



## بررسی ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند قم در ناحیه جزه (جنوب کاشان)

ابراهیم محمدی<sup>۱\*</sup>، امرالله صفری<sup>۲</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۲</sup>، محمد محمدی منفرد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان، ایران

۳- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

\*پست الکترونیک: emohammadi02@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۸

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۹

### چکیده

رسوبات سازند قم در ناحیه جزه، جنوب کاشان به سن روپلین - شاتین - ۲۹۹ متر ضخامت شامل سنگ آهکهای متوسط تا ضخیم لایه و توده‌ای، شیل و مارن بوده که با ناپیوستگی آذرین‌پی بر روی سنگهای ولکانیکی ائوسن قرار گرفته و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده‌اند. با برداشت ۲۳۰ نمونه از این برش، مطالعه و بررسی بافت‌های رسوبی، پتروگرافی و مطالعه فونای موجود، ۱۰ ریز رخساره متعلق به دو زیرمحیط رسوبی دریای باز و لاگون شناسایی گردید. بر اساس تجزیه و تحلیل ریز رخساره‌ها و مشاهدات صحرایی، سازند قم در ناحیه مورد مطالعه در یک فلات باز نهشته شده است.

**واژه‌های کلیدی:** سازند قم، ریز رخساره، پلاتفرم کربناته، الیگوسن.

### مقدمه

پیش‌روی دریای قم در الیگوسن پیشین به زیر آب رفته است در حالی که در حوضه پس کمان، محیط دریایی تا ابتدای الیگوسن پسین وجود نداشته است. سپس شرایط نرمال دریایی در هر دو حوضه در سراسر الیگوسن پسین حاکم شده است. در حوضه پیش کمان اصفهان - سیرجان این شرایط در طول آکیتانین و بوردیگالین پیشین تداوم داشته در حالی که در حوضه پس کمان قم در میوسن پیشین در نتیجه یک رژیم تکنونیک فشارشی، ارتباط آن با اقیانوسهای باز قطع شده و بین آبهای محصور در خشکی و دریای باز، تبادل صورت نمی‌گرفته است. در آکیتانین، در حوضه قم

سازند قم از توالی ضخیمی از مارنهای دریایی، سنگهای کربناته، ژئوپس و سیلیسی - آواری تشکیل شده است و رسوب‌گذاری آن در حوضه‌های قم و اصفهان - سیرجان در ایران مرکزی صورت گرفته است (روتنر و همکاران، ۲۰۰۷). این حوضه‌ها توسط یک سیستم کمان آتشفشانی که در زمان ائوسن تشکیل شده، از هم جدا شده‌اند (اشتوکلین و ستوده‌نیا، ۱۹۷۱). در هر دو حوضه رسوب‌گذاری دریایی سازند قم در الیگوسن آغاز شده و تا میوسن پیشین تداوم داشته است. در ابتدا، حوضه پیش کمان با

که در ائوسن پسین آغاز شده و در نزدیکی مرز ائوسن - الیگوسن به اوج خود رسیده بود، روند گرم شدگی در الیگوسن پسین آغاز گردید و تا میوسن میانی تداوم یافت.

به عقیده رحیم زاده (۱۳۷۳)، احتمالاً ناپدید شدن دریای قم نتیجه اُفت جهانی سطح آب دریاها، عملکرد حرکات کوهزایی و یا تأثیر همزمان هر دو بوده است. همچنین بنا به نوشته ریوتر و همکاران (۲۰۰۷)، بسته شدن راه دریایی تیس و قطع ارتباط حوضه قم با آبهای آزاد هند و آرام پیشین (Proto-Indpacific) در بوردیگالین پیشین در اثر برخورد پلیت آفریقایی - عربی با پلیت اوراسیا صورت گرفته است.

به دلیل تغییرات رخساره‌ای زیاد این سازند و نهشته شدن آن در حوضه‌های بین کوهستانی، نمی‌توان یک مدل رسوبی را در همه جای ایران مرکزی برای این سازند در نظر گرفت. مطالعات انجام شده بر روی سازند قم نیز مؤید این واقعیت است به طوری که قدسی و لاسمی (۱۳۷۶) در جنوب شرق دماوند و مورده کوه فلاتی شیب‌دار، فیض‌نیا و مصفی (۱۳۷۷) در جنوب سمنان محیط دریایی کم ژرفا (Epicontinental)، اخروی و امینی (۱۹۹۸) در ناحیه قم پلاتفرم کربناته از نوع رمپ، نائیجی (۱۳۷۹) در شمال ایوانکی در شرق تهران پلاتفرم کربناته از نوع رمپ، مومن زاده (۱۳۸۲) در جنوب شرق کاشان پلاتفرم کربناته از نوع فلات باز، وزیری مقدم و ترابی (۲۰۰۴) در غرب اردستان پلاتفرم کربناته از نوع فلات باز، دانشیان و درخشانی (۱۳۸۵) در جنوب گرمسار فلات (shelf)، صیرفیان و همکاران (۱۳۸۵) در کوه چرخه در منطقه نظنز یک رمپ و بالاخره صدیقی (۱۳۸۷) در جنوب شرقی قم یک فلات باز و در تاق‌دیس نواب در جنوب شرقی کاشان یک رمپ هم‌کلینال با شیب ملایم، برای رسوب‌گذاری

شرایط دریایی محصور حاکم شده و خروج آن از آب به صورت پراکنده و متناوب همراه با ته‌نشست رسوبات تبخیری ثابت شده است (روتتر و همکاران، ۲۰۰۷).

تغییر رخساره در سازند قم بسیار زیاد است و به همین دلیل تاکنون برش الگویی برای آن معرفی نشده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). بررسی رخساره‌ها و محیط رسوبی سازند قم نشان می‌دهد که این سازند در سیستم‌های رسوبی گوناگونی نهشته شده است. به طور کلی رخساره‌های سازند قم را می‌توان در چهار دسته رخساره رودخانه‌ای - دلتایی، رخساره سکوی کربناتی - تبخیری، رخساره سرایشی حاشیه سکوی کربناتی و رخساره منطقه عمیق تقسیم نمود (رحیم زاده، ۱۳۷۳).

ته‌نشست‌های سازند قم نشانگر آخرین پیش‌روی دریا در ایران مرکزی است. این نهشته‌های دریایی در مکان‌های متفاوت ضخامت مختلفی دارند به طوری که آقانباتی (۱۳۸۳) ضخامت آن را در بین سازندهای قرمز پایینی و بالایی در منطقه ده‌اج - انار ۱۰ تا ۱۵ متر و وحدتی دانشمند (۱۳۵۴) بیشترین ضخامت سازند قم را از منطقه دخان در غرب ساوه، ۳۶۱۳ متر گزارش نموده‌اند.

بربریان (۱۹۸۳) زایش حوضه رسوبی سازند قم را ناشی از فرورانش پوسته اقیانوسی تیس جوان به زیر ایران مرکزی می‌داند که با بازشدگی پشت‌کمانی و نهشت رسوبات دریایی سازند قم و فرآیندهای آتشفشانی آلکان، همراه بوده است، ولی در مورد چگونگی زایش حوضه پیش‌کمان سخنی به میان نیاورده است.

بالا آمدن سطح دریاها در اثر گرم شدن جهانی الیگوسن پسین و تداوم آن تا میوسن میانی می‌تواند یکی دیگر از دلایل تشکیل نهشته‌های دریایی سازند قم باشد، چون به باور هارزاورس و همکاران (۲۰۰۷)، پس از کاهش تدریجی دما

خشک شدن نمونه‌ها، روزن‌داران آن جدا و بررسی گردید. در نهایت با استفاده از نتایج حاصل از بررسی ریز رخساره‌ها، نمودار پراکنندگی عمودی ریزرخساره‌ها همراه با مدل رسوبی سازند قم در ناحیه مورد مطالعه ترسیم گردید.

### بحث

سازند قم در منطقه مورد بررسی با مختصات جغرافیایی  $33^{\circ} 51' 21''$  عرض شمالی و  $51^{\circ} 24' 20''$  طول شرقی در ۱۷ کیلومتری جنوب کاشان (شرق روستای جزه) واقع شده است (شکل ۱). براساس مطالعات ریوتر و همکاران (۲۰۰۷)، برش مورد مطالعه در حوضه پس کمان قم واقع شده است. رخنمونهای سازند قم در ناحیه مورد مطالعه با روند شمال باختری - جنوب خاوری ۲۹۹ متر ضخامت داشته و شامل سنگ آهکهای متوسط لایه، ضخیم لایه و توده‌ای، شیل و مارن است. این سازند در برش مورد مطالعه با ناپوستگی آذرین پی بر روی سنگهای ولکانیک ائوسن قرار دارد و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده است.

بر اساس بررسی بافتهای رسوبی، پتروگرافی و فونای موجود، ۱۰ ریزرخساره (A تا J) شناسایی گردید که به ترتیب از عمیق به سمت کم عمق عبارتند از:

#### ریزرخساره A (مارن)

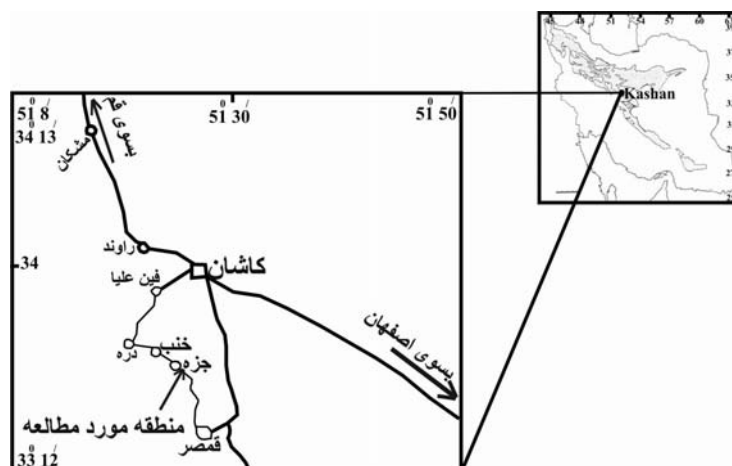
رخساره مارنی A در قسمت میانی و انتهایی توالی مورد مطالعه به رنگ زرد تا زرد مایل به سبز و سبز روشن تا سبز تیره و در تناوب با ریزرخساره B (متعلق به دریای باز) دیده می‌شود (شکل ۳). نمونه‌های ایزوله به دست آمده از این رخساره شامل گلوئیژرینا، سناسارینا، لنتی کولینا، سیسیسیدس، آمفیسترینا و الفیدیوم است.

نهشته‌های این سازند تشخیص داده‌اند. همچنین ریوتر و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه چینه نگاری زیستی و چینه نگاری سکانشی سازند قم در دو برش از حوضه پیش کمان و دو برش از حوضه پس کمان و هم ارزی (تطابق) آنها، پلاتفرم کربناته از نوع رمپ برای ته نشست سازند قم در نظر گرفته‌اند.

از آن جا که قدیمی‌ترین عضو سازند قم (عضو بی‌نام) از ناحیه کاشان گزارش شده است، هدف اصلی این پژوهش تشخیص و تفکیک ریزرخساره‌های موجود و بازسازی محیط رسوب گذاری سازند قم در این ناحیه است.

### روش مطالعه

در این تحقیق، پس از مطالعات صحرایی و با استفاده از نقشه زمین شناسی چهارگوش کاشان (رادفر، ۱۹۹۳)، یک برش چینه شناسی در ناحیه جزه واقع در جنوب کاشان انتخاب شد و از آن ۲۳۰ نمونه به طور سیستماتیک، براساس تغییرات رخساره‌ای و بافتی برداشت گردید. از نمونه‌های سخت مقاطع نازک تهیه شد. مقاطع نازک تهیه شده از این نمونه‌ها مورد بررسی دقیق سنگ شناسی قرار گرفته و اجزای آن شناسایی و تفکیک گردید. در نهایت سنگهای آهکی به روشهای دانهام (۱۹۶۲) و امبری و کلاون (۱۹۷۲) نام گذاری شدند. برای آزاد سازی سنگواره‌ها از نمونه‌های نرمتر (شیلی و مارنی) از روش انجماد استفاده گردید. در این روش بعد از افزودن آب و آب اکسیژنه، انجماد و انبساط مکرر نمونه‌ها تا خرد شدن کامل نمونه‌ها و آزاد سازی کامل سنگواره‌ها تکرار شد. سپس مجموعه رسوبات به دست آمده با عمل غربال کردن و شست و شوی همزمان، تا حد ممکن تمیز و دانه بندی شدند و نمونه‌های جمع آوری شده بر روی الکهای ۲۵۰ و ۶۳ میکرون جمع آوری شد. پس از



شکل ۱: سمت راست: موقعیت کاشان و حدود تقریبی دریایی که سازند قم در آن نهشته شده است (درویش زاده، ۱۳۸۲). سمت چپ: راههای دسترسی به ناحیه مورد مطالعه (با اصلاحات از موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۸۴).

قابل تشخیص است. فراوانی آنها در سنگ به حدی است که گاهی کل سنگ از آنها تشکیل شده است (شکل ۴). در مقاطع نازک نیز فراوانی فسیلها به حدی است که اکثر دانهها به هم چسبیده و فقط فضاها باقی مانده بین آنها توسط گل کربناته پر شده است.

**تفسیر:** حضور گسترده لپیدوسیکلیناهای کشیده که اغلب سالم و بدون شکستگی هستند، شوری نرمال اقیانوسی و قسمتهای پایینی زون نوری و محیطی آرام و بدون تأثیر امواج را نشان می دهد (هوتینگر، ۱۹۹۷؛ پومار، ۲۰۰۱؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۲). حضور روزن داران پهن و بزرگ نظیر لپیدوسیکلیندها و نومولیتیدهها، تشکیل این ریزرخساره را در قسمت پایین زون نوری نشان می دهد (هوتینگر، ۱۹۸۳). روزن داران بزرگ و کشیده عهد حاضر به دلیل حضور همزیست جلبکی به بخشهای عمیقتر زون نوردار محدود می شوند (کاسویک و همکاران، ۲۰۰۴). روزن داران بزرگ مانند هتروسترینا و آمفستزینا در محیطهای گرم و عمقهای وسیعی از ۴۰ تا ۷۰ متری زیست می کنند (هالوک و گلین، ۱۹۸۶). بنابراین ریزرخساره B در

**تفسیر:** تناوب این رخساره با رخسارههای دریای باز (ریزرخساره B) و وجود روزن داران پلاژیک (گلوپیژرینا) و بنتیک (مانند سناسارینا، لنتی کولینا، سیسیسیدس، آمفستزینا و الفیدیوم) در آن حاکی از تشکیل این رخساره در قسمتهای نسبتاً عمیق دریای باز (قسمت داخلی فلات خارجی) است. رخساره مشابهی را صدیقی (۱۳۸۷) از سازند قم در برش تاقدیس نواب معرفی کرده است.

#### ریزرخساره B - پکستون - رودستون حاوی روزن داران با دیواره منفذدار (شکل ۲-۱)

دانههای اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره شامل روزن داران با دیواره منفذدار مانند لپیدوسیکلیناهای کشیده، نومولیتیدههای درشت (اوپر کولینا و هتروسترینا)، نئوروتالیا و آمفستزینا است که اغلب سالم و بدون شکستگی می باشند. بریوزوتر، خردههای اکیئوئید، دوکفه ای و جلبک نیز به صورت پراکنده حضور دارند. اندازه فسیلها گاهی تا چند سانتی متر می رسد به طوری که در مشاهدات صحرائی با چشم غیر مسلح قابل رؤیت و حتی حجرات لپیدوسیکلیناها

لیگوفوتیک را نشان می‌دهد (براندانو و کوردا، ۲۰۰۲). بنا به موارد ذکر شده در بالا، این رخساره در بخش بالای شیب قاره و زون لیگوفوتیک و عمق کمتری نسبت به رخساره قبلی نهشته شده است.

#### ریزرخساره (D) پکستون-رودستون مرجان و کورالیناسه آدار، حاوی بیوکلاست (شکل ۲-۳)

عناصر اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره شامل قطعات مرجان و کورالیناسه آ است که غالباً حالت نسبتاً زاویه‌دار تا کمی گرد شده را نشان می‌دهند و به مقدار کمتری نیز دارای بریوزوئر، خرده‌های دوکفه‌ای و اکتینوئید هستند.

**تفسیر:** تجمع خرده‌های مرجان و بیوکلاستهای دیگر نظیر کورالیناسه آ نشان دهنده نور کافی و انرژی نسبتاً زیاد محیط است (ویلسون، ۱۹۷۵). فراوانی جلبک قرمز، موقعیت جلوی ریف، فلاتها و پشته‌های نواحی گرمسیری را نشان می‌دهد (پومار، ۲۰۰۱؛ اخروی و امینی، ۱۹۹۸). گردشگی محدود دانه‌ها بیانگر جابه‌جایی محدود آنهاست. بنابراین رخساره مذکور در بخش بالایی سرایشب کربناته با نور کافی، انرژی نسبتاً زیاد و در اثر تجمع خرده‌های مشتق شده از ریفهای کومه‌ای موجود در محیطهای با گردش محدود آب (لاگون) تشکیل شده است. رخساره مشابهی را امیرشاه کرمی و همکاران (۲۰۰۷) از سازند آسماری در برش چمن بلبل معرفی کرده‌اند و محیط رسوب‌گذاری آن را به دلیل وجود قطعات مشتق شده از ریف کومه‌ای به ویژه مرجان و جلبکهای قرمز، به بخش بالایی سرایشب کربناته نسبت داده‌اند.

#### ریزرخساره (E) پکستون دارای روزن‌داران با دیواره منفذدار و بدون منفذ و کورالیناسه آ (شکل ۲-۴)

دانه‌های اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره شامل روزن‌داران با دیواره هیالین (مانند نومولیتیده، آمفیسترینا،

یک محیط دریای باز با انرژی پایین تا متوسط ته نشین شده است (رومرو و همکاران، ۲۰۰۲). فراوانی فونای اسکلتی دریای باز شامل لپیدوسیکلیندها و نومولیتیده‌های پهن و بزرگ و کشیده نیز مؤید این نکته است.

#### ریزرخساره (C) پکستون - رودستون دارای روزن‌داران با دیواره منفذدار، بریوزوئر و کورالیناسه آ (شکل ۲-۲)

دانه‌های اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره، روزن‌داران با دیواره منفذدار (لپیدوسیکلینا، نومولیتیده، نئوروتالیا و آمفیسترینا)، بریوزوئر و کورالیناسه آ را شامل می‌شود. در مقایسه با رخساره B، اندازه لپیدوسیکلیناها و نومولیتیده‌ها در این رخساره کوچکتر و متورم‌تر است. خرده‌های دوکفه‌ای، اکتینوئید و مرجان عناصر فرعی این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند. مشاهدات صحرایی نیز بیانگر آن است که لپیدوسیکلیناها بر روی سنگهای مربوط به این ریزرخساره با چشم غیر مسلح قابل تشخیص است ولی فراوانی آنها کمتر و اندازه آنها نیز کوچکتر از لپیدوسیکلیناهای ریزرخساره B می‌باشد.

**تفسیر:** جلبک قرمز کورالیناسه آ با وجود وابسته بودن به نور می‌تواند در شرایط لیگوفوتیک نیز زندگی کند و در آبهای با نفوذ کم نور نیز به فراوانی دیده می‌شود (هالفار و موتی، ۲۰۰۵). موجودات هتروتروف مانند بریوزو آ مستقل از نور و عمق آب هستند و بنابراین می‌توانند در اعماق بیشتر و شرایط کم انرژی تر زندگی کنند (پومار، ۲۰۰۱). فراوانی کورالیناسه آ و روزن‌داران بزرگ (هتروسترینا، اوپرکولینا و آمفیسترینا) در این ریزرخساره نشان دهنده فلات میانی و شرایط لیگوفوتیک است (براندانو و کوردا، ۲۰۰۲؛ امیرشاه کرمی و همکاران، ۲۰۰۷a و b). حضور نئوروتالیا و لپیدوسیکلیناهای متورم، بخش بالای شیب قاره و زون

### ریزرخساره G) وکستون - پکستون دارای روزن‌داران با دیواره بدون منفذ و کورالیناسه آ حاوی بیوکلاست (شکل ۲-۶)

عناصر اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره شامل روزن‌داران با دیواره پورسلانوز (میلیولیدا و آلونولینید) و کورالیناسه آ است. دندریتینا، پنروپلیس، تکستولاریا، استراکود، خرده دوکفه‌ای و گاستروپود نیز به نسبت کمتری حضور دارند.

**تفسیر:** حضور فراوان روزن‌داران با دیواره پورسلانوز (میلیولیدا و آلونولینیدا)، محیطهای با گردش بسیار محدود آب و نسبتاً هیپرسالین را نشان می‌دهد (گیل، ۲۰۰۰). حضور فراوان میلیولید بیانگر محیطهای خیلی کم عمق کم شور تا فوق شور با آشفتگی کم و گل فراوان است (وزیری مقدم و ترابی، ۲۰۰۴). بنابراین این ریزرخساره در محیطهای با گردش بسیار محدود آب، شوری بالا و گل فراوان نهشته شده است. اخروی و امینی (۱۹۹۸) ریزرخساره مشابهی را از محیط لاگون فلات در رسوبات میوسن حوضه ایران مرکزی گزارش نموده‌اند.

### ریزرخساره H) رخساره شیلی

رخساره شیلی H در پایین توالی مورد مطالعه دیده می‌شود. رنگ آن در قسمت‌های پایینی قرمز تا قرمز تیره و به سمت بالا به رنگ خاکستری تیره تا سبز تغییر می‌کند. این رخساره در تناوب با ریزرخساره‌های لاگونی (G, I و J) است (شکل ۳). نمونه‌های ایزوله به دست آمده از این ریزرخساره شامل استراکود و میلیولید است.

**تفسیر:** تناوب این رخساره با رخساره‌های لاگونی و وجود میلیولید همراه با استراکود، تشکیل آن را در محیطی با گردش محدود آب (لاگونهای محصور شده) نشان می‌دهد.

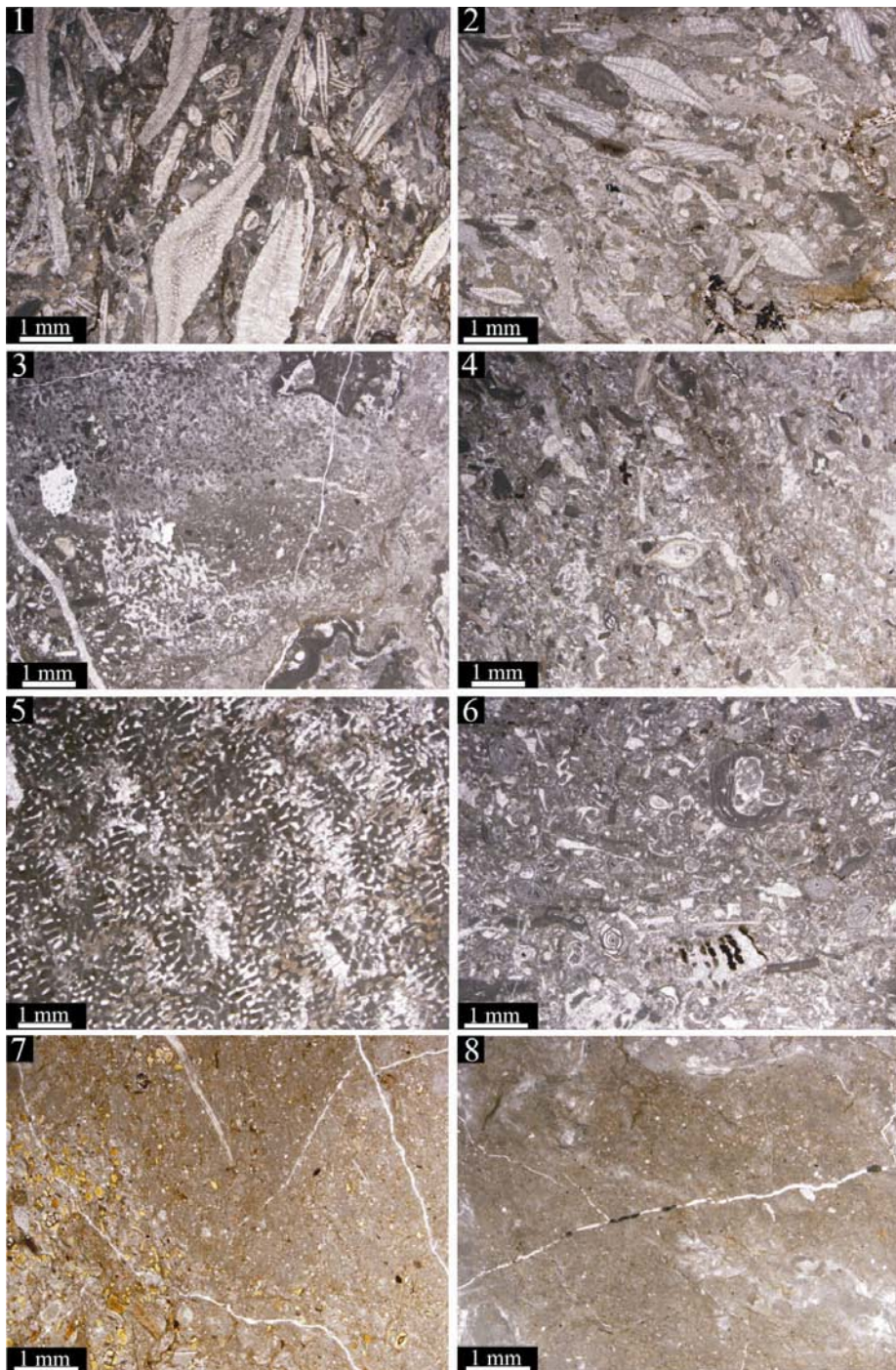
لیدوسیکلینا و نئوروتالیا) کوتاه و متورم، روزن‌داران با دیواره پورسلانوز (مانند میلیولید و آلونولینید) و کورالیناسه آ است و خرده دوکفه‌ای، اکینوئید، بریوزوئر و مرجان نیز به صورت پراکنده حضور دارند.

**تفسیر:** روزن‌داران با دیواره هیالین آبهای با شوری نرمال دریایی را برای زندگی ترجیح می‌دهند ولی روزن‌داران با دیواره پورسلانوز معمولاً در آبهای کم عمق با گردش محدود و شوری بالا زندگی می‌کنند. حضور روزن‌داران بتیک منفذدار و بدون منفذ در این ریزرخساره در کنار یکدیگر بیانگر رسوب‌گذاری آن در لاگون فلات (محیطهای کم عمق و نیمه محصور فلات) است (گیل، ۲۰۰۰؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۲؛ وزیری مقدم و همکاران، ۲۰۰۶؛ امیرشاه کرمی و همکاران، ۲۰۰۷a و b).

### ریزرخساره F) کورال باندستون (شکل ۲-۵)

عناصر اصلی تشکیل دهنده این رخساره شامل مرجانهای سالم و پیوسته است.

**تفسیر:** بر اساس ریزرخساره‌های استاندارد ارائه شده توسط ویلسون (۱۹۷۵) و فلوگل (۲۰۰۴)، این ریزرخساره متعلق به ریف است ولی به دلیل تناوب این ریزرخساره با ریزرخساره‌های محیط با گردش محدود آب (لاگون) و همچنین با توجه به مشاهدات صحرایی (ناپیوسته بودن و قابل تعقیب نبودن آن در مسافتهای طولانی)، ریفهای مذکور تکه‌ای (Patch reef) بوده و برخلاف رخساره ریف که در کمر بند ۵ ویلسون (۱۹۷۵) تشکیل می‌شود، محیط تشکیل این ریزرخساره محیطی با گردش محدود آب (لاگونی) است (شکل ۴).



شکل ۲: پلیت ریزرخساره‌ها (PPL): ۱- ریزرخساره B: پکستون - رودستون حاوی روزن‌داران با دیواره منفذدار؛ ۲- ریزرخساره C: پکستون - رودستون دارای روزن‌داران با دیواره منفذدار، بریوزوئر و کورالیناسه‌آ؛ ۳- ریزرخساره D: پکستون - رودستون مرجان و کورالیناسه‌آدار، حاوی بایوکلاست؛ ۴- ریزرخساره E: پکستون دارای روزن‌داران با دیواره منفذدار و بدون منفذ و کورالیناسه‌آ؛ ۵- ریزرخساره F: کورال باندستون؛ ۶- ریزرخساره G: وکستون - پکستون دارای روزن‌داران با دیواره بدون منفذ و کورالیناسه‌آ حاوی بایوکلاست؛ ۷- ریزرخساره I: وکستون کوارتزار؛ ۸- ریزرخساره L: مادستون کوارتزار (کوارتز آن کمتر از ۱۰٪ است).







شکل ۴: سمت راست، محل برداشت نمونه ۱۵۵ از سنگ آهکهای متوسط لایه مربوط به ریزرخساره B، فراوانی لپیدوسیکیلیندهای کشیده در سنگ به حدی زیاد است که تقریباً کل سنگ را تشکیل می‌دهند. سمت چپ، نمونه‌ای از مرجانهای مربوط به ریف کومه‌ای را نشان می‌دهد.

دانه‌های اسکلتی کربناته و غیر کربناته بسیار کمیابند و فاقد ساختارهای رسوبی است.

**تفسیر:** بافت سنگ، حضور پراکنده دانه‌های کوارتز، نبود فسیل، نبود شواهد خروج از آب و همچنین موقعیت آن در توالی (در تناوب بودن با ریزرخساره‌های H و I)، نشانگر نهشته شدن این ریزرخساره در قسمت‌های کم عمق و به سمت ساحل لاگون است (ویلسون و اوانز، ۲۰۰۲) (شکل ۳).

### مدل رسوبی

ریزرخساره‌های معرفی شده در برش مورد مطالعه همراه با اجتماع و پراکندگی روزن‌داران با دیواره آهکی منفذدار و بدون منفذ، عوامل کلیدی در تفسیر شرایط محیط دیرین و ارائه مدل رسوبی در نهشته‌های مورد بررسی هستند.

نبود سد و ساختهای طوفانی نهشته شدن این رسوبات را در یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ غیرممکن می‌سازد. عدم حضور رسوبات گراویده‌ای (توربیدایتها و ریزشها)، ریفهای واقعی و پیوسته، سد و ساختهای طوفانی سبب شد که مدل رسوبی سازند قم در ناحیه جزه (جنوب کاشان) یک فلات باز در نظر گرفته شود (شکل ۵). براساس ریزرخساره‌های

### ریزرخساره I و کستون کوارتزار (شکل ۲-۷)

زمینه این ریزرخساره را گل کربناته تشکیل داده است. به صورت پراکنده دارای میلیولید، گاستروپود و خرده‌های دوکفه‌ای است. دانه‌های اسکلتی این ریزرخساره بیش از ۱۰٪ و در برخی از مقاطع تا ۲۵٪ کل مقطع را تشکیل می‌دهد. این دانه‌ها معمولاً با هم ارتباط ندارند و به صورت شناور داخل زمینه گلی دیده می‌شوند. دانه‌های کوارتز نیز کمتر از ۱۰٪ کل سنگ را تشکیل می‌دهند.

**تفسیر:** وجود میلیولید و گاستروپودهای پراکنده، خرده دوکفه‌ای و دانه‌های پراکنده کوارتز و همچنین نبود شواهد خروج از آب مانند ترک گلی و ساختمانهای چشم پرنده‌ای بیانگر نهشته شدن این ریزرخساره در بخشهای کم عمق و به سمت ساحل محیطهای با گردش محدود آب (لاگون) است (ویلسون و اوانز، ۲۰۰۲).

### ریزرخساره J، مادستون کوارتزار (شکل ۲-۸)

گل کربناته بیش از ۹۰ درصد و دانه‌های پراکنده کوارتز کمتر از ۱۰ درصد این ریزرخساره را تشکیل می‌دهد.

و ریزرخساره‌های C و D را به فلات میانی نزدیک (proximal middle shelf) نسبت داد (شکل ۵).

فلات داخلی ریزرخساره‌های E، F، G، H، I و J را شامل می‌شود. وجود لایه‌های رسوبی حاوی اجتماع دوگانه روزن‌داران هیالین و پورسلانوز با بافت پکستون (رخساره E)، شرایط رسوب‌گذاری در حاشیه پلاتفرم و در بخش انتهایی لاگون به سمت دریای باز (لاگون فلات) در رمپ داخلی را نشان می‌دهد (گیل، ۲۰۰۰؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۲؛ وزیری مقدم و همکاران، ۲۰۰۶). ضخامت و تکرار زیاد رخساره E در طول توالی بیانگر گذر تدریجی از آبهای با گردش آزاد دریای باز به آبهای با گردش محدود دریای بسته (لاگون) است (شکل ۳). همچنین ضخیم لایه تا توده‌ای بودن سنگ آهک‌های مربوط به این ریزرخساره بیانگر شرایط نوری و مغذی مساعد و در نتیجه بالا بودن سرعت رسوب‌گذاری است.

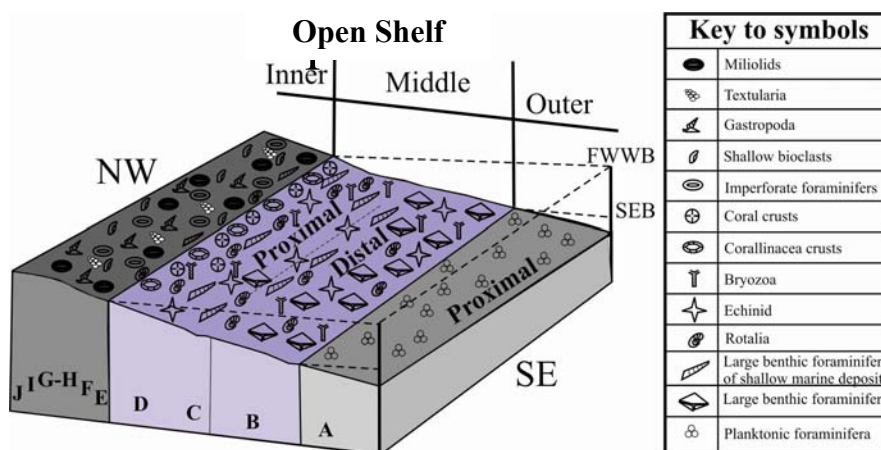
در بخشهای کم عمق تر رمپ داخلی ریزرخساره‌های H، G و I (دارای روزن‌داران پورسلانوز مانند آلوتولینیده، میلیولیده، دندرتینا، پنروپلیس و تکستولاریا) گسترش دارد که نشانگر بخش بالایی منطقه نورخیز و محیطهای نسبتاً هیپرسالین با گردش محدود آب است (گیل، ۲۰۰۰؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۲؛ امیرشاه کرمی و همکاران، ۲۰۰۷a و b). ریفهای تکه‌ای (ریزرخساره F) نیز در تناوب با ریزرخساره‌های E، G و H دیده می‌شوند (شکل ۳). ناپیوسته بودن این ریفها و قابل تعقیب نبودن آنها در مسافتهای طولانی در صحرا نشانگر این است که این ریفها واقعی نبوده بلکه از نوع ریفهای کومه‌ای بوده که به صورت پراکنده در تناوب با ریزرخساره‌های محیطهای نیمه محصور و محصور تشکیل شده است.

شناسایی شده و پراکندگی موجودات، این فلات باز به سه بخش خارجی نزدیک، میانی و داخلی تقسیم می‌شود. حضور روزن‌داران پلانکتون (گلوبیژرینا) که شاخص دریای باز و محیطهای آرام می‌باشند همراه با روزن‌داران بنتیک (مانند سناسارینا، لنتی کولینا، سیبیسیدس، آمفیستژینا و الفیدیوم) در رسوبات مارنی ریزرخساره A و تناوب آن با ریزرخساره B بیانگر نهشته شدن آن در فلات خارجی نزدیک است.

فلات میانی شامل ریزرخساره‌های B، C و D است و با رخساره‌های پکستون - رودستون بیوکلاستی همراه با اجتماع روزن‌داران بزرگ کفزی با دیواره هیالین مانند لپیدوسیکلینا، نومولیتیده (اوپر کولینا، نومولیتس، هتروستژینا)، نئوروتالیا و آمفیستژینا مشخص می‌گردد. این اجتماع زیستی دارای هم‌زیست نوری دیاتومه‌ای هستند و نشانگر شرایط نوری مزوفوتیک تا الیگوفوتیک است (هالوک و گلن، ۱۹۸۶؛ هوتینگر، ۱۹۹۷؛ گیل، ۲۰۰۰؛ پومار، ۲۰۰۱). حضور روزن‌داران بنتیک منفذدار بزرگ و کشیده با همزیست نوری نظیر لپیدوسیکلینا و اوپر کولینا، نشانگر عمیق تر شدن حوضه رسوبی و کم شدن انرژی محیط رسوبی به سمت محیط دریای باز می‌باشند (رومرو و همکاران، ۲۰۰۲). در قسمتهای کم عمق یا نزدیک فلات میانی (proximal middle shelf) روزن‌داران با دیواره هیالین، اندازه کوچک و دیواره ضخیم دارند در حالی که قسمتهای عمیق تر یا دورتر فلات میانی (distal middle shelf) با افزایش اندازه و پهن شدگی صدف روزن‌داران هیالین مشخص می‌گردند (هوتینگر، ۱۹۸۴؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به نتایج حاصل از بررسی و تفسیر ریزرخساره‌ها و نوع و ویژگیهای فونای موجود می‌توان ریزرخساره B را به فلات میانی دور (distal middle shelf)

همچنین موقعیت آن در توالی رسوبی بیانگر نهشته شدن آن در قسمت رو به ساحل محیط کم عمق، کم انرژی و با گردش محدود آب (لاگون بسته) است (ویلسون و اوانز، ۲۰۰۲؛ امیرشاه کرمی و همکاران، ۲۰۰۷a و b).

کم عمق ترین بخش رمپ داخلی شامل لایه‌های مادستون کوارتزار (ریزرخساره J) است که نبود هرگونه ساختمان رسوبی (مانند لامینه‌های مورب)، بیوکلاست، شواهد خروج از آب (مانند ترک گلی و ساختمانهای چشم پرنده‌ای) و



شکل ۵: مدل رسوبی پیشنهادی برای رسوبگذاری سازند قم در ناحیه جزه (جنوب کاشان)

۳- بر اساس تجزیه و تحلیل ریزرخساره‌ها، سازند قم در ناحیه جزه، در یک فلات باز نهشته شده است.  
 ۴- براساس ریزرخساره‌های شناسایی شده و پراکنندگی موجودات، فلات باز پیشنهاد شده برای رسوب گذاری سازند قم در ناحیه مورد مطالعه، به سه بخش خارجی نزدیک، میانی و داخلی تقسیم می‌شود.  
 ۵- ریزرخساره A در فلات خارجی نزدیک، ریزرخساره های B، C و D در فلات میانی و ریزرخساره های E، F، G، H و I در فلات داخلی نهشته شده‌اند.

## نتیجه گیری

۱- سازند قم در ناحیه مورد مطالعه با سن الیگوسن (روپلین - شاتین) و ۲۹۹ متر ضخامت شامل سنگ آهکهای متوسط تا ضخیم لایه و توده‌ای، شیل و مارن بوده که با ناپیوستگی آذرین پی روی سنگهای ولکانیکی ائوسن قرار گرفته و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده است.  
 ۲- براساس بافتهای رسوبی، بررسی پتروگرافی و فونای ناحیه مورد مطالعه ۱۰ ریزرخساره متعلق به دو زیر محیط دریای باز با گردش آزاد آب (A تا D) و محیط با گردش محدود آب (لاگون) (J تا F) شناسایی گردید.

## منابع

آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.  
 دانشیان، ج.، درخشانی، م.، ۱۳۸۵. محیط دیرینه سازند قم بر مبنای فرامینیفرها در برش قصر بهرام، دامنه‌های شمال غربی سیاه کوه، واقع در جنوب گرمسار. دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۹۱.

- درویش زاده، ع.، ۱۳۸۲. زمین شناسی ایران. انتشارات امیرکبیر، ۹۰۱ ص.
- رادفر، ج.، ۱۹۹۳. نقشه زمین شناسی چهار گوش کاشان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- رحیم زاده، ف.، ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران، الیگوسن، میوسن، پلیوسن. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۱۱ ص.
- صدیقی، م.، ۱۳۸۷. چینه نگاری زیستی و محیط رسوبی عضو C سازند قم در جنوب و جنوب شرق شهرستان قم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۹۹ ص.
- صیرفیان، ع.، ترابی، ح.، شجاعی، م.، ۱۳۸۵. میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند قم در منطقه نطنز (کوه چرخه). مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، ۲۳: ۱۴۸-۱۳۵.
- فیض نیا، س.، مصفی، ح.ر.، ۱۳۷۷. میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند قم در منطقه سمنان. علوم زمین، ۲۸-۲۷: ۶۴-۷۷.
- قدسی، ع.ث.، لاسمی، ی.، ۱۳۷۶. بررسی میکروبیواستراتیگرافی و محیط رسوبی سازند قم در مقاطع آجان (جنوب شرق دماوند) و مورده کوه (شمال شرق حوض سلطان). اولین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تهران، ص ۷۲-۷۴.
- موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۸۴. اطلس راههای ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰.
- مومن زاده، ا.، ۱۳۸۲. چینه شناسی سازند قم در جنوب شرقی کاشان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۲۷۰ ص.
- نائیجی، م.ر.، ۱۳۷۹. محیط رسوبی رسوبات مختلط کربناتی - اپی کلاستیک سازند قم در شرق تهران. چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تبریز، ص ۶۵۲.
- وحدتی دانشمند، ف.، ۱۳۵۴. بررسی زمین شناسی و سنگ شناسی ناحیه دخان، ۷۵ کیلومتری غرب ساوه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۹۵ ص.

- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H., & Taheri, A., 2007a. Paleoenvironmental model and sequence stratigraphy of The Asmari Formation in Southwest Iran. *Historical Biology*, 19: 173-183.
- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H., & Taheri, A., 2007b. Sedimentary facies and sequence stratigraphy of The Asmari Formation at the Chaman- Bolbol, Zagros Basin, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29: 947-959.
- Berberian, M., 1983. The southern Caspian; A compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20: 163-183.
- Brandano, M., & Corda, L., 2002. Nutrients, sea level and tectonics: constrains for the facies architecture of a Miocene carbonate ramp in central Italy. *Terra Nova*, 14: 257-262.
- Cosovic, V., Drobne, K., Moro, A., 2004. Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal Limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian Peninsula). *Facies*, 50: 61-75.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E., (ed.), *Classification of Carbonate Rocks, A symposium of American Association Petroleum Geologist*, 1: 108-121.
- Embry, A.F., & Klovan, E.J., 1972. Absolute water depth limits of the Devonian paleoecological zones. *Geol. Rundschau*, 61: 672-686.
- Flugle, E., 2004. *Microfacies of Carbonate Rocks (Analysis, Interpretation and Application)*. Springer, Berlin, 985 p.
- 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.
- Halfar, J., & Mutti, M., 2005. Global Dominance of coralline red-algal facies: A response to Miocene oceanographic- events. *Geology*, 33: 481-484.

- Hallock, P., & Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: A Tool for Paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 1: 55-64.
- Harzhauser, M., Kroh, A., Mandic, O., Piller, W.E., Gohlich, U., Reuter, M., & Berning, B., 2007. Biogeographic responses to geodynamics: A Key study all around the Oligo-Miocene Tethyan Seaway. *Zoologischer Anzeiger*, 246: 241-256.
- Hottinger, L., 1983. Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time. *Utrecht Micropaleont. Bull.*, 30: 239-253.
- Hottinger, L., 1997. Shallow benthic foraminiferal assemblage as signals for depth of their deposition and their limestones. *Society Geology France Bulletin*, 168: 491-505.
- Leuttenger, S., 1984. Symbiosis in benthic foraminifera: specificity and host adaptations. *J. Foram. Res.*, 14: 16-35.
- Okhravi, R., & Amini, A., 1998. An example of mixed carbonate-pyroclastic sedimentation (Miocene, Central Basin, Iran). *Sedimentology*, 118: 37-54.
- Pomar, L., 2001. Ecological control of sedimentary accommodation: evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 249-272.
- Reuter, M., Piller, W.E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rogl, F., Kroh, A., Aubry, M.P., Wielandt-Schuster, U., & Hamedani, A., 2007. The Oligo-/Miocene Qom Formation (Iran): evidence for an early Burdigalian restriction of Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways. *International Journal of Earth Sciences*. Doi: 10.1007/soo531-007-0269.
- Romero, J., Caus, E., & Rossel, 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 (SE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 179: 43-56.
- Stöcklin, J., & Setudehnia, A., 1971. Stratigraphic Lexicon of Iran. *Geological Survey of Iran*, Report 18: 1-376.
- Vaziri-Moghaddam, H., Kimiagari, M., & Taheri, A., 2006. Depositinal environment and sequence stratigraphy of the Oligocene-Miocene Asmari Formation in sw Iran. *Facies*, 52: 41- 51.
- Vaziri-Moghaddam, H., & Torabi, H., 2004. Biofacies and sequence stratigraphy of the Oligocene succession, Central basin, Iran. *N. Jb. Geol. Palaeont.*, Stuttgart, 6: 321-344.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Spinger*, New York, 471.
- Wilson, M.E.J., & Evans, M.E.J., 2002. Sedimentology and diagenesis of Tertiary carbonates on the Mangkalihta Peninsula, Borneo: implication for subsurface reservoir quality. *Marine and Petroleum Geology*, 19: 873-900.

## Microfacies analysis and depositional environment of the Qom Formation in the Jazeh area (South of Kashan)

<sup>1\*</sup>Mohammadi, E., <sup>2</sup>Safari, A., <sup>2</sup>Vaziri-Moghaddam, H., <sup>3</sup>Mohammadi Monfared, M.

1- M.Sc student in Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Isfahan, Iran

2- Department of Geology, Faculty of Science, University of Isfahan, Iran

3- Ph.d student in Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Isfahan, Iran

\*E-mail: emohammadi02@gmail.com

### Abstract

Sediments of the Qom Formation in the Jazeh area, south of Kashan, are Ropelian - Chatian in age and have a thickness of 299 meters. It consists of medium to thick bedded and massive limestone, shale and marl. They overlie on the Eocene volcanic rocks with unconformity and its upper boundary is covered by alluvium. 230 samples have been collected and thin section was prepared. Based on petrographical studies of depositional textures, and fauna, 10 microfacies have been identified that were deposited in open marine and lagoon subenvironments. Based on microfacies analysis and field observation, Qom Formation in the study area is deposited on an open shelf.

**Key word:** Qom Formation, Microfacies, Carbonate platform, Oligocene.