

## زیست‌چینه‌نگاری، ریزرخساره‌ها و دیرینه بوم‌شناسی سازند آسماری در برش مخملکوه، ناحیه لرستان، باختر ایران

محمد رجیبی<sup>۱</sup>، سعیده سنماری<sup>۲\*</sup>، مهناز پروانه‌نژاد شیرازی<sup>۳</sup> و مریم ناز بهرامنش تهرانی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکترا چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

۳- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران

۴- استادیار سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، دفتر نظارت و ارزیابی، تهران

نویسنده مسئول: senemari2004@yahoo.com

دریافت: ۹۹/۱۰/۲۰ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۶

نوع مقاله: پژوهشی

### چکیده

سازند آسماری توالی ضخیم کربناته‌ای در حوضه فورلند زاگرس است که در زمان الیگومیوسن نهشته شده است. به منظور انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری، ریزرخساره‌ها و تفسیر محیط‌رسوبی، برش مخملکوه از پهنه لرستان واقع در باختر زاگرس مورد بررسی قرار گرفت. برش مخملکوه دارای ۸۵ متر ضخامت است که از تناوبی از سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه با میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک نازک‌لایه تشکیل شده است. بر اساس مطالعات زیست‌چینه‌نگاری، ۱۲ جنس وابسته به ۷ خانواده از روزنبران کفزی و پلانکتونیک در برش مورد مطالعه شناسایی شد. در این برش، دو تجمع فسیلی و ۱۲ ریزرخساره بر اساس الگوهای پراکندگی روزن‌داران با سن روپلین-آکیتانین تشخیص داده شد. تجمعات فونی با زون‌های استاندارد جهانی تطابق داده شده است. مطالعه ریزرخساره‌های موجود نشان‌دهنده دو کمربند رسوبی شامل لاگون و دریای باز در برش مورد مطالعه است. زیرمحیط‌های رسوبی سازند آسماری قابل تطابق با بخش‌های رمپ داخلی، میانی و خارجی هستند که تحت شرایط مزوفوتیک، الیگوفوتیک و آفوتیک در یک رمپ هم‌کلینال نهشته شده‌اند.

واژگان کلیدی: آکیتانین، روپلین، محیط‌رسوبی، زاگرس، سازند آسماری، لرستان

### پیشگفتار

است (آقناباتی، ۱۳۸۵). در این میان رسوبات پلاتفرمی کربناته سازند آسماری که از بزرگ‌ترین مخازن نفتی ایران است از اهمیت خاصی برخوردار است. بیش‌ترین گسترش سازند آسماری در حوضه زاگرس در ناحیه فروافتادگی دزفول است و این در حالی است که از سمت شمال‌باختر تا خاک عراق و از سمت جنوب تا پهنه فارس و دریای عمان گسترش دارد (مطیعی، ۱۳۷۲). لیتولوژی این سازند در حوضه زاگرس عمدتاً از رسوبات کربناته شامل سنگ‌آهک، دولومیت و سنگ‌آهک رسی است که با سازندهای پابده در زیر، و گچساران در بالا مرز همساز و تدریجی دارد. این سازند دارای دو عضو تبخیری کله‌ر در جنوب باختر لرستان و شمال باختر فروافتادگی دزفول و هم‌چنین بخش ماسه‌سنگی اهواز در جنوب فروافتادگی دزفول است (مطیعی، ۱۳۷۲). شکل‌گیری عضو

سرزمین ایران از لحاظ ساختاری و زمین‌شناسی به پهنه‌های مختلف تقسیم شده است. یکی از مهم‌ترین این پهنه‌ها حوضه زاگرس است. رسوبات حوضه زاگرس با ضخامتی تا حدود ۱۴ کیلومتر در لبه شمال‌خاوری صفحه عربی قرار دارد (درویش‌زاده، ۱۳۸۲). در کرتاسه پسین با برخورد صفحه عربی به پهنه ایران مرکزی و با بسته شدن اقیانوس نئوتتیس، حوضه فورلند زاگرس شکل گرفت (آقناباتی، ۱۳۸۳). با تشکیل این حوضه به همراه وجود گسل‌های فعال، تنوع جانبی رخساره‌ها و تغییرات جانبی آن‌ها بوجود آمد که در نهایت زون‌های گوناگونی همچون زون فارس (فارس داخلی و فارس ساحلی)، زون ایذه، فروافتادگی دزفول و لرستان را تشکیل داد (علوی، ۲۰۰۷). حوضه رسوبی زاگرس به دلیل دارا بودن ذخایر هیدروکربنی از دیرباز مورد توجه پژوهشگران قرار داشته

۲). در برش مخملکوه، سازند آسماری دارای ۸۵ متر ضخامت واقعی است که تناوبی از سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم‌لایه با میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک نازک‌لایه بوده که مقداری دولومیتی شده است. سطح این واحدها تا حدودی دچار هوازدگی است. در میان این واحدها سنگ‌آهک‌های نازک‌لایه دارای بخش ماسه‌ای بوده که ضخامت این سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای به کمتر از ۰/۵ متر در میان سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه گسترش دارند. مرز پایینی و بالایی سازند آسماری در این برش به ترتیب با دولومیت‌های شهبازان و تبخیری‌های گچساران بصورت ناپیوستگی هم‌شیب است. پایین این سازند به متراتژ تقریبی ۱۰ متر از سنگ‌آهک دولومیتی است که متاثر از سازند شهبازان است. در این راستا، به منظور انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری، ریزرخساره‌ها و تفسیر محیط‌رسوبی، برش مخملکوه از پهنه لرستان واقع در باختر زاگرس مورد بررسی قرار گرفت.

#### روش مطالعه

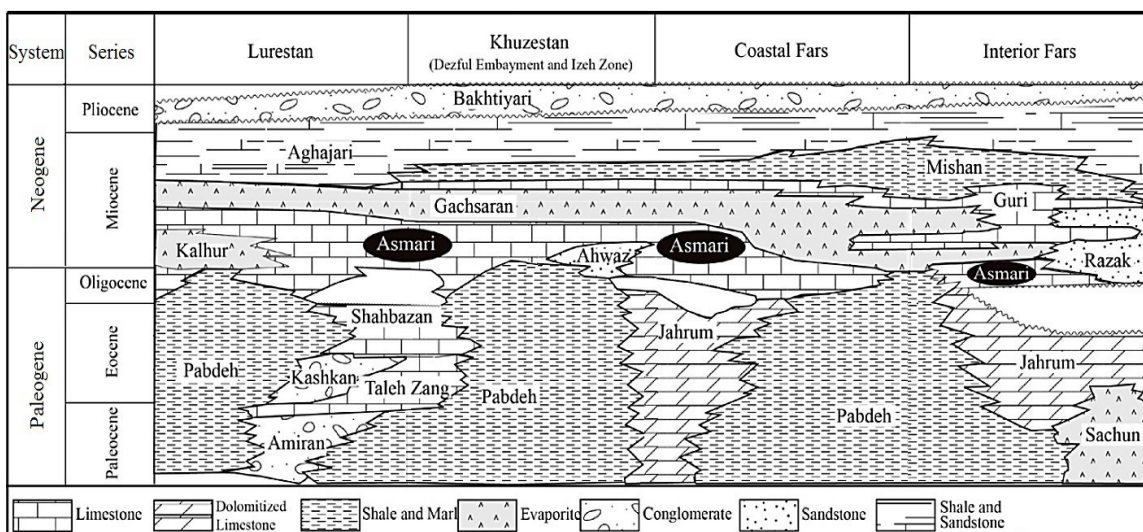
نمونه‌برداری با فواصل ۱ تا ۲ متری به صورت سیستماتیک انجام شد و تعداد ۸۵ برش‌نازک تهیه گردید. این برش‌ها با استفاده از میکروسکوپ دوچشمی مطالعه و میکروفسیل‌های موجود در آن‌ها شناسایی گردید. نمونه‌های سنگی برداشت شده از برش مورد مطالعه (شکل ۳)، مورد بررسی زیست‌چینه‌نگاری، میکروفاسیس و تعیین سن نسبی براساس (وایند، ۱۹۶۵؛ آدامز و بورژوایز، ۱۹۶۷؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۰؛ ارنبرگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ لارسن و همکاران، ۲۰۰۹) قرار گرفت. نام‌گذاری نمونه‌های سنگ‌های کربناته در برش مورد مطالعه براساس طبقه‌بندی دانهام (۱۹۶۲) انجام شد. شناسایی روزنبران بر اساس لوبلیش و تاپان (۱۹۸۷) و هاتینگر (۲۰۰۷)، هم‌چنین معرفی بایوزون‌ها بر اساس بایوزوناسیون ارایه شده توسط وایند (۱۹۶۵) و آدامز و بورژوایز، ۱۹۶۷ صورت گرفت. ویژگی‌های سنگی و زیستی برش مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است.

ماسه‌سنگی اهواز را به حضور گسل زاگرس<sup>۱</sup> نسبت می‌دهند (شرکتی و لتوزی، ۲۰۰۴). هم‌چنین فعالیت دو گسل فروافتادگی دزفول و گسل پیشانی کوهستان نیز سبب نهشته شدن عضو تبخیری کلهر در سازند آسماری در جنوب‌باختری لرستان شد (احمد‌هادی و همکاران، ۲۰۰۷). در حوضه لرستان در دوره پالئوژن، بخش ژرف<sup>۲</sup> این حوضه را سازند پابده، بخش کم ژرف و حاشیه‌ای را سازندهای تله‌زنگ و شهبازان و در نهایت نواحی رأس گوه‌ای<sup>۳</sup> این حوضه را سازند کشکان و سپس سازند آسماری تشکیل داده است (جیمز و وایند، ۱۹۶۵) (شکل ۱). در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه چینه‌نگاری زیستی، چینه‌نگاری‌سکانسی، میکروفاسیس، محیط‌رسوبی و دیرینه بوم‌شناسی سازند آسماری انجام شده است (زارع و همکاران، ۱۳۹۸؛ وایند، ۱۹۶۵ جیمز و وایند، ۱۹۶۵؛ آدامز و بورژوایز، ۱۹۶۷؛ صیرفیان، ۲۰۰۰؛ صیرفیان و همکاران، ۲۰۰۶؛ وزیری‌مقدم و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۶؛ ارنبرگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ رحمانی و همکاران، ۲۰۰۹؛ صادقی و همکاران، ۲۰۱۱؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۰؛ وزیری‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۰؛ الله‌کرمپوردیل و همکاران، ۲۰۱۰؛ صیرفیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ رحمانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ صالح و صیرفیان، ۲۰۱۳؛ شب‌افروز و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس مطالعات انجام شده توسط برخی پژوهشگران در حوضه لرستان مشخص شد که از سمت جنوب به شمال پدیده دولومیتی شدن، سنگ‌های کربناته سنوزوییک را تحت تأثیر قرار داده بطوری‌که بیش‌ترین مقدار آن در نواحی خرم‌آباد مشاهده می‌شود. در این نواحی سازند آسماری علیرغم مقدار فسیل کم دارای سن بوردیگالین است، که می‌توان به برش‌های معمولان و رباط نمکی در شمال و برش سپیددشت در شمال خاور خرم‌آباد اشاره نمود (مغفوری مقدم و سمعی، ۲۰۱۵؛ وزیری‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۰). در این پژوهش به بررسی ویژگی‌های چینه‌نگاری‌زیستی و میکروفاسیس سازند آسماری در ناحیه مخملکوه از پهنه لرستان و بیان تغییرات حوضه رسوبی طی زمان ایگوموسن پرداخته شده است. برش موردنظر در ورودی مخملکوه در شمال خاور خرم‌آباد با مختصات جغرافیایی  $33^{\circ} 36' 90'' N$  و  $48^{\circ} 17' 22'' E$  واقع شده است (شکل

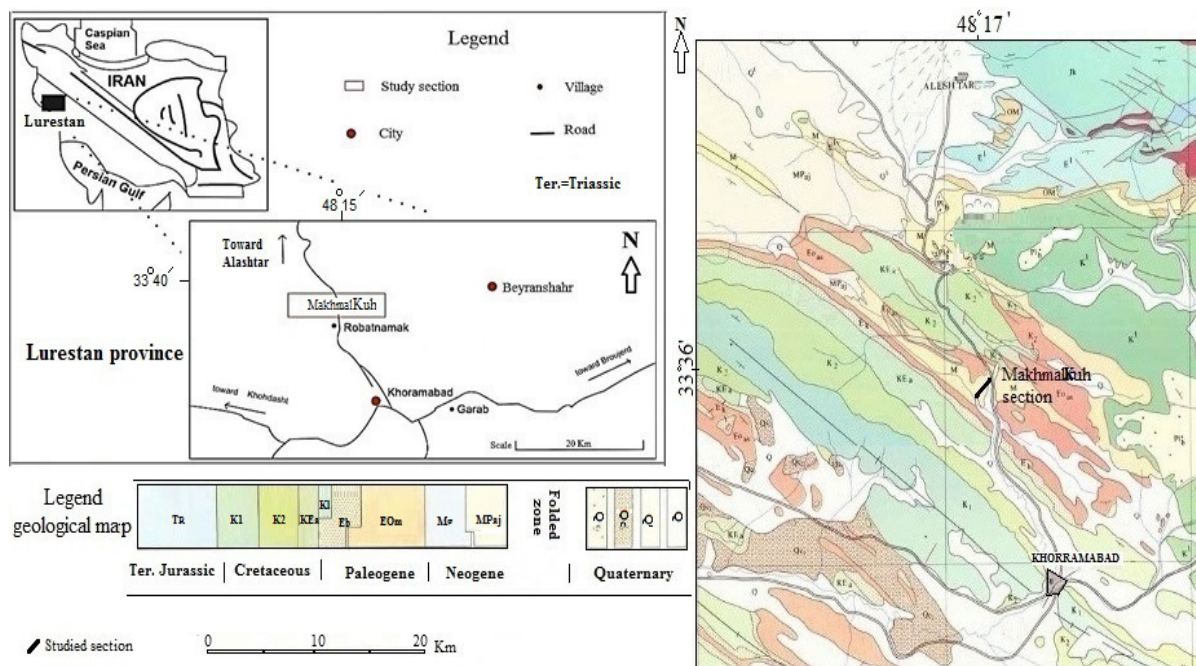
<sup>1</sup> ZFF: Zagros Fore deep Fault

<sup>2</sup> Foredeep

<sup>3</sup> Wedge top



شکل ۱. شمای کلی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای سنوزویک در حوضه زاگرس (مطیعی، ۱۳۷۲)



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی منطقه و موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه در زاگرس و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

### بحث

#### زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری

سازند آسماری براساس مطالعه سنگواره‌ها توسط توماس (۱۹۴۸) به سه قسمت آسماری پایینی، میانی و فوقانی تقسیم شده است. مطالعات زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری توسط وایند (۱۹۶۵) با معرفی ۶ زون تجمعی (شماره ۵۴ تا ۵۹) ارائه شد. آدامز و بورژوایز (۱۹۶۷) تعاریف بیان شده در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری وایند را مورد بازبینی قرار داده و در مجموع سه زون تجمعی و دو

زیرزون تجمعی جدید ارائه دادند که بدین ترتیب، مطالعات زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری تکمیل شد. نتایج مطالعات انجام شده توسط آدامز و بورژوایز (۱۹۶۷) براساس ریزرخساره‌ها، منجر به تقسیم سازند آسماری به صورت آسماری تحتانی (*Eulepidina - Nephrolepidina*), آسماری میانی (*Nummulites assemblage zone*, *Valvulinid assemblage* *Miogypsinoidea* *Archaias*) *zone*, *Archaias asmaricus - Archaias hensoni* *assemblage zone*, *Elphidium* *Miogypsina*

در تعیین سن و تطابق حایز اهمیت بود ارایه نمودند. بدنبال چینه‌نگاری مذکور، بایوزوناسیون سازند آسماری توسط افراد دیگر (لارسن و همکاران، ۲۰۰۹؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۰) نیز ارایه شد (جدول ۱).

(assemblage zone) و آسماری فوقانی (*Borelis melo* group - *Meandropsina* assemblage zone) شد. در دهه‌های اخیر ارنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) چینه‌نگاری سازند آسماری را بر اساس ایزوتوپ استرونیسم مورد بازبینی قرار دادند و پنج حادثه زیست‌چینه‌نگاری را که



شکل ۳. رخنمونی از سازند آسماری در برش مخملکوه و مرز زیرین آن با سازند شهبازان در شمال‌باختر خرم‌آباد، دید به سمت شمال باختر

جدول ۱. بایوزوناسیون ارایه شده توسط لارسن و همکاران (۲۰۰۹) و ون‌بوخم و همکاران (۲۰۱۰) از سازند آسماری

|                     |   |
|---------------------|---|
| (Burdigalian)       | <i>Borelis melo curdica</i> – <i>B. melo melo</i>                                 |
| (Aquitanian)        | Indeterminate zone  |
| (Aquitanian)        | <i>Miogypsina</i> – <i>Elphidium</i> sp. 14 – <i>Peneroplis farsensis</i>         |
| (Chattian)          | <i>Archaias asmaricus</i> – <i>A. hensoni</i> – <i>Miogypsinoidea complanatus</i> |
| (Rupelian-Chattian) | <i>Lepidocyclina</i> – <i>Operculina</i> – <i>Ditrupe</i>                         |
| (Rupelian)          | <i>Nummulites vascus</i> – <i>N. fichteli</i>                                     |
| (Eocene-Oligocene)  | <i>Globigerina</i> spp. – <i>Turborotalia cerroazulensis</i> - <i>Hantkenina</i>  |

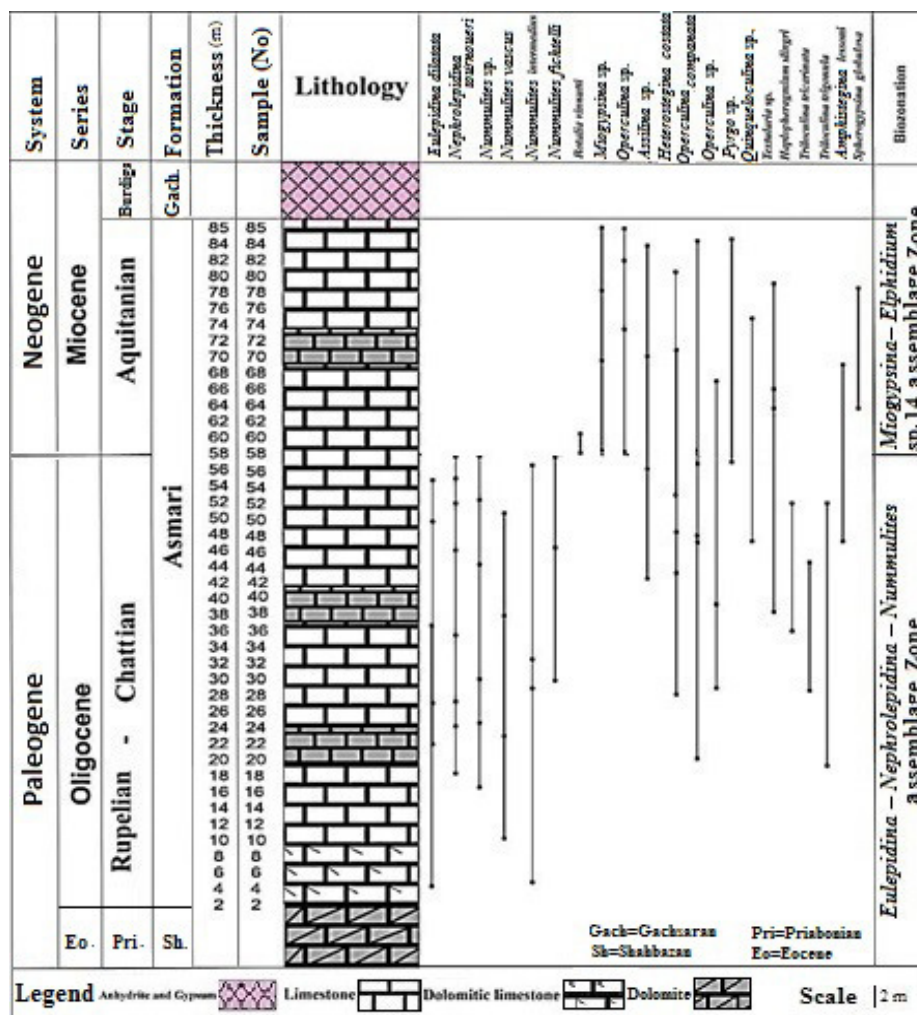
assemblage zone است. این تجمع فونی مطابق بایوزون شماره یک آدامز و بورژوایز (۱۹۶۷) یعنی *Eulepidina*، *Nepherolepidina*، *Nummulites* به سن روپلین-شاتین است. مطابق زون‌بندی ارنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) به علت وجود نومولیتس سن این مجموعه روپلین پیشنهاد شد. با انقراض گونه‌های مذکور و جلبک‌قرمز *Subterraniophillum thomasi* حد نهایی الیگوسن مشخص می‌شود. در بسیاری از مناطق ایران مانند سبزواری، کاشان، قم (رهقی، ۱۹۸۰، a) و گرمسار (دانشیان و رضانی، ۲۰۰۷) دو فسیل *Eulepidina Nummulites* به همراه *Nepherolepidina* بیانگر بازه زمانی الیگوسن پیشین و پسین است. این زون تجمعی پایین‌ترین بخش سازند آسماری در برش مورد مطالعه را شامل می‌شود که ۵۸ متر ضخامت داشته و دارای سن روپلین-شاتین است که با آسماری تحتانی که توسط توماس (۱۹۴۸) معرفی

### زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری در برش مورد مطالعه

به منظور ارایه بایوزوناسیون سازند آسماری و تعیین سن آن در برش مورد مطالعه، ۸۵ برش‌نازک بطور دقیق مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس این مطالعه ۱۲ جنس و ۳ گونه وابسته به ۷ خانواده از روزنیران شناسایی شد. بر اساس انتشار چینه‌شناسی میکروفسیل‌های موجود ۲ تجمع فونی در این برش تعیین شد (شکل ۴) (Plates 1-2). معرفی بایوزون‌ها بر اساس بایوزوناسیون ارایه شده توسط وایند (۱۹۶۵) و آدامز و بورژوایز (۱۹۶۷) صورت گرفت. علاوه بر این برای تعیین سن نهشته‌ها، از زون‌بندی لارسن و همکاران (۲۰۰۹) و ارنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شد. اولین تجمع فونی شناسایی شده در برش مورد مطالعه بایوزون *Eulepidina*، *Nepherolepidina*، *Nummulites*

می‌توان سن این مجموعه را به آکیتانین نسبت داد. این تجمع فونی ۲۷ متر انتهایی سازند آسماری را شامل می‌شود که مطابق با آسماری میانی است که توسط توماس (۱۹۴۸) معرفی شده است. همچنین این زون با زون SBZ24 معرفی شده توسط کاهیزک و پویننت (۱۹۹۷) انطباق دارد (شکل ۵). براساس گسترش و پراکندگی فسیل‌های شناسایی شده، سن سازند آسماری در برش مخملکوه الیگوسن (روپلین- شاتین) تا میوسن پیشین (آکیتانین) پیشنهاد می‌شود. از سویی دیگر بدلیل عدم حضور فسیل‌های شاخص آسماری فوقانی (بوردیگالین) نظیر گونه‌های *Meandropsina iranica* و *Borelis melocurdica* نتیجه می‌شود که آسماری فوقانی در این برش نهشته نشده است.

شده است و نیز زون‌های SBZ22-SBZ23 (کاهیزک و پویننت، ۱۹۹۷)، انطباق دارد (شکل ۵). دومین تجمع فونی شناسایی شده در برش مخملکوه بایوزون *Miogypsina, Elphidium* sp. 14 است. این تجمع فونی مطابق بایوزون شماره ۳ آدامز و بورژوایز (۱۹۶۷) (*Miogypsina, Elphidium* sp. 14) به سن میوسن پیشین (آکیتانین) است. در مقایسه با بایوزون استاندارد لارسن و همکاران (۲۰۰۹) به علت حضور *Miogypsina* و *Elphidium* sp. این تجمع فونی تا حدودی با بایوزون شماره ۵ لارسن و همکاران (۲۰۰۹) (*Miogypsina, Elphidium* sp. 14, *Peneroplis farsensis*) با سن آکیتانین مطابقت دارد. لذا بر این اساس و بدلیل قرارگیری این تجمع بر روی تجمع فونی شماره ۱



شکل ۴. گسترش چینهای و زیستی از برش مورد مطالعه واقع در شمال باختر خرم‌آباد، پهنه لرستان

| Stage               | No. | Assemblage Zone   | Ma.       | SBZ (Cahuzac and Poignant, 1997) |
|---------------------|-----|---|-----------|----------------------------------|
| Aquitanian          | 2   | <i>Miogypsina</i> spp.- <i>Elphidium</i> sp. 14 assemblage zone<br><i>Miogypsina</i> sp., - <i>Heterostegina costata</i> - <i>Operculina companata</i> - <i>Elphidium</i> sp.<br><i>Pyrgo</i> sp. | 20.2-23   | SBZ24                            |
| Rupelian - Chattian | 1   | <i>Eulepidina</i> - <i>Nephrolepidina</i> - <i>Nummulites</i> assemblage zone<br><i>Lepidocyclina</i> - <i>Operculina</i> - <i>Ditrupe</i>  | 23 - 33.9 | SBZ23                            |
|                     |     | <i>Nummulites intermedius</i> - <i>Nummulites vascus</i> - <i>Nummulites</i> sp.-<br><i>Eulepidina dilatata</i><br><i>Nephrolepidina tournoueri</i> - <i>Heterostegina costata</i>                |           | SBZ22                            |

شکل ۵. انطباق تجمعات فسیلی برش مورد مطالعه با زون‌های معرفی شده توسط کاهیزک و پویننت (۱۹۹۷)

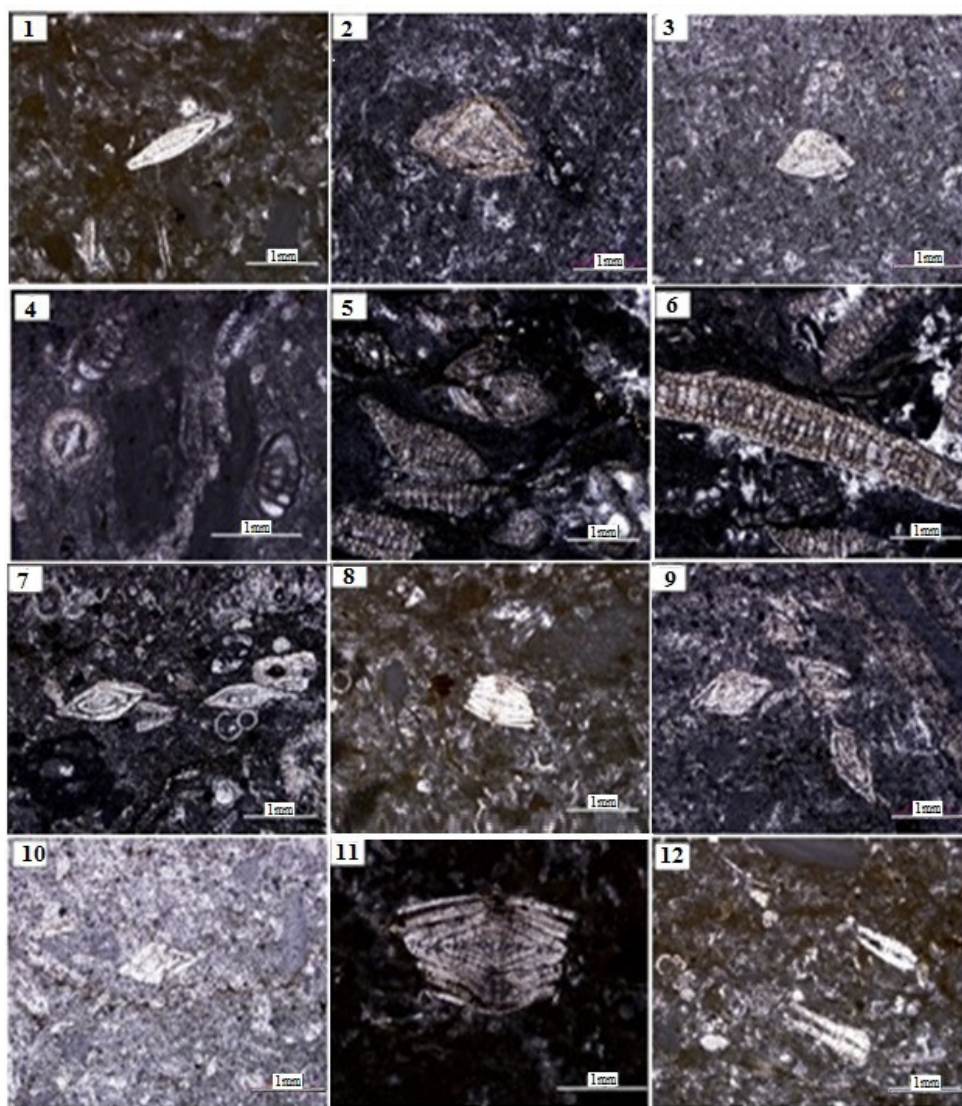


Plate 1. 1. *Assilina* sp., 2. *Amphistegina* sp., 3. *Amphistegina* sp., 4. *Elphidium* sp., 5. *Nephrolepidina* sp., 6. *Eulepidina* sp., 7. *Nummulites* cf *vascus*, 8. *Nummulites* cf *fichtelli*, 9. *Nummulites* sp., 10. *Nummulites* sp., 11. *Nummulites intermedius*, 12. *Heterostegina* sp.

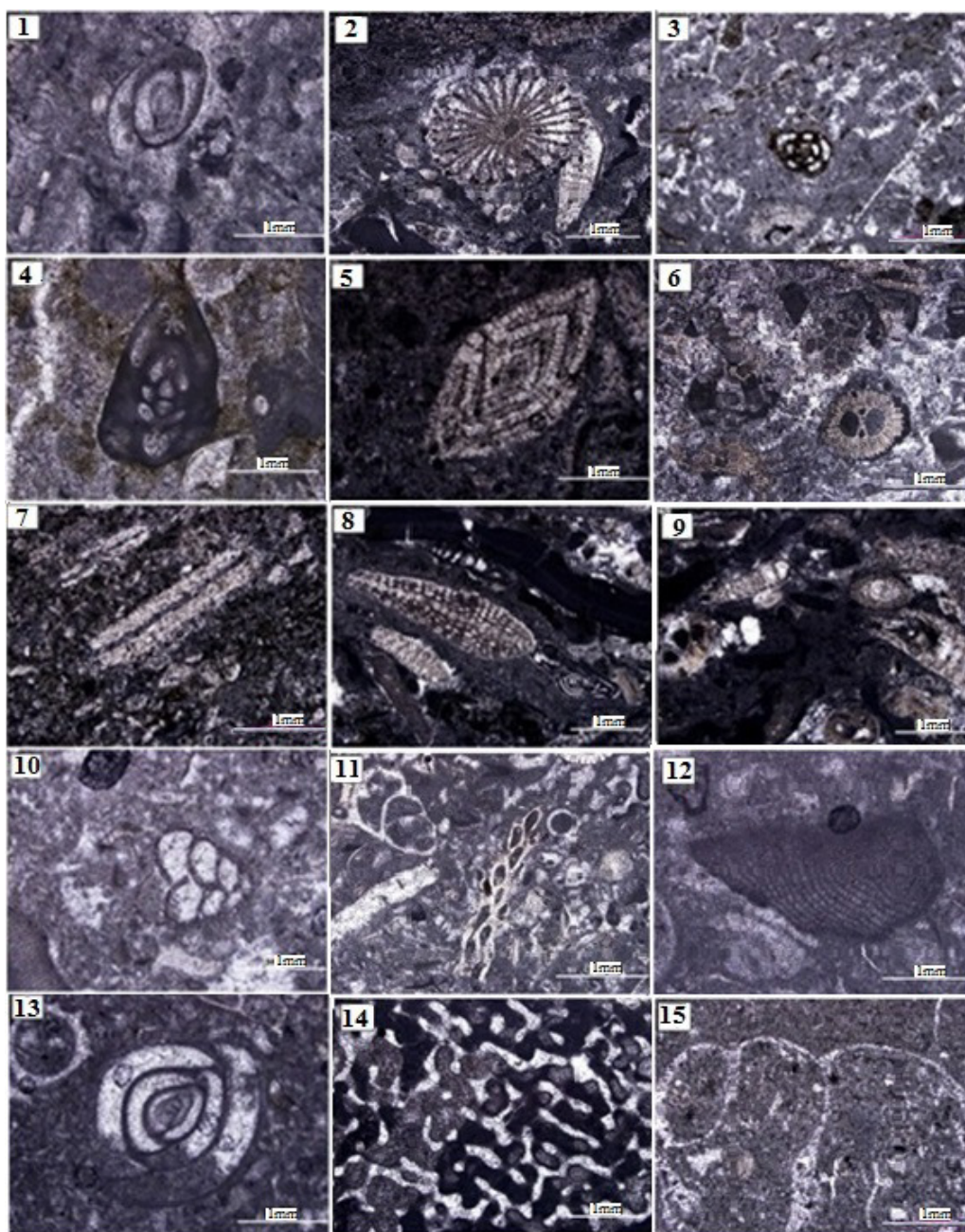


Plate 2. 1. *Polymorphinids* sp, 2. Echinoid, Sample No. 9, 3. *Quinqueloculina* sp., 4. *Quinqueloculina* sp., 5. *Nummulites* sp., 6. *Tubucellaria* sp. Sample No. 25, 7. *Operculina* sp., 8. *Miogypsina* sp., 9. *Miogypsina* sp., 10. *Textularia* sp., 11. Bryozoan, Sample No. 40, 12. Red algal Sample No. 32, 13. *Pyrgo* sp., 14. Coral, Sample No. 28, 15. Gastropod, Sample No. 22.

رخساره‌های مربوط به پهنه لاگون<sup>۱</sup> بر اساس تجمعات زیستی حفظ شده در نمونه‌های سنگ‌آهک سازند آسماری در برش مورد مطالعه، ریزرخساره‌های مربوط به لاگون در برش مورد مطالعه تعیین و به ۴ دسته زیر تقسیم شد (شکل ۶):

ریزرخساره‌های میکروسکوپی در برش مورد مطالعه مطالعه برش‌های نازک میکروسکوپی به همراه ویژگی‌های رسوب‌شناسی از سازند آسماری در برش مورد مطالعه منجر به تفکیک ۱۲ ریزرخساره شد. این ریزرخساره‌ها در دو زیرمحیط، پهنه لاگون و دریای باز نهشته شده‌اند. در زیر به شرح ریزرخساره‌ها می‌پردازیم:

<sup>1</sup> inner ramp

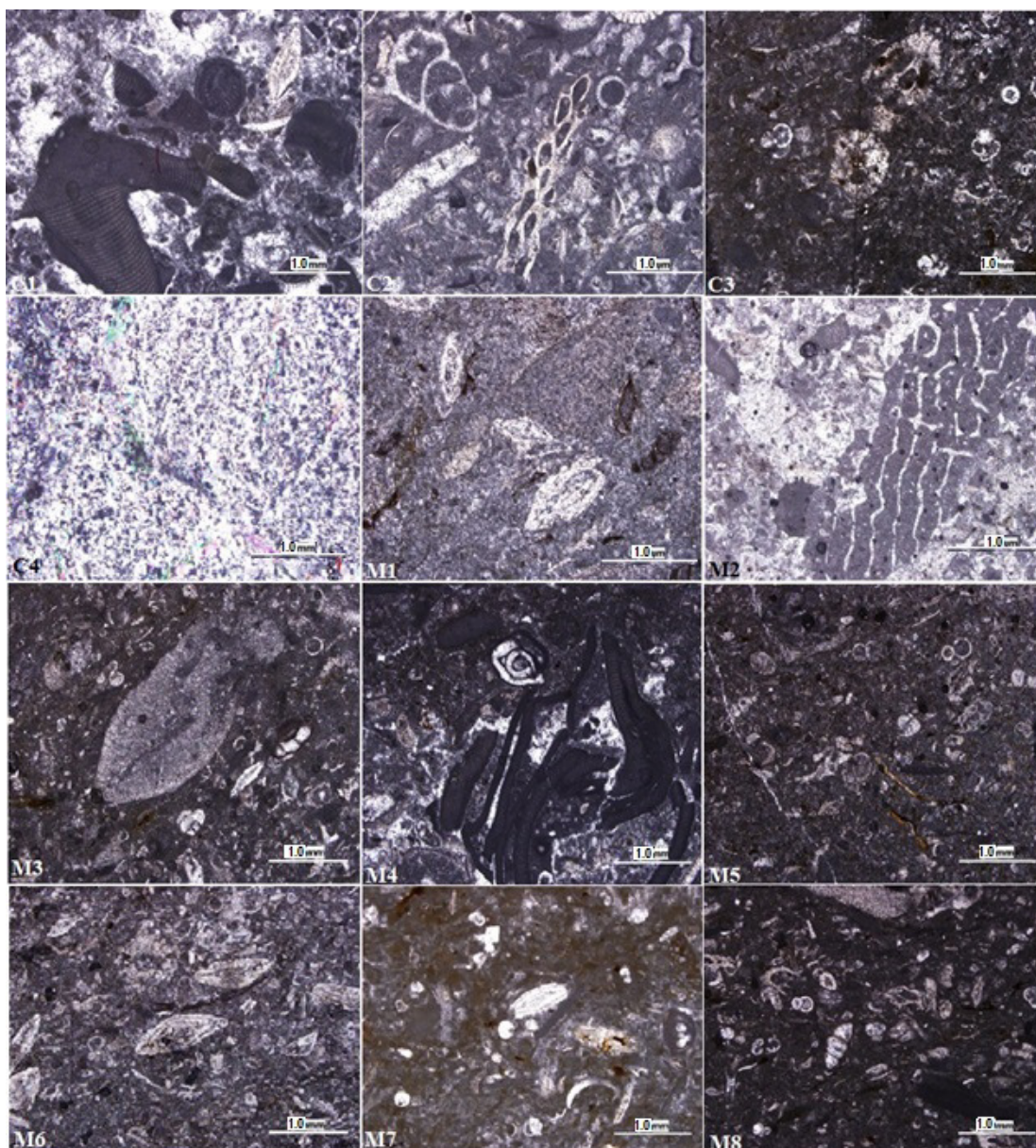
فراهم بودن سطح بالای مواد غذایی است که می‌تواند منجر به افزایش تیرگی آب و در نتیجه محدودیت گسترش موجودات یوفوتیک شود (پومار، ۲۰۰۱). بنابراین شرایط موجود سبب شکوفایی و گسترش موجودات مستقل از نور مانند روزنبران شناور و معلق‌خواران خواهد شد.

**رخساره C3 (رخساره فرامینیفرای بنتیک وکستون-پکستون):** این رخساره در بالاترین لایه‌های ماری سازند آسماری حضور داشته بطوری که روزنبران کفزی در آن دارای تنوع بسیار کمی بوده و دارای گونه‌های *Ammonia* *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida*, sp. و *Elphidium granosum* است. تعداد کمی استراکد همانند Cypereid در برخی نمونه‌ها حضور دارند. در این ریزرخساره روزنبران فراوان هستند. حضور گونه *Ammonia beccarii* بیانگر محیط‌های کاملاً دریایی تا لب‌شور و بالاخص نواحی دریای حاشیه‌ای است و دارای یک مقاومت نسبی در برابر تنش ناشی از اکسیژن است (گیل، ۲۰۰۰). *Elphidium* و *Ammonia tepida* *granosum* نیز مرتبط با محیط‌های محدود شده همانند لاگون، خلیج‌های دهانه‌ای و یا خلیج‌های محدود شده بوده و دارای حساسیت خیلی بیش‌تری نسبت به تنش اکسیژن می‌باشند (پومار، ۲۰۰۱). در محیط‌های دریایی عهد حاضر غلبه *Ammonia* بر *Elphidium* در آب‌های فقیر از اکسیژن در مقایسه با آب‌های دارای سطح مناسب اکسیژن مشخص‌تر است (گیل، ۲۰۰۰). در نتیجه، غلبه *Ammonia* همراه با تنوع کم روزنبران نشان می‌دهد که علاوه بر نوسانات شوری، نوسانات ناشی از اکسیژن ممکن است تاثیر زیادی بر محیط این ریزرخساره گذاشته باشد. **رخساره C4 (رخساره انیدریت):** این رخساره از انیدریت‌های نازک تا متوسط لایه با گسترش جانبی محدود تشکیل شده است. رنگ آن سفید روشن و در بین رخساره‌های پلاژیک قرار گرفته است. قرار گرفتن انیدریت در بین رخساره‌های پلاژیک نمایانگر تشکیل آن در یک حوضه دریایی محدود شده‌های پیرسالین نسبتاً عمیق با شرایط ناپایدار و پرتنش است (وارن، ۲۰۱۶). ایستایی آب‌های کف منجر به افزایش شوری سطحی و در نتیجه رسوب تبخیری‌ها شده است.

**رخساره C1 (رخساره بایوکلاست کورال فلوئستون/ردستون):** این رخساره عمدتاً از مرجان‌های نازک شاخه‌ای شکسته به همراه روزنبران کفزی و خرده‌های بایوکلاستی تشکیل شده است. مرجان‌های نازک شاخه‌ای، فونای غالب را تشکیل می‌دهند. روزنبران شامل هر دو نوع دسته بدون‌منفذ و منفذدار هستند. روزنبران منفذدار بیش‌تر است. *Borelis* و *Miliolid* در بین ترکیب روزنبران بدون‌منفذ را تشکیل می‌دهند. خرده‌های دوکفه‌ای‌ها و بریوزوآ نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. حضور مرجان‌های نازک شاخه‌ای نمایانگر محیط‌های با انرژی کم آب در عمیق‌ترین بخش ناحیه یوفوتیک می‌باشد (پومار، ۲۰۰۱). گونه‌های *Amphistegina* و *Miogyssina* بطور گسترده از محیط‌های کم عمق در اطراف شبکه‌های ریفی و به فراوانی در محیط‌های دریایی گزارش شده‌اند (امیرشاه‌کرمی و همکاران، ۲۰۰۷). حضور فرم‌های گیاه‌زی *Elphidium*, *Borelis* و *Miliolid* نیز تفسیر محیط‌های علف دریایی را حمایت می‌کنند (امیرشاه‌کرمی و همکاران، ۲۰۰۷). حضور مرجان‌های شکسته نشان می‌دهد که رخساره فوق نمایانگر محیط ریفی برج‌نبوده بلکه قادر به گستردگی در محیط‌های علف دریایی هستند. فراوانی گل‌آهکی در زمینه رخساره نیز سازگار با محیط علف دریایی است. می‌توان نتیجه گرفت که این رخساره در محیط‌های کم‌عمق علف دریایی تحت کنترل توده‌های ریفی پراکنده ته‌نشست شده است.

**رخساره C2 (رخساره بریوزوآ وکستون-پکستون):** مهم‌ترین ویژگی این رخساره فراوانی موجودات مستقل از نور نظیر بریوزوآ است. بریوزوآها تحت سلطه فرم‌های شاخه‌ای ظریف، کشیده و فرم‌های دوردیفه مستقیم متعلق به خانواده‌های *Cyclostomate* و *Cheilostomate* است. برخلاف رخساره قبلی، موجودات وابسته به نور در این رخساره حضور ندارند. روزنبران شناور و روزنبر کفزی *Elphidium* دیگر ترکیبات زیستی را تشکیل می‌دهند. فراوانی بریوزویرهای شاخه‌ای نمایانگر شرایط انرژی کم آب در محیط‌های عمیق دور از ساحل، در زیر پایین امواج توفانی است (گیل، ۲۰۰۰). از آنجایی که بریوزویرها موجودات هتروتروفیکی هستند که برای زیستن نیازمند نور نبوده، بنابراین حضور آن‌ها بیانگر





شکل ۶. ریزرخساره‌های سازند آسماری در برش مخملکوه (حروف اختصاری C معرف محیط لاگون و M دریای باز است)، C1: ریزرخساره بایوکلاست کورال فلوتستون/ردستون (نمونه KH.25)، C2: ریزرخساره بریوزوآ و کستون پکستون (نمونه KH.40)، C3: ریزرخساره در نمونه KH.85، C4: ریزرخساره در نمونه KH.83، M1: ریزرخساره بایوکلاست ایمپرفوریت فرامینیفرای و کستون - پکستون (نمونه KH.17)، M2: ریزرخساره فرامینیفرای کورالیناسه آردستون/فلوتستون (نمونه KH.55)، M3: ریزرخساره پرفوریت فرامینیفرای بایوکلاست و کستون - پکستون (نمونه KH.62)، M4: ریزرخساره بایوکلاست کورالین آلگال فلوتسون/ردستون (نمونه KH.11)، M5: ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرای، نومولیتیپده بریوزوآ و کستون - پکستون (نمونه KH.84)، M6: ریزرخساره در نمونه KH.49، M7: ریزرخساره در نمونه KH.79.

رخساره M1 (رخساره بایوکلاست ایمپرفوریت فرامینیفرای و کستون-پکستون): این رخساره دارای دانه‌های اسکلتی مانند روزنبران کفزی با دیواره بدون منفذ مانند *Dendritina*, *Miliolids* *Meandropsina*, *Spirolina*, *Borelis* است. ترکیبات

رخساره‌های مربوط به پهنه دریای باز<sup>۱</sup> در ادامه بررسی ترکیبات بایوکلاستی سازند آسماری در برش مورد مطالعه، ۸ ریزرخساره مربوط به پهنه دریای باز به شرح زیر تعیین شد (شکل ۶):

<sup>1</sup> Outer ramp-Middle ramp

*Amphistegina* و *Miogypsina* نمایانگر ارتباط نزدیک با نواحی پوشش گیاهی (علف دریایی) است (ویلسون و ایوانز، ۲۰۰۲).

رخساره M3 (رخساره پرفوریت فرامینیفرا بایوکلاست وکستون-پکستون): ترکیب عمده این رخساره را موجودات هتروتروف نرم‌تنان، بریوزوآ و خارداران تشکیل می‌دهد. جلبک‌های قرمز کورالین و روزنبران کفزی منفذدار دیگر ترکیبات زیستی با اهمیت کمتر هستند. روزنبران کفزی بزرگ شامل *Amphistegina* است. *Operculina* در برخی نمونه‌ها نیز حضور دارد. *Textulariids* و *Cibicides Elphidium Lobatula* روزنبران کفزی کوچک را تشکیل می‌دهند. کرم‌های سرپولید نیز گسترش خوبی دارند. جلبک‌های قرمز، جلبک‌های سبز هالیما و خرده‌های مرجانی نیز به مقدار کمتر در برخی نمونه‌ها حضور دارند. *Lithothamnion* و *Mesophyllum* جنس‌های شناسایی شده از جلبک‌های کورالین هستند. حضور روزنبران بزرگ ساکن مناطق عمیق مانند آمفیستژینا و نومولیتیده همراه با فرامینیفرهای کوچک‌تر و تجمعات جلبکی ملوبسیوید مشخصه محیط رمپ میانی و ناحیه الیگوفوتیک است (امیرشاه‌کرمی و همکاران، ۲۰۰۷). حضور دیگر ترکیبات مانند بریوزوآ، نرم‌تنان و خرده‌های سرپولید به علاوه فراوانی صفحات و سوزن‌های خارداران نیز تاییدکننده این تفسیر می‌باشند. فراوانی هتروتروف‌ها به همراه کرم‌های سرپولید نمایانگر افزایش سطح مواد غذایی و نرخ کم رسوب‌گذاری است (گیل، ۲۰۰۰).

رخساره M4 (رخساره بایوکلاست کورالین آگلال فلوتسون/ردستون): این رخساره عمدتاً از جلبک‌های قرمز کورالین بوته‌ای و رودولیت تشکیل شده است. تفاوت اصلی میان این دو رخساره در ترکیب جلبک‌های قرمز و حضور برخی روزنبران منفذدار است. جلبک‌های کورالین شامل *Lithothamnion* و *Sporolithon* است. در این رخساره *Mesophyllum* نیز حضور دارد. ردولیت‌ها عمدتاً شاخه‌ای شکل و منافذ خالی و بزرگ در آن‌ها نسبتاً فراوان است. از بین روزنبران بزرگ، *Amphistegina* و *Operculina* شناسایی شده‌اند. *Elphidium*، *Lobatula*، *Textulariid* و *Acervulinid* روزنبران قشرساز و *Sphaerogypsina* نیز حضور دارند. در کنار مجموعه فوق، خرده‌های دوکفه‌ای، خارداران و مرجان‌ها دیگر

فرعی شامل خرده‌های نرم‌تنان، خارداران، جلبک‌های قرمز کورالین *Lithoporella* و روزنبران کوچک مانند *Discorbis*، *Textularia*، *Ammonia* می‌باشد. علاوه بر این، به مقدار خیلی کم، روزنبران بزرگ هیالین *Elphidium* و *Amphistegina* نیز حضور دارند. تجمع فراوان روزنبران بدون منفذ نمایانگر رسوب‌گذاری در یک محیط کم عمق، پرنور و خیلی شفاف با آشفستگی کم و ثبات کم کف بستر است (وزیری‌مقدم و ترابی، ۲۰۰۴). آشفستگی کم به تنوع فراوان فونای روزنبران بدون منفذ نسبت داده می‌شود که در نواحی مزوتروفیک تا الیگوتروفیک در اعماق کم گسترش دارند. فراوانی روزنبران بزرگ بدون منفذ دارای ویژگی همزیست نوری (*Borealis*، *Soritids*، *Peneroplis*) و فرم‌های کوچک همانند *Elphidium*، (*Miliolids*، *Discorbids*) با سبک زندگی سازگار با کف بسترهای گیاه‌زی، نمایانگر پوشش‌های گسترده علف دریایی در شرایط یوفوتیک است (ویلسون و ایوانز، ۲۰۰۲). حضور *Amphistegina* با پوسته ضخیم نیز سازگار با محیط کم عمق، پرنور با پوشش علف دریایی است. مقایسه این رخساره با رخساره‌های مشابه در دیگر نهشته‌های سنوزوئیک و عهد حاضر نمایانگر رسوب‌گذاری در مناطق نسبتاً کم عمق نزدیک ساحل است.

رخساره M2 (رخساره فرامینیفرا کورالیناسه‌آ ردستون/فلوتستون): ترکیب اصلی این رخساره، شاخه‌های جلبک قرمز است. روزنبران کفزی منفذدار و بدون منفذ (*Miogypsina*، *Amphistegina*)، *Meandropsina* و *Miliolids*)، خرده‌های نرم‌تنان، بریوزوآ، خارداران و مرجان‌ها دیگر اجزای فرعی را تشکیل می‌دهند. جلبک‌های قرمز تحت سلطه *Lithothamnion* هستند. ردستون و فلوتستون‌های حاوی شاخه‌ها و خرده‌های جلبک قرمز نمایانگر این نوع رخساره است. در نهشته‌های بررسی شده، ترکیب اسکلتی (جلبک‌های قرمز به همراه ترکیب مختلط روزنبران منفذدار و بدون منفذ) و موقعیت چینه‌شناسی (قرارگرفتن در بین رخساره‌های رمپ داخلی) نمایانگر رسوب‌گذاری در بخش انتهایی رمپ داخلی است. فراوانی ماتریکس دارای گل‌آهکی و فاقد جورشدگی به همراه حضور ترکیبات اسکلتی درشت‌تر خصوصاً نرم‌تنان، خارداران، روزنبران بدون منفذ *Miliolid*، *Meandropsina* و روزنبران منفذدار

رخساره M6 (رخساره بیوکلاستیک فرامینیفرا وکستون-پکستون): این رخساره از روزنبران شناور و روزنبران کفزی تشکیل شده است. سوزن‌های خارداران، بریوزویرها و گاستروپودها در برخی نمونه‌ها وجود دارد. روزنبران کفزی عمدتاً تحت سلطه روزنبران کفزی اکسیژن دوست با اندازه بیشتر از  $360\mu\text{m}$  مانند *Eponides* sp., *Elphidium crispum*., *E. maculatum*, *E. granosum*, *E. fichtellaneum*, *Heterolepa dutemplei*, *Cibicides* sp., *Cibicides lobatulus* و *Cibicidoides* sp. است. روزنبران درون‌زی همانند *Nodosaria* و *Uvigerina* در برخی نمونه‌ها نیز حضور دارند. در این ریزرخساره جنس‌های *Globigerina* و *Globigerinoides* از جمله فراوان‌ترین روزنبران مشاهده شده هستند. ترکیب ریزدانه و فراوانی بالای روزنبران شناور در رسوبات مارنی نمایانگر رسوب‌گذاری در یک محیط دریای باز با انرژی کم در زیر قاعده امواج توفانی با تاثیرات کم کربنات است (پومار، ۲۰۰۱). حضور موجودات استنوهالین همانند بریوزوآ، خارداران و تنوع بالای روزنبران کفزی نمایانگر شوری نرمال دریایی است (گیل، ۲۰۰۰). حضور تاکسایهای کفزی و سطح‌زی همانند *Heterolepa*, *Cibicides*, همانند *Cibicidoides* نمایانگر یک محیط پایدار با تهویه خوب، سطح مناسب اکسیژن، وجود جریان‌های آبی کف و شرایط غذایی الیگومزوتروفیک است (گیل، ۲۰۰۰).

رخساره M7 (رخساره پلانکتونیک فرامینیفرا وکستون-پکستون): در این رخساره، روزنبران کفزی تنوع خیلی کمی دارند. فراوان‌ترین فونای کفزی *Uvigerina* و *Pappina* است. در این ریزرخساره روزنبران شناور نسبتاً فراوانند و شامل *Globigerinoides* و *Globigerina* هستند. در واقع تنوع خیلی کم روزنبران کفزی و سلطه یک گونه خاص از روزنبران درون‌زی نمایانگر بالا بودن میزان فرآوردگی (قابلیت تولید اولیه) و دوره‌های با میزان کم اکسیژن در سطح تماس رسوب-آب است (گیل، ۲۰۰۰). گروه *Uvigerina* از گونه‌های کم عمق درون‌زی هستند. این گروه خصوصاً هنگامی که جریان ورودی ماده کربن آلی بر محیط حکمفرما شود تمایل به افزایش جمعیت خود دارند (پومار، ۲۰۰۱). آن‌ها قادر به تحمل افزایش شوری و شرایط دیزاکسیک (ضد سموم) بوده و به طور شدیدی تحت شرایط کاهش اکسیژن تکثیر می‌یابند. *Reticulophragmium* یک گونه

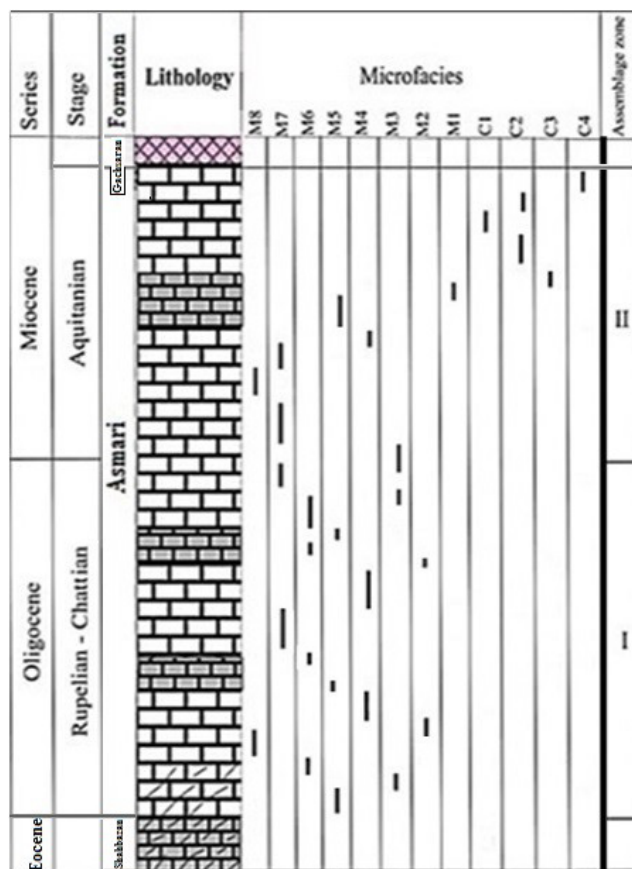
تجمعات زیستی را تشکیل می‌دهند. دو خانواده *Sporolithacea* و *Melobesioidea* ترکیبات مهم در زیر اعماق ۱۰-۱۵ متری آب در ریف‌های خلیج شمالی در دریای سرخ می‌باشند (پومار، ۲۰۰۱). *Mesophyllum* و *Lithothamnion* همراه با *Sporolithon* ترکیبات اصلی رودولیت‌ها است که در پلت‌فرم‌های بیرونی زیست می‌کنند (پومار، ۲۰۰۱). حضور روزنبران کفزی بزرگ ساکن آب‌های عمیق (*Amphistegina* و *Operculina*) به همراه تجمعات جلبکی *Melobesioidea* و *Sporolithacea* نمایانگر محیط رمپ میانی و ناحیه الیگوفوتیک است (امیرشاه‌کرمی و همکاران، ۲۰۰۷). حضور برخی از روزنبران اپی‌فیت (*Lobatula*, *Elphidium*) نمایانگر حضور نواحی محلی علف دریایی است (ویلسون و ایوانز، ۲۰۰۲). حضور فونای کم عمق همراه با بایوکلاست‌های خردشده و فونای ساکن عمق زیاد نشان می‌دهد که رسوب‌گذاری از تولید برجا و هم از مواد جابجا شده از ناحیه کم عمق‌تر یوفوتیک توسط جریان‌ها ایجاد شده است.

رخساره M5 (رخساره پلانکتونیک فرامینیفرا، نومولیتیده بریوزوآ وکستون-پکستون): این ریزرخساره از خرده‌های ریز تا درشت بریوزوآ به همراه قطعاتی از پوسته‌های روزنبران کفزی و شناور تشکیل شده است. روزنبران کفزی شامل پوسته‌های شدیداً خرد شده *Operculina* و به مقدار کمتر *Amphistegina* است. دیگر روزنبران کفزی را تشکیل می‌دهند. قطعات بارناکل، نرم‌تنان و خارداران نیز رایج هستند. در واقع ترکیبات غالب این رخساره، موجودات مستقل از نور همانند بریوزوآها است در حالی که موجودات وابسته به نور در درصد‌های کمی حضور دارند. این تجمعات زیستی نمایانگر رسوب‌گذاری در عمیق‌ترین بخش ناحیه نوری در زون الیگوفوتیک است. حضور روزنبران اپی‌فیت (موجود یا ارگانیسمی که بر روی سطح گیاه دیگر رشد می‌کند) به همراه پوسته‌های آمفیسترینا با مشخصه ساییدگی زیاد نمایانگر جابجایی و انتقال برخی ترکیبات زیستی از تواحی کم‌عمق‌تر رمپ داخلی توسط جریان‌های دریایی و حضور امواج است (پومار، ۲۰۰۱). کاهش گونه‌های روزنبران و افزایش بریوزوآها احتمالاً مرتبط با افزایش سطح مواد غذایی (رژیم مزوتروفیک) و عمق است.

روزنبران کفزی سطحی‌زی نیز حضور کمی دارند. *Gavelinopsis* sp., *Cibicides lobatulus* و *Neoeponides* sp. (عمدتاً با اندازه کمتر از ۳۶۰µm) مهم‌ترین روزن‌بران شناسایی شده این گروه را تشکیل می‌دهند. در این ریزرخساره روزن‌بران شناور، فراوانی و تنوع بالایی را نشان می‌دهند. علاوه بر این گونه‌های *Globigerina* و *Globigerinoides*، *Globorotalia* نیز حضور دارد. در واقع ترکیب تاکساهای ساب‌اکسیک و دیزاکسیک و نسبت‌های کم نشانگرهای اکسیک، خاص یک محیط با کمی کاهش اکسیژن آب‌های کف است (گیل، ۲۰۰۰). فراوانی تاکساهای درونزی نسبت به تاکساهای سطحی‌زی می‌تواند نمایانگر شرایط مزوتروفیک باشد (رومرو و همکاران، ۲۰۰۲). نسبت بالای روزنبران شناور به کفزی و اجتماعات روزنبران کفزی نمایانگر محیط عمیق نریتیک بیرونی است (پومار، ۲۰۰۱). توزیع عمودی رسوبات اولیگومیوسن در برش مخملکوه در شکل ۷ نمایش داده شده است.

آگلوتینه است که قادر به تحمل شرایط پرتنش محیط همانند اکسیژن کم و سطح بالای مواد غذایی است (گیل، ۲۰۰۰). بنابراین اجتماع کفزی مذکور نمایانگر محیط ناپایدار و پرتنش با سطح پایین اکسیژن و میزان شوری زیاد است (گیل، ۲۰۰۰). فراوانی کاهش نسبت روزن‌بران شناور به کفزی می‌تواند نمایانگر کاهش عمق باشد (امیرشاه‌کرمی و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر این، کاهش مشاهده شده می‌تواند ناشی از فرآیندهای تافونومیک و یا برخی فاکتورهای متاثرکننده اجتماعات زنده نیز باشد (پومار، ۲۰۰۱).

رخساره M8 (رخساره بنتیک-پلانکتونیک فرامینیفر و کستون-پکستون): این رخساره با حضور فراوان روزن‌بران شناور و روزن‌بران کفزی عمیق شناخته می‌شود. روزن‌بران کفزی دارای حفظ‌شدگی خوب تا متوسط بوده و عمدتاً متعلق به گروه درونزی هستند. *Rectuvigerina* فراوان‌ترین گونه شناخته شده بین روزنبران درونزی است. علاوه بر این *Uvigerina* و *Bulimina*, *Bolivina*, *Nonion* نیز حضور دارند.



شکل ۷. توزیع عمودی ریزرخساره‌های سازند آسماری در برش مخملکوه، حوضه زاگرس

## تفسیر محیط‌رسوبی

از عوامل مهم در شکل‌گیری پلاتفرم‌های کربناته، شکل هندسی حوضه، جایگاه تکتونیکی، رژیم هیدرولیکی و نیز نوع اجتماعات زیستی و کربنات‌ساز در آن حوضه است (دوروبک، ۱۹۹۵؛ اینسل، ۲۰۰۰). با تغییر اجتماعات زیستی، میزان تولید کربنات در قسمت‌های مختلف پلاتفرم و یا نوع پلاتفرم تغییر می‌کند (پومار و همکاران، ۲۰۰۴). معمولاً کربنات‌های مناطق گرمسیری با تولید یکنواخت کربنات توسط روزن‌داران کفزی بزرگ و جلبک‌های قرمز، در بالای زون نوری و هم‌چنین روزن‌داران پلانکتونی در زیر زون نوری مشخص می‌شوند (پومار و همکاران، ۲۰۰۴). براساس آنالیزهای رخساره‌ای و وابستگی موجودات به نور، رمپ به سه بخش تقسیم می‌شود: رمپ داخلی، رمپ میانی و بیرونی.

## رمپ داخلی: ناحیه یوفوتیک تا مزوفوتیک

رمپ داخلی توسط رخساره وکستون-پکستون حاوی اجتماعات روزن‌بران شناخته می‌شود. دو ناحیه رخساره‌ای در میان این رسوبات وجود دارد: ناحیه کم عمق داخلی و ناحیه عمیق‌تر بیرونی. ناحیه کم عمق داخلی توسط حضور فراوان روزن‌بران کفزی بدون منفذ و نرم‌تنان بخش‌های کم‌عمق‌تر شناخته می‌شود. بخش‌های عمیق‌تر رمپ داخلی نیز دارای تجمعی از تنوع فراوان جلبک‌های قرمز کورالین و روزن‌بران کفزی است. حضور روزن‌بران کفزی بزرگ همانند *Amphistegina* و *Elphidium* به همراه اجتماعات جلبک‌های قرمز کورالین همانند لیتوپورولا و لیتوتامنیوم نمایانگر رسوب‌گذاری در آب‌های کم‌عمق منطقه یوفوتیک-مزوفوتیک است (ورنمن، ۱۹۹۸). از رمپ داخلی به سمت بخش‌های عمیق‌تر رمپ میانی، اجتماعات جلبکی قرمز کاهش تدریجی نشان می‌دهد (شکل ۸).

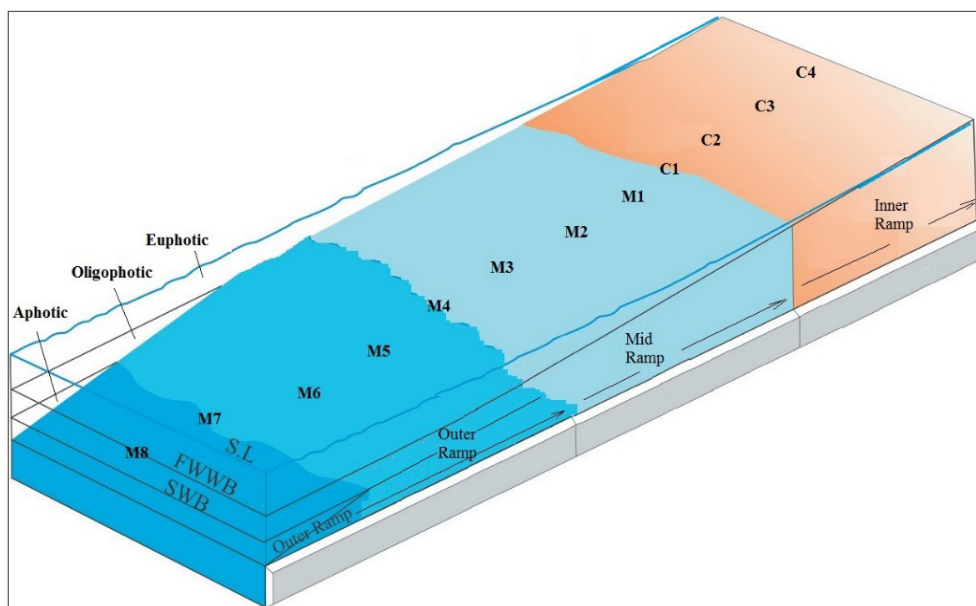
## رمپ میانی: ناحیه الیگوفوتیک

جایگزینی شرایط الیگوفوتیک با کاهش میزان نور به سمت داخل حوضه یا رمپ میانی ایجاد می‌شود. جلبک‌های قرمز کورالین و روزن‌بران کفزی دارای پوسته‌های نازک و کشیده مانند اپرکولینا، آمفیستژینا به همراه خرده‌های نرم‌تنان، خارداران و بریوزوا اجتماعات رخساره‌های رمپ میانی را تشکیل می‌دهند. در رمپ

میانی، روزن‌بران کفزی بزرگ منفذدار، جلبک‌های قرمز یا ردآلگال، اجتماعات خارداران و خرده‌های دوکفه‌ای که نشانگر شکستگی و یا ساییدگی می‌باشد (هرچند گونه‌های با حفظ‌شدگی خوب مانند کلنی‌های بریوزوا نیز حضور دارند) به همراه درصد بالای گل‌آهکی و عدم حضور ساختمان‌های مرتبط با امواج نمایانگر رسوب‌گذاری در یک محیط زیر قاعده امواج عادی است. در واقع فراوانی روزن‌بران کفزی بزرگ منفذدار اپرکولینا، هتروستژینا و آمفیستژینا به همراه جلبک‌های کورالین لیتوتامنیوم، مزوفیلوم و اسپورولیتون و عدم حضور ساختارهای مرتبط با فعالیت امواج نشانگر رسوب‌گذاری رمپ میانی در نواحی عمیق‌تر اولیگوفوتیک و در زیر قاعده فعالیت امواج می‌باشد (ورنمن، ۱۹۹۸). به سمت بخش‌های عمیق‌تر، میزان روزن‌بران کفزی منفذدار، نرم‌تنان و بریوزوا و روزن‌بران شناور افزایش می‌یابد (شکل ۸). این در حالی است که در اینجا فراوانی روزن‌بران کفزی بزرگ شدیداً کاهش می‌یابد. کاهش روزن‌بران کفزی می‌تواند نتیجه میزان ورود مواد غذایی به درون حوضه نیز باشد.

## رمپ بیرونی: ناحیه آفوتیک

رسوبات رمپ بیرونی توسط غلبه موجودات مستقل از نور (بریوزوا) و روزن‌بران شناور شناخته می‌شوند. این رخساره‌ها به دو بخش قابل تقسیم می‌باشد. موجودات اصلی تولید کننده رسوبات در بخش ابتدایی و کم‌عمق‌تر تحت سلطه بریوزوا و به مقدار کمتر روزن‌بران شناور است. رخساره‌های عمیق‌تر، شامل رسوباتی تحت سلطه روزن‌بران شناور، خارداران و کفزی عمیق است. در این محیط با افزایش عمق، فراوانی بریوزوا، افزایش می‌یابد. روزن‌بران پلانکتونی عمدتاً شامل گلوبی‌ژرینیدها و جنس اربولینا است که مهم‌ترین ترکیبات بخش انتهایی رمپ بیرونی را تشکیل می‌دهند. حضور *Bulimina*, *Uvigerina* خصوصاً در رخساره‌های ۶-۸ بیانگر شرایط اکسیژن کم در ریزبستگاه‌های درونزی عمیق است (گیل، ۲۰۰۰). این مشخصه، نمایانگر منشا برجا برای بخش مهمی از رسوبات در محیط رمپ میانی و به علاوه افزایش رسوبات با منشا برجا در محیط رمپ بیرونی است (شکل ۸).



شکل ۸. الگوی رسوبی سازند آسماری در برش مخملکوه، شمال باختر خرم‌آباد.

Abbreviations: SL: Sea level; FWWB: Fair-weather wave base; SWB: Storm wave base (اقتباس شده از IFP-2000 / RPS-2000)

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از داوران محترمی که در ارتقای کیفی مقاله ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### منابع

- آقاباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- درویش‌زاده، ع (۱۳۸۲) زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، ۹۰۲ ص.
- زارع، م، وحیدی‌نیا، م، قرائی‌محمودی، م. ح (۱۳۸۹) چینه‌نگاری زیستی، ریزرخساره‌ها، محیط‌رسوبی و دیرینه بوم‌شناختی سازند آسماری در جنوب‌باختری ایران. دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۷، شماره ۱۳، ص ۱۳۰-۱۰۲.
- مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ ص.
- Alavi, M (2007) Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of Science*, 307: 1064-1095.
- Ahmadhadi, F., Lacombe, O., Daniel, J. M (2007) Early Reactivation of Basement Faults in Central Zagros (SW Iran): Evidence from Pre-folding Fracture Populations in Asmari Formation and Lower Tertiary Paleogeography. In: Lacombe, O. (ed.), *Thrust belts and foreland basins: from fold*

### نتیجه‌گیری

سازند آسماری در برش مخملکوه واقع در پهنه لرستان با ۸۵ متر ضخامت شامل تناوبی از سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم‌لایه با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک نازک‌لایه است. بر اساس مطالعه حاضر، ۱۲ جنس وابسته به ۷ خانواده از روزنبران در برش مخملکوه شناسایی شد. مطالعه برش‌های نازک میکروسکوپی به همراه ویژگی‌های رسوب‌شناسی از سازند آسماری منجر به تفکیک ۱۲ ریزرخساره در دو زیرمحیط، پهنه لاگون (۴ ریزرخساره) و دریای باز (۸ ریزرخساره) شد. هم‌چنین بر اساس گسترش فرامینیفرها دو زون تجمع‌ی با سن روپلین-آکیتانین تشخیص داده شد. در مطالعه حاضر، با توجه به تشکیل پلاتفرم کربناته سازند آسماری در حوضه فورلند زاگرس و نیز نوع تجمعات کربناته، مطالعه ریزرخساره‌ها و پراکندگی روزنبران کفزی، روزنبران شناور و مقایسه ریزرخساره‌ها با کمربندهای رخساره‌ای استاندارد، مشخص شد که سیستم کربناته آسماری در برش مخملکوه در زمان روپلین-آکیتانین در یک رمپ هموکلینال و تحت شرایط مزوفوتیک، الیگوفوتیک و آفوتیک به ترتیب در رمپ داخلی، میانی و بیرونی تشکیل شده است.

- Y., van Buchem, F. S. H., Moallemi, A., Driullion, G (2009) The Asmari Formation revisited: Changed stratigraphic allocation and new biozonation. First international petroleum conference & exhibition, Shiraz, Iran. 1-6. <http://dx.doi.org/10.3997/2214-4609.20145919>
- Loeblich, A. R., Tappan, H (1987) Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 p.
- Maghfouri-Moghaddam, I., Samiei, S (2015) Microbiostratigraphy of Asmari Formation in Robat Namaki section, Zagros Basin. *Journal of Tethys*, 3 (2): 142–151.
- Pomar, L (2001) Ecological control of sedimentary accommodation: evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Journal of Palaeogeology, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 249–272.
- Pomar, L., Brandano, M., Westphal, H (2004) Environmental factors influencing skeletal grain sediment association: A critical review of Miocene examples from western Mediterranean. *Sedimentology*, 51: 627–651.
- Rahmani, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., Ghabeishavi, A (2009) A model for the paleoenvironmental distribution of larger foraminifera of Oligocene–Miocene carbonate rocks at Khaviz Anticline, Zagros Basin, SW Iran. *Historical Biology*, 21 (3–4): 215–227.
- Rahmani, A., Taheri, A., Vaziri-Moghaddam, H., Ghabeishavi, A (2012) Biostratigraphy of the Asmari formation at khaviz and bangestan anticlines, Zagros Basin, SW Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 263 (1): 1–16. DOI: 10.1127/0077-7749/2011/0189
- 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 (1): 43–56.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A (2011) Microfacies and sedimentary environment of the Oligocene sequence (Asmari formation) in Fars sub-basin, Zagros Mountains, southwest Iran. *Facies*, 57 (3): 431–446.
- Saleh, Z., Seyrafian, A (2013) Facies and depositional sequences of the Asmari formation, Shajabil anticline, north of the Izeh zone, Zagros Basin, Iran. *Acta Geologica Sinica*, 87 (6): 1520–1532. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.12156>
- Seyrafian, A (2000) Microfacies and depositional environments of the Asmari formation, at kinematics to hydrocarbon systems. Springer Verlag, Berlin, 11: 205–208.
- Adams, T. D., Bourgeois, F (1967) Asmari biostratigraphy Geological and Exploration Div. IOOC Report, No 1074 (Unpublished).
- Allahkarampour Dill, M., Seyrafian, A., Vaziri-Moghaddam, H (2010) The Asmari Formation, north of the Gachsaran (Dill anticline), southwest Iran: facies analysis, depositional environments and sequence stratigraphy. *Carbonates & evaporates*, 25: 145–160.
- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A (2007) paleoenvironmental model and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in Southwest Iran. *Historical Biology*, 19: 173–183.
- Cahuzac, B., Poignant, A (1997) An attempt of biozonation of the Oligo-Miocene in the European basins, by means of larger neritic foraminifera. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 168 (2): 155–169.
- Dorobek, S. L (1995) Synorogenic carbonate platforms and reefs in foreland basins: controls on stratigraphic evolution and platform/reef morphology. *SEPM Special Publication*, 52: 127–147.
- 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.
- Ehrenberg, S. N., Pickard, N. A. H., Laursen, G. V., Monibi, S., Mossadegh, Z. K., Svana, T. A., Aqrabi, A. A. M., McArthur, J. M., Thirlwall, M. F (2007) Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene–Lower Miocene), SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 30: 107–128.
- Einsele, G (2000) *Sedimentary basin evolution, facies and sediment Buolget*. Springer, Berlin, 792 p.
- Geel, T (2000) Recognition of stratigraphic sequences on carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in Southeastern Spain. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 155: 211–238.
- Hottinger, L (2007) Revision of the foraminiferal genus *Globobulimina* RAHAGHI, 1978, and of its associated fauna of larger foraminifera from the late Middle Eocene of Iran. *Carnets de Geologie*, CG2007 (A06): 1-51.
- James, G. A., Wynd, J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AAPG Bulletin*, 49: 2182–2245.
- Laursen, G. V., Monibi, S., Allan, T. L., Pickard, N. A. H., Hosseiny, A., Vincent, B., Hamon,

- Warren, J. K (2016) *Evaporites: A geological compendium*. Springer, 1829 p.
- Wehrmann, A (1998) Modern cool-water carbonates on a coastal platform of Northern Brittany, France: Carbonate production in macrophytic systems and sedimentary dynamics of bioclastic facies. *Senckenbergiana maritime*, 28: 151–166. <https://doi.org/10.1007/BF03043146>
- Wilson, M. E. J., Evans, M. E. J (2002) Sedimentology and diagenesis of Tertiary carbonates on the Mangkalihta Peninsula: Boreneo, hmplication for subsurface reservoir quality. *Marine and Petroleum Geology*, 19: 837–900.
- Wynd, J (1965) Biofacies of Iranian oil consortium agreement area. Iranian Oil Offshore Company Report, no. 1082 (Unpublished).
- dehdez area (a correlation across central Zagros Basin. *Carbonates & Evaporites*, 15 (2): 121–129.
- Seyrafian, A., Arzani, N., Taheri, A., Vaziri-Moghaddam, H., Hashemi, M (2006) Facies Analysis of the Asmari Formation in the Central High Zagros (From Boldaji, Izeh, Shahr E Kord to South Yasuj). National Iranian Oil Company (Unpublished).
- Seyrafian, A., Vaziri-Moghaddam, H., Arzani, N., Taheri, A (2011) Facies analysis of the Asmari Formation in central and north-central Zagros basin, southwest Iran: biostratigraphy, paleoecology and diagenesis. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28: 439–458.
- Shabafrooz, R., Mahboubi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Ghabeishavi, A., Moussavi-Harami, R (2015a) Depositional architecture and sequence stratigraphy of the oligo-Miocene Asmari platform; Southeastern Izeh zone, Zagros Basin, Iran. *Facies*, 61 (1): 1–32.
- Sherkati, S. H., Letouzey, J (2004) Variation of structural style and basin evolution in the Central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 21: 535–554. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2004.01.007>
- Thomas, A. N (1948) The Asmari Limestone of southwest Iran. AIOC Report No. 703 (Unpublished).
- van Buchem, F. S. P., Allen, T. L., Laursen, G. V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, N. A. H., Tahmasbi, A. R., Vedrenne, V., Vincent, B (2010) Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh formations), SW Iran. Geological Society, London, special publications, 329: 219–263.
- Vaziri-Moghaddam, H., Torabi, H (2004) Biofacies and sequence stratigraphy of the Oligocene succession: Central basin, Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 6: 321–344. DOI: 10.1127/njgpm/2004/2004/321
- Vaziri-Moghaddam, H., Kimiagari, M., Taheri, A (2006) Depositional environment and sequence stratigraphy of the oligo-miocene Asmari formation in SW Iran. *Facies*, 52 (1): 41–51.
- Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafian, A., Taheri, A., Motiei, H (2010) Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran: microfacies, paleoenvironment and depositional sequence. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27: 56–71.