

پالئوآکولوژی سازند سروک بر مبنای فرامینیفرها در برش داریان خاور شیراز، جنوب‌باختر ایران

سمیرا افراسیابیان^۱، مریم معتمدالشریعتی^{۲*}، سیدناصر رئیس‌السادات^۳ و مسیح افقه^۴

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۴- دانشیار گروه زمین‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

نویسنده مسئول: mmotamed@birjand.ac.ir

دریافت: ۹۹/۵/۳۱ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۴

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

در پژوهش حاضر، پالئوآکولوژی سازند سروک در برش داریان در خاور شیراز (بخش زاگرس چین‌خورده) مورد بررسی قرار گرفته است. ضخامت این برش ۲۰۰ متر است و شامل سنگ‌آهک‌های توده‌ای با رنگ خاکستری تیره در قسمت پایین و سنگ‌آهک‌های خاکستری مایل به کرم در بالا می‌باشد. فرامینیفرها شناسایی شده با توجه به ویژگی‌های مورفولوژی و محیط زندگی در هشت گروه شکلی شامل دو گروه شکلی پلانکتونیک و شش گروه شکلی بنتونیک قرار داده شدند که در نهایت برای تفسیر عمق نسبی حوضه مورد استفاده قرار گرفتند. نحوه پراکندگی و فراوانی فرامینیفرها در برش مورد نظر گویای تغییرات نسبی عمق در حوضه رسوبی می‌باشد بطوریکه در بخش پایین توالی به دلیل فراوانی زیاد پلانکتون‌ها و حضور بسیار کم بنتونیک‌ها عمق حوضه رسوبی نسبتاً زیاد بوده سپس با افزایش بنتونیک‌ها و نبود پلانکتون‌ها از عمق حوضه رسوبی کاسته شده است، بار دیگر در میانه‌ی برش با کمی افزایش در عمق و در نهایت در بخش بالایی برش با افزایش بنتونیک‌ها و عدم حضور پلانکتون‌ها عمق حوضه کم می‌شود. به این ترتیب بخش میانی و انتهایی برش مورد مطالعه نسبت به بخش ابتدایی از ژرفای کمتری برخوردار است.

واژگان کلیدی: پالئوآکولوژی، فرامینیفرا، آلبین پسین، سنومانین، زاگرس، سروک

پیشگفتار

کلانتری، ۱۹۷۶؛ افقه و دهقانیان، ۲۰۰۷؛ افقه و فدایی، ۲۰۱۵؛ مطیعی، ۱۳۷۲؛ تیموریان و همکاران، ۱۳۸۳؛ غبیشاوی و رحمانی، ۱۳۸۵؛ رکنی، ۱۳۸۶؛ خسروتهرانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ احمدی و مجدی، ۱۳۸۸؛ فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۷؛ کدخدایی ایلخچی و جدیری‌آقایی، ۱۳۹۷). بیش‌تر مطالعاتی که بر روی این سازند انجام شده درباره زیست‌چینه‌نگاری، میکروفاسیس و چینه‌نگاری سکانشی بوده است در مورد مطالعه دیرینه بوم‌شناسی نهشته‌های کرتاسه در حوضه رسوبی زاگرس و حوضه‌های مشابه می‌توان به شفیع و همکاران (۱۳۸۷)، مطالعات هم‌تی‌نسب و همکاران (۱۳۸۷)، اصغریان و همکاران (۱۳۸۹)، دانشیان و همکاران (۱۳۹۰)، صفدری ادیمی و همکاران (۱۳۹۰)، کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) اشاره نمود. با این وجود مطالعه بر روی پالئوآکولوژی و تفسیر عمق محیط دیرینه

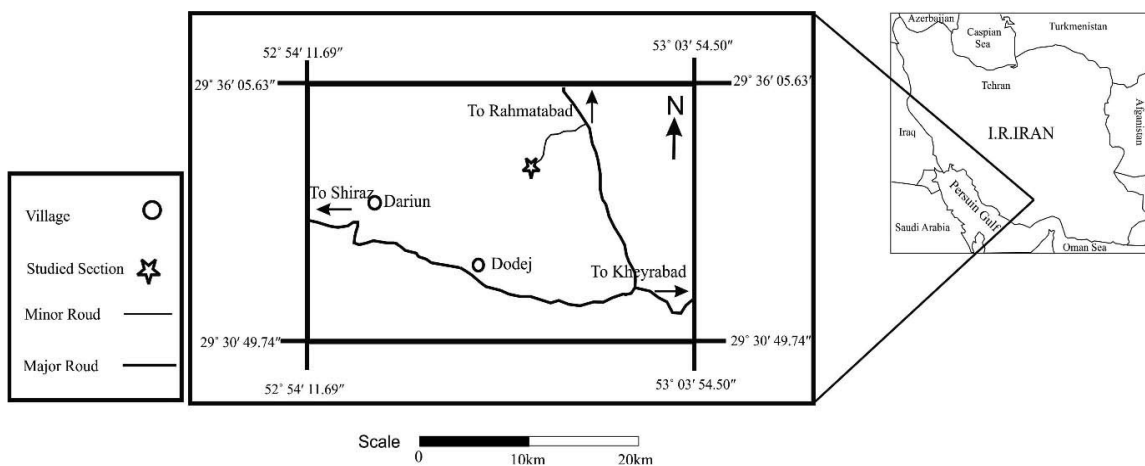
سازند سروک به عنوان یکی از سازندهای گروه بنگستان واحد سنگ‌چینه‌ای کربناته ضخیمی است که در منطقه زاگرس چین‌خورده در حاشیه جنوبی نئوتتیس نهشته شده است. برش مرجع این سازند در تنگ سروک واقع در دامنه جنوبی کوه بنگستان قرار گرفته است (جیمز و وایند، ۱۹۶۵). با توجه به اینکه اکتشافات و مطالعات میدان‌های نفتی در ایران حایز اهمیت می‌باشند سازند سروک که نقش اصلی را در تعیین خواص مخزنی دارد در مناطق مختلفی بررسی شده است. توالی رسوبات کربناته منسوب به کرتاسه (آلبین- سنومانین) در جنوب‌باختر ایران از گسترش، تنوع لیتولوژیکی و رخساره‌ای قابل توجهی برخوردار است (مطیعی، ۱۳۷۲). افراد زیادی بر روی سازند سروک مطالعه و تحقیق انجام داده‌اند از جمله (جیمز و وایند، ۱۹۶۵؛ آدامز و همکاران، ۱۹۶۷؛

خرامه امکان‌پذیر است. پس از عبور از روستای داریان (داریون) در مسیر روستای رحمت‌آباد به سمت شمال مسیر را ادامه می‌دهیم. این برش در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ شیراز (عندلیبی و همکاران، ۱۳۷۶) قرار گرفته و دارای موقعیت جغرافیایی با مختصات $29^{\circ}34'5''$ عرض شمالی و $52^{\circ}59'52''$ طول خاوری می‌باشد (شکل ۱).

سازند سروک به اندازه کافی انجام نشده است و در این پژوهش سعی شده مطالعات بر مبنای فرامینیفیرهای شناسایی شده، انجام شود.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

برش مورد مطالعه در ۳۶ کیلومتری خاور شهر شیراز قرار دارد. دسترسی به این مقطع از طریق جاده اصلی شیراز-



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

پژوهشگران مختلف برای بازسازی محیط‌های دیرینه از این فرامینیفیرها استفاده کرده‌اند. (جونز و چارنوک، ۱۹۸۵؛ میشل و کار، ۱۹۸۸؛ هرگیوارا و برگر، ۱۹۹۱؛ وندر زوئن و همکاران، ۱۹۹۹؛ کاپهو، ۱۹۹۹؛ آندو و همکاران، ۲۰۱۰؛ شاهین و الباز، ۲۰۱۳؛ کوچپهان و همکاران، ۲۰۱۳؛ لایری و همکاران، ۲۰۱۴؛ هارت و کوتسوکس، ۲۰۱۵؛ امانا و همکاران، ۲۰۱۶؛ چن و همکاران، ۲۰۱۷؛ لویز و همکاران، ۲۰۱۷).

در بخش پالئوآکولوژی برای تخمین عمق دیرینه حوضه رسوبی پس از شمارش تعداد جنس‌های فرامینیفیرهای پلانکتونیک و بنتونیک و درصدگیری هر یک از آن‌ها و بالاخره استفاده از فرمول‌های ریاضی مرتبط، عمق متوسط حوضه در بخش‌های مختلف برش مورد مطالعه تعیین شد هم‌چنین نمودار تغییرات عمق سازند سروک در برش مورد مطالعه ترسیم شد.

چینه‌شناسی نهشته‌های مورد مطالعه

از دیدگاه ویژگی‌های سنگ‌شناسی، این سازند در پهنه‌ی پوششی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ شیراز (عندلیبی و همکاران،

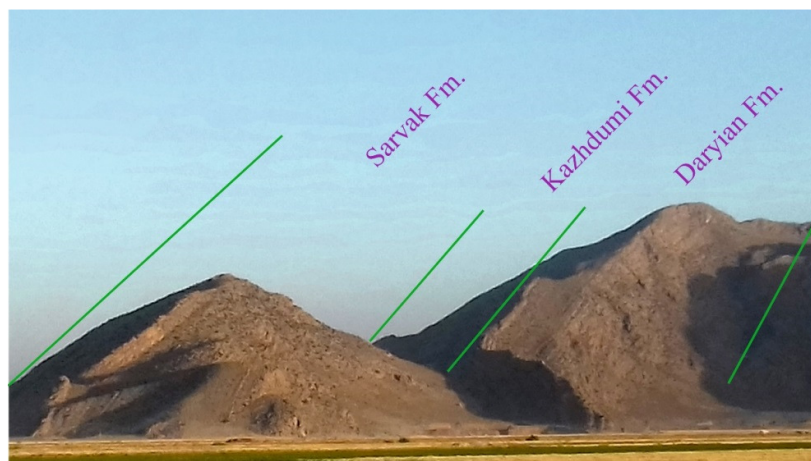
روش مطالعه

پس از مشخص شدن محل دقیق برش مورد نظر در صحرا، تعداد ۲۰۰ نمونه در نمونه‌برداری با فواصل یک متری برداشت شد. جهت شناسایی فرامینیفیرها و مطالعات پالئوآکولوژی، از نمونه‌های برداشت شده در صحرا برش‌های نازک تهیه و با میکروسکوپ دوچشمی بررسی شد. سپس از برش‌های نازک عکس گرفته شد. جهت شناسایی و زون‌بندی زیستی فرامینیفیرهای پلانکتونیک از منابعی مانند (پوستوما، ۱۹۷۱؛ لوبلیش و تابان، ۱۹۸۸؛ پرمولی سیلوا و ورگا، ۲۰۰۴ و بوداقرفدال، ۲۰۱۵ و برای فرامینیفیرهای بنتونیک از منابعی مانند لوبلیش و تابان، ۱۹۸۸؛ سایمون و همکاران، ۲۰۰۰ و بوداقرفدال، ۲۰۰۸ استفاده شده است.

در مطالعات پالئوآکولوژی، میکروپالئونتولوژی به عنوان مهم‌ترین ابزار معرفی شده است. فرامینیفیرهای پلانکتونیک شواهد خوبی برای تغییرات سطح آب دریا ارائه می‌دهند (شرودرآدامز و همکاران، ۱۹۹۶) فرامینیفیرهای بنتونیک نیز نمایندگان خوبی جهت انعکاس شرایط پالئوآکولوژیکی محیط خود می‌باشند و

سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای به رنگ هوازدهی خاکستری روشن متمایل به کرم تا خاکستری تیره می‌باشد که در بعضی لایه‌ها خرده‌های فسیلی نیز دیده می‌شود. ۶۰ متر بالایی سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه به رنگ سطح تازه خاکستری تیره و رنگ هوازدهی خاکستری روشن تشکیل شده که به تدریج به سنگ‌آهک‌های متوسط لایه به رنگ خاکستری متمایل به سبز تبدیل می‌شود. در بعضی از لایه‌های مذکور خرده‌هایی از ماکروفسیل‌ها دیده می‌شود. مرز بالایی سازند فرسایش یافته است و توسط رسوبات کواترنر پوشیده شده است (شکل ۲).

۱۳۷۶) قرار گرفته است و شامل سنگ‌آهک‌های خاکستری تا خاکستری تیره با ضخامت‌های متفاوت می‌باشد. در برش مورد مطالعه سازند سروک به صورت هم‌شیب و پیوسته بر روی سازند کژدمی قرار گرفته است. سازند سروک در توالی مورد مطالعه در ۵۰ متر اول شامل سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه خاکستری تیره با رنگ هوازده خاکستری روشن دارای قطعاتی از خرده‌های ماکروفسیل‌ها می‌باشد. هم‌چنین نودول‌های آهن نیز در لایه‌های پایینی قابل مشاهده است. سپس توالی با حدود ۲۰ متر سنگ‌آهک‌های متوسط لایه به رنگ هوازده خاکستری روشن و رنگ سطح تازه خاکستری متمایل به سبز ادامه می‌یابد. ۴۰ متر بعدی توالی شامل تناوبی از



شکل ۲. نمایی از سازندهای داریان، کژدمی و سروک در منطقه داریان

پسین، گزارش کرده‌اند. بیش‌ترین گسترش *Favusella washitensis* در آلبین است (پرمولی سیلوا و ورگا، ۲۰۰۴؛ کارن، ۱۹۸۵) ضخامت این بایوزون حدود ۳۴ متر است. از سایر مجموعه فرامینیفرهای موجود در این بایوزون می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

Favusella washitensis, *Globigerina* sp., *Ticinella* cf. *roberti*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*.
Zone *Favusella washitensis* توسط (وایند، ۱۹۶۵؛ خلیلی، ۱۹۷۶؛ بولز، ۱۹۷۷) با سن آلبین پیشین تا سنومانین میانی معرفی شده است. *Favusella washitensis* توسط احمدی حیدری و همکاران (۱۳۹۵) با سن آلبین - سنومانین معرفی گردیده است. اما (لوپز هوگیو و همکاران، ۲۰۰۹) آن را محدود به آلبین دانسته‌اند. ضمناً *Ticinella roberti* توسط (ژیائوکیاو و همکاران، ۲۰۱۱) با سن آلبین گزارش شده است.

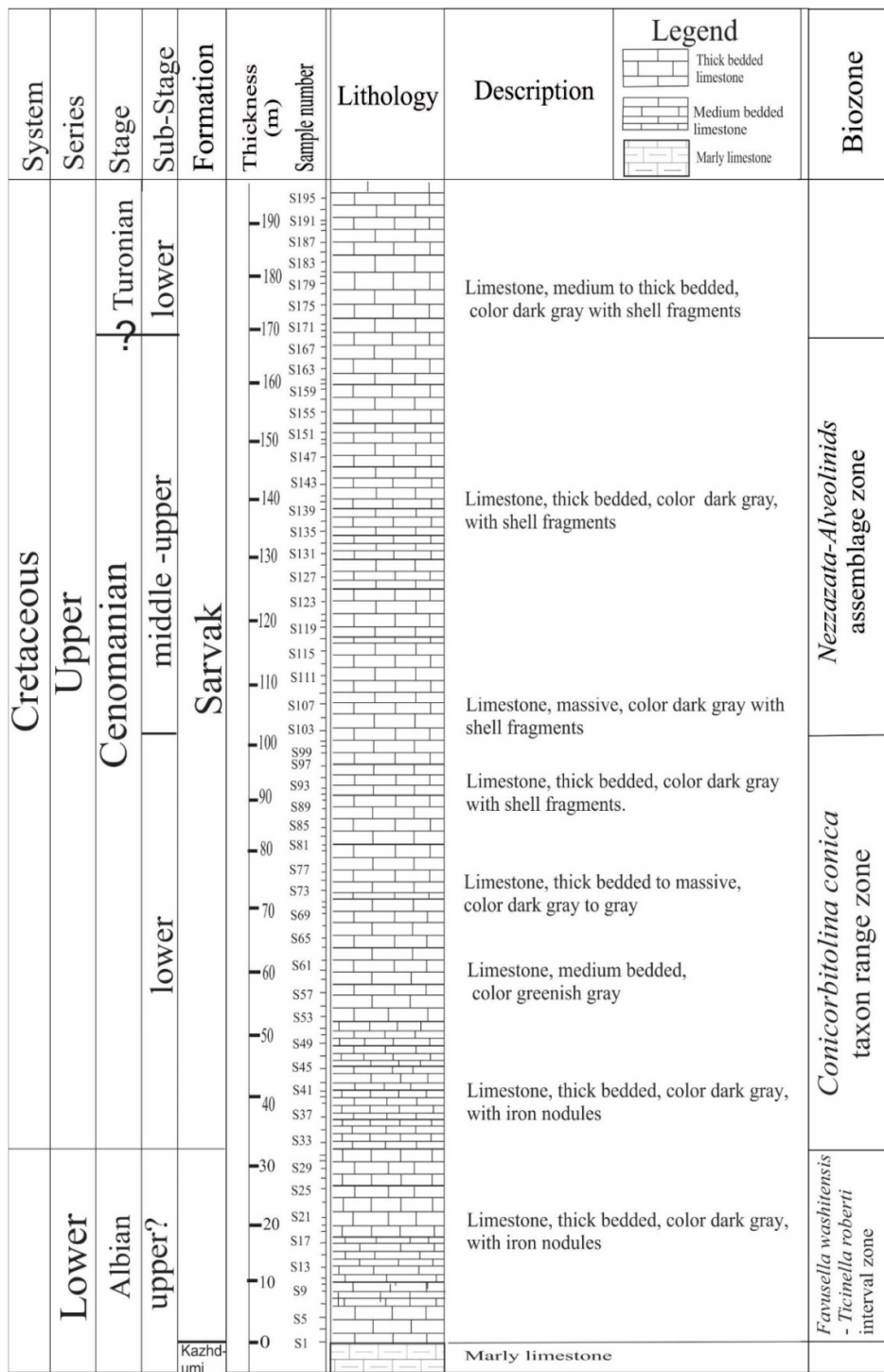
با توجه به مجموعه فرامینیفرهای شناسایی شده در برش مورد مطالعه سه بایوزون معرفی شد و سن توالی مورد مطالعه آلبین - سنومانین مشخص گردید (افراسیابیان و همکاران، ۱۳۹۷) (شکل ۳). بایوزون‌های معرفی شده عبارتند از:

الف) بایوزون شماره ۱

1-Favusella washitensis- *Ticinella* cf. *roberti* interval zone
این بایوزون یک زون بینابینی بوده و از نمونه شماره S1 با اولین حضور *Favusella washitensis* تا نمونه S30 بالاترین مرز حضور *Ticinella* cf. *roberti* گسترش دارد.
(پوستوما، ۱۹۷۱) *Favusella washitensi* را با سن آلبین پسین، (کوتسوکس، ۱۹۸۹) آلبین پسین - سنومانین پیشین و (بن فدهلا و دیگران، ۲۰۱۰) با سن آلبین

موقعیت چینه‌شناسی و هم‌چنین مجموعه فرامینفرهای موجود، برای این بایوزون سن آلبین و به احتمال زیاد آلبین پسین؟ پیشنهاد می‌شود.

هم‌چنین (افقه و دوخ، ۲۰۱۴) نیز در نزدیکی برش مورد مطالعه سن پایین‌ترین قسمت سازند سروک را آلبین پسین تعیین کرده‌اند. لذا با توجه به بایوزون شناسایی شده شماره ۲ که سنومانین پیشین را نشان می‌دهد،



شکل ۳. ستون چینه‌شناسی سازند سروک در برش داریان

بر اساس مجموعه فسیلی فوق سن سنومانین میانی - پسین برای این بایوزون پیشنهاد می‌گردد.

پالئواکولوژی

گروه‌های شکلی فرامینیفرها در برش مورد مطالعه

گروه‌های شکلی^۱ اولین بار توسط جونز و چارنوک (۱۹۸۵) معرفی شد افرادی چون چامنی (۱۹۷۶)؛ سورین (۱۹۷۶)؛ کیتازو (۱۹۸۴)؛ کورلیس، (۱۹۸۵) به مطالعات مورفولوژیک و ارتباط مستقیمی که بین شکل ظاهری و نحوه زندگی فرامینیفرها می‌تواند وجود داشته باشد پرداخته‌اند. شکل ظاهری فرامینیفرها با نحوه، محل زندگی و سیستم‌های تغذیه‌ای آن‌ها مرتبط است. بر این اساس فرامینیفرها در گروه‌های شکلی مختلف طبقه‌بندی می‌شوند (کوکسیون و گالوتوی، ۱۹۹۳). با استفاده از شکل ظاهری فرامینیفرها می‌توان بسیاری از بررسی‌ها و تفسیرهای پالئواکولوژیکی از جمله تشخیص عمق درجه‌ی حرارت میزان اکسیژن و مواد غذایی و خیلی از پارامترهای محیطی را انجام داد (روکهیم و همکاران، ۲۰۰۶) چگونگی توزیع مجموعه‌های فرامینیفرها در محیط زندگی‌شان بر اساس شکل ظاهری منجر به معرفی گروه‌های شکلی آن‌ها می‌گردد (کورلیس و چن، ۱۹۹۸) از طرفی با مقایسه میان محیط زندگی گونه‌های امروزی و تغییرات ظاهری آن‌ها می‌توان اطلاعات ارزشمندی را برای درک بهتر ارتباط میان مورفولوژی موجودات و محیط زندگی‌شان در گذشته فراهم کرد (چن و همکاران، ۲۰۱۷). در این مطالعه هشت گروه شکلی با توجه به شکل و جنس پوسته و محل زندگی فرامینیفرها برای سازند سروک تشخیص داده شده است. فراوانی این گروه‌های شکلی در بخش‌های مختلف برش مورد مطالعه یکسان نیست بطوری‌که گروه‌های شکلی اول و دوم بیش‌ترین فراوانی را در بخش پایینی برش نشان می‌دهند که معرف ژرفای بیش‌تری بوده در حالی که سایر گروه‌های شکلی در بخش‌های میانی و انتهایی غالب می‌باشند و نشانگر عمق کمتر حوضه می‌باشند.

گروه شکلی اول پلانکتونیک^۲: این مجموعه فرامینیفرهایی را که حالت رشد پوسته آن‌ها به فرم پیچیده در سطح (پلانیسپایرال) تا پیچیده در سطوح

(ب) بایوزون شماره ۲

2. *Conicorbitolina conica* Taxon Range Zone

این بایوزون در برش مورد مطالعه با اولین ظهور *Conicorbitolina conica* از نمونه S30 تا نمونه S101 یعنی آخرین حضور این گونه تعریف شده است. ضخامت این بایوزون حدود ۹۰ متر می‌باشد (شکل ۳).

بایوزون *Conicorbitolina conica* Abundance zone توسط (کرس و لوسیچ، ۲۰۰۰) با سن سنومانین پیشین تا میانی گزارش شده است. مجموعه فرامینیفرهای موجود در این بایوزون عبارتند از:

Conicorbitolina conica, *Conicorbitolina cuvillieri*, *Conicorbitolina carbarica*, *Mesorbitolina ovalis*.

هم‌چنین بایوزون *Conicorbitolina conica*- *Conicorbitolina cuvillieri* range zone توسط (ولیک، ۲۰۰۷) هم‌چنین (قائم و همکاران، ۲۰۱۲) با سن سنومانین پیشین معرفی شده که با توجه به بایوزون‌های شناسایی شده و مجموعه فرامینیفری موجود، سن این بایوزون، سنومانین پیشین پیشنهاد می‌گردد.

(ج) بایوزون شماره ۳

3. *Nezzazata-Alveolinids* assemblage zone

این بایوزون بر اساس اجتماعی از فرامینیفرهایی مانند:

Nautiloculina oolithica, *Praealveolina debilis*, *Praealveolina* sp. *Dicyclina schlumbergeri*, *Pseudorhipidionina casertana*, *Palaeosigmoilopsis apenninica*, *Spiroloculina cenomana*, *Trocholina* cf. *alpine*, *Nezzazata conica*, *Trocholina altispira*, *Dorothia* sp1., *Dorothia* sp2., *Dorothia* sp3., *Orbitolina qatarica*, *Orbitolina sefini*, *Bioconcava* sp. *Murgeina apula*, *Hemicyclammina sigali*.

تعریف شده است.

با توجه با شاخص بودن دو جنس *Nezzazata* و *Praealveolina* در این مجموعه فرامینیفرها این بایوزون نام‌گذاری شده است. این بایوزون با اولین حضور *Nezzazata conica* از نمونه شماره S101 آغاز و تا نمونه شماره S169 که آخرین حضور *Praealveolina debilis* می‌باشد، ادامه می‌یابد. ضخامت این بایوزون ۱۰۶ متر می‌باشد (شکل ۳). ضمناً این بایوزون معادل بایوزون ۲۵ (وایند، ۱۹۶۵) می‌باشد. با توجه به گونه *conica* *Nezzazata* که از جنوب ایران توسط (افقه و همکاران، ۲۰۱۴) با سن سنومانین میانی تا پسین گزارش شده و هم‌چنین این گونه توسط (هوسنیک و همکاران، ۲۰۰۰) با سن سنومانین میانی نیز گزارش شده، در این برش نیز

¹ Morphogroups

² Planktonic Morphogroup (PM1)

می‌توان به *Ticinella* و *Favusella Muricohedbergella* اشاره کرد که در پایین‌ترین بخش برش وجود دارد (پلیت ۱) این گروه شکلی می‌تواند معادل *Shallow Water Fauna: SWF* (لیکی، ۱۹۸۷) (مجموعه موجودات آب‌های کم عمق) باشد.

مختلف (تروکواسپیرال) با تزئینات کم هستند را شامل می‌شود. این دسته از فرامینیفرها از مواد معلق موجود در آب تغذیه کرده و میزان اکسیژن موجود در محیط کافی بوده و در عمق کمتر از ۱۰۰ متر آب دریا زندگی می‌کردند (پرایس و هارت، ۲۰۰۲) از جنس‌های این گروه

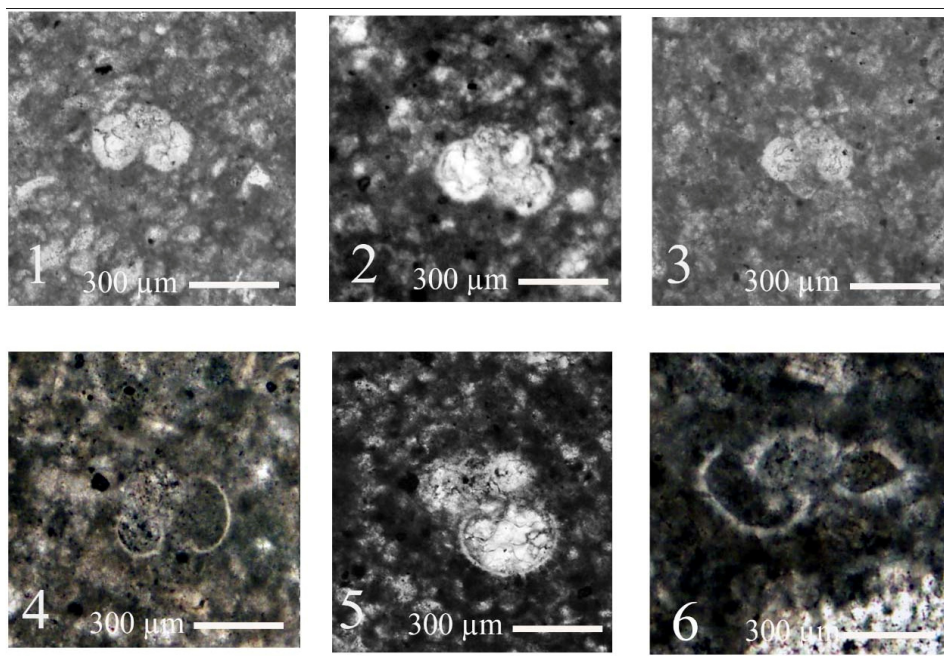


Plate 1: 1- *Muricohedbergella delrioensis* Carsey, sample number S9; 2- *Favusella washitensis* Carsey, sample number S21; 3- *Ticinella* cf. *roberti* Gandolfi, sample number S101; 4- *Ticinella* cf. *roberti* Gandolfi, sample number S7; 5- *Favusella washitensis* Carsey, sample number S5; 6- *Rotalipora* sp., sample number S25

حجرات متعددی هستند و به فرم برون‌زی در سطح رسوبات زندگی می‌کنند. از جمله مهم‌ترین جنس‌های متعلق به این گروه را که در بخش بالایی سازند نیز قابل مشاهده‌اند و با جلبک‌ها زندگی همزیستی داشته‌اند می‌توان به جنس *Praealveolina* اشاره کرد (پلیت ۲).

۲- گروه شکلی دوم بنتونیک پورسلانوز^۳: فرامینیفرهای این گروه، صدفی دوکی تا بیضوی شکل داشته و به صورت چند حجره‌ای یافت می‌شوند. این فرامینیفرها به صورت سطحی‌زی و حفار در عمق کم زندگی کرده، رسوب خوارند و در بخش میانی و بالایی سازند مشاهده می‌شوند. (سن گوپتا، ۲۰۰۲؛ ناگندرا و همکاران، ۲۰۰۵). به عنوان مثال *Quinqueloculina Spiroloculina* و سایر جنس‌های خانواده *Millioliidae* را می‌توان نام برد (پلیت ۲).

۲- گروه شکلی دوم پلانکتونیک^۱: این گروه شامل فرامینیفرهای با پیچش تروکواسپیرال کیل داری هستند که در اعماق بیش‌تر از ۱۰۰ متر با شوری معمولی و میزان اکسیژن کافی و مواد غذایی کم دیده می‌شوند (کلر و پارادو، ۲۰۰۴). جنس *Rotalipora* به این گروه شکلی متعلق است و در بخش پایینی برش وجود دارد (پلیت ۱) هم‌چنین این گروه شکلی می‌تواند معادل *Deep Water Fauna: DWF* (مجموعه موجودات آب‌های عمیق) باشد (لیکی، ۱۹۸۷).

الف) مجموعه فرامینیفرهای بنتونیک با پوسته پورسلانوز
۱- گروه شکلی اول بنتونیک پورسلانوز^۳: این مجموعه با صدفی دوکی تا استوانه‌ای شکل با پیچشی از نوع پیچیده در سطح مشخص می‌شوند. در مقطع عرضی دارای

³ (PBM2) Porcelaneous Benthic Morphogroup 2

¹(PM2) Planktonic Morphogroup

² (PBM1) Porcelaneous Benthic Morphogroup 1

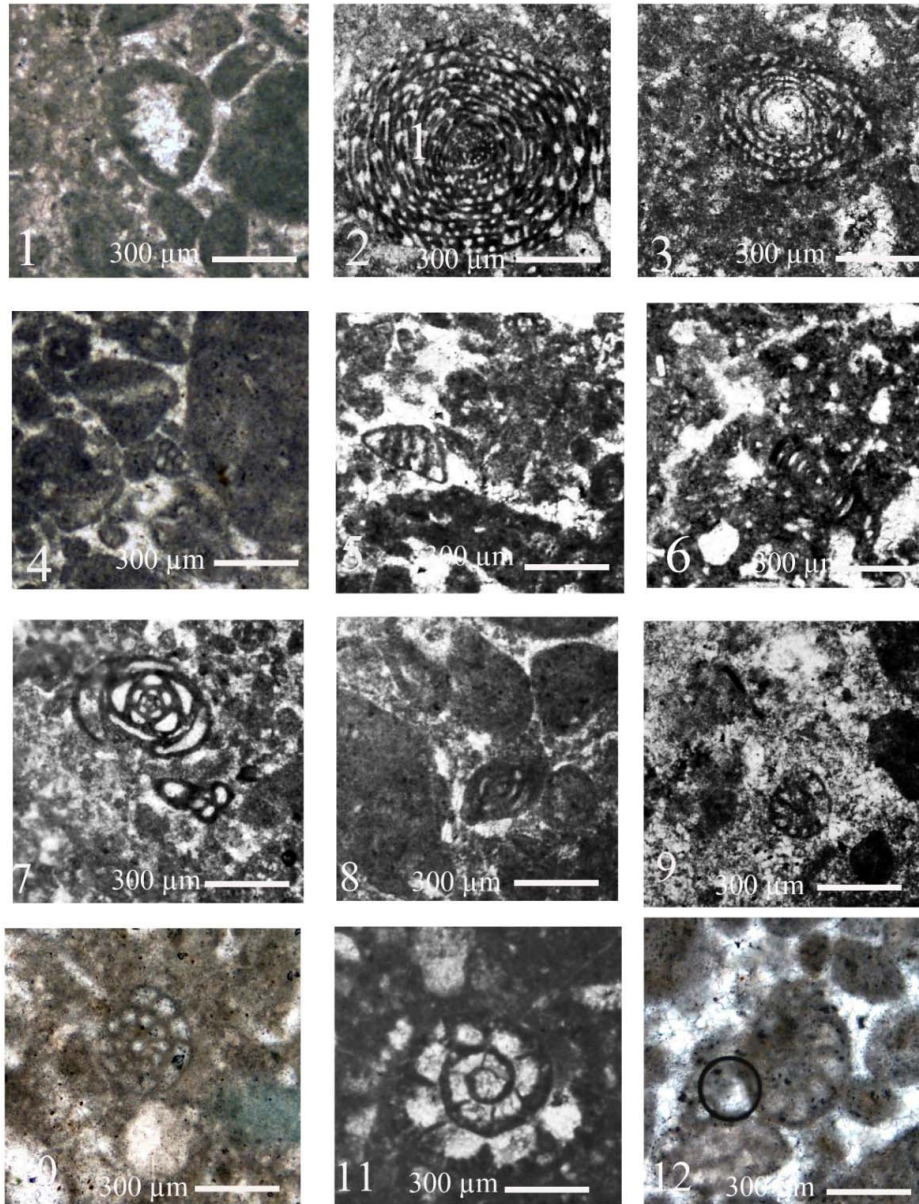


Plate 2: 1- *Trocholina* sp., sample number S53; 2- *Praealveolina* sp., sample number S161; 3- *Praealveolina debilis* Reichel, sample number S161; 4- *Marssonella* sp., sample number S107; 5- *Nezzazata* sp., sample number S131; 6- *Spiroloculina cenomana* D'Orbigny, sample number S109; 7- *Quinqueloculina* sp., sample number S79; 8- *Miliolid*, sample number S111; 9- *Nezzazata* sp., sample number S111; 10- *Biconcava* sp., sample number S163; 11- *Hemicyclammina sigali* Maync, sample number S163; 12- *Nezzazatinella picardi* Henson, sample number S107.

(کوتسوکس و هارت، ۱۹۹۰). زیستگاه آن‌ها از ناحیه‌ی فلات قاره تا بالای منطقه عمیق دریا و محیطی نیمه‌هوای زندگی می‌کنند.

این گروه معادل زیر گروه شکلی Sub morphogroup AG. A می‌باشد (کوتسوکس و هارت، ۱۹۹۰). جنس‌هایی مانند *Spiroplectammina* و *Dorothia* و *Marssonella*

(ب) مجموعه فرامینیفرهای بنتونیک با پوسته آگلوتینه ۱- گروه شکلی اول بنتونیک آگلوتینه^۱: این گروه شامل فرامینیفرهایی با صدف‌های کشیده بوده که آرایش حجرات به صورت تک‌ردیفی یا چند ردیفی است درون‌زی و رسوب‌خوار (باکتریایی و پاک‌کننده‌های آواری) می‌باشند و از ذخایر غذایی موجود در داخل رسوبات تغذیه می‌کنند

¹ Agglutinated Benthic Morphogroup 1 (ABM 1)

انجام داده‌اند. (رایت، ۱۹۷۷) با مطالعه دریا‌های امروزی، رابطه‌ای را برای تعیین عمق دیرینه با استفاده از نسبت پلانکتون‌ها به بنتونیک‌ها پیشنهاد کرد. سپس (ون درزوان و همکاران، ۱۹۹۰) به صورت زیر کامل‌تر گردید.

$$\text{Depth} = e^{(3.58718 + (0.03534 \times \%P))}$$

$$\%P = \left(\frac{P}{P+B-\text{Infaunal}} \right) \times 100$$

در رابطه بالا P، تعداد فرامینیفرهای پلانکتونیک و B، تعداد فرامینیفرهای بنتونیک است. این نسبت در اعماق زیاد به علت حل شدن بخشی از پوسته‌های پلانکتونیک از میزان دقت آن کاسته می‌شود (ون‌درزوان و همکاران، ۱۹۹۰). بنابراین در این مدل، اعداد برای اعماق بیش از ۱۶۰۰ متر (نسبت فرامینیفرهای پلانکتونیک ۰.۹۳٪) و نیز اعداد کمتر از ۵٪ در نسبت فرامینیفرهای پلانکتونیک به جهت خطای آزمایش، قابل اعتماد نخواهد بود. مطالعات مربوط به عمق‌سنجی دیرینه برای نهشته‌های مختلف در حوضه زاگرس انجام پذیرفته است (فرمانی و همکاران، ۲۰۲۰).

نمودار تغییرات عمق و ارتباط آن با تغییرات فراوانی فرامینیفرهای پلانکتونیک و بنتونیک برای سازند سروک در شکل ۴ آورده شده است. در قسمت پایین برش با سن آلبین پسین که فقط پلانکتون‌ها حضور داشته و درصد بنتونیک‌ها بسیار ناچیز است، عمق متوسط ۸۵۰ متر محاسبه شد. سپس با حذف پلانکتون‌ها و حضور فراوان بنتونیک‌ها عمق کاهش یافته است. در بخش میانی عمق نوساناتی داشته است بطوریکه در آغاز قسمت میانی برش با ظهور مجدد پلانکتون‌ها عمق حوضه افزایش می‌یابد و به ۴۲۸ متر می‌رسد مجدداً در پایان این بخش و بخش انتهایی با کاهش درصد پلانکتون‌ها و افزایش بنتونیک‌ها عمق متوسط مجدداً کاهش و به حدود ۸۰ متر می‌رسد. مقایسه تغییرات عمق با نمودار هک (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که این تغییرات در سازند سروک در برش مورد مطالعه با تغییرات نسبی جهانی سطح تراز دریا شباهت خوبی نشان می‌دهد. در آلبین پسین یک بالاآمدگی سطح تراز دریا در مقیاس جهانی اتفاق افتاده است که این امر به عمیق‌شدگی حوضه در زاگرس نسبت داده می‌شود. در سنومانین نیز تغییرات سطح تراز دریا بر روی تغییرات عمق در حوضه اثرگذار بوده است، اما در مواردی از تغییرات سطح تراز دریا در مقیاس جهانی تبعیت نمی‌کند

Tetrataxis متعلق به این گروه هستند که در بخش‌های میانی و بالایی برش دیده شده‌اند (پلیت ۳).

۲- گروه شکلی دوم بنتونیک آگلوتینه^۲: این گروه با داشتن صدف‌های مخروطی شکل در محیط‌های کم عمق دریا با نور فراوان و به فرم برون‌زی زندگی می‌کردند. جنس‌هایی مانند *Trocholina*, *Neorbitolinopsis*, *Orbitolina*, *Conicorbitolina*، متعلق به این گروه شکلی بوده که در بخش‌های میانی برش به فراوان دیده شده‌اند (پلیت ۴).

۳- گروه شکلی سوم بنتونیک آگلوتینه^۲: صدف دیسکی شکل، پیچیده مخروطی تا مخروطی مسطح با دورهای پیچیده، محدب مسطح می‌باشد. از جنس‌های متعلق به این گروه می‌توان به *Dicyclina* که به فرم دیسکی شکل است اشاره نمود که عمدتاً در منطقه‌ی کم عمق و نفوذ نور در دریا‌های باز با جلبک‌ها به طور هم‌زیست زندگی کرده است. سایر فرامینیفرهای موجود در این گروه به صورت سطحی‌زی و در قسمت داخلی رمپ و تقریباً در منطقه نفوذ نور زندگی می‌کنند. جنس‌هایی همچون *Charentia*, *Hemicyclammina*, *Nezzazata* و *Nezzazatinella* در این گروه شکلی قرار می‌گیرند و در بخش میانی و بالایی سازند مشاهده می‌شوند (پلیت ۲).

ج) مجموعه فرامینیفرهای بنتونیک با پوسته آهکی میکروگرانولار

MBM: Microgranular Benthic Morphogroup
صدف در این گروه شکلی پیچیده در سطح می‌باشد جنس دیواره آهک میکروگرانولار بوده و حاوی منافذ بسیار ریز می‌باشند. از معروف‌ترین جنس‌های متعلق به این گروه شکلی می‌توان به *Biconcava* اشاره کرد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین در این گروه محیط از لحاظ انرژی متوسط، شوری آب معمولی و میزان مواد غذایی الیگوتروفیک بوده است (امانا و همکاران، ۲۰۱۹).

عمق‌سنجی دیرینه

افرادی همچون گریمس دال و ون مورخون (۱۹۶۵) از محاسبه‌ی نسبت میان تعداد فرامینیفرهای پلانکتونیک به بنتونیک برای تخمین عمق دیرینه حوضه‌های رسوبی استفاده کرده و مطالعات دقیق و جامعی را در این زمینه

² Agglutinated Benthic Morphogroup 2 (ABM 2)

³ Agglutinated Benthic Morphogroup 3 (ABM 3)

نیز در طول آلبین و سنومانین در بخش‌هایی قابل انطباق می‌باشد (ملکی پرازمیانی و همکاران، ۲۰۲۰).

که می‌تواند به تغییرات تکتونیکی محلی نسبت داده شود. این تغییرات با تغییرات صورت گرفته در حوضه کپه‌داغ

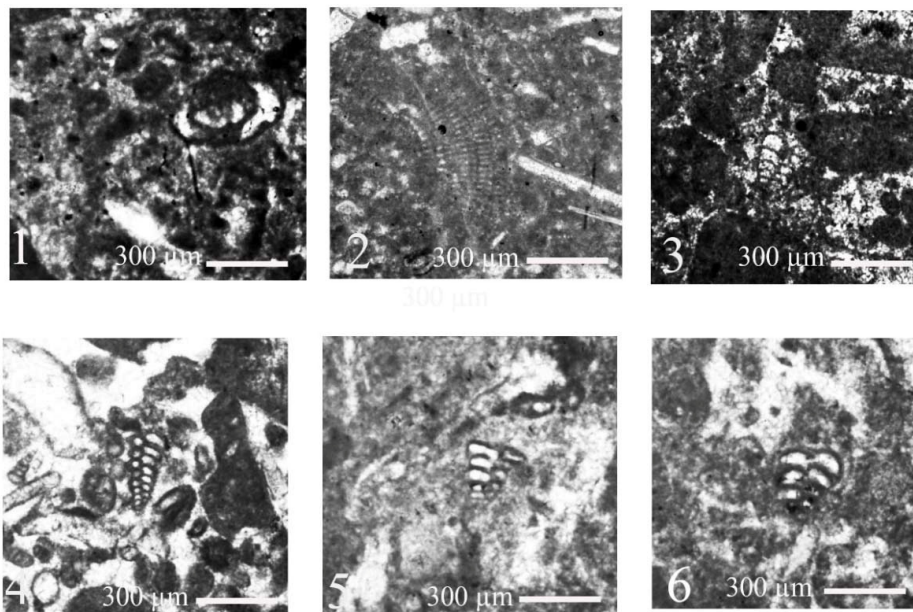


Plate 3: 1- *Charentia cuvillieri* Neumann, sample number S59; 2- *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas, sample number S165; 3- *Dorothia* sp., sample number S117; 4- *Novalesia* sp., sample number S115; 5- *Chrysalidina* sp., sample number S81; 6- *Spiroplectamina* sp., sample number S67.

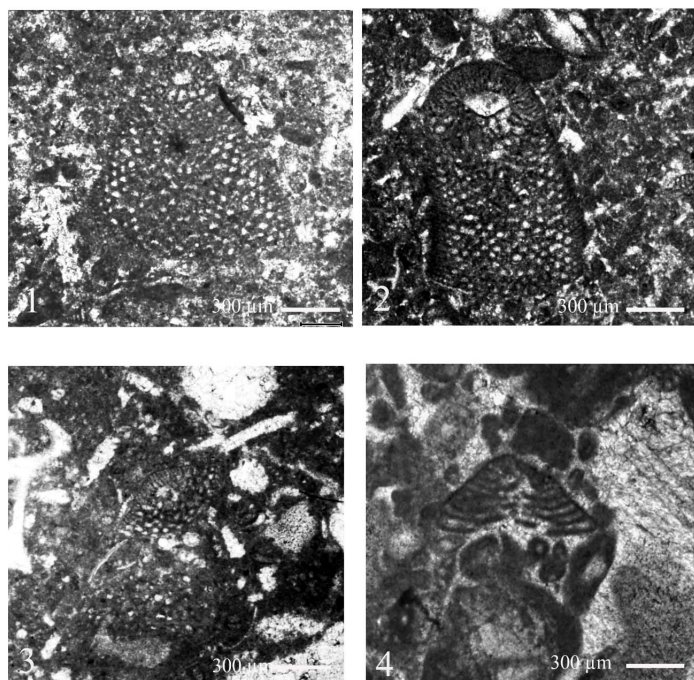
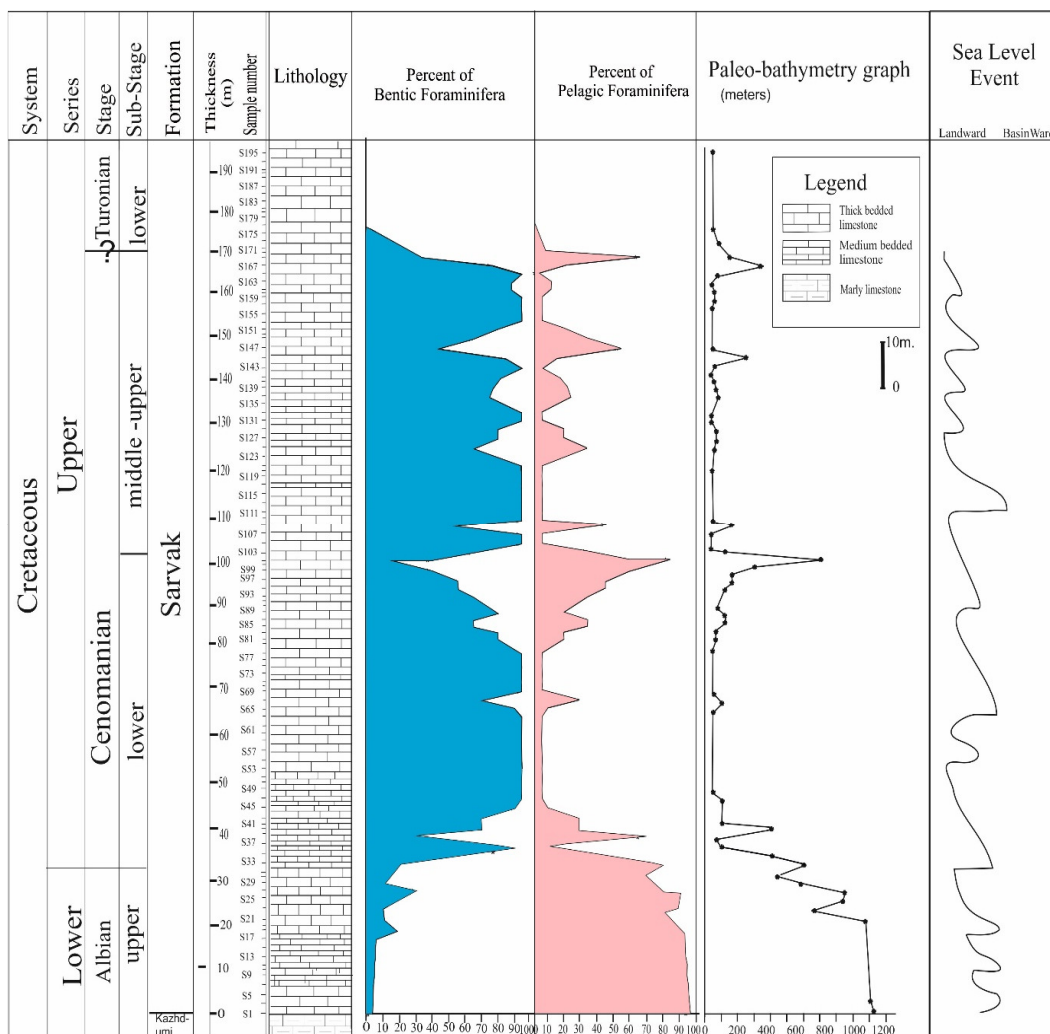


Plate 4: 1- *Conicorbitolina carbarica* d'Archiac, sample number S49; 2- *Conicorbitolina conica* d'Archiac, sample number S35; 3- *Orbitolina qatarica* Henson, sample number S141; 4- *Neorbitolinopsis conulus* Douville, Sample number S81.

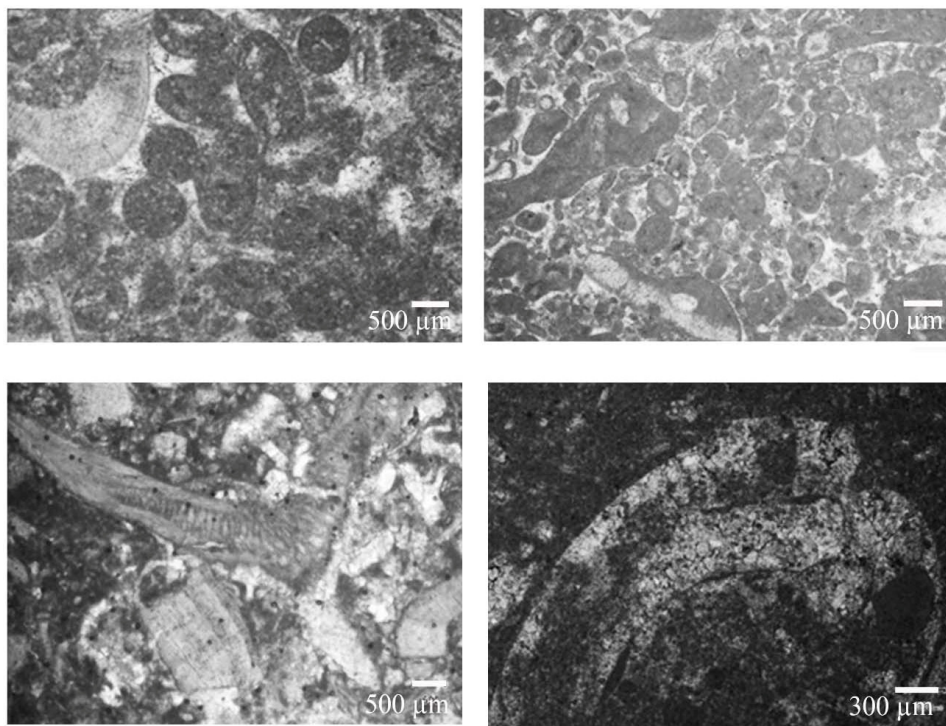


شکل ۴. نمودار تغییرات عمق و نحوه توزیع فرامینیفرهای بنتونیک و پلانکتونیک سازند سروک در برش مورد مطالعه

این پلوییدها منشا پلت مدفوعی برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (فلوگل، ۲۰۰۴). به طور کلی فراوانی پلویید، حضور جلبک‌ها و ماکروفسیل‌های کفزی مانند گاستروپودها، دوکفه‌ای‌ها بخصوص رودیست‌ها، خرده‌های اکتینوید و بافت گل‌پشتیان به ویژه در بخش‌های میانی و بالایی برش گواه بر رسوب‌گذاری در یک حوضه‌ی رسوبی کم عمق می‌باشد.

در برش مورد مطالعه میزان درصد فرامینیفرهای بنتونیک ۷۸ درصد و فرامینیفرهای پلانکتونیک ۲۲ درصد می‌باشد که این خود می‌تواند نشان‌دهنده محیطی مناسب برای زندگی فرامینیفرهای بنتونیک باشد. تنها در پایین‌ترین بخش برش مورد مطالعه و بخش کوچکی از قسمت میانی فرامینیفرهای پلانکتونیک دیده شده‌اند در حالی که در سایر قسمت‌ها بنتونیک‌ها حضور دارند.

به این ترتیب سازند سروک در برش مورد تحقیق به جز در بخش پایینی در سایر بخش‌های میانی و پایانی در یک محیط کم عمق رسوب‌گذاری کرده است که می‌تواند با قید احتمال ناشی از تاثیر فاز کوهزایی اتریشین در این قسمت باشد و عمیق‌تر بودن بخش پایینی را می‌توان احتمالاً به عملکرد گسل‌های موجود در منطقه در طی کرتاسه مرتبط دانست که سبب فرونشینی و افزایش عمق حوضه شده‌اند. البته ذکر این مطلب ضروری هست که در نظر گرفتن آلوکوم‌ها همراه با روابط ریاضی می‌تواند در تعیین تغییرات عمق حوضه موثر و مفید باشد. همچنین می‌توان به وجود پلت‌ها و پلوییدها اشاره کرد که در قسمت‌های بالایی برش نشان از عمق کم حوضه دارند (شکل ۵). با توجه به اندازه بسیار ریز، شکل تخم‌مرغی، نداشتن فابریک درونی و نیز یکنواخت بودن اندازه و شکل



شکل ۵. برخی از آلوکوم‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه، قطعات پلت و پلیوید A- نمونه ۱۶۵، B- نمونه شماره ۷۷، C- خرده رودیست نمونه شماره ۱۵۵، D- خرده پلیسی پود با پوسته ضخیم نمونه شماره ۱۶۵.

فرامینیفرهای شاخص عمق

بررسی روند تغییرات سطح آب دریا و عمق حوضه در زمان ته‌نشست نهشته‌های سازند سروک با استفاده از مطالعه زندگی، نحوه تغییرات و فراوانی گونه‌های فرامینیفرهای بنتیک و هم‌چنین تعیین درصد پوسته‌های هیالین، آگلوتینه و پورسلانوز بر اساس مدل‌های ارایه شده برای دوره کرتاسه توسط آلگرت و توماس (۲۰۰۱)، آلگرت و همکاران (۲۰۰۳) و اسلیتر و بیکر (۱۹۷۲) مورد بررسی قرار گرفت. تقسیم‌بندی حوضه بر اساس عمق در این مطالعه براساس مدل ارایه شده توسط (آلگرت و توماس، ۲۰۰۱) برای کرتاسه است.

در جدول ۱ الگوی پراکندگی ژرفایی برخی از روزن‌داران سازند سروک در برش داریان آورده شده است. به منظور بررسی تغییرات عمق از تغییرات فراوانی در پوسته فرامینیفرها نیز استفاده می‌شود. به طور کلی با افزایش عمق، نسبت فرامینیفرهای بنتیک با پوسته آگلوتینه به انواع پوسته‌های هیالین بیش‌تر می‌شود. (نگی و همکاران، ۲۰۰۱؛ هولبورن و همکاران، ۲۰۰۱). پوسته‌های پورسلانوز مشخصه مناطق کم عمق هستند. در تعیین عمق دیرینه، نباید تنها بر گونه‌های شاخص عمق تکیه

کرد بلکه بهتر است از خصوصیات کمی اجتماعات مانند نسبت فرامینیفرهای پلانکتونیک به بنتیک $\frac{P}{B}$ نیز استفاده شود (کاظم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

از جنس و گونه‌های شاخص بخش ابتدایی برش مورد مطالعه می‌توان به *Ticinella roberti*, *Favusella* *washitensis*, *Muricohedbergella* sp. اشاره کرد. جنس و گونه‌های اشاره شده دارای پوسته‌های هیالین بوده و مربوط به محیطی با ژرفای نسبتاً زیاد هستند (جدول ۱). سپس با حضور اوربیتولین‌ها با پوسته آگلوتینه در ۴۰ متری سازند عمق کمتری را نسبت به ابتدای شروع سازند نشان می‌دهد. از جمله جنس و گونه‌های فرامینیفرهای بنتیک مربوط به بخش‌های پایینی و میانی برش مورد مطالعه می‌توان به *Conicorbitolina conica*, *Conicorbitolina cuvillieri*, *Nezzazata* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Trocholina* sp., *Marssonella* sp. اشاره کرد که بر اساس مطالعات (لوپز هرگیو و همکاران، ۲۰۰۹) در محیط‌های پلاتفرم و رمپ گسترش دارند. پوسته‌های آگلوتینه نسبت به پورسلانوز نیز عمق بیش‌تری را نشان می‌دهد (هولبورن و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین در قسمت‌هایی از توالی که

درصد فرامینیفرها با پوسته آگلوتینه بیش‌تر از پوسته پورسلانوز می‌باشد، به طور نسبی نشان‌دهنده عمق بیش‌تر حوضه می‌باشد.

جنس‌های پورسلانوز مانند آلوئولینا و میلیولیدا نشانگر محیط‌های خیلی کم‌عمق می‌باشند (شاهین و الباز، ۲۰۱۳؛ نجندرا و دیگران، ۲۰۱۳؛ سن گوپتا، ۲۰۰۲).

جدول ۱. الگوی پراکندگی ژرفایی برخی از روزن‌داران سازند سروک در برش داریان

Genera	Reference	Discription
<i>Spirolectamina</i>	Sliter and Baker, (1972); Alegret et al. 2003)	شلف خارجی تا شیب‌قاره بالایی (باسیال)
Miliolid	Gräfe (2005)	آب‌های خیلی کم‌عمق (محیط‌های لاگونی تا شلف داخلی)
<i>Gaudryina</i>	Sliter and Baker, (1972); Alegret et al. (2003)	شلف خارجی تا باسیال میانی
<i>Marssonella</i>	Alegret et al. (2003)	باسیال میانی (عمق ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر)
<i>Rotalipora</i>	Leckie (1987); Motamedalshariati et al., 2017	عمق بیش‌تر از ۱۰۰ متر
<i>Ticinella</i>	Leckie (1987)	عمق کم (کمتر از ۱۰۰ متر)
<i>Charentia</i>	Gräfe (2005)	رمپ داخلی تا خارجی
<i>Dorothia</i>	Sliter and Baker, 1972); Alegret and Thomas, (2001)	شلف میانی تا باسیال پایینی
<i>Chrysalidina</i>	Gräfe (2005)	رمپ داخلی تا عمق نسبتاً زیاد (۲۵ تا ۷۰ متر)
<i>Muricohedbergella</i>	Leckie (1987)	دریاهای فلات قاره (عمق کمتر از ۱۰۰ متر)
<i>Favusella</i>	Leckie, (1987)	دریاهای فلات قاره (عمق کمتر از ۱۰۰ متر)
<i>Conicorbitolina</i>	Lopez-Horgue et al. (2009)	نواحی پلت‌فرم
<i>Orbitolina</i>	Lopez-Horgue et al. (2009)	نواحی پلت‌فرم و حوضه
<i>Praealveolina</i>	Shahin and Elbaz, (2013)	رمپ داخلی تا عمق نسبتاً زیاد (۲۵ تا ۷۰ متر)
<i>Nezzazata</i>	Lopez-Horgue et al. (2009)	نواحی پلت‌فرم رمپ داخلی تا خارجی
<i>Quinqueloculina</i>	Nagendra et al. 2005; Sen Gupta, 2002	شلف داخلی حدود ۱۰ تا ۳۰ متر

نتیجه‌گیری

براساس مطالعات پالئوآکولوژی، فرامینیفرها پلانکتونیک و بنتونیک شناسایی شده در منطقه‌ی مطالعاتی در هشت گروه شکلی قرار داده شدند که شامل دو گروه شکلی پلانکتونیک و شش گروه شکلی بنتونیک هستند. نحوه پراکندگی گروه‌های شکلی و مطالعات آماری گروه‌های مختلف شناسایی شده می‌تواند به تفسیر تغییرات عمق حوضه کمک کند. در بخش ابتدایی توالی یک محیط با عمق نسبتاً زیاد و مواد غذایی کم (محیط الیگوتروفیک) وجود داشته که معادل با سن آلبین پسین است. بر این اساس می‌توان به تغییرات سطح تراز دریا در طی رسوب‌گذاری سازند سروک اشاره کرد. در آلبین پسین یک بالآمدگی سطح تراز دریا در مقیاس جهانی اتفاق افتاده است که این امر به عمیق‌شدگی حوضه در زاگرس نسبت

داده می‌شود. در سنومانین نیز تغییرات سطح تراز دریا بر روی تغییرات عمق در حوضه اثرگذار بوده است، اما در مواردی از تغییرات سطح تراز دریا در مقیاس جهانی تبعیت نمی‌کند که می‌تواند به تغییرات تکتونیک محلی نسبت داده شود.

به نظر می‌رسد حوضه زاگرس نیز تحت تاثیر این بالآمدگی جهانی قرار گرفته است. سپس در طی سنومانین پیشین عمق متوسط و محیط مزوتروفیک را نشان می‌دهد. در میانه برش مجدداً به طور کوتاه عمق زیاد و محیط الیگوتروفیک شده و سرانجام در نهشته‌های سنومانین میانی و پسین (بخش انتهایی برش)، عمق کم و شرایط مزوتروفیک قابل تشخیص است.

مقایسه مجموعه فسیلی سازند سروک با کارهای انجام شده قبلی پیشنهاد می‌کند که تنها بخش پایینی این

احمدی‌حیدری، ا.، وزیری‌مقدم، ح.، صیرفیان، ع. و طاهری، ع. (۱۳۹۵) زیست‌چینه‌نگاری و چینه‌نگاری سکناسی سازند سروک در تاق‌دیس فهلیان (جنوب یاسوج). نشریه زمین‌شناسی نفت ایران، سال ۶، شماره ۱۱، ص ۲۲-۴۲.

خسروتهرانی، خ.، افقه، م. و رکنی، س. (۱۳۸۶) بررسی میکروبیواستراتیگرافی سازند سروک در شمال شرق ایران (مقطع کوه گدوان)، فصلنامه علوم‌زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره ۱، ص ۴۹-۵۹.

دانشیان، ج. یونسی، ک. و معلمی، س. ع. (۱۳۹۰) مطالعه محیط دیرینه الیگوسترینیدهای سازند سروک در برش تنگ چنارباشی، جنوب شرق ایلام. مجله رخساره‌های رسوبی، سال ۴، شماره ۲، ص ۱۷۲-۱۶۲.

رکنی، س. (۱۳۸۵) مطالعه میکروبیواستراتیگرافی، میکروفاسیس و محیط‌رسوبی سازند سروک در شمال شرق شیراز، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۱۳ ص.

شفیعی، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و وزیری‌مقدم، ح. (۱۳۸۷) تعیین عمق دیرینه سازند آبدراز در برش الگو با استفاده از فرامینفرهای پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۴، شماره ۴، ص ۵۶-۴۵.

صفدری ادیمی، ح. وزیری‌مقدم، ح.، طاهری، ع. و صیرفیان، ع. (۱۳۹۰). زیست‌چینه‌نگاری و دیرینه بوم‌شناسی رسوبات آلبین بالایی-سنومانین در جنوب غرب فیروزآباد. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال ۵، شماره ۱۸، ص ۶۲-۵۳.

عزیزی، ر. صفری، ا. و وزیری‌مقدم، ح. (۱۳۹۴) زیست‌چینه نگاری و دیرینه بوم‌شناسی سازند تارپور در ناحیه سمیرم، جنوب غرب اصفهان. نشریه رخساره‌های رسوبی، سال ۸، شماره ۱، ص ۱۰۶-۸۵.

عندلیبی، م. ج.، اویسی، ب. و یوسفی، ت. (۱۳۷۶) نقشه زمین‌شناسی ورقه‌ی شیراز. مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.

غبیشاوی، ع. و رحمانی، ع. (۱۳۸۵) چینه‌نگاری سکناسی و محیط‌رسوبی سازندهای ایلام و سروک در میدان نفتی آب تیمور، چاه شماره ۱۴، گزارش شماره پ ۵۹۱۸، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، ص ۶۱-۱.

فرامرزی، س.، رحیم‌پوربناب، ح. و رنجبران، م. (۱۳۹۷) بررسی توزیع واحدهای جریان سازند سروک در چارچوب چینه‌نگاری سکناسی مطالعه موردی در یکی از میدانی نفتی ناحیه دشت آبادان، جنوب غرب ایران، دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۶، شماره ۱۲، ص ۳۹-۲۵.

کدخدائی ایلخچی، ر. و جدیری‌آقائی، ر. (۱۳۹۷) تفکیک زون‌های مخزنی بخش بالایی سازند سروک با استفاده از

سازند در یک محیط نسبتاً عمیق نهشته شده، در حالی که بخش‌های میانی و بالایی در یک محیط کم عمق نهشته شده است. البته باید توجه داشت علاوه بر استفاده از محاسبات عددی، وجود آلوکوم‌ها و سنگ‌شناسی نیز این شرایط را تایید می‌کند. تغییرات کاهش عمق در قسمت میانی و بالایی سازند سروک می‌تواند به عملکرد فاز کوهزایی اتریشین نیز نسبت داده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از سردبیر و داوران محترم نشریه رسوب‌شناسی کاربردی که در جهت ارتقای کیفیت این مقاله، پیشنهادات ارزنده‌ای ارائه نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

احمدی، و.، خسروتهرانی، خ. و افقه، م. (۱۳۸۷) مطالعه چینه‌نگاری سکناسی و میکروفاسیس سازند کزدمی و سروک در شمال شرق شیراز، دومین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، ص ۳۰-۲۶.

احمدی، و. و مجدلی، م. (۱۳۸۸) مطالعه محیط‌رسوبی و چینه‌نگاری سکناسی سازند سروک در شمال شیراز (استان فارس)، نشریه رسوب و سنگ‌رسوب، شماره ۵، ص ۶۳-۷۲.

اصغریان‌رستمی، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و شفیعی، م. (۱۳۸۹) تعیین ژرفای دیرینه طبقات ماستریشین پسین در برش زیارت کلا، البرز مرکزی با استفاده از روزنبران پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم‌زمین، سال ۲۷، شماره ۷۸، ص ۳۴-۲۷.

افراسیابیان، س.، معتمدالشریعتی، م.، رئیس‌السادات، س. ن.، افقه، م. (۱۳۹۷) زیست‌چینه‌نگاری فرامینفرهای سازند سروک، شمال شرق شیراز. دوازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی کشور، مدیریت شمال خاوری مشهد، ص ۱۷-۱۲.

آل‌علی، س. م.، فیض‌نیا، س. و قیوم‌آبادی، ا.ا. (۱۳۸۵) بررسی چینه‌نگاری سکناسی سازند سروک در شمال غرب بهبهان (تنگ‌ماغر)، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، ص ۸۵-۸۰.

تیموریان، ا.، وزیری‌مقدم، ح. و امیری‌بختیار، ح. (۱۳۸۳) بررسی میکروفاسیس‌ها و محیط‌رسوبی سازند سروک در منطقه خوزستان، چاه آجاجاری ۱۴۰، مجموعه مقالات هشتمین انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۴۴۵-۴۴۳.

- Campanian) of southwest Iran, Report 1252, Tehran, Iranian Offshore Oil Company.
- Boudagher-Fadel, M. K (2008) Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 21. Elsevier, 540 p.
- Boudagher-Fadel, M. K (2015) Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera. UCL Press, 306p.
- Caron, M (1985) Cretaceous Planktic foraminifera. In: H. M., Bolli, J., Saunders and Perch-Nielsen, K., (Eds) *Plankton stratigraphy*, 1:17-86, Cambridge University.
- Chamney, T. P (1976) Foraminiferal morphogroup symbol for paleoenvironmental interpretation of drill cutting samples: Arctic America, Albian continental margin. *Maritime Sediments, Special Publication*, 18: 585-624.
- Chan, S. A., Kaminski, M. A., Al-Ramadan, Kh., Babalola, L. O (2017) Foraminiferal biofacies and depositional environments of the Burdigalian mixed carbonate and siliciclastic Dam Formation, Al-Lidam area, Eastern Province of Saudi Arabia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 469: 122-137.
- Corliss, B. H (1985) Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature*, 314: 435-438.
- Corliss, B. H. and Chen, C (1988) Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, 16: 716-719.
- Coccioni, R. and Galeotti, S (1993) Orbitally induced cycles in benthonic foraminiferal morphogroups and trophic structure distribution pattern from the late Albian "Amadeus Segment" (Central Italy). *Journal of Micropalaeontology*, 12 (2): 227- 239.
- Fadhela, M. B., Layebb, M. and Ben Youssef, M. (2010) Upper Albian planktic foraminifera and radiolarian biostratigraphy (Nebeur – northern Tunisia). *Comptes Rendus Palevol*, 9: 73-81.
- Farmani, T., Ghasemi-Nejad, E., Beiranvand B. and Maleki-Porzamiani, S (2020) Biozonation, Paleobathymetry and paleoenvironmental study of the Gurpi Formation in southwestern Iran. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 12 (1): 54-68.
- Flügel, E (2004) *Microfacies Analysis of Limestone*, New York, Springer-Verlag, 633p.
- Gräfe, K. U (2005) Late Cretaceous benthic foraminifers from the Basque-Cantabrian Basin, Northern Spain. *Journal of Iberian Geology*, 31: 277– 298.
- Grimsdale, T. F. and Van Morkhoven, F. P. C. M (1955) The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary
- لاگ انحراف سرعت در میدان نفتی سیری اسفند واقع در خلیج فارس، دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۶ شماره ۱۲، ص ۱۰۳-۱۱۱.
- کاظم‌زاده، م. ح.، قاسمی‌نژاد، ا. و وزیری‌مقدم، ح (۱۳۹۳) تعیین ژرفای دیرینه سازند سروک در چاه Az 354، میدان نفتی اهواز بر مبنای روزن‌داران پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم زمین، شماره ۹۴، ص ۸۱-۹۰.
- مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.
- همتی‌نسب، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و درویش‌زاده، ب (۱۳۸۷) تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینیفراهای پلانکتونیک به بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۴، شماره ۱، ۱۷ ص.
- Adams, T. D., Khalili, M. and Said, A. K (1967) Stratigraphic significance of some oligosteginid assemblages from Lurestan Province, northwest Iran. *Micropaleontology*, 13(1): 55-67.
- Afghah, M. and Dehghanian, M. S (2007) Qualitative and quantitative study of the microfacies of the Sarvak formation in Kuh-e Khaneh-Kat and Kuh-e Shah-Neshin sections in Fars Province. *Journal of Applied Geology*, 3(1): 7-16.
- Afghah, M. and Dookh, R (2014) Microbiostratigraphy of the Sarvak Foramtion in the east and north-east of Shiraz (Kuh-e Siah and Kuh-e-Pichakan), SW of Iran. *Journal of Science, Islamic Azad University*, 24, 93: 5-19.
- Afghah, M., Fadaei, H. M (2015) Biostratigraphy of Cenomanian succession in Zagros area (southwest of Iran), *Geosciences Journal*, 19: 257-271.
- Afghah, M., Abtahiyan, A. R. and Saberi, A (2016) Foraminiferal biostratigraphy of Early Cretaceous (Hauterivian-Barremian) sediments of the Zagros basin (SW of Iran). *Journal of African Earth Sciences*, 121: 42-55.
- Alegret, L. and Thomas, E (2001) Upper Cretaceous and lower Paleogene benthic foraminifera from northeastern Mexico. *Micropaleontology*, 47: 269-316.
- Alegret, L., Molina, E. and Thomas, E (2003) Benthic foraminiferal turnover across the Cretaceous/ Paleogene boundary at Agost (southeastern Spain): paleoenvironmental inferences; *Marine Micropaleontology*, 48: 251-279.
- Ando, A., Huber, B. T. and MacLeod, K. G (2010) Depth-habitat reorganization of planktonic foraminifera across the Albian/Cenomanian boundary. *Paleobiology*, 36 (3): 357–373.
- Bolz, H (1977) Reappraisal of the biozonation of the Bangestan Group (Late Aptian-Early

- Kalantari, A (1976) Microbiostratigraphy of the Sarvestan area, southwestern Iran (No. 5). National Iranian Oil Company.
- Kaminski, M. A. and Gradstein, F. M (2005) Atlas of Paleogene cosmopolitan deep-water agglutinated foraminifera. 10: 1-547. Grzybowski Foundation.
- Khalili, M (1976) The biostratigraphic synthesis of Bangestan Group in southwest Iran, Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division, Report 1219, 76 p.
- Keller, G. and Pardo, A (2004) Age and paleoenvironment of the Cenomanian–Turonian global stratotype section and point at Pueblo, Colorado. *Marine Micropaleontology*, 51: 95–128.
- Kitazato, H (1984) Microhabitats of benthic foraminifera and their application to fossil assemblages. *Benthos '83 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera Pau*, 339–344, (April 1983).
- Kochhann, K. G. D., Koutsoukos, E. A. M., Fauth, G. and Sial, A. N (2013) Aptian-Albian planktic foraminifera from DSDP Site 364 (offshore Angola): Biostratigraphy, paleoecology and paleoceanographic significance. *Journal of Foraminiferal Research*, 43 (4): 443–463.
- Koutsoukos, E. A. and Hart, M. B (1990) Cretaceous foraminiferal morphogroup distribution patterns, palaeocommunities and trophic structures: a case study from the Sergipe Basin, Brazil. *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 81(3): 221-246.
- Koutsoukos, E. A. M (1989) Mid- to Late Cretaceous Microbiostratigraphy, Palaeoecology and Palaeogeography of the Sergipe Basin, Northeastern Brazil: Ph.D. Thesis, Council for National Academic Awards, Polytechnic South West, Plymouth, 886 p.
- Leckie, R. M (1987) Paleoecology of mid-Cretaceous planktonic foraminifera: a comparison of open ocean and epicontinental sea assemblages. *Micropaleontology*, 33 (2): 164-176.
- Loeblich, A. R. and Tappan, H (1988) Foraminifera general and their classification. Van Nostrand Reinhold Company New York. 700 p., 847 pls.
- Lopez-Horgue, M. A., Owen, H. G., Aranburu, A., Fernandez-Mendiola, A. and Garcia-Monde J (2009) Early late Albian (Cretaceous) of the central region of the Basque Cantabrian Basin, northern Spain: biostratigraphy based on ammonites and orbitolinids *Cretaceous Research*, 30: 385–400.
- Lopes, F. M., Koutsoukos E. A. M., Kochhann, K. G. D., Savian J. F. and Fauth, G (2017) rocks. *Proceedings of 4th World Petroleum Congress, Section I/D4*. p. 473-491.
- Hallock, P (1985) Why are larger foraminifera large?. *Paleobiology*, 11(2): 195-208.
- Hammer, O. and Harper, D (2005) Paleontological data analysis. Blackwell Publishing, Malden, p.1-351.
- Haq, B. U (2014) Cretaceous eustasy revisited. *Global and Planetary Change*, 113: 44-58.
- Hart, M. B. and Koutsoukos, E. A. M (2015) Paleoecology of Cretaceous foraminifera: Examples from the Atlantic Ocean and Gulf of Mexico region. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, 65: 175–199.
- Herguera, J. C. and Berger, W (1991) Paleoproductivity from benthic foraminifera abundance: Glacial to postglacial change in the west-equatorial Pacific. *Geology*, 19 (12): 1173-1176.
- Holcova, K. and Slavik, L (2013) The morphogroups of small agglutinated foraminifera from the Devonian carbonate complex of the Prague Synform, (Barrandian area, Czech Republic), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology*, 386: 210-224.
- Holbourn, A., Kuhnt, W. and Soeding, E (2001) Atlantic paleobathymetry, paleoproductivity and paleocirculation in the late Albian: the benthic foraminiferal record; *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 170: 171-196.
- James, G. A. and Wynd, J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AAPG Bulletin*, 49(12): 2182-2245.
- Jones, R. W. and Charnock, M. A (1985) Morphogroups of agglutinating Foraminifera, Their life positions and feeding habits and potential applicability in paleoecological studies. *Revue de Paleobiologie*, 4: 311-320.
- Jorissen, F. J., Fontanier, C. and Thomas, E (2007) Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: Hillaire-Marcel, C., de Vernal, A. (Eds.), *Paleoceanography of the Late Cenozoic*. v. 1: *Methods in Late Cenozoic Paleoceanography*. Elsevier, Amsterdam, 875p.
- Jowett, D. M. S., Schröder-Adams, C. J., Leckie, D (2007) Sequences in the Sikanni Formation in the frontier Liard Basin of northwestern Canada evidence for high frequency late Albian relative sea-level changes. *Cretaceous Research*, 28: 665-695
- Kaiho, K (1999) Effect of organic carbon flux and dissolved oxygen on the benthic foraminiferal oxygen index (BFOI). *Marine Micropaleontology*, 37: 67-76.

- Mid-late Cenomanian larger benthic foraminifers from the El Abra Formation W Valles-San Luis Potosi Platform, central-eastern Mexico: Taxonomy, biostratigraphy and paleoenvironmental implications. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 71 (3): 691-725.
- Postuma, J. A (1971) *Manual of planktonic foraminifera*. Elsevier Publishing Company, 420 p.
- Premoli Silva, I. and Verga, D (2004) *Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera*. International School on planktonic foraminifera, 3 course, Cretaceous. Universities of Perugia and Milan, Perugia, 283 pp.
- Price, G. D. and Hart, M. B (2002) Isotopic evidence for early to mid-Cretaceous ocean temperature variability. *Mar. Micropaleontology*, 46: 45-58.
- Ruckheim, S., Bornemann, A. and Mutterlose, J (2006) Planktic foraminifera from the mid-Cretaceous (Barremian-Early Albian) of the North Sea Basin: Palaeoecological and palaeoceanographic implications. *Marine Micropaleontology*, 58(2): 83-102.
- Schröder -Adams, C. J., Leckie, D. A., Bloch, J., Craig, J., McIntyre, D. J. and Adams, P. J (1996) Paleoenvironmental changes in the Cretaceous (Albian to Turonian) Colorado Group of western Canada: microfossil, sedimentological and geochemical evidence. *Cretaceous Research*, 17(3): 311-365.
- Schroeder, R., van Buchem, F. S., Cherchi, A., Baghbani, D., Vincent, B., Immenhauser, A. and Granier, B (2010) Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian-Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations. *GeoArabia Special Publication*, 4(1): 49-96.
- Sen Gupta, B. K (2002) Foraminifera in marginal marine environments. In: (Ed. Barun K. Sen Gupta) *Modern Foraminifera*, 141-160, Kluwer Academic Publishers.
- Shahin, A. and Elbaz, Sh (2013) Foraminiferal biostratigraphy, paleoenvironment and paleobiogeography of Cenomanian - Lower Turonian shallow marine carbonate platform in west central Sinai, Egypt. *Micropaleontology*, 59 (2-3): 249-283.
- Severin, K. P (1983) Test morphology of benthic Foraminifera as a discriminator of biofacies. *Mar. Micropaleontol.*, 8: 65-76.
- Simmons, M. D., Whittaker, J. E. and Jones, R. W (2000) Orbitolinids from Cretaceous sediments of the Middle East—a revision of the FRS Henson and Associates Collection. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Agglutinated Foraminifera*, 7: 411-437.
- Benthic foraminiferal paleoecology and depositional patterns during the Albian at DSDP Site 327 (Falkland Plateau). *Journal of South American Earth Sciences*, 78: 126-133.
- Lowery, Ch. M., Corbett, M. J., Leckie, R. M., Watkins, D., Romero, A. M., Pramudito, A (2014) Foraminiferal and nannofossil paleoecology and paleoceanography of the Cenomanian-Turonian Eagle Ford Shale of southern Texas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 413: 49-65.
- Maleki-Porazmiani, S., Ghasemi-Nejad, E. and Farmani, T (2020) Palynology and sequence stratigraphy of the Albian-Cenomanian strata from the Koppeh-Dagh Basin, northeastern Iran. *Geopersia*, in press, Doi: 10.22059/GEOPE.2020.291183.64850
- Mitchell, S. F. and Carr, I. T (1998) Foraminiferal response to mid-Cenomanian (Upper Cretaceous) palaeoceanographic events in the Anglo-Paris Basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137 (1-2): 103-125.
- Motamedalshariati, M., Sadeghi, A., Vaziri Moghaddam H; and Moussavi-Harami, R (2017) Foraminiferal biozonation and morphogroups from shale member of the Aitamir Formation in Maraveh Tappeh section, northwest Koppeh-Dagh Basin. *Geopersia*, 22 (85): 225-236.
- Murray, J. W (2006) *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, New York, 426 p.
- Murray, J. W., Alve, E., and Jones, B. W (2011) A new look at modern agglutinated benthic foraminiferal morphogroups: their value in palaeoecological interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 309: 229-241.
- Nagy, J., Finstad, E. K., Dypvik, H. and Bremer, M. G. A (2001) Response of foraminiferal facies to transgressive-regressive cycles in the Callovian of northeast Scotland; *Journal of Foraminiferal Research*, 31: 324-349.
- Nagendra, R., Kamalak Kannan, B. V., Sajith, C., Sen, G., Reddy, A. N., and Srinivasalu, S (2005) A record of foraminiferal assemblage in tsunami sediments along Nagappattinam coast, Tamil Nadu. *Current Science*, 89 (11): 1947-1952.
- Omaña, L., Alencaster, G. and Buitrón, B. E (2016) Mid-early late Albian foraminiferal assemblage from the El Abra Formation in the El Madroño locality, eastern Valles-San Luis Potosí Platform, Mexico: Paleoenvironmental and paleobiogeographical significance. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68 (3): 477-496.
- Omaña, L., López-Doncel, R., Ramón, J. Torres, Alencaster, G., López-Caballero, I (2019)

- Sliter, W. V. and Baker, R. A (1972) Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 4: 167-183.
- Sliter, W. V. and Premoli-Silva, I (1984) Autochthonous and displaced (allochthonous) Cretaceous benthic foraminifers from Deep Sea Drilling Project Leg 77, sites 535, 536, 537, 538, and 540, Gulf of Mexico: In: Buffler, R.T., Schlager, W., and Scientific Party, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 77: 593-627.
- Toksvad, T. and Hansen, H. J (1983) A study of calcareous cement in agglutinated foraminifera. In *Workshop on Arenaceous Foraminifera*, 1: 159-169.
- Van der Zwaan, G. J., Jorissen, F. J. and De Stigter, H. C (1990) The depth-dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios; constraints and applications; *Marine Geology*, 95: 1-16.
- Van der Zwaan, G. J., Duijnste, I. A. P., Den Dulk, M., Ernst, S. R., Jannink, N.T. and Kouwenhoven, T.J (1999) Benthic foraminifers: proxies or problems?: a review of paleocological concepts. *Earth-Science Reviews*, 46(1-4): 213-236.
- Wright, R. G (1977) Planktonic-Benthonic ratio in foraminifera as Paleobathymetric Tool-Quantitative-Evaluation. *Bulletin-American Association of Petroleum Geologists*, 61: 842-842.
- Xiaoqiao, W., Peiji, C. Mingjian, W (2011) The Cretaceous system in China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 81 (6): 957-983.