

پالئواکولوژی نهشته‌های سازند ساچون در اطراف دریاچه مهارلو، شرق شیراز

کمال کریمی^۱، مسیح افقه^{۲*}، سیدحسین قطمیری^۳ و محمد بهرامی^۴

۱- دانشجوی دکترا چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، ایران

۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، ایران

۴- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام‌نور شیراز، ایران

نویسنده مسئول: *massihafg2002@gmail.com

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش: ۹۹/۶/۳۰

دریافت: ۹۹/۴/۱۶

چکیده

برای بررسی پالئواکولوژی نهشته‌های سازند ساچون در زون فارس داخلی، برش‌های داریان و کوهنجان در شرق شهر شیراز و در اطراف دریاچه مهارلو انتخاب گردید. سازند ساچون در این ناحیه عموماً از سنگ‌آهک و سنگ‌آهک ماسه‌ای تشکیل شده است. این سازند به‌صورت تدریجی و هم‌شیب بر روی سازند پابده و در زیر سازند جهرم قرار می‌گیرد. داده‌های ریز زیست‌چینه‌نگاری بر پایه مجموعه‌های روزنبران کفزی و پلانکتونی و جلبک‌های آهکی بیانگر سن پالئوسن پیشین تا ائوسن پیشین برای توالی مورد مطالعه است. فراوانی و افزایش در اندازه برخی از انواع روزنبران همچون *Miliolids* و *Rotalids* در شرایط نامساعد و نبود برخی جنس‌های دیگر از جلبک‌های آهکی *Lithophyllum sp.* و روزنبران همچون *Orbitolites sp.* در این منطقه را می‌توان به بالا رفتن سطح مواد غذایی و ورود رسوبات آواری ناشی از جریان‌های ساحلی در بخش قربان و به دنبال آن ایجاد شرایط بوتروفیک در بخش میانی و انتهایی سازند ساچون در مناطق مورد مطالعه نسبت داد. شواهد رخساره‌ای و ریز زیست‌چینه‌نگاری حاکی از آن است که سازند ساچون در منطقه مورد مطالعه دارای عمق بیش‌تری نسبت به برش الگو در جنوب زون فارس داخلی بوده است.

واژه‌های کلیدی: سازند ساچون، زیست‌چینه‌نگاری، پالئوسن-ائوسن، پالئواکولوژی، زون فارس داخلی

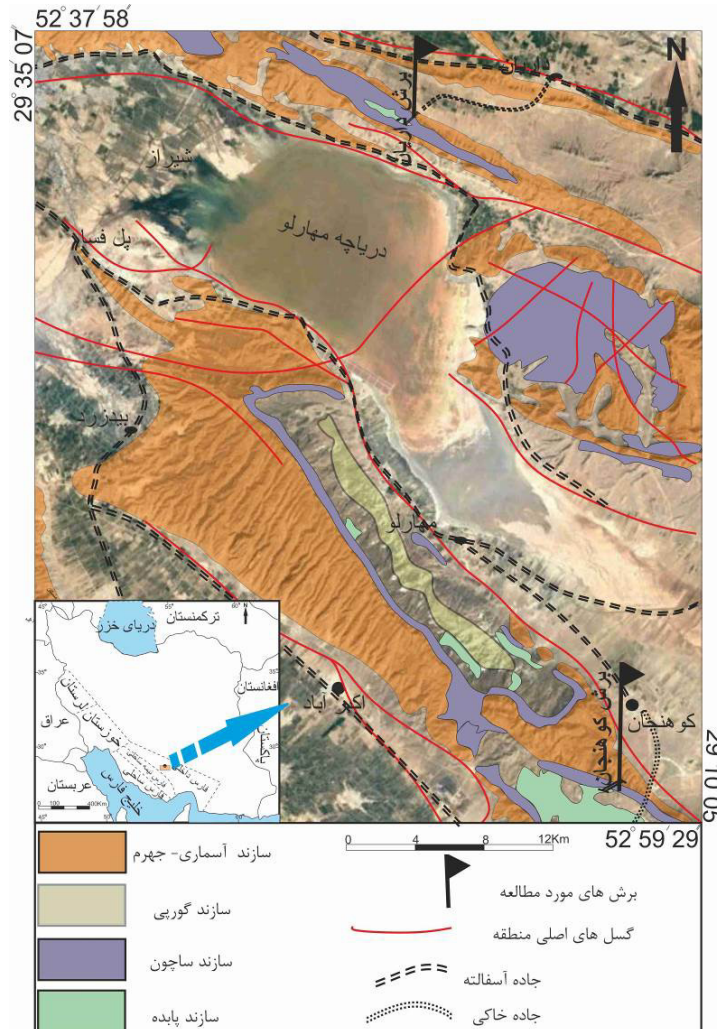
پیشگفتار

سازند در منطقه فارس بیش‌تر از دیدگاه سنگ‌چینه‌نگاری، فسیل‌شناسی، رخساره، سکنس و دیاژنز مورد بررسی قرار گرفته است و کمتر به بررسی پالئواکولوژی این سازند پرداخته شده است. از میان مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته بر روی این سازند می‌توان به (کلانتری، ۱۳۶۶ و ۱۳۷۱)، (میرزایی و افقه، ۱۳۸۸)، (شب افروز و همکاران، ۱۳۸۸)، (ارزاقی و همکاران، ۱۳۹۱)، (باوی و همکاران، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) و (جیمز و وایند، ۱۹۶۵)، (زیگلر، ۲۰۰۱)، (بوردناوی، ۲۰۰۲)، (شارلند و همکاران، ۲۰۰۴)، (شب‌افروز و همکاران، ۲۰۱۴)، (ارزاقی و افقه، ۲۰۱۴) و (ارزاقی و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴) اشاره کرد. سازند ساچون در جنوب فارس و برش الگو بیش‌تر شامل توالی تبخیری و آواری می‌باشد، در صورتی که در گستره مورد مطالعه در سازند ساچون اثری از توالی تبخیری وجود ندارد و فقط در قاعده سازند ساچون کمی توالی آواری وجود دارد و بیش‌تر شامل توالی سنگ

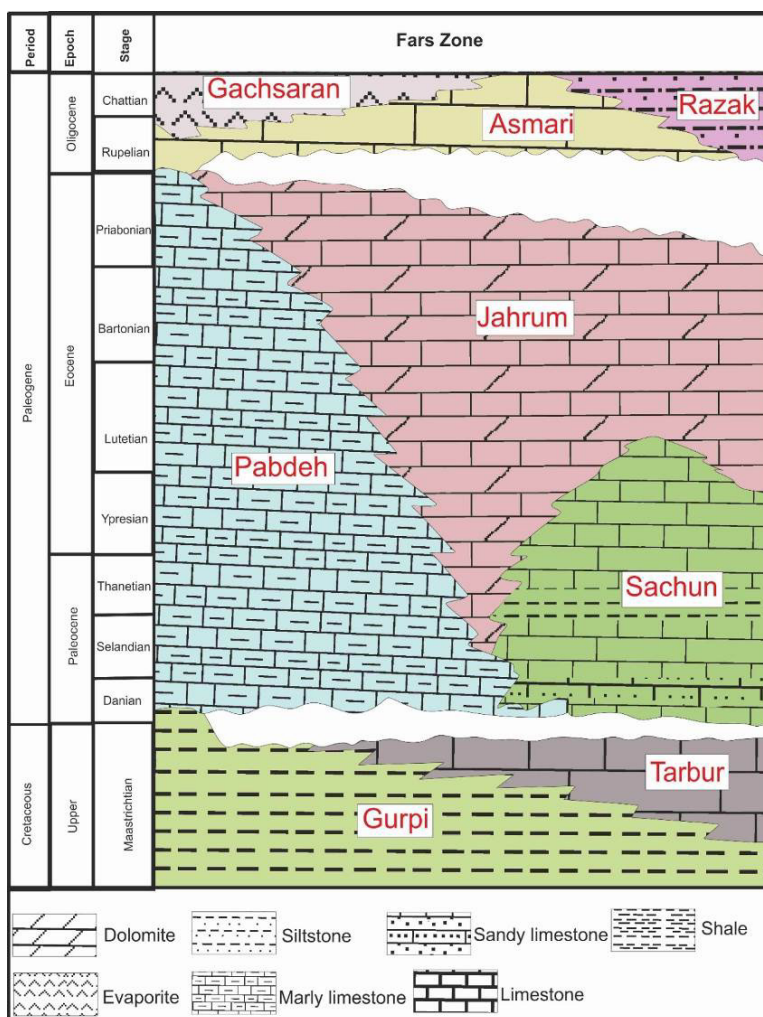
سازند ساچون عمدتاً به عنوان یک واحد کربناته-آواری و تبخیری حاوی روزنبران کفزی شناخته می‌شود که در زون فارس داخلی و زاگرس چین‌خورده توسعه یافته و در دیگر نقاط زاگرس به صورت بین‌انگشتی به سازند پابده و یا تاربور تغییر رخساره می‌دهد (مطیعی، ۱۳۷۲). ستون چینه‌شناسی سازند ساچون در برش الگو به وسیله وایند (۱۹۶۵) مورد مطالعه قرار گرفت. برش الگو سازند ساچون در کوه چادر حد فاصل شهرستان‌های داراب و زرین‌دشت در استان فارس قرار دارد. بایوزون‌های این سازند در مطالعات اولیه توسط وایند (۱۹۶۵) معرفی گردید و در ادامه بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری مورد بازنگری قرار گرفت. سازند ساچون در زمان ماستریشتین و ائوسن زیرین در یک سکنس بزرگ در شمال شرق و بخش داخلی زون زاگرس چین‌خورده نهشته شده است (مطیعی، ۱۳۸۲). طی سال‌های اخیر رخنمون‌هایی از این

(شکل ۱). سازند ساچون در برش کوهنجان و داریان به ترتیب دارای ۵۴ و ۷۸ متر ضخامت می‌باشد و به صورت تدریجی بر روی سازند پایده و در زیر سازند چهارم واقع شده است (شکل ۲). لازم به ذکر است که در گستره مورد مطالعه عواملی همچون تکتونیک و شرایط محیط دیرینه گاهی سبب تغییر رخساره‌ها از ساچون به پایده و ایجاد ارتباط میان انگشتی بین این سازندها شده است. در این مطالعه افزون بر معرفی فونای یافت شده و تأثیر آن‌ها بر تفاوت‌های محیط دیرینه سازند ساچون در ناحیه اطراف دریاچه مهارلو، به بررسی چگونگی پخش و گسترش جغرافیایی آن‌ها و دلایل نبود برخی فونا در برابر افزایش در اندازه و تنوع گونه‌های برخی دیگر پرداخته شده است.

آهکی و شیلی می‌باشد. لیتولوژی سازند ساچون در نواحی فارس به‌طور کلی از سه واحد تشکیل شده است که از قاعده به سمت رأس شامل بخش سنگ‌آهکی قربان (سنگ‌آهک‌های بلوری شده و فشرده، دولومیت با تناوب مارن و سنگ‌آهک‌های چرتی)، بخش تخریبی وسط (کنگلومراهای چرتی، ماسه‌سنگ و سیلتستون) و بخش مارنی بالایی (تناوب مارن، سنگ‌آهک‌مارنی و سیلتستون) است که به صورت تدریجی بر روی نهشته‌های سازند پایده واقع شده است (علوی، ۲۰۰۴ و مطیعی، ۱۳۸۲). در این پژوهش دو برش از سازند ساچون در شمال و جنوب دریاچه مهارلو انتخاب شد. برش کوهنجان در ۲۵ کیلومتری جاده فسا- شیراز و جنوب‌شرق دریاچه مهارلو و برش داریان در جنوب‌شرق شیراز در ۳۵ کیلومتری جاده شیراز- خرامه (شمال دریاچه مهالو) واقع شده است



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی و عکس ماهواره‌ای و نقشه زمین‌شناسی گستره مورد مطالعه (با تغییراتی، اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوار شیراز سازمان زمین‌شناسی (عندلیبی و همکاران، ۱۳۸۱ و ۱۳۷۵) و عکس ماهواره‌ای).



شکل ۲. موقعیت چینه‌شناسی توالی سازند ساچون در زون فارس (اقتباس از مطیعی (۱۳۸۲) با اندکی تغییرات)

روش مطالعه

با استفاده از نقشه زمین‌شناسی برش چینه‌شناسی مناسب از سازند ساچون در اطراف دریاچه مهارلو انتخاب شد. با استفاده از روش رخساره‌ای سیستماتیک بیش از ۱۱۰ نمونه از سازند ساچون و تعدادی محدود از سازند پابده و جهرم برداشت و از آن‌ها تعداد ۱۰۵ برش‌نازک (۶۷ برش‌نازک برش داریان و ۳۹ عدد از برش کوهنجان) تهیه گردید. سپس مطالعه میکروسکوپی برش‌نازک بر اساس مطالعه دانه‌ها (۱۹۶۲) اندازه‌گیری مورفومتریک و آماری (بر روی دانه‌های اسکلتی و غیراسکلتی نمونه‌ها و فراوانی فسیل‌های شناسایی شده، انجام گرفت. جهت شناسایی محتوای فسیلی سازند ساچون از مطالعات لوبلیک و الگرت (۲۰۰۱)، مرسی و همکاران (۲۰۰۱)، زامبتکیاس-لکاس و کمربیدو (۲۰۰۶) و پرومولی سیلوا و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شده است. پس از مطالعات

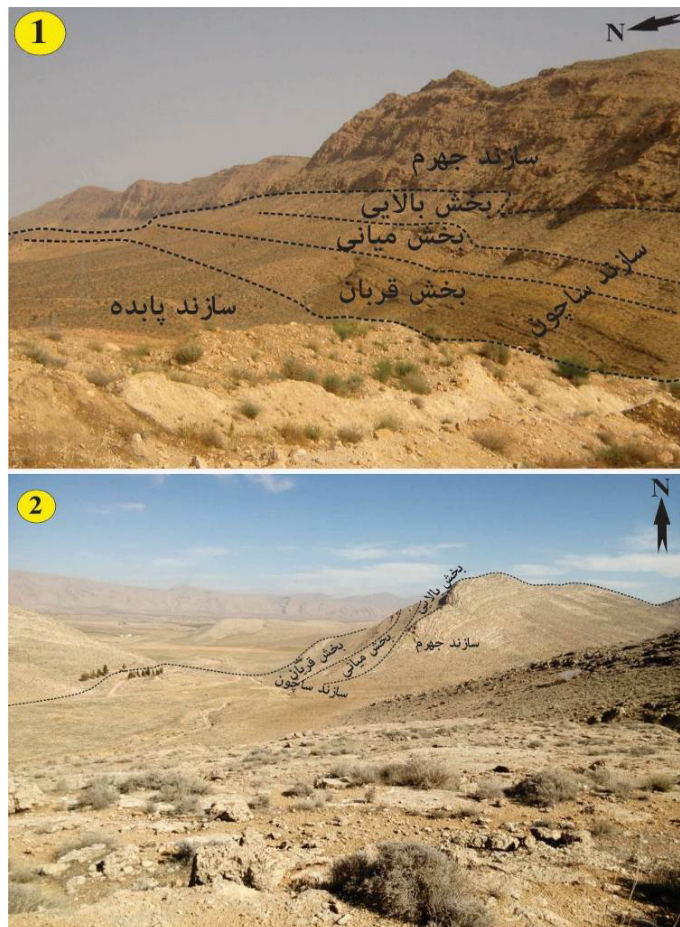
میکروسکوپی و شناسایی میکروفونای مقاطع، خصوصیات پالئوآکولوژی منطقه مورد نظر مشخص و تغییرات پالئوآکولوژی بررسی گردید.

سنگ‌چینه‌نگاری

سازند ساچون در هر دو برش مورد مطالعه از سه واحد سنگی تشکیل شده است. واحد اول شامل بخش قربان و در برش داریان و کوهنجان به ترتیب به ضخامت ۲۰ و ۱۵ متر می‌باشد. بخش قربان در برش داریان عمدتاً از توالی آهک خاکستری، متوسط لایه و حاوی خرده‌فسیل فراوان و با میان لایه‌های ماسه‌سنگ آهکی و شیل می‌باشد. بخش قربان در برش کوهنجان با فراوانی بیش‌تر خرده فسیل، برجستگی بیش‌تر و ضخامت کمتر نسبت به برش داریان رخنمون دارد. واحد میانی در برش داریان با ضخامت ۴۲ متر و ۱۷ متر در برش کوهنجان و با توالی

خاکستری رنگ و در تناوب با آهک دولومیتی می‌باشد. عمده تفاوت لیتولوژی واحدهای فوق در ضخامت و برجسته بودن درصد فراوانی خرده‌فسیل‌های مختلف می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۴).

آهک خاکستری روشن، ضخیم لایه و با میان لایه‌های آهک شیلی و شیل در هر دو برش رخمون دارد. واحد بالایی در برش داریان و کوهنجان به ترتیب با ضخامت ۱۶ و ۲۲ متر و از توالی آهک متوسط تا ضخیم لایه و



شکل ۳. نمای کلی از سازند ساچون و مرز پایین و بالای آن در دو برش مورد مطالعه، (۱) برش کوهنجان، (۲) برش داریان.

سازند ساچون در منطقه مورد مطالعه شامل دو بایوزون می‌باشد.

بایوزون ۱: این بایوزون شامل بخش قریان و واحد سنگ چینه‌ای میانی در برش داریان (۵۳ متر) و شامل واحد سنگ‌چینه‌ای میانی و بالایی، به ضخامت ۳۷ متر در برش کوهنجان می‌باشد. ضخامت این بایوزون از برش داریان به طرف برش کوهنجان کاسته شده است. روزنبران و دیگر فسیل‌های شناخته شده (شکل ۴) در این بایوزون عبارت است از: *Miscellanea sp.*, *Sakesaria sp.*, *Furcoporella sp.*, *Lockhartia sp.*, *Distichoplax biserialis*, *Sakesaria sp.*, *Clypeina sp.*, *Alveolina sp.*, *Discocyclus sp.*, *miliolids*, *ostracoda*, *gastropod*, *echinoid*, *algal debri*,

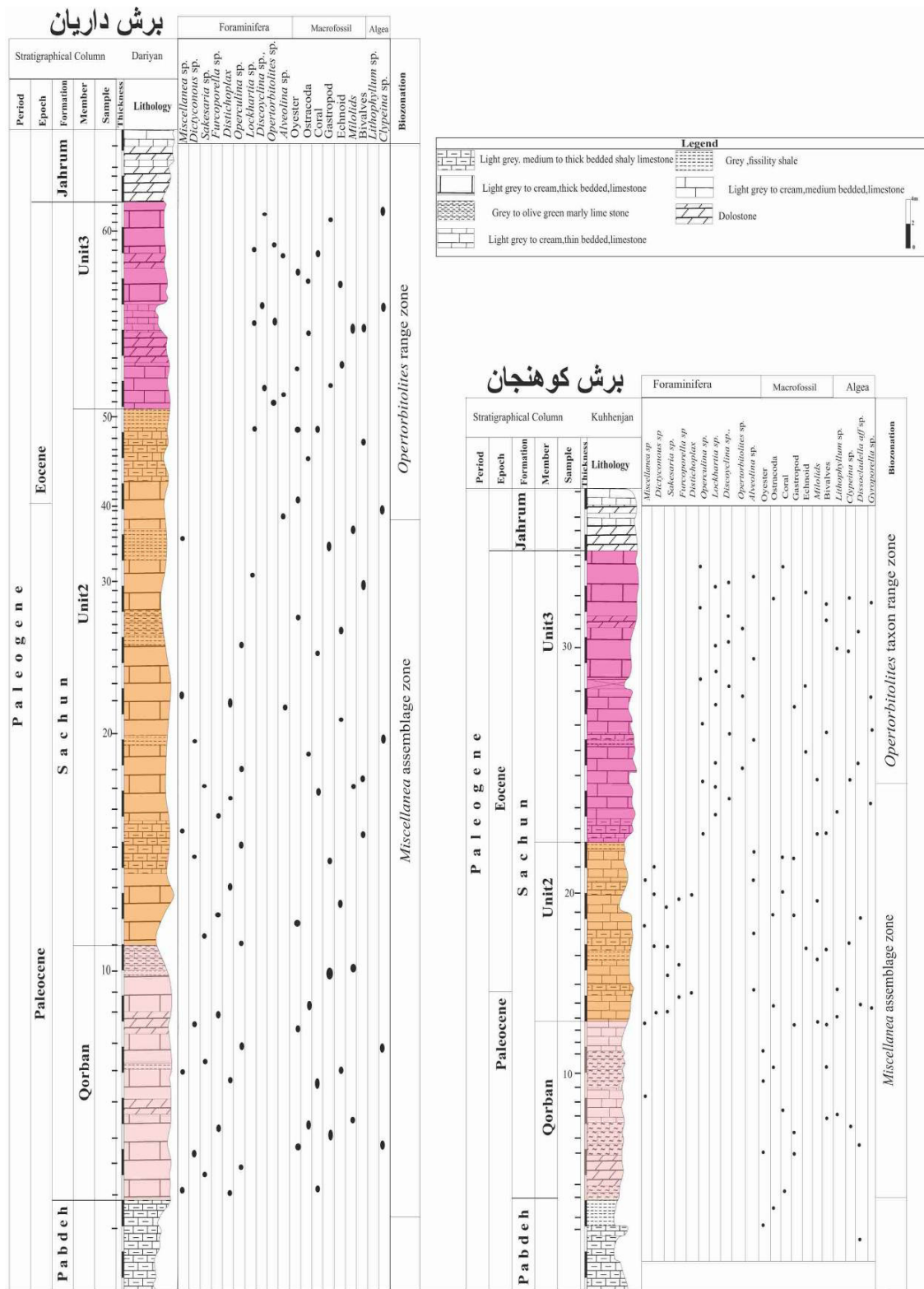
ریزیزست‌چینه‌نگاری و تعیین سن سبی نهشته‌های

مورد مطالعه

بررسی محتوای زیستی سازند ساچون در برش‌های مورد مطالعه بیانگر فراوانی و تنوع گونه‌های برخی فسیل‌ها نظیر روزنبران و جلبک‌ها است از آنجائی که روزنبران پلانکتونی در نهشته‌های این سازند کمیاب هستند، بنابراین در این مطالعه به معرفی روزنبران کفزی بزرگ در سازند ساچون پرداخته شده است. مهم‌ترین روزنبران کفزی سازند ساچون در برش‌های مورد مطالعه شامل خانواده روتالیده و میلیولیده و همچنین جلبک‌های *Clypeina sp.*, *Dissocladella sp.*, *Lithophyllum sp.*, *Gyroporella sp.* است. با توجه به محتوای فسیلی،

بر اساس محتوای فسیلی و مقایسه با یوزون های و ایند
 assemblage zone و دارای سن ابتدای پالئوسن-ابتدای
 ائوسن می‌باشد.

این با یوزون عبارت است از: *Miscellanea* (۱۹۶۵)



شکل ۴. ستون سنگ چینه‌نگاری و ریزبست‌چینه‌نگاری در دو برش مورد مطالعه

اکولوژیکی و مشارکت در تشکیل توده‌های کربناته از جمله ریف‌ها دارند در تحلیل‌های رخساره‌ای از اهمیت فراوانی برخوردارند (فلوگل، ۲۰۱۰) به همین دلیل از دیرباز به عنوان فاکتورهای مناسبی برای تعیین شرایط اکولوژیکی و محیط دیرینه رسوبات مورد توجه قرار گرفته‌اند (دراگستان و هریگ، ۲۰۰۷). جلبک‌های آهکی در رسوبات دریایی فراوان هستند و عوامل اکولوژیکی مختلفی از قبیل فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی از جمله عمق، ورود مواد تخریبی به حوضه، شوری و درجه حرارت، بر روی پراکندگی آن‌ها تأثیر می‌گذارد (ویلسون، ۱۹۷۵). با افزایش یا کاهش هریک از فاکتورهای ذکر شده، از تنوع و فراوانی جلبک‌ها در رسوبات کاسته شده و یا رسوبات از وجود آن‌ها تهی می‌گردد (ویلسون، ۱۹۷۵).

بررسی دیرینه بوم‌شناسی فونای سازند ساچون در گستره مورد مطالعه

روزنبران کفزی بزرگ در طیف وسیعی از محیط‌های کم عمق یا نریتیک زیست می‌کنند و شرایط زیست آن‌ها از مهم‌ترین عوامل در تعیین محیط ته‌نشینی آن‌ها می‌باشد، با این وجود و با توجه به حساسیت این گروه به تغییر شرایط محیط، بازسازی شرایط زیست دیرینه با استفاده از توزیع رسوبی آن‌ها امکان‌پذیر است (پول و همکاران، ۲۰۱۹؛ رومر و همکاران، ۲۰۰۲؛ فارمنی و همکاران، ۲۰۲۰). گسترش و پراکندگی روزنبران کفزی و جلبک‌ها تحت تأثیر فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی است که از جمله آن‌ها می‌توان به دما، نور، شوری آب و انرژی محیط اشاره نمود، هر چند که ممکن است یک فاکتور مهم‌تر از سایر عوامل باشد (موری، ۲۰۱۳). در این پژوهش با استفاده از محتوای فسیلی سازند ساچون، تأثیر عوامل مختلف محیطی نظیر میزان اکسیژن، مواد مغذی، کف بستر، دما، عمق، نور، فرآیند همزیستی، شوری و انرژی هیدرودینامیکی که بر نحوه زیست موجودات و گسترش آن‌ها تأثیر دارد مورد مطالعه قرار گرفته، تا به بازسازی محیط دیرینه کمک کند.

بایوزون ۲: این بایوزون در برش داریان به ضخامت ۲۵ متر و شامل واحد سنگی دوم و سوم می‌باشد. در برش کوهنجان به ضخامت ۲۰ متر و شامل واحد سنگ‌چینه‌ای دوم می‌باشد. محتوای فسیلی این بایوزون عبارت است از: *Opertorbitolites sp.*, *Dictyoconus sp.*, *Alveolina Discoyclina sp.* این بایوزون معادل با بایوزون *Opertorbitolites Range zone* در طبقه‌بندی وایند (۱۹۶۵) هست. با توجه به اجتماع فسیلی در این بایوزون سن آن ائوسن زیرین می‌باشد. در گستره مورد مطالعه واحد سنگ‌چینه‌ای بالایی این بایوزون توسط سازند چهارم پوشیده شده است. نتیجه اینکه سازند ساچون در مناطق مورد مطالعه دارای سن پالتوسن- ائوسن زیرین (اپیزین) می‌باشد.

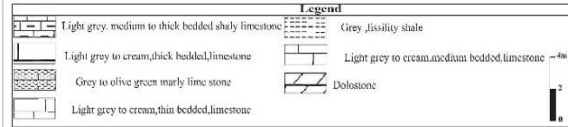
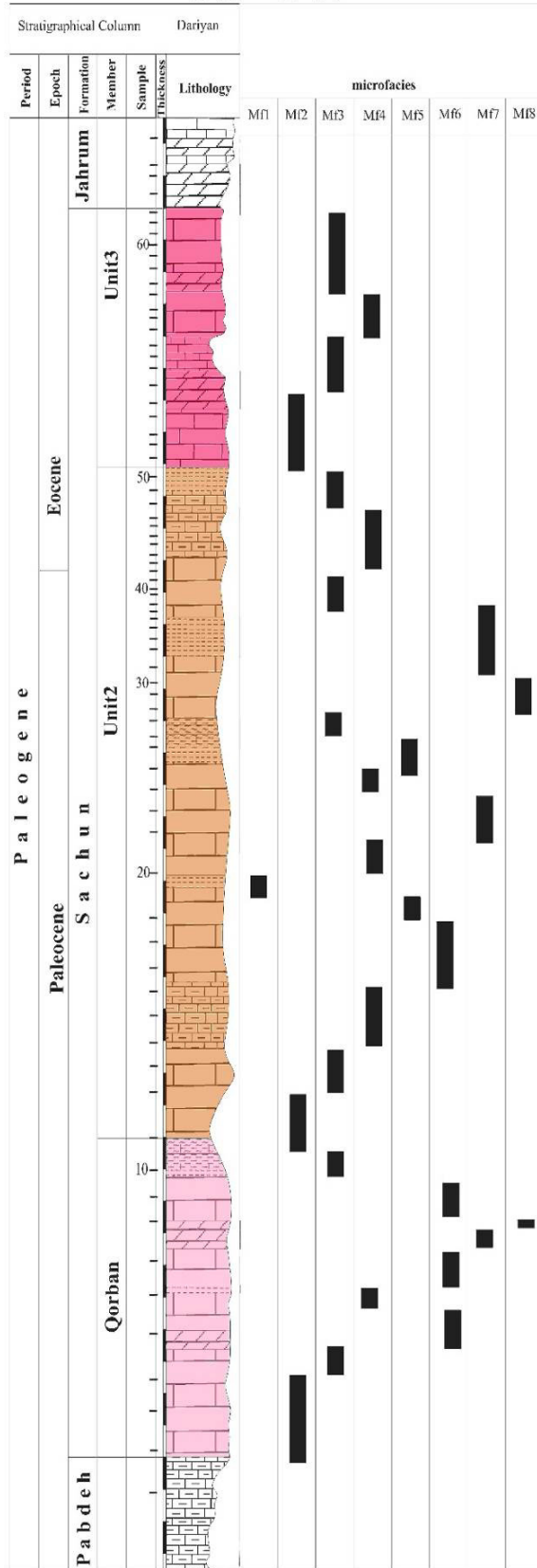
تجزیه و تحلیل کلی محیط دیرینه سازند ساچون در مناطق مورد مطالعه

نتایج مطالعات ریزرخساره‌ای سازند ساچون در گستره مورد مطالعه منجر به شناسایی رخساره‌هایی شد که در جدول ۱ به آن اشاره شده است. با توجه به فونای موجود در رخساره‌های فوق و زمینه هر یک از این رخساره‌ها و نبود رخساره‌های تبخیری می‌توان نتیجه گرفت که سازند ساچون در یک دریای کم عمق متصل به ساحل نهشته شده است (جدول ۱ و شکل ۵). مطالعات تغییرات سطح آب دریا یک روند افزایش عمق در طی ائوسن را نشان می‌دهد. با مقایسه سیکل‌های رسوبی بر اساس مشاهدات صحرایی و آزمایشگاهی در این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که نهشته‌های آواری سازند ساچون در منطقه مورد مطالعه مسافت بیشتری از منشأ رسوبات فوق را طی کرده است. روتالیده و میلیولیده در مقاطع مورد مطالعه از فراوانی بیشتری نسبت به سایر روزنبران برخوردارند. این گروه از روزنبران در محیط‌های خیلی کم عمق با شوری نسبتاً بالا در محیط‌های لاگونی (عمدتاً در قسمت محافظت شده) و هم‌چنین در قسمت‌های جلو ریف جایی که رسوبات دانه‌ریز وجود دارند یافت می‌شوند (عارفی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳؛ نجفی و همکاران، ۲۰۱۴). میلیولیده‌ها همانند انواع امروزی محدود به محیط لاگونی، کم عمق و الیگوتروفیک می‌باشند (فلوگل، ۲۰۱۰) (شکل ۸). جلبک‌ها به دلیل نقش مهمی که در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری، بازسازی محیط دیرینه شرایط

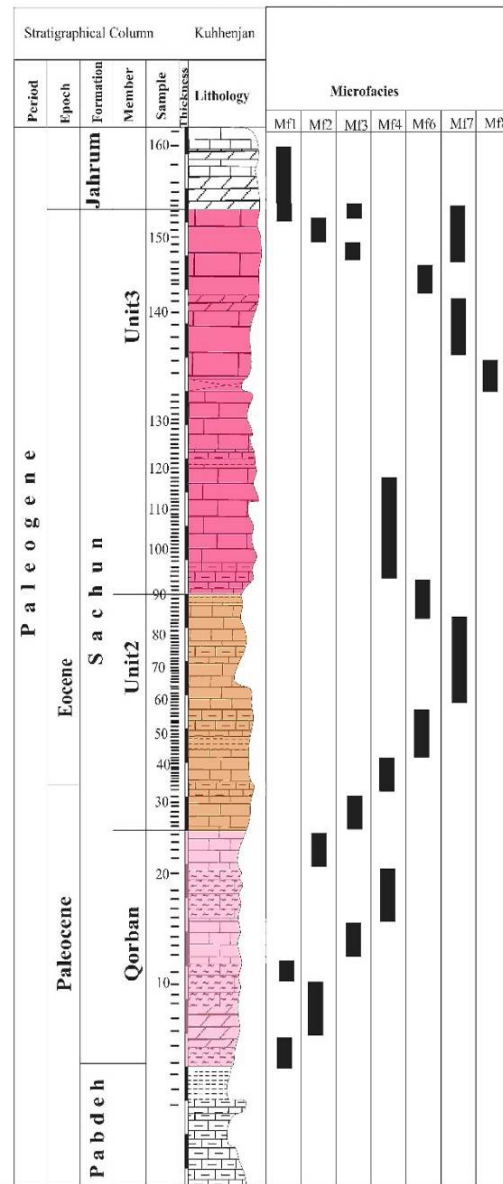
جدول ۱. رخساره‌ها، ریزرخساره‌ها و محیط نهشته شدن سازند ساچون در دو برش مورد مطالعه

کد	رخساره و ریز رخساره	دانه های اسکاتی	دانه های غیر اسکاتی	شکل لایه	سطح انرژی	محیط رسوبی	کوشنجان	داریان
M11	ماسنون با فایرک فسترال	خرده فیسل	رگه کلسیت	سنگ آهک با ساین لایه های شیلی	بالا	چذروندی به طرف سد بایوکلاستی	✓	✓
M12	نولوماسنون	خارپوست، درگه ای و خرده فیسل <i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Textularia</i> sp., <i>Operorbitholites</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Rotalia</i> <i>trichidiformi</i> .		لایه	بالا تا متوسط	چذروندی	✓	✓
M13	شیل و مارن	مرجان، خارپوست، درگه ای و خرده فیسل نامشخص. <i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Textularia</i> sp., <i>Coskinolina</i> , <i>Clypeina</i> aff. <i>haglani</i> , <i>Rotalia</i> sp., <i>Vabulina</i> sp., <i>daviesina iranica</i> n.sp., <i>Sisitanites</i> sp., گاسترپود، درگه ای و خرده فیسل نامشخص.	پلویند	شیل	متوسط تا پایین	چذروندی به سوی لاگون	✓	✓
M14	بایوکلاست، میلیولیده و کستون/پکستون	<i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Operorbitholites</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Rotalia</i> <i>trichidiformi</i> , <i>Globorocoida uncinata</i> , <i>Lithophyllum</i> , <i>Clypeina</i> aff. <i>dragostani</i> , <i>Clypeina</i> aff. <i>haglani</i> , <i>Cymopolia sayavanti</i> , <i>Vanitia anatolica</i> , <i>Rotalia</i> sp., <i>Orbitholites</i> sp., <i>Vabulina</i> sp., <i>pseudolitonella</i> , <i>Mandanelia iranica</i> n. sp., <i>Sisitanites</i> sp., <i>Mandanelia presica</i> n. gen., <i>Spirolina</i> .		لایه	پایین	لاگون محصور	✓	✓
M15	بایوکلاست پلویند پکستون	<i>Milohid</i> , <i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Textularia</i> sp., <i>Operorbitholites</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Rotalia</i> <i>trichidiformi</i> , <i>Coskinolina</i> , <i>pseudolitonella</i> , <i>daviesina iranica</i> n. gen. and fossil debris.	پلویند	لایه	پایین	لاگون محصور	✓	✓
M16	بایوکلاست ماسه ای پکستون/گرینستون	<i>Rotalia</i> sp., <i>Orbitholites</i> sp., <i>Vabulina</i> sp., <i>pseudolitonella</i> , <i>Mandanelia presica</i> n. gen., <i>Spirolina</i> .	کوارتز و ماسه	لایه	متوسط	چلر لاگون به طرف سد بایوکلاستی	✓	✓
M17	الئید بایوکلاست گرینستون	<i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Textularia</i> sp., <i>Operorbitholites</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Rotalia</i> <i>trichidiformi</i> , <i>Spirolina</i> and fossil debris.	الئید	لایه های نوبولار با شیل	بالا	سد بایوکلاستی	✓	✓
M18	بایوکلاست پکستون/رکستون	<i>Micellanea</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Textularia</i> sp., <i>Operorbitholites</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Rotalia</i> <i>trichidiformi</i> , <i>Spirolina</i> and fossil debris.		لایه	پایین	دریای کم عمق	✓	✓

برش داریان



برش کوهنجان



شکل ۵. ستون سنگ‌چینه‌نگاری و رخساره سازند ساچون در دو برش مورد مطالعه

نور

مواد غذایی

به‌طور کلی مواد مغذی به مواد غیرآلی محلول در آب دریا (مانند نیترات و فسفات) که میزان دسترسی به آن محدودیت زیستی ایجاد می‌کند، اشاره دارد (برایسر، ۱۹۹۵). در مناطقی که میزان مواد مغذی بیش‌تر بوده، اندازه جانداران کوچک‌تر شده و در نتیجه رقابت بیش‌تر می‌شود (اگزینگ و همکاران، ۲۰۱۸). به‌طوری که در بخش قربان (ابتدایی) به دلیل ورود مواد آواری، فونای با صدف کشیده نظیر *Orbitolites sp.*, *Valvulina sp.* کاهش یافته و در عوض میزان گاستروپود، خارپوست و مرجان‌های منفرد و دوکفه‌ای به وفور دیده می‌شود. بخش قربان به دلیل افزایش آب‌های جاری حاوی مواد آواری یا چرخه‌های آب‌های بالارونده باعث افزایش تمرکز موجودات پلاژیک در ستون آب شده و میلیولید و روزنبران روتالید کوچک دیده شده و نشان از سطح بالای مواد غذایی است. در بخش دوم و سوم روزنبران بزرگ (*Opertorbitolites sp.*, *Idalina sp.*, *Lithophyllum sp.*) جایگزین روزنبران کوچک می‌شوند (شکل ۷-۱ و ۲). بنابراین با افزایش مواد غذایی نفوذ نور به عنوان عامل محدود کننده در کف بستر برای حیات اجتماعات کفزی کاهش می‌یابد و محدود به حداکثر چند متر از ستون آب می‌شود (برنادو و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین شرایط زیست در بخش قربان به دلیل محتوای فسیلی یعنی شرایط یوتروفیک و در دو بخش دیگر سازند ساچون به دلیل کاهش ورود مواد آواری شرایط برعکس شده و شرایط الیگوتروفیک به وجود آمده است. در برش داریان میزان ورود مواد آواری کمتر بوده از این رو در این برش شرایط بیش‌تر مزوتوفیک تا الیگوتروفی در سازند ساچون برقرار بوده است.

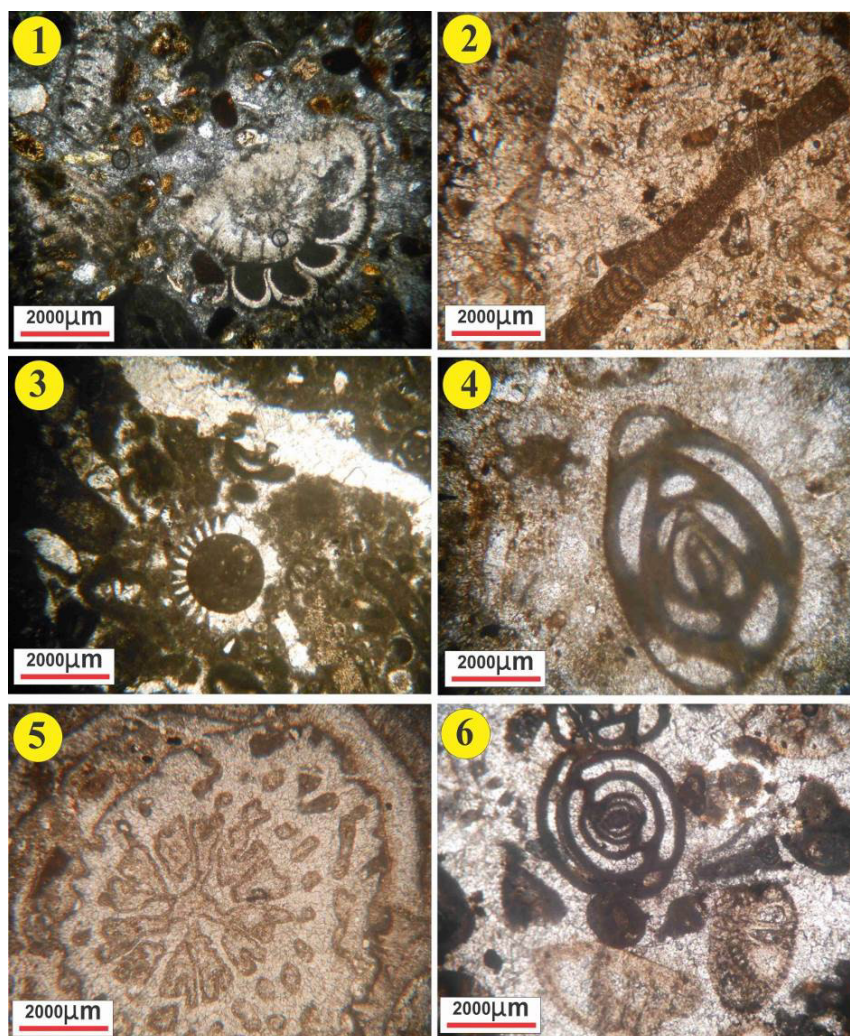
درجه حرارت

روزنبران بزرگ دارای همزیست به میزان زیادی قادر به سازگاری با محیط‌های گرم و شرایط الیگوتروفی (کمبود مواد غذایی در محیط) بوده و فقط در چنین شرایطی به خوبی رشد می‌کنند (بیونگتن-پنی و راسی، ۲۰۰۴). روزنبران همزیست‌دار مجبور به زیست در محدوده دمایی هستند که جلبک‌های همزیست‌شان در آن دما بتواند زندگی کند (بیونگتن-پنی و راسی، ۲۰۰۴). روزنبران کفزی همچون میلیولیده‌ها که میزان جلبک‌ها هستند

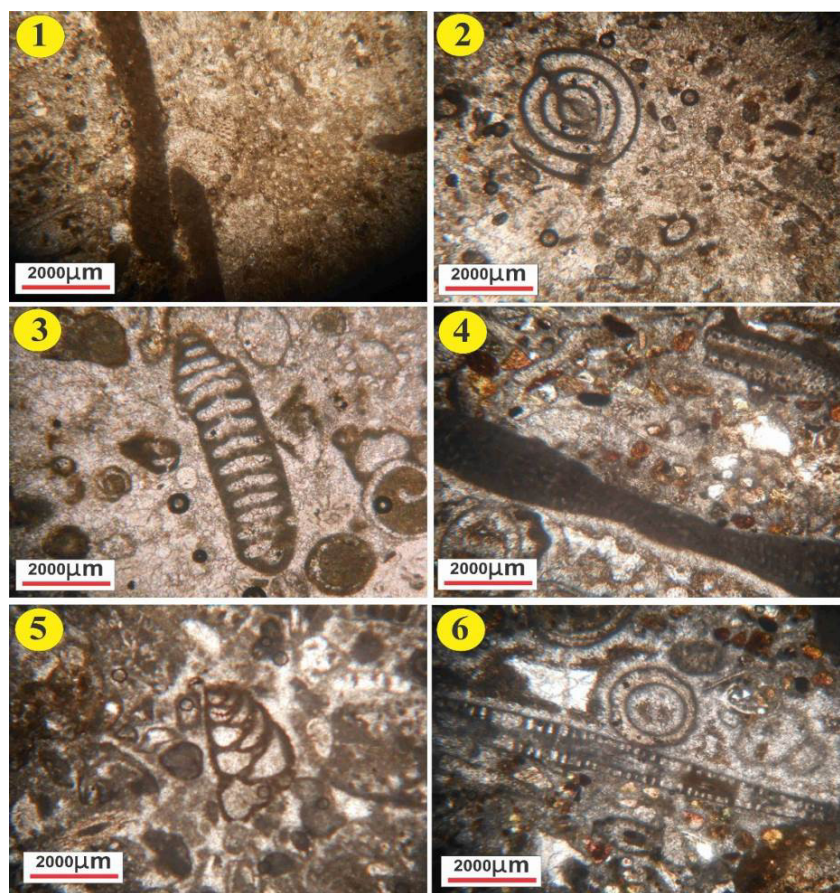
توزیع روزنبران طی تغییرات شدت نور ممکن است به سمت اعماق آب، تحت تأثیر تمرکز مواد غذایی یا دما قرار گیرد و به سمت سطح، با تغییرات انرژی آب، با فتوسنتز و یا درجه‌ی شوری بالا همراه گردد (هالکوک، ۱۹۹۹). تغییر فونای روزنبران بزرگ، از پورسلانوز بدون منفذ تا هیالین منفذدار با کاهش شفافیت آب صورت می‌گیرد (باراتولو و همکاران، ۲۰۰۷). تجمع جلبک‌ها با روزنبران بزرگ همچون *Micellanea sp.*, *Daviesina*، *iranica*, *Lithophyllum sp.*، محدوده آب‌های الیگوفوتیک می‌باشد (باراتولو و همکاران، ۲۰۰۷) (شکل ۶-۱ و ۲). روزنبران کفزی بزرگ که دارای همزیست جلبکی هستند به منظور استفاده از میزان کم نور در این محدوده، مورفولوژی پوسته خود را برای حداکثر جذب نور تطبیق و پهن‌تر و نازک‌تر می‌شوند (اگزینگ و همکاران، ۲۰۱۸). این زون در سازند ساچون با حضور جلبک‌های *Clypeina sp.* و روزنبران کفزی بزرگ و کشیده در واحد دوم و سوم سازند ساچون مشاهده می‌شود (شکل ۶-۳). حضور روتالیده‌ها و جنس‌های مختلف از جلبک‌ها بیانگر نفوذ نور کم (حدود ۵ درصد) در سطح است (بیونگتن-پنی و راسی، ۲۰۰۴) که در سازند ساچون مشاهده می‌شود. در محدوده زون مزوفوتیک، روزنبران با دیواره‌ی هیالین با اشکال متورم و لنزی شکل حضور دارند، امکان حضور روزنبران پورسلانوز نیز وجود دارد (اگزینگ و همکاران، ۲۰۱۸) (شکل ۶-۲). با توجه به این توضیحات، می‌توان حضور روزنبران کفزی (*Quinqueloculina sp.*) را در یک محیط مزوفوتیک با انرژی کافی آب در نظر گرفت (شکل‌های ۶-۴). حد پایین این زون به حضور مرجان منفرد در بخش قربان بوده است که در سازند ساچون در گستره مورد مطالعه مشاهده می‌شود (شکل ۶-۵). حضور روزنبران پورسلانوز بزرگی همچون *Quinqueloculina sp.*، *Opertorbitolites sp.* گویای ته‌نشست آن‌ها در زون یوفوتیک است (شکل ۶-۶). اجتماع روزنبران همچون میلیولید شاخص محیط‌های یوفوتیک، شفاف و کم عمق می‌باشند (برنادو و همکاران، ۲۰۰۹). حضور مرجان‌های به صورت ریف تکه‌ای با روزنبران پورسلانوز بخصوص میلیولید و حضور جلبک‌ها زون یوفوتیک را نشان می‌دهد (هوهنگر، ۲۰۰۲).

از حلالیت کربنات کلسیم کاسته شده و در نتیجه در آب‌های گرم واقع در عرض‌های جغرافیایی پایین روزنبران کفزی حضور بیش‌تری دارند (فلوگل، ۲۰۱۰). بنابراین بر اساس شرایط مورد اشاره می‌توان کاهش دما را برای رژیم غذایی از الیگوتروفیک به یوتروفیک یعنی میزان دما در هنگام نهشته شدن بخش قربان به مراتب کمتر از شرایط نهشته شدن بخش دوم و سوم در گستره مورد مطالعه بوده است. از طرفی مطالعات صورت گرفته در بر روی توالی معادل سازند ساچون در صفحه عربی حاکی از این است که در پالئوسن-ائوسن آب و هوا در مجموع گرم‌تر از امروز بوده است (لوکلی و همکاران، ۲۰۲۰).

به دما و شوری مورد نیاز جهت فعالیت جلبک همزیستان وابسته می‌باشند (بیوینگتن- پنی و راسی، ۲۰۰۴) (شکل ۷-۳). در واقع باید اشاره نمود که روزنبران بزرگ کفزی شاخص آب و هوای حاره‌ای تا نیمه‌حاره‌ای، با دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد، در ماه‌های گرم سال زیست می‌کنند (کوزویک، ۲۰۰۴). روزنبران بزرگی همچون *Spirolina sp.* و *Orbitolites sp.* از مهم‌ترین عناصر اکولوژیکی هستند که در محیط‌های حاره‌ای گرمسیری تا نیمه‌گرمسیری و در شرایط الیگوتروفی تا مزوتروفی در سراسر محدوده اقیانوس زندگی می‌کنند (فول و همکاران، ۲۰۱۸) (شکل ۷-۳ و ۳). با افزایش دما



شکل ۶. تصاویر میکروسکوپی (۱) تجمع روزنبران منفذدار (روتالیده) و جلبک در زون الیگوتوفیک در ریزرخساره *mf6* (۲) *sp.* *Lithophyllum* مشاهده شده در زون الیگوتوفیک در ریزرخساره *mf4* (۳) *Clypeina sp.* مشاهده شده در ریزرخساره *mf8* در زون الیگوتوفیک. (۴) *Quinqueloculina sp.* مشاهده شده در زون مزوتوفیک در ریزرخساره *mf5* (۵) مرجان منفرد در زون یوفوتیک در ریزرخساره *mf3* (۶) *Idalina sinjarica* در زون یوفوتیک در ریزرخساره *mf5*



شکل ۷. تصاویر میکروسکوپی (۱) *Opertorbitolites sp.* در بخش بالایی بخش قربان که نشان از افزایش مواد غذایی در ریزرخساره *mf4* (۲) *Idalina antiqua* در بخش میانی از سازند ساچون که حاکی از افزایش مواد غذایی در ریزرخساره *mf7* (۳) *Spirolina sp.* و دیگر خرده فسیل‌ها و دوکفه‌ای در ریزرخساره *mf4* در بخش بالایی در شرایطی که دمای محیط حاره‌ای بوده است. (۴) *Orbitolites sp.* در ریزرخساره *mf6* در بخش قربان. (۵) تجمع روزنبران منفذدار و بدون منفذ در شرایط لاگون نیمه‌محصور: شوری ۴۰ - ۵۰ *psu* در برش داریان و (۶) تجمع روزنبران منفذدار در شرایط نرمال دریای باز: شوری بیش از ۵۰ *psu* برش کوهنجان در ریزرخساره *mf2* و *mf3*.

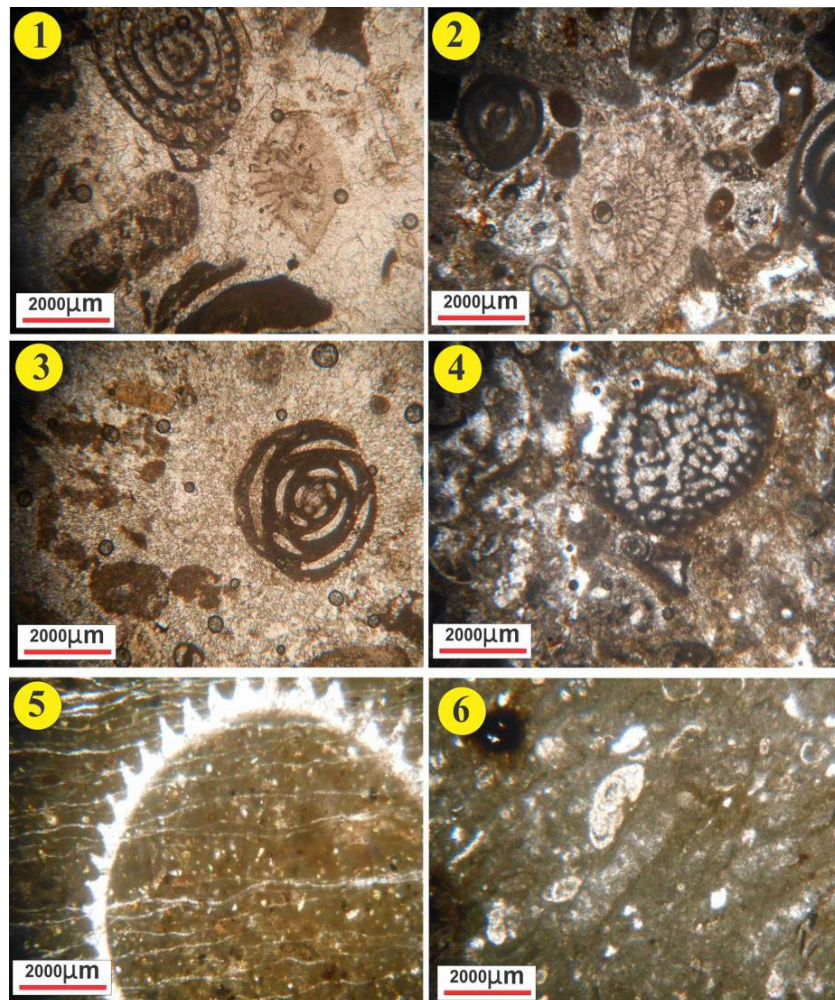
شوری

محدوده زیستی آن‌ها می‌شود (فلوگل، ۲۰۱۰). در چنین شرایطی با افزایش شوری، همیافتی روزنبران‌های کوچک هیالین همراه با روزنبران‌هایی با دیواره پورسلانوز (*Micellanea sp.*, *Opertorbitolites sp.*)، *Quinqueloculina sp.* مشهود می‌شود (شکل ۸-۱ و ۲ و ۴). این روزنبران در بخش میانی و در ابتدای بخش بالایی برش مورد مطالعه حضور دارند. در محیط‌هایی با درصد شوری بالا فقط روزنبران با دیواره پورسلانوز دیده می‌شوند (فلوگل، ۲۰۱۰). حضور تعداد زیادی از روزنبران با دیواره پورسلانوز نظیر *Idalina sp.*، *Opertorbitolites sp.* در واحد سنگی بالایی هر دو برش مورد مطالعه دیده می‌شود (شکل ۷-۲). به طوری که این اجتماعات، محیط لاگون را اشغال نموده‌اند (ویلسون، ۱۹۷۵). بخش قربان در برش‌های مورد مطالعه دارای

درصد بالای شوری آب عامل محدودکننده‌ای برای توزیع روزنبران‌های بزرگ می‌باشد به طوری که شوری زیاد مانع رشد و تکامل آن‌ها می‌شود، اما مقدار متوسط آن تأثیر چندانی ندارد (کوزویک، ۲۰۰۴). موجودات دریایی بر مبنای میزان تحمل آن‌ها در مقابل شوری، محدوده‌ی خاصی از محیط‌های دریایی را اشغال می‌کنند (فلوگل، ۲۰۱۰). در محیط‌هایی با شوری پایین آب روزنبران با تنوع کم و صدف‌هایی نازک و کوچک حضور دارند. در شوری نرمال دریایی روزنبران کفزی با اندازه بزرگ و کشیده در شرایط استنوهالین (محدوده‌ی شوری ۳۵ تا ۴۵ درصد) دیده می‌شوند (هالوکک و گلن، ۱۹۸۶). تغییر در میزان شوری آب غیر از موجودات که تحمل شوری بالا را دارند، باعث نابودی دیگر موجودات و یا جابجایی در

در بخش دوم و سوم واحد سنگی سازند ساچون در گستره مورد مطالعه را تعیین می‌کند (شکل ۷). محدوده فوق منعکس‌کننده شوری بالا با حضور *Quinqueloculina sp.* از فوناهای غالب در لاگون نیمه محصور می‌باشد.

روزنبران‌های هیالین مانند روتالیدها همراه با خرده‌هایی از دوکفه‌ای‌ها، خارپوست و گاستروپود و ورود مواد آواری گوپای چنین محدوده‌ای از نور و شوری psu ۴۰ - ۳۴ می‌باشند (شکل ۷-۵). حضور فراوان روزنبران پورسلانوز، حضور روزنبران آگلوتینه یا خرده‌های اکیئوئید و یک افزایش تنوع در دانه‌های بیژنیک در شوری psu ۵۰ - ۴۰



شکل ۸. تصاویر میکروسکوپی (۱) *Micellanea iranica* در ریزرخساره *mf5* در بخش‌های بالایی هر دو برش. (۲) *Micellanea minuta* در ریزرخساره *mf4* و در شرایط لاگون. (۳) *Quinqueloculina sp.* در ریزرخساره *mf5* در شوری نرمال. (۴) *Coskinolina sp.* در ریزرخساره *mf4* (۵) *Clypeina aff. dragastani* در ریزرخساره *mf2* مربوط به محیط لاگون و (۶) ریزرخساره *mf5* در برش کوهنجان، در شرایط زون غذایی یوتروفی و نشان از شرایط لاگون می‌باشد.

۲ و ۳-۶). بر این اساس، بررسی توالی سنگی سازند ساچون در ناحیه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در بخش قربان با حضور روزنبران و روتالیدهای کوچک (*Micellanea sp.*, *Rotalia trochidiformis*)، شرایط یوتروفیک، مواد غذایی کم و اکسیژن زیاد فراهم بوده و به تدریج در بخش دوم و سوم واحد سنگی سازند ساچون

میزان اکسیژن

در شرایط الیگوتروفیک، عمق زندگی به شرایط بالای اکسیژن و مواد غذایی کم محدود می‌شود و گونه‌های ایبی‌فونا فراوان هستند در شرایط یوتروفیک مواد غذایی بالا و مقدار اکسیژن پایین است و گونه‌های این فونا فراوان هستند (هورنی و بیوتل، ۲۰۱۹) (شکل ۶-۱ و ۶-۲)

گل زیست و در محیط لاگون با انرژی نسبتاً بالا یافت می‌شوند.

فرآیند همزیستی

بسیاری از روزنبران بزرگ همزیست جلبکی دارند و دارای ساختار اسکلتی تکامل‌یافته‌تری نسبت به روزنبران غیرهمزیست‌دار هستند. این روزنبران به دلیل داشتن همزیست جلبکی شکل صدف و آرایش حجرات خود را تغییر داده تا نیاز به نور جلبک همزیست مرتفع شود (گیل، ۲۰۰۰). بیش‌تر همزیستی‌ها در شرایط فقیر از مواد مغذی تکامل می‌یابند (ماسکاتین و پورتر، ۱۹۹۷). هم‌چنین همزیستی عامل مؤثر در تکامل و ایجاد گروه‌های متفاوت و پیچیده روزنبران بزرگ از اجداد ساده‌تر است (گیل، ۲۰۰۰). بسیاری از روزنبران بزرگ، میزبان همزیست جلبکی هستند که قادرند از قسمت‌های مختلف طیف نوری که در حجم ستون آب به قسمت‌های عمیق‌تر نفوذ می‌کند، استفاده کنند (گیل، ۲۰۰۰) (شکل ۹-۲). از آنجا که عمق نفوذ نور برای جذب توسط جلبک‌ها متفاوت می‌باشد، روزنبران نیز اعماق مختلفی را در مناطق نورانی اشغال می‌نمایند (هوتینگر، ۱۹۹۳). پوسته‌های *Orbitolites* با دیواره ورقه‌ای و منفذدار، جانبی نشانگر زندگی همزیست بوده و ستونک‌های بین حجرات جانبی همانند عدسی‌های نوری عمل کرده و نشانگر منافذ نوری عمیق‌اند از این‌رو شکل کشیده صدف *Opertorbitolites* در رسوبات سازند ساچون در برش داریان نشانگر مناطق نورانی عمیق‌تر می‌باشد (هوتینگر، ۱۹۹۷) (شکل ۷-۱). در بخش‌های ابتدایی سازند ساچون در برش داریان به سبب ورود مواد آواری، مواد غذایی زیاد شده و به تدریج شرایط به یوتروفی تغییر کرده و فوناهای با صدف کشیده نظیر *Orbitolites* که دارای همزیست جلبکی بوده و در شرایط الیگوتروفی می‌زیسته‌اند، در بخش دوم واحد سنگی مشاهده می‌شود (شکل ۹-۳).

عمق

تغییر عمق با ایجاد شیب بوم‌شناختی باعث ایجاد گوناگونی در شکل روزنبران بزرگ کفزی می‌شود (رومرو، ۲۰۰۲) (شکل ۸-۶). روزنبران با دیواره پورسلانوز در اعماق کم فراوان می‌باشند و با افزایش عمق

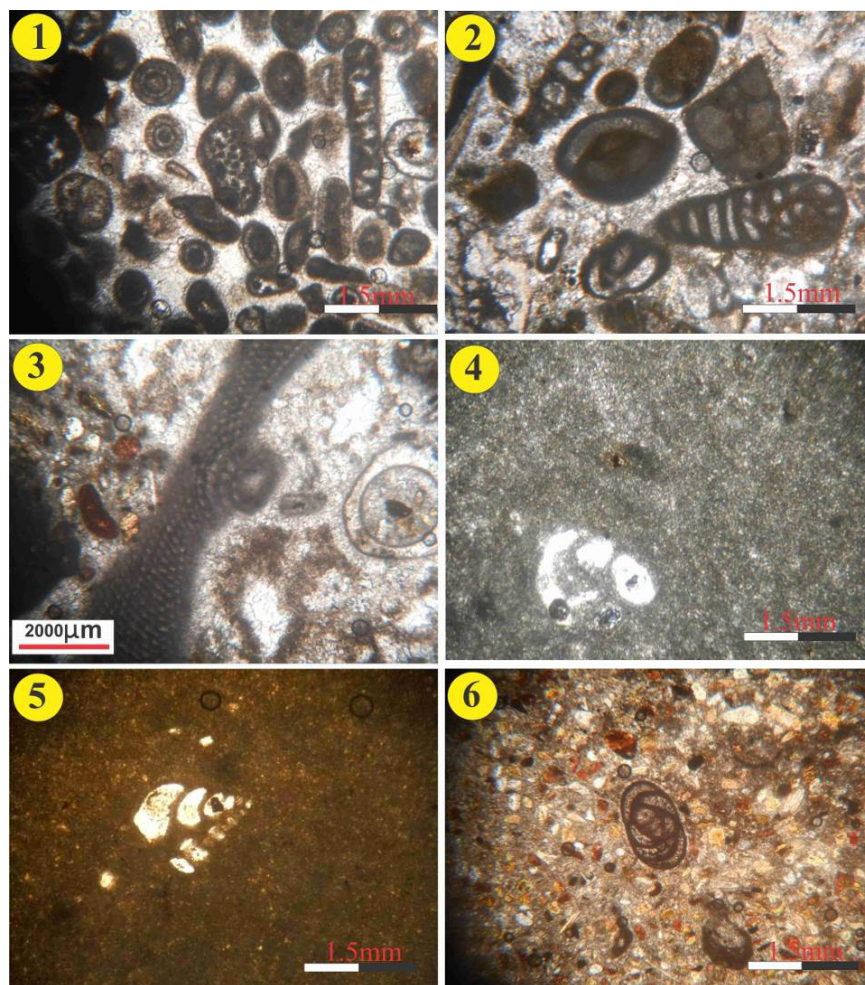
به شرایط مزوتروفیک و الیگوتروفیک، مواد غذایی بالا و مقدار اکسیژن کم تبدیل شده است (شکل ۶-۴). هم‌چنین تحرک آب و تأثیر آن در میزان درصد اکسیژن باعث شده تا شکل پوسته باعث به وجود آمدن لایه‌های ثانویه در دیواره پوسته روزنبران نظیر *Rotalia trochidiformis*, *Coskinolina sp.* در بخش قربان شود و برعکس در بخش دوم و سوم واحد سنگی که تحرک آب و شدت نور ناچیز باشد سرعت رشد کمتر می‌شود (شکل ۸-۴). از این رو جنس *Rotalia sp.* و جلبک‌های *Clypeina sp.* مربوط به محیط لاگون به طرف سد بایوکلاستی با انرژی متوسط و نور شدید در مقایسه با *Opertorbitolites sp.*, *Idalina sp.* منطقه عمیق‌تر با انرژی کمتر، دارای ضخامت بیش‌تری است (شکل ۸-۵).

کف بستر

روزنبران که بر روی بسترهای دانه‌درشت زندگی می‌کنند، صدف‌های ضخیم‌تر و شکل دوکی محدب‌الطرفین دارند و به‌وسیله سطح زیرین صاف و یا محدب خود، به بستر متصل می‌شوند. با وجود این، میلیولیدها موجود در بخش دوم و سوم سازند ساچون محیط‌های کم تلاطم با بستری از رسوبات دانه‌ریز را ترجیح می‌دهند (گیل، ۲۰۰۰). نوع بستر در رخساره‌های حاوی جلبک آهکی اغلب گل آهکی (میکریت) است که نشان‌دهنده یک محیط کم انرژی است (شکل ۸-۶). تقریباً تمامی این جلبک‌ها در رخساره‌های متعلق به لاگون دیده شده‌اند و در بستری کم تلاطم و رسوبات دانه‌ریز زیست می‌کرده‌اند. در کل با توجه به جمیع موارد ذکر شده می‌توان گفت حضور روزنبران‌های بنتیک و جلبک‌سبز، عدم وجود روزنبران‌های پلانکتونیک و وجود لایه‌های الییتی بیانگر حوضه‌ای کم عمق می‌باشد و تنوع خوب فسیل‌ها شرایط مناسب اکولوژیکی را در واحد سنگی دوم و سوم نشان می‌دهد (شکل ۸ و ۹-۱). جنس و گونه‌های یافت شده در بخش قربان به دلیل وجود انرژی بالا و ورود مواد آواری در یک بستر سخت با انرژی بالا را ترجیح می‌دهد در حالی که گونه‌های موجود در بخش دوم و سوم بر روی بسترهای نرم و گلی زندگی می‌کنند و دارای صدف‌های نازک هستند (شکل ۷-۶). هم‌چنین وجود جنس *Orbitolites* بر روی بسترهای فاقد

علاوه بر این از جلبک‌های سنگ‌آهکی به‌عنوان شاخصه‌های عمق‌سنجی در رخساره‌های کرناته، می‌توان در پراکندگی انواع جلبک‌های سنگ‌آهکی نظیر *Clypeina aff. dragastani*, *Clypeina aff. haglani*, *Cymopolia satyavanti* در محیط نهشته شدن سازند ساچون بهره برد. این جلبک‌ها در محدوددهای که عمدتاً حاوی رخساره‌های متعلق به بخش‌های کم عمق لاگونی است، بیش‌ترین گسترش را دارند (فلوگل، ۲۰۱۰). در مجموع حضور جلبک‌های بیش‌تر در برش کوهنجان نسبت به برش داریان نشان‌دهنده کم عمق بودن حوضه رسوبی سازند ساچون در اطراف دریاچه مهارلو است.

از تعداد این نوع روزنبران‌ها کاسته و بر مقدار انواع صدف هیالین افزوده می‌شود (شکل ۷-۶). با افزایش عمق، روزنبرانی با دیواره هیالین تغییر شکل داده به گونه‌ای که در عمق کم، صدف عدسی شکل، ضخیم و متورم دارند و با افزایش عمق، صدف کشیده‌تر و نازک‌تر می‌شود (کوزووویک و همکاران، ۲۰۰۴) (شکل ۷-۵). روزنبران سازند ساچون شکل‌هایی با صدف‌های مستقیم و تروکوسپیرال با حجرات کروی فونای منافذ کم عمق (کمتر از ۵۰ متر) حضور دارند که از آن جمله می‌توان به جنس‌های *Opertorbitolites sp.*, *Idalina sp.*, *Valvulina sp.*, *Pseudolituonella sp.*, *Mandanella presica*, *Spirolina sp.* اشاره نمود (شکل ۷-۱ و ۴).



شکل ۹. تصاویر میکروسکوپی (۱) ریزرخساره mf7 در بخش میانی و بالایی سازند ساچون در هر دو برش که نشان از شرایط سد بایوکلاستی و کم بودن عمق می‌باشد. (۲) همزیستی جلبک و دیگر روزنبران در ریزرخساره mf5 و mf4 (۳) وجود *Orbitolites sp.* در ریزرخساره mf4 (۴) ریزرخساره mf1 که در محیط کم عمق و شرایط پر انرژی در بخش میانی و قربان نهشته شده است. (۵) ریزرخساره mf2 که در ناحیه جذرومدی نهشته شده است. و (۶) ریزرخساره mf6 که در سد بایوکلاستی نهشته شده است.

انرژی و تحرک آب

صدف‌های پهن و بزرگ معمولاً برای نواحی پراثری نامناسباند، زیرا آشفستگی محیط باعث نابودی آن‌ها می‌شود (راسر، ۲۰۰۴). با افزایش عمق از شدت نور و تحرک آب کاسته می‌شود و روزنبران تغییر شکل داده و دارای صدف نازک‌تر می‌شوند و در این حال رشد آن‌ها کندتر و پوسته آن‌ها کشیده‌تر می‌شود و به صورت صدف‌های ضخیم و دوکی دیده می‌شود (سریا-کیال و همکاران، ۲۰۱۶). جایی که تحرک و آشفستگی آب وجود داشته باشد، مانع از کلسیتی شدن شده و در نتیجه روزنبران، دارای صدف ضخیم‌تر، رشد سریع‌تر و اندازه کوچک‌تری می‌شوند. از نظر میزان انرژی بستر گلی در اغلب رخساره‌های حاوی روزنبران و جلبک سبز و حضور میلیولید که در محیط‌های با آشفستگی پایین یافت می‌شود، نشان‌دهنده انرژی پایین است (شکل ۹-۵ و ۶) و در رخساره سد که انیدها تشکیل شده انرژی افزایش یافته است (شکل ۹-۲). در روزنبران واحد سنگی میانی سازند ساچون ارتفاع صدف در آن‌ها نسبت به قطر صدف بیش‌تر است، که حاکی از وجود محیط رسوب‌گذاری کم انرژی بوده است. افزایش شدت نور و تحرک آب باعث ضخیم‌تر شدن پوسته روزنبران می‌شود (بیونگتن- پنی و راسی، ۲۰۰۴). در منطقه مورد مطالعه روزنبرانی نظیر *Globorotoalia uncinata* و جلبک‌هایی نظیر *Lithophullum sp.* که در واحد سنگی انتهای سازند ساچون در بخش‌های عمق‌تر دریای باز زیست می‌کردند به علت کاهش نور و تحرک آب، دارای دیواره نازک، سرعت رشد کند و پوسته بزرگ‌تر و کشیده‌ای بوده‌اند، اما در بخش‌های کم عمق سد بایوکلاستی، از آن جا که سرعت تحرک آب زیادتر می‌شود، پوسته‌های روزنبران ضخیم‌تر، رشد آن‌ها سریع‌تر و اندازه آن‌ها کوچک‌تر می‌شود (کوزویک و همکاران، ۲۰۰۴).

اجتماعات کربناته سازند ساچون و شرایط زیست آن‌ها در گستره مورد مطالعه

نوع و فراوانی دانه‌های کربناتی در یک محیط به عوامل همچون درجه شوری، عمق آب، درجه حرارت، میزان اکسیژن، وضعیت بستر، مواد غذایی و آشفستگی آب بستگی دارد که در بالا توضیح داده شده است. سازندگان کربناته سازند ساچون در برش مورد مطالعه به‌طور عمده

شامل روزنبران بزرگ کفزی منفذدار و بدون منفذ دارای همزیست روزنبران منفذدار کوچک (روتالیده) و روزنبران بدون منفذ بدون همزیست (میلیولید و تکستولارید) می‌باشد که همراه با مجموعه فوق دوکفه‌ای‌ها، اکیونودرم‌ها، مرجان بصورت تکه‌ای، گاستروپودها، جلبک‌های سبز دیده می‌شوند. از اجزای غیراسکلتی می‌توان به حضور پلویید و انید در مقاطع انتهایی اشاره کرد. برخی از روزنبران کفزی حاوی همزیست درونی (جلبک‌های زئوگسانتالیت) هستند، اگرچه بسیاری نیز فاقد چنین هم‌زیستی بوده‌اند. وجود هم‌زیست جلبکی در ترشح کربنات کلسیم، رشد روزنبران و تولید غذا برای میزبان حائز اهمیت است، بنابراین تولید مواد غذایی توسط هم‌زیست جلبکی، روزنبران را قادر می‌سازد تا بتواند خود را به آب‌های گرم و فقیر از مواد غذایی سازگار کند (اسپینر و همکاران، ۲۰۰۸). ترشح کربنات کلسیم توسط هم‌زیست جلبکی ارتباط مستقیمی با شدت تابش نور خورشید دارد به این صورت که در مقابل نور، ترشح کربنات کلسیم ۲ تا ۳ برابر بیش‌تر از زمانی است که موجود در محیط کم‌نور می‌زیسته است (بلانکو، ۲۰۱۷). از آنجا که عمق نفوذ نور برای جذب توسط جلبک‌ها متفاوت است از این رو روزنبران نیز اعماق مختلفی را در منطقه نورانی اشغال می‌نمایند. مطالعات نشان می‌دهند که روزنبران بزرگ کفزی و دیگر موجودات دارای هم‌زیست در بخش میانی و انتهایی سازند ساچون به‌طور گسترده‌ای به محیط‌ها و شرایط الیگوتروفیک (فقیر از مواد غذایی) سازگاری یافته‌اند به‌طوری که محیط‌های غنی از مواد غذایی برای این‌گونه از موجودات زیان‌آور می‌باشد (باتیزلی، ۲۰۱۷). مجموعه روزنبران در برش‌های مورد مطالعه براساس تغییرات محیطی به دو گروه تقسیم‌بندی شدند. گروه اول نمونه‌هایی هستند که غالباً روزنبران با پوسته پورسلانوز دارند و گروه دوم نمونه‌هایی هستند که غالباً روزنبران با پوسته هیالین دارند. براساس گسترش انواع مختلف روزنبران در پلاتفرم کربناتی (بیونگتن- پنی و راسی، ۲۰۰۴) گروه اول عمدتاً در شلف داخلی و گروه دوم در شلف میانی و خارجی زیست می‌کرده‌اند. انرژی آب در ارتباط مستقیم با عمق محیط بوده و معمولاً در محیط‌های کم عمق انرژی آب بیش‌تر است. به‌طور کلی ارگانسیم‌هایی که در بخش قربان و هم‌چنین رخساره‌های سدی زندگی می‌کنند تمایل دارند

پوسته‌های ضخیم یا تغییرات اسکلتی دیگری را ایجاد نمایند که سبب پایداری آن‌ها در مقابل امواج پایدار شود (فلوگل، ۲۰۱۰). گونه‌های کوچک روزنبران که در بخش قربان مشاهده می‌شود نسبت به گونه‌های بزرگ به اکسیژن کمتری نیاز دارند، بنابراین یکی از مشخصات تجمعات فسیلی محیط‌های نیمه‌هوایی دارا بودن اندازه کوچک، پوسته نازک، و پوسته‌های آگلوتینه فاقد تزئینات است، زیرا کاهش میزان اکسیژن، توانایی موجود جهت ترشح کربنات کلسیم را کاهش می‌دهد (بیوینگتن - پنی و راسی، ۲۰۰۴). میلیولیده‌ها مشاهده در بخش میانی در شرایط نرمال دریایی زیست می‌کرده‌اند و نیز تنوع خوبی از جلبک‌های آهکی را شاهد بوده‌ایم که این‌ها نیز عمدتاً شوری نرمال دریایی را ترجیح می‌دهند می‌توان نتیجه گرفت محیط دیرینه مورد مطالعه ما اغلب دارای شوری نرمال بوده است به‌استثنای سدهای الییتی که شوری فوق نرمال آن یکی از مهم‌ترین شرایط برای تشکیل ائیدها است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). این استراتژی رفتاری نشان‌دهنده شرایط متعادل انرژی، وجود بستری زیستی مناسب با میزان بالای مواد غذایی، شوری نرمال و اکسیژن بالا می‌باشد.

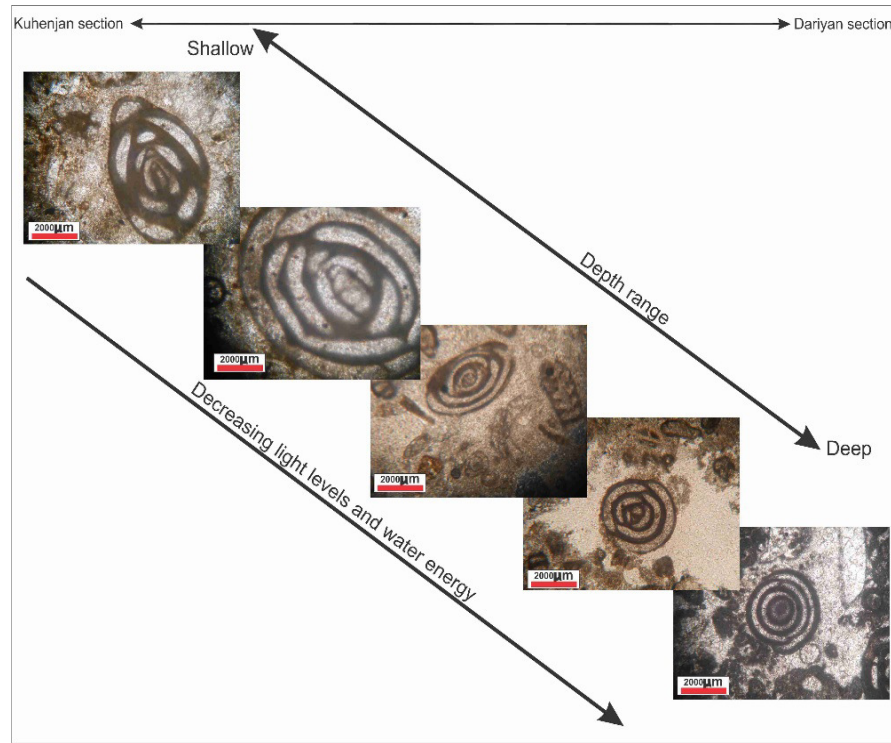
بحث

به‌طور کلی سازند ساچون در شرق دریای تنیس در طی پالئوژن در پلاتفرم کربناته-آواری نهشته شده است. زمان پالئوسن-ائوسن توالی سازند ساچون در شرایط استوایی و گرم نهشته شده است و از این رو باعث تغییر سیر تکاملی روزنبران‌های بزرگ شده و علت اصلی آن کم عمق بودن محیط نهشته شدن بوده است (اسچینر و همکاران، ۲۰۰۸). سازند ساچون در دو برش مورد مطالعه دارای سن پالئوسن-ائوسن زیرین می‌باشد. با توجه به اینکه سازند ساچون در برش کوه‌سیاه (در ۱۰ کیلومتری غرب برش کوه‌نجان) (لاسمی و همکاران، ۱۳۸۶) و برش الگو (حوضه جنوب فارس) بیش‌تر شامل توالی تبخیری و نشان از شرایط خشکی و کمتر بودن عمق حوضه سازند ساچون است می‌توان نتیجه گرفت که اثر فاز لارامید و گسل‌های منطقه در جنوب حوضه فارس داخلی بیش‌تر به‌صورت خشکی‌زائی بوده و در گستره مورد مطالعه فعالیت گسلی گنبد نمکی مهارلو در منطقه مورد مطالعه با توجه به عدم حضور توالی تبخیری و وجود توالی سنگ

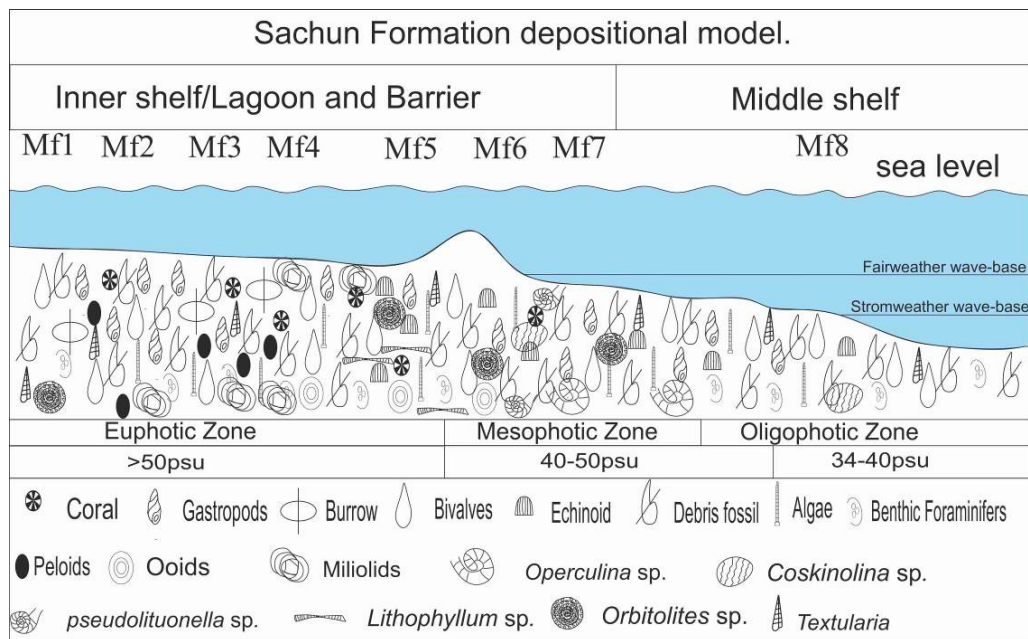
آهکی و مارنی با میان لایه‌های سنگ‌آهک ماسه‌ای و شرایط پالئوکولوژی مناسب جهت زیست روزنبران و جلبک‌ها و دوکفه‌ای‌ها شده است. از آنجا که در برش کوه‌نجان توالی سنگ‌آهک ماسه در بخش قربان مشاهده می‌شود و در برش داریان مشاهده نمی‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که عمق حوضه سازند ساچون در هنگام نهشته شدن به‌طرف شمال حوضه فارس داخلی بوده است و نهایتاً با پیشروی دریای کم عمق سازند جهرم نهشته شده است (شکل ۱۲). به‌طور کلی سازند ساچون در یک دریای کم عمق و تحت نفوذ محیط خشکی‌زائی به‌سوی جنوب و جنوب‌غرب به‌وسیله محیط قاره‌ای جابه‌جا شده است (شکل ۶). توالی بخش قربان در برش کوه‌نجان لایه‌های سنگ کربنات ماسه‌ای با درصد کمی خرده فسیل دیده می‌شود که نشان از نهشته شدن در یک محیط کم عمق ساحلی به‌طرف جذرومدی می‌باشد. در صورتی که توالی بخش قربان در برش داریان بیش‌تر از توالی مادستونی و میان لایه‌های پر فسیل تشکیل شده است. با توجه به رخساره‌های فوق می‌توان نتیجه گرفت که بخش قربان در برش داریان در یک محیط جذرومدی که با پیشروی محلی عمق آب بوده شرایط زیست فراهم شده و رخساره‌های سد بایوکلاستی را تشکیل داده است. بخش قربان از غرب شیراز به‌طرف شرق شیراز در یک محیط جذرومدی که با پیشروی دریای کم عمق توالی لاگونی و سدی ما بین توالی جذرومدی نهشته شده است و در برش کوه‌سیاه و برش الگو (لاسمی و همکاران، ۱۳۸۶) دیده نمی‌شود (شکل ۱۱). لازم به ذکر است با بررسی روند پیشروی بخش قربان در سازند ساچون در جنوب حوضه فارس داخلی (برش الگو) می‌توان دریافت که بخش فوق به دلیل کم عمق شدن حوضه نهشته نشده است و به‌جای آن توالی تبخیری و سنگ‌آهک مارنی و سنگ‌آهک ماسه‌ای در برش الگو نهشته شده است. برش کوه‌نجان فراوانی روزنبران‌های بزرگ در بخش میانی و بالایی نسبت به دو برش دیگر و هم‌چنین نسبت به بخش قربان بیش‌تر است و از این رو شرایط زیست در بخش‌های فوق مساعد بوده است. بخش میانی و بالایی نشان از نهشته شدن این دو بخش در کمربند رخساره‌ای لاگون به‌طرف جذرومدی بوده است، به‌طوری که در برش کوه‌نجان بیش‌تر شامل کمربند لاگونی به طرف بخش سدی بوده در حالی که در

بالایی نشان از نهشته شدن در شلف کربناته و با کمی عمق بیشتر نسبت به بخش قربان نهشته شده است (شکل ۱۲).

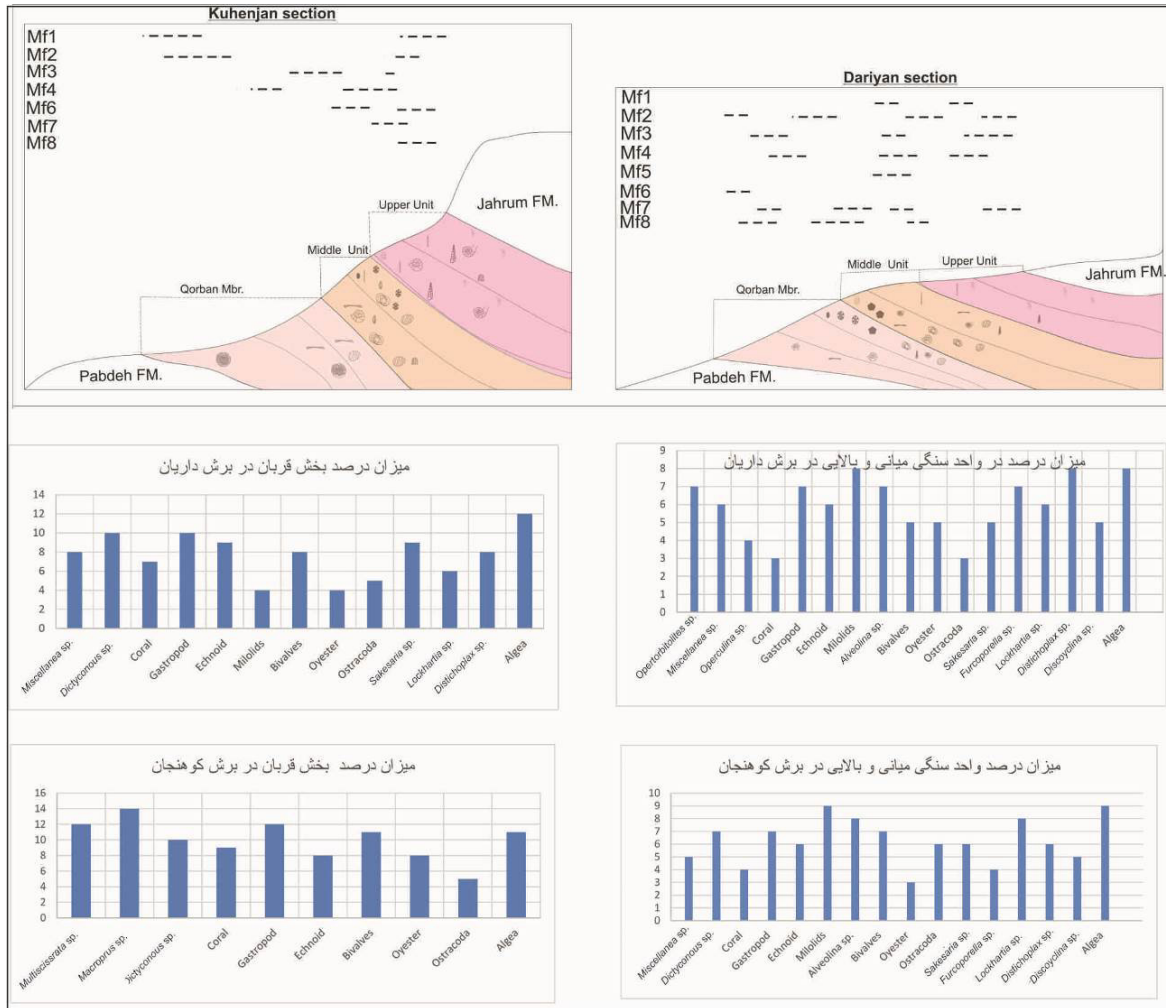
برش داریان بیش‌تر شامل کمربند جذرومدی و کمی با پیشروی رخساره‌های لاگونی و سدی بوده است (شکل ۱۱). افزایش عمق آب از بخش میانی به‌طرف بخش



شکل ۱۰. تغییر در شکل و اندازه خانواده میلیولیده در رسوبات سازند ساچون در گستره مورد مطالعه با توجه به افزایش عمق محیط رسوبی



شکل ۱۱. محیط دیرینه سازند ساچون و شرایط پالئوآکولوژی سازند ساچون در گستره مورد مطالعه



شکل ۱۲. تعیین واحدهای سنگی و رخساره‌ها در واحدهای سنگی سازند ساچون و میزان درصد هر یک از فسیل‌ها در بخش و واحدهای سنگی ساچون در دو برش مورد مطالعه

عمق و افزایش نور، شوری و انرژی است. گونه‌های متعلق به *Orbitoides* از خانواده اربیتوئیدیده حضور کمتری دارند شرایط مساعد زیستی برای ایجاد تنوع در محتوای فسیلی سازند ساچون را می‌توان به بالا رفتن سطح مواد غذایی یعنی ایجاد شرایط یوتروفیک در حوضه نسبت داد. با توجه به نوع فونا و موقعیت قرارگیری آن در بخش قربان سازند ساچون را می‌توان احتمالاً ناشی از افزایش ورود مواد مغذی، متأثر از توالی آواری مربوط به جریان‌های ساحلی در نظر گرفت. در واحد دوم سنگی اندازه روزنبران بزرگ‌تر شده، دیواره آن‌ها نازک‌تر می‌گردد که نشانگر افزایش عمق، کاهش نور، انرژی و شوری کمتر نسبت به بخش قربان می‌باشد. با افزایش رخساره‌های سنگ‌آهک ماسه‌ای نسبت به کربناتی کاهش یا نبود برخی زیادهای روزنبران کفزی چون

نتیجه‌گیری

سازند ساچون در اطراف دریاچه مهارلو در دو برش کوهنجان و داریان متشکل از سنگ‌آهک و سنگ‌آهک ماسه‌ای و شیلی در سه واحد سنگی (بخش قربان، واحد میانی و واحد پایانی) می‌باشد. بر مبنای جنس و گونه‌های روزنبران کفزی شناسایی شده، گستره زمانی، پخش و پراکندگی و ظهور و ناپدید شدن گونه‌ها می‌توان دو بایوزون *Miscellanea assemblage zone*, *Opertorbitolites taxone range zone* را برای واحدهای حاوی فونای کفزی سازند ساچون در گستره مورد مطالعه معرفی کرد که مؤید کل بازه سنی پالئوسن تا انوسن زیرین می‌باشد. از ابتدای سازند ساچون تا انتهای بخش قربان روزنبران با دیواره پورسلانوز و آگلوتینه حضور دارند که این امر حاکی از حداکثر کاهش

کلانتری، آ (۱۳۷۱) سنگ‌چینه و رخساره‌هایی میکروسکوپی زاگرس، نشریه شماره ۱۲ شرکت نفت ایران اکتشاف و تولید آزمایشگاه‌های زمین‌شناسی.

عارفی‌فرد، س.، یوسفی‌یگانه، ب.، امینی‌تاری، م (۱۳۹۳) چینه‌نگاری زیستی و تحلیل ریزرخساره‌های سازند آسماری در جنوب‌شرق الشتر، لرستان. نشریه یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، جلد ۱۵، ص ۱-۱۲.

لاسمی، ی.، افقه، م.، ارزاقی، س (۱۳۸۶) بررسی رخساره‌ها و محیط‌رسوبی سازند ساچون در برش کوه‌سیاه جنوب شرق سروستان (استان فارس)، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۳، ص ۲۱۳-۲۱۸.

مطیعی، ه (۱۳۸۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.

میرزایی محمود آبادی، ر.، افقه، م (۱۳۸۸) محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازندهای ساچون و چهارم در منطقه‌ی شیراز، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۱، ص ۵۹-۷۵.

Alavi, M (2004) *Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. American journal of science*, 304(1): 1-20.

Alegret, L., Molina, E., & Thomas, E (2001) *Benthic foraminifera at the Cretaceous-Tertiary boundary around the Gulf of Mexico. Geology*, 29(10): 891-894.

Arzaghi S, Afghah M (2014) *Diagenetic Aspects of the Lower Paleocene Sachun Formation Carbonates, Zagros Basin, Southwestern Iran. Journal of Earth Science*, 25: 884-894.

Arzaghi, S. Khosrow-Tehrani K. Afghah M (2012) *Sedimentology and petrography of Paleocene-Eocene evaporites: the Sachun Formation, Zagros Basin, Iran. Carbonates and evaporites*, 27: 43-53.

Batezelli, A (2017) *Continental systems tracts of the Brazilian Cretaceous Bauru Basin and their relationship with the tectonic and climatic evolution of South America. Basin Research*, 29: 1-25.

Barattolo, F., Bassi, D., & Romano, R (2007) *Upper Eocene larger foraminiferal-coral line algal facies from the Klokova Mountain (southern continental Greece). Facies*, 53(3): 361-375.

Beavington-Penney, S. J., & Racey, A (2004) *Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. Earth-Science Reviews*, 67(3-4): 219-265.

Bordenave, M (2002) *The Middle Cretaceous to Early Miocene petroleum system in the Zagros domain of Iran, and its prospect evaluation, AAPG annual meeting. Houston, Texas*, 1-9.

Orbitoides sp. و *Clypeina sp.* و در مقابل افزایش فراوانی، تنوع گونه‌ای و حتی اندازه برخی دیگر از انواع سازگار با این رخساره‌ها چون گاستروپود و خارپوست را در بخش قربان شاهد هستیم. بر اساس مطالعه نحوه توزیع روزنبران، مشاهده می‌شود که در واحد سوم سنگی سازند ساچون در دو برش تا انتها، روزنبران کفزی بزرگ با دیواره نازک هیالین مانند اربیتوئیدیده‌های بزرگ که دارای هم‌زیست جلبکی هستند، دیده می‌شوند که دلیلی بر عمق آب، نور و انرژی کم، شوری نرمال و فائق آمدن زیرمحیط‌های دریای باز است. مقایسه پالئوآکولوژی و محیط دیرینه دو برش مذکور نشان می‌دهد که برش کوهنجان در اثر فعالیت‌های تکتونیک و گنبد نمکی مهارلو، بخش قربان در یک محیط کم عمق تر و دارای انرژی بیشتر و بستر خشن‌تر نسبت به برش داریان نهشته شده است. به‌طور که تنوع روزنبران در قسمت الیگوتروفیک و مزوتروفیک در برش داریان بیشتر بوده در صورتی‌که تنوع فسیلی در بخش قربان در برش کوهنجان بیشتر بوده است.

منابع

ارزاقی، س.، خسروتهرانی، خ.، افقه، م (۱۳۹۱) بررسی رخساره‌ها، محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی رسوبات سازند ساچون در برش زرقان (منطقه زاگرس چین‌خورده) فصلنامه زمین‌شناسی محیط‌زیست، سال ۶، شماره ۱.

باوی‌عویدی، ع.، آدابی، م. ح.، صادقی، ع.، و امیری‌بختیار، ح (۱۳۹۵) بررسی فرآیندهای دیاژنزی بخش قربان سازند ساچون در محل برش نمونه (تنگ مهدی، یال جنوبی تاقدیس قره، جنوب‌شرق شیراز)، نشریه پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال ۳۲، شماره ۶۳.

باوی‌عویدی، ع.، آدابی، م. ح.، صادقی، ع.، و امیری‌بختیار، ح (۱۳۹۶) بررسی‌های سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی دولومیت‌های بخش قربان سازند ساچون در برش تاقدیس قره، جنوب‌شرق شیراز، مجله علوم‌زمین، سال ۲۶، شماره ۱۳۵، ص ۱۰۴-۱۴۸.

شباغ‌فرز، ر.، محبوبی، ا.، موسوی‌حرمی، ر (۱۳۸۸) دولومیت شدن و کانی‌زایی تبخیری‌های سازند ساچون در برش الگو (جنوب‌شرق شیراز)، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال ۱۷، شماره ۴، ص ۶۰۹-۶۲۰.

کلانتری، آ (۱۳۶۶) اطلس سنگ‌های کربناته ایران شرکت ملی نفت ایران، اکتشاف تولید - آزمایشگاه‌های زمین‌شناسی.

- Horne, A. J. & Beutel, M (2019) Hypolimnetic oxygenation 3: an engineered switch from eutrophic to a meso-/oligotrophic state in a California reservoir, *Lake and Reservoir Management*, 35: 338-353.
- Hottinger, L (1983) Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 30: 239-253.
- Hottinger, L (1997) Shallow benthic foraminiferal assemblages as signals for depth of their deposition and their limitations. *Bulletin de la Société géologique de France*, 168(4): 491-505.
- James, G., & Wynd, J (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AAPG Bulletin*, 49(12): 2182-2245.
- Loeblich, Jr, A. R., & Tappan, H (1988) *Foraminiferal genera and their classification*, Van Nostrand Reinhold, 970p.
- Meriç, E., Yokeş, M. B., Avşar, N., & Bircan, C (2010) An oasis for alien benthic Foraminifera in the Aegean Sea. *Aquatic Invasions*, 5(2): 191-195.
- Moore, C. H., & Wade, W. J (2013) *Carbonate reservoirs: Porosity and diagenesis in a sequence stratigraphic framework* (Vol. 67): Newnes.
- Muscatine, L., & Porter, J. W (1977) Reef corals: mutualistic symbioses adapted to nutrient-poor environments. *Bioscience*, 27(7): 454-460.
- Najafi, M., Yassaghi, A., Bahroudi, A., Vergés, J., & Sherkati, S (2014) Impact of the Late Triassic Dashtak intermediate detachment horizon on anticline geometry in the Central Frontal Fars, SE Zagros fold belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 54: 23-36.
- Premoli Silva, I., Caron, M., Leckie, R. M., Petrizzo, M. R., Soldan, D., & Verga, D (2009) *Paraticinella n. gen. and taxonomic revision of Ticinella bejaouaensis Sigal, 1966*. *The Journal of Foraminiferal Research*, 39 (2): 126-137.
- Rasser, M. W., & Piller, W. E (2004) Crustose algal frameworks from the Eocene Alpine Foreland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 206(1-2): 21-39.
- Renema, W., & Troelstra, S. R (2001) Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175(1-4): 125-146.
- Romero, J., Caus, E., & Rosell, 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 (NE Spain).
- Blanco, A., Szabó, M., Blanco-L., À. Marmi, J (2017) Late Cretaceous (Maastrichtian) Chondrichthyes and Osteichthyes from northeastern Iberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 465: 278-294.
- Braiser, M (1995) *Marine palaeoenvironmental analysis from fossils*. Geological Society of London Special Publication, 83: 113-132.
- Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., Pedley, M., & Matteucci, R (2009) Facies analysis and palaeoenvironmental interpretation of the late Oligocene Attard Member (lower coralline Limestone Formation), Malta. *Sedimentology*, 56(4): 1138-1158.
- Ćosović, V., Drobne, K., & Moro, A (2004) Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian Peninsula). *Facies*, 50(1): 61-75.
- Dragastan, O. N., & Herbig, H. G (2007) Halimeda (green siphonous algae) from the Paleogene of (Morocco)-Taxonomy, phylogeny and paleoenvironment. *Micropaleontology*, 53(1-2): 1-72.
- Farmani, T., Ghasemi-Nejad, E., Beiranvand, B., & Maleki-Porazmiani, 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 (2010) *Microfacies of carbonate rocks*, Berlin: Springer, 996.
- 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.
- Geel, T (2000) Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Palaeogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155(3-4): 211-238.
- Hallock, P (1988) The role of nutrient availability in bioerosion: consequences to carbonate buildups. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 63(1-3): 275-291.
- Hallock, P (1999) *Symbiont-bearing foraminifera*. In *Modern foraminifera* (pp. 123-139): Springer.
- Hallock, P., & Glenn, E. C (1986) Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 55-64.
- Hohenegger, J (2000) Coenoclines of larger foraminifera. *Micropaleontology*, 46: 127-151.

- Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 179(1-2): 43-56.
- Scheibner C, Speijer R, Marzouk A (2005) Turnover of larger foraminifera during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum and paleoclimatic control on the evolution of platform ecosystems. *Geology*, 33: 493-496.
- Scheibner, C., & Speijer, R (2008) Decline of coral reefs during late Paleocene to early Eocene global warming. *Earth*, 3(1): 19-26.
- Serra-Kiel, J., Gallardo-García, A., Razin, P., Robinet, J., Roger, J., Grelaud, C., Leroy, S., and Robin, C (2016) Middle Eocene–Early Miocene larger foraminifera from Dhofar (Oman) and Socotra Island (Yemen): *Arabian Journal of Geosciences*, v. 9, p. 1–95.
- Shabafrooz, R., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., & Amiri-Bakhtiar, H (2013) Facies analysis and sequence stratigraphy of the evaporite bearing Sachun Formation at the type locality, South East Zagros Basin, Iran. *Carbonates and Evaporites*, 28: 457-474.
- Sharland, P. R., Casey, D. M., Davies, R. B., Simmons, M. D., and Sutcliffe, O. E (2004) Arabian plate sequence stratigraphy—revisions to SP2. *GeoArabia*, 9(1): 199-214.
- Wilson, J. L (1975) *Carbonate facies in Geologic History*, 471 Pp. Berlin, Heidelberg, and New.
- Wynd, J (1965) Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement Area, IOOC Report No. 1082, 82 (Unpublish).
- Zambetakis-Lekkas A., Kemeridou A (2006) New data on the palaeobiogeography of *Loftusia* genus (Foraminiferida). An in situ presence of the genus in eastern Greece (Boeotia). *C R Geosci Surf Geosci (Palaeoenvironment)*, 338: 632–640.
- Xing, L., Lockley, M.G., Tang, Y., Romilio, A., Xu, T., Li, X., Tang, Y., Li, Y (2018) Tetrapod track assemblages from Lower Cretaceous desert facies in the Ordos Basin, Shaanxi Province, China, and their implications for Mesozoic paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 507: 1-14.
- Zhang, C., Zhang, Y., and Cai, C (2011) Aromatic isoprenoids from the 25–65 Ma saline lacustrine formations in the western Qaidam Basin, NW China. *Organic geochemistry*, 42(7): 851-855.
- Ziegler, M. A (2001) Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences, 6: 445-504.

Paleoecology of the Sachun formation succession around Maharlu Lake, east of Shiraz

K. Karimi¹, M. Afghah^{2}, S. H. Ghetmiri³ and M. Bahrami⁴*

1- Ph. D. student, Dept., of Geology, Islamic Azad University, Shiraz branch, Shiraz, Iran

2- Assoc. Prof., Dept., of Geology, Islamic Azad University, Shiraz branch, Shiraz, Iran

3- Assist. Prof., Dept., of Geology, Islamic Azad University, Shiraz branch, Shiraz, Iran

3- Assist. Prof., Dept., of Geology, Payame Noor University, Shiraz, Iran

* massihafg2002@gmail.com

Received: 2020/7/6 Accepted: 2020/9/20

Abstract

For investigating the paleoecology of the Sachun Formation in the Interior Fars Zone, Dariyan and Kuhenjan sections in the east of Shiraz and around Maharlu Lake have been selected. The deposits of the Sachun Formation in this area are generally composed of limestones and sandy limestones. The Sachun Formation overlies Pabdeh Formation in both sections and is overlain by deposits of Jahrum Formation conformably. Biostratigraphic data based on benthic and planktic foraminifera and calcareous algae indicate Lower Paleocene to Lower Eocene age for the respected sequence. The abundance have a specific range size of different of foraminifers species using Miliolids and Rotalids on these unstable conditions and lack of calcareous algae and foraminifers such as Orbitolites sp. Lithophyllum sp. is used in this area to raise shore in the Qorban Member, followed by the study of eutrophic conditions in the middle and lower Sachun Formation. Facies and biostratigraphic evidence indicate that depositional environments of the Sachun Formation was deeper in the study area than the type section in southern Fars zone.

Keywords: Sachun formation, Biostratigraphy, Paleocene-Eocene, Paleoecology, Interior Fars zone