ}50'20.2''$  شرقی و  $34^{\circ}23'01.1''$  شمالی در سه کیلومتری جنوب شرق شهرستان کهک، در جنوب غرب قم واقع شده است (شکل ۲). در مجموع ۱۱۶ نمونه آهکی و ۳۰ نمونه شیلی از سازند قم در ناحیه کهک به منظور شناسایی میکروفاسیس ها و سکانس های رسوبی و همچنین بازسازی شرایط محیط دیرینه برداشت گردید. از نمونه های سخت آهکی مقاطع نازک تهیه شد. میکروفسیلهای موجود در نمونه های نرم شیلی نیز با استفاده از آب حاوی هیدروژن پراکساید (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ۱۰ درصد و روش انجماد و ذوب جداسازی شدند. مقاطع نازک میکروسکوپی مطالعه شده و میکروفسیلهای موجود در نمونه های نرم شیلی پیک شدند. شناسایی میکروفاسیس ها براساس بافت رسوبی، اندازه دانه، ترکیب دانه ها و محتوای فسیلی صورت گرفت. بافت رسوبی مقاطع نازک براساس منابعی مانند دانهام [۱۸] و امبری و کلوان [۱۹] طبقه بندی شدند. حضور فراوان روزن داران بتتیک بزرگ، کورال، بریوزئر و جلبک کورالیناسه آ در این ناحیه برای تفسیر میکروفاسیس ها مورد توجه و استفاده قرار گرفتند. در نتیجه ویژگی های تافونومیکی از قبیل خرد شدگی، ساییدگی، فرسایش زیستی و قشرسازی آلوکم ها، بر اساس منابعی مانند آلیسون و بوتجر (۲۰۱۱) و سیلوستری و همکاران (۲۰۱۱) شناسایی شده اند [۴۰، ۴۱]. سیلوستری و همکاران (۲۰۱۱) و بور-آرنال و همکاران (۲۰۱۷) از جمله منابعی هستند که برای ارزیابی کیفی ویژگی های تافونومیکی قبل از دفن در مقاطع نازک استفاده شده اند [۴۰، ۴۱]. در سال ۲۰۰۴ طبقه بندی برای ارزیابی کیفی میزان آسیب دیدگی پوسته روزن داران کفزی بزرگ بر اثر امواج و انرژی آب و حمل و نقل توسط آب دریا ارائه شده است [۱۰]. این طبقه بندی کیفی شامل چهار رده: (۰) حاشیه پوسته روزن داران بتتیک بزرگ سالم و بدون آسیب دیدگی، (۱) حاشیه

خارجی پوسته روزن داران بتتیک بزرگ در هر دو سمت آسیب دیده و حاشیه خارجی پوسته به شکل نامنظم، (۲) دیواره خارجی پوسته روزن داران بتتیک بزرگ از بین رفته و پوسته در قطبین صدف به شدت آسیب دیده، و (۳) پوسته روزن داران بزرگ همزیست دار به شدت آسیب دیده و به قطعات ریز خرد شده است [۱۰]. از این طبقه بندی برای ارزیابی کیفی میزان آسیب دیدگی روزن داران بتتیک بزرگ در ناحیه مورد مطالعه استفاده شده است.



شکل ۲- (A) نقشه ایران، (B) نقشه زمین شناسی برش مورد مطالعه در چهارگوش کهک [۳]، (C) راههای دسترسی برش مورد مطالعه در منطقه کهک [۲].

#### ۴- بحث

#### میکروفاسیس ها

براساس پراکندگی روزن داران بتتیک و دیگر آلوکم های موجود در توالی مورد مطالعه ۶ میکروفاسیس کربناته و یک فاسیس آواری (شیل) تشخیص داده شد که عبارت اند از:

#### MF 1) بایوکلست و کستون-پکستون ماسه دار

از اجزای اصلی این میکروفاسیس می توان اجزای اسکلتی (دندریتینا، آمفیستزینا، میلیولید، هتروستزینا، میوزپسینا، کورالیناسه آ) (۶۸ درصد) و اجزای آواری (کوارتز) (۱۵ درصد) را در این میکروفاسیس مشاهده کرد. اجزایی مانند تکستولاریا و خرده های بریوزتر، اکتیودرم از اجزای فرعی این میکروفاسیس محسوب می شوند (شکل ۴ A). آهک های متوسط لایه حاوی این میکروفاسیس فاقد ساخت های رسوبی می باشند. بافت رسوبی در این میکروفاسیس از گل پشتیان (وکستون) تا دانه پشتیان (پکستون) متغییر است.

#### تفسیر:

فراوانی دانه های آواری (کوارتز)، میلیولید و خرده های صدف گاسترپود یک لاگون محصور با سطح شوری بالا را نشان می دهد [۳۸]. علاوه بر این حضور فراوان میلیولیدهای کوچک شرایط نوری یوفوتیک را تداعی می کند [۳۳]. شوری بالای

دریا را می‌توان با حضور روزن‌داران بدون منفذ برای میکروفاسیس متصور شد [۲۱ و ۳۰]. همچنین رسوبات کربناته‌ی حاوی دانه‌های تخریبی سلیکوکلاستیک ممکن است در باتلاق‌های موجود (Swamps) در بخش کم عمق ساحلی یک لاگون تشکیل شده باشند [۳۴]. فراوانی روزن‌داران فرصت طلب (به عنوان مثال میلیولید) در اثر افزایش مواد غذایی (شرایط غذایی یوتروفیک) بسیار محتمل است [۱۱]. مشابه این ریز رخساره از سازند قم توسط محققان گزارش شده است [۲۸].

## MF 2) بایوکلاست کورالیناسه‌آ روزن‌داران بدون منفذ و کستون-پکستون

کورالیناسه‌آ (۲۷ درصد)، میلیولید (۳۰ درصد)، دندریتینا (۱۶ درصد) و آرکیاس (۲۳ درصد) از اجزای اصلی این میکروفاسیس بوده و اجزای فرعی این میکروفاسیس شامل گاستروپود، بریوزر و روتالیا‌های ریز می‌باشد (شکل ۴ B). این میکروفاسیس حاوی آهک‌های متوسط لایه بدون ساخت‌های رسوبی می‌باشد. ویژگی‌های تافونومیکی مانند خردشدگی و ساییدگی در این میکروفاسیس دارای نرخ متوسط تا زیاد هستند. اثری از قشرسازی و تخریب زیستی مشاهده نشده و آسیب‌دیدگی دیواره خارجی روزن‌داران بزرگ همزیست‌دار زیاد و صدف در قطبین به شدت آسیب‌دیده است (category 2) (شکل ۵ A). بافت گل پش‌تیبیان (وکستون) تا دانه پش‌تیبیان (پکستون) در میکروفاسیس می‌توان مشاهده کرد.

### تفسیر:

روزن‌داران بدون منفذ در محیط لاگون محصور شکوفا می‌شوند [۳۸]. با این حال همراهی روزن‌داران بدون منفذ با جلبک قرمز کورالیناسه‌آ در این میکروفاسیس یک محیط لاگونی نیمه محصور با بستری پوشیده از علف‌زارهای دریایی را نشان می‌دهد [۳۵ و ۴۲]. حضور روزن‌داران بدون منفذ (به طور مثال آرکیاس و میلیولید) شرایط محیطی پر انرژی را تداعی می‌کند [۳۵]. شوری بالای محیط برای زندگی و شکوفایی روزن‌داران بدون منفذ مناسب می‌باشد [۲۱ و ۳۰]. جنس‌هایی مانند آرکیاس و پنروپلیس در آب‌های گرمسیری تا نیمه گرمسیری و بخش یوفوتیک زون نوری فراوان می‌باشند [۱۵]. بافت گل پش‌تیبیان (وکستون) تا دانه پش‌تیبیان (پکستون) این ریزرخساره انرژی متوسط تا نسبتاً بالا را نشان می‌دهد [۲۱]. نپلسیک و همکاران (۲۰۱۱) معتقد هستند که خردشدگی با قاعده امواج و عمق آب دریا رابطه مستقیم داشته و به طوری که بالاترین مقدار و نرخ خردشدگی را می‌توان در محیط شلف داخلی (لاگون) مشاهده کرد [۳۱]. نرخ خردشدگی موجود در این میکروتافوفاسیس گویای انرژی بالای محیط است.

آسیب‌دیدگی پوسته روزن‌داران بتتیک بزرگ و از بین رفتن دیواره خارجی و خردشدگی در قطبین پوسته (category 2) نشان‌دهنده انتقال وسیع پوسته این روزن‌داران توسط امواج دریا و انرژی آب دریا است [۱۰]. مشابه میکروفاسیس MF 2 از سازندهای آسماری و جهرم گزارش شده است [۴۱].

## MF 3) بایوکلاست کورالیناسه‌آ روزن‌داران بدون منفذ و منفذ دار و کستون-پکستون

این میکروفاسیس با بافت گل پش‌تیبیان (وکستون) تا دانه پش‌تیبیان (پکستون) حاوی اجزای اصلی مانند روزن‌داران منفذدار (میوزپسینا، هتروستژینا، آمفیستژینا و روتالیا‌های کوچک) با ۴۰ درصد فراوانی، روزن‌داران بدون منفذ (آرکیاس، میلیولید) با ۳۳ درصد فراوانی و کورالیناسه‌آ (۲۵ درصد) می‌باشد. از اجزای فرعی نیز می‌توان بریوزر، دوکفه‌ای، استراکد، گاستروپود و تکستولاریا را نامبرد (شکل ۴ C). هیچگونه ساخت رسوبی در آهک‌های متوسط تا نازک لایه زرد رنگ متعلق به این میکروفاسیس در مطالعات صحرایی مشاهده نگردید. نرخ خردشدگی و ساییدگی در این میکروفاسیس از کم تا زیاد متغیر بوده و نرخ قشرسازی از کم تا متوسط متغیر است. تخریب زیستی در این میکروفاسیس دارای نرخ کم می‌باشد. دیواره

خارجی روزن‌داران منفذدار از بین رفته و صدف در قطبین به شدت آسیب دیده است و در بعضی موارد علاوه بر موارد ذکر شده پوسته روزن‌داران به قطعات ریز تقسیم شده است (category 2 and 3) (شکل ۵ B).

#### تفسیر:

روزن‌داران بدون منفذ و منفذدار در یک لاگون نیمه محصور با بستری از علف‌زارهای دریایی فراوان هستند [۳۸ و ۴۲]. حضور روزن‌داران بدون منفذ همزیست‌دار همراه میلیولید و آمفیستژینا یک شرایط نوری یوفوتیک را اثبات می‌کند [۴۲]. فراوانی و حضور همزمان روزن‌داران بدون منفذ و منفذدار شرایط شوری بالا و همچنین شرایط غذایی الیگوتروفیک- مزوتروفیک را نشان می‌دهند [۳۰]. میکروفاسیسی مشابه از رسوبات میوسن اسپانیا گزارش شده و به بخش رمپ داخلی نسبت داده شده است [۱۴]. نرخ خردشدگی و ساییدگی در این میکروفاسیسی یک محیط با انرژی متغیر محیط (کم تا زیاد) را نشان می‌دهد [۴۰]. قشرسازی نشان دهنده محیط پرانرژی است [۳۲]. نرخ قشرسازی کم تا متوسط در این میکروفاسیسی نشان‌دهنده این مطلب است که محیط از لحاظ انرژی و رشد جلبک کورالیناسه آ دارای شرایط مناسب بوده است.

خردشدگی شدید روزن‌داران بتیک بزرگ و از بین رفتن دیواره خارجی و طناب حاشیه‌ای این روزن‌داران (category 2 and 3) نشان دهنده انتقال وسیع پوسته این روزن‌داران توسط امواج دریا و یا تخریب پوسته این جانوران توسط ماهی‌ها و دیگر ارگانسیم‌های تخریب‌گر است [۱۰]. امیر شاه کرمی و همکاران (۲۰۰۷) از سازند آسماری و کوردا و براندانو (۲۰۰۳) از رسوبات میوسن ایتالیا مشابه این میکروفاسیسی را گزارش کرده اند [۹ و ۱۷].

#### 4 MF کورال باندستون

کورال در این میکروفاسیسی به صورت کلنی‌های پراکنده و ریف‌های تکه‌ای (Patch reefs) و غیر قابل تعقیب در صحرا دیده می‌شوند. در رسوبات مابین این کلنی‌های پراکنده می‌توان اجزای اسکلتی از قبیل میلیولید، کورالیناسه‌آ، دوکفه‌ای، استراکد و اکینودرم را مشاهده کرد (شکل ۴ D). خردشدگی در این میکروفاسیسی دارای نرخ کم و ساییدگی دارای نرخ کم تا متوسط می‌باشد. قشرسازی و تخریب زیستی در ناحیه کهک دیده نمی‌شود (شکل ۵ C).

#### تفسیر:

این ریز رخساره از یکسری ریف‌های تکه‌ای کوچک در ناحیه کهک تشکیل شده و به عقیده محققان این ریف‌های تکه‌ای در محیط لاگونی بسیار فراوان هستند [۱۲]. علاوه بر این، نبود ریف واقعی را محققان به بالا بودن ورود مواد غذایی و شوری بالای محیط نسبت می‌دهند [۳۷]. مشاهده حضور همزمان کورال، روزن‌داران بدون منفذ و جلبک سبز داسی کلا داسه‌آ شرایط نوری یوفوتیک را نشان می‌دهد [۱۱]. کلنی‌های کورال دارای نرخ اندک خردشدگی محیط‌های کم انرژی را نشان می‌دهند [۴۰]. این مطلب نشان می‌دهد که این میکروفاسیسی در محیط‌های کم انرژی و محافظت شده تشکیل گردیده است. مشابه این میکروفاسیسی توسط محققان از سازند های آسماری و قم گزارش شده است [۹ و ۲۸].

#### 5 MF کورال کورالیناسه‌آ فلوتستون - رودستون

کورال (۴۱ درصد) و کورالیناسه‌آ (۵۲ درصد) از اجزای اصلی این میکروفاسیسی محسوب می‌شوند. از اجزای فرعی این میکروفاسیسی می‌توان به اکینودرم میلیولید، بریوزئر، دوکفه‌ای، استراکد، روتالیاهای کوچک و تکستولاریا اشاره کرد (شکل ۴ E). آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه زرد تا خاکستری رنگ این میکروفاسیسی حاوی خرده‌های کورال بوده و ساخت رسوبی در مطالعات صحرایی مشاهده نگردید. نرخ خردشدگی و ساییدگی در این میکروفاسیسی کم تا متوسط می‌باشد. نرخ قشرسازی در این میکروفاسیسی متوسط تا زیاد بوده و تخریب زیستی در این میکروفاسیسی دارای نرخ کم تا متوسط است (شکل ۵ D). بافت گل پشتیبان (فلوتستون) تا دانه پشتیبان (رودستون) در این میکروفاسیسی قابل مشاهده است.

## تفسیر:

همراهی کورال و جلبک قرمز کورالیناسه آ در میکروفاسیس MF 5 یک محیط دریای باز و شرایط نوری مزوفوتیک تا الیگوفوتیک را تداعی می کند [۳۵]. به عقیده محققین این میکروفاسیس در زیر سطح اثر امواج عادی تشکیل شده است [۲۱]. علاوه بر این شرایط شوری نرمال دریایی و شرایط غذایی مزوتروفیک تا الیگوتروفیک را می توان برای این میکروفاسیس در نظر گرفت [۳۰ و ۳۵]. نرخ قشرسازی در اعماق ۲۰ متری آب دریا به حداکثر مقدار خود می رسد [۲۳]. علاوه بر این نرخ بالای قشرسازی نشان دهنده محیط پرانرژی و نرخ رسوب گذاری کم در این میکروفاسیس است [۱۳ و ۴۰]. نرخ کم تامتوسط خردشدگی یک محیط متغیر از انرژی کم تا انرژی بالا را نشان می دهد [۴۰]. مشابه این ریز رخساره از سازندهای قم و شهبازان توسط محققان گزارش شده است [۴ و ۲۹].

**MF 6) بایوکست کورالیناسه آ روزن داران منفذدار رودستون - فلوتستون**

جلبک قرمز کورالیناسه آ (۱۸ درصد) و روزن داران منفذدار (آمفیستژینا، اسپروکلیپئوس، هتروستژینا، لپیدوسیکلینا) (۷۰ درصد) از اجزای اصلی این میکروفاسیس محسوب می شود. از اجزای فرعی بریوزتر، اکینودرم، دوکفه ای، میلیولید و کورال را می توان نام برد (شکل ۴ F). آهک های فاقد ساخت های رسوبی در این میکروفاسیس به صورت آهک های نازک، متوسط تا ضخیم لایه حاوی ماکروفسیل های خارپوست و دوکفه ای می باشد. نرخ خردشدگی و ساییدگی در این میکروفاسیس از مقدار کم تا زیاد متغیر است. قشرسازی در این میکروفاسیس دارای نرخ کم تا متوسط بوده و تخریب زیستی به مقدار کم دیده می شود. تخریب دیواره در روزن داران منفذدار زیاد بوده و در بعضی موارد علاوه بر دیواره خارجی پوسته و قطبین صدف، پوسته روزن داران به قطعات ریز تقسیم شده است (category 2 and 3) (شکل ۵ E). این میکروفاسیس بافت گل پشتیبان (فلوتستون) تا دانه پشتیبان (رودستون) را نشان می دهد.

## تفسیر:

همراهی روزن داران بتیک بزرگ (به عنوان مثال آمفیستژینا، اسپروکلیپئوس، هتروستژینا، لپیدوسیکلینا) و جلبک کورالیناسه آ نشان دهنده محیط شلف میانی و دریای باز برای این میکروفاسیس است [۱۶]. از لحاظ شرایط نوری، این میکروفاسیس را به دلیل حضور همزمان روزن داران بزرگ همزیست دار و جلبک قرمز کورالیناسه آ به شرایط مزوفوتیک تا الیگوفوتیک می توان نسبت داد [۳۳]. حضور فوناهای مربوط به دریای باز در این میکروفاسیس یک محیط دریای باز و زیر سطح اساس امواج عادی و بالای امواج طوفانی را نشان می دهد [۳۳]. نرخ متغیر کم تا زیاد خردشدگی در این میکروفاسیس نشان دهنده انرژی کم تا زیاد محیط تشکیل این میکروفاسیس است [۴۰]. نرخ کم تا متوسط قشرسازی با مطلب عنوان شده مطابقت دارد. تخریب پوسته روزن داران بزرگ به قطعات ریز و آسیب دیدن دیواره خارجی پوسته (category 2 and 3) نشان دهنده حمل پوسته این روزن داران توسط امواج دریا و یا تخریب پوسته این جانوران توسط ماهی ها، خارپوستان و دیگر ارگانسیم های تخریب کننده است [۱۰]. میکروفاسیس های مشابه از سازندهای آسماری و قم گزارش شده است [۲۹ و ۹].

**رخساره آواری (شیل)**

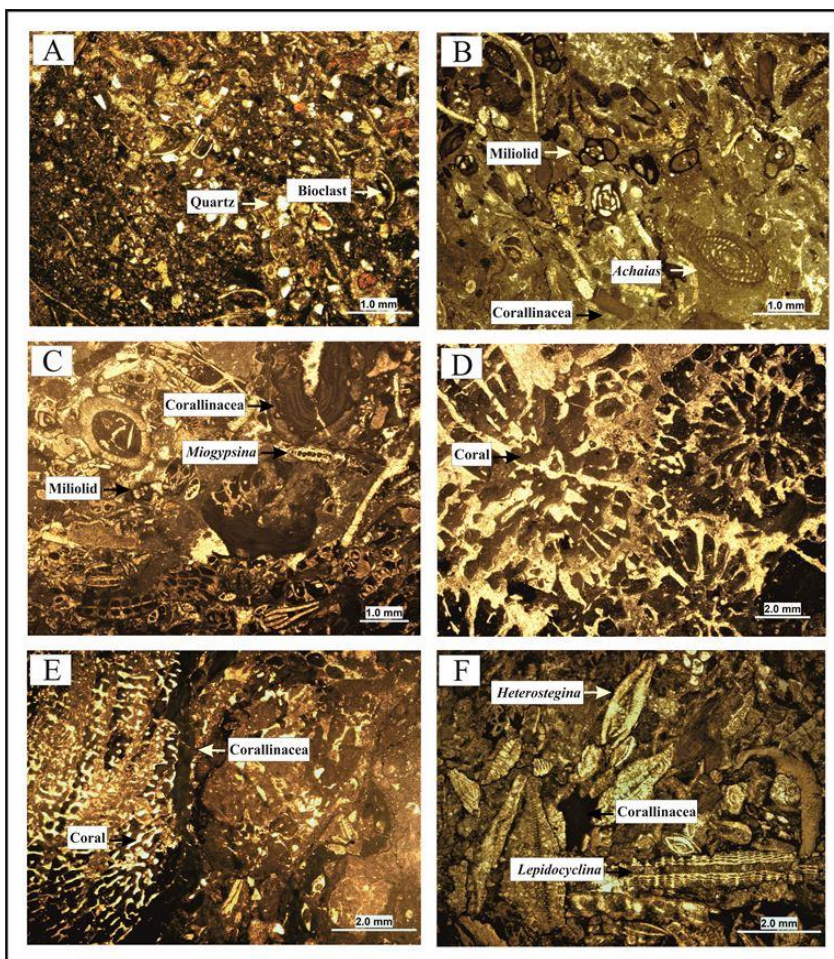
شیل سبز رنگ این رخساره آواری حاوی خرده های فراوان بریوزتر بوده و در مطالعات صحرایی فاقد ساخت های رسوبی می باشد (شکل ۳). این رخساره آواری در ناحیه کهک شامل روزداران منفذدار (الفیدیوم، آمفیستژینا، دیسکورپیس و روتالیا های کوچک)، روزن داران بدون منفذ (میلیولید و بورلیس)، بریوزتر و استراکد بوده و این رخساره را می توان در تناوب با ریز رخساره های کربناته لاگونی MF 2 و MF 4 مشاهده نمود.

## تفسیر:

رخساره آواری موجود در نواحی مورد مطالعه حاوی روزن داران منفذدار (الفیدیوم، آمفیستژینا، دیسکورپیس و روتالیا های کوچک) و روزن داران بدون منفذ (میلیولید و بورلیس) بوده که گویای شرایط لاگون نیمه محصور برای این رخساره آواری می باشد [۱۶]. علاوه بر این جایگاه چینه شناسی این رخساره آواری و تناوب آن با ریزرخساره های MF 2 و MF 4 گویای مطلب ذکر شده است. مشابه این رخساره آواری از سازند قم توسط محمدی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش گردیده است [۲۸].

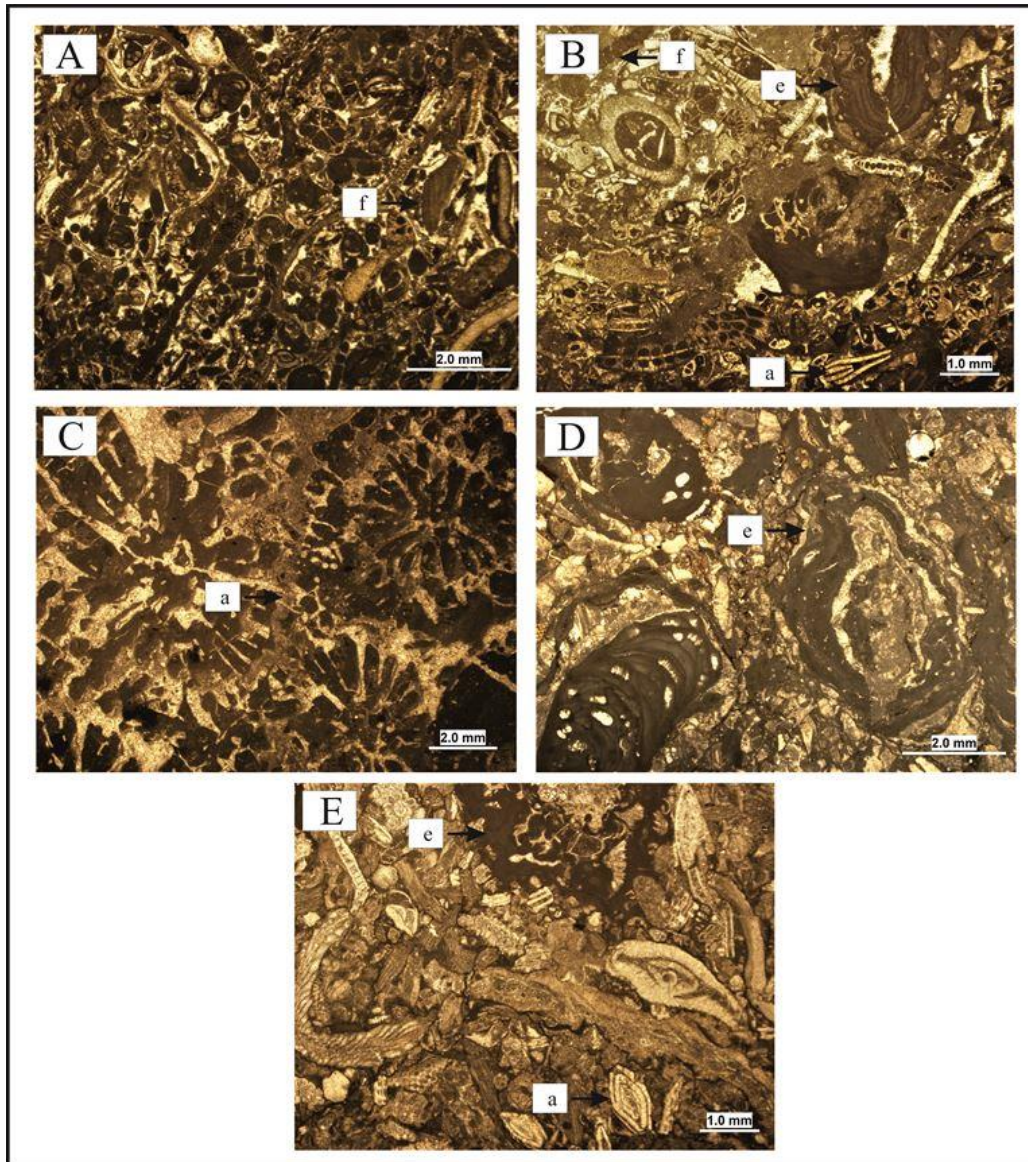


شکل ۳- (A و B) نمای کلی از شیل های قاعده برش مورد مطالعه.



شکل ۴- میکروفاسیس های سازند قم در ناحیه کهک، (A) بایوکلست و کستون-پکستون ماسه دار، (B) بایوکلست کورالیناسه آ روزن داران بدون منفذ و کستون-پکستون، (C) بایوکلست کورالیناسه آ روزن داران بدون منفذ و منفذدار و کستون-پکستون، (D) کورال باندستون، (E) کورال کورالیناسه آ فلوتستون -رودستون، (F) بایوکلست کورالیناسه آ روزن داران منفذدار فلوتستون -رودستون.





شکل ۵- میکروتافوفاسیس های سازند قم در ناحیه کهک، (A) میکروتافوفاسیس ۱، (F: خردشده)، (B) میکروتافوفاسیس ۲، (F: خردشده)، (E: قشرسازی، (A: ساییدگی، (C) میکروتافوفاسیس ۳، (A: ساییدگی، (D) میکروتافوفاسیس ۴، (E: قشرسازی، (E) میکروتافوفاسیس ۵، (A: ساییدگی، (E: قشرسازی.

## ۵- محیط رسوبی

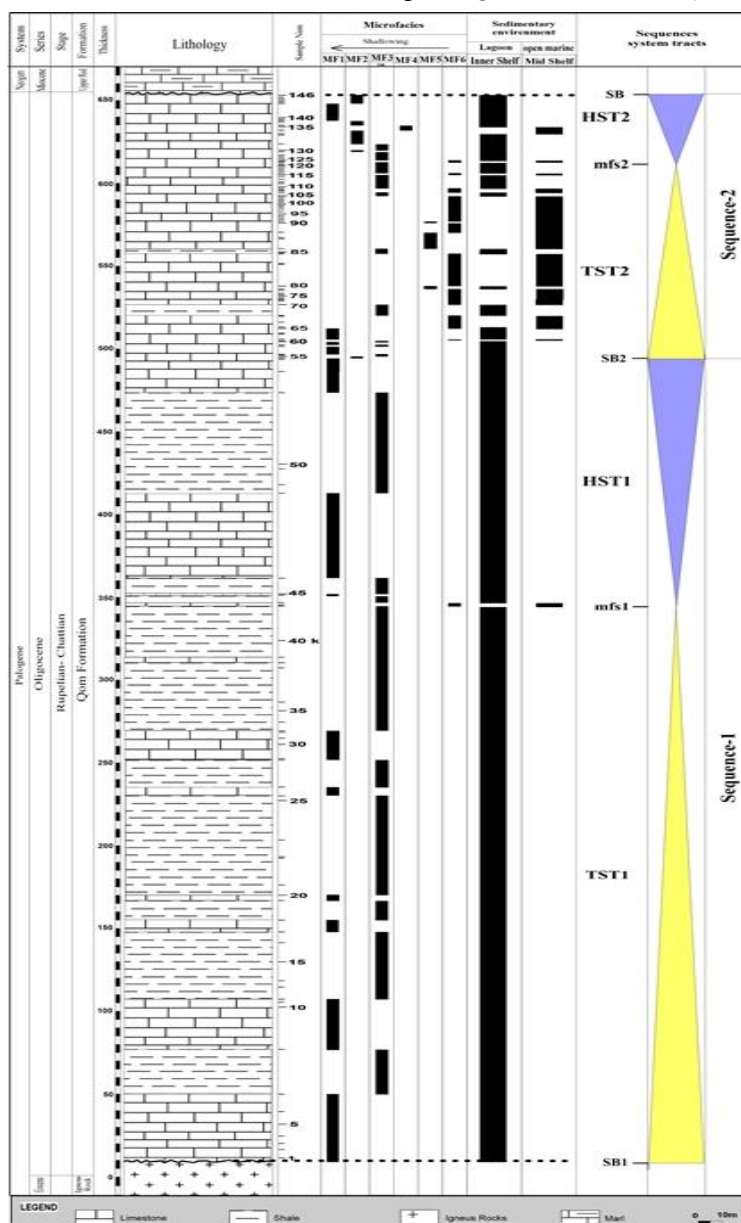
براساس پراکندگی روزن داران بنتیک و پلاژیک، تغییرات عمودی میکروفاسیس ها و همچنین نبود میکروفاسیس های مربوط به سد بایوکستی، ائیدی و ریفی (رخساره های حدواسط بین میکروفاسیس های مربوط به محیط های لاگونی و دریای باز) یک پلت فرم کربناته از نوع شلف باز را برای سازند قم در ناحیه کهک می توان در نظر گرفت (شکل ۶ و ۷). وجود میکروفاسیس های نشان دهنده سد بایوکستی، ائیدی و ریفی از مشخصات بارز پلت فرم کربناته از نوع رمپ است [۲۱]. علاوه بر این مطالب عنوان شده وجود ریزش آلوکم های شاخص محیط لاگونی (مانند میلیولید) در میکروفاسیس های دریای باز (MF 5 و MF 6) گویای پلت فرم کربناته از نوع شلف باز است. پلت فرم شلف باز را می توان به دو محیط رسوب گذاری شلف داخلی و شلف میانی تقسیم کرد.

**شلف داخلی:**

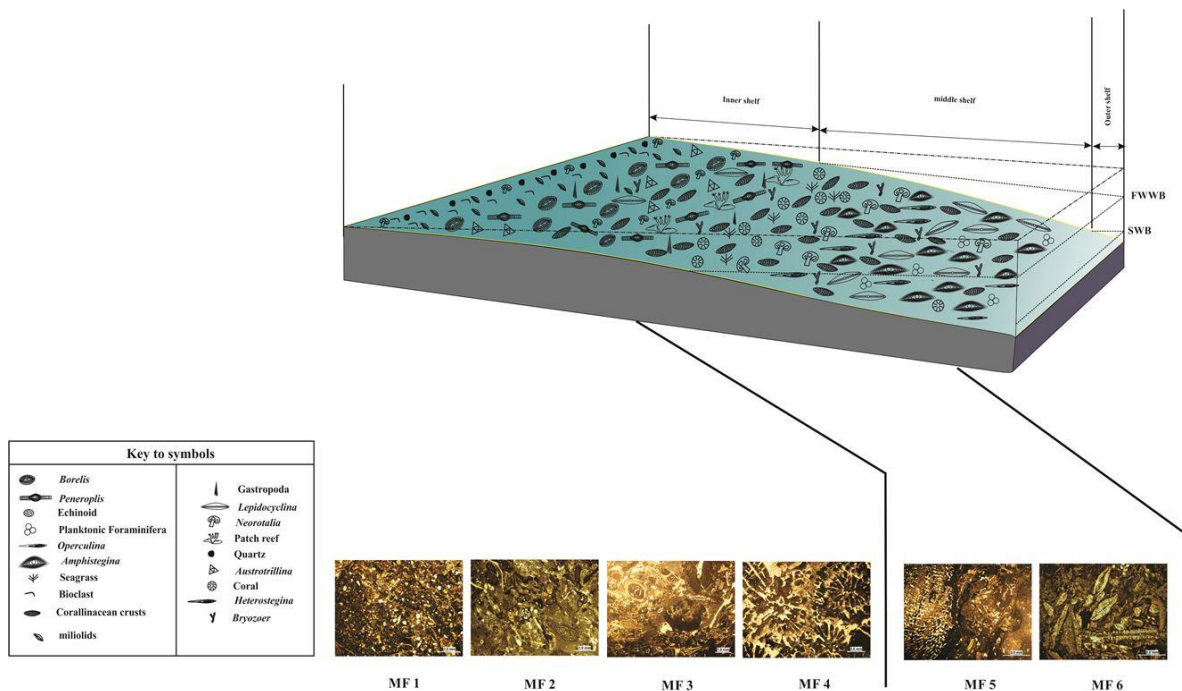
این محیط رسوبی را می توان به دو زیر محیط لاگون محصور و لاگون نیمه محصور تقسیم کرد. لاگون محصور شامل میکروفاسیس بایوکست و کستون-پکستون ماسه دار (MF 1) است. میکروفاسیس های بایوکست کورالیناسه آ روزن داران بدون منفذ و کستون-پکستون (MF 2)، بایوکست کورالیناسه آ روزن داران بدون منفذ و منفذدار و کستون-پکستون (MF 3)، کورال باندستون (MF 4) و همچنین فاسیس آواری شیلی به دلیل حضور روزن داران منفذدار، روزن داران بدون منفذ، جلبک قرمز کورالیناسه آ و کورال در زیر محیط لاگون نیمه محصور رسوب گذاری کرده است [۴۲ و ۳۵ و ۳۸ و ۴۲].

**شلف میانی:**

حضور روزداران منفذدار به همراه کورال و جلبک قرمز کورالیناسه آ گویای محیط دریای باز و شلف میانی است [۴۲ و ۳۵]. میکروفاسیس های کورال کورالیناسه آ فلوتستون-رودستون (MF 5) و بایوکست کورالیناسه آ روزن داران منفذدار فلوتستون-رودستون (MF 6) در بخش پروکسیمال شلف میانی تشکیل شده اند.



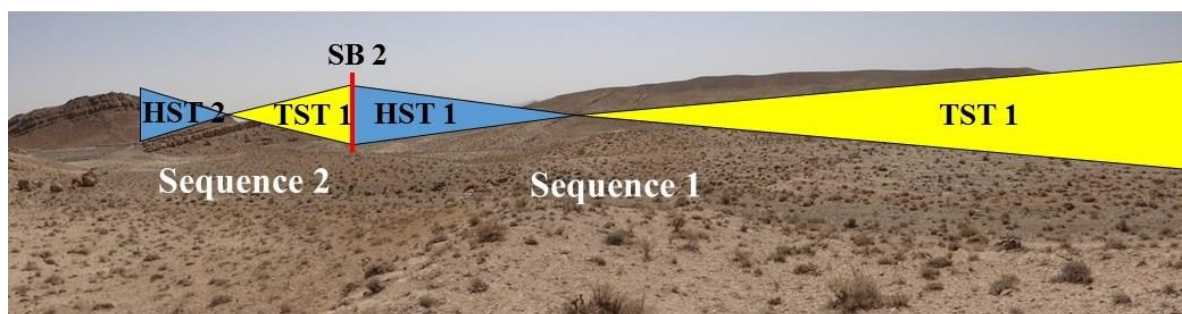
شکل ۶- میکروفاسیس ها و سکانسهای رسوبی سازند قم در ناحیه کهک (جنوب- غرب قم).



شکل ۷- مدل رسوبی سازند قم در ناحیه کهک (جنوب- غرب قم).

## ۶-سکانس های رسوبی

چینه نگاری سکانسی در اواخر قرن بیستم از چینه نگاری لرزه ای تکامل پیدا کرد [۲۴] و تعاریف اجزا و مدل های مفهومی چینه نگاری سکانسی نیز در طی این سال ها توسط محققین ارائه شد [۲۰]. محققان چهار سیستم تراکت شامل Lowstand systems tract (LST), Transgressive systems tract (TST), Highstand systems tract (HST) و Falling-stage systems tract (FSST) براساس مفاهیم چینه نگاری سکانسی تعریف کردند. در ناحیه کهک دو سکانس رسوبی درجه سه تشخیص داده شد (شکل ۸).

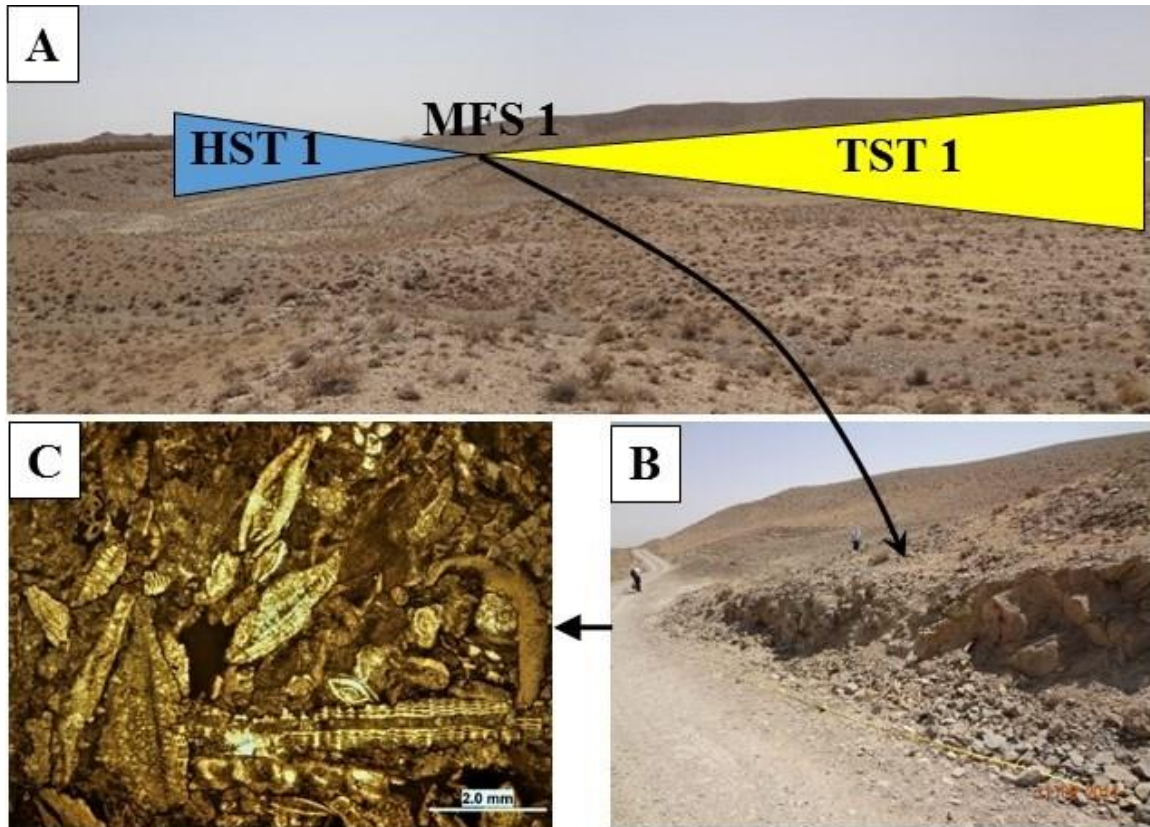


شکل ۸- نمای کلی از برش مورد مطالعه به همراه سکانس های رسوبی تشخیص داده شده.

## سکانس اول:

این سکانس شامل تناوبی از شیل و آهک بوده و دارای ضخامت ۴۸۴ متر است (شکل ۵). مرز این سکانس با سنگ های آتشفشانی ائوسن از نوع SB 1 می باشد. سیستم تراکت پیشرونده (TST) در این سکانس با ضخامت ۳۳۴ متر با میکروفاسیس بایوکلیست و کستون-پکستون ماسه دار (MF 1) شروع می شود (شکل ۹ A). این سیستم تراکت شامل میکروفاسیس های بایوکلیست و کستون-پکستون ماسه دار (MF 1)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ و منفذدار و کستون-پکستون (MF 3) و رخساره آواری شیل می باشد. میکروفاسیس بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران منفذدار و کستون-پکستون (MF 6) در طی حداکثر پیشروی آب دریا (MFS) تشکیل شده است (شکل ۹ B و C). میکروفاسیس های بایوکلیست و کستون-

پکستون ماسه دار (MF 1)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ و منفذدار وکستون- پکستون (MF 3) و فاسیس آواری شیل در طی سیستم تراکت تراز بالا (HST) رسوب گذاری کرده اند. این سیستم تراکت دارای ضخامت ۱۵۰ متری می باشد (شکل ۹ A). میکروفاسیس بایوکلیست وکستون-پکستون ماسه دار (MF 1) آخرین میکروفاسیس سکناس اول می باشد.

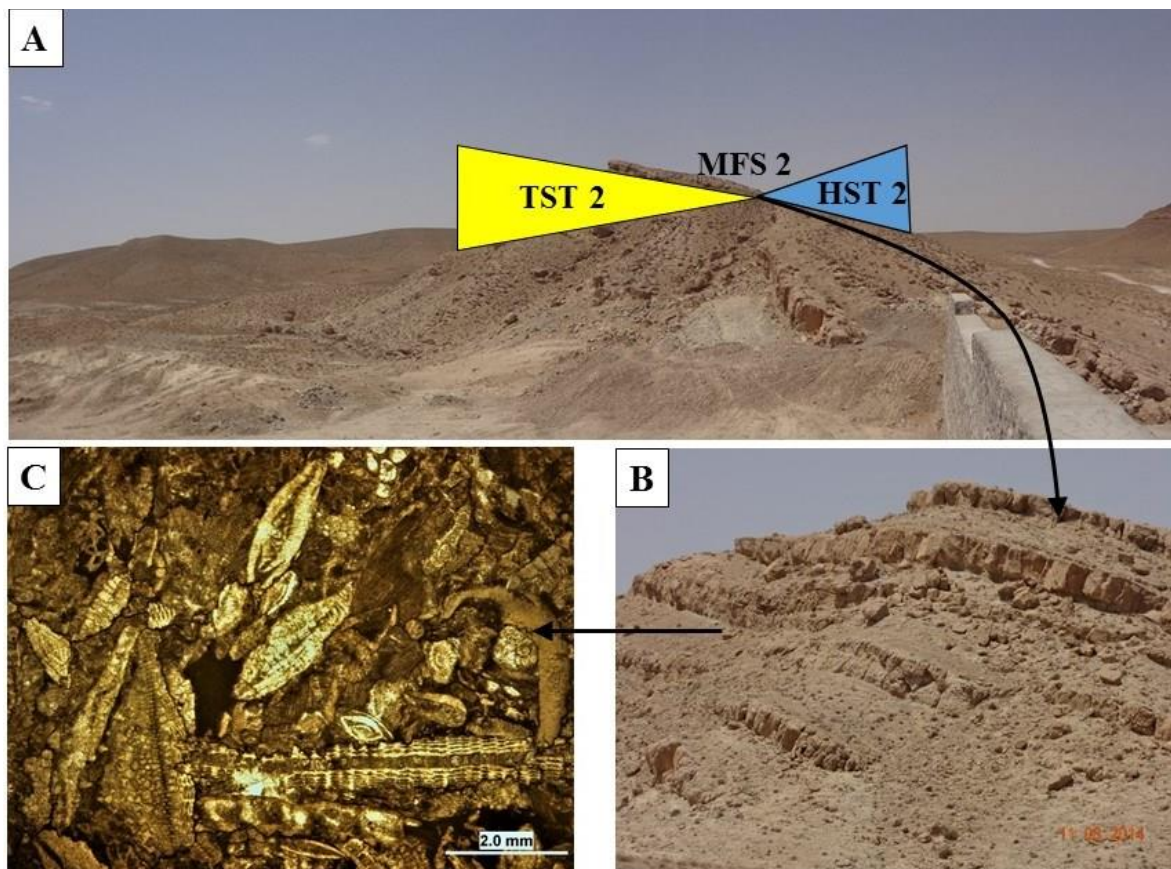


شکل ۹- A) عکس از سکناس اول و سیستم تراکت های TST 1، HST 1 و حداکثر پیشروی آب دریا (MFS 1)، B) عکس آهک های تشکیل شده طی حداکثر پیشروی آب دریا (MFS 1) C) عکس میکروسکوپی از مقطع نازک مربوط به آهک های تشکیل شده طی حداکثر پیشروی آب دریا (MFS 1).

### سکناس دوم:

این سکناس با ضخامت ۱۶۱ متر از آهک با میان لایه های شیلی در ابتدای سکناس آغاز شده و به رخساره آهکی ختم می گردد (شکل ۵). سیستم تراکت پیشرونده (TST) این سکناس با میکروفاسیس کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ وکستون- پکستون (MF 2) شروع شده و شامل میکروفاسیس های بایوکلیست وکستون- پکستون ماسه دار (MF 1)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ وکستون- پکستون (MF 2)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ و منفذدار وکستون- پکستون (MF 3)، کورال کورالیناسه آفلوتستون- رودستون (MF 5) و بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران منفذدار فلوئتستون- رودستون (MF 6) و فاسیس آواری شیل می باشد (شکل ۱۰ A). حداکثر پیشروی آب دریا (MFS) در این سکناس با میکروفاسیس بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران منفذدار فلوئتستون- رودستون (MF 6) مشخص می شود (شکل ۱۰ B و C). سیستم تراکت تراز بالا (HST) در این سکناس شامل میکروفاسیس های بایوکلیست وکستون- پکستون ماسه دار (MF 1)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ وکستون- پکستون (MF 2)، بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران بدون منفذ و

منفذدار وکستون- پکستون (MF 3)، کورال باندستون (MF 4) و بایوکلیست کورالیناسه آروزن داران منفذدار فلوتستون- رودستون (MF 6) است (شکل ۱۰ A). مرز بالایی این سکانس با سازند سرخ بالایی به صورت ناپیوسته و از نوع SB1 می باشد.



شکل ۱۰- (A) عکس سرزمین از سکانس دوم، (B) عکس سرزمین از حداکثر پیشروی آب دریا (MFS 2). (C) عکس میکروسکوپی از مقاطع نازک از رسوبات آهکی تشکیل شده در طی پیشروی آب دریا (MFS 2).

## ۶- نتایج

توالی مورد مطالعه در سه کیلومتری جنوب شرق شهرستان کهک (جنوب غرب قم) با مختصات جغرافیایی  $50^{\circ}50'20.2''$  شرقی و  $34^{\circ}23'01.1''$  شمالی، قرار دارد. این سازند در ناحیه مورد مطالعه با ناپیوستگی بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن قرار دارد. همچنین مرز بالایی این سازند با سازند سرخ بالایی ناپیوسته است. در این مطالعه ۱۱۶ نمونه آهکی و ۳۰ نمونه شیلی از سازند قم در ناحیه کهک برداشت گردید. با مطالعه میکروسکوپی نمونه های برداشت شده ۶ میکروفاسیس کربناته، یک فاسیس آواری (شیل) شناسایی شد. با توجه به توزیع میکروفاسیس ها، تغییرات عمودی میکروفاسیس ها وعدم وجود میکروفاسیس های مربوط به سد بایوکلیستی، ائیدی و ریفی در ناحیه مورد مطالعه می توان یک پلت فرم کربناته از نوع شلف باز را برای سازند قم در نظر گرفت. پلت فرم شلف باز را می توان به دو محیط شلف داخلی (لاگون محصور و نیمه محصور) و شلف میانی تقسیم کرد. میکروفاسیس های MF 1، MF 2، MF 3 و MF 4 در محیط شلف داخلی و میکروفاسیس های MF 5 و MF 6 در شلف میانی رسوب گذاری کرده اند. دو سکانس رسوبی در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید. سکانس اول با ضخامت ۴۸۴ متر شامل سیستم تراکت پیشرونده (میکروفاسیس های MF 1 و MF 3 و رخساره آواری شیل (sh))، حداکثر پیشروی آب دریا (MFS) (میکروفاسیس MF 6) و سیستم تراکت تراز بالا (HST) (میکروفاسیس های MF 1 و MF 3 و رخساره آواری شیل (sh)) می باشد. در طی سکانس دوم با ضخامت ۱۶۱ متر سیستم تراکت پیشرونده

میکروفاسیس های MF 2، MF 3، MF 5 و MF 6 و رخساره آواری شیل (sh)، حداکثر پیشروی آب دریا (MFS) (میکروفاسیس MF 6) و سیستم تراکت تراز بالا (HST) (میکروفاسیس های MF 1، MF 2، MF 3، MF 4 و MF 6 و رخساره آواری شیل (sh) را شامل می شوند.

## سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه اصفهان به واسطه حمایت‌های مادی و معنوی در تالیف این مقاله تشکر و قدردانی می نمایند. همچنین از داوران مقاله آقایان دکتر محمد علی صالحی و دکتر عزیز اله طاهری تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

- [۱] آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- [۲] بختیاری، س.، ۱۳۹۲، اطلس راههای ایران: موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتا شناسی، ۱:۱۰۰۰۰۰۰.
- [۳] قلمقاش، ج.، و ع. ر. باباخانی، ۱۹۹۸، نقشه زمین شناسی چهارگوش کهک: انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۶۱۵۸، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.
- [۴] قنبرلو، ح.، وزیری مقدم، ح.، صیرفیان، ع.، طاهری، ع. و رحمانی، ع.، ۱۳۹۶، ریز رخساره ها و محیط رسوبی سازند شهبازان در چاه شماره ۳ میدان نفتی قلعه نار، جنوب غرب لرستان، فصلنامه زمین شناسی ایران، جلد ۱۱، شماره ۴۱، ۶۳-۷۸.
- [۵] محمدی، ا. و عامری، ح.، ۱۳۹۵، ریزرخساره ها و مدل رسوبگذاری سازند قم در ناحیه خورآباد (جنوب شرقی قم)، پژوهشهای دانش زمین، جلد ۷، شماره ۲۸، ۳۷-۵۸.

[6] ABAIE, I., ANSARI, H.J., BADA KHSHAN, A., and JAAFARI, A., 1964, History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran: *Bulletin of Iranian Petroleum Institute*, **15**, 561-574.

[7] ALAVI, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American Journal of Science*, **304(1)**, 1-20.

[8] ALLISON, P.A. and BOTTJER, D.J., 2011, Taphonomy: process and bias through time: *Springer, New York*, 603.

[9] AMIRSHAHKARAMI, M., VAZIRI-MOGHADDAM, H., and TAHERI, A., 2007, Paleoenvironmental model and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in southwest Iran: *Historical Biology*, **19(2)**, 173-183.

[10] BEAVINGTON-PENNEY, S.J. 2004, Analysis of the effects of abrasion on the test of Palaeonummulites venosus: implications for the origin of nummulithoclastic sediments: *Palaios*, **19(2)**, 143-155.

- [11] BEAVINGTON-PENNEY, S.J. and RACEY, A., 2004, Ecology of extant nummulitids and other large benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis: *Earth-Science Reviews*, **67**, 219–265.
- [12] BERESI, M.S., CABALERI, N.G., LÖSER, H., and ARMELLA, C., 2016, Coral patch reef system and associated facies from southwestern Gondwana: paleoenvironmental evolution of the Oxfordian shallow-marine carbonate platform at Portada Covunco, Neuquén Basin, Argentina: *Facies*, **63**, 1–22.
- [13] BOVER-ARNAL, T., FERRANDEZ-CANADELL, C., AGUIRRE, J., ESTEBAN, M., FERNANDEZ-CARMONA, J., ALBERT-VILLANUEVA, E. and SALAS, R., 2017, Late Chattian platform carbonates with benthic foraminifera and coralline algae from the SE Iberian plate: *Palaios*, **32**, 61–82.
- [14] BRANDANO, M. and CORDA, L., 2002, Nutrients, sea level and tectonics: constraints for the facies architecture of a Miocene carbonate ramp in central Italy: *Terra Nova*, **14(4)**, 257-262.
- [15] BRANDANO, M., MORSILLI, M., VANNUCCI, G., PARENTE, M., BOSELLINI, F. and MATEU-VICENS, G. 2010, Rhodolith-rich lithofacies of the Porto Badisco Calcarenes (upper Chattian, Salento, southern Italy): *Italy Journal Geoscience*, **129(1)**, 119-131.
- [16] BRANDANO, M., CORNACCHIA, I., RAFFI, I. and TOMASSETTI, L., 2016, The Oligocene–Miocene stratigraphic evolution of the Majella carbonate platform (Central Apennines, Italy): *Sedimentary Geology*, **333**, 1–14.
- [17] CORDA, L., and BRANDANO, M., 2003, Aphotic zone carbonate production on a Miocene ramp, Central Apennines, Italy: *Sedimentary Geology*, **161**, 55-70.
- [18] DUNHAM, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In, Ham, W.E. eds., *Classification of carbonate rocks: A symposium, American Association Petroleum Geologist*, 108–121.
- [19] EMBRY, A. F. and KLOVAN, J. E., 1972, Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest territories: *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, **19**, 730–781.
- [20] EMERY, D. and MYERS, K., 1996, Sequence stratigraphy: *BP Exploration, Stockley Park, London*, 297.
- [21] FLÜGEL, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application: *Springer-Verlag, Berlin*, 976.
- [22] FURRER, M.A. and SODER, P.A., 1955, The oligo-Miocene marine formation in the Qom region (central Iran): In *Proceedings of the 4th World Petroleum Congress, Rome, Section I/A/5*, 267-277.
- [23] GREENSTEIN, B.J. and PANDOLFI, J.M., 2003, Taphonomic alteration of reef corals: Effects of reef environment and coral growth form II: The Florida Keys: *Palaios*, **18**, 495–509.

- [24] HANDFORD, C.R. and LOUCKS, R.G., 1993, Carbonate depositional sequences and systems tracts-responses of carbonate platforms to relative sea level changes, in Loucks, R.G., and Sarg, J.F. (eds.), Carbonate sequence stratigraphy – Recent developments and applications: *AAPG Memoir*, **57**, 3–41.
- [25] HEYDARI, E., 2008, Tectonics versus eustatic control on supersequences of the Zagros Mountains of Iran: *Tectonophysics*, **451(1-4)**, 56-70.
- [26] HORTON, B.K., HASSANZADEH, J., STOCKLIN, D.F., AXEN, G.J., GILLIS, R.J., GUEST, B., AMINI, A., FAKHARI, M.D., ZAMANZADEH, S.M. and GROVE, M., 2008, Detrital zircon provenance of Neoproterozoic to Cenozoic deposits in Iran: Implications for chronostratigraphy and collisional tectonics: *Tectonophysics*, **451(1-4)**, 97-122.
- [27] LOFTUS, W.K., 1855, On the geology of portions of the Turko-Persian frontier, and of the districts adjoining: *Quarterly Journal of the Geological Society*, **11(1-2)**, 247-344.
- [28] MOHAMMADI, E., SAFARI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., VAZIRI, M.R., and GHAEDI, M., 2011, Microfacies analysis and paleoenvironmental interpretation of the Qom Formation, South of the Kashan, Central Iran: *Carbonates Evaporites*, **26**, 255–271.
- [29] MOHAMMADI, E., HASANZADEH-DASTGERDI, M., SAFARI, A. and VAZIRI-MOGHADDAM, H., 2018, Microfacies and depositional environments of the Qom Formation in Barzok area, SW Kashan, Iran: *Carbonates and Evaporites*, 1-14.
- [30] MOSSADEGH, Z. K., HAIG, D. W., ALLAN, T., HDABI, M. H. and SADEGHI, A., 2009, Salinity changes during late Oligocene to early Miocene Asmari Formation deposition, Zagros Mountains. Iran: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **272**, 17–36.
- [31] NEBELSICK, J.H., BASSI, D. and RASSER, M.W., 2011, Microtaphofacies: Exploring the Potential for Taphonomic Analysis in Carbonates, In: ALLISON, P.A., and BOTTJER, D.J. (Eds.), Taphonomy Aims and Scope Topics in Geobiology Book Series, 32: *Springer, Dordrecht*, 337–373.
- [32] PERRY, C.T., 2005, Structure and development of detrital reef deposits in turbid nearshore environments, Inhaca Island, Mozambique: *Marine Geology*, **214(1-3)**, 143-161.
- [33] POMAR, L., MATEU-VICENS, G., MORSILLI, M. and BRANDANO, M., 2014, Carbonate ramp evolution during the late Oligocene (Chattian), Salento Peninsula, southern Italy: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **404**, 109-132.
- [34] POMAR, L., ESTEBAN, M., MARTINEZ, W., ESPINO, D., DE OTT, V.C., BENKOVICS, L. and LEYVA, T.C., 2015, Oligocene–Miocene carbonates of the Perla Field, Offshore Venezuela: Depositional model and facies architecture, In BARTOLINI, C., and MANN, P. (Eds.) Petroleum geology and potential of the Colombian Caribbean margin: *AAPG Mermior, The American Association of Petroleum Geologist*, 647–674.
- [35] POMAR, L., BACETA, J.I., HALLOCK, P., MATEU-VICENS, G. and BASSO, D., 2017, Reef building and carbonate production modes in the west-central Tethys during the Cenozoic: *Marine and Petroleum Geology*, **83**, 261–304.



- [36] REUTER, M., PILLER, W.E., HARZHAUSER, M., MANDIC, O., BERNING, B., RÖGL, F., KROH, A., AUBRY, M.P., WIELANDT-SCHUSTER, U. and HAMEDANI, A., 2009, 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*, **98(3)**, 627-650.
- [37] RIEGL, B., POIRIEZ, A., JANSON, X. and BERGMAN, K.L., 2010, The gulf: facies belts, physical, chemical, and biological parameters of sedimentation on a carbonate ramp, In WESTPHAL, H., REIGL, B., and EBERLI, G.P. (Eds.), Carbonate Depositional Systems: Assessing Dimensions and Controlling Parameters: *Springer*, **1**, 145–213.
- [38] ROMERO, J., CAUS, E., and ROSELL, J., 2002, A model for the palaeoenvironmental distribution of larger foraminifera based on late Middle Eocene deposits on the margin of the South Pyrenean basin (NE Spain): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **179**, 43–56.
- [39] SEYRAFIAN, A. and TORABY, H., 2005, Petrofacies and sequence stratigraphy of the Qom Formation (Late Oligocene-Early Miocene?), north of Nain, southern trend of central Iranian Basin: *Carbonates and evaporites*, **20(1)**, 82.
- [40] SILVESTRI, G., BOSELLINI, F.R. and NEBELSICK, J.H., 2011, Microtaphofacies analysis of lower Oligocene turbid-water coral assemblages: *Palaios*, **26**, 805–820.
- [41] TAHERI A., VAZIRI-MOGHADDAM H. and SEYRAFIAN A., 2008, Relationships between foraminiferal assemblages and depositional sequences in Jahrum Formation, Ardal area (Zagros Basin, SW Iran), *Historical Biology*, **20(3)**, 191-201.
- [42] TOMASSETTI, L., BENEDETTI, A., and BRANDANO, M. 2016, Middle Eocene seagrass facies from Apennine carbonate platforms (Italy): *Sedimentary Geology*, **335**, 136–149.
- [43] XU, G.S., MA, R.L. and ZHANG, C.J., 2008, Qom group microfacies and Reservoir characteristics of Garmsar block in Iran Basin [J]: *Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration*, **6**, 5.

## Reconstruction of sedimentary environment, and depositional sequences based on microfacies of the Qom Formation in the Kahak area (Southwest of Qom city)

M. Mahyad, A. Safari, H. Vaziri-Moghaddam, A. Seyrafian

\*safari@sci.ui.ac.ir

Received: July 2018, Accepted: December 2018

### Abstract

In this study, sedimentary environment and depositional sequences were reconstructed based on distribution of microfacies in the sequence belong to the Qom Formation in the Kahak area. The formation was formed alternation of shale and limestone. The boundary between the Qom Formation and the volcanic rocks is unconformable. In addition, the Upper Red Formation in the Kahak area unconformably overlies the Qom Formation. In the study area, 6 microfacies, and 1 terrigenous facies (shale) for the Qom Formation were identified by study of these rock samples. The Qom Formation was deposited in an open-shelf carbonate platform in the study area. This platform can be divided into two environments that the environments consist of the inner shelf (restricted lagoon and semi-restricted lagoon) and middle shelf. Finally, two third-order sequences were identified based on distribution of microfacies in the Kahak area.

**Keywords:** Microfacies, Depositional sequences, Qom Formation, Kahak area.