

زیست‌چینه‌نگاری و پالئوآکولوژی سازند قم در ناحیه قهرود (جنوب کاشان)

رضوان دهقان^{۱*}، ام‌الله صفری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ایران

*پست الکترونیک: rezvan.dehgan@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۲

چکیده

به منظور معرفی تجمعات فونی، تعیین سن و پالئوآکولوژی، سازند قم در برش قهرود مورد مطالعه قرار گرفته است. ضخامت سازند قم در ناحیه مورد مطالعه ۳۲۵ متر و شامل سنگ آهک‌های نازک، متوسط تا ضخیم لایه و توده‌ای بوده که با ناپوستگی فرسایشی بر روی سنگهای ولکانیکی ائوسن قرار گرفته و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده ۱۴ جنس و ۲۶ گونه از روزن‌داران بنتیک در این برش تشخیص داده شده است. با توجه به مجموعه روزن‌داران بنتیک سن سازند قم در این ناحیه الیگوسن پسین (چاتین) تا میوسن پیشین (آکی تانین؟) تعیین شده است. حضور روزن‌داران بنتیک بزرگ با دیواره نازک هیالین مانند لپیدوسیکلینیده‌ها و نومولیتیده‌های بزرگ با همزیست جلبکی نشانگر عمق زیاد، نور و انرژی کم، شوری نرمال دریایی و قرار گرفتن در زیر محیط دریای باز می‌باشد. در اعماق کمتر این دسته روزن‌داران به علت کاهش عمق، افزایش شدت نور و میزان انرژی، پوسته‌هایشان ضخیمتر و اندازه کوچکتری دارند. در لاگون نیمه محصور روزن‌داران با دیواره منفذدار و روزن‌داران با دیواره بدون منفذ با همدیگر حضور دارند. در آبهای کم عمق تر (لاگون محصور) حضور روزن‌داران با دیواره بدون منفذ مانند آستروتریلینا، بورلیس، میلیولید و پتروپلیس نشانگر کاهش عمق، افزایش نور و شوری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سازند قم، زیست‌چینه‌نگاری، روزن‌داران، پالئوآکولوژی، ناحیه قهرود.

مقدمه

(آشکوب روپلین) اتفاق افتاده و در بعضی نقاط مانند آذربایجان در میوسن زیرین (آشکوب آکیتانین و حتی بوردیگالین) بوده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). شرایط رسوب‌گذاری حوضه قم توسط حرکات عمودی مثبت و منفی کف حوضه کنترل گردیده است. این نوع حرکات که باعث افزایش و کاهش عمق حوضه می‌شوند یکی از عوامل مؤثر در تغییر رخساره بوده‌اند (رحیم زاده، ۱۳۷۳). به باور دزی (۱۹۵۵) بالا آمدگی سطح آب دریاها در الیگوسن

لایه‌هایی از سنگ آهک‌های کم عمق و مارن که به طور مشخص از نظر رنگ و سنگ‌شناسی از سازند قرمز زیرین و سازند قرمز بالایی متمایز هستند را سازند قم می‌نامند (رحیم زاده، ۱۳۷۳). ته‌نشستهای سازند قم به سن الیگوسن تا میوسن یکی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای ایران مرکزی و نشانگر آخرین پیش‌روی دریا در ایران مرکزی است. زمان این پیش‌روی در همه نقاط یکسان نبوده است. در مناطقی مانند سبزوآران و قم، این پیش‌روی در الیگوسن میانی

دهندگان کربناته‌های کم عمق مناطق حاره‌ای هستند. مخصوصاً روزن‌داران بنتیک بزرگ حساسیت زیادی نسبت به تغییرات محیطی از خود نشان می‌دهند و به دلیل طول زندگی کوتاهشان (اغلب تا چند ماه) به خوبی قادر به ثبت شرایط محیطی خود می‌باشند. این دلایل روزن‌داران را به ابزار قدرتمندی جهت تفسیر شرایط دیرینه مبدل می‌سازد. بنابراین با استفاده از اصل یکنواختی و با مقایسه روزن‌داران سنگواره و انواع امروزیشان (هم ریختها) می‌توانیم شرایط محیطی را از آنها استنباط کنیم. در این رابطه از منابعی مانند هالوک و گلن (۱۹۸۶)، گیل (۲۰۰۰)، پومار (۲۰۰۱) و بیونگتون و راسی (۲۰۰۴) استفاده شده است.

بحث

سازند قم در منطقه مورد بررسی با مختصات جغرافیایی به طول شرقی "۲۴' ۲۴" ۵۱° و عرض شمالی "۴۴' ۳۷" ۳۳° در ناحیه قهرود در ۴۵ کیلومتری جنوب کاشان واقع شده است (شکل ۱). سازند قم در این برش شامل سنگ آهکهای نازک، متوسط تا ضخیم لایه و توده‌ای بوده که با ناپیوستگی فرسایشی بر روی سنگهای ولکانیکی ائوسن قرار گرفته و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده است. با توجه به ترکیب سنگ شناسی برش مورد مطالعه، برش مذکور با عضو a از عضوهای نه گانه سازند قم قابل تطابق است. رخساره سازند قم در منطقه مورد مطالعه تماماً سنگ آهکی و شامل مادستون، وکستون، پکستون، گریستون و باندستون می‌باشد. محتوای فسیلی سازند قم در این برش با بررسی مقاطع نازک شناسایی گردید که شامل روزن‌داران زیر می‌باشند:

Amphistegina sp., *Austrotrillina asmariensis*, *Austrotrillina howchini*, *Austrotrillina* sp., *Borelis pygmaea*, *Borelis* sp., *Dendritina* sp., *Discorbis* sp., *Elphidium* sp., *Eulepidina dilatata*, *Eulepidina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Neorotalia* sp., *Neorotalia viennoti*, *Nephrolepidina* sp., *Nephrolepidina*

پشین - میانی، باعث شده تا دریا یک بار دیگر بعضی از مناطق ایران را پوشانده و رسوباتی با رخساره دریایی ته نشست نمایند. وی این رسوبات را در ایران مرکزی سازند قم نامید. مرز زیرین سازند قم در همه جا یکسان نیست. برحسب میزان فرسایش پیش از پیش‌روی، این مرز ممکن است به شکلها و سازندهای گوناگون باشد که در بین آنها سازند سرخ پایینی بیشترین سهم را دارد. در بیشتر جاها این مرز ناگهانی و ممکن است با دگرشیبی خفیف باشد ولی دگرشیبی مورد نظر چندان آشکار نیست. مرز بالایی سازند قم در همه جا به یک سطح فرسایشی است که گاه با حذف پاره‌ای از عضوهای سازند همراه است. این سطح به طور معمول ناگهانی و به ردیفهای آواری سازند سرخ بالایی است که در بیشتر جاها هم شیب و گاه با دگرشیبی ختم می‌گردد (آقاناتی، ۱۳۸۳).

روش مطالعه

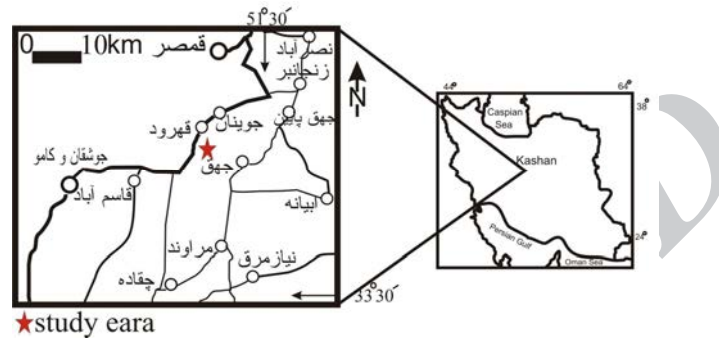
پس از مطالعات صحرایی و با استفاده از نقشه زمین شناسی چهارگوش کاشان (زاهدوی و عمیدی، ۱۹۹۱) برش چینه شناسی مناسبی از سازند قم در ناحیه قهرود (جنوب کاشان) به ضخامت ۳۲۵ متر انتخاب گردید. نمونه برداری عمدتاً با فواصل کمتر از یک متر انجام گرفت. پس از برداشت تعداد ۲۰۰ نمونه سخت، از نمونه‌ها مقطع نازک تهیه گردید. سپس مقاطع نازک مورد بررسی قرار گرفت و محتوای فسیلی آنها مشخص شد. از میکروفسیلهای موجود عکس گرفته شد. جهت شناسایی محتوای فسیلی از آدامز و بورژآ (۱۹۶۷) و لوبلیش و تاپن (۱۹۸۸) استفاده گردید.

در این پژوهش پالئوآکولوژی سازند قم نیز مورد بررسی قرار گرفته است. درک تغییرات شرایط محیطی بر اساس شواهد ثبت شده در توالیهای رسوبی یکی از مهمترین گامها برای بازسازی رویدادهای مربوط به تغییرات سطح آب با استفاده از داده‌های چینه‌ای است. روزن‌داران از مهمترین تشکیل

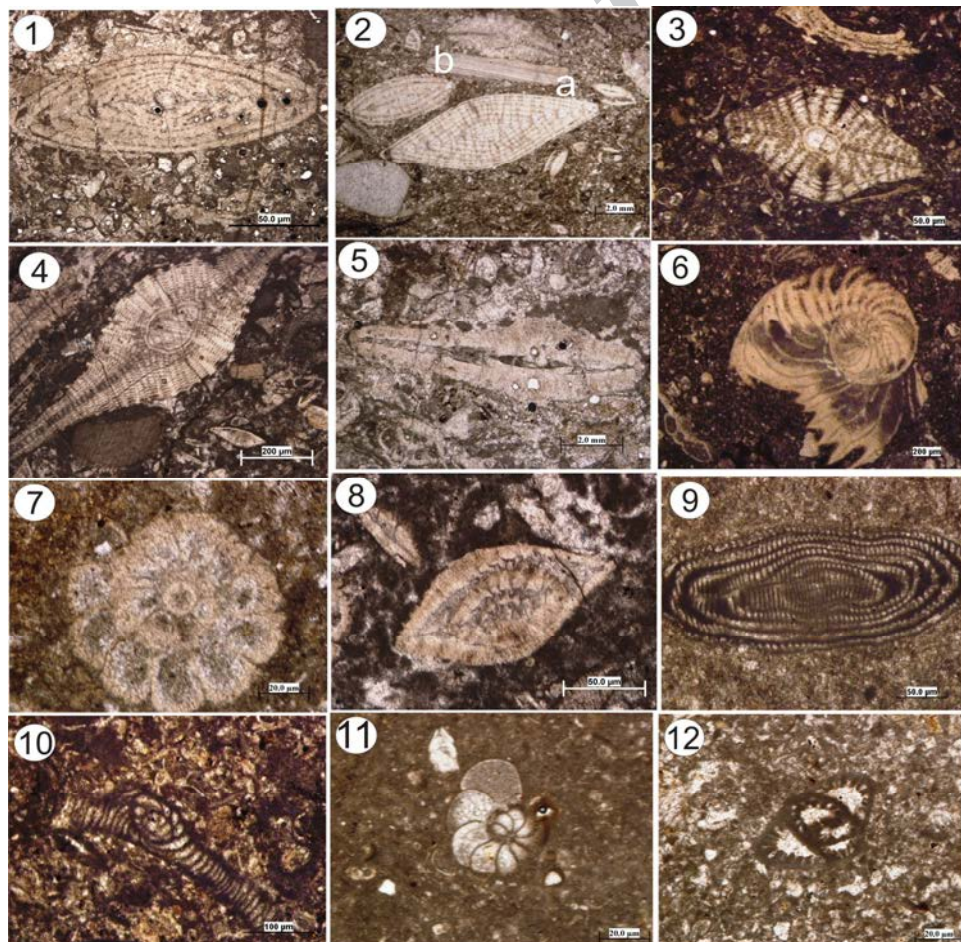
می‌توانند *Nummulites fichteli* و *Nummulites vascus* بازون تجمعی *Eulepidina-Nephrolepdina-Nummulites Assemblage zone* (آدامز و بورژآ، ۱۹۶۷) مطابقت کنند و با توجه به اجتماع فسیلی آن دارای سن الیگوسن و معادل آسماری زیرین می‌باشند (شکل ۳).

touroueri, *Nummulites vascus*, *Nummulites fichteli*, *Nummulites sp.*, *Operculina camplanata*, *Operculina sp.*, *Peneroplis evolutus*, *Peneroplis sp.*, *Peneroplis thomasi*, *Valvulina sp.*

به همراه مجموعه فوق فسیلهای *Miliolids*, *Textularids*، *Ostracod* و *Echinoid*، *Bryozoa*، *Coralinacean* نیز شناسایی گردید (شکل ۲). این مجموعه با توجه به حضور ائولیدیناها، نفرولییدیناها و نومولیتسها (گونه‌های



شکل ۱: نقشه راهها و موقعیت دسترسی به منطقه مورد مطالعه (بختیاری، ۱۳۸۴)



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی برخی روزن داران موجود در سازند قم در ناحیه قهرود (جنوب کاشان)

1-*Nummulites fichteli* 2-*Nummulites fichteli* (a) and *Nummulites vascus* (b) 3-*Nephrolepidina touroueri* 4- *Eulepidina dilatata* 5-*Operculina sp.* 6- *Operculina complanata* 7- *Neorotalia viennoti* 8- *Amphistegina sp.* 9- *Borelis pygmaea* 10- *Peneroplis evolutus* 11- *Elphidium sp.* 12- *Austrotrillina howchini*

Assemblage Zone تشخیص داده شد. در برش مذکور رسوبات متعلق به زمان چاتین با ۱۸۲ متر ضخامت و رسوبات متعلق به آکی تانین؟ با ۱۴۳ متر ضخامت نهشته شده‌اند (شکل ۵-۳). سازند قم در ناحیه سده برزک (جنوب غرب کاشان) با ۴۱۰ متر ضخامت مشتمل بر ۶ واحد سنگ چینه‌نگاری است و حاوی ۲۲ متر تناوب شیل قرمز و سنگ آهک ماسه‌ای نازک لایه، ۸۵ متر سنگ آهک نازک، متوسط تا ضخیم لایه، ۴۰ متر مارن سبز، ۳۴ متر سنگ آهک متوسط تا ضخیم لایه به رنگ سبز تا کرم با یک میان لایه مارن، ۱۶۹ متر سنگ آهک توده‌ای به رنگ کرم تا خاکستری، ۹۰ متر سنگ آهک توده‌ای، ضخیم تا متوسط لایه قهوه‌ای رنگ و یک بایوزون زیستی *Eulepidina-Nephrolepidina-Nummulites* Assemblage Zone است. سازند قم در این برش در زمان روپلین دارای ۱۳۸ متر ضخامت و در زمان چاتین دارای ۲۷۲ متر ضخامت می‌باشد (حسن زاده، ۱۳۸۹) (شکل ۵-۱). سازند قم در ناحیه جزه با ۴۰۵ متر ضخامت و دارای ۵ واحد سنگ چینه‌نگاری شامل ۵۶/۵ متر تناوبی از شیل و سنگ آهکهای نازک، متوسط و ضخیم لایه در قاعده، ۹۷/۸ متر سنگ آهکهای نازک، متوسط، ضخیم لایه و توده‌ای، ۱۰۹ متر تناوب سنگ آهک متوسط تا ضخیم لایه با مارن، ۵۱/۸ متر سنگ آهکهای نازک، متوسط، ضخیم لایه و توده‌ای و ۱۸۸ متر مارن سبز رنگ تا خاکستری و دو بایوزون زیستی که شامل *Eulepidina-Nephrolepidina-Nummulites* Assemblage Zone و *Globigerina spp.* Assemblage Zone می‌باشد. نهشته‌های مربوط به الیگوسن (روپلین و شاتین) در این برش با ضخامت ۲۶۵ متر و نهشته‌های مربوط به آکی تانین با ضخامت ۱۴۰ متر انباشته شده‌اند (محمدی، ۱۳۸۸) (شکل ۵-۲).

Biozones	Rock units	Age
Borelis melo group - Meandropsina iranica Assemblage zone	Upper Asmari	Burdigalian
Elphidium sp.14-Miogypsina Assemblage sub zone	Miogypsinoidea - Archaia - Valvulinid Assemblage zone	Upper middle Asmari
Archaia asmariensis - Archaia hensoni Assemblage sub zone		Lower middle Asmari
Eulepidina - Nephrolepidina - Nummulites Assemblage zone	Lower Asmari	Oligocene

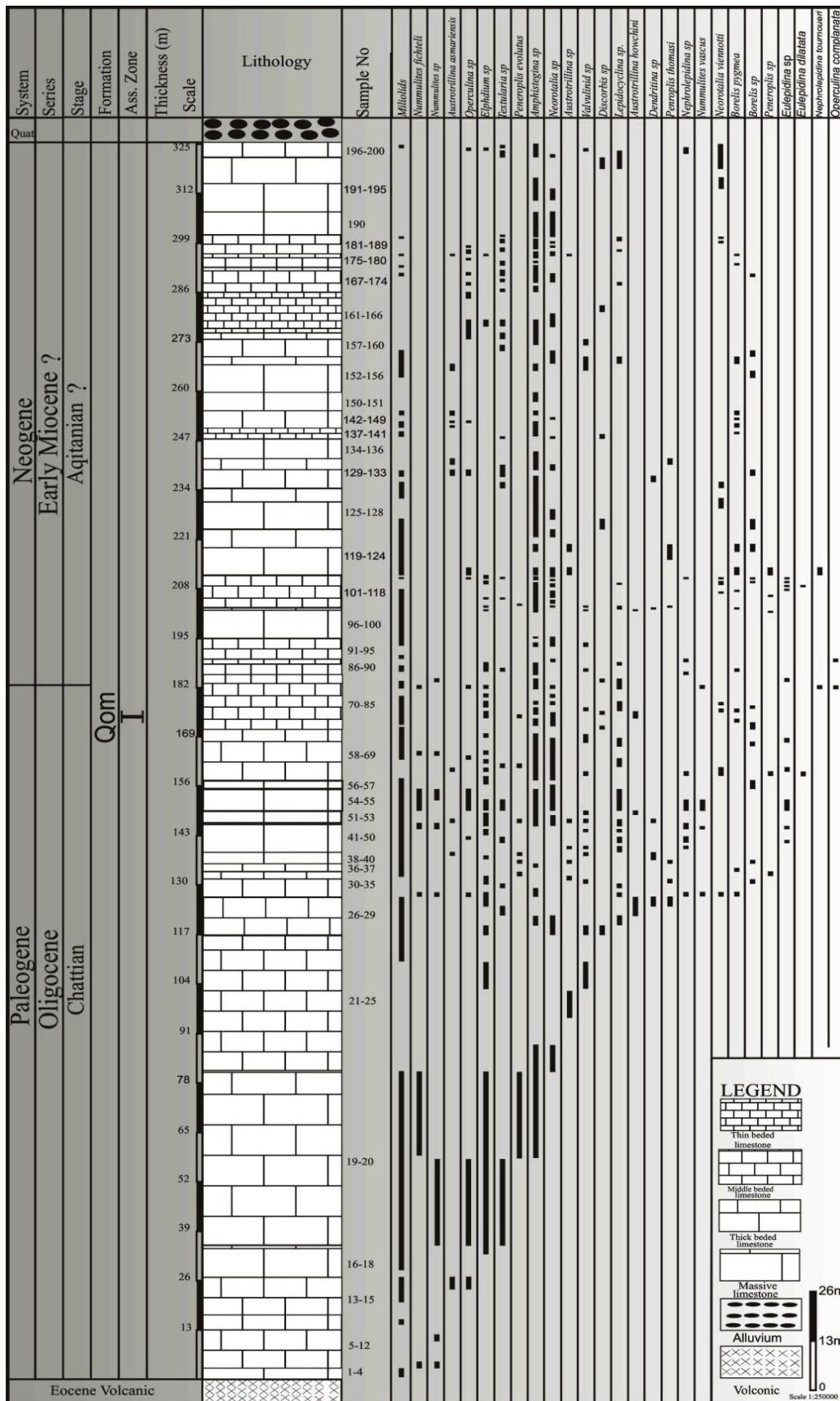
شکل ۳: زون بندی سازند آسماری (آدامز و بورژوا، ۱۹۶۷)

و بورژوا (۱۹۶۷) زون مذکور را معادل الیگوسن در نظر گرفتند و موفق به تفکیک آشکوبهای الیگوسن نشدند، اما بزرگ‌نیا (۱۹۶۶)، رهقی (۱۹۷۳) و جونز و راسی (۱۹۹۴)، اتولیدیناها را همراه با نومولیتسها از الیگوسن پسین و بدون نومولیتسها از میوسن پیشین گزارش کرده‌اند (دانشیان و رضانی دانا، ۲۰۰۷). بنابراین در این برش از قاعده به سمت بالا تا ضخامت ۱۸۲ متری که اتولیدیناها همراه با نومولیتسها هستند سن الیگوسن پسین یا چاتین و از ضخامت ۱۸۲ متری تا انتهای برش مورد مطالعه به علت عدم حضور نومولیتسها سن میوسن پیشین (آکی تانین؟) را می‌توان در نظر گرفت (شکل ۴).

مقایسه و تطابق

در این بخش ته نشستهای مربوط به سازند قم در برش ناحیه قهرود در جنوب کاشان با چهار ناحیه دیگر در ایران مرکزی در جنوب شرق نطنز (شجاعی، ۱۳۸۴)، جنوب شرق کاشان (صدیقی، ۱۳۸۷)، جنوب غرب کاشان (محمدی، ۱۳۸۸) و جنوب غرب کاشان (حسن زاده، ۱۳۸۹) مورد تطابق و مقایسه قرار می‌گیرد (شکل ۵).

سازند قم در برش مورد مطالعه دارای ۳۲۵ متر ضخامت مشتمل بر ۴ واحد سنگ چینه‌نگاری است که تماماً سنگ آهکی می‌باشد. در این برش یک بایوزون زیستی *Eulepidina - Nephrolepidina - Nummulites*



شکل ۴: ستون زیست چینه‌نگاری و توزیع عمودی روزن داران سازند قم در ناحیه قهرود (جنوب کاشان)

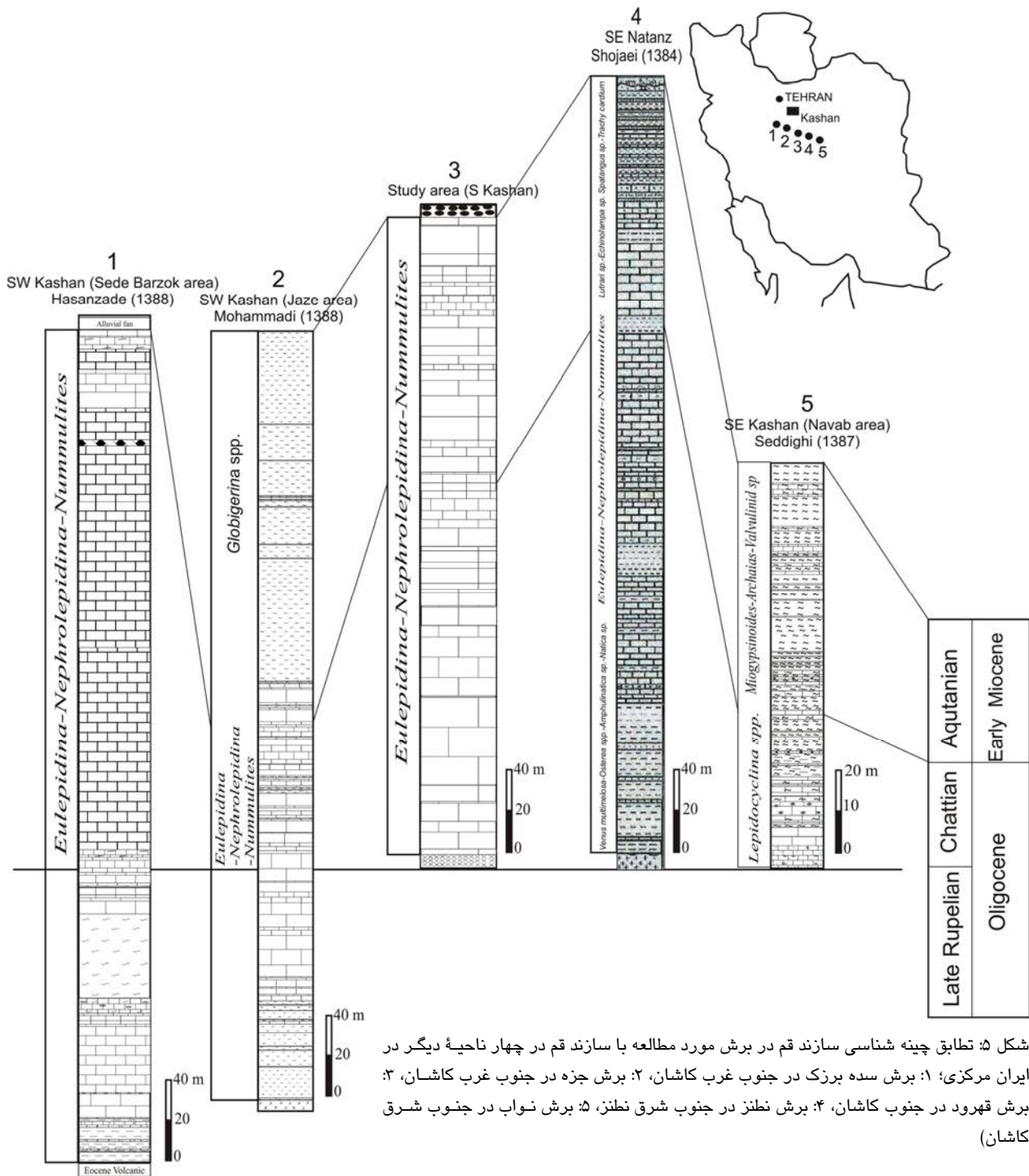
منطبق بر زون زیستی شماره ۳ آدامز و بورژآ (۱۹۶۷) معادل با آسماری زیرین در ناحیه زاگرس می‌باشند. رسوبات با سن آکی تانین در برش جنوب شرق منطبق با زون زیستی شماره ۲ آدامز و بورژآ (۱۹۶۷) و معادل با آسماری میانی در ناحیه زاگرس می‌باشد. روند برشهای مورد مطالعه به موازات روند اصلی رسوب گذاری سازند قم می‌باشد.

در برش سده برزک که در جنوب غرب کاشان واقع شده است دریا از ابتدای الیگوسن پیشین (روپلین) پیش روی خود را آغاز نموده است و تا انتهای الیگوسن پسین (چاتین) رسوب گذاری انجام شده است. در برش جزه شرایط دریایی از ابتدای الیگوسن (روپلین) وجود داشته و این شرایط تا زمان میوسن پیشین (آکتیانین) تداوم داشته است. به سمت جنوب و جنوب شرق کاشان شرایط متفاوت گردیده به گونه‌ای که در برش قهرود رسوب گذاری از زمان الیگوسن پسین (چاتین) آغاز شده (دریا در این برش دیرتر از برشهای سده برزک و جزه واقع در جنوب غرب کاشان پیش روی کرده است) و تا میوسن پیشین (آکتیانین) رسوب گذاری ادامه داشته است. در برش نظنز مانند برش قهرود رسوبات زمان الیگوسن پیشین (روپلین) وجود نداشته و رسوب گذاری از زمان الیگوسن پسین (چاتین) آغاز شده و تا زمان آکتیانین ادامه داشته است. در برش نواب نیز دریا زمان الیگوسن پسین (چاتین) پیش روی خود را آغاز نموده و تا آکتیانین شرایط دریایی حکمرا بوده است.

بر این اساس رسوب گذاری نهشته‌های سازند قم در جنوب غرب کاشان زودتر از جنوب شرق کاشان آغاز شده ضمن این که رسوب گذاری مذکور در جنوب شرق تا آکی تانین ادامه داشته است.

سازند قم در جنوب شرق نظنز (جنوب شرق کاشان) دارای ۴۷۲ متر ضخامت بوده و مشتمل بر ۳ واحد سنگ چینه‌نگاری مارن با میان لایه آهک ماسه‌ای، ماسه سنگ، آهک نازک لایه بیوکلاست دار به ضخامت ۹۰ متر، سنگ آهکهای نازک تا ضخیم لایه خاکستری و آهکهای مارنی به ضخامت ۲۹۰ متر و تناوب مارن و شیل سبز رنگ آلوده به ژیبس به ضخامت ۹۰ متر و نیز سه بایوزون زیستی *Venus multimelosa*- *Ostrea* spp.- *Amphulinatica* sp.- *Eulepidina*- *Nephrolepidina*- *Natica* sp. *Lutrari* sp.- و *Nummulites* Assemblage Zone *Echinolampa* sp.- *Spatangus* sp.- *Trachy cardium* است. در این برش رسوبات متعلق به روپلین مشاهده نشده‌اند در حالی که رسوبات زمان چاتین با ضخامت ۳۸۰ متر و رسوبات زمان آکی تانین با ضخامت ۹۲ متر ته نشست کرده‌اند (شجاعی، ۱۳۸۴)، (شکل ۵-۴). همچنین در جنوب شرق کاشان (برش نواب) سازند قم با ضخامت ۱۸۰/۵ متر دارای ۶ واحد سنگ چینه‌ای شامل ۱۰ متر سنگ آهک نازک لایه، ۱۳ متر سنگ آهکهای متوسط، ضخیم و با میان لایه‌های مارنی، ۱۴/۲۵ متر سنگ آهکهای توده‌ای تا ضخیم لایه، ۱۰۳ متر مارن با میان لایه‌هایی از سنگ آهک نازک لایه، ۴۳/۵ متر تناوب مارن با سنگ آهک نازک لایه و سنگ آهک مارنی و ۸۹ متر تناوب مارن سبز و سنگ آهک نازک لایه و ۲ بایوزون زیستی *Lepidocyclina* spp. *Miogypsinoidea*-*Archaias*- و Assemblage Zone *Valvulinid* sp. Assemblage Zone است. نهشته‌های متعلق به روپلین نیز در این برش مشاهده نشده‌اند، اما نهشته‌های مربوط به زمان چاتین دارای ۶۶ متر ضخامت و نهشته‌های زمان آکی تانین دارای ۱۱۴/۵ متر ضخامت می‌باشند (صدیقی، ۱۳۸۷)، (شکل ۵-۵).

با مطالعه بر روی تجمع زیستی روزن‌داران بزرگ کفزی در نواحی مورد مقایسه رسوبات با سن روپلین - چاتین



متوسط تأثیر چندانی ندارد (بیونگتون و راسی، ۲۰۰۴).
 درجه تحمل روزن داران بزرگ در مقابل شوری متفاوت است به گونه‌ای که روزن داران بزرگ روتالیده (نومولیتیده‌ها و آمفیسترینیده‌ها) به طور بارزی استنوالین با محدوده بردباری در حدود ۳۰ - ۴۵ هزارم می‌باشند (هالوک

پالئواکولوژی

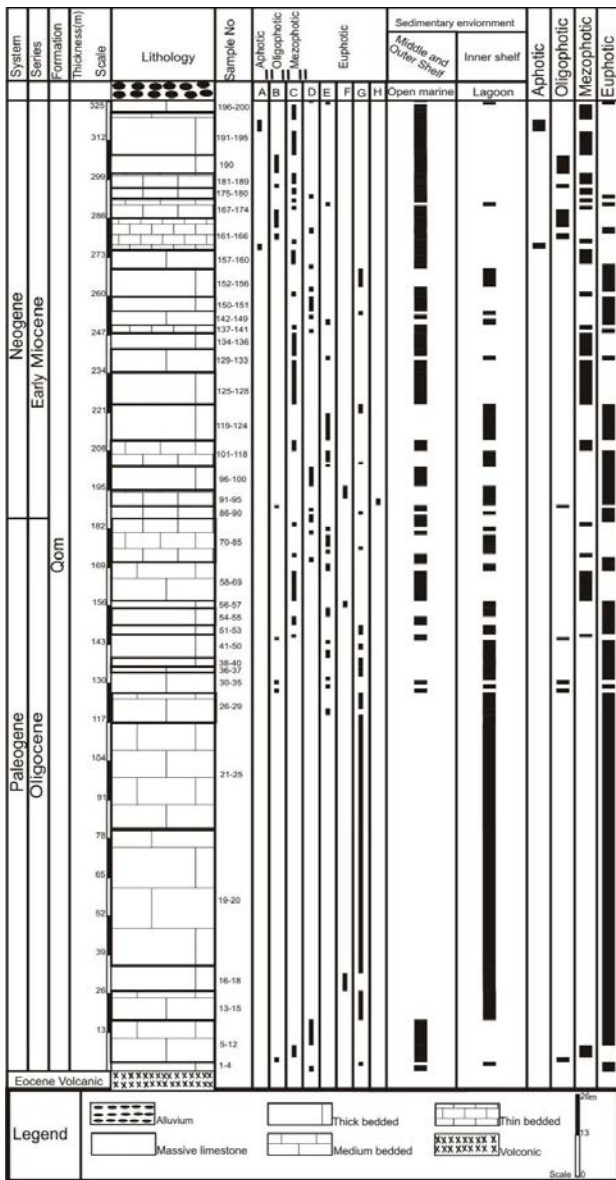
شوری: حل شدن کاتیون‌هایی نظیر Na، Ca، K و Sr در آب دریا موجب شور شدن آن می‌شود. شوری آب تأثیر به سزایی در کنترل و پراکنش روزن داران دارد. شوری بالا مانع رشد و تکامل روزن داران بزرگ می‌گردد، اما شوری

و گلن، ۱۹۸۶). میلیولاینهای آبهای کم عمق (آلوئولینیدها، سورتیدها، پئروپلیدها و میلیولیدها) که در لاگونها و دیگر محیطهای آرام متداولند به طور کلی توانایی تحمل شوریهای بالاتری را نسبت به روتالینها دارند. روزن داران با دیواره منفذدار در درجه شوری نرمال اقیانوس فراوانتر هستند در حالی که روزن داران با دیواره بدون منفذ در آبهای گرم با شوری نرمال تا هیپرسالین همانند مناطق کم عمق پشت ریف که درجه اشباع کلسیت بالا است فراوانتر می باشند (گیل، ۲۰۰۰). در برش مورد مطالعه حضور روزن داران با دیواره پورسلانوز همراه با ریزرخساره‌های مربوط به زیر محیط رسوبی لاگون به طور عمده در بخش پایینی برش می باشد. فراوانی روزن داران با دیواره پورسلانوز مانند میلیولید و بورلیس بدون حضور روزن داران با دیواره هیالین محیط لاگون محصور با درجه شوری بالا را نشان می دهد. حضور روزن داران با دیواره پورسلانوز به همراه روزن داران با دیواره هیالین، محیط لاگون نیمه محصور را نشان می دهد که به سمت دریای باز رفته و درجه شوری نسبت به محیط لاگون کاهش می یابد که البته اندازه روزن داران با دیواره هیالین در محیط لاگون نیمه محصور کوچکتر از اندازه این روزن داران در محیط دریای باز می باشد. در محیط دریای باز که به طور عمده در بخشهای بالایی برش مورد مطالعه است روزن داران با دیواره هیالین حضور دارند که اندازه کشیده تری دارند و شوری نرمال اقیانوس را نشان می دهند (شکل ۱۲). جایگاه ریزرخساره‌های شناسایی شده در این برش در مقابل تغییرات شوری در سه بازه شوری ۳۴-۴۰ psu، ۴۰-۵۰ psu و بیش از ۵۰ psu تعیین شده است. چنان که در ستون مشخص است از قسمتهای پایینی برش مذکور به سمت قسمتهای بالایی (از اعماق کم به سمت اعماق بیشتر) از شدت شوری کاسته شده است (شکل ۶).

نور: شفافیت آب و عمق از کنترل کننده‌های مؤثر بر شدت نور می باشد. شدت نور با افزایش عمق کاهش می یابد

(هالوک، ۱۹۸۷). همچنین ورود مواد آواری، تراکم زیاد پلانکتونها و آشفتگی آب شفافیت آب را کاهش داده و در نتیجه نور کمتری عبور داده خواهد شد. نفوذ نور در ستون آب به طور مستقیم و غیر مستقیم بر تولید کربنات تأثیر گذار است. (پومار، ۲۰۰۱) سه ناحیه نوری را بیان می کند که شامل زون یوفوتیک، زون الیگوفوتیک و زون افوتیک می باشد. همچنین جهت بازسازی زون نوردار در ارتباط با عمق از طبقه بندی باسی و همکاران (۲۰۰۷) می توان استفاده نمود. آنها زون نوردار را با توجه به چگونگی پخش و گسترش روزن داران کفزی به دو بخش پایینی و بالایی تقسیم نموده اند. زون نوردار بالایی خود به دو بخش بالایی و پایینی قابل تقسیم است. چنان که روزن داران با دیواره بدون منفذ بخش بالایی زون نوردار (معادل زون یوفوتیک) و روزن داران با دیواره منفذدار و عمدتاً دارای صدفی متورم و لنزی شکل بخش پایینی زون نوردار بالایی (معادل زون مزوفوتیک) را نشان می دهند در حالی که روزن داران با دیواره منفذدار با صدفی کشیده و نازک در زون نوردار پایینی (معادل زون الیگوفوتیک) دیده می شوند. روزن داران همزیست دار و موجودات وابسته به نور زیر زون نوردار یعنی در زون افوتیک حضور ندارند و در این زون (زون افوتیک) روزن داران پلانکتون دیده می شوند. با توجه به طبقه بندی باسی و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین نوع روزن داران موجود در رخساره‌های مختلف می توان شرایط نوری حاکم بر زمان تشکیل ریزرخساره‌ها را تعیین نمود (شکل ۷). همان گونه که در شکل مشخص است در این ستون از سمت قاعده برش مورد مطالعه به سمت بالای آن بر عمق افزوده شده و از شدت نور کاسته شده است. در هر دو شکل ۶ و ۷ افزایش عمق از قاعده برش به سمت بالا از الیگوسن به میوسن به خوبی مشخص است.

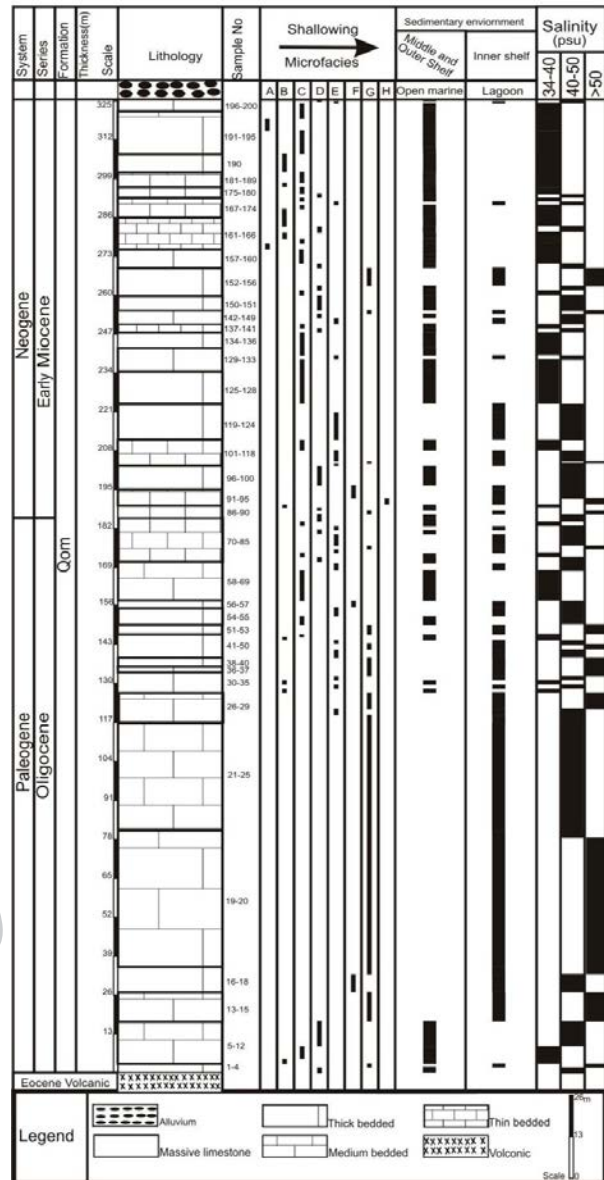
دما: از دیگر عوامل اثر گذار بر موجودات کربنات ساز دما می باشد. روزن داران به تغییرات دمای محیط واکنش نشان



شکل ۷: جایگاه ریزرخساره‌ها و محدوده قرارگیری آنها در زونهای نوری

درجه سانتی‌گراد و کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد از تعداد این گونه‌ها کاسته می‌شود (بیونگتون و راسی، ۲۰۰۴). در برش قهرود حضور جلبکهای قرمز و همراه روزن‌داران بنتیک بزرگ نشانگر نهشته شدن توالی مورد مطالعه در آبهای گرمسیری تا نیمه گرمسیری می‌باشد (شکل ۸).

مواد غذایی: مواد غذایی به مواد غیرآلی نظیر یونهای نیتروژن، سیلیس، آهن و فسفر گفته می‌شود که توسط موجودات فتوسنتزکننده تثبیت می‌شوند و در سنتز پروتئین جهت زنده نگه داشتن سلول، رشد و تولید مثل از آن



شکل ۶: جایگاه ریزرخساره‌ها و محدوده شوری برای هر یک از آنها

می‌دهند. روزن‌داران بزرگ بنتیک شاخص آب و هوای حاره‌ای و نیمه حاره‌ای می‌باشند. فراوانی آنها محدود شده به خطوط هم دمای زمستانی ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد آبهای سطحی است (رنما و ترلسترا، ۲۰۰۱). روزن‌داران همزیست دار مجبور به زیست در محدوده دمایی هستند که جلبک همزیستان در آن دما بتواند زندگی کند. دما همچنین برتنوع روزن‌داران بنتیک بزرگ اثرگذار است به گونه‌ای که در آبهای کم عمق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای، روزن‌داران دارای بیش از ۱۰ گونه هستند، ولی در دماهای بیش از ۳۰

دوکی شکل به خوبی این رابطه همزیستی را نشان می‌دهند (شکل ۹). این نوع زندگی به خصوص در شرایط الیگوتروفی برای روزن دار و جلبک همزیست مفید می‌باشد (هالوک، ۱۹۸۵).

تحرك و انرژی هیدرودینامیکی در ارتباط با عمق: تحرك
آب یکی دیگر از عوامل اثرگذار بر فرآیند کلسیتی شدن است. در نتیجه متابولیسم روزن‌داران، مواد آلی همچون اسیدهای آلی به صورت لایه‌ای در اطراف آنها قرار می‌گیرند. این لایه جذب نور، دی اکسید کربن و به طور کلی فرآیند کلسیتی شدن را با مشکل مواجه می‌کند. در جایی که تحرك و آشفتگی آب وجود داشته باشد مانع از تجمع این محصولات شده و در نتیجه روزن‌داران دارای پوسته ضخیم‌تر و رشد سریع‌تر و اندازه کوچکتری می‌شوند. با افزایش عمق از شدت نور و تحرك آب کاسته می‌شود و روزن‌داران تغییر شکل داده و دارای پوسته نازک‌تر می‌شوند و رشد در این حالت کندتر و پوسته کشیده‌تری دارند. با توجه به سازگاری انرژی هیدرودینامیکی دو نوع پوسته مشاهده می‌شود:

- ۱- پوسته‌های لاملار ضخیم، مانند برخی از نومولیتیدها.
 - ۲- پوسته‌های دوکی شکل سخت با تعداد زیادی حجرات ثانویه مانند آلوئولیتیدها.
- پوسته‌های پهن و بزرگ (مانند برخی از نومولیتیدها) معمولاً برای نواحی پر انرژی نامناسبند، زیرا آشفتگی محیط باعث نابودی آنها می‌شود (راسر، ۲۰۰۵). در ناحیه مورد مطالعه آمفیسترنینا با پوسته لاملار و ضخیم و بورلیس دوکی شکل با حجرات ثانویه متعدد، گویای محیط پر انرژی در لاگون می‌باشند. به سمت بخشهای عمیق‌تر روزن‌دارانی مانند اپرکولینا، لپیدوسیکلیناها و پهن و بزرگ، آمفیسترنیناها و مسطح‌تر و کشیده دیده می‌شوند که گویای محیطی با انرژی کمتر می‌باشند (شکل ۱۰).

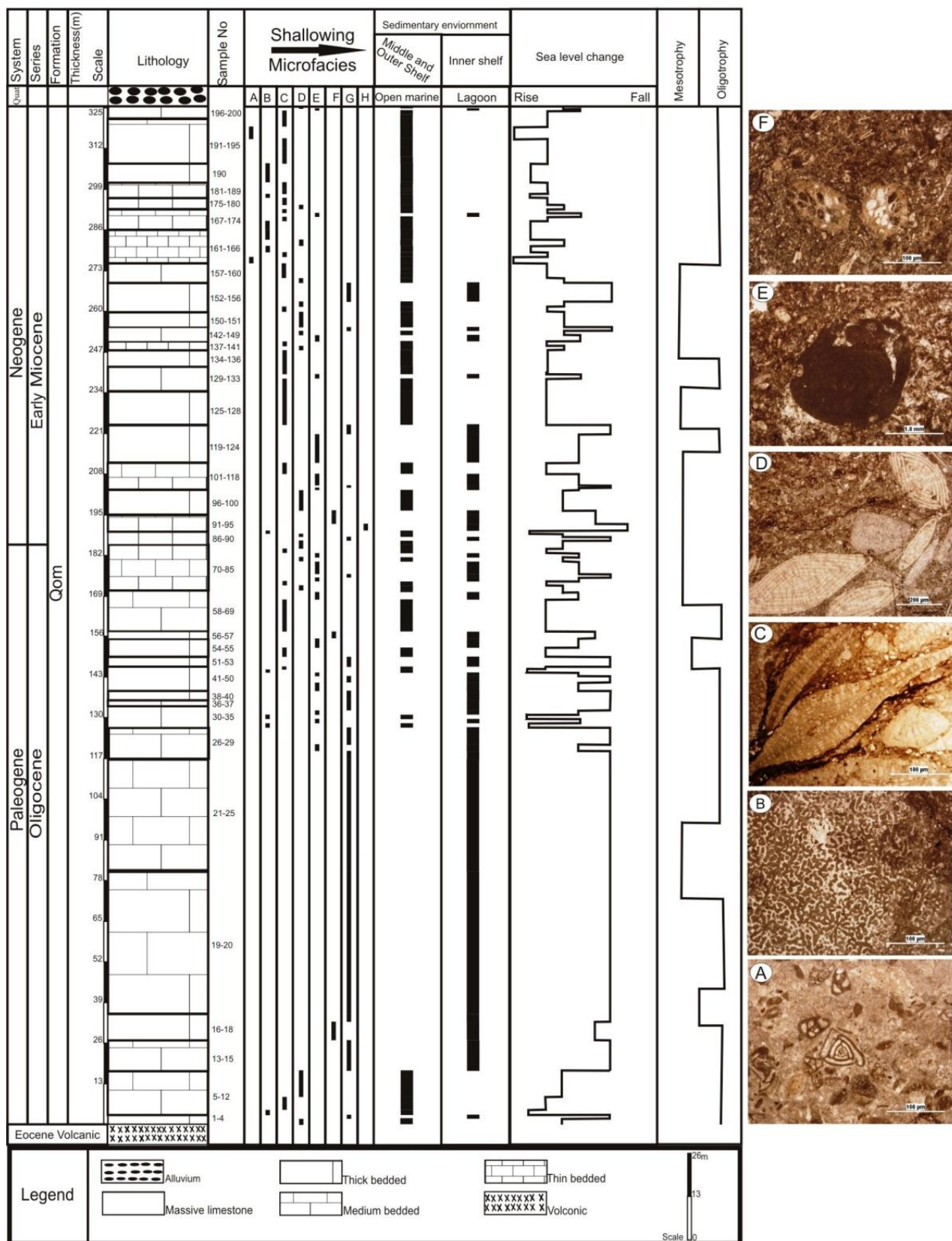
استفاده می‌شود (هالوک، ۲۰۰۱). جریانهای حاصل از بارندگی و تخریب سواحل و بالا آمدگی آبهای سرد مناطق عمیق دریایی از منابع تولید مواد غذایی هستند. جهت بیان شرایط کم غذایی تا شرایط حداکثر غذایی از اصطلاحات الیگوتروفی (شرایط کم غذایی)، مزوتروفی (شرایط با غذای متوسط)، یوتروفی (شرایط پر غذایی) و هایپروتروفی (حداکثر غذا) استفاده می‌گردد (موتی و هالوک، ۲۰۰۳).

شرایط الیگوتروفی: در این شرایط میزان مواد غذایی کم است. در این حالت کمبود مواد غذایی باعث کاهش رقابت بر سر بستر زیست می‌شود که عامل کنترل‌کننده اجتماع موجودات تولید کننده کربنات است (موتی و هالوک، ۲۰۰۳).

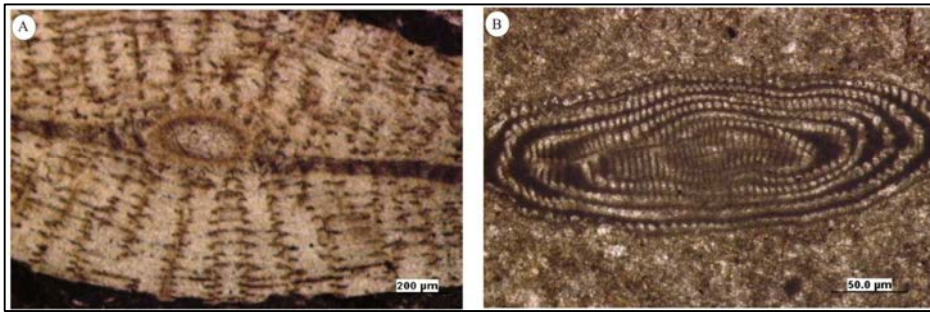
شرایط مزوتروفی: در این شرایط میزان مواد غذایی متوسط است و میزان نفوذ نور برای رشد جلبکهای آهکی (جلبکهای سبز و قرمز) کافی می‌باشد. در این حالت جلبکهای سبز، جلبکهای قرمز و اسفنجها به رقابت بر سر بستر زیست می‌پردازند. بنابراین در شرایط مزوتروفی عامل محدود کننده، رقابت بر سر بستر زیست می‌باشد.

در برش مورد مطالعه حضور روزن‌داران بتیک و جلبکهای قرمز کورالیناسه نشانگر شرایط غذایی الیگوتروفی تا مزوتروفی می‌باشد (شکل ۸).

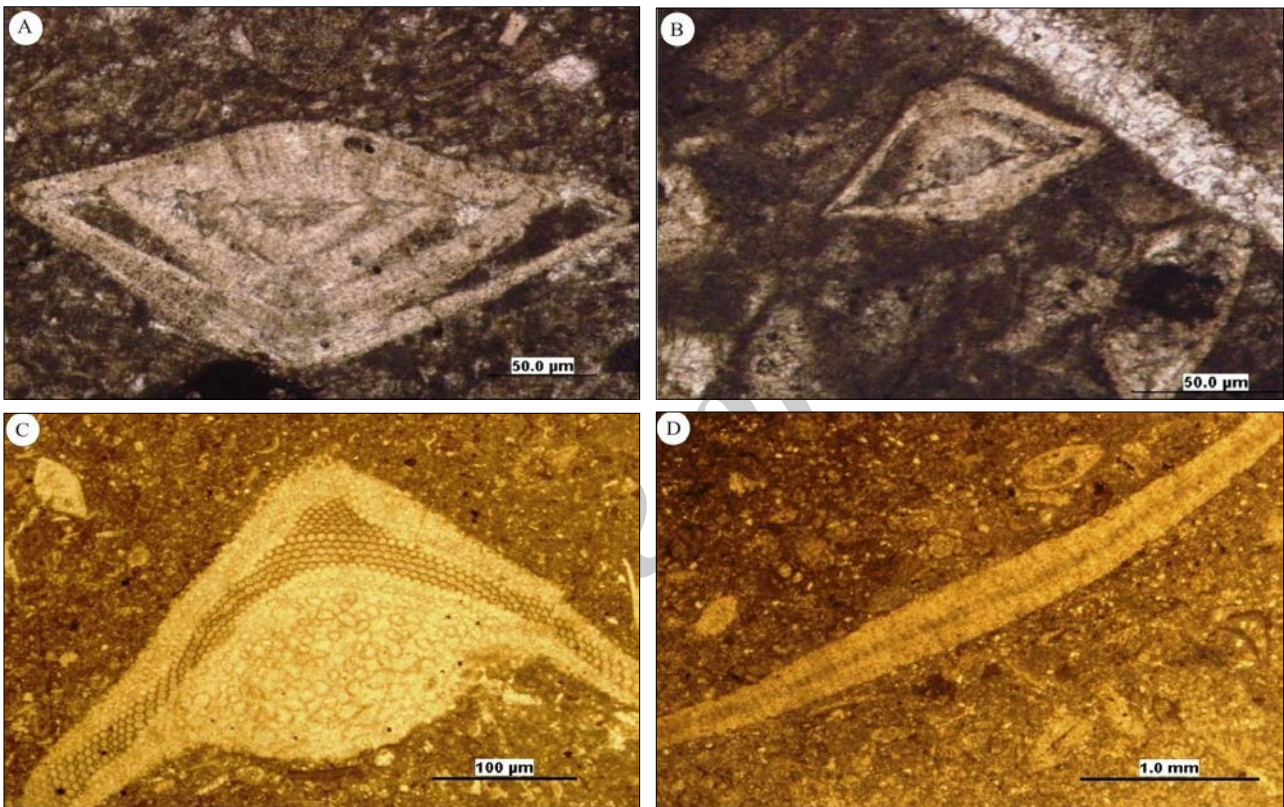
فرآیند همزیستی: بسیاری از روزن‌داران بزرگ همزیست جلبکی دارند و دارای ساختار اسکلتی تکامل یافته‌تری نسبت به روزن‌داران غیرهمزیست دار هستند. این روزن‌داران به دلیل داشتن همزیست جلبکی شکل پوسته و آرایش حجرات خود را تغییر داده تا نیاز به نور جلبک همزیست مرتفع شود (گیل، ۲۰۰۰). از جمله این تغییرات افزایش حجرات جانبی در لپیدوسیکلیناها و افزایش مساحت پوسته می‌باشد. این تغییر شکل باعث می‌گردد تا روزن‌داران همزیست دار بتوانند تا اعماق بیشتری به زندگی خود ادامه دهند. در برش مورد مطالعه وجود آلوئولینهای کشیده و



شکل ۱: تصاویر A، C و D روزن‌داران بنتیک (نمونه‌های ۴۰، ۵۷ و ۵۰)، تصویر B مرجان (نمونه ۱۵۷)، تصویر E کورالیناسه‌آ (نمونه ۱۸۷) و تصویر F بریوزوئر (نمونه ۱۶۰) هستند و حاکی از وجود آب و هوای حاره‌ای - نیمه حاره‌ای و شرایط غذایی الیگوتروفی تا مزوتروفی در زمان الیگوسن - میوسن می‌باشند.



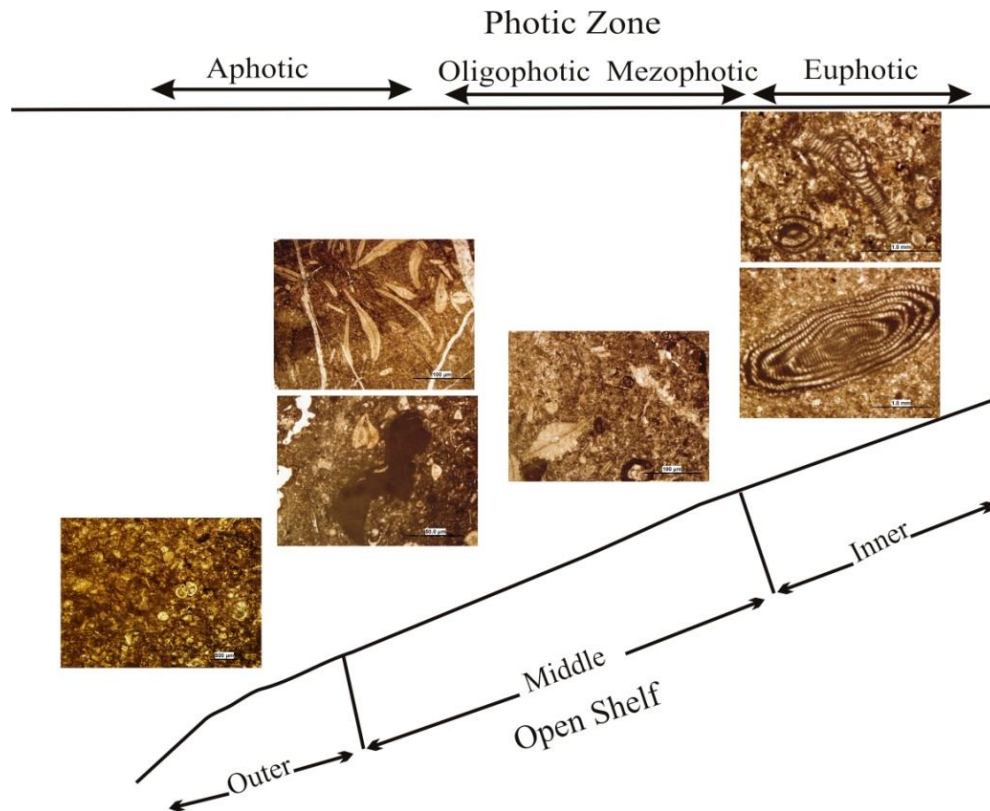
شکل ۹: افزایش حجرات ثانویه در لپیدوسیکلینا (تصویر A) و بوریس دوکی شکل با حجرات ثانویه متعدد در مناطق با شدت نور بالا و پر انرژی در لاگون (تصویر B)



شکل ۱۰: A) آمفیستژینای متورم با دیواره ضخیم در مناطق با شدت نور و انرژی بالا، B) آمفیستژینا لاملار با پوسته نازک و حالت کشیده بیانگر بخشهای عمیق، کم نور و تحرک کم آب، C) لپیدوسیکلینای متورم در عمق کم و شدت نور بالا، D) لپیدوسیکلینای کشیده در اعماق با شدت نور کم.

کاسته و بر تعداد روزن داران با پوسته هیالین افزوده می شود. با افزایش عمق، روزن داران با دیواره هیالین تغییر شکل داده به گونه ای که در اعماق کم صدف عدسی شکل و ضخیم و متورم دارند و با افزایش عمق صدفی کشیده و نازک تر پیدا می کنند (کاسوییک و همکاران، ۲۰۰۴؛ بیوینگتون پنی و ریس، ۲۰۰۴؛ براندانو و همکاران، ۲۰۰۸). روزن داران پلاتکتون نیز در عمیق ترین قسمت سکوی کربناتی قرار دارند (شکل ۱۱).

عمق: جهت بازسازی عمق دیرینه آب، روزن داران از شاخص ترین نشانه ها می باشند. جایگاه زندگی روزن داران در سکوی کربناتی به نحوه زندگی و ریخت شناسی کنشی آنها بستگی دارد (وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). تغییر عمق با ایجاد شیب بوم شناختی باعث ایجاد گوناگونی در شکل پوسته روزن داران بزرگ می شود (رومرو و همکاران، ۲۰۰۲). روزن داران با دیواره پورسلانوز در اعماق کم فراوان می باشند و با افزایش عمق از تعداد این نوع روزن داران



شکل ۱۱: روند تغییر روزن‌داران در طی افزایش عمق؛ A و B) روزن‌داران پورسلانوز (نمونه‌های ۱۰۷ و ۱۴۲)، C) همیافتی کورالیناسه‌آ، روزن‌داران پورسلانوز و روزن‌داران هیالین (نمونه ۱۱۹)، D) روزن‌داران هیالین با پوسته‌های کشیده (نمونه ۹۰)، E) کورالیناسه‌آ (نمونه ۶۶)، G) روزن‌داران پلانکتون (نمونه ۱۶۷).

نتیجه‌گیری

است. روزن‌داران با دیواره پورسلانوز یافت شده دلالت بر آبهای کم عمق، هیپرسالین، انرژی و نور زیاد می‌کنند. روزن‌داران با دیواره هیالین (مانند لپیدوسیکلیناها و نومولیتیداها) با پوسته نازک، مسطح و کشیده نیز بر آبهای عمیق، نور و انرژی کمتر و شوری نرمال دلالت می‌کنند. همچنین فراوانی و تنوع بالای روزن‌داران بنتیک در برش مورد مطالعه نشانه نهشته شدن این توالیها در آبهای گرم نواحی گرمسیری تا نیمه گرمسیری می‌باشد و معرف شرایط غذایی الیگوتروفی و تا حدی مزوتروفی است. در طی گذر از الیگوسن به میوسن در برش مورد مطالعه افزایش عمق در پلاتفرم کربناته رخ داده است.

رسوبات سازند قم در برش مورد مطالعه با ضخامت ۳۲۵ متر شامل سنگ آهکهای نازک، متوسط تا ضخیم لایه و توده‌ای می‌باشد که با ناپوستگی فرسایشی بر روی سنگهای ولکانیکی ائوسن قرار گرفته و در انتها توسط آبرفت پوشیده شده است. محتوای فسیلی سازند قم در این برش با بررسی مقاطع نازک شناسایی گردید و با توجه به مجموعه روزن‌داران بنتیک سن سازند قم در برش مورد مطالعه چاتین - آکی تانین؟ تعیین گردید. بر اساس تطابق صورت گرفته، دریا از سمت جنوب غرب کاشان پیش‌روی خود را آغاز نموده و رسوب‌گذاری در جنوب غرب کاشان زودتر از جنوب شرق کاشان صورت گرفته است. در ضمن رسوب‌گذاری در جنوب شرق تا آکی تانین ادامه داشته

منابع

- آقناباتی، ع. و ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- بختیاری، س.، ۱۳۸۴. اطلس راههای ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۲۸۸ ص.
- رحیم زاده، ف.، ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران: الیگوسن، میوسن و پلیوسن. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۱۱ ص.
- زاهدی، م. و عمیدی، س. م.، ۱۹۹۱. نقشه زمین شناسی چهار گوش ۱/۲۵۰۰۰۰ کاشان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Adams, T.D., & Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy. *Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division*, Unpublished Report 1074: 1-37.
- Beavington-Penney, S.J., & Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. *Earth Science Reviews*, 67: 219-265.
- Bozorgnia, F., 1966. Qom Formation stratigraphy of the central basin of Iran and its intercontinental position. *Bulletin of Iranian petroleum Institute*, 24: 69-75.
- Daneshian, J., & Ramezani-Dana, L., 2007. Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Deh-Namak, Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29: 844-858.
- Dozy, J.J., 1955. A sketch of past Cretaceous volcanism in Central Iran. *Leidse, Geol., Mededeelings*, 20: 48-57.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequence in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Palaeogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 211-238.
- Hallock, P., 1985. Why are larger foraminifera large? *Paleobiology*, 11 (2): 195-208.
- Hallock, P., 1987. Fluctuations in the trophic resource continuum: a factor in global diversity cycles? *Paleoceanography*, 2: 457-471.
- Hallock, P., & Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 1: 44-64.
- Hallock, P., 2001. Coral reefs carbonate sedimentation, nutrients, and global change. In: Stanely, G.D., (ed.), *The history and sedimentology of ancient reef ecosystem. Kluwer Academic / Plenum Publishers*, New York, p. 387-427.
- Jones, R.W., & Racey, A., 1994. Cenozoic stratigraphy of the Arabian Peninsula and Gulf. In: Simmons, M.D., (ed.), *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the middle East. Chapman & Hall*, UK. pp. 273-303.
- Loblich, A.R., & Tappan, H., 1998. Foraminiferal genera and their classification. *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 970 p.
- Mutti, M., & Hallock, P., 2003. Carbonate system along nutrient and temperature gradient: Some sedimentological and geochemical constraints, *International Journal of Earth-Science*, 92: 465-475.
- Pomar, L., 2001. Types of carbonate platforms: a genetic approach. *Basin Research*, 13: 313-334.
- Rahaghi, A., 1973. Etude de quelques grands foraminiferes de la Formation Qom (Iran Central). *Rev. Micropaleont.*, 16: 23-38.
- Rasser, M.W., & Nebelsich, J.H., 2003. Provenance analysis of Oligocene autochthonous and allochthonous coralline algae a quantitative approach towards reconstructing transported assemblages: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 201: 89-111.
- Renema, W., & Troelstra, S.R., 2001. Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 125-174.
- 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.
- Wilson, M.E.Y., & Vecsei, A., 2005. The apparent Paradox of abundant foraminifera in low latitudes: their environmental significance and effect on platform development. *Earth Science Reviews*, 69: 133-168.