

ریز رخساره‌ها و محیط رسوبی توالی کربناته پالئوسن - ائوسن در جنوب شرق بیرجند، شرق ایران

نرگس شکوهی مقدم^{۱*}، غلامرضا میراب شبستری^۲، احمد رضا خزاعی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

*پست الکترونیک: Shokuhi_narges@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۳

چکیده

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق بیرجند قرار دارد و شامل واحدهای کربناته پالئوسن - ائوسن می‌باشد. در این تحقیق دو برش چینه شناسی اندازه گیری شده است. برش کلاته شیر که در ۱۶۰ کیلومتری جنوب شرق بیرجند قرار دارد، حدود ۲۵۷ متر ضخامت دارد و عمدتاً شامل سنگ آهکهای نازک تا ضخیم لایه، دولومیت، شیل، کنگلومرا و نیز یک واحد آندزیتی است. برش دیگر نزدیکی روستای کفاز، در ۱۵۰ کیلومتری جنوب شرق بیرجند واقع است و با ۱۶۰ متر ضخامت از سنگ آهکهای نازک تا ضخیم لایه، دولومیت، شیل، ماسه سنگ و مارن تشکیل شده است. بر اساس مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی در منطقه مورد مطالعه، ۱۰ ریز رخساره شناسایی گردید که در قالب چهار کمربند رخساره‌ای شامل دریایی باز، پشته، لاگونی و پهنه جزرومدی در یک پلاتفرم کم عمق کربناته از نوع رمپ نهشته شده است. تغییرات نسبی سطح آب دریا یک چرخه عمیق شونده به سمت بالا را نشان می‌دهد که طی یک دوره پیش‌روی نهشته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پالئوسن - ائوسن، بیرجند، شرق ایران، ریز رخساره، رمپ کربناته.

مقدمه

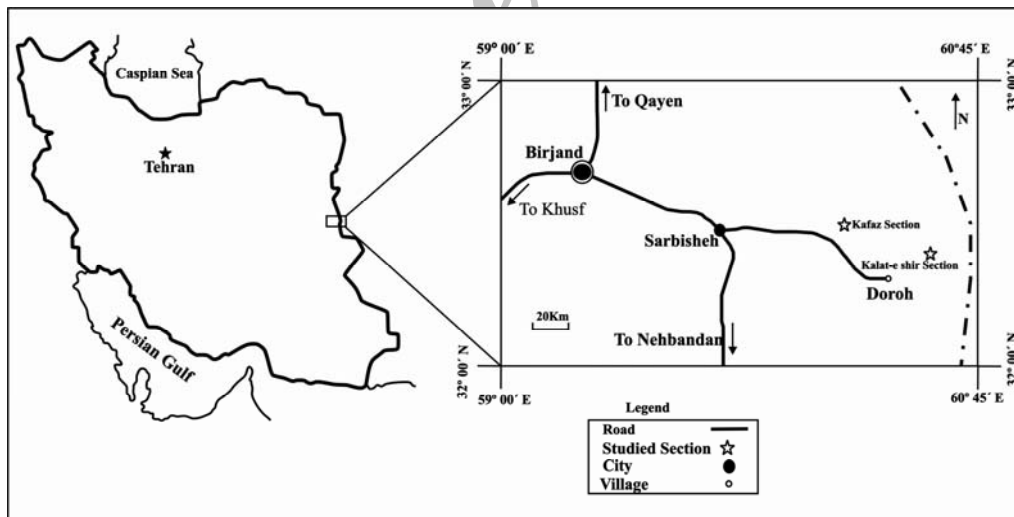
از این رو برای تکمیل مطالعات قبلی و همچنین بررسی محیط رسوبی تشکیل دهنده این رسوبات، انجام مطالعات بیشتر در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد. مهمترین اهداف مورد نظر در این پژوهش شامل شناسایی، نام‌گذاری و تفکیک رخساره‌های سنگی بر اساس اختصاصات بافتی و ساختاری، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره‌های سنگی و نیز تعبیر و تفسیر محیط رسوب گذاری و در نهایت ارائه الگوی رسوبی مناسب در منطقه مورد مطالعه است.

توالی رسوبات کربناته پالئوسن - ائوسن در شرق ایران از گستردگی و ضخامت قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده و در طول مسافت زیادی قابل ردیابی است. در بسیاری از نقاط، با وجود راههای دسترسی نسبتاً مناسب و رخنمونهای قابل مطالعه، توالیهای مورد نظر از جنبه پتروگرافی و رخساره‌های رسوبی چندان مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار نگرفته و به جز در معدودی از موارد، تنها به مطالعات فسیل شناسی و احیاناً تعیین سن توالیهای مذکور اکتفا شده است.

روش مطالعه

پس از شناسایی مقدماتی و بازدیدهای صحرائی، دو برش چینه شناسی کلاته شیر و کفاز که دارای کامل ترین رخنمون و کمترین پوشش گیاهی و گسل خوردگی بودند، جهت برداشت و نمونه برداری انتخاب شده و مطالعه صحرائی دقیق هر یک از رخنمونها انجام گردید. دو برش چینه ای مورد مطالعه، در مجاورت روستاهای کلاته شیر و کفاز، در محدوده جغرافیایی $19^{\circ} 32'$ تا $32^{\circ} 32'$ عرض شمالی و 60° تا $60^{\circ} 34'$ طول شرقی قرار گرفته اند. این دو روستا از روستاهای دهستان درح از بخش مرکزی شهرستان سریشه که از شهرستانهای مرزی استان خراسان جنوبی است، محسوب می شوند. شهر سریشه مرکز این شهرستان، در ۶۵ کیلومتری جنوب شرقی بیرجند و در مسیر راه بیرجند - نهبندان قرار دارد. نقشه راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

بر اساس تقسیم بندی آقانباتی (۱۳۸۳) منطقه مورد مطالعه در زون فیلیشی شرق ایران قرار دارد. این زون در حد فاصل دو گسل نهبندان (در غرب) و گسل هریرود (در شرق) واقع شده و شامل انباشته‌هایی ضخیم از نهشته‌های فیلیشی گونه، دارای پی سنگ افیولیتی وابسته به پوسته‌های اقیانوسی می باشد. در حوضه فیلیشی شرق ایران سنگهای قدیمی تر از کرتاسه رخنمون ندارد. جدا از پوسته‌های اقیانوسی، رخساره‌های سنگی بیشتر از نوع شیل و ماسه سنگ‌های دریایی کرتاسه پسین تا اواخر ائوسن است. نبود رسوبات دریایی جوانتر از ائوسن، به حرکتهای کوه زایی ائوسن - الیگوسن نسبت داده می شود که با رخداد زمین ساختی پیرنه قابل قیاس است. تکاپوهای آتشفشانی کم است، ولی مقداری سنگ آذرین بیرونی از نوع آندزیت با سنگ نهشته‌های فیلیشی همراه است که رخساره‌های آتشفشانی - رسوبی را تداعی می کنند (آقانباتی، ۱۳۸۳).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برشهای کلاته شیر و کفاز (برگرفته از بختیاری، ۱۳۸۴)

اندازه دانه‌ها صورت گرفته است. نام گذاری سنگهای آهکی در صحرا با استفاده از طبقه بندی گرابو (Grabau, 1904) انجام گرفته است. در ادامه نمونه‌های برداشت شده، به دقت کد گذاری شده و به آزمایشگاه انتقال داده شده‌اند. از ۱۷۰ نمونه سنگی برداشت شده ۱۶۰

برشهای مورد مطالعه در دو یال یک ناودیس قرار گرفته‌اند، به طوری که برش کلاته شیر در یال غربی و برش کفاز در یال شرقی ناودیس مذکور واقع شده‌اند. برداشت و نمونه برداری در جهت عمود بر امتداد لایه‌ها، از قدیم به جدید و بر اساس تغییرات مشاهده شده از جنس، رنگ، لایه بندی و

عمدتاً شامل سنگ آهکهای نازک تا ضخیم لایه، دولومیت، شیل، کنگلومرا و نیز یک واحد آندزیتی است.

قاعده برش کفاز با مختصات جغرافیایی $32^{\circ} 32' 57/46''$ عرض شمالی و $60^{\circ} 22' 37/57''$ طول شرقی در کوه دو شاخ (متوسط ارتفاع ۲۰۸۵ متر) در نزدیکی روستای کفاز در ۱۵۰ کیلومتری جنوب شرقی بیرجند قرار گرفته است. این برش با ۱۲۵ متر ضخامت شامل سنگ آهکهای منسوب به پالئوسن - ائوسن است. امتداد متوسط لایه‌ها در این برش چینه نگاری N37W و شیب لایه‌ها در حدود 64NE می‌باشد و از سنگ آهکهای نازک تا ضخیم لایه، دولومیت، شیل، ماسه سنگ و مارن تشکیل شده است. مرز زیرین برش کفاز به رسوبات کرتاسه بالایی و مرز بالایی آن به شیل و ماسه سنگهای منسوب به پالئوسن - ائوسن محدود می‌شود (علوی نائینی، ۱۳۶۰).

نقشه زمین شناسی منطقه کلاته شیر در شکل ۲ و نقشه زمین شناسی برش کفاز در شکل ۳ نشان داده شده است. ستون سنگ چینه شناسی برش کلاته شیر در شکل ۴ و ستون سنگ چینه شناسی برش کفاز نیز در شکل ۵ نمایش داده شده است. تطابق ستونهای سنگ چینه نگاری برشهای کلاته شیر و کفاز نیز در شکل ۶ ترسیم شده است.

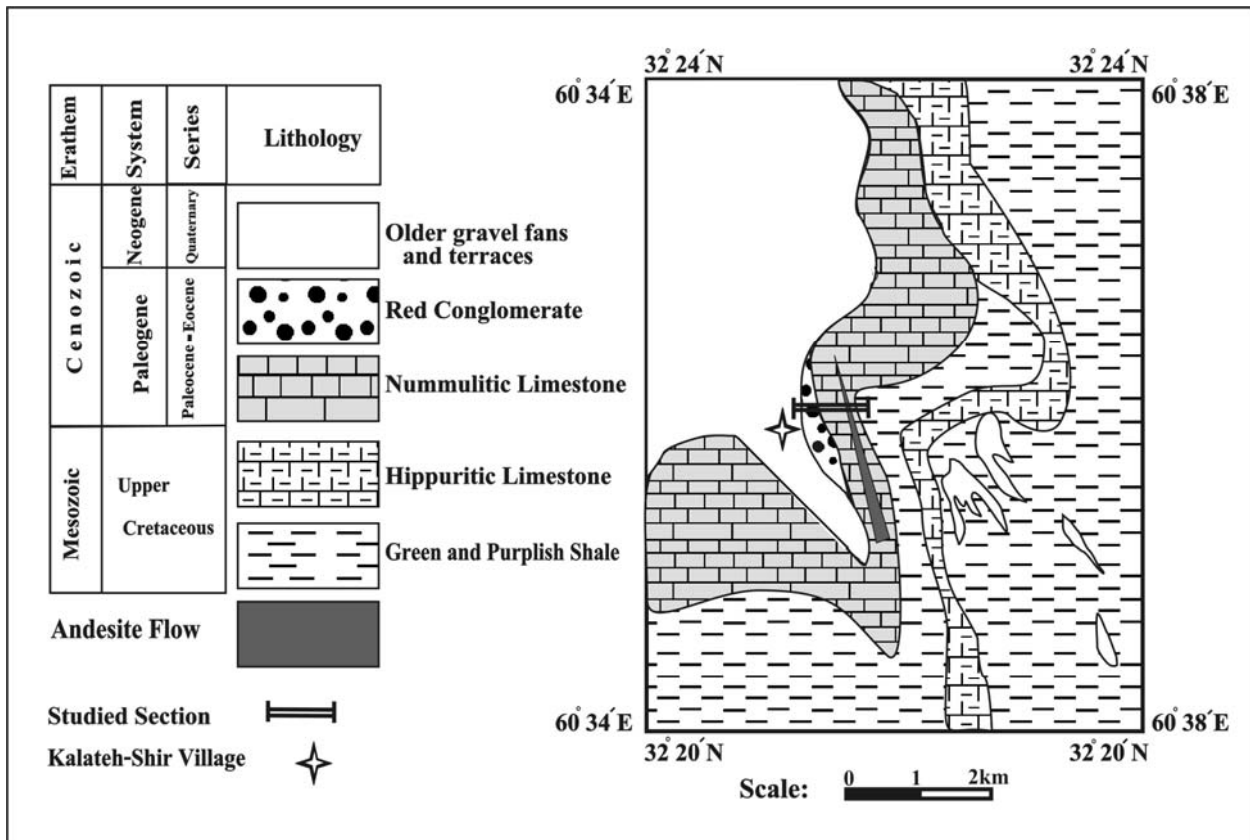
نمونه انتخاب و از آنها برش نازک میکروسکوپی تهیه شده و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

به منظور تشخیص و تفکیک رخساره‌ها، کلیه برشهای نازک میکروسکوپی، مورد بررسی دقیق سنگ شناسی قرار گرفته‌اند. برای هر یک از نمونه‌های آهکی درصد فراوانی اجزای اسکلتی، غیر اسکلتی و سیلیسی آواری با استفاده از چارتهای مقایسه‌ای فلوگل (Flügel, 2004) و تاکر (Tucker, 2001) تخمین زده شده است. در این مطالعه نام گذاری هریک از سنگهای کربناته بر اساس طبقه بندی دانهام (Dunham, 1962) و فولک (Folk, 1974) صورت گرفته است. همچنین به منظور تشخیص کلسیت از دولومیت و همچنین کربناتهای آهن دار از فاقد آهن، برشهای نازک میکروسکوپی به روش دیکسون (Dickson, 1966) رنگ آمیزی شده‌اند. جهت تشخیص رخساره‌ها و تفسیر محیطهای رسوبی و همچنین ارائه الگوی رسوبی نیز تلفیقی از روش ویلسون (Wilson, 1975) و فلوگل (Flügel, 1984; 2004) به کار گرفته شده است.

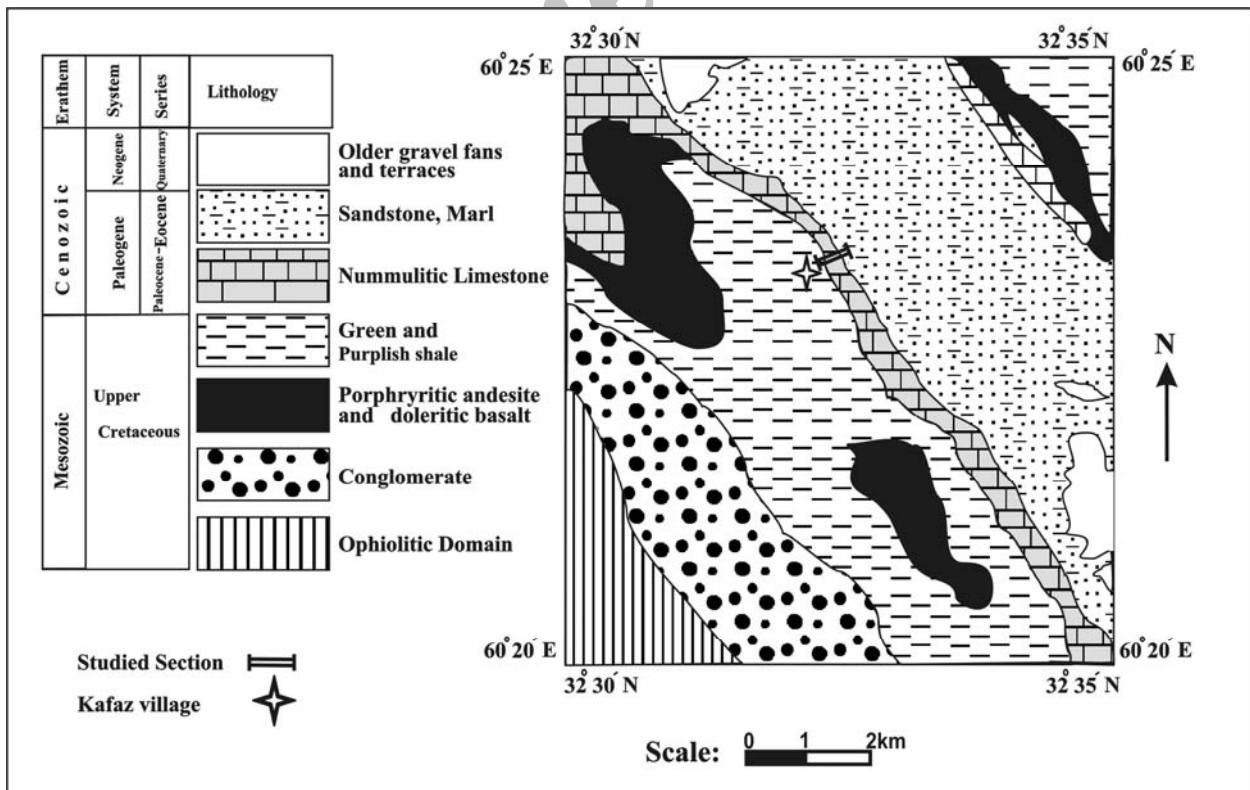
بحث

سنگ چینه نگاری برشهای مورد مطالعه

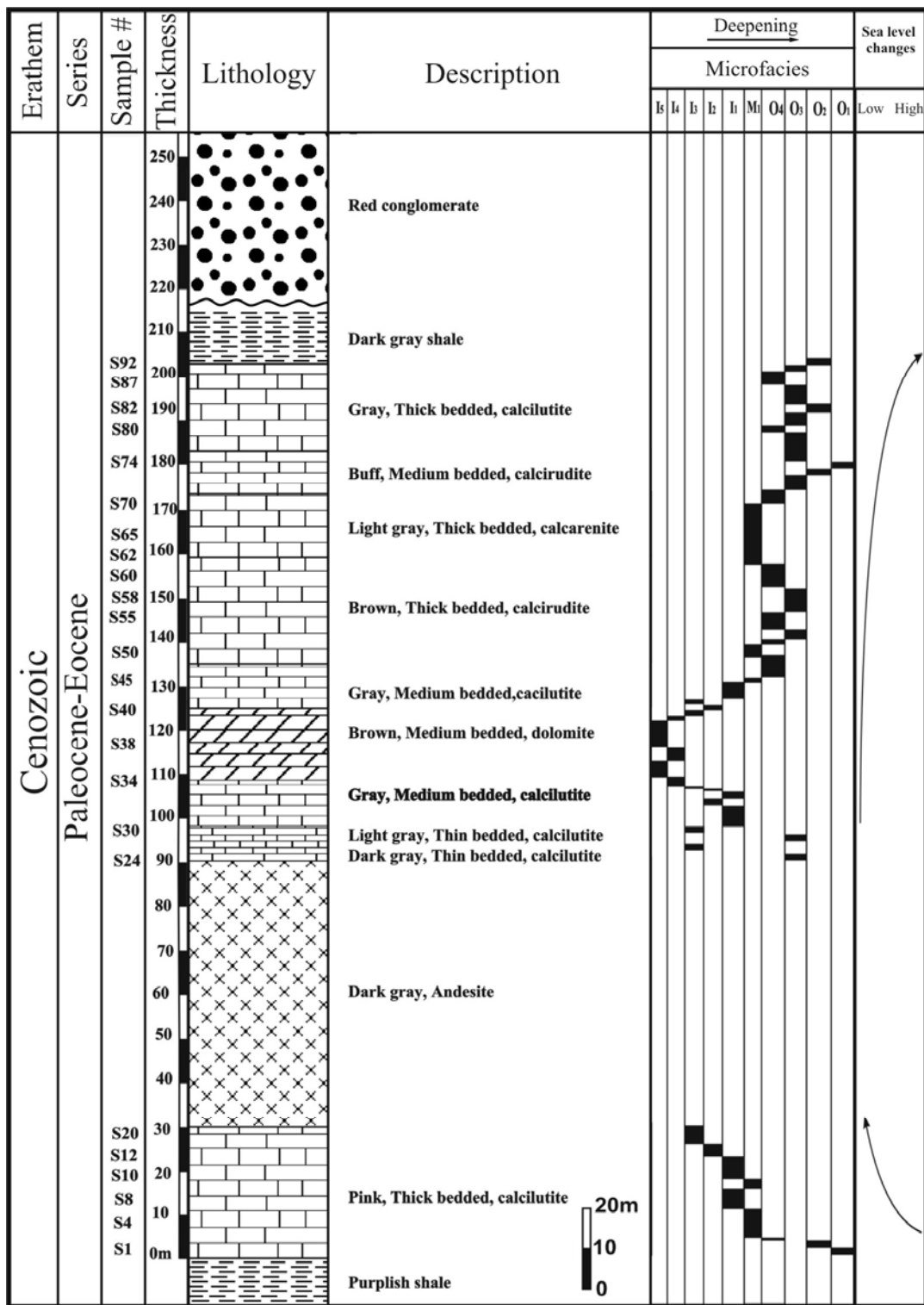
قاعده برش چینه شناسی کلاته شیر با مختصات جغرافیایی $32^{\circ} 19' 57/7''$ عرض شمالی و $60^{\circ} 34' 55/3''$ طول شرقی در کوه نمدان (متوسط ارتفاع ۲۱۲۰ متر) در نزدیکی روستای کلاته شیر، در ۱۶۰ کیلومتری جنوب شرقی بیرجند واقع شده است و شامل سنگ آهکهای منسوب به پالئوسن - ائوسن می‌باشد (علوی نائینی، ۱۳۶۰). امتداد متوسط لایه‌ها در این برش چینه نگاری N28W و شیب لایه‌ها در حدود 55SW می‌باشد. مرز زیرین آن به شیل‌های مدادی بنفش رنگ به سن کرتاسه پسین و مرز بالایی آن به آبرفتهای عهد حاضر ختم می‌شود. ضخامت حقیقی برش چینه‌ای کلاته شیر ۲۵۷ متر و



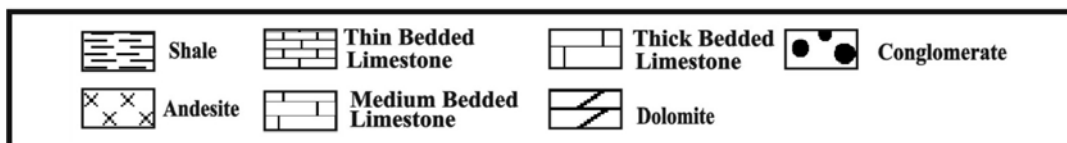
شکل ۲: نقشه زمین شناسی محدوده برش کلاته شیر (بر گرفته از علوی نائینی، ۱۳۵۹؛ ترسیم مجدد با تغییرات)



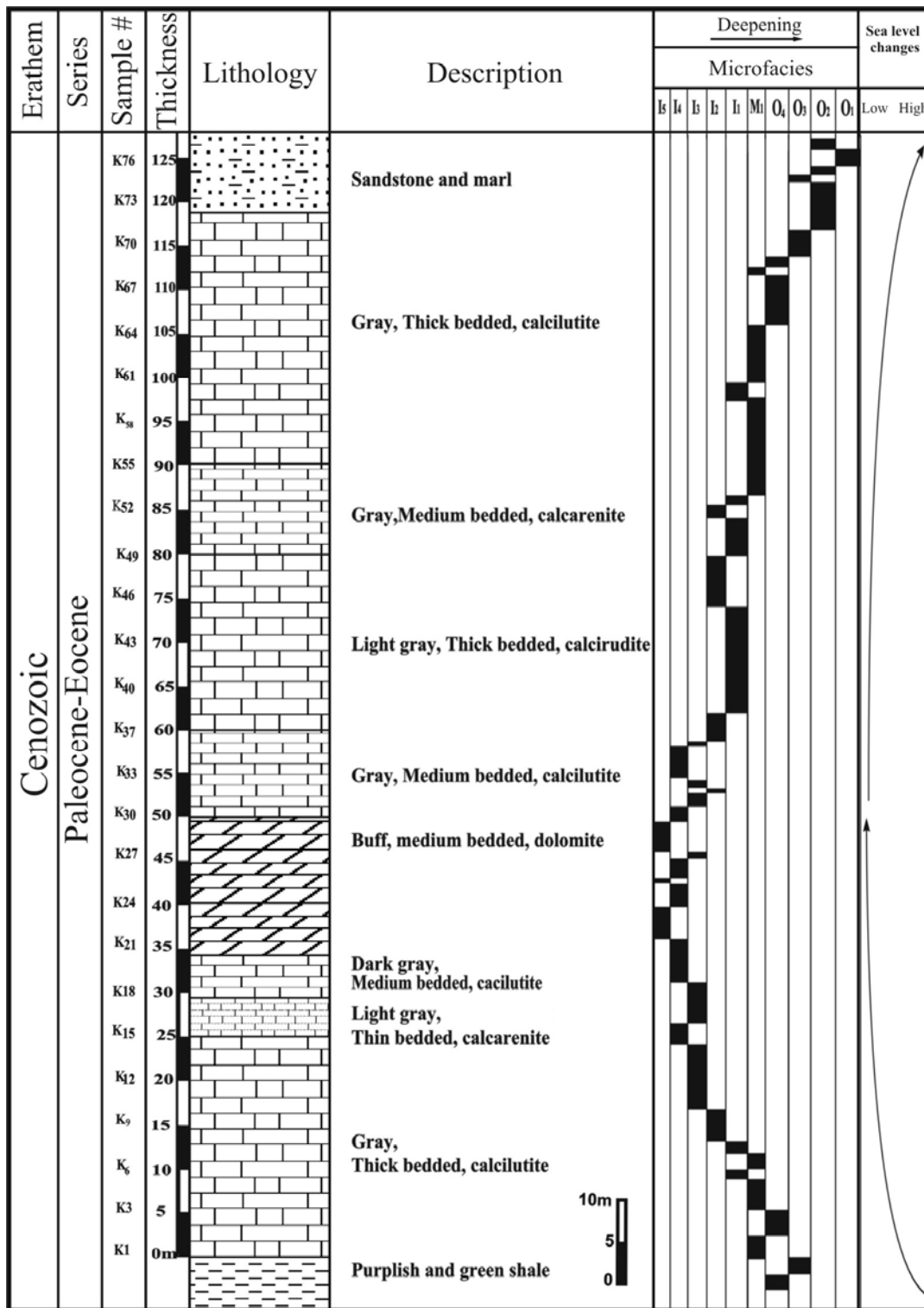
شکل ۳: نقشه زمین شناسی محدوده برش کفاز (بر گرفته از علوی نائینی، ۱۳۶۰؛ ترسیم مجدد با تغییرات)



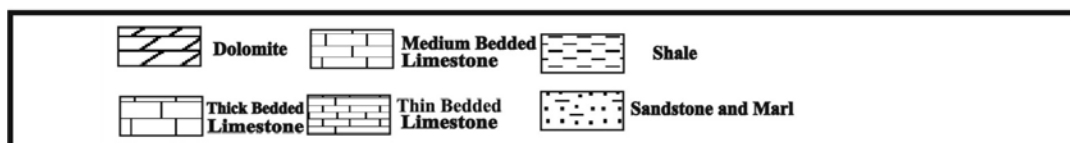
Legend



شکل ۴: ستون سنگ چینه نگاری، پراکنندگی ریزرخساره‌ها و نوسان نسبی سطح آب دریا در برش کلاته شیر



Legend



شکل ۵: ستون سنگ چینه نگاری، پراکندگی ریزرخساره ها و نوسان نسبی سطح آب دریا در برش کفاز

ریز رخساره آشفتگی زیستی نیز مشاهده شده است (شکل ۷الف).

۲- ریز رخساره O₂: وکستون حاوی پلوئید (Peloidal Wackestone Microfacies)

اجزای اصلی و عمده این ریز رخساره پلوئید با فراوانی ۱۰ تا ۲۰ درصد است. از دیگر اجزای تشکیل دهنده می‌توان به روزن‌داران پلاژیک، خرده‌های دو کفه‌ای، بریوزوئر و قطعات خارپوست اشاره کرد که در زمینه‌ای میکرایتی شناورند (شکل ۷ب).

۳- ریز رخساره O₃: وکستون رسی حاوی ارتوفراگمینید (Orthophragminid Argillaceous Wackestone Microfacies)

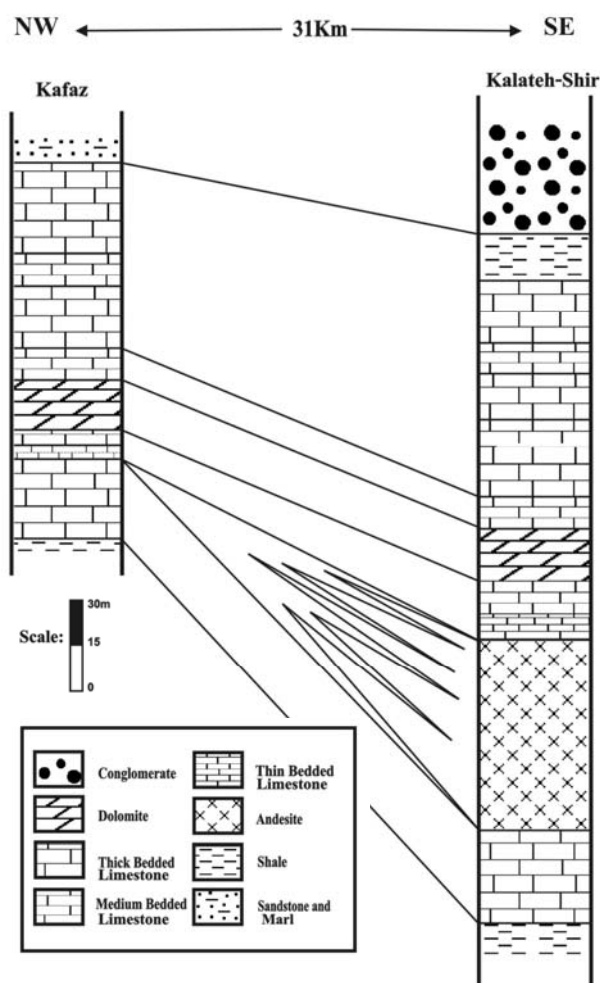
مهمترین اجزای مشاهده شده در این ریز رخساره، روزن‌داران بنتیک از نوع اورتوفراگمینید با فراوانی حداکثر ۲۰ درصد می‌باشند که به همراه ۳ تا ۵ درصد روزن‌داران پلاژیک در زمینه‌ای میکرایتی حاوی ۵ تا ۱۰ درصد ذرات آواری دانه ریز در حد رس پراکنده‌اند (شکل ۷پ).

۴- ریز رخساره O₄: پکستون / وکستون جلبکی (Algal Packstone/Wackestone Microfacies)

این رخساره عمدتاً از قطعات سالم تا خرد شده جلبک قرمز با فراوانی ۳۰ تا ۳۵ درصد به همراه ۱۵ تا ۲۰ درصد بریوزوئر و قطعات خارپوست تشکیل شده است. از اجزای فرعی موجود در این ریز رخساره روزن‌داران پلاژیک با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد، روزن‌داران بنتیک بزرگ منفذدار از جمله *Discocyclus* با فراوانی حداکثر ۱۰ درصد، روزن‌داران بنتیک ریز با فراوانی ۲ تا ۵ درصد، اینتراکلیست با فراوانی ۳ تا ۵ درصد و پلوئید با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد است که در زمینه‌ای میکرایتی قرار گرفته‌اند (شکل ۷ت).

۵- ریز رخساره M₁: پکستون / گرینستون حاوی خرده اسکلتی (Bioclastic Packstone/Grainstone Microfacies)

مهمترین اجزای اسکلتی مشاهده شده در این ریز رخساره قطعات سالم و خرد شده جلبک قرمز با فراوانی ۲۰ تا ۳۰ درصد، روزن‌داران بنتیک بزرگ منفذدار با دیواره هیالین از



شکل ۶: تطابق سنگ چینه نگاری برشهای کلاته شیر و کفاز

معرفی ریز رخساره‌ها

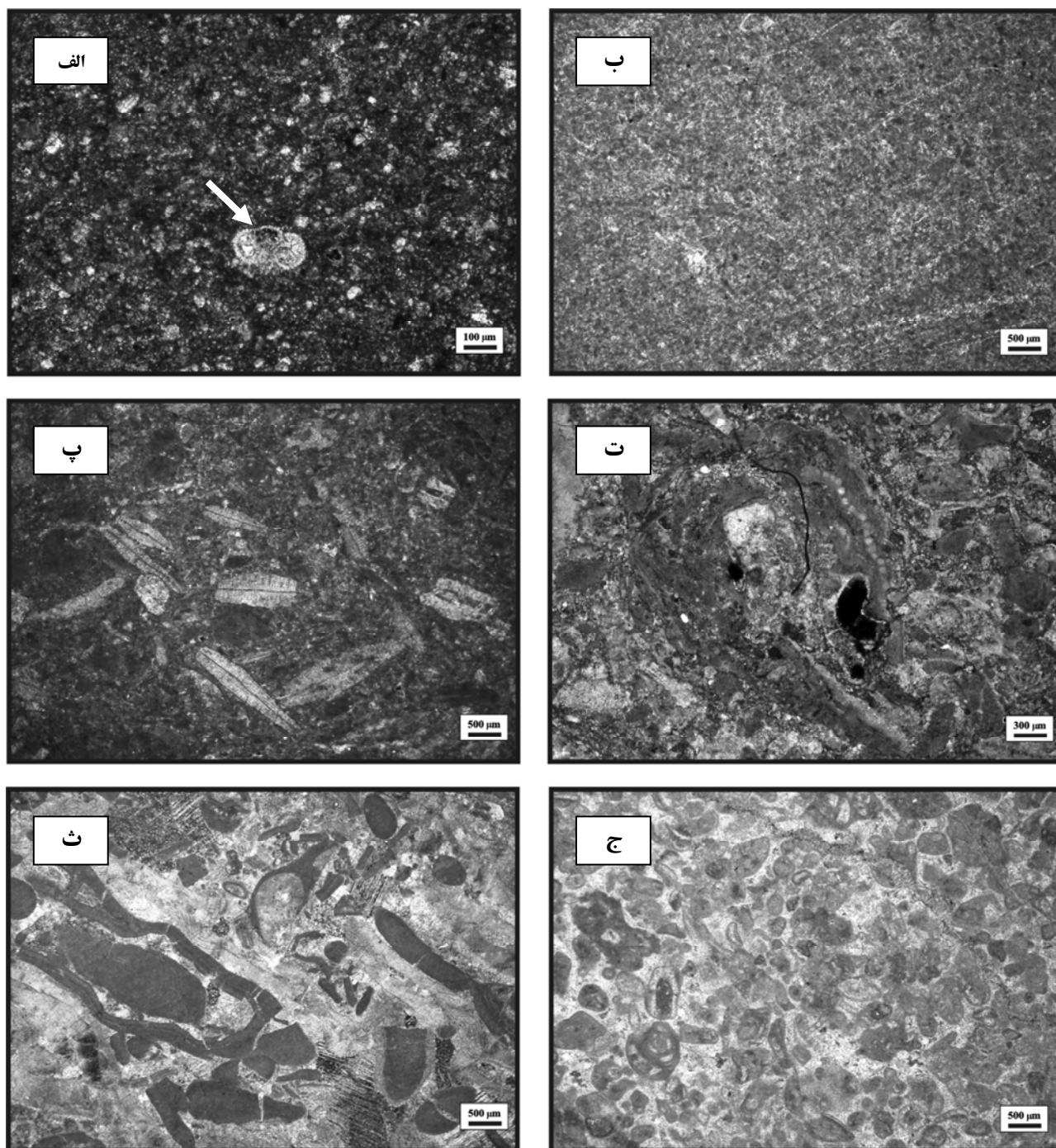
با توجه به کمیت و نوع اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی تشکیل دهنده سنگهای مورد مطالعه، ۱۰ ریز رخساره شناسایی گردید که از سمت دریا به طرف ساحل عبارتند از:

۱- ریز رخساره O₁: مادستون حاوی روزن‌داران پلاژیک (Pelagic Foraminiferal Mudstone Microfacies)

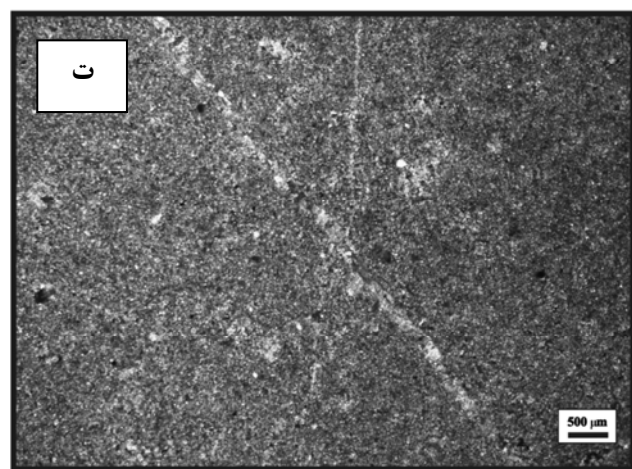
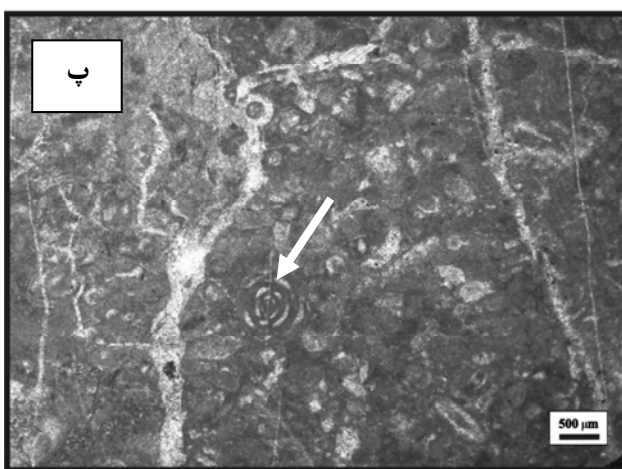
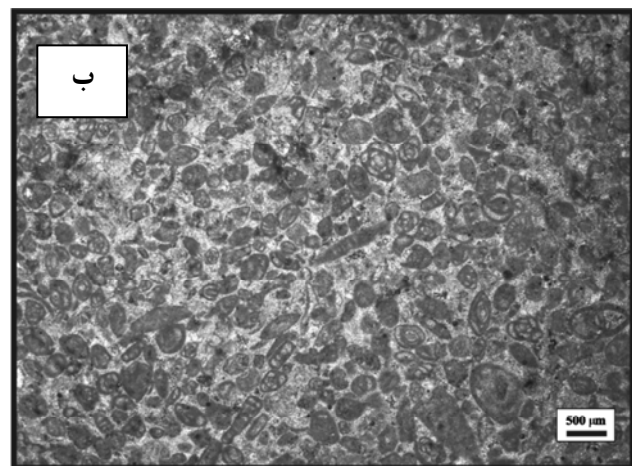
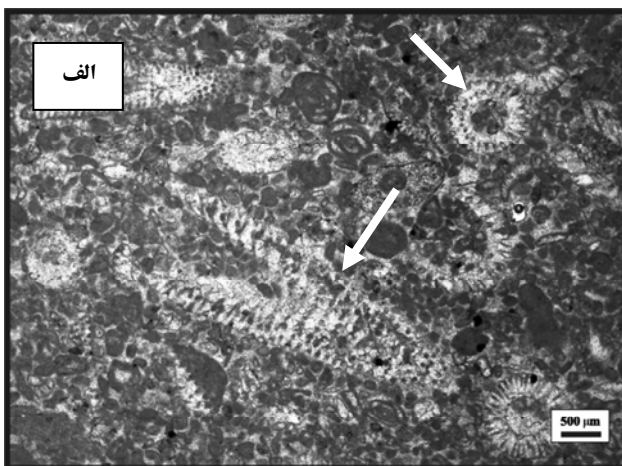
مهمترین جزء تشکیل دهنده این ریز رخساره را روزن‌داران پلاژیک تشکیل می‌دهند که به همراه مقدار بسیار کمی قطعات خارپوست، رادیولر و همچنین دانه‌های غیر اسکلتی مثل پلوئید با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد، در زمینه میکرایتی دیده می‌شوند. میانگین درصد زمینه میکرایتی در این ریز رخساره بیش از ۹۰ درصد است. در بعضی برشهای این

(*Disticoplax*)، میلیولیده و اجزای غیر اسکلتی مانند اینتراکست (۵ تا ۱۰ درصد) و پلوئید (۳ تا ۵ درصد) که در زمینه‌ای از سیمان کلسیت اسپاری قرار گرفته‌اند، اشاره کرد (شکل ۷ث).

قبیل *Operculina*، *Nummulites* و *Assilina* با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد می‌باشند. از دیگر اجزای تشکیل دهنده این ریز رخساره می‌توان به قطعات خارداران و بریوزوئر با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد و نیز مقادیر کمی جلبک سبز



شکل ۷: تصاویر برگزیده میکروسکوپی از ریز رخساره‌های برشهای کلاته شیر و کفاز، الف) مادستون حاوی روزن‌دار پلاژیک؛ ب) وکستون حاوی پلوئید؛ پ) وکستون رسی حاوی خرده اسکلتی؛ ت) پکستون/وکستون جلبکی؛ ث) پکستون/گرینستون حاوی خرده اسکلتی؛ ج) وکستون/پکستون حاوی خرده اسکلتی و اینتراکست.



شکل ۸: تصاویر میکروسکوپی برگزیده از ریزرخساره‌های برشهای کلاته شیر و کفاز: الف) وکستون/پکستون حاوی جلبک داسی‌کلاداسه‌آ؛ ب) وکستون/پکستون حاوی میلیولید؛ پ) وکستون/مادستون حاوی خرده اسکلتی؛ ت) مادستون دولومیتی شده

۷- ریز رخساره I₂: وکستون / پکستون حاوی جلبک داسی‌کلاداسه‌آ (Dasycladacean Wackestone/Packstone) (Microfacies):

اجزای اصلی تشکیل دهنده این ریز رخساره شامل: قطعات خرد شده و سالم جلبک سبز داسی‌کلاداسه‌آ با فراوانی ۲۰ تا ۳۰ درصد، میلیولید با فراوانی ۱۰ تا ۱۵ درصد، به همراه پلوئید با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد که در زمینه‌ای از سیمان اسپاری پراکنده شده‌اند (شکل ۸الف).

۸- ریز رخساره I₃: وکستون / پکستون حاوی میلیولید (Miliolid Wackestone/Packstone Microfacies):

مهمترین جزء تشکیل دهنده این ریز رخساره میلیولیدها با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد است که به همراه ۱۰ تا ۱۵ درصد

۶- ریز رخساره I₁: وکستون/پکستون حاوی خرده اسکلتی و اینتراکلاست (Bioclastic Intraclastic Wackestone/Packstone) (Microfacies):

مهمترین اجزای مشاهده شده در این ریز رخساره اینتراکلاستها با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد به همراه ۱۰ تا ۱۵ درصد میلیولید می‌باشند. از دیگر اجزای موجود در این ریز رخساره، می‌توان به جلبک سبز (۵ تا ۱۰ درصد)، بریوزوئر و قطعات خارپوست اشاره کرد که به همراه سایر اجزای غیراسکلتی مانند پلوئید با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد، در زمینه‌ای از سیمان کلسیت اسپاری به همراه ۱۰ تا ۱۵ درصد میکرایت قرار گرفته‌اند (شکل ۷ج).

کمبرند رخساره‌ای دریای باز

ریزرخساره‌های مادستون حاوی روزن‌داران پلاژیک (O_1)، و کستون پلوئیددار (O_2)، و کستون رسی حاوی خرده اسکلتی (O_3) و پکستون/ و کستون جلبکی (O_4) در این کمربند رخساره‌ای قرار می‌گیرند. با توجه به فراوانی زمینه میکرایتی، تمام ریزرخساره‌های مذکور در زیر سطح اثر امواج و در محیطی آرام با انرژی پایین که رسوب‌گذاری عمدتاً به شکل ته نشست رسوبات ریز دانه مانند رسها و گل‌های کربناته صورت می‌گیرد، نهشته شده اند (Irwin, 1965).

به دلیل حضور روزن‌داران پلاژیک و نیز فراوانی زمینه میکرایتی در ریزرخساره‌های (O_1) و (O_2)، به نظر می‌رسد که این ریزرخساره‌ها در بخشهای نسبتاً عمیق حوضه نهشته شده‌اند (Wilson, 1975).

حضور فراوان روزن‌داران بنتیک بزرگ جنه در ریز رخساره‌های و کستون رسی حاوی ارتوفراگمینید (O_3) و جلبک‌های قرمز در ریزرخساره پکستون/ و کستون جلبکی (O_4) مؤید زیر محیط دریای باز است. زیرا این موجودات در شرایط با درجه شوری عادی دریایی قادر به زندگی می‌باشند (Wilson, 1975; Tucker & Wright, 1990; Geel, 2000; Flügel, 2004).

کمبرند رخساره‌ای پشته کربناته

ریز رخساره پکستون/ گرینستون حاوی خرده اسکلتی (M_1) تنها ریز رخساره این کمربند رخساره‌ای است. وجود مقادیر بالای سیمان کلسیت اسپاری و نیز کم بودن میکرایت در این ریز رخساره نشان دهنده تشکیل آنها در محیطی پر انرژی که بالاتر از سطح اثر امواج قرار دارد، می‌باشد (Irwin, 1965). این انرژی زیاد محیط، به شسته شدن میکرایت و پر شدن فضای بین دانه‌ها توسط سیمان کلسیت اسپاری منجر گردیده است. این ریز رخساره به علت دارا بودن

بریوزوئر، ۵ تا ۱۰ درصد خارپوست و ۵ تا ۱۰ درصد روتالیده و نیز اجزای غیراسکلتی از قبیل پلوئید با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد و اینتراکست با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد، در زمینه‌ای از سیمان اسپاری دارای ۱۰ تا ۱۵ درصد میکرایت قرار دارند (شکل ۸ب).

۹- ریز رخساره I4: و کستون/مادستون حاوی خرده اسکلتی (Bioclastic Wackestone/Mudstone Microfacies)

مهمترین جزء تشکیل دهنده این ریز رخساره میلیولیده با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد است که به همراه مجموعاً ۵ تا ۱۰ درصد جلبک سبز، آلوئولینیده، روزن‌داران بنتیک ریز با دیواره تیره مانند تکستولاریده، *Orbitolites*، *Litunella*، پوسته‌های نازک استراکودا، شکم پایان و نیز اجزای غیراسکلتی مانند پلوئید (۱۰ تا ۱۵ درصد)، در زمینه‌ای میکرایتی شناورند (شکل ۸پ).

۱۰- ریز رخساره I5: رخساره مادستون دولومیتی شده (Dolomitized Mudstone Microfacies)

این ریز رخساره عمدتاً از میکرایت تشکیل شده است. از ویژگیهای این ریز رخساره می‌توان به فقدان بقایای زیستی، وجود فابریک فنسترال و نیز گسترش فرآیند دولومیتی شدن اشاره کرد (شکل ۸ت).

تفسیر ریز رخساره‌ها و محیط رسوب‌گذاری

بر اساس شناسایی و تفکیک ریز رخساره‌های موجود در برشهای کلاته شیر و کفاز و با توجه به کمیت و نوع اجزای اسکلتی و غیراسکلتی آنها و نیز با بررسی تغییرات عمودی اجزا (نوع و اندازه) در توالی مورد مطالعه، محیط رسوب‌گذاری و شرایط تشکیل آنها تفسیر شده است. ریزرخساره‌های شناسایی شده بر اساس تقسیم بندی فلوگل (Flügel, 2004) در قالب چهار کمربند رخساره‌ای که به ترتیب از عمیق به کم عمق شامل دریای باز، پشته کربناته، لاگون و پهنه جزرومدی می‌باشند، در ارتباط و پیوستگی با هم قرار دارند.

محیط نسبتاً کم انرژی تر تشکیل شده و نشانگر آبهای کم عمق و با درجه شوری سبب تا هایپر سالین می باشد (Wilson, 1975; Geel, 2000). وجود مقادیر بالای میکرایت در ریزرخساره‌های و کستون/مادستون حاوی خرده اسکلتی (I_4) نیز از ویژگیهای این ریزرخساره است. براساس الگوی Irwin (1965)، این ریزرخساره در یک محیط کم انرژی و پایین تر از سطح اثر امواج تشکیل شده است. همچنین، حضور روزن داران بنتیک با پوسته پورسلانوز (میلیولیده و آلوئولینیده) و آگلوتینه (*Litumella*) نشانه محیط آرام و با چرخش محدود آب بوده (Hottinger, 1997; Racey, 2001) و مؤید تشکیل این ریزرخساره در یک محیط کم عمق با انرژی پایین است. بنابراین با در نظر گرفتن بافت و نوع اجزای موجود در این ریز رخساره‌ها، زیر محیط لاگون برای این کمر بند پیشنهاد می شود. البته با توجه به حضور ریزرخساره‌های I_1 و I_2 ، به نظر می رسد که این زیر محیط با دریای باز ارتباط داشته است.

کمر بند رخساره ای پهنه جزرومدی

مادستون آهکی دولومیتی شده (I_5) تنها ریزرخساره این کمر بند رخساره‌ای است که عمدتاً از میکرایت تشکیل شده است. فرآیند دولومیتی شدن در بسیاری از نمونه‌ها مشهود است. وجود دولومیت‌های بسیار ریز بلور تا ریز بلور به همراه فابریک فنسترال که مبین شرایط خروج از آب است، نشان دهنده تشکیل این دولومیتها در شرایط نزدیک سطح زمین و طی مراحل اولیه دیاژنز در محیطهای جزرومدی است. این دولومیتها احتمالاً همزمان با رسوب گذاری و یا در مراحل اولیه دیاژنز بر اثر جانیشینی آهک اولیه بلافاصله پس از رسوب گذاری تشکیل شده‌اند (Greeg & Shelton, 1990; Adabi, 1996).

روزن داران بنتیک بزرگ جثه منفذ دار با دیواره هیالین (که مربوط به زیر محیط دریای باز با شوری عادی‌اند) و نیز حضور جلبک قرمز، بریوزوئر و خارداران در مجاورت دریای باز نهشته شده است (Wilson, 1975; Hollock & Glenn, 1986; Geel, 2000; Racey, 2001). با توجه به شواهد مذکور و مقایسه آن با الگوی ارائه شده (Flügel, 2004)، زیر محیط پشته کربناته (Carbonate Shoal) برای این کمر بند رخساره‌ای پیشنهاد می شود. البته شایان ذکر است که با توجه به تغییرات تدریجی فسیلها و نیز وجود فسیلهای شاخص دریای باز در کنار فسیلهای خاص زیر محیط لاگون، به نظر می رسد که در زمان تشکیل این رسوبات، سد توسعه یافته‌ای که بتواند باعث جدایش کامل دریای باز از لاگون شود وجود نداشته است.

کمر بند رخساره‌ای لاگون

ریز رخساره‌های و کستون/پکستون حاوی خرده اسکلتی و اینتراکلسیت (I_1)، و کستون/پکستون حاوی جلبک داسی کلا داسه آ (I_2)، و کستون/پکستون حاوی میلیولید (I_3) و کستون/مادستون حاوی خرده اسکلتی (I_4) در این کمر بند رخساره ای قرار دارند.

با توجه به وجود فسیلهایی مانند بریوزوئر و خارداران که می توانند در شرایط دریای باز زندگی کنند (Wilson, 1975) و فراوانی سیمان کلسیت اسپاری در ریز رخساره‌های و کستون/پکستون حاوی اینتراکلسیت و خرده اسکلتی (I_1)، وجود مقادیر بالای جلبک سبز (که نشانگر آبهای کم عمق و منطقه نفوذ نور است) در ریز رخساره و کستون/پکستون حاوی جلبک داسی کلا داسه آ (I_2)، به نظر می رسد این ریزرخساره‌ها در محیطی با چرخش آزاد آب دریا (Flügel, 2004) نهشته شده‌اند.

در ریزرخساره و کستون/پکستون حاوی میلیولید (I_3)، وجود میلیولیده حاکی از چرخش محدود آب دریا بوده و در یک

نبود رخساره‌های مربوط به ریفهای سدی دلالت بر تشکیل این رسوبات کربناته در یک پلاتفرم کربناته نوع رمپ می‌کند، زیرا گسترش محدود ریفها از ویژگیهای رمپ محسوب می‌شود (Einsele, 2000).

بنابراین، ضمن در نظر گرفتن تغییرات جانبی و عمودی ریزرخساره‌های شناسایی شده و نیز قانون والتر (Middleton, 1873)، همچنین تعاریف ارائه شده برای انواع پلاتفرمهای کربناته (Read, 1985; Wright & Burchette 1996; Burchette & Wright 1998; Insalaco *et al.*, 2003; Pomar, 2001; Kiessling *et al.*, 2000) و سرانجام طبقه بندی و مقایسه این ریزرخساره‌ها با الگوهای معرفی شده (Wilson, 1975; Buxton & Pedley, 1989; Flügel, 2004) و محیطهای عهد حاضر

(Racey *et al.*, 2001; Beavington-Penney *et al.*, 2006) الگوی رسوبی پیشنهادی در برشهای کلاته شیر و کفاز، یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ است که با شیبی ملایم، بدون شکست مشخصی در دامنه، منطقه کم عمق ساحلی را به نواحی عمیقتر دریای باز متصل می‌کرده است. با توجه به شواهد ذکر شده و مقایسه آن با الگوی ارائه شده توسط Flügel (2004)، به نظر می‌رسد کمر بند رخساره‌ای دریای باز در محدوده رمپ بیرونی، کمر بند پشته کربناته در منطقه رمپ میانی، کمر بند لاگون در قسمت‌های باز رمپ داخلی و در مجاورت پشته کربناته و کمر بند پهنه جزرومدی در قسمت‌های محصور و کم انرژی رمپ داخلی نهشته شده‌اند. الگوی رسوب گذاری پیشنهادی به طور شماتیک در شکل ۹ نمایش داده شده است.

نمونه‌های مشابهی از این نوع پلاتفرمهای کربناته در سایر مناطق پهنه شرق ایران از جمله در شمال شرق نهبندان (جاودان، ۱۳۸۸) و غرب بیرجند (هاشمی عزیز، ۱۳۹۰) نیز معرفی گردیده است.

فقدان بقایای زیستی حاکی از نامناسب بودن شرایط محیطی است (Wilson, 1975; Flügel, 2004). به طور کلی عقیده بر این است که مادستونهای آهکی تا دولومیتی در قسمت داخلی پهنه‌های گلی جزرومدی تشکیل می‌شوند (Warren, 2000). فراوانی زمینه میکرایتی و نیز پایین بودن میزان اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی، بر انرژی بسیار پایین محیط تشکیل این ریز رخساره دلالت می‌کند.

مشابه این رسوبات در زاگرس (Adabi *et al.*, 2008) و نیز در حوضه کپه داغ (سازند مزدوران) (Adabi, 2009) مشاهده شده است که به محیطهای پهنه جزرومدی منسوب شده‌اند.

تغییرات جانبی رخساره‌ای و الگوی رسوب گذاری

از آن جایی که توالیهای رخساره‌ای کربناته، به طور کلی حاصل تغییرات محیطی در طی زمان هستند (Tucker & Wright, 1990)، پس می‌توان با شناسایی ریزرخساره‌ها و شرایط تشکیل آنها، محیط رسوب گذاری را تفسیر و الگویی برای ته نشست این رسوبات ارائه نمود.

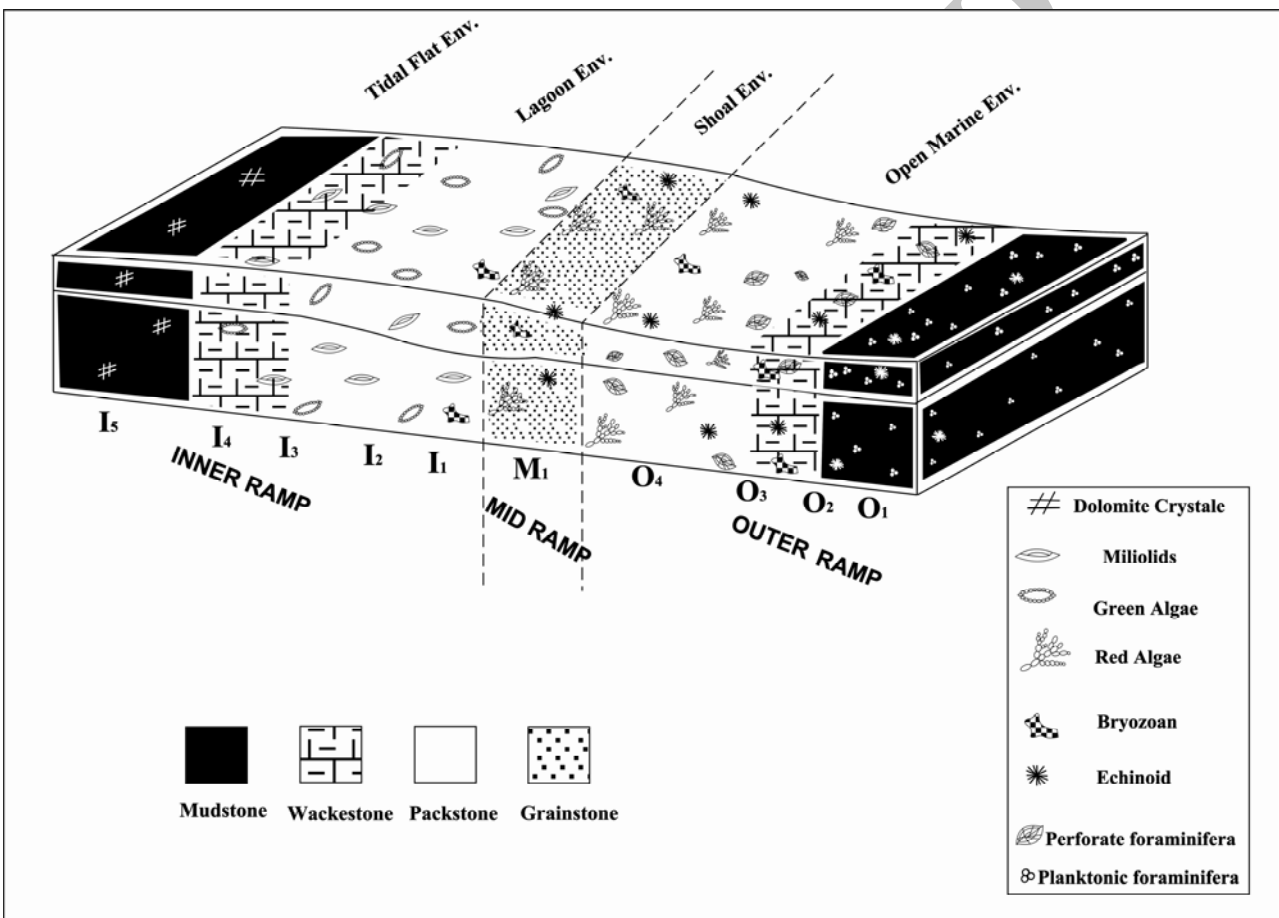
کمر بندهای رخساره‌ای دریای باز، پشته کربناته، لاگون و پهنه جزرومدی بر اساس ریز رخساره‌های توصیف شده، در یک پلاتفرم کربناته کم عمق جای می‌گیرند. مقایسه نحوه توزیع روزن‌داران بنتیک بزرگ جثه مشاهده شده در رسوبات منطقه مورد مطالعه با الگوی ارائه شده توسط Beavington-Penney *et al.* (2006) حاکی از تغییرات تدریجی افزایش عمق از ساحل به سمت مناطق عمیق‌تر حوضه در این پلاتفرم کربناته است.

بررسی تغییرات عمودی ریز رخساره‌ها حاکی از فقدان رسوبات دوباره نهشته شده و علایم ناشی از تغییر شیب ناگهانی مانند توربیدایتها نشان دهنده شیب ملایم این پلاتفرم کربناته است (Burchette & Wright, 1992).

تغییرات عمودی رخساره‌ها

نوسانات نسبی سطح آب دریا بر اساس توزیع عمودی ریز رخساره‌های شناسایی شده در برشهای کلاته شیر و کفاز در شکل‌های ۳ و ۵ نمایش داده شده است. بررسی این نوسانات در برش کلاته شیر نشان می‌دهد که رسوبات توالی کربناته این برش ابتدا با یک چرخه منقطع کم عمق شونده به سمت بالا (ریزرخساره‌های M_1 تا I_5) آغاز شده است. این چرخه ناقص پس‌رونده در اثر حضور واحد آندزیتی گسسته شده

است. این توالی با یک چرخه بزرگتر عمیق شونده به سمت بالا (ریزرخساره‌های I_5 تا O_3) دنبال می‌شود. در برش کفاز نیز تغییرات نسبی سطح آب دریا، در ابتدا با چرخه کم عمق شونده به سمت بالا (ریزرخساره‌های O_4 تا I_5) آغاز شده و سپس با چرخه عمیق شونده به سمت بالا (ریز رخساره‌های I_5 تا O_2) ادامه می‌یابد. از این رو تغییرات عمودی رخساره‌ها در هر دو برش مورد مطالعه به میزان قابل توجهی مشابهند.



شکل ۹: الگوی شماتیک ارائه شده برای محیط رسوب‌گذاری قدیمه توالی مورد مطالعه در ناحیه کلاته شیر و کفاز

نتیجه‌گیری

نشان داده که این رسوبات از ۱۰ ریز رخساره کربناته در قالب چهار کمربند رخساره ای دریای باز، پشته کربناته، لاگون و پهنه جزرومدی تشکیل شده اند. بر اساس ریز رخساره‌های مشاهده شده، الگوی رسوبی پیشنهادی در

مطالعات پتروگرافی انجام شده بر روی توالی کربناته مورد مطالعه در برشهای کلاته شیر و کفاز در جنوب شرق بیرجند نشان می‌دهد که این مجموعه از انواع سنگهای آهکی مادستون تا گرینستون تشکیل شده است. بررسی این توالیها

وجود یک چرخه کم عمق شونده است که با یک چرخه بزرگتر عمیق شونده دنبال می‌شود.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از سرکار خانم سیده حلیمه هاشمی عزیز که در انجام پژوهش حاضر همکاری نموده‌اند قدردانی می‌شود.

برشهای کلاته شیر و کفاز، یک پلاتفرم کم عمق کربناته از نوع رمپ می‌باشد. این رمپ کربناته بر اساس ویژگیهای سنگ شناسی و شواهد زیستی به سه بخش رمپ بیرونی، رمپ میانی و رمپ داخلی قابل تقسیم می‌باشد. تغییرات عمودی رخساره‌ای در هر دو برش مورد مطالعه حاکی از

منابع

- آقانباتی، ع.، 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.
- جاودان، م.، ۱۳۸۸. مطالعه پتروگرافی و محیط رسوبی سنگهای کربناته اتوسن زیرین شمال شرق نهبندان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ۹۹ ص.
- علوی نائینی، م. ۱۳۵۹. نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ ماهیرو. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علوی نائینی، م. ۱۳۶۰. نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علوی نائینی، م. ۱۳۶۲. نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ گزیک. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- هاشمی عزیز، س.ح.، ۱۳۹۰. مطالعه پتروگرافی و محیط رسوبی توالیهای کربناته پالتوسن - اتوسن در ناودیس چینگ در، غرب بیرجند، شرق ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۵۰ ص.
- Adabi, M.H., 1996. Sedimentology and geology of carbonates from Iran and Tasmania. *Ph.D. Thesis (Unpub.) University of Tasmania, Australia*, 470 p.
- Adabi, M.H., 2009. Multistage dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation. Kopeh-Dagh Basin, N.E. Iran. *Carbonates and Evaporites*, 24 (1): 16-32.
- Adabi, M.H., Zohdi, A., Ghabeishavi, A., & Amiri-Bakhtiyar, H., 2008. Applications of nummulitids and other larger benthic foraminifera in depositional environment and sequence stratigraphy: an example from the Eocene deposits in Zagros Basin, SW Iran. *Facies*, 54 (4): 499-512.
- Buxton, M.W.M., & Pedley, M.H., 1989. A standardised model for Tethyan Tertiary carbonate ramps. *Geological Society of London*, 146: 746-748.
- Beavington-Penney, S.J., Wright, V.P. & Racey, A., 2006. The Middle Eocene Seeb Formation of Oman: An investigation of acyclicity, stratigraphic completeness and accumulation rates in shallow marine carbonate settings. *Sedimentary Research*, 76: 1137-1161.
- Burchette, T.P., & Wright, V.P., 1992. Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary geology*, 79: 3-35.
- Burchette, T.P., & Wright, V.P., 1998. Carbonate Ramp. *Geological Society of London, Special Publ.* 149: 472 p.
- Dickson, J.A.D., 1965. A modified staining technique for carbonate in thin section. *Nature*, 205: 587.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., (Ed.), Classification of Carbonate Rocks. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir 1*: 108-121.
- Einsele, G., 2000. Sedimentary Basin, Evolution, Facies and Sediment Budget. (2nd ed.), *Springer-Verlag*, 292p.
- Flügle, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application. *Springer-Verlag, Berlin*, 976p.
- Folk, R.L., 1959. Practical petrographic classification of limestones. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, 43 (1): 1-38.

- Folk, R.L., 1974. The natural history of crystalline calcium carbonate: effect of magnesium content and salinity. *Sedimentary Petrology*, 44: 40-53.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequence in carbonate platform and slope: empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155 (3): 211-238.
- Grabau, A.W., 1904. On the classification of sedimentary rocks. *American Geologist*, 33: 229-274.
- Greeg, J.M. & Shelton, K.L., 1990. Dolomitization and dolomite neomorphism in the back reef facies of the Bonnetterre and Davis Formations Cambrian, Southeastern Missouri. *Journal of Sedimentary Petrology*, 60: 549-562.
- Hottinger, L., 1997. Shallow benthic foraminifera assemblages as signals for depth of their deposition and their limitation. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 4: 491-505.
- Hollock, P., & Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic depositional facies. *Palaios*, 1: 55-64.
- Ingram, R.L., 1954. Terminology for the Thickness of stratification and parting units in sedimentary rock. *Geological Society of America Bulletin*, 65: 937-938.
- Insalaco, E., Skelton, P.W. & Palmer, T.J., (Eds.) 2000. Carbonate Platform Systems: components and interactions. *Geological Society, London, Special Publications*, 178 p.
- Irwin, M.L., 1965. General theory of epi-epiric clear water sedimentation. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49: 445-459.
- Kiessling, W., Flügel, E. & Golonka, J., 2003. Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation. *Lethaia*, 36: 445-459.
- Middleton, G.V., 1973. Johannes Walther's Law of the correlation of facies. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 979-988.
- Pomar, L., 2001. Types of carbonate platforms: a genetic approach. *Basin Research*, 13: 313-334.
- Racey, A., 2001. A review of Eocene Nummulite accumulations. *Petroleum Geology*, 24 (1): 79-100.
- Racey, A., Bailey, H.W., Beckett, D., Gallagher, L.T., Hampton, M.J., & McQuilken, J., 2001. The petroleum geology of the Early Eocene El-Garia Formation, Hasdrubal Field, Offshore Tunisia. *Journal of Petroleum Geology*, 24 (1): 29-53.
- Read, J.F., 1985. Carbonate platform facies models. *American Association of Petroleum Geologists*, 69 (1): 1-21.
- Tucker, M.E., & Wright, V.P., 1990. Carbonate Sedimentology. *Blackwell*, Oxford, 482 p.
- Tucker, M.E., 2001. Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks. *Wiley-Blackwell*, 262 p.
- Warren, J.K., 2000. Dolomite, occurrence, evolution and economical important association. *Earth Science Review*, 52: 1-18.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate facies in geologic history. *Springer-Verlag*, New York, 471 p.
- Wright, V.P., & Burchett, T.P., 1996. Shallow water Carbonate environments. In: Reading, H.G., (Ed.), *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. (3rd ed.), *Blackwell*, 391p.