

## ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند میشان در ناحیه شهدادی، جنوب خاوری حوضه زاگرس (شمال بندر عباس)

محمدجواد حسنی<sup>۱\*</sup>، فاطمه حسینی پور<sup>۲</sup>، پیمان رضائی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه اکولوژی، پژوهشگاه علوم و فناوری پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، کرمان، ایران

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور کرمان، واحد زنگی آباد، کرمان، ایران

۳- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران

\*پست الکترونیک: mjhassani887@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۱

### چکیده

سازند میشان عضو میانی گروه فارس است که در حوضه رسوبی زاگرس در بازه زمانی میوسن پیشین - پلیوسن نهشته شده است. برای بررسی ریزرخساره‌ها و بازسازی محیط رسوبی نهشته‌های این سازند در جنوب خاوری حوضه زاگرس، برشی در ناحیه شهدادی انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به مطالعات سنگ چینه نگاری، دو رخساره سنگ آهکی و مارنی در برش تشخیص داده شد. رخساره سنگ آهکی شامل نه ریزرخساره (L1-L9) و رخساره سنگی مارنی دربرگیرنده نهشته‌های سه محیط (MA-MC) است. بر اساس ریزرخساره‌های شناسایی شده، ارتباط جانبی آن‌ها با هم، ترکیب اجزای کربناته و فونای موجود، در محیط نهشته‌های پلاتفرم کربناته از نوع رمپ همشیب با سه مجموعه رخساره‌ای رمپ داخلی، میانی و بیرونی تشکیل گردیده است. در مجموعه رخساره‌ای رمپ داخلی کمرنده‌های رخساره‌ای پهنه کشندی، لاگون محصور شده و پشته‌های ماسه‌ای، در مجموعه رخساره‌ای رمپ میانی کمرنده‌های رخساره‌ای لاگون غیرمحصور و ریف کومه‌ای و در مجموعه رخساره‌ای رمپ بیرونی، کمرند رخساره‌ای دریای باز تشخیص داده شده است. بیشترین نهشته‌های برش به ترتیب مربوط به کمرنده‌های رخساره‌ای لاگون غیرمحصور، لاگون محصور و دریای باز بوده که در سکانس‌هایی عمیق‌شونده به سمت بالا نهشته شده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** سازند میشان؛ ریزرخساره؛ محیط رسوبی؛ زاگرس؛ شهدادی.

### مقدمه

معرفی شده است. این سازند در برش الگو شامل مارن خاکستری و سنگ آهک مارنی سرشار از انواع فسیل‌ها به ضخامت ۷۱۰ متر می‌باشد. به سمت جنوب خاوری حوضه زاگرس، بخش زیرین آن به سنگ آهک ریفی کرم رنگ و سخت، به نام عضو گوری، که حاوی فسیل‌های فراوان در تناوب با مارن خاکستری است تبدیل می‌گردد (آقانباتی، ۱۳۸۵). در محدوده استان هرمزگان، عضو

سازند میشان بخش میانی چرخه رسوبی فارس است که هم‌زمان با بسته شدن حوضه تتیس جوان، در یک دریای پس‌رونده به سمت جنوب باختری نهشته شده و تغییرات سنی آن در حوضه زاگرس از میوسن پیشین - پلیوسن تعیین شده است (آقانباتی، ۱۳۸۵). برش الگوی سازند میشان توسط James & Wynd (1965) در امتداد جاده پلیکان طلایی بر روی یال جنوب باختری میدان نفتی گچساران مطالعه و

استان هرمزگان پرداخته می‌شود و ویژگی‌های مختلف سنگ چینه نگاری و رسوب شناختی آن بررسی می‌گردد. برش مورد مطالعه جزیری از نهشته‌های گروه فارس در پهنه زاگرس چین خورده و زیرپهنه فارس داخلی در انتهای جنوب خاوری زاگرس است. این برش با مختصات جغرافیایی  $29^{\circ} 1/5'$   $27^{\circ}$  عرض شمالی و  $30^{\circ} 43'$   $56^{\circ}$  طول خاوری در ۱۰۵ کیلومتری شمال بندرعباس واقع شده (شکل ۱ الف) و از دید ساختاری، بنا به عقیده آقائباتی (۱۳۸۵) در مناطق بلند و مرتفع بندرعباس (بخش خاوری پهنه فارس) قرار می‌گیرد (شکل ۱ ب). راه اصلی دسترسی به این منطقه جاده آسفالت‌ه حاجی آباد - بندرعباس و جاده فرعی شهدادی و طارم است (شکل ۱ ج).

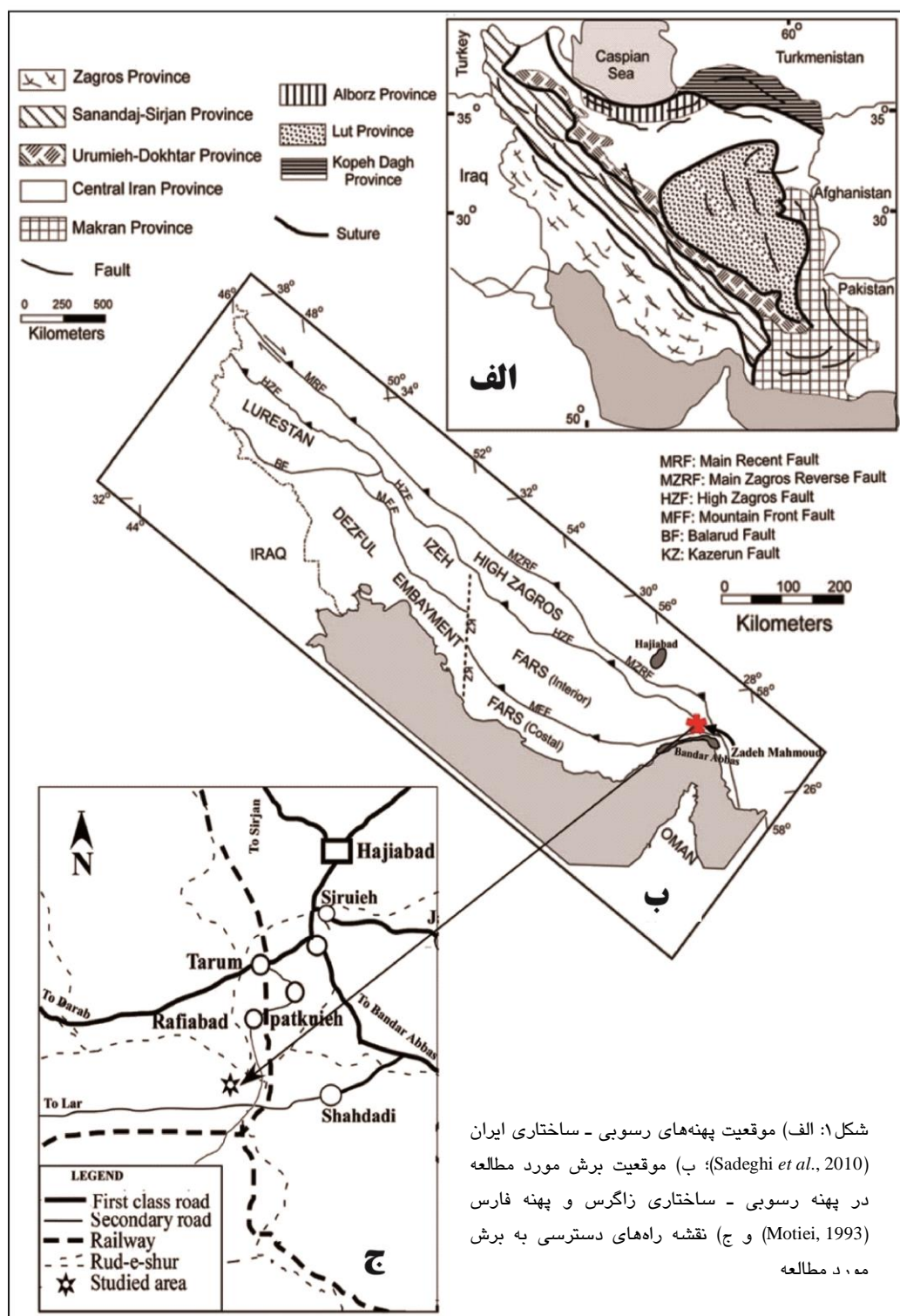
### روش مطالعه

در این پژوهش، طی نمونه‌برداری سیستماتیک، تعداد ۳۲۱ نمونه از کل برش برداشت شد که ۳۱۴ نمونه متعلق به سازند میشان است و شامل ۷۸ نمونه سست و ۲۳۶ نمونه سخت است. در نمونه‌برداری، ویژگی‌های رسوبی لایه‌ها، تغییرات عمودی و جانبی و ضخامت مورد توجه بوده است. مقاطع نازک تهیه شده از نمونه‌های سنگ آهک در آزمایشگاه سنگ شناسی توسط میکروسکپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفته و پس از تعیین نوع و میزان اجزای تشکیل دهنده آن‌ها، ریزرخساره‌های کربناته بر اساس روش Dunham (1962) و Carozzi (1989) نام‌گذاری و معرفی شدند. از هر نمونه مارنی نیز پس از خشک شدن در دمای اتاق و یکسان‌سازی بر اساس وزن، ۲۵۰ گرم جهت بررسی فونای موجود در آن و آنالیز متوسط اندازه ذرات انتخاب شدند. نمونه‌های مارنی با استفاده از روش غوطه ورسازی در محلول سولفات سدیم و فریز کردن و پاشیده شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در محلول هگزامتاسفات سدیم قرار داده شده‌اند. این نمونه‌ها با استفاده از الک‌های

گوری با رخنمون‌های صخره‌ساز در بسیاری از نقاط قابل مشاهده بوده و در نواحی شمالی این استان، از جمله محدوده مورد مطالعه، تنها واحد معرف سازند میشان است. در این محدوده، توالی متعلق به این سازند به شکل لایه‌هایی با ضخامت‌های مختلف و عموماً کرم رنگ با میان لایه‌هایی از مارن و سنگ آهک مارنی عمدتاً فسیل‌دار رخنمون دارد. بر اساس نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ بندرعباس (فخاری، ۱۳۷۴) در محل برش مورد مطالعه، سازند میشان بر روی نهشته‌های سازند رازک و در زیر نهشته‌های سازند آغاچاری قرار گرفته و محدود به عضو گوری است. مشاهدات صحرایی انجام شده نیز وجود تشکیلات آواری میکروکنگومرایی و ماسه سنگی سازند رازک را در زیر نهشته‌های عضو گوری نشان داده به طوری که نهشته‌های آواری مذکور فاقد تناوب‌های تبخیری شاخص سازند گچساران است. بنا به اعتقاد آقائباتی (۱۳۸۵) نیز سازند رازک در حوضه بندرعباس و بخش‌هایی از فارس داخلی معرف بخش‌های آواری سکوی کربناته سازند آسماری و گچساران به سن الیگوسن - میوسن پیشین بوده و در زیر عضو گوری قرار گرفته است. بر خلاف گسترش زیاد نهشته‌های سازند میشان در استان هرمزگان، به دلیل شرایط اقلیمی و مشکل بودن دسترسی، تاکنون مطالعات چندانی روی ویژگی‌های رسوب شناختی سازند میشان در شمال هرمزگان صورت نگرفته و از معدود مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات احمدی و همکاران (۱۳۹۰)، Heidari et al. (2014 a, b) و Rashidi et al. (2014 a, b) اشاره نمود. لاسمی و رستگارلاری (۱۳۸۵) نیز مطالعات مشابهی در محدوده خاور فارس و باختر بوشهر انجام داده‌اند. در این پژوهش به مطالعه رخشاره‌های سنگی، ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند میشان در ناحیه شهدادی در شمال

های استاندارد ارائه شده توسط Wilson (1975) و Flugel (2010) و بر اساس مدل‌های معرفی شده برای سکوه‌های کربناته توسط Flugel (2010) انجام شده است.

استاندارد آزمایشگاهی با اندازه ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۲۳۰ مش (معادل ۲، ۵۹۵، ۰/۲۵۰ و ۰/۰۶۳ میلی‌متر) شسته و دانه بندی شدند. تعیین محیط رسوبی نیز با مقایسه ویژگی‌های صحرایی و ریزرخساره‌های شناسایی شده با ریزرخساره



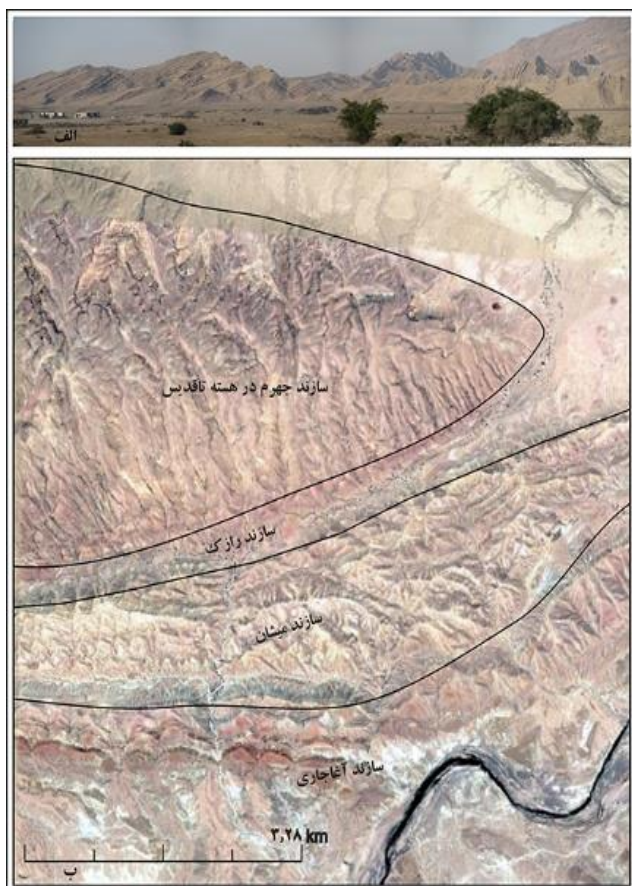
شکل ۱: الف) موقعیت پهنه‌های رسوبی - ساختاری ایران (Sadeghi et al., 2010); ب) موقعیت برش مورد مطالعه در پهنه رسوبی - ساختاری زاگرس و پهنه فارس (Motiei, 1993) و ج) نقشه راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

### سنگ چینه نگاری برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه به ضخامت ۴۴۶ متر در قاعده شامل نهشته‌های آواری انتهایی سازند رازک است. بخش اعظم برش از توالی‌های سنگ آهک و سنگ آهک مارنی مربوط به عضو گوری تشکیل شده است (شکل ۲ الف). محدوده مورد مطالعه جزیی از آخرین تاقدیس‌های بخش جنوب خاوری زاگرس چین خورده بوده که در هسته آن لایه‌های سنگ آهک مربوط به سازند جهرم به سن ائوسن رخنمون دارد (شکل ۲ ب) که توسط توالی‌هایی از ماسه سنگ، سیلت سنگ، گل سنگ و کنگلومرای متعلق به سازند رازک ادامه می‌یابد (فخاری، ۱۳۷۴). در این برش سازند میشان با مرزی فرسایشی و بدون دگر شیبی بر روی سازند رازک قرار گرفته و مرز بالایی آن با سازند آغاچاری نیز همشیب و فرسایشی است (شکل ۳).

توالی مربوط به سازند میشان در برش مورد مطالعه شامل پنج واحد سنگی است که از قاعده به سمت بالا بدین شرح است:

۱- سنگ آهک کرم رنگ متوسط تا ضخیم لایه حاوی فسیل روزن‌داران و نرم‌تنان بزرگ به ضخامت ۳۷ متر (شکل ۴ الف).



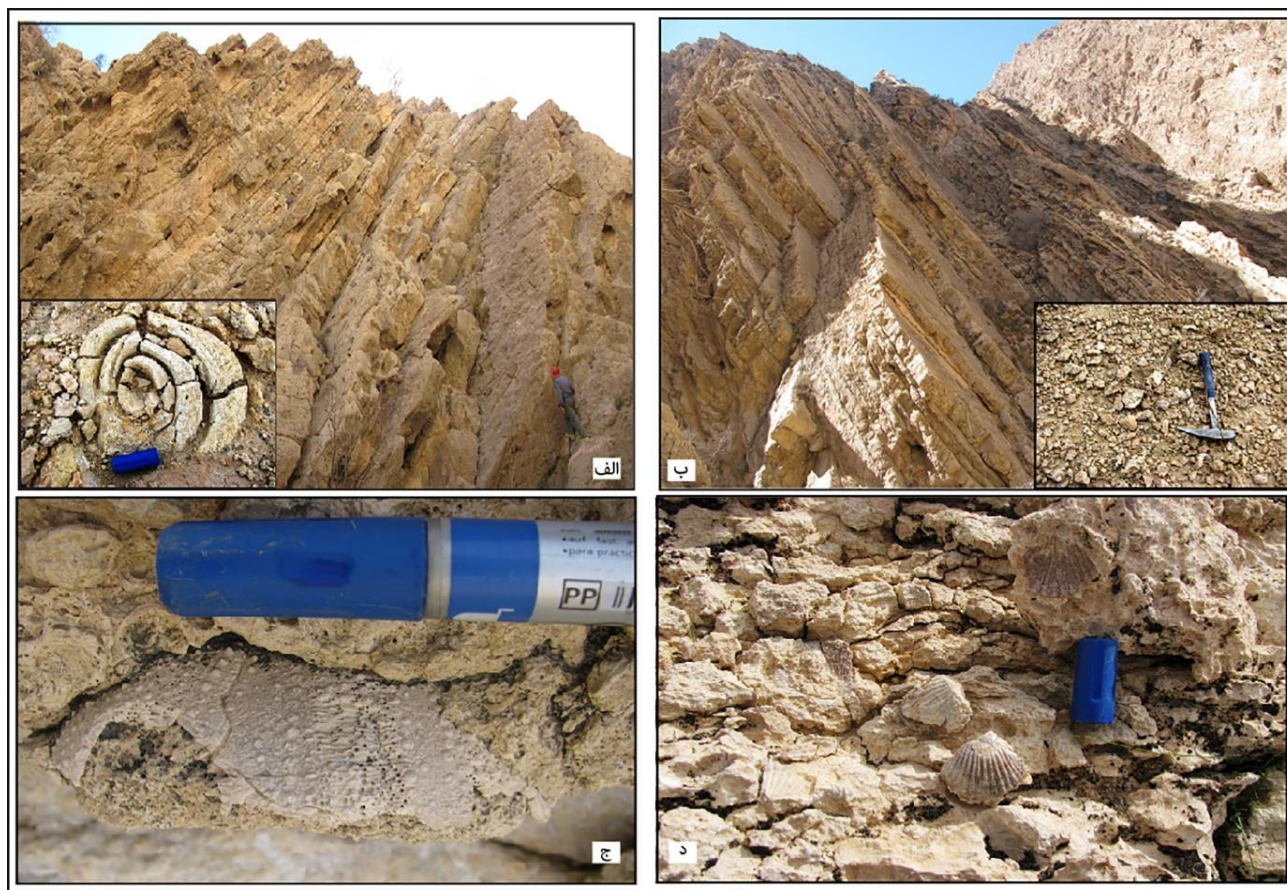
شکل ۲: الف) دور نمایی از برش مورد مطالعه، دید به سمت باختر و ب) تصویر ماهواره‌ای از محل برش مورد مطالعه و توالی سازندهای موجود در آن (برگرفته از Google map)



شکل ۳: وضعیت مرزهای زیرین و بالایی سازند میشان در برش مورد مطالعه؛ سمت راست مرز بالایی با سازند آغاچاری، سمت چپ مرز زیرین با سازند رازک

۴- مارن ضخیم لایه با میان لایه‌های سنگ آهک و سنگ آهک مارنی فسیل دار به ضخامت ۱۱۲ متر (شکل ۴ ج - د) است که به شدت فرسایش یافته است.  
 ۵- سنگ آهک کرم رنگ فسیل دار به ضخامت ۱۲۰ متر که در بالاترین بخش آن ۱۴ متر سنگ آهک ریفی به صورت عدسی کشیده‌ای مشاهده می‌گردد. بعد از عدسی ریفی، لایه‌های سنگ آهک فرسایش یافته و منقطعی وجود دارند که به نهشته‌های قرمز رنگ سازند آجاجاری منتهی می‌گردند.

۲- سنگ آهک مارنی سبز رنگ با میان لایه‌های مارنی سرشار از فسیل به ضخامت ۵۸ متر.  
 ۳- سنگ آهک فسیل دار به رنگ کرم تا نخودی به ضخامت ۱۱۹ متر به همراه تعداد زیادی لایه که دارای دو عدسی ریفی به ضخامت ۱۰ و ۱۲ متر است. این توالی سنگ آهک دارای فسیل‌های نرم‌تنان (شکل ۴ ب)، روزن‌داران، جلبک‌ها و پرپوزوئرها است که بسته به عمق و شرایط اکولوژیکی در طول این بخش پراکنده شده‌اند.



شکل ۴: الف) نمایی از لایه‌های آهکی واحد شماره یک و شکم‌پایان بزرگ موجود در آن؛ ب) نمایی از لایه‌های آهکی واحد سوم و نرم‌تنان (اویستر) موجود در آن؛ ج) تصویری از خارپوستان بزرگ موجود در واحد چهارم و د) نمایی از نرم‌تنان موجود در لایه‌های آهک مارنی موجود در واحد چهارم

### ریزرخساره‌های برش مورد مطالعه

مقاطع میکروسکوپی، تعداد ۹ ریزرخساره به شرح زیر شناسایی گردیده است:

در نهشته‌های رخساره سنگی آهکی، با توجه به خصوصیات بافتی و نوع اجزای کربناته مشاهده شده در

معرف این ریزرخساره به صورت سنگ آهک‌های متراکم و متوسط تا ضخیم لایه با افق‌های غنی از فسیل در رخنمون مورد مطالعه قابل مشاهده هستند (شکل ۵ د). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۱۶ Wilson (1975) و شماره ۱۹ Flugel (2010) بوده و مربوط به پهنه رخساره‌ای شماره ۸ Wilson و Flugel (لاگون محصورشده) می‌باشد. ریزرخساره‌های مشابه با این ریزرخساره توسط Adabi et al. (2015) و Daraei et al. (2016) نیز در مجموعه رخساره‌ای لاگون محصور شده جای داده شده‌اند. طبق نظر Geel (2000) نیز روزن‌داران بدون منفذ، مخصوصاً Miliolidae، در بخش‌های محصورشده لاگون به شکوفایی دست یافته و از آن جایی که فونای غالب موجود در این ریزرخساره Miliolidae هستند؛ لذا محیط لاگون محصورشده برای این ریزرخساره قطعی است.

### ریزرخساره و کستون - پکستون زیست آواری دارای روزن‌داران بنتیک بدون منفذ<sup>۳</sup> (L3)

این ریزرخساره شباهت زیادی با ریزرخساره قبلی داشته، اما فاقد پلت‌های دفعی است. در این ریزرخساره نیز روزن‌دارانی همچون *Borelis* و *Peneroplis* (۲۰ تا ۲۵ درصد) در کنار میزان بیشتری ذرات صدف نرم‌تنان (۱۵ درصد) در زمینه‌ای گلی و با بافتی نسبتاً متراکم مشاهده می‌شوند (شکل ۵ ه). این ریزرخساره در لایه‌هایی نخودی رنگ و ضخیم لایه (شکل ۵ و) در بخش‌های مختلف برش مشاهده شده و ۲۴ متر از ضخامت برش را شامل می‌گردد. این ریزرخساره نیز مشابه با ریزرخساره قبل معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۱۶ Wilson (1975) و شماره ۱۹ Flugel (2010) و نشانگر پهنه رخساره‌ای شماره ۸ Wilson

ریزرخساره گلسنگ کربناته چشم پرنده‌ای<sup>۱</sup> (L1) شاخص‌ترین خصوصیت این ریزرخساره وجود بافت چشم پرنده‌ای نامنظم بوده که حفرات آن غالباً توسط کلسیت پر شده‌اند. عدم وجود دیگر ذرات کربناته و گل پشیتیان بودن از ویژگی‌های بارز این ریزرخساره است (شکل ۵ الف). این ریزرخساره در نمونه‌های ابتدایی برش و به صورت لایه‌های فرسایش‌پذیر و عمدتاً سفید رنگ با بافتی شبیه به قفس پرنده قابل مشاهده است (شکل ۵ ب).

این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۱۶ Wilson (1975) بوده که مشخصه پهنه‌هایی با گردش آب محدود و پهنه کشندی بوده و همچنین مطابق با ریزرخساره استاندارد شماره ۲۱ Flugel (2010) نشان‌دهنده بخش نزدیک به ساحل و کشندی می‌باشد. در پژوهش‌های Adabi et al. (2015) و Jamalian & Adabi (2016) و Mazaheri Johari & Ghasemi-Nejad (2017) نیز این ریزرخساره شاخص مجموعه رخساره‌ای پهنه کشندی معرفی شده است. این ریزرخساره تنها در قاعده برش مشاهده شد و ۱۱ متر ضخامت دارد.

### ریزرخساره و کستون - پکستون زیست آواری دارای روزن‌داران بنتیک بدون منفذ و پلوئید<sup>۲</sup> (L2)

این ریزرخساره در ۱۵ متر از نهشته‌های برش مشاهده گردید و در آن روزن‌دارانی با پوسته آهکی بدون منفذ همچون انواع *Dendritina*, *Borelis*, *Archias* و *Miliolidae* و *Peneroplis* به میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد به همراه ۱۰ تا ۱۵ درصد پلت دفعی در زمینه‌ای میکرایتی مشاهده شدند. این ریزرخساره بافتی نسبتاً متراکم داشته و در آن ذرات خرد شده نرم‌تنان، به ویژه شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها نیز مشاهده می‌شوند (شکل ۵ ج). لایه‌های

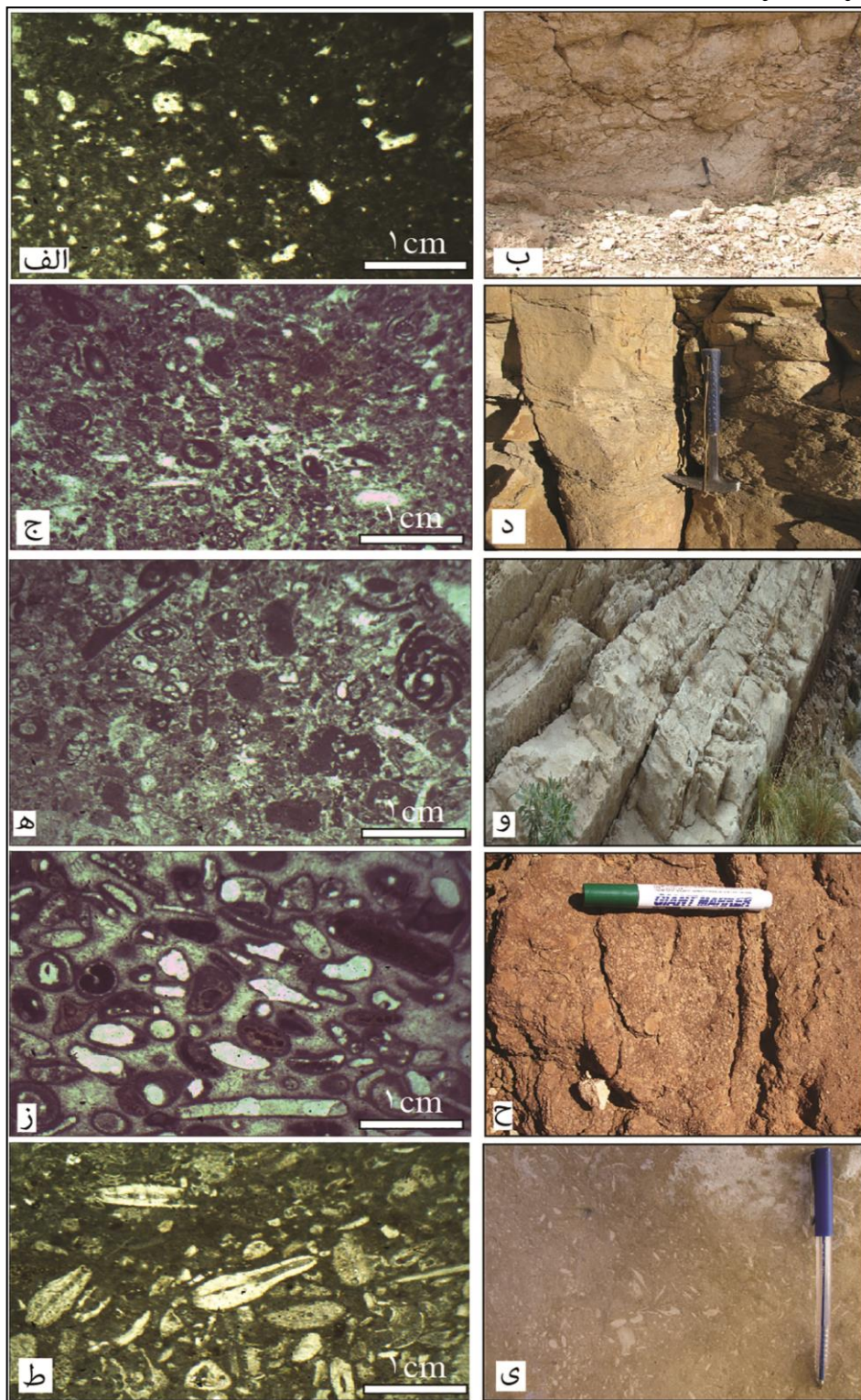
1- Fenestral limemudstone

2 - Bioclast pelloid Imperforated Benthic Foraminifera Wackstone/Packstone

3- Bioclast imperforated benthic foraminifera Wackstone/Packstone

در مطالعات Adabi *et al.* و Daraei *et al.* (2015) و (2016) نیز ریزرخساره‌ای کاملاً مشابه با این ریزرخساره در کمر بند رخساره‌ای لاگون محصور قرار داده شده است.

و Flugel می‌باشد. مجموعه فونای مشابه با موجودات این ریزرخساره توسط Romero *et al.* (2002) از بخش‌های کم عمق و محصور شده لاگون گزارش شده است که تأییدی بر محیط لاگون محصور شده است.



شکل ۵: الف) تصویر میکروسکوپی ریزرخساره L1 در نور معمولی؛ ب) تصویری از لایه‌های آغازین برش با ریزرخساره L1؛ ج) تصویر میکروسکوپی ریزرخساره L2 در نور معمولی؛ د) تصویر صحرایی از لایه‌ها و افق‌های پرفسیل مربوط به ریزرخساره L2؛ ه) تصویر میکروسکوپی ریزرخساره L3 در نور معمولی؛ و) نمایی از لایه‌های مربوط به ریزرخساره L3 در برش؛ ز) تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره L4 در نور معمولی؛ ح) نمایی نزدیک از لایه‌های مربوط به ریزرخساره L4 که در آنان بافت دانه پشتیبان به وضوح مشخص است؛ ط) تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره L5 در نور معمولی؛ ی) نمایی نزدیک از لایه‌های ریزرخساره L5 که در آن صدف روزن‌داران کفزی به وضوح مشخص است.

ریزرخساره استاندارد شماره ۸ Wilson (1975) و Flugel (2010) و پهنه رخساره‌ای لاگون غیرمحصور می‌باشد. این ریزرخساره در مطالعات Adabi et al. (2015) و et al. (2016) نیز در کمر بند رخساره‌ای لاگون غیرمحصور قرار داده شده است.

#### ریزرخساره و کستون - پکستون زیست آواری دارای روزن‌داران بنتیک منفذدار و جلبک آهکی<sup>۶</sup> (L6)

در این ریزرخساره، پوسته آهکی هیالین و منفذدار روزن‌دارانی همچون *Amphistegina*، *Lepidocyclina* و *Miogypsina* و *Operculina* به میزان ۲۵ تا ۳۵ درصد و مقادیر متفاوتی از جلبک‌های آهکی قرمز (۱۰ تا ۱۵ درصد) با بافتی نسبتاً متراکم در زمینه میکرایتی وجود دارند. همچنین، در این ریزرخساره قطعات دیگر بی‌مهرگان همچون خارداران و نرم‌تنان به میزان ۵ تا ۱۰ درصد مشاهده می‌شوند (شکل ۶ الف). این ریزرخساره در ۵۸ متر از برش به صورت لایه‌هایی کرم رنگ و ضخیم لایه که لکه‌های جلبکی به وضوح در آن‌ها قابل مشاهده است رخنمون دارد (شکل ۶ ب). این ریزرخساره مطابق با ریزرخساره استاندارد شماره ۸ Wilson (1975) و Flugel (2010) و بخش‌های لاگون غیرمحصور می‌باشد. مجموعه فونای موجود در این ریزرخساره نیز معرف بخش‌های غیرمحصور سکواهای کربناته بوده (Geel, 2000; Romero et al., 2002) و تأییدی بر محیط تعیین شده می‌باشد. این ریزرخساره توسط Adabi et al. (2016) نیز در کمر بند رخساره‌ای لاگون غیرمحصور طبقه‌بندی شده است.

#### ریزرخساره فریم استون مرجانی (L7)

در این ریزرخساره، سیمای غالب شامل کلتی مرجان‌های اسکلرکتینین می‌باشد. در بعضی از نمونه‌های این محیط

ریزرخساره پکستون - گرینستون زیست آواری (L4) نمونه‌های معرف این ریزرخساره، بافتی متراکم و دانه پشٹیبان داشته و فضاهای موجود بین اجزای آن‌ها غالباً توسط بلورهای کلسیت پر شده است. اجزای زیست آواری این ریزرخساره شامل پوسته‌های فرسوده روزن‌داران کف زی پورسلانوز و هیالین، خرده‌های مربوط به خارداران، بریوزوئرها و نرم‌تنان به میزان ۴۰ درصد بوده که جورشدگی و گردشدگی خوب تا متوسط را نشان می‌دهند (شکل ۵ ز). لایه‌های معرف این ریزرخساره در رخنمون صحرایی به صورت ضخیم تا متوسط لایه مشاهده می‌شود و بافت دانه پشٹیبان آن‌ها کاملاً مشهود است (شکل ۵ ح). ریزرخساره L4 معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۱۲ Wilson (1975) و شماره ۱۸ Flugel (2010) بوده و در پهنه رخساره‌ای شماره ۶ و محدوده پشته‌های ماسه‌ای<sup>۴</sup> تشکیل شده است. خصوصیات این ریزرخساره مشابه با ریزرخساره‌های معرفی شده توسط Assadi et al. (2016) از محیط پشته‌های ماسه‌ای بوده و در ۲۷ متر از نهشته‌های برش مشاهده شده است.

#### ریزرخساره و کستون - پکستون زیست آواری دارای روزن‌داران بنتیک منفذدار و بدون منفذ<sup>۵</sup> (L5)

در این ریزرخساره، قطعات زیست آواری شامل پوسته روزن‌داران بزرگ هیالین منفذدار (۲۰ تا ۳۰ درصد) و قطعات خارداران و نرم‌تنان (۵ درصد) بوده که با بافتی تقریباً متراکم در زمینه‌ای میکرایتی قرار دارند (شکل ۵ ط). لایه‌های معرف این ریزرخساره در ۴۶ متر از برش به صورت سنگ آهک‌های متراکم و خاکستری رنگ رخنمون داشته و در آن‌ها آثار روزن‌داران بنتیک کاملاً مشخص می‌باشد (شکل ۵ ی). ریزرخساره L5 معادل

6- Bioclast corallinacean Perforated Benthic Foraminifera Wack/Packstone

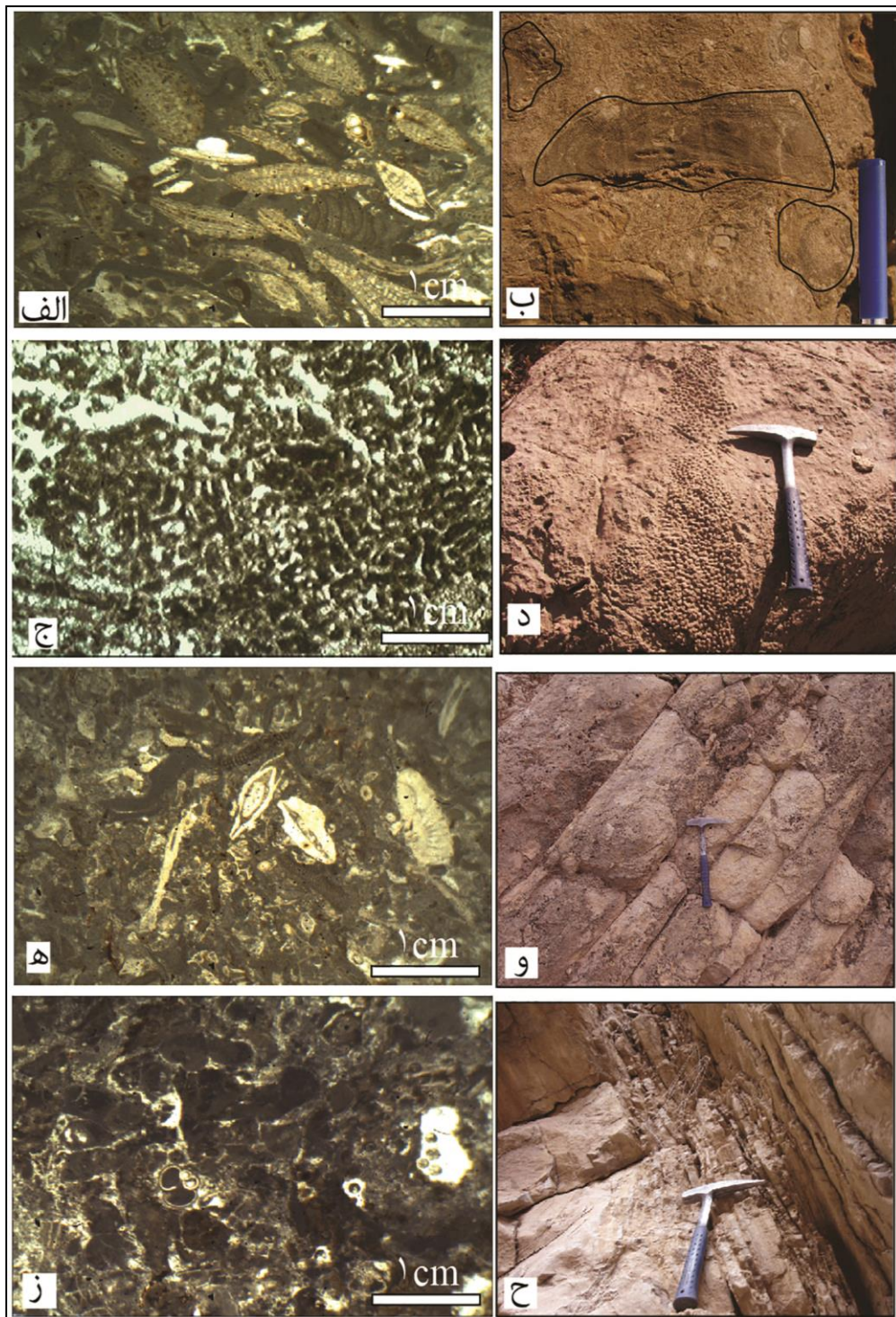
4. Shoal

5- Bioclast perforated & imperforated foraminifera Wack/Packstone



معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۷ Wilson (1975) و Flugel (2010) بوده و در پهنه رخساره‌ای شماره ۵ Wilson و Flugel، در محیط ریف‌های بالای شیب و لبه سکویی قرار می‌گیرد.

مقادیری از جلبک‌های آهکی نیز مشاهده می‌شود (شکل ۶ ج). کلنی‌های موجود در این ریزرخساره کاملاً برجها بوده و در مشاهدات صحرایی و میکروسکوپی تنوع بالایی از انواع مرجان‌ها مشاهده شده است. این ریزرخساره



شکل ۶: الف) تصویر میکروسکوپی ریزرخساره L6 در نور معمولی؛ ب) نمایی نزدیک از لایه‌های مربوط به ریزرخساره L6 که در آن لکه‌های جلبکی به وضوح مشاهده می‌شوند؛ ج) تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره L7 در نور معمولی؛ د) نمایی از لایه‌های مربوط به ریزرخساره L7 که در آن کلنی مرجان‌ها به وضوح مشاهده می‌شوند؛ ه) تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره L8 در نور معمولی؛ و) نمایی از لایه‌های مربوط به ریزرخساره L8 در برش؛ ز) تصویر میکروسکوپی از ریزرخساره L9 در نور معمولی و ح) نمایی از تناوب لایه‌های مربوط به ریزرخساره L9 در برش مورد مطالعه

دارد (Murray, 2006؛ BouDagher-Fadel, 2008)، به طور کلی مسطح شدن پوسته روزن‌دارن و نازک‌تر شدن دیواره آن‌ها حاکی از کاهش سطح نور است که معمولاً با افزایش عمق اتفاق می‌افتد (Racey, 1994؛ Beavington- Nebelsick *et al.*, 2004؛ Peny & Racey, 2004؛ BouDagher-Fadel, 2005؛ Barattolo *et al.*, 2007). خصوصیات این ریزرخساره با مجموعه معرفی شده (2008). ریزرخساره‌ها با مجموعه معرفی شده از بخش‌های عمیق حوضه توسط Roozpeykar & Maghfouri Moghaddam (2016) در سازند آسماری نیز هماهنگی کاملی را نشان می‌دهد.

#### ریزرخساره و کستون زیست آواری دارای روزن‌داران پلانکتون (L9)

این ریزرخساره مشابه ریزرخساره قبل حاوی صدف روزن‌داران کف‌زی مسطح به همراه صدف روزن‌داران پلانکتون به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد است. در این ریزرخساره مقدار جلبک کمتر بوده و یا به ندرت دیده می‌شود. علاوه بر این، بافت سنگ به صورت گل پشیمان و غیرمترکم بوده (شکل ۶ ز) و در لایه‌هایی با ضخامت کم تا متوسط و خاکستری رنگ (شکل ۶ ح) در ۴۳ متر از ضخامت برش مشاهده شده است. این ریزرخساره با رخساره استاندارد شماره ۱۰ Wilson (1975) و Flugel (2010) قابل قیاس بوده و در پهنه رخساره‌ای شماره ۲ Wilson و Flugel و در محیط دریای باز نهشته شده است. به طور کلی حضور غالب روزن‌داران پلانکتون معرف بخش‌های عمیق حوضه‌های دریایی بوده (Geel, 2000؛ Romero *et al.*, 2002) و از آن‌ها به عنوان شاخصی جهت تعیین انتهای قلمرو بنتیک استفاده می‌شود (BouDagher-Fadel, 2013). ریزرخساره‌های مشابه با این ریزرخساره توسط Daraei *et al.* (2015)، Adabi *et al.* (2016) و Roozpeykar &

در رخنمون صحرائی، لایه‌های مرجانی امتداد جانبی زیادی نداشته و به صورت عدسی‌هایی با امتداد متفاوت و حداکثر ضخامت ۲۲ متر مشاهده شده‌اند. حداکثر ضخامت این لایه‌ها در بخش میانی برش به ۱۲ متر رسیده و در سطح لایه‌های آن کلنی‌های مرجان اسکلرکتینین به وضوح قبل مشاهده است (شکل ۶ د). این ریزرخساره توسط محققینی از جمله Sahy *et al.* (2008)، Sadeghi *et al.* (2009, 2017)، Sooltanian *et al.* (2011)، Novak *et al.* (2013)، Andjic *et al.* (2016) و Beresi *et al.* (2017) از محیط ریف‌های کومه‌ای از پهنه کم عمق و غیرمحصور سکوه‌های کربناته گزارش گردیده است.

#### ریزرخساره و کستون زیست آواری دارای روزن‌داران منفذدار مسطح شده و جلبک آهکی<sup>۷</sup> (L8)

در این ریزرخساره، پوسته‌های هیالین و منفذدار روزن‌داران کف‌زی همچون *Miogypsina* و *Operculina* در فرم‌های پهن و مسطح به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد در کنار مقدار ناچیزی (حداکثر ۵ درصد) از صدف‌های روزن‌داران پلانکتون با بافتی غیرمترکم در زمینه‌ای میکرایتی مشاهده می‌شوند. حضور جلبک‌های آهکی در این ریزرخساره کاملاً مشهود بوده و در بعضی از نمونه‌ها از اجزای اسکلتی دیگر فراوان تر می‌باشند (شکل ۶ ه). در برش مورد مطالعه این ریزرخساره به صورت لایه‌هایی تیره رنگ و ضخیم لایه به مجموع ضخامت ۳۳ متر رخنمون دارد (شکل ۶ و). این ریزرخساره معادل رخساره استاندارد شماره ۸ Wilson (1975) و شماره ۱۰ Flugel (2010) بوده و در پهنه رخساره‌ای شماره ۲ Flugel<sup>۸</sup> و شماره ۲ Wilson<sup>۹</sup> نهشته شده است. در این ریزرخساره وجود فرم‌های مسطح شده از روزن‌داران هیالین و منفذدار به خوبی به افزایش عمق اشاره

7 - Bioclast corallinean flattened perforated foraminifera

Wackstone

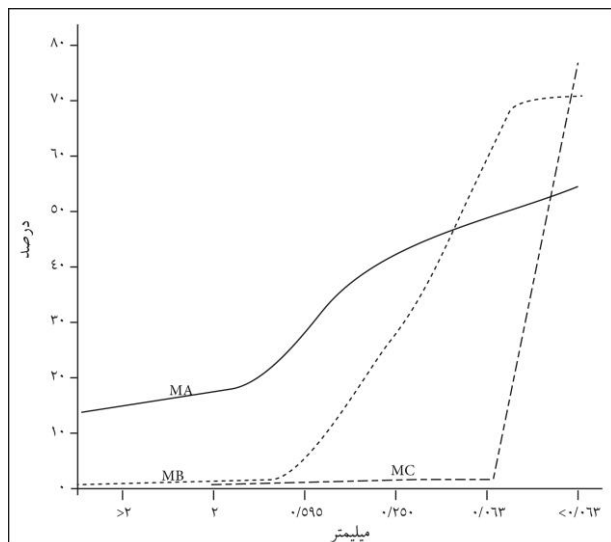
8 - Deep Shelf

9- Open marine

رسوبی همچنین باعث کدر شدن آب، کند شدن نرخ تولید کربنات توسط جانداران و تقویت نهشته‌های غیر آهکی می‌گردد (Flugel, 2010). در این نهشته‌ها به دلیل عدم امکان تهیه مقاطع نازک، بر اساس میکروفسیل‌های موجود و تغییرات دانه‌بندی رسوبات محیط‌های مختلفی به شرح زیر قابل تشخیص می‌باشند.

#### محیط لاگون محصور شده (MA)

مطالعات انجام شده بر روی لایه‌های رخساره سنگی مارنی نشان داده که ضخامتی بالغ بر ۹۵ متر از این نهشته‌ها دارای مقادیر فراوانی از فسیل روزن‌داران کفزی پورسلانوز و بدون منفذ هستند که از این بین میزان Alveolinidae و Miliolidae بسیار بالا بوده و ترکیب دانه‌بندی این نمونه‌ها نیز در حد گراول ریز و ماسه است (شکل ۷).



شکل ۷: نمودار مربوط به وضعیت دانه بندی نهشته‌های مارنی مجموعه MA، MB و MC

بر اساس مطالعات محققین دیرینه بوم شناسی (Martin, 2000؛ Murray, 2006؛ BouDagher-Fadel, 2008؛ Roozpeykar & Maghfouri Moghaddam, 2016) این موجودات، بومی بخش‌های کم عمق و کم انرژی با بستر نرم و شوری بالاتر از نرمال هستند. خصوصیات ذکر شده

Maghfouri Moghaddam (2016) نیز مربوط به بخش‌های عمیق و دریای باز دانسته شده‌اند.

#### محیط‌های رخساره سنگی مارنی (M)

در برش مورد مطالعه ضخامت قابل توجهی از برش، بالغ بر ۱۶۷ متر، از نهشته‌های مارنی تشکیل شده است. به طور کلی نهشته‌های مارنی در محیط دریایی کربناته و در تناوب با سنگ آهک را می‌توان حاصل ورود میزان زیادی ذرات آواری دانه ریز (سیلت و رس) به محیط کربناته دانست که باعث رقیق شدن محیط کربناته و تشکیل توالی‌های مارنی می‌شود (Einsele, 1982؛ Mial, 1984). به عقیده محققین زیادی ورود این ذرات به درون محیط کربناته به مقداری که باعث تشکیل توالی‌های مارنی گردد در رابطه با فعالیت استثنائی رودخانه‌ها می‌باشد (Wilson, 1975؛ Mial, 1984؛ Westphal, 1984؛ Westphal & Munnecke, 2003؛ Mial & Tyler, 2006؛ Flugel, 2010). (1991)، ورود غیرعادی ذرات آواری به درون حوضه‌های رسوبی کربناته را در ارتباط با فعالیت غیرعادی رودخانه‌های حاشیه حوضه و پیش‌روی بخش‌های دلتایی مربوط به آن‌ها دانسته‌اند. (Reineck & Singh, 1975) نیز فعالیت غیرعادی رودخانه‌ها و انتقال بار رسوبی تخریبی با سرعت و حجم بیشتر به حوضه‌های دریایی را عامل ایجاد توالی‌های مارنی در حاشیه حوضه‌های دریایی دانسته و علت آن را افزایش حجم روان‌آب‌ها در برهه‌های بین یخچالی و یا بالا آمدن قاره‌ها در دوره‌های خشکی زایی معرفی نموده‌اند. بنا به عقیده Flugel (2010) نیز وجود نهشته‌های مخلوط کربناته و سیلیسی آواری در رابطه با گسترش لوب‌های دلتاهای حاشیه حوضه در اثر فعالیت غیرعادی رودخانه‌ها بوده که علت آن عوامل اقلیمی و تکتونیکی دخیل در افزایش نرخ فرسایش قاره‌ها است. اضافه شدن این بار

**محیط دریای باز (MC)**

در ۱۵ متر از افق‌های مارنی، مخصوصاً در تناوب مارن فوقانی، حضور روزن‌داران پلانکتونی همچون انواع *Globigerinoides* و *Globigerina*، *Globorotalia* و *Cibicides* کنار روزن‌داران بنتیک عمیق مانند *Cibicidoides* نشان‌دهنده افزایش عمق حوضه است (BouDagher-Fadel, 2013). همچنین در نهشته‌های مربوط به این افق‌ها میزان ذرات بسیار ریز نیز به بالاترین حد رسیده است (شکل ۷). حضور *Operculina* پهن و مسطح در این نهشته‌ها و همچنین عدم وجود روزن‌داران هم‌زیست با جلبک‌های تک سلولی و اسکلت جلبک‌های آهکی حاکی از تشکیل آن‌ها در بخش‌های دور از ساحل و عمیق تر دریا می‌باشد (BouDagher-Fadel, 2008; Martinuš et al., 2013).

**بحث**

نهشته‌های سازند میشان در برش مورد مطالعه و محدوده مجاور آن، به طور همشیب بر روی نهشته‌های آواری سازند رازک قرار دارند. حد واسط نهشته‌های تخریبی سازند رازک و کربناته گوری نهشته‌های میکروکنگلومرایی (شکل ۸ الف) بوده که به همراه خصوصیات لایه‌های آغازین توالی رسوبی عضو گوری، با رخصاره‌های کرانه‌ای و کشندی، و عدم مشاهده آثار فرسایش شدید در این نهشته‌ها گویای پیش‌روی تدریجی دریای میشان در محدوده برش مورد بررسی می‌باشند. از سوی دیگر، وجود آثار فرسایش در بخش فوقانی برش و وجود کلنی‌های مرجانی در نهشته‌های قاعده سازند آغاچاری (شکل ۸ ب) نیز نشان‌دهنده وقوع فرسایش نسبتاً شدید در زمان پس‌روی دریای میشان از محدوده و بعد از آن بوده که قطعاً باعث فرسایش لایه‌های جوان‌تر سازند میشان در زمان پس‌روی نهایی گردیده است. وضعیت چینه نگاری و سنگ شناسی

در مورد این موجودات با شرایط کمربند رخصاره‌ای لاگون محصور شده همخوانی داشته و لذا محیط ته‌نشینی این نهشته‌ها نیز لاگون محصور شده در نظر گرفته شده است. در نهشته‌های این ریزرخساره همچنین صدف شکم‌پایان و اویسترهای بزرگ نیز مشاهده شده که به همراه ترکیب دانه‌بندی نشان‌دهنده نزدیک بودن محیط ته‌نشینی این رسوبات به ساحل می‌باشد. نهشته‌های مارنی با خصوصیات زیستی و دانه‌بندی مشابه با این دسته از نهشته‌های مارنی در برش مورد مطالعه توسط Thunell et al. (1991) و Kietzmann et al. (2014) از محیط کم عمق و محصور گزارش شده‌اند.

**محیط لاگون غیرمحصور (MB)**

در نمونه‌های مارنی مربوط به این محیط از میزان روزن‌داران کفزی پورسلانوز و بدون منفذ به شدت کاسته شده و به میزان روزن‌داران هیالین و منفذدار شامل *Operculina*، *Myogipsina*، *Amphstegina* و در بعضی از نمونه‌ها اسکلت جلبک‌های آهکی نیز مشاهده شده است. اندازه ذرات در این نمونه‌ها غالباً در حد ماسه ریز تا سیلت است (شکل ۷). بر اساس مطالعات دیرینه‌بوم شناسی (Thunell et al., 1991؛ Martin, 2000؛ Bou Dagher-Fadel, 2008؛ Murray, 2006؛ Roozpeykar & Maghfouri؛ Kietzmann et al., 2014؛ Moghaddam, 2016) وجود روزن‌داران یاد شده، که هم‌زیست با جلبک‌های تک سلولی هستند، همچنین اسکلت جلبک‌های آهکی در این ریزرخساره حکایت از عمق کم حوضه (محدوده نورانی)، شوری نرمال، بستر دانه ریز و نرم و شرایط الیگوتروفیک داشته که خاص بخش‌های دور از ساحل پلاتفرم‌های کربناته بوده و با شرایط لاگون غیرمحصور همخوانی دارد. این نهشته‌ها در طول برش ۵۷ متر ضخامت داشته و پر فسیل هستند.

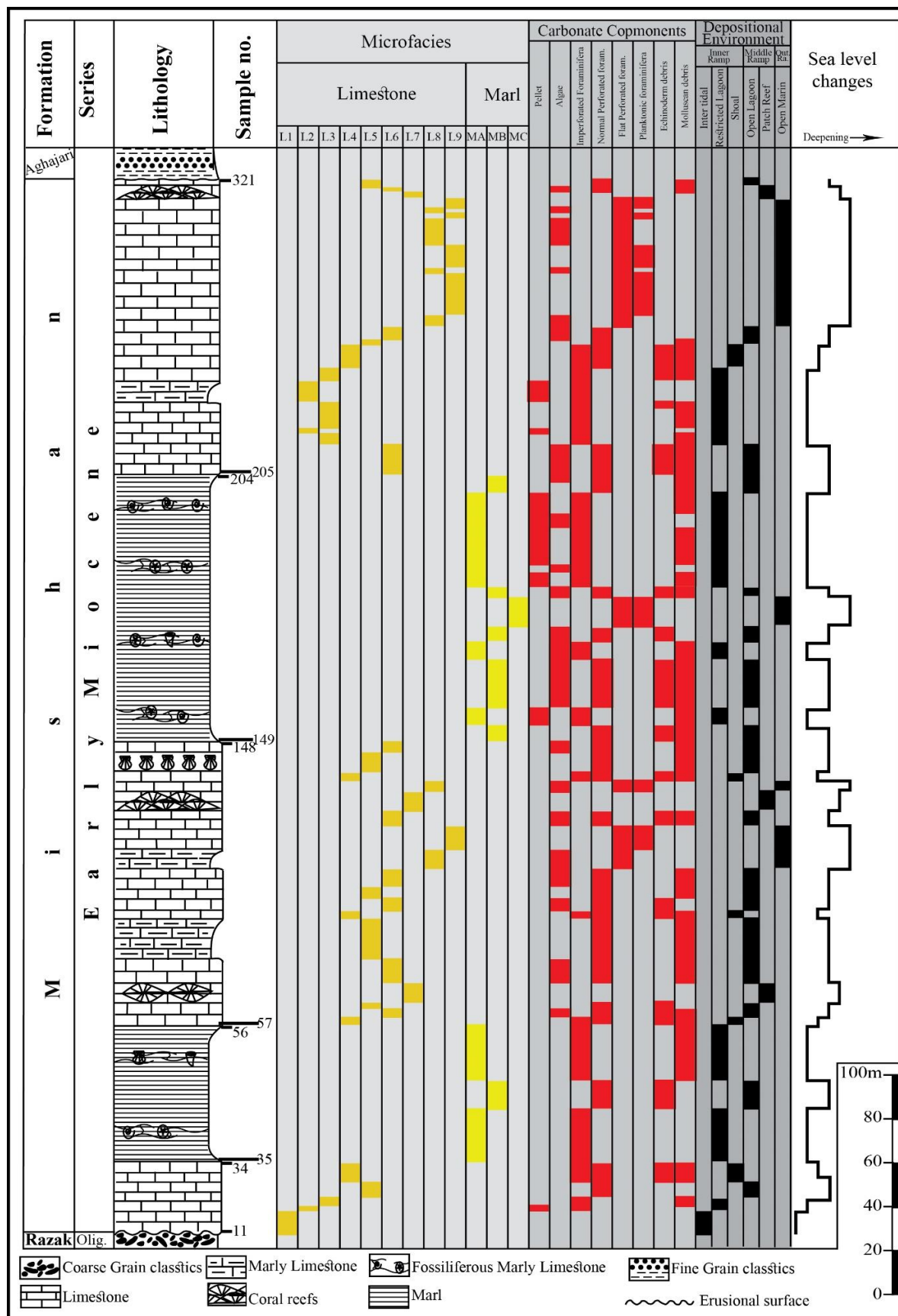
در بخش‌های فروافتادگی دزفول و لرستان، هیتزلند بندرعباس محیط خشکی را تجربه نموده و در آن آواری‌های قاره‌ای و ساحلی هم سن سازندهای آسماری و گچساران (سازند رازک) تشکیل شده در حالی که بعد از نهشته شدن سازند گچساران در لرستان و فروافتادگی دزفول، فرو نشینی هیتزلند بندرعباس باعث پیش‌روی دریا و نهشته شدن کربنات‌های سازند میشان، مخصوصاً عضو گوری، گردیده است.



شکل ۸: الف) نهشته‌های میکروکنگلومرایی واسط سازندهای رازک در زیر و میشان در بالا؛ ب) نمایی از وضعیت لایه‌های انتهایی برش که در آنان آثار فرسایش به صورت اکسید آهن مشاهده گردیده به همراه کلتی‌های مرجانی موجود در لایه‌های ابتدایی سازند آغاچاری که حاصل فرسایش لایه‌های انتهایی سازند میشان است.

همچنین محیط‌های تشخیص داده شده در رخساره سنگی مارنی نشان‌دهنده محدوده‌هایی با خصوصیات رسوب‌شناختی و زیستی مختلف می‌باشد که می‌توان آن‌ها را در قالب کمربندهای رخساره‌ای پهنه کشندی با یک ریزرخساره، لاگون محصور شده با دو ریزرخساره، پشته ماسه‌ای با یک ریزرخساره، لاگون غیرمحصور با دو ریزرخساره، ریف کومه‌ای با یک ریزرخساره و دریای باز با دو ریزرخساره تقسیم نمود. این کمربندهای رخساره‌ای در سیکل‌های پیش‌رونده - پس‌رونده‌ای با روند عمومی عمیق‌شونده به سمت بالا نهشته شده‌اند (شکل ۹).

تفاوت رخساره‌ای موجود و عدم گسترش مارن‌های معرف سازند میشان در فروافتادگی دزفول و لرستان در بندرعباس نیز ناشی از اختلاف ارتفاع هیتزلند بندرعباس نسبت به بخش‌های یاد شده است (Molinaro *et al.*, 2004). با توجه به موارد فوق محیط تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه را می‌توان از نوع حاشیه‌ای<sup>۱</sup> دانست که در آن نوسانات کوچک سطح آب دریا باعث تغییرات رخساره‌ای و ایجاد لایه‌های متعدد در مجموعه‌های رخساره‌ای مشابه گردیده است (Hutchison, 2004). ریزرخساره‌های شناسایی شده در رخساره سنگی آهکی و



شکل ۹: ستون تغییرات سنگ‌شناسی در برش مورد مطالعه به همراه پراکنندگی ریز رخساره‌ها، اجزای کربناته و کمربندهای رخساره‌ای

برش تشکیل شوند. گسترش جانبی زیاد نهشته‌های این کمربند رخساره‌ای در قاعده برش در مطالعات صحرایی، به طوری که در تمامی طول رخنمون مشاهده شده‌اند، حاکی از پایداری و گسترش پهنه کشندی مذکور است.

#### کمربند رخساره‌ای پشته‌های ماسه‌ای

ریزر رخساره L4 مربوط به این کمربند رخساره‌ای بوده و در برش مورد مطالعه به صورت محدود در بخش‌های مختلف مشاهده گردیده است. نهشته‌های این کمربند رخساره‌ای بیشتر در تناوب با ریزرخساره‌های معرف لاگون‌های محصور شده و غیرمحصور دیده شده‌اند. این الگو بیانگر گسترش و امتداد قابل توجه این پشته‌ها بوده به نحوی که باعث ایجاد لاگون محصور شده کاملاً توسعه یافته‌ای بوده‌اند.

#### مجموعه رخساره‌ای رمپ میانی

این بخش از رمپ کربناته در محیطی دورتر از ساحل قرار داشته و بستر آن کمتر تحت تأثیر آشفستگی‌های ناشی از جزر و مد و امواج معمولی قرار می‌گیرد (Ahr, 1973)؛ (Wilson, 1975). در برش مورد مطالعه این مجموعه با ضخامت ۱۸۳ متر در برگیرنده کمربند‌های رخساره‌ای زیر می‌باشد.

#### کمربند رخساره‌ای لاگون غیرمحصور

ریزر رخساره‌های L5 و L6 معرف این کمربند رخساره‌ای هستند. در این ریزرخساره‌ها حضور هم‌زمان فونای نواحی غیرمحصور و محصور و جلبک‌های قرمز، حاکی از رسوب گذاری در محیطی کم عمق و غیرمحصور می‌باشد (Geel, 2000؛ Romero et al., 2002). مشخصات مشابه مجموعه مارنی MB با ریزرخساره‌های L5 و L6 نیز گویای نهشته شدن آن‌ها در محیطی با تهویه و گردش آب کامل است

بر اساس کمربند‌های رخساره‌ای موجود، تغییرات رخساره‌ای و عدم وجود ذرات آنکوئید، پیزوئید و انگور سنگ‌ها<sup>۱۱</sup>، که از مشخصات شلف‌های زهواردار بوده و در رمپ‌های کربناته کمیاب هستند (Flugel, 2010) و همچنین فقدان رخساره‌های توریدایتی، مدل رمپ کربناته همشیب<sup>۱۲</sup> برای نهشته‌های مورد بررسی پیشنهاد می‌گردد (شکل ۱۰).

این رمپ کربناته شامل مجموعه‌ها و کمربند‌های رخساره‌ای زیر می‌باشد:

#### مجموعه رخساره‌ای رمپ داخلی

به عقیده Flugel (2010) پهنه رمپ داخلی در برگیرنده بخش‌های نزدیک به ساحل سکوه‌های کربناته نوع رمپ بوده و ریزرخساره‌های مربوط به کمربند‌های رخساره‌ای فراکشندی، کشندی، لاگون محصور شده و پشته‌های ماسه‌ای را شامل می‌شود. ریزرخساره‌های موجود در این مجموعه رخساره‌ای ترکیبی از محیط‌های پرانرژی کرانه‌ای و تحت تأثیر امواج تا محیط‌های آرام و مصون از اثر قاعده امواج می‌باشند. این مجموعه در برش مورد مطالعه با کمربند رخساره‌ای پهنه کشندی، لاگون محصور شده و پشته‌های ماسه‌ای مشخص شده است و ۱۷۲ متر از برش را شامل می‌شود.

#### کمربند رخساره‌ای پهنه کشندی

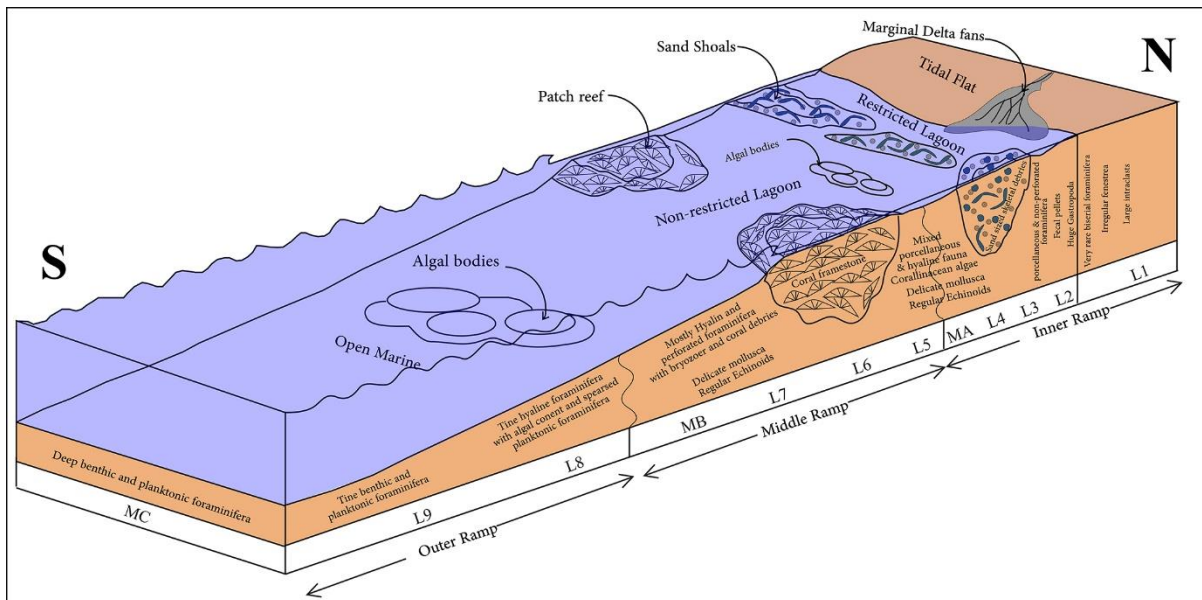
در برش مورد مطالعه ریزرخساره L1 معرف پهنه کشندی می‌باشد. با توجه به گسترش محدود این کمربند رخساره‌ای در برش، که تنها در قاعده برش مشاهده شده است، می‌توان بیان نمود که نوسانات سطح آب دریا در بازه زمانی وجود دریای میشان هیچ‌گاه به اندازه‌ای نبوده است که نهشته‌های مربوط به این کمربند رخساره‌ای در دیگر گستره

11- Aggregate

12- Hemoclinal Carbonate Ramp

رخساره‌ای لاگون محصور و ریف‌های کومه‌ای بارها تکرار گردیده و ضخامت زیادی از برش را به خود اختصاص داده‌اند.

(Westphal, 2006؛ Westphal & Munnecke, 2003)؛ (BouDagher-Fadel, 2008). نهشته‌های مربوط به این کمر بند رخساره‌ای در تناوب با نهشته‌های کمر بندهای



شکل ۱۰: دیاگرام سه بعدی شماتیک مدل رسوب‌گذاری سازند میشان در برش مورد مطالعه به صورت رمپ کربناته همشیب که در آن محل مجموعه‌های رخساره‌ای، کمر بندهای رخساره‌ای و ریز رخساره‌های مربوطه قرار داده شده است.

Zvy & Stambler, 2007؛ Aronson, 2007؛ Wood, 2005 (2011). به عقیده Flügel (2010) نیز این گونه ریزرخساره‌ها به صورت یک ریف ارگانیکی درجا<sup>۱۴</sup> در حاشیه پلاتفرم و بالای قاعده امواج در حالت عادی (FWWB) و به صورت منقطع و غیرممتد تشکیل می‌شوند. در مشاهدات صحرایی امتداد جانبی رخساره‌های ریفی تنها در سه بخش قابل ملاحظه بوده و در نواحی مجاور لنتزهای ریفی با ضخامت و امتداد ناچیز وجود دارند.

### مجموعه رخساره‌ای رمپ بیرونی

این بخش از سکوی کربناته شامل نواحی عمیق و دور از ساحل بوده که در آن‌ها عمق آب و ریخت شناسی لبه قاره به صورتی است که بستر تحت تأثیر عوامل ایجاد آشفستگی

از دیگر ریزرخساره‌های موجود در پهنه لاگون غیرمحصور و مجموعه رخساره‌ای رمپ میانی، ریزرخساره L7 می‌باشد. این ریزرخساره با فراوانی بالای مرجان‌های اسکلرکتین که به صورت درجا رشد کرده و همچنین جلبک‌های قرمز مشخص می‌شود. در این ریزرخساره، برخی از مرجان‌ها توسط جلبک‌های قرمز دربرگرفته شده اند که جلبک‌ها هم به عنوان سازنده ریف و هم به عنوان متصل کننده چهارچوب ریف دارای اهمیت می‌باشند. حضور موجودات کلنی ساز نظیر مرجان‌ها و جلبک‌ها و نیز ریخت شناسی خاص جلبک‌ها به صورت پوشاننده و قشرساز در این ریزرخساره و همچنین گسترش جانبی اندک آن‌ها بر روی زمین معرف جایگاه ریف کومه‌ای<sup>۱۳</sup> برای آن‌ها است (Walker & Romero et al., 2002)؛

14. Bioherm

13. Patch Reef



رخساره‌ای پهنه کشندی، لاگون محصور شده، پشته ماسه‌ای، لاگون غیر محصور، ریف کومه‌ای و دریای باز در این نهشته‌ها تشخیص داده شده‌اند. نهشته‌های مارنی موجود در بین توالی‌های سنگ آهک نیز بر اساس فونای موجود و ترکیب دانه‌بندی به سه محیط لاگون محصور، لاگون غیر محصور و دریای باز تقسیم گردیدند. خصوصیات کمرندهای رخساره‌ای و شواهد زیستی محیط رسوبی از نوع رمپ کربناته همیشب را برای توالی سازند میشان در محدوده مورد مطالعه پیشنهاد می‌نمایند. محیط رسوبی مذکور شامل مجموعه‌های رخساره‌ای رمپ داخلی، رمپ میانی و رمپ بیرونی بوده که بیشتر شرایط رمپ میانی تا داخلی در این ناحیه حکم فرما بوده است. نهشته‌های مربوط به کمرندهای یاد شده در محیطی با نوسان نسبتاً زیاد آب در سکانس‌هایی به سمت بالا عمیق شونده نهشته شده‌اند. در مقایسه با دیگر رخنمون‌های مطالعه شده از سازند میشان در پهنه زاگرس، نهشته‌های مارنی خاص حوضه‌های عمیق گزارش شده از نواحی فروافتادگی دزفول، لرستان و فارس (Motiei, 1993) در برش مورد مطالعه گسترش زیادی نداشته و در کل محیط تشکیل نهشته‌های سازند میشان در ناحیه شهدادی کم عمق‌تر از نواحی یاد شده بوده، به طوری که سنگ آهک گوری سازنده اصلی سازند میشان در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. همچنین، در برش مورد مطالعه رخساره‌های آهکی مربوط به سازند آسماری نیز وجود نداشته و توسط نهشته‌های آواری سازند رازک جایگزین شده‌اند. این حقایق نشان‌دهنده موقعیت حاشیه‌ای ناحیه مورد مطالعه در حوضه زاگرس در بازه زمانی الیگوسن تا میوسن می‌باشد. این موقعیت حاشیه‌ای باعث گردیده تا نوسانات کوچک سطح آب بر روی محیط رسوبی اثر گذار بوده و لایه‌های رسوبی متعددی با رخساره واحد در مجاورت یکدیگر ایجاد گردند.

قرار نمی‌گیرد (Flugel, 2010) در این نواحی تنوع موجودات کف‌زی کمتر بوده و جانداران شناگر و شناور حضور بیشتری دارند (BouDagher-Fadel, 2008). این نواحی همچنین کمتر تحت تأثیر نوسانات کوچک مقیاس سطح آب قرار گرفته و محیطی به نسبت پایدار دارند. در مطالعات ریزرخساره‌ای، کمرند رخساره‌ای دریای باز معمول‌ترین پهنه مجموعه رخساره‌ای رمپ بیرونی محسوب می‌گردد.

### کمرند رخساره‌ای دریای باز

از بین ریزرخساره‌های شناسایی شده، ریزرخساره‌های L8 و L9 معرف این کمرند رخساره‌ای هستند. اجزای تشکیل دهنده این ریزرخساره‌ها دارای جورشدگی ضعیف بوده و بافتی غیرتراکم نشان می‌دهند. در رخساره سنگی مارنی نیز افق‌های معرف بخش دریای باز (MC) دارای مجموعه فونای مشابه با ریزرخساره L9 می‌باشند. نهشته‌های سنگ آهک و مارن این کمرند رخساره‌ای ۹۱ متر از ضخامت برش را شامل شده و در رأس سکانس‌های عمیق شونده به سمت بالا وجود دارند.

### نتیجه‌گیری

مطالعات و مشاهدات صحرایی نشان داده است که توالی مربوط به سازند میشان در ناحیه شهدادی از پنج واحد سنگ چینه‌ای مجزا تشکیل شده است. از این بین سه واحد سنگ آهک و دو واحد مارن بوده که به دلیل تفاوت مقاومت در مقابل فرسایش، سیمایی کاملاً متفاوت دارند. در محدوده مورد بررسی سازند میشان در بین سازندهای رازک در زیر و آغاجاری در بالا قرار گرفته و هر دو مرز زیرین و بالایی همیشب و فرسایشی می‌باشند.

مطالعات ریزرخساره‌ای انجام شده منجر به شناسایی ۹ ریزرخساره سنگ آهکی در نهشته‌های سازند میشان در ناحیه شهدادی گردیده که با مقایسه خصوصیات این ریزرخساره‌ها با ریزرخساره‌های استاندارد، کمرندهای

## منابع

- احمدی، و.، قربانی، م.، توللی، ر.، ۱۳۹۰. مطالعه محیط رسوبی سازند میشان در جنوب باختر بستگ استان هرمزگان. دومین همایش علوم زمین.
- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۳ ص.
- فخاری، م.، ۱۳۷۴. نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ بندرعباس. شرکت ملی نفت ایران.
- لاسمی، ی.، رستگار لاری، ع.ر.، ۱۳۸۵. محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند میشان (رسوبات جلوی کمر بند چین خورده) در باختر فارس و خاور بوشهر. فصلنامه علوم زمین، ۶۱: ۶۸-۷۷.
- Adabi, M.H., Kakemem, U., & Sadeghi, A., 2016. Sedimentary facies, depositional environment, and sequence stratigraphy of Oligocene-Miocene shallow water carbonate from the Rig Mountain, Zagros basin (SW Iran). *Carbonates and Evaporites*, 31 (1): 69-85.
- Ahr, W.M., 1973. The carbonate ramp: an alternative to the shelf model. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, 23: 221-225.
- Andjić, G., Baumgartner-Mora, C., & Baumgartner, P.O., 2016. An upper Paleogene shallowing-upward sequence in the southern Sandino Forearc Basin (NW Costa Rica): Response to tectonic uplift. *Facies*, 62 (9): 1-35.
- Aronson, R.B., 2007. Geological Approaches to Coral Reef Ecology. *Springer*, Berlin, 1-457.
- Assadi, A., Honarmand, J., Moallemi, S.A., & Abdollahie-Fard, I., 2016. Depositional environments and sequence stratigraphy of the Sarvak Formation in an oil field in the Abadan Plain, SW Iran. *Facies*, 62 (4): 26.
- Barattolo, F., Bassi, D., & Romano, R., 2007. Upper Eocene larger foraminiferal-coraline algal facies from the Klokova Mountain (south continental Greece). *Facies*, Berlin, 53: 361-375.
- Beavington-Penney, S.J., & Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in paleoenvironmental analysis. *Earth Science Review*, 67: 219-265.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. *Elsevier*, Netherlands, 1-571.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2013. Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera. *UCL Press*, London, 1-299.
- Beresi, M.S., Cabaleri, N.G., Löser, H., & Armella, C., 2017. 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*, Berlin, 63 (1): 4-16.
- Carozzi, A.V., 1989. Carbonate rocks depositional model. *Prentice, Hall*, New Jersey, 1-604.
- Daraei, M., Amini, A., & Ansari, M., 2015. Facies analysis and depositional environment study of the mixed carbonate-evaporite Asmari Formation (Oligo-Miocene) in the sequence stratigraphic framework, NW Zagros, Iran. *Carbonates and Evaporites*, 30 (3): 253-272.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In *proceeding of symposium of American Association Petroleum Geologist*, New York, 108-121.
- Einsele, G., 1982. Limestone-marl cycles (periodites): diagnosis, significance, causes-a review. In: Einsele, G., & Seilacher, A., (eds.), *Cyclic and event stratification*. *Springer*, Berlin, 8-53.
- Fanati, R.R., Vaziri, S.H., Khaksar, K., & Gholamalian, H., 2015. Paleoecology of early to middle Miocene deposits (Guri Member) and sedimentary environment, SE Zagros Zone, Roydar, Iran. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 7: 68-77.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis. Interpretation and Application. *Springer-Verlag* Berlin, 1-976.
- 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.

- Heidari, A., Gonzalez, L.A., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Ludvigson, G.A., & Chakrapani, G.J., 2014 a. Diagenetic Model of Carbonate Rocks of Guri Member of Mishan Formation (Lower to Middle Miocene) SE Zagros Basin, Iran. *Journal of the Geological Society of India*, 84 (1): 87-104.
- Heidari, A., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Gonzalez, L., & Moalemi, S.A., 2014 b. Biostratigraphy, sequence stratigraphy, and paleoecology of the Lower-Middle Miocene of Northern Bandar Abbas, Southeast Zagros basin in south of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 7 (5): 1829-1855.
- Hutchison, C.S., 2004. Marginal basin evolution: the southern South China Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 21 (9): 1129-1148.
- Jamalian, M., & Adabi, M.H., 2015. Geochemistry, microfacies and diagenetic evidences for original aragonite mineralogy and open diagenetic system of Lower Cretaceous carbonates Fahliyan Formation (Kuh-e Siah area, Zagros Basin, South Iran). *Carbonates and Evaporites*, 30 (1): 77-98.
- James, G.A., & Wynd, G.G., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *American Association of Petroleum Geologists*, 49 (12): 2182-2245.
- Johari, M.M., & Ghasemi-Nejad, E., 2017. Paleoenvironment, Biostratigraphy and sequence stratigraphic studies of the Permian-Triassic boundary of the offshore Persian Gulf, Iran: using an integrated approach. *Geopersia*, 7 (1): 35-54.
- Kietzmann, D.A., Palma, R.M., Riccardi, A.C., Martín-Chivelet, J., & López-Gómez, J., 2014. Sedimentology and sequence stratigraphy of a Tithonian-Valanginian carbonate ramp (Vaca Muerta Formation): A misunderstood exceptional source rock in the Southern Mendoza area of the Neuquén Basin, Argentina. *Sedimentary Geology*, 302: 64-86.
- Martin, R.E., 2000. Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology. *Kluwer Academic/ Plenum Publishers*, New York, 1-345.
- Martinuš, M., Fio, K., Pikelj, K., & Aščić, Š., 2013. Middle Miocene warm-temperate carbonates of Central Paratethys (Mt. Zrinska Gora, Croatia): paleoenvironmental reconstruction based on bryozoans, coralline red algae, foraminifera, and calcareous nannoplankton. *Facies*, 59 (3): 481-504.
- Mazaheri Johari, M., & Ghasemi-Nejad, E., 2017. Paleoenvironment, Biostratigraphy and sequence stratigraphic studies of the Permian-Triassic boundary of the offshore Persian Gulf, Iran: using an integrated approach. *Geopersia* 7 (1): 35-54.
- Mial, A.D., 1984 Principles of sedimentary Basin Analysis. *Springer Science+ Business Media*, New York, 1-457.
- Miall, A.D., & Tyler, N., 1991. The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery. *Society for Sedimentary Geology*, New York, 1-313.
- Molinaro, M., Guezou, J.C., Leturmy, P., Eshraghi, S.A., & de Lamotte, D.F., 2004. The origin of changes in structural style across the Bandar Abbas syntaxis, SE Zagros (Iran). *Marine and Petroleum Geology*, 21 (6): 735-752.
- Motiei, H., 1993. Stratigraphy of Zagros. In: Treatise on the geology of Iran. No. 1. Ministry of Mines and Metals. *Geological Society of Iran Publications*, Tehran.
- Murray, J.W., 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. *Cambridge University Press*, New York, 1-440.
- Nebelsick, J.H., Rasser, M., & Bassi, D., 2005. Facies dynamic in Eocene to Oligocene Circumalpine carbonates. *Facies*, 51 (4): 197-216.
- Novak, V., Santodomingo, N., Rösler, A., Di Martino, E., Braga, J.C., Taylor, P.D., Johnson, K.G., & Renema, W., 2013. Environmental reconstruction of a late Burdigalian (Miocene) patch reef in deltaic deposits (East Kalimantan, Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 374: 110-122.
- Racey, A., 1994. Biostratigraphy and palaeobiogeographic significance of Tertiary nummulitids (foraminifera) from northern Oman. In: Simmons, M.D., (ed.), *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East*. *Chapman and Hall*, London, 343-370.
- Rashidi, R.F., Vaziri, S.H., Khaksar, K., & Gholamalian, H., 2014 a. Lithostratigraphy of the Mishan Formation in North and West of Hormozgan province (South of Iran). *MAGNT Research Report*, 2 (7): 490-499.

- Rashidi, R.F., Vaziri, S.H., Khaksar, K., & Gholamalian, H., 2014 b. Microfacies and sedimentary environment of the early-middle Miocene deposits (Mishan Formation) in south of Iran. *Advances in Environmental Biology*, 1031-1040.
- Reineck, H.E., & Singh, I.B., 1975. Depositional Sedimentary Environments. *Springer*, Netherland, 1-431.
- Romero, J., Caus, E., & Rossel, J., 2002. A model for the paleoenvironmental distribution of larger foraminifera based on late Middle Eocene deposits on the margin of the south Pyrenean basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 179: 43-56.
- Roopzpykar, A., & Maghfouri Moghaddam, I., 2016. Benthic foraminifera as biostratigraphical and paleoecological indicators: An example from Oligo-Miocene deposits in the SW of Zagros basin, Iran. *Geoscience Frontiers*, 7: 125-140.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., & Mohammadi, E., 2017. Biofacies, depositional model, and sequence stratigraphy of the Asmari Formation, Interior Fars sub-zone, Zagros Basin, SW Iran. *Carbonates and Evaporites*, In Press, 1-19.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., & Taheri, A., 2010. Microfacies and sedimentary environment of the Oligocene sequence (Asmari Formation) in Fars sub-basin, Zagros Mountains, southwest Iran. *Facies*, 57 (3): 431-446.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., & Taheri, A., 2009. Biostratigraphy and paleoecology of the Oligo-Miocene succession in Fars and Khuzestan areas (Zagros Basin, SW Iran). *Historical Biology* 21: 17-3.
- Sahy, D., Sasaran, E., & Tamas, T., 2008. Microfacies analysis of Upper Eocene shallow-water carbonates from the Rodnei Mountains (N Romania). *Studia UBB Geologia*, 53 (2): 13-24.
- Sooltanian, N., Seyrafian, A., & Vaziri-Moghaddam, H., 2011. Biostratigraphy and paleo-ecological implications in microfacies of the Asmari Formation (Oligocene), Naura anticline (Interior Fars of the Zagros Basin), Iran. *Carbonates Evaporates*, 26: 167-180.
- Thunell, R., Rio, D., Sprovieri, R., & Raffi, I., 1991. Limestone-marl couplets: origin of the early Pliocene Trubi marls in Calabria, southern Italy. *Journal of Sedimentary Research*, 61(7): 15-36
- Walker, P., & Wood, E., 2005. The Coral Reef. *Facts and File, Inc.*, New York, 1-158.
- Westphal, H., 2006. Limestone-marl alternations as environmental archives and the role of early diagenesis: a critical review. *International Journal of Earth Sciences*, 95 (6): 947-961.
- Westphal, H., & Munnecke, A., 2003. Limestone-marl alternations: A warm-water phenomenon?. *Geology*, 31 (3): 263-266.
- Wilson, J. L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, New York, 1-472.
- Zvy, D., & Stambler, N., 2011. Coral Reefs: An Ecosystem in Transition. *Springer*, Berlin, 1-562.

## Microfacies and sedimentary environment of the Mishan Formation in the Shahdadi Area, the southeast of the Zagros Basin (N Bandarabbas)

Hassani, M. J.<sup>1\*</sup>, Hosseinipour, F.<sup>2</sup>, Rezaei, P.<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Department of Ecology, Institute of Sciences and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology End of Haftbagh Highway, Kerman, Iran

2-Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University of Kerman, Zangiabad Branch, Kerman, Iran

3-Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Hormozgan University, Hormozgan, Iran

\*E-mail: mjhassani887@gmail.com

### Introduction

The Zagros structural Zone is an important structural zone in the Middle East because of its valuable and enormous hydrocarbon reservoirs. In this zone, the Fars Group is a key stratigraphic unit; which consists of valuable reservoir and cap rocks. The Mishan Formation is the middle member of the Fars Group, was deposited in the Zagros Basin during the Early Miocene to Pliocene. The facies changes of the Mishan Formation in the Zagros basin is considerable and interesting for researchers. One of the unique lithofacies of this formation is the Guri Member, which is out cropped in the Hormozgan province in many of anticlines. In the Hormozgan province, the Mishan Formation is poorly studied because of harsh climatic condition and accessibility, therefore, there are few published literatures have been carried out about it (Heidari *et al.*, 2014a, b; Rashidi *et al.*, 2014a, b).

To consider the microfacies and reconstructing the depositional environment of this formation in the southeast of the Zagros Basin, a stratigraphic section of this formation in the Shahdadi Area has been chosen and sampled. The studied section locates at 27° 29' 1.5" N & 56° 43' 30" E near the Shahdadi area, 105 km north of the Bandar Abbas. The main surrounded unites include Cenozoic strata of the Zagros basin. The studied section overlays the Razak Formation and underline by the Aghajari Formation unconformably.

### Materials and methods

The total thickness of the studied section is 446 m, 78 loos and 236 hard samples have been collected from the Mishan Formation strata. For microfacies analyses, thin sections prepared from hard samples. The loos samples have disaggregated by sodium sulfate solution and frizzing method and Sodium Hexa Meta Phosphate solution for micropaleontological and grain size analyzes. The microfacies have named after Dunham (1962) and Carozzi (1989). The faunal content and grain size of the marly strata compared with Geel (2000), BouDagher-Fadel (2008).

### Discussion

Based on the lithostratigraphic analyzes, tow lithofacies, include limestone lithofacies and marl lithofacies have been distinguished. The limestone lithofacies involves three rock unites and includes nine microfacies (L1-L9) base on the carbonate components and textural characteristics. These microfacies have been compared with the Wilson (1975) and Flugel (2010) standard microfacies. This comparison shows that the identified microfacies have deposited in intra tidal, restricted lagoon, sand shoal, path reef, non-restricted lagoon and open marine facies belts. The marl lithofacies, based on the faunal content and grain size analyzes, includes deposits of the restricted lagoon, non-restricted lagoon and open marine environments and involves tow rock unites. The characteristics of identified facies belts, such as lateral extend, lack of the onchoids, pizzoids, aggregates and turbidities have suggest a homoclinal carbonate ramp as the sedimentary model in the studied area for the Mishan Formation. This platform can be divided to distinct facies associations include inner ramp, middle ramp and outer ramp.

The inner ramp facies association includes intra tidal, restricted lagoon and sand shoal facies belts; the middle ramp facies association includes non-restricted lagoon and patch reef facies belts and the outer ramp facies association includes open marine facies belt. Deposits of the non-restricted lagoon, restricted lagoon

and open marine facies belts are the most common deposits in the studied section respectively, which are deposited in deepening upward cycles.

### Conclusion

The field, microfacies and micropaleontological studies show that the Mishan Formation in the Shahdadi area, the north of Bandarabbas, overlays the Razak Formation's clastic strata unconformably. This formation underlays by the Aghajari formation unconformably and the effects of erosional activities are observed at the top of the Mishan formation. The Mishan Formation in the studied area consists of three limestone and tow marl rock unites and considerably includes the Guri Member. The microfacies analyses of the marly and limestone strata suggest a hemoclinal carbonate ramp as the sedimentary model for the Mishan Formation in this area. The suggested ramp includes inner ramp, middle ramp and outer ramp facies assemblages and intra tidal, restricted lagoon, sand shoal, non restricted lagoon, patch reef and open marine facies belts.

**Key words:** Mishan Formation; Microfacies; Depositional environment; Zagros; Shahdadi.

### References

- Carozzi, A.V., 1989. Carbonate rocks depositional model. *Prentice, Hall*, New Jersey, 1-604.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In *proceeding of symposium of American Association Petroleum Geologist*, New York, 108-121.
- Flugel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application. *Springer-Verlag Berlin*, 1-976.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits, empirical models based on microfacies analysis of paleogene deposits in southeastern Spin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 211-238.
- Heidari, A., Gonzalez, L.A., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Ludvigson, G.A., & Chakrapani, G.J., 2014 a. Diagenetic Model of Carbonate Rocks of Guri Member of Mishan Formation (Lower to Middle Miocene) SE Zagros Basin, Iran. *Journal of the Geological Society of India*, 84 (1): 87-104.
- Heidari, A., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Gonzalez, L., & Moalemi, S.A., 2014 b. Biostratigraphy, sequence stratigraphy, and paleoecology of the Lower-Middle Miocene of Northern Bandar Abbas, Southeast Zagros basin in south of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 7 (5): 1829-1855.
- Rashidi, R.F., Vaziri, S.H., Khaksar, K., & Gholamalian, H., 2014 a. Lithostratigraphy of the Mishan Formation in North and West of Hormozgan province (South of Iran). *MAGNT Research Report*, 2 (7): 490-499.
- Rashidi, R.F., Vaziri, S.H., Khaksar, K., & Gholamalian, H., 2014 b. Microfacies and sedimentary environment of the early-middle Miocene deposits (Mishan Formation) in south of Iran. *Advances in Environmental Biology*, 1031-1040.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, New York, 1-472.