



مجموعه جانوری مرجانی الیگوسن و میوسن زیرین ایران مرکزی؛ محیط زیست دیرینه و جغرافیای دیرینه^۱

فاطمه مظاهری^۲، دانشجوی دکتری چین و فسیل‌شناسی / شرکت نفتکاو زرف / فهیمة شکرانه^۳

چکیده

در این مقاله تجمعات فسیلی مرجانی الیگوسن و میوسن آغازین مربوط به سه برش از ایران مرکزی با دیدگاه محیط زیست دیرینه و جغرافیای دیرینه آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این مرجان‌ها با مجموعه جانوری تتیس مدیترانه‌ای و هند-آرام (هندوپسیفیک) مقایسه شده‌اند. برای تفسیر محیط زیست دیرینه و بیواستراتیگرافی نیز از فرام‌های بزرگ‌تر همراه استفاده شده است. برش‌های مطالعه شده در حوضه‌های پیش‌کمانی^۴ صفحه ایران مرکزی که در حوضه پشت‌کمانی و جلوی کمانی تشکیل شده‌اند، توسط کمان آتشفشانی از هم جدا گردیده‌اند. تجمعات مرجانی آباده یک روند کم‌عمق شونده به سمت بالا را نشان می‌دهد. مرجان‌های انفرادی پراکنده در قاعده برش، نشان‌دهنده یک محیط آشفته است. در بالا نیز توسط یک زون تجمعی از Stylophora-Leptoseris همراه با لپیدوسیکلینیدا و فرامینیفرهای پلانکتونیک، یک افق متمایز شده است که به‌عنوان یک افق با حداکثر پیشروی سطح آب دریا (mfs) تفسیر شده است. ریف‌های کومه‌ای کوچک با زون تجمعی Porites-Faviidae، رایج‌ترین اشکال مرجانی اواخر الیگوسن تا اوایل میوسن می‌باشند و نشان‌دهنده عمق آب کم‌تر از ۲۰ متر هستند. تنوع مجموعه جانوری مرجانی، تفاوت‌های مشخصی را نشان می‌دهد. مرجان‌های الیگوسن حوضه جلوی کمانی اصفهان-سیرجان، حاوی بیش از ۴۵ گونه و ۳۲ جنس است که در یک محدوده گسترده محیطی قرار می‌گیرند. مرجان‌های میوسن آغازی از حوضه پشت‌کمانی قم، تنوع کم‌تری (۱۳ جنس و ۱۵ گونه) دارند و در افق‌های مجزا یا ریف‌های کومه‌ای کوچک حضور می‌یابند.

واژه‌های کلیدی الیگوسن و میوسن آغازین، فلات ایران، سازند قم، دریای تتیس، مرجان‌ها، فرامینیفرهای بنتیک، محیط زیست دیرینه، جغرافیای دیرینه، عمق‌سنجی دیرینه

مقدمه

این مطالعه قسمتی از یک پروژه بزرگ‌تر در ارتباط با بازسازی جغرافیای دیرینه اواخر الیگوسن تا اوایل میوسن در نواحی آرام-هند غربی تا مدیترانه شرقی است. در این مطالعه برای پی بردن به بقایای بسته‌شدن تتیس و نتایج اشتقاق سنگواره‌ای، ارگانسیم‌های مختلفی (دوکفه‌ای، گاستروپودا، خارپوستان، جلبک قرمز آهکی، فرامینیفرهای بزرگ و مرجان‌ها) انتخاب شده‌اند.

تمرکز این مقاله بر روی اولین نتایج مطالعه توالی‌های دریایی الیگوسن تا میوسن آغازی ایران مرکزی است که در حوضه‌های جلو کمانی اصفهان-سیرجان و پشت کمانی قم نهشته شده‌اند و در این رسوبات، ترکیب مرجان‌ها و فرامینیفرهای بزرگ موجود است.

بسته‌شدن آبراه تتیس که یک ارتباط دریایی بین اقیانوس هند-آرام تا شرق تتیس مدیترانه‌ای بود، در اثر فرورانش صفحه عربی به زیر صفحه ایران ایجاد شده است. این اتفاق در دوران دوم (مزوزویک) آغاز شد و در اثر برخورد نهایی صفحه عربی و آفریقا با اوراسیا متوقف گردید. زمان وقوع این اتفاق هنوز مورد بحث است. بعضی از محققین بر اساس توزیع فرامینیفرهای بزرگ، سن اکتیانین را برای بسته شدن این آبراه پیشنهاد کرده‌اند. چندین محقق دیگر، سن یوردیگالین را زمان جدایش هند-آرام از تتیس مدیترانه‌ای می‌دانند.

۱. خاستگاه مکانی و زمین‌شناسی

واحدهای ساختمانی ایران مرکزی در حین فرورانش و برخورد نهایی صفحه آفریقا/عربی با صفحه ایران منشاء گرفته‌اند. حوضه پیش‌کمانی و پشت‌کمانی سیستم کمانی آتشفشانی که در زمان ائوسن توسعه یافته بود، از هم جدا شدند. در هر دو سکو، رسوبات دریایی در طول الیگوسن زیرین شروع شده و تا انتهای میوسن زیرین ادامه یافته است. در این پروژه یک برش در حوضه پیش‌کمانی اصفهان-سیرجان (آباده) و برش دیگر در حوضه پشت‌کمانی قم (قم-چاله قاره) مطالعه گردیده است.

۲. حوضه پیش‌کمانی اصفهان - سیرجان

حوضه پیش‌کمانی اصفهان-سیرجان در جهت شمال غرب-جنوب شرق به موازات حاشیه جنوب غربی صفحه ایران مرکزی امتداد یافته است (شکل ۱) و به سمت شمال شرق، توسط کوه‌های که رود محدود می‌شوند،

¹ Oligocene and Early Miocene coral faunas from Iran: palaeocology and Palaeobiogeography, F. Schuster, U. Wielandt, Int Journ, Earth Sciences (1999) 88:571-581.

² fahimeh.shokraneh@gmail.com

³ Fmazaheri 54@yahoo.com

⁴ Fore land



تاق‌دیزی با امتداد غربی- شرقی و با لایه‌های پرشیب (۳۵۹/۸۵-۲۰/۷۵) اندازه‌گیری شده است. برش قم در برش الگوی سازند قم قرار دارد.

۳. لبتو و بایواستراتیگرافی

تمام برش‌هایی که رسوبات سازند قم آن‌ها بررسی شده است، لیتواستراتیگرافی آن‌ها به‌عنوان توالی دریایی محدود شده بین سازند قرمز زیرین در زیر و سازند قرمز بالایی در بالاست و هر دو سازند، شامل لایه‌های قرمز قاره‌ای و آواری می‌باشند. رسوبات سازند قم که در حوضه ایران مرکزی گسترش یافته‌اند، دارای محدوده سنی از الیگوسن زیرین تا میوسن زیرین می‌باشند. تعیین سن رسوبات سازند قم توسط فرامینیفراهای پلانکتون، نانوپلانکتون‌ها و فرامینیفراهای بنتیک انجام شده است.

۴. آباده

این برش شامل دو چرخه پیشروی است. اولین چرخه، ۶۷ متر زیرین را شامل می‌شود و با کنگلومرای چند منشایی پایان می‌یابد (شکل ۲). تغییر در ترکیب مجموعه جانوری موجود در رسوبات قاعده‌ای آواری ریزدانه محیط کم عمق دریایی، انعکاسی از افزایش عمق محیط دیرین است. قسمت‌های بالایی چرخه اول توسط چندین زیرچرخه کم عمق شونده به سمت بالا شناسایی می‌شود. دومین چرخه پیش‌رونده در بالای کنگلومرا با رسوبات بین جزر و مدی آغاز و توسط مارل و آهک‌های توده‌ای پوشیده شده و بخش‌های بالایی برش را تشکیل می‌دهند.

سنگ آهک‌های کنگلومرای نومولیت‌دار در قاعده بسیاری از برش‌ها، به احتمال زیاد مرز سازند قم با سازند قرمز زیرین را مشخص می‌کند؛ اگرچه در رخنمون‌های جداگانه، توسط واریزه پوشیده شده‌اند و هیچ تماس مستقیمی از کرنات‌های کنگلومرای با نهشته‌های سازند قم یا سازند قرمز زیرین مشاهده نگردیده است. بیش‌ترین مجموعه جانوری شاخص که شیل‌های مارلی قرمز و مارل‌های بخش زیرین برش را متمایز می‌کند، حضور توده‌ای *Nummulites sublevigatus* و مرجان‌های منفرد پراکنده می‌باشد که غالباً به همراه آن‌ها، دو کفه‌ای‌ها و گاستروپودا وجود دارند. در حین ادامه پیشروی، تنوع فرامینیفراهای بنتیک افزایش یافته و اپرکولینیدها و هتروستجنیدها ظاهر می‌شوند؛ به‌علاوه فرامینیفراهای بنتیک آهکی کوچک و پلانکتون‌های کمیاب نیز حضور می‌یابند. اولین مرجان‌های کلنی در افقی واقع در ۲۵ متری بالای قاعده برش ظاهر می‌شوند (نمونه AB ۲-۹۶، شکل ۲). لپتوسریزه‌های برگ مانند نازک و *stylophora* منشعب و شاخه‌ای نازک، فراوان‌ترین و آشکارترین مجموعه جانوری هستند. در این تجمع، اجتماعات مرجانی گنبدی شکل بزرگ (غالباً *meandroid faviids*) به ندرت یافت می‌شوند. این مرجان‌ها با مارل‌های لپیدوسیکلینا‌دار همراه هستند. اولین حضور لپیدوسیکلینا (عمدتاً *Lepidocyclus (Eulipidina) formosoides*, *L. (E.) favosa*, *L. (Nephrolepidina) morgani*) تقریباً ۶ متر زیر افق مرجانی ثبت شده است که نشان‌دهنده شروع Letterstage Td شرق هند^۵ می‌باشد. در این افق (AB 96-20)، فرامینیفراهای

^۵ زون‌بندی سنگواره‌ای انجام شده در کشور هند



۱ | نقشه ایران که حوضه‌های رسوبی و موقعیت برش‌های مورد مطالعه را نمایش می‌دهند. (صفحه عربی کوه‌های زاگرس) توسط تراست زاگرس از صفحه ایران مرکزی جدا شده است. حوضه‌های رسوبی که در صفحه ایران تشکیل شده‌اند، حوضه جلوی کمائی اصفهان - سیرجان (برش آباده) و حوضه پشت کمائی قم (برش‌های قم و چاله قاره) است.

در حالی که حاشیه جنوب غربی آن توسط کوه‌های زاگرس که بخشی از صفحه عربی است، شکل گرفته است.

برش آباده که ضخامتی در حدود ۱۶۴ متر دارد، در این حوضه پیش‌کمائی و تقریباً در ۲۰۰ کیلومتری جنوب اصفهان و ۴۰ کیلومتری شمال غرب آباده واقع شده است (شکل ۱). محل دقیق آن $31^{\circ}06'36''N$ $52^{\circ}43'99''E$ (اندازه‌گیری شده توسط GPS) می‌باشد. مرز زیرین توالی دریایی با رسوبات آواری به نام سازند قرمز زیرین برون‌زد ندارد و در مرز بالایی آن نیز یک سطح فرسایشی شکل گرفته است.

هر دو برش چاله قاره و قم در حوضه پشت کمائی قم واقع شده‌اند (شکل ۱). در چاله قاره که در ۲۰۰ کیلومتری جنوب تهران و به مختصات $33^{\circ}46'99''N$ $51^{\circ}43'76''E$ واقع شده است، رسوبات کم‌عمق سازند قم در حدود ۳۲۰ متر رخنمون یافته‌اند. در مقایسه با برش قم، این ضخامت کم، نتیجه کاهش فرونشینی وابسته به موقعیت حاشیه‌ای برش چاله قاره می‌باشد که نزدیک به کمان آتشفشانی قرار دارد. در طی ته نشست توالی دریایی برش قم، شرایط دریایی بازتر ظاهر می‌شود. موقعیت برش قم در حدود ۱۰۰ کیلومتری جنوب تهران و در مختصات $34^{\circ}38'41''N$ $50^{\circ}42'76''E$ می‌باشد. در این‌جا بیش از ۱۰۰۰ متر رسوب در نزدیکی مرکز حوضه تجمع یافته است. برش در حدود ۱۰ کیلومتری جنوب غربی قم و در یال جنوبی یک ساختار



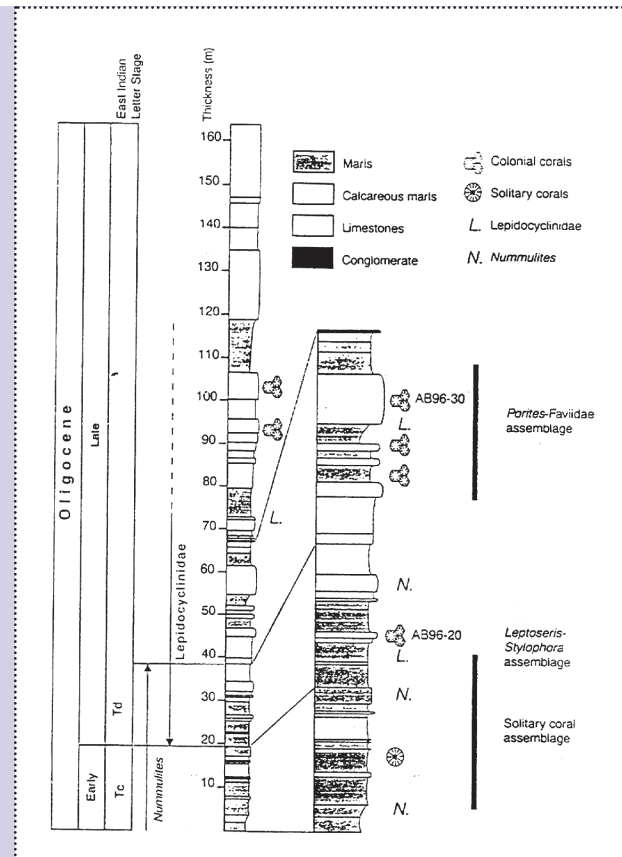
ادامه کاهش عمق محیط دیرینه می‌باشد. هم‌چنین این تغییر مجموعه جانوری در مجموعه جانوری فرامینیفرها که غلبه میلیولیدها و روتالیدها را نشان می‌دهد، آشکار است. لایه‌ای از کنگلومرای رودخانه‌ای با یک قاعده فرساینده که دارای ضخامت نیم متری است، نشان‌دهنده اتمام اولین چرخه رسوبی بوده و به‌عنوان مرز توالی نوع یک تفسیر می‌شود.

دومین چرخه پیشروی با ماسه سنگ‌های مارلی، حاوی مجموعه جانوری نرم‌تنان متنوع از منطقه بین جزر و مدی تا زیر منطقه جزر و مدی کم‌عمق شروع می‌شود. رسوبات دریایی عادی با رسوب‌گذاری یک لایه ضخیم که منحصراً و به‌طور متراکم از پوسته *Lepidocyclus (Eulepidina) ex gr. dilata* شکل گرفته‌اند، تجدید می‌شوند. به طرف بالای برش نیز سنگ آهکی مرجانی، جلبکی ضخیم، *Corallinacean*، دانه‌ها و رودستون‌ها ظاهر می‌گردند.

۵. قم و چاله قاره

برش قم و چاله قاره نسبت به حوضه پشت کمائی قم، در شرایط متفاوتی نهشته شده‌اند و تغییرات مشخص ضخامتی و لیتوفاسیس رسوبات دریایی را نشان می‌دهند؛ اگرچه در هر دو برش، وجود لایه ضخیم و توده‌ای (۱۵ متر در برش قم و ۱۱ متر در برش چاله قاره) از ژئیس‌های اولیه با لایه‌بندی ظریف در شیل‌های قرمز، اجازه انطباق دو توالی را می‌دهد. در محدوده قم، شیل‌های بالایی این تبخیری‌ها، با توجه به حضور فرامینیفرهای پلانکتونیک و نانوپلانکتون‌ها، سن اکی تانین را نشان می‌دهند، در حالی که در چاله قاره بر اساس حضور میوزوپسوسونوئیدهای زیر افق ژئیس، تاکنون سنی بیش از میوسن زبرین شناسایی نشده است.

رسوبات برش چاله قاره، خاستگاه دریایی حاشیه‌ای نزدیک به کمان آتشفشانی را نشان می‌دهد. در این جا، پکستون‌های جلبکی قرمز *Corallian* همراه با روتالیدها و نومولیتیدها غالب هستند که در قسمت‌های پایینی با کنگلومراها و ماسه سنگ‌های دانه درشت مخلوط شده‌اند. میزان رسوبات آواری با ادامه پیشروی کاهش می‌یابد و این فرآیند در مارل‌ها و سنگ آهک‌های مارلی حاوی فرامینیفرهای بنتیک، به دفعات تکرار می‌گردد. زون تجمعی فرامینیفرهای لیپیدوسیکیلینیدها (*Eu & Nephrolepinids*) با سن الیگوسن پایانی همراه با اپرکولینیدها غالب می‌گردند که آمفیستجینیدها و روتالیدها هم آن‌ها همراه هستند. این روند چینه‌شناسی با تشخیص چندین گونه پلانکتونیک (برای مثال *Globigerina ouachitaensis*, *Tenuitella mundus*) بیش‌تر تأیید می‌شود. تغییر در ترکیب مجموعه جانوری نشان‌دهنده شروع شرایط پسروی است. فراوانی لیپیدوسیکلین‌ها کاهش می‌یابد، در حالی که تعداد کمی از میوزوپسینیدها (*Miogypsinoidea formosensis*, *Miogypsinoidea bantameusis*) ظاهر شده و بریزوا فراوان می‌گردد. رشد مرجان‌ها در رسوبات مارلی به یک لایه منفرد با اجتماعات مرجانی پراکنده که فاقد هر گونه چارچوبی است، محدود می‌شود. مجموعه مرجان‌ها تنوع کمی دارد و اجتماعات مرجانی *Goniopora & Porites* که بندی شکل و نازک هستند، غلبه می‌یابند. رادیولاریت‌ها هم در این افق حضور دارند. در بالای برش لیتوفاسیس به سنگ آهک‌های با لایه‌بندی ظریف دارای لایه‌بندی متقاطع همراه با اوویدها و در پایان به مارل‌ها و مارل‌های آهکی حاوی نرم‌تنان آب نیمه‌شور و بین جزر و مدی تغییر می‌کند. در قسمت بالای برش، یک لایه ژئیس لامینه با ضخامت ۱۱ متر قرار گرفته است. مارل‌ها توسط چندین متر سنگ‌های کربناته که



۲ | برش آباده (الیگوسن). (قسمت بزرگ‌نمایی شده برش، اولین چرخه پیشروی ظهور زون‌های تجمعی مرجانی متفاوت را نشان می‌دهد که نشانگر کم‌عمق شوندگی مشخص به سمت بالاست. تجمعات *Leptoseris-Stylophora* (AB 96-20)، بیش‌ترین پیشروی سطح آب دریا (mfs) را نشان می‌دهد. ریف‌های کومه‌ای عمدتاً از *Poritids & Faviids* تشکیل شده که در آب‌های کم عمق (عمق‌های ۲۰ متری آب) در محیط رسوبی مخلوط کربناته-سیلیسی کلاستیک ساخته شده‌اند.)

پلانکتونیک *opima opima* (در بین آن‌ها *Paragloborotalia*)، سن الیگوسن زبرین را نشان می‌دهند (*P21b of Berggren*). در بالای افق مرجانی، مارل‌های خاکستری-سبز با فرامینیفرهای بنتیک ادامه می‌یابند. آخرین ظهور نومولیت‌ها در ۳۸ متری بالای برش، نشان‌دهنده اشکوب *Td* هند شرقی است (شکل ۲).

اجتماعات مرجانی توده‌ای با اندازه‌های کوچک، به سمت بالای برش، به‌طور متناوب بیش‌تر و بیش‌تر می‌شوند و سپس، اندازه و فراوانی آن‌ها به سمت بالا افزایش می‌یابد و سرانجام به ریف‌های پراکنده با ضخامت ۵-۶ متر آمیخته شده و گسترش جانبی آن‌ها به ۳۰ متر می‌رسد. آن‌ها با لایه گاستروپود دار (*Strombus sp.*) که اغلب در بالای ریف‌های پراکنده حضور دارند، همراه هستند. مارل‌های احاطه‌کننده اطراف ریف کومه‌ای، حاوی زون تجمعی لیپیدوسیکلینا-روتالیاست که مجموعه جانوری غالب آن، *Eulepidina (E) dilata* و چندین گونه دیگر از *Eulepidina* می‌باشد. در ۵ تا ۶ متری بالای اولین چرخه رسوبی، یک ناپدید و عدم حضور تدریجی، اما آشکار، از مرجان‌ها قابل توجه است. این امر نشان‌دهنده



ریف‌های کومه‌ای کوچک، مقیاس ضخامتی حدود ۲ تا ۳ متر دارند و بعضی اوقات، گسترش جانبی آن‌ها به چندین ده متر می‌رسد و بیش‌تر از اجتماعات مرجانی گنبدی شکل (اغلب Faviids) و *Caulastrea* بزرگ و ضخیم تشکیل شده‌اند. سنگ‌های همراه و بالای اجتماعات مرجانی به رنگ قرمز روشن هستند، شیل‌های مارلی با یک مجموعه جانوری خیلی مشخص فرامینیفری با ظهور هم‌زمان *Borelis* & *Peneroplids* و میلیولیدها مشخص می‌شوند. این زون تجمعی به‌طور فراوان در لایه‌های میوسن خاورمیانه حضور می‌یابد. مرجان‌های پراکنده و شیل‌های فرامینیفردار، آخرین لایه کاملاً دریایی از تکامل تدریجی حوضه را نمایش می‌دهند. از لحاظ چینه‌شناسی، این بالاترین لایه‌های دریایی می‌توانند به‌عنوان اشکوب بوردیگالین تفسیر شوند؛ هرچند در آن، فرامینیفرهای پلانکتونیک و نانوپلانکتون‌ها حضور ندارند. دقیقاً همان اجتماع فرامینیفرها که در برش قم وجود دارد، در سنگ آهک‌های *Euphrates* شمال عراق همراه با *Miogyopsina globulina* و گونه شاخص بوردیگالین حضور دارد.

در بالای افق *Borelis*، نفوذ رسوبات با منشا خشکی افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به رسوب‌گذاری سیلتستون‌ها، ماسه‌سنگ‌ها و کنگلومرای سازند قرمز بالایی می‌گردد.

۵-۱. محیط زیست دیرینه

در برش مورد مطالعه، سه مجموعه مرجانی می‌توان تشخیص داد:

الف: زون تجمعی مرجانی منفرد

ب: زون تجمعی *Leptoseria-Stylophora* از محیط کم نور

ج: زون تجمعی *Stylophora-Leptoseria* آب‌های کم عمق

زون‌های تجمعی اول و دوم فقط در آباده موجود هستند در حالی که زون تجمعی سوم در برش آباده و در بالای برش قم وجود دارد. به‌طور کلی، ساختارهای ریفی بزرگ‌تر تشکیل نشده‌اند اما اجتماعات مرجانی پراکنده کوچک‌تر با گسترش جانبی تقریباً ۴۰ متر و ارتفاع ۵ تا ۶ متر وجود دارند. شکل رشد و ارتباط با گونه‌های جدید که برای تفسیر محیط زیست دیرینه به کار برده شدند، به عنوان مثال به عمق آب، انرژی آب و مقدار نور نیز بستگی دارند.

۶. زون تجمعی مرجانی منفرد

در پایین‌ترین قسمت برش آباده، فقط مرجان‌های منفرد

(*Asterosmia* sp.1, *Ceratotrochus*(*Conotrochus*) sp.1, *Leptomussa variabilis*, *Leptomussa* sp.1)

وجود دارند. آن‌ها به ندرت در مارل‌های سبز و قرمز گسترش دارند و با نومولیتس‌ها و لپیدوسیکلین‌ها همراه هستند. اشکال رشد آن‌ها عمدتاً تروکوئید (*Trochoid*) و سراتوئید (*Ceratoid*) است و فرم‌های *Flabellate* در آن‌ها نادر می‌باشد. اکثر مرجان‌های منفرد، مستقل از نور هستند (به استثنای *Leptomussa* که به خانواده *Mussidae* تعلق دارد و نمونه تکامل‌یافته‌ای از زوکسانتاله‌است) و توانایی چسبیدن به رسوبات گلی را دارند؛ بنابراین به خوبی با محیط‌هایی با سرعت رسوب‌گذاری بالا و آب‌های آشفته سازگار شده‌اند. کاهش شرایط نوری، سرعت رسوب‌گذاری بالا و نبود کف حوضه

	Frequency	Symbiotic Status	Palaeobiogeographic affinity
Porites-Faviidae assemblage			
<i>Acanthastrea</i> sp.2	r	z	
<i>Anisocoenia variabilis</i> Gerth, 1923	r	(z)	Indopacific
<i>Caulastrea</i> sp.2	a	z	
<i>Cladocora</i> sp.1	r	z	
<i>Euphyllia</i> (?) sp.1	r	z	
<i>Favia</i> sp.1	a	z	
<i>Favites</i> cf. <i>neglecta</i> (Michelotti, 1868)	f	(z)	
<i>Goniopora</i> sp.3	f	z	
<i>Montastrea schweinfurthi</i> (Felix, 1884)	f	(z)	Med. Tethys
<i>Plesiastrea</i> cf. <i>romettensis</i> Seguenza, 1864	f	(z)	Med. Tethys
<i>Plesiastrea</i> cf. <i>desmoulini</i> Milne-Edwards and Haime, 1851	f	(z)	Med. Tethys
<i>Porites</i> sp.2	a	z	
<i>Porites</i> sp.3	a	z	
<i>Stylophora</i> sp.1	f	z	
<i>Tarbellastrea</i> cf. <i>Chevalieri</i> Bosellini, 1996	f	(z)	Med. Tethys

بالای توالی دریایی هستند، پوشیده شده‌اند. کربنات‌های حاوی اکیونوبیدهای فراوان و *Kuphus arenarius*، از دریای کم عمق منشاء گرفته‌اند. آخرین لایه کربناته، شکاف‌های کارستی شده و شروع خاک‌زایی را نشان می‌دهد. شکاف‌ها از بالا توسط آواری‌های با منشا خشکی از سازند قرمز بالایی پر شده‌اند.

برش قم، کم و بیش در مرکز حوضه واقع شده است و ضخامت آن به بیش از ۱۰۰۰ متر می‌رسد و توالی دریایی آن بیش از برش چاله قاره است. در مقطع نمونه، سازند قم به شش بخش تقسیم می‌گردد (با توجه به نظر بزرگ‌نیا (۱۹۶۶)، بخش a تا f). بخش d از ژیبس و شیل‌های قرمز تشکیل شده است که ضخامت آن در بعضی از نواحی حوضه قم به ۴۰ متر نیز می‌رسد. یک توالی ضخیم از مارل‌های خاکستری تا سبز (بخش e) حاوی فرامینیفرهای پلانکتونیک و نانوپلانکتون‌ها می‌تواند به‌عنوان اکتیانین سن‌گذاری شود. ظهور مرجان‌ها به ماسه‌سنگ‌های توده‌ای که در بالای برش هستند، محدود می‌شود (بخش f). همراه بودن عمده گریستون‌ها و فلوئستون‌ها با جلبک‌های قرمز آهکی فراوان، ضخامت کربنات‌ها را به حدود ۳۰۰ متر می‌رساند. حضور مرجان‌ها با اجتماعات شاخه‌ای، گنبدی شکل (قطر حدود ۷۰ سانتیمتر) و توده‌ای به صورت پراکنده است. مرجان‌ها به سمت بالای توالی فراوان‌تر می‌شوند، اما به‌طور کلی، حفظ شدگی آن‌ها ضعیف است. در قسمت‌های ابتدایی بالای برش، مارل‌های آهکی و مارل‌ها غالب هستند و ریف‌های شاخه‌ای کوچک ظهور می‌یابد. به طور کلی مجموعه جانوری مرجانی قم تنوع نسبتاً کمی دارند (۱۳ جنس با ۱۵ گونه) (جدول ۱).



Leptoria sp.1, Favites insignis (شکل ۳e), Hydnopora sp.1, Hydnopora cf. insignis (شکل ۳f), Hydnopora solidior, Astrangia sp.1 (شکل ۳d), Siderastrea (Siderofungia) sp.1 تجمع همراه شده‌اند.

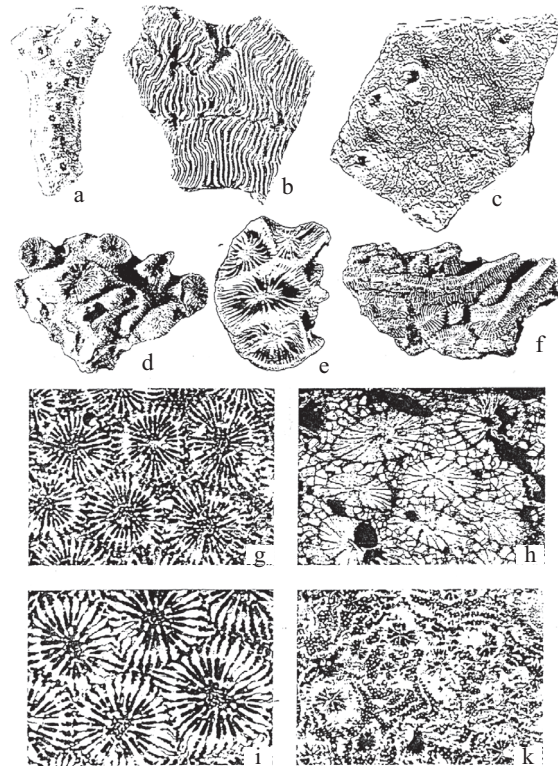
همه آن‌ها، به جزء Leptoria & Hydnopora، که اجتماعات مرجانی توده‌ای گنبدی شکل را تشکیل می‌دهند، نادر و کوچک هستند و فرم رشدی ضعیف و شکننده‌ای را نشان می‌دهند.

مورفولوژی‌های ضخامت یافته (encrusting)، شاخه‌ای و منشعب نازک یا صفحه‌ای که در این تجمع غالب هستند، شاخصی برای محیط‌های کم نور و نیز کاهش انرژی آب می‌باشند. به‌ویژه agariciidها، از قبیل Leptoseria، معمولاً در بخش‌های عمیق‌تر محیط‌های ریفی جدید پیدا می‌شوند. یک زون تجمعی از Leptoseria-Parascolymia-Pectiniid به سن میوسن آغازین از مکران (جنوب ایران)، به‌عنوان شاخصی برای محیط آبی عمیق‌تر تفسیر شده است. یک زون تجمعی از اسکلراکتینین‌های صفحه‌ای شکل با Leptoseriaها، به‌عنوان عمیق‌ترین زون تجمعی مرجانی موجود در شمال دریای سرخ گزارش شده است. ظهور هم‌زمان زوکسانتاله (Astrangia) با مرجان‌های منفرد در آب‌آباده، به عمق بیش‌تر آب و شرایط کم نور که در قسمت زیرین فوتیک زون غالب است، اشاره دارد. یک شاخص دیگر برای عمق بیش‌تر آب، فرامینیفراهای پلانکتونیک هستند که فقط در این قسمت از برش ظاهر می‌شوند. بنابراین افق حاوی زون تجمعی Leptoseria-Stylophora، برای نمایش بیش‌ترین پیشروی سطح آب دریا (mfs) به کار می‌رود؛ جایی که کاهش رسوب‌گذاری منجر به ایجاد یک سابسترات مناسب شده و توانایی کلنی شدن مرجان‌ها را برای یک دوره محدود به‌وجود می‌آورد.

۸. زون تجمعی Porites-Faviidae

ریف‌های کومه‌ای که در قسمت میانی برش آب‌آباده و قسمت خیلی بالای برش قم وجود دارند، فراوان‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده ریف‌ها از خانواده Faviidae [Montastrea sp.1 (شکل ۳g), Leptoria sp.1, Hydnopora solidior, Antiguastrea sp.1 (شکل ۳h), Poritidae (Porites, Goniopora), Diploastrea sp.1 (شکل ۳i), Astreopora cf. meneghiniana (شکل ۳k)] هستند.

ریف‌های کومه‌ای به سمت بالای اولین چرخه رسوب‌گذاری برش آب‌آباده تکرار می‌شوند. اولین تجمعات مرجانی بالای برش از افق Leptoseria-Stylophora بوده و اشکال گنبدی شکل کوچک دارند و در رسوبات مارلی توزیع یافته‌اند. آن‌ها به سمت بالا، پرجمعیت‌تر و فراوان‌تر شده و در نهایت مرجان‌های پراکنده کوچک را که نشانگر زیر چرخه‌های کم عمق شونده به سمت بالا هستند، ایجاد می‌کنند. این مرجان‌های پراکنده با اجتماعات غالباً گنبدی شکل و بزرگ (Diploastrea, Favites, Porites) ساخته شده‌اند و چارچوب‌ساز هستند. بزرگ‌ترین اجتماعات مرجانی، یک متر ارتفاع و در حدود ۱/۸ متر قطر دارند. Poritesها در اجتماعات



شکل ۳

۳ | مرجان‌های اسکلراکتینین الیگوسن بالایی از برش آب‌آباده. a-f: مرجان‌های شاخص از زون تجمعی Leptoseria-Stylophora که نشان‌دهنده یک محیط کم نور است (افق ۲۰-۹۶ AB)، g-k: مرجان‌های شاخص از زون تجمعی Poritids & Faviids (AB, ۹۶-۳۰/۳۱).

a) Stylophora thirsiformis (Michelotti, 1847) x4, b) Leptoseria sp.1, x2, c) Turbinaria cf. tenuis (Marezzeller, 1980) x4, d) Astrangia sp.1, x2, e) Favites insignis (Duncan, 1880) x1, g) Montastrea sp.1, x4, h) Antiguastrea sp.1, x4, k) Astreopora cf. meneghiniana (D'Achiardi, 1866) x4

مناسب، احتمالاً برای زیستگاه کلنی‌های مرجانی مضر هستند. بنابراین بعداً این زون تجمعی، به‌طور کامل، از بین رفته است و یک زون تجمعی مشابه با مرجان‌های منفرد (زون تجمعی مرجانی، کف حوضه سست و ناپایدار) غلبه یافته که این زون در توالی رسوبی نفوذ از جمهوری دومینیک توصیف شده است. سرعت رسوب‌گذاری و پایداری کف دریا را به‌عنوان عوامل محدودکننده اصلی زیستگاه لاروهای مرجانی در نظر می‌گیرند. به نظر می‌رسد که مرجان‌های منفرد بیش‌ترین سازگاری را با چنین محیط‌هایی داشته باشند.

۷. زون تجمعی Leptoseria-Stylophora

اولین ظهور مرجان‌های کلنی در برش آب‌آباده به افقی با ضخامت ۵۰-۲۰ سانتی‌متر محدود می‌شود. Leptoseria نازک بشقابی شکل و Stylophora شاخه‌دار نازک، رایج‌ترین مرجان‌ها می‌باشند (شکل ۳-الف و ب). در این افق علاوه بر مرجان‌های منفرد Montipora sp.1, Goniopora sp.1



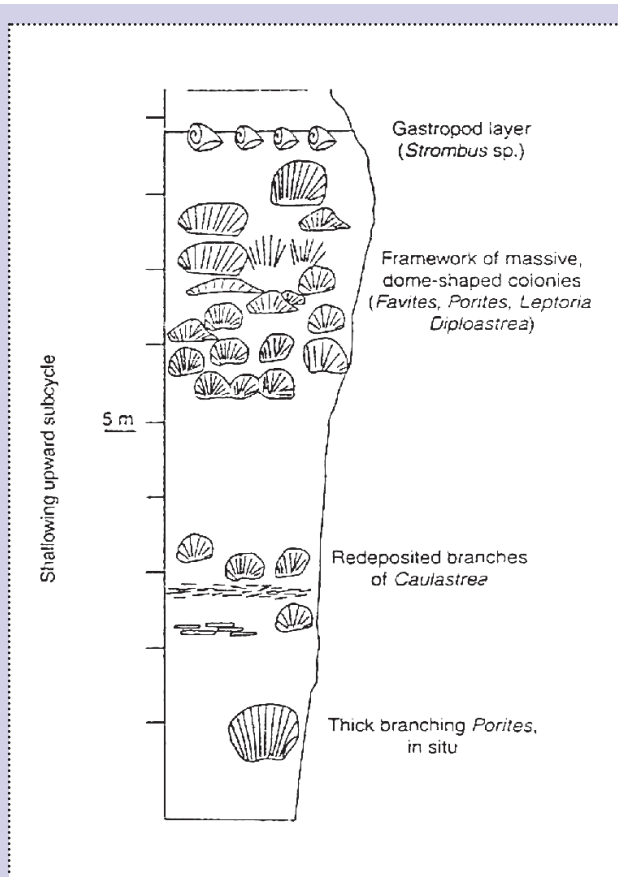
۲ | تعیین مقدماتی مرجان‌های الیگوسن آباده. (اغلب گونه‌ها هنوز در حال تشخیص هستند و بنابراین در داخل پراکنش آمده‌اند. r: نادر، (یک گونه): f: تکرار شونده (دو تا ده گونه): a: فراوان (بیش از ده گونه): z: جنس‌های توسعه یافته که اغلب توسط زوکساتاله پوشش داده شده‌اند؛ (z) جنس‌ها یا گونه‌های منقرض شده که توسط زوکساتاله پوشش داده شده‌اند و همچنین به دلیل رابطه آن‌ها با یک جنس توسعه یافته یا به دلیل شکل رشد آن: az: جنس توسعه یافته که اغلب توسط زوکساتاله پوشش داده شده‌اند و همچنین به دلیل رابطه آن‌ها با یک جنس بر جای مانده یا به دلیل شکل رشد آن: (az): جنس‌ها و گونه‌های نایاب (منقرض شده) که توسط زوکساتاله پوشش داده شده‌اند و به دلیل رابطه آن‌ها با یک جنس بر جای مانده یافته یا به دلیل شکل رشد آن: s: مرجان‌های منقرض).

	Frequency	Symbiotic Status	Palaeobiogeographic affinity
Solitary coral assemblage			
Asterosmilia sp.1	r	az	
Ceratotrochus (Conotrochus) sp.1	r	az	
Cricocyathus sp.1	a	(az)	
Leptomussa variabilis d' Achiardi 1867	f	(z)	
Leptomussa sp.1	z	(z)	
Leptoseries – Stylophora assemblage			
Astrangia sp.1	r	az	
Colpophyllia sp.1	r	z	
Cricocyathus sp.1	f	(az), s	
Favites insignis (Duncan. 1880)	r	z	
Galaxea (?) sp.1	r	z	
Gardineroseris (?) sp.1	r	z	Indopacific
Goniopora sp.1	f	z	
Hydnophora solidior (Duncan. 1880)	f	(z)	Indopacific
Hydnophora cf. insignis (Duncan. 1880)	r	(z)	Indopacific
Hydnophora sp.1	r	z	
Ilariosmilia cf. subcurvata (Reuss, 1864)	r	(az), s	Med. Tethys
Leptomussa variabilis d' Achiardi, 1867	r	(z), s	
Leptoria cf. concentrica Duncan, 1880	r	(z)	Indopacific
Leptoria sp.1	r	z	
Leptoseries sp.1	a	z	
Leptoseries sp.2	f	z	
Montipora sp.1	f	z	
Pavona sp.1	r	z	Indopacific
Placosmiliopsis multisimiosus (Michelin, 1842)	r	(az), s	Med. Tethys
Placosmiliopsis sp.1	r	(az), s	
Siderastrea (Siderofungia) sp.1	r	z	
Stephanocyathus (Odontocyathus) sp.1	r	az	
Stylophora thirsiformis (Michelotti, 1874)	a	(z)	
Turbinaria cf. tenuis Marenzeller, 1908	f	z	Indopacific
Porties-Faviidae assemblage			
Acanthastrea sp.1	r	z	
Acropora sp.1	r	z	
Agathiphyllia sp.1	f	(z)	

	Frequency	Symbiotic Status	Palaeobiogeographic affinity
Antiguastrea sp.1	f	(z)	
Antiguastrea sp.2	f	(z)	
Astreopora cf. meneghiniana (d' Achiardi, 1866)	f	(z)	
Astreopora sp.1	f	z	Med. Tethys
Astrocoenia cf. nana Reuss, 1868	f	(z)	Med. Tethys
Astrocoenia cf. zitteli Pratz, 1883	f	(z)	Med. Tethys
Caulastrea sp.1	a	z	
Diploastrea sp.1	f	z	
Favites sp.1	a	z	
Goniopora sp.2	a	z	
Hydnophora solidior (Duncan, 1880)	f	(z)	Indopacific
Leptoria sp.1	f	z	
Montastrea sp.1	f	z	
Montastrea sp.2	f	z	
Porites sp.1	a	z	
Stylocoenia taurinesis (Michelin, 1842)	r	(z)	Med. Tethys
Stylophora cf. italica d' Archiardi, 1866	r	(z)	Med. Tethys

شاخه‌ای ضخیم (قطر شاخه تا ۸ سانتی‌متر می‌رسد) یا کلاهی شکل (head-shaped) ظهور می‌یابند. یک چارچوب متراکم با اجتماعات Caulastrea در یک ضخامت کم، حداکثر با یک متر ارتفاع و ۲ متر گسترش جانبی رشد می‌کند.

در شکل ۴، یک توالی تیپیک از زیرچرخه کم عمق شونده به سمت بالا نشان داده شده است. به دنبال یک پیشروی، رسوبات مارلی فقط با اجتماع مرجانی پراکنده نهشته شده‌اند. لایه‌های دوباره نهشته شده شاخه‌های Porites و Caulastrea، به عنوان نتیجه‌ای از وقایع طوفانی تفسیر شده است که نشانگر افزایش انرژی آب می‌باشد. این‌ها توسط شاخه‌های ضخیم Porites و مرجان‌های دیگر، دوباره اجتماع می‌یابند. به طرف رأس چرخه کم عمق شونده به سمت بالا، فراوانی اجتماعات مرجانی افزایش می‌یابد و ریف‌های کومه‌ای توسعه می‌یابند. فاز ساختن ریف‌های کومه‌ای را حضور یک لایه گاستروپود واضح (عمدتاً Strombus sp.) خاتمه می‌دهد. به طرف بالای برش، بار دیگر یک فاز پیشرونده جدید منجر به رسوب‌گذاری رسوبات مارلی می‌شود. در سنگ آهک‌های مرجانی - جلبکی، از دومین توالی رسوبی، اجتماعات گنبدی شکل و صفحه‌ای که به‌طور فاحش توسط



شکل ۴ | زیرچرخه کم عمق شونده به سمت بالا در رخصاره ریفهای کومه ای (زون تجمعی *Favidae*, *Porites*) (برش آباده 30-96 AB)

سیند پاکستان و از مکران (جنوب ایران) توصیف گردیده‌اند. این مجموعه جانوری با مرجان‌های ثبت شده از جاوا و بورنئو نسبتاً در ارتباط هستند. مجموعه جانوری مرجانی مکران، سن اکتانین تا بوردیگالین را دارد و بیش‌ترین مرجان (بیش از ۴۰ جنس و ۹۰ گونه)، سن میوسن آغازین ثبت شده در این ناحیه را نشان می‌دهند. مرجان‌های میوسن آغازین (۲۳ جنس و ۳۴ گونه) از منطقه سیرجان (سعیدآباد)، تقریباً در ۵۰۰ کیلومتری جنوب شرق اصفهان و یک مجموعه جانوری کوچک از سازند آسماری (کوه i - آسماری، شمال غرب اصفهان) توصیف شده است. در جای دیگر، مرجان‌های سازند آسماری تنها از تئیس مدیترانه‌ای شناخته شده‌اند، در حالی که مجموعه جانوری سیرجان وابستگی به اقیانوس هند-آرام را نشان می‌دهند؛ در نتیجه هیچ ارتباط دریایی بین تئیس مدیترانه‌ای و اقیانوس هند-آرام در دوران میوسن آغازین وجود نداشته است. در مجاورت سیرجان، یک مجموعه جانوری مرجانی از اواخر الیگوسن تا اوایل میوسن یافته شده است که تقریباً مشابه مجموعه جانوری توصیف شده در سعیدآباد می‌باشد. به دلیل این شباهت، زون‌های تجمعی سیرجان و مکران پیشنهاد گردید که خلیجی به طرف شمال اقیانوس هند تا این ناحیه

جلبک قرمز مرجانی پوشیده شده‌اند، غالب می‌گردند. در این سنگ آهک‌ها پوشش مرجانی بسیار متراکم است (۸۰-۹۰ درصد). چارچوب ریفی غالب را *Favites* (*Favites* sp.1, *Diploastrea* sp.1, *Hydnophora* sp.1, *Montastrea* sp.2) تشکیل داده است. در اولین توالی رسوبی در ریف‌های کومه‌ای، *Porites*‌ها فراوانی کم‌تری دارند.

زون‌های تجمعی جدید با *poritids* و *faviids* غالب شده‌اند و عمق آبی در حدود ۵ تا ۲۰ متر یا بیش‌تر را پیشنهاد می‌کنند. توزیع عمق مجموعه جانوری مرجانی عهد حاضر از اقیانوس هند-آرام و دریای سرخ هر دو نشان دادند که زون تجمعی *Porites* و زون تجمعی *faviid*، در عمق‌های آب متوسط حضور می‌یابند. در شمال دریای سرخ و در خلیج *Safaga*، *Porites* بین ۵ تا ۱۵ متری دیده می‌شود و به دنبال آن در زیر فرش *faviid*، در حدود یا کمی بیش‌تر از عمق ۱۰ متری تا حد زیرین ۲۵ متری یافت می‌شود؛ بنابراین، زون‌های تجمعی مرجانی متفاوت، یک روند کم عمق شونده به سمت بالا را در چرخه رسوب‌گذاری پایینی در برش آباده نشان می‌دهند.

مرجان‌های منفرد و زون تجمعی *Leptoseris-Stylophora* از قسمت پایینی برش، عمیق‌ترین محیط با شرایط کم نور را نشان می‌دهند. توسعه ریف‌های کومه‌ای با غلبه *Porites* و *Favites*، به یک کم عمق‌شدگی کلی محیط رسوبی (بالای زون فوتیک) اشاره می‌کند. همراهی فرامینیفرهای بزرگ‌تر (به‌ویژه *Peneroplis evolutus*, *Archias* sp., *Borelis melo curdica* *Miliolids*, *B.haueri*, *Dendritina rangi*، در درون و بالای ریف‌های کومه‌ای در برش قم، تیبیک محل سکونت با نور مناسب و خیلی کم عمق است؛ جایی که علف‌های دریایی *meadows* با محیط مجاور فاقد پوشش گیاهی، به‌ویژه محیط‌های پشت ریفی و پناهگاهی (*sheltered*)، به‌طور بین‌انگشتی قرار می‌گیرند. در سطح رسوبات بدون پوشش گیاهی، آلونولینیدهای کروی تا کمی بیضوی شکل ساکن می‌شوند، در حالی که گونه‌های صفحه‌ای شکل به‌ویژه *پنروپلیس‌ها*، فرم‌های ساکن علف‌های دریایی هستند.

اخیراً یک مدل رسوبی برای بخش f سازند قم معرفی شده است. آن‌ها سه برش را در نزدیکی قم مطالعه کردند (همه مکان‌ها به برشی که توصیف شده است، بسیار نزدیک هستند) و درصد بالایی از مرجان‌های ریفی برجا را در قسمت فوقانی توالی آهکی گزارش دادند و بر اساس حضور یا عدم حضور رسوبات لاگونی و افزایش تغییر و تنوع میکروفاسیس‌های همراه در بالای برش آن‌ها، توسعه‌ای از ریف حاشیه‌ای تا سدی پیشنهاد شد. اما در حین این مطالعه، چنین توسعه‌ای مشاهده نگردید. این بدان معنی است که اجتماعات مرجانی به‌طور کمیاب در توالی سنگ آهک (بخش f) ظهور می‌یابند و هیچ نوع چارچوب ریفی بزرگ‌تر را تشکیل نمی‌دهند.

۹. مقایسه با دیگر مجموعه جانوری مرجانی و مفاهیم جغرافیای دیرینه

نکته اصلی در بازسازی جغرافیای دیرینه راه آبی (seaway) تئیس در ناحیه ایران، اتصال آن با تئیس مدیترانه‌ای از طرف شمال غرب و با اقیانوس هند-آرام از طرف جنوب شرق می‌باشد. مجموعه جانوری مرجانی که به‌عنوان وابستگان واقعی به هند-آرام مورد مطالعه قرار گرفتند، از



توسعه یافته است. این خلیج، یک خلیج proto-basin بوده است.

توصیف تاریخیچه پیشین مرجان‌ها از نواحی شمالی و شمال غربی ایران اغلب از ظهورهای مجزا و جداگانه با سن مشکوک و سؤال برانگیز به‌دست آمده است. مرجان‌های شمال ایران به‌طور کلی به میزان زیادی به مجموعه جانوری تتیس مدیترانه‌ای وابستگی نشان می‌دهند. در این ناحیه برای اطمینان بیش‌تر، باید بر روی مرجان‌ها، یک تجدید نظر تاکسونومیک انجام شود.

در این‌جا وجود رسوبات دریایی الیگوسن تا میوسن آغازین که توصیف شده‌اند، یک ارتباط دریایی فراتر از شمال غرب سیرجان را پیشنهاد می‌کنند، به‌علاوه بین سیرجان/ سعیدآباد، چندین رخمون از سنگ‌های الیگو-میوسن وجود دارد که یک ناحیه پیوسته احتمالی از رسوبات دریایی از جنوب ایران تا حوضه‌های سکویی (fore land) ایران مرکزی را پیشنهاد می‌دهد. بین اقیانوس هند-آرام و مدیترانه و پاراتیس، ارتباط دریایی بوردیگالین را پیشنهاد کرده‌اند که توسعه آن از مکران بالای سیرجان و حوضه قم و به سمت شمال غرب در امتداد دریاچه ارومیه به سمت Transcaucasia گسترش دارد. نتایج اولیه از تشخیص سیستماتیک مجموعه جانوری مرجانی، مخلوطی از مجموعه جانوری مدیترانه‌ای و اقیانوس هند-آرام را نشان می‌دهد. به دنبال آن، گونه‌های الیگوسن بایانی از آواده یک قرابت آرام دارد. (Dancan, 1880), Favites insignis, Hydnophora solidior (Duncan, 1880), Hydnophora cf. insignis (Dancan, 1880), Leptoria cf. concentrica (Dancan, 1880), Turbinaria cf. tenuis Marenzeler, 1908 تنها از میوسن پاکستان، سیرجان و مکران شناخته شده‌اند. اگرچه گونه‌های Astrocoenia cf. nana Reuss, 1868, Astrocoenia cf. zittelipratz, 1883, Stylophora cf. italica, Achiard, 1866, Astrocoenia cf. meneghiniana d' Achiardi, 1866, Stylophorathirisiformis, Michelotti, 1847, تنها از اونس والیگوسن تتیس مدیترانه‌ای شناخته شده‌اند (به‌طور مثال Reuss 1864, 1868, d' Achiardi, 1866; Pfister 1980), اما به نقل از McCall و همکارانش در سال ۱۹۹۴، گونه Montipora تنها در اقیانوس هند-آرام و در شرق تتیس مدیترانه‌ای ظهور یافته است. گونه‌ای که در برش قم پیدا شده به نام Anisocoenia cf. variabilis, Gerth 1923، مکران و بورنو نیز گزارش شده و بنابراین به‌عنوان گونه اقیانوس هند-آرام در نظر گرفته شد. گونه‌های زیر که در برش قم ظهور می‌یابند، به تتیس مدیترانه‌ای نزدیک هستند، این گونه‌ها عبارتند از:

Favites cf. neglecta (Michelotti, 1868); Montastrea schweinfurthi (Flix, 1884); Plesiastrea cf. romettensis Seguenz, 1864; Plesiastrea cf. desmoulinisi Milne-Edwards & Haime, 1851 & Tarbellastrea cf. chevalieri Bosellini, 1996 مقایسه تنوع مجموعه جانوری، اشتقاق بالایی از مجموعه جانوری مرجانی الیگوسن (۴۴ گونه و ۳۲ جنس) و نسبتاً یک مجموعه جانوری کم تنوع از میوسن آغازین (۱۵ گونه و ۱۳ جنس) را نشان می‌دهد. به‌ویژه تنوع پایین مجموعه جانوری مرجانی برش قم به‌طور مجزا با مجموعه جانوری مرجانی هم‌زمان خود مقایسه شده است؛ از میوسن آغازین نیز ۴۰ تا ۵۰ جنس از آرام و هم‌چنین ۴۳ جنس با ۱۱۰ گونه با سن بوردیگالین از حوضه Aquitaine (فرانسه) لیست شده است. دلایل برای تنوع کم مجموعه جانوری میوسن قم می‌تواند دو مورد ذیل باشد:

اول: تغییرات ناحیه‌ای در توسعه راه‌های دریایی، برای مثال بستگی و کلوژر راه دریایی تتیان در زمان بوردیگالین می‌تواند روی پراکندگی مرجان‌ها تأثیر داشته باشد. ارتباط دریایی برجای مانده با اقیانوس هند-آرام می‌تواند مانع از تبادل مجموعه جانوری به‌ویژه ارگانسیم‌های بنتیک شود و بنابراین می‌تواند منجر به تنوع کم مجموعه جانوری مرجانی در محدوده مورد مطالعه شود. تنوع بالای مجموعه جانوری مرجانی میوسن آغازین از جنوب ایران و پاکستان، احتمالاً می‌تواند به موقعیت جغرافیای دیرینه که ارتباط دریای باز با اقیانوس هند-آرام بوده است، نسبت داده شود.

دوم: عوامل محلی مانند فعالیت‌های آتشفشانی و بارش خاکستر آتشفشانی وابسته به آن از میوسن آغازین حوضه قم توصیف شده است. این عوامل می‌توانند بر تجمع مرجانی تأثیر داشته باشند. با این وجود این را باید به یاد داشت که مجموعه جانوری مرجانی حوضه پشت کمانی قم تنها در مکان‌های نمونه برداری شده است (قم و چاله قاره)، در حالی که مجموعه جانوری حوضه مکران و Aquitaine از مقاطع زیادی که در محدوده گسترده‌ای توزیع شده بودند جمع آوری شده‌اند؛ بنابراین تنوع پایین مجموعه جانوری مرجانی میوسن می‌تواند به دلیل کم بودن نمونه‌ها باشد.

◆ نتیجه گیری

توالی رسوبی الیگوسن تا میوسن آغازین ایران مرکزی شامل چندین افاق با ظهور مرجان است که می‌تواند در چندین زون تجمعی شاخص دسته بندی شوند. تغییر در ترکیب مجموعه جانوری مرجانی می‌تواند شاخصی برای عمق شناسی دیرینه باشد که یک روند کم عمق شونده سمت بالا را در اولین توالی رسوبی برش آواده نشان می‌دهد. زون تجمعی مرجانی منفرد (Solitary) و زون تجمعی Leptoseris-Stylophora، شاخص محیط‌های کم نور هستند که بعداً به بیش‌ترین سطح پیشروی آب دریا ارتباط داده می‌شوند. ریف‌های کومه‌ای که از Faviids و Porites تشکیل شده‌اند، در قسمت بالای برش مورد نظر، بیانگر محیط کم عمق شونده می‌باشند. زون تجمعی Faviids - Porites بیانگر مجموعه جانوری رایج مرجان‌های الیگوسن/ میوسن هستند (برای مثال مکران در جنوب ایران). اگرچه شرایط زیست محیطی دیرینه (Palaeoenvironmental) به نظر قابل مقایسه است، اما تنوع زون تجمعی مرجانی در الیگوسن بیش‌تر از مجموعه جانوری میوسن آغازین می‌باشد. این امر می‌تواند منعکس‌کننده آغاز گسستگی حوضه‌های سکویی (Fore land) ایران از اقیانوس باز بوده و در نتیجه مانع از تبادل مجموعه جانوری گردد. نتایج به‌دست آمده مشخص می‌کند که در هر دو مجموعه جانوری مرجانی الیگوسن پایانی و میوسن آغازین، تداخل اعضای مدیترانه‌ای و اقیانوس هند-آرام وجود داشته است. رسوب‌گذاری دریایی نرمال برای یک فاصله زمانی معین در اکتانین قطع می‌شود و آن زمانی است که تبخیری‌ها حتی در قسمت میانی حوضه قم نیز نهشته می‌شوند و بعد بدون انقطاع تا بوردیگالین ادامه می‌یابند.