

گروه‌های شکلی روزنبران سازند قم در خاور سیرجان و جنوب باختری کاشان: کاربرد آنها در تفاسیر دیرینه محیطی و دیرینه بوم شناختی

ابراهیم محمدی

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

*emohammadi02@gmail.com

دریافت بهمن ۱۳۹۹، پذیرش آبان ۱۴۰۰

چکیده

سازند قم مهم‌ترین سنگ مخزن و سنگ منشاء هیدروکربور در ایران مرکزی است. مطالعه روزنبران سازند قم در برش بوجان (خاور سیرجان، با سن روپلین- شاتین و ۱۵۶ متر ضخامت) و برش ورکان (جنوب باختری کاشان؛ با سن روپلین و ۱۹۰ متر ضخامت)، منجر به تشخیص هفت گروه شکلی شد. در هر دو برش به‌طور کلی فرم‌های ایفونال غالب بوده‌اند. آنالیز گروه‌های شکلی بیانگر وجود نوساناتی در درصد گروه‌های شکلی غالب است، که خود بیانگر نوساناتی در شرایط بوم شناختی محیط می‌باشد. در برش بوجان در نهشته‌های روپلین گروه‌های شکلی با دیواره پورسلانوز و در شاتین گروه‌های شکلی با دیواره هیالین فراوانی بیشتری دارند که بیانگر نهشته شدن بخش‌های پایینی در محیط‌های لاگونی و نهشته شدن بخش‌های بالایی برش (عمدتاً) در رمپ میانی است. این تغییر چشمگیر در طول زمان بیانگر افزایش تدریجی عمق حوضه، کاهش شوری، کاهش روشنایی و کاهش مواد مغذی است. غالب بودن گروه‌های شکلی با دیواره هیالین در سرتاسر برش ورکان بیانگر رسوب‌گذاری این برش (عمدتاً) در محیط‌های رمپ میانی با میزان شوری نرمال دریایی و تحت شرایط نوری مزوفوتیک تا الیگوفوتیک می‌باشد.

کلمات کلیدی: سازند قم، الیگو-میوسن، اپی فونال، ریخت‌شناسی پوسته، دیرینه بوم شناسی، استراتژی تغذیه.

۱- مقدمه

امروزه در اکتشافات مواد هیدروکربوری، شناخت محیط ته‌نشینی هر توالی کربناته برای پیش‌بینی وجود این مواد، کیفیت و ضخامت سنگ‌های مخزن، سنگ‌های منشأ و سنگ‌پوش دارای اهمیت است [۹] و روزنبران کاربردی‌ترین گروه فسیلی برای اکتشافات مواد هیدروکربوری محسوب می‌گردند. روزنبران به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان نشانگرهای زیستی برای توصیف محیط‌زیست و بازسازی محیط دیرینه مورد استفاده قرار می‌گیرند [۹ و ۱۲]. رابطه بین ریخت‌شناسی پوسته روزنبران بتیک و خصوصیات محیط فیزیکی موضوع مطالعات زیادی بوده است [۶]. بررسی گروه‌های شکلی، مبتنی بر ریخت‌شناسی عملکردی^۱ است و بیانگر این است که گونه‌های دارای اشکال پوسته مشخص دارای زیستگاه‌ها و استراتژی‌های تغذیه‌ای مختلفی هستند [۸، ۱۱، ۱۴ و ۲۵].

موری [۲۳ و ۲۴] گروه‌های شکلی / مورفوتیپ‌ها را به‌عنوان گروهی از فرم‌ها تعریف می‌کند که به‌جای شباهت تاکسونومیک، دارای ریخت‌شناسی‌های پوسته مشابه هستند [۶، ۱۰ و ۳۷]. مطابق رولید و همکاران [۳۰] استفاده از دسته‌های ریخت‌شناختی در بررسی محیط دیرینه می‌تواند نسبت به استفاده از شناسایی رسمی گونه ارجحیت داشته باشد زیرا: (۱) رویکرد ریخت-شناختی امکان مقایسه‌های قابل قبولی را بین مجموعه‌هایی با سنین مختلف را امکان‌پذیر می‌سازد [۶ و ۲۹]، که خود باعث کاهش اثر واگرایی تاکسونومیک ناشی از تکامل بیولوژیکی می‌گردد، (۲) شناسایی گونه‌ها ضرورت ندارد، و (۳) استفاده از تعداد کمی از گروه‌های شکلی به جای شمار زیادی از گونه‌ها، حجم داده‌هایی که باید مورد بررسی قرار گیرند را کاهش می‌دهد [۶].

سازند قم از توالی ضخیمی از مارن‌های دریایی، سنگ‌های کربناته، ژئوپس و سیلیسی آواری تشکیل شده است و رسوب‌گذاری آن در حوضه‌های سنندج-سیرجان، ارومیه-دختر و ایران مرکزی صورت گرفته است [۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۳۱ و ۳۵]. برونزدهای سازند قم از خوی و ماکو در شمال باختری ایران، تا شمال دریاچه جازموریان در جنوب خاوری ایران گسترش دارند [۱، ۳، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱]. سازند قم مهم‌ترین سنگ مخزن و سنگ منشأ هیدروکربور در ایران مرکزی است [۵، ۲۱ و ۲۲] و آهک‌های این سازند در ایران مرکزی مخزن میدان‌های نفتی/گازی البرز، سراج، آران [۴۰] و فخره [۲] است. این سازند از نظر زمانی معادل سازند آسماری، که بیش از ۹۰٪ نفت ایران و ۱۲٪ نفت جهان را در خود جای داده است، می‌باشد [۷، ۳۳ و ۴۰].

در این مطالعه گروه‌های شکلی روزنبران موجود در سازند قم مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و برای تفسیر شرایط محیطی و بازسازی محیط‌های دیرینه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مطالعات بر روی سازند قم از حدود ۱۶۰ سال پیش آغاز شده است. در ۲۰ سال اخیر مطالعات نسبتاً متعددی بر روی محیط رسوبی این سازند انجام شده است که لیست کاملی از آنها را می‌توان در [۱۷، ۱۸ و ۲۱] مشاهده نمود. ولی علیرغم اهمیت گروه‌های شکلی روزنبران در تفسیر شرایط محیطی دیرینه هیچ مطالعه‌ای بر روی گروه‌های شکلی روزنبران این سازند انجام نشده است. لذا، هدف این مقاله، پر کردن بخشی از این خلأ اطلاعاتی، با مطالعه دو برش چینه‌شناختی از سازند قم در منطقه سیرجان-کاشان می‌باشد.

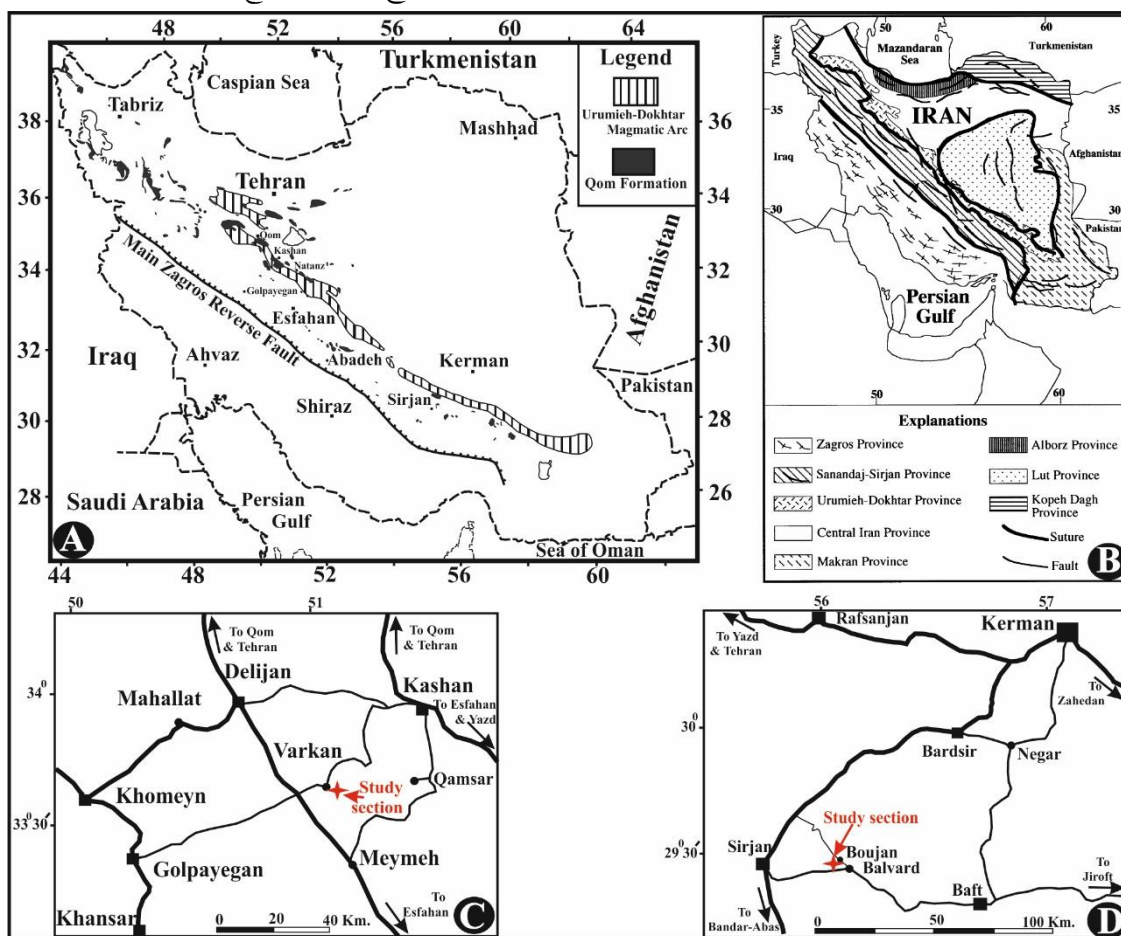
۲- موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

برش بوجان در ۴۰ کیلومتری خاور شهرستان سیرجان (۱۴ کیلومتری بلورد) در نزدیکی روستای بوجان واقع شده است. این برش دارای مختصات جغرافیایی ۲۹°۲۶′۰۴″ عرض شمالی و ۵۵°۵۹′۲۷″ طول خاوری می‌باشد. برش بوجان از طریق جاده سیرجان به بلورد و بافت قابل دسترس می‌باشد (شکل ۱). برش ورکان در ۷۵ کیلومتری جنوب باختری کاشان (۵ کیلومتری

^۱ functional morphology

جنوب خاور روستای ورکان و در خاور روستای آرنجن) واقع شده است این برش دارای مختصات جغرافیایی ۲۹°۴۱'۳۳ عرض شمالی و ۵۴°۴'۵۱ طول خاوری است و از طریق جاده اصفهان-دلیجان و همچنین جاده کاشان-گلپایگان قابل دسترسی می باشد (شکل ۱).

برش های مورد مطالعه بر اساس مطالعات [۱۹ و ۳۱] در حوضه پیش کمان سنندج-سیرجان واقع شده اند.



شکل ۱: نقشه کلی ایران که ۸ واحد زمین شناختی (رسوبی-ساختاری) ایران را نشان می دهد [۱۳]. (B) نقشه ایران که پراکنندگی برونزدهای سازند قم و همچنین کمان ماگمایی ارومیه-دختر را نشان می دهد (با اصلاحات از [۱۹]). (C) موقعیت برش ورکان و راه های دسترسی به آن (D) موقعیت برش بوجان و راه های دسترسی به آن [۴].

۳- روش مطالعه

به منظور بررسی گروه های شکلی روزنبران نهشته های الیگو-میوسن سازند قم در مناطق سیرجان و کاشان، یک مقطع چینه شناسی در ناحیه سیرجان (به ضخامت ۱۵۶ متر) و یک مقطع چینه شناسی در جنوب باختری کاشان (برش ورکان، به ضخامت ۱۹۰ متر) انتخاب گردید (شکل ۱) و از آنها به ترتیب ۹۹ و ۱۲۷ نمونه به طور سیستماتیک و بر اساس تغییرات رخساره ای و بافتی برداشت گردید. هم نمونه های سخت و هم نمونه های نرم از این برش ها برداشت شد. برای آزادسازی روزنبران از نمونه های نرم (شیلی و مارنی) مقدار ۲۵۰ گرم از هر نمونه جهت عملیات گل شویی انتخاب گردید و روزنبران آن جدا و شناسایی گردید. از نمونه های سخت مقاطع نازک تهیه گردید. مقاطع نازک تهیه شده از این نمونه ها مورد بررسی دقیق فسیل شناسی قرار گرفته و روزنبران آن شناسایی و مطالعه گردید. سن برش مورد مطالعه بر پایه مطالعات قبلی محمدی

و همکاران [۲۰] ارائه شده است. گروه‌های شکلی بر اساس ریخت‌شناسی خارجی پوسته (شکل پوسته) و ماهیت پیش‌پوسته (یعنی اضافه شدن حجرات) تعیین شده‌اند. فراوانی روزنبران مختلف در هر کدام از نمونه‌ها شمارش شد. گروه‌های شکلی غالب مشخص شدند و نمودار درصد فراوانی گروه‌های شکلی غالب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. تصاویر گروه‌های شکلی غالب شناسایی شده در برش‌های مورد مطالعه نیز در شکل ۴ نشان داده شده است. برای تمایز گروه‌های شکلی معمولاً از رویکردهای محققان قبلی همچون [۸، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۲، ۳۶، ۳۷، ۳۸ و ۳۹] تبعیت می‌شود.

۴- روزنبران شناسایی شده و بیواستراتیگرافی برش‌های مورد مطالعه

زیست‌چینه‌نگاری (بر مبنای روزنبران) برش‌های بوجان و ورکان در محمدی و همکاران [۲۰] ارائه شده و بر اساس آن مطالعه، سن سازند قم در برش بوجان، روپلین-شاتین و در برش ورکان، روپلین است. در هر کدام از برش‌ها یک یا چند زون زیستی شناسایی شده است، که در ادامه به‌طور خلاصه مورد بحث قرار می‌گیرند.

۴-۱- روزنبران و تجمع‌های زیستی شناسایی شده در برش بوجان (بر اساس محمدی و همکاران [۲۰])

در این برش می‌توان دو تجمع زیستی، بر اساس پراکندگی روزنبران تعیین نمود.

تجمع ۱: این تجمع، از قاعده برش تا ارتفاع ۹۷ متری گسترش دارد. جنس *Nummulites* فقط در ۲ متر انتهایی (بالائی) حضور دارد. لیتولوژی غالب توالی‌های دربرگیرنده این تجمع عمدتاً شامل تناوبی از آهک و مارن می‌باشد. نمونه‌های B1 تا B59 متعلق به این تجمع می‌باشد. مجموعه فسیلی زیر در این تجمع شناسایی شده است:

Nummulites fichteli, *Nummulites vascus*, *Eulepidina dilatata*, *Eulepidina elephantina*, *Nephrolepidina tournoueri*, *Neorotalia viennoti*, *Operculina complanata*, *Heterostegina* sp., *Amphistegina* sp., *Sphaerogypsina globules*, *Borelis pygmaea*, *Archaias* sp., *Elphidium* sp., *Peneroplis tomasi*, *Austrotrillina howchini*, *Dendritina rangi*, *Pyrgo* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina tricarinata*, *Triloculina trigonula*, *Textularia* sp.

با توجه به این‌که آخرین حضور جنس *Nummulites* در نمونه B59 (ضخامت ۹۷ متری) دیده شده است، بنابراین برای ۹۷ متر آغازین این برش سن روپلین در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر این تجمع بر اساس حضور *N. fichteli* و *N. vascus* به روپلین نسبت داده شده است، در بیشتر توالی‌های دربرگیرنده این تجمع، فرامینفرهای بدون منفذ غالب می‌باشند. تجمع ۲: این تجمع از ارتفاع ۹۷ متری تا رأس برش را در بر گرفته و لیتولوژی غالب لایه‌های دربرگیرنده این تجمع عمدتاً شامل آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه و گاهی نیز توده‌ای می‌باشد. نمونه‌های B60 تا B99 از توالی‌های دربرگیرنده این تجمع برداشت شده است. مجموعه فسیلی زیر در این تجمع شناسایی شده است:

Eulepidina dilatata, *Eulepidina elephantina*, *Nephrolepidina tournoueri*, *Nephrolepidina* sp., *Operculina complanata*, *Heterostegina* sp., *Amphistegina* sp., *Neorotalia viennoti*, *Sphaerogypsina globules*, *Elphidium* sp., *Borelis pygmaea*, *Archaias* sp., *Austrotrillina howchini*, *Pyrgo* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina trigonula*, *Triloculina tricarinata*, *Haplophragmium* sp., *Valvulina* sp., *Textularia* sp.

با توجه به عدم حضور *Borelis melo* (شاخص روپلین)، *Nummulites fichteli*، *N. intermedius*، *N. vascus* (شاخص بوردیگالین) و *Miogypsina* (شاخص اکتانین) و همچنین بر اساس موقعیت چینه‌شناسی آن در بالای تجمع ۱ (با سن روپلین)، می‌توان سن شاتین را برای این تجمع در نظر گرفت.

۴-۲- روزنبران و تجمع زیستی شناسایی شده در برش ورکان (بر اساس محمدی و همکاران [۲۰])

در این برش ۱ تجمع زیستی، بر اساس پراکندگی روزنبران تشخیص داده شده است که در سرتاسر برش گسترش دارد. لیتولوژی غالب توالی های دربرگیرنده این تجمع در ۷۰ متر پایینی عمدتاً شامل آهک های متوسط تا ضخیم لایه و مارن و در ۱۲۰ متر باقیمانده عمدتاً شامل آهک های متوسط تا ضخیم لایه و توده ای و آهک های مارنی می باشد. نمونه های V1 تا V127 از توالی های دربرگیرنده این تجمع برداشت شده است. مجموعه فسیلی زیر در این تجمع شناسایی شده است:

Nummulites vascus, *Nummulites fichteli*, *Eulepidina dilatata*, *Eulepidina elephantina*, *Nephrolepidina tournoueri*, *Heterostegina* sp., *Operculina complanata*, *Amphistegina* sp., *Neorotalia viennoti*, *Sphaerogypsina globules*, *Borelis* sp., *Archais* sp., *Peneroplis tomasi*, *Dendritina rangi*, *Haplophragmium* sp., *Cibisides* sp., *Elphidium* sp., *Quinqueloculina* sp., *Pyrgo* sp., *Textularia* sp.

بر اساس حضور *Nummulites vascus* در سرتاسر برش ورکان، سن این برش تماماً به روپلین نسبت داده شده است.

۴-۳- گروه های شکلی روزنبران شناسایی شده در برش های مورد مطالعه

بررسی خصوصیات ریخت شناختی (از جمله نوع پیچش صدف و جنس پوسته) روزنبران شناسایی شده در برش های مورد مطالعه، به شناسایی گروه های شکلی زیر منجر شد [۱۶]. انواع مختلف گروه های شکلی مطالعه شده در این پژوهش، در جدول ۱ نشان داده شده است.

۴-۳-۱- گروه شکلی CH-A

روزنبران این گروه شکلی، صدفی از نوع آهک هیالین دارند. این گروه شکلی به انواع زیر تقسیم می گردد: زیرگروه شکلی CH-A1. افراد این گروه شکلی صدفی عدسی شکل با پیچش پلانسیپرال داشته و دارای حجرات متعددی می باشند. نوع زندگی آنها به صورت سطحزی می باشد. از جمله روزنبرانی که در این گروه قرار می گیرند می توان به *Eulepidina*, *Nephrolepidina* و *Nummulites* اشاره نمود.

زیرگروه شکلی CH-A2. افراد این گروه شکلی صدفی عدسی شکل با پیچش تروکوآسپیرال دارند. همچنین صدف دیواره ای ضخیم داشته و حجرات، متعدد می باشد. موجودات این گروه زندگی سطحزی و یا نیمه درونزی دارند. روزنبران *Amphistegina* و *Neorotalia* در این گروه قرار می گیرند.

زیرگروه شکلی CH-A3. افراد این گروه شکلی صدفی با پیچش پلانسیپرال داشته ولی شکل آنها عدسی شکل نمی باشد، حجرات متعدد و پرده ها کمانی شکل می باشد. روزنبران *Heterostegina* و *Operculina* در این گروه قرار می گیرند.

۴-۳-۲- گروه شکلی AG-A

این گروه شکلی شامل روزنبرانی است که جنس پوسته آنها آگلوتینه می باشد. صدف در افراد این گروه مخروطی کشیده باریک شونده^۲ می باشد. حجرات آنها معمولاً در دو و یا سه ردیف آرایش یافته اند. افراد این گروه زندگی درونزی داشته و رسوب خوار می باشند. روزنبرانی از قبیل *textularids* و *vavulinids* در این گروه قرار می گیرند.

۴-۳-۳- گروه شکلی PC-C

این گروه شکلی شامل موجوداتی با پوسته پورسلانوز می باشد. این گروه شکلی شامل انواع زیر است: زیرگروه شکلی PC-C1. افراد این گروه شکلی پوسته ای کروی یا دوکی شکل دارند. حجرات اصلی به حجرات فرعی تقسیم شده اند. این موجودات به صورت سطحزی زندگی می کنند. روزنبران گروه *Borelis* در این گروه قرار می گیرند. زیرگروه شکلی PC-C2. افراد این گروه شکلی پوسته ای با پیچش خوشه ای یا استراپتواسپیرال دارند. شکل کلی آنها کروی، بیضوی و یا چند گوش می باشد. این گروه زندگی سطحزی دارند. *miliolid* ها و *Austrotrillina* در این گروه قرار دارند.

². Tapering

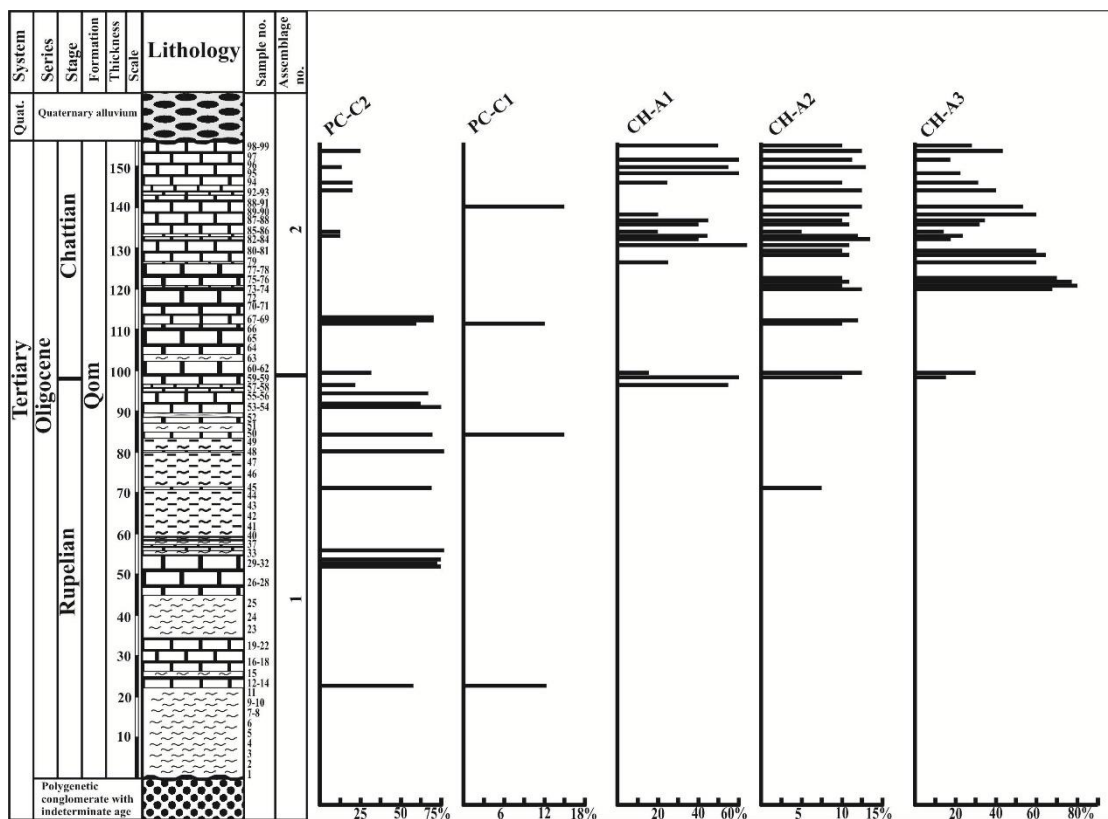
زیرگروه شکلی PC-C3: افراد این گروه شکلی پوسته‌ای با پیچش پلانسیپرال و حجرات متعدد دارند. آنها به صورت سطح‌زی زندگی نموده و رسوب خوار می‌باشند. از جمله روزنبران این گروه می‌توان به *Dendritina* و *Cibicides* اشاره نمود.

جدول ۱. انواع مختلف گروه‌های شکلی در برش‌های مورد مطالعه [۱۶]

گروه‌های شکلی اصلی	گروه‌های شکلی فرعی	تعداد حجرات	جنس دیواره	مشخصات پوسته	شیوه زندگی	شیوه تغذیه	مثال
CH-A	CH-A1	چندحجره‌ای	هیالین	پلانسیپرال، عدسی شکل	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Nummulites, Eulepidina, Nephrolepidina</i>
	CH-A2	چندحجره‌ای	هیالین	تروکواسپیرال، عدسی شکل	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Neorotalia, Amphistegina</i>
	CH-A3	چندحجره‌ای	هیالین	پلانسیپرال	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Operculina, Heterostegina</i>
AG-A	AG-A	چندحجره‌ای	آگلوتینه	مخروطی کشیده دو یا سه ردیفی	Infaunal	رسوب خوار	<i>Textularia, Valvulina</i>
PC-C	PC-C1	چندحجره‌ای	پورسلانوز	پلانسیپرال، کروی یا دوکی شکل	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Borelis</i>
	PC-C2	چندحجره‌ای	پورسلانوز	استراپتواسپیرال	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Pyrgo, Triloculina, Quinqueloculina,</i>
	PC-C3	چندحجره‌ای	پورسلانوز	پلانسیپرال	Epifaunal	رسوب خوار	<i>Dendritina</i>

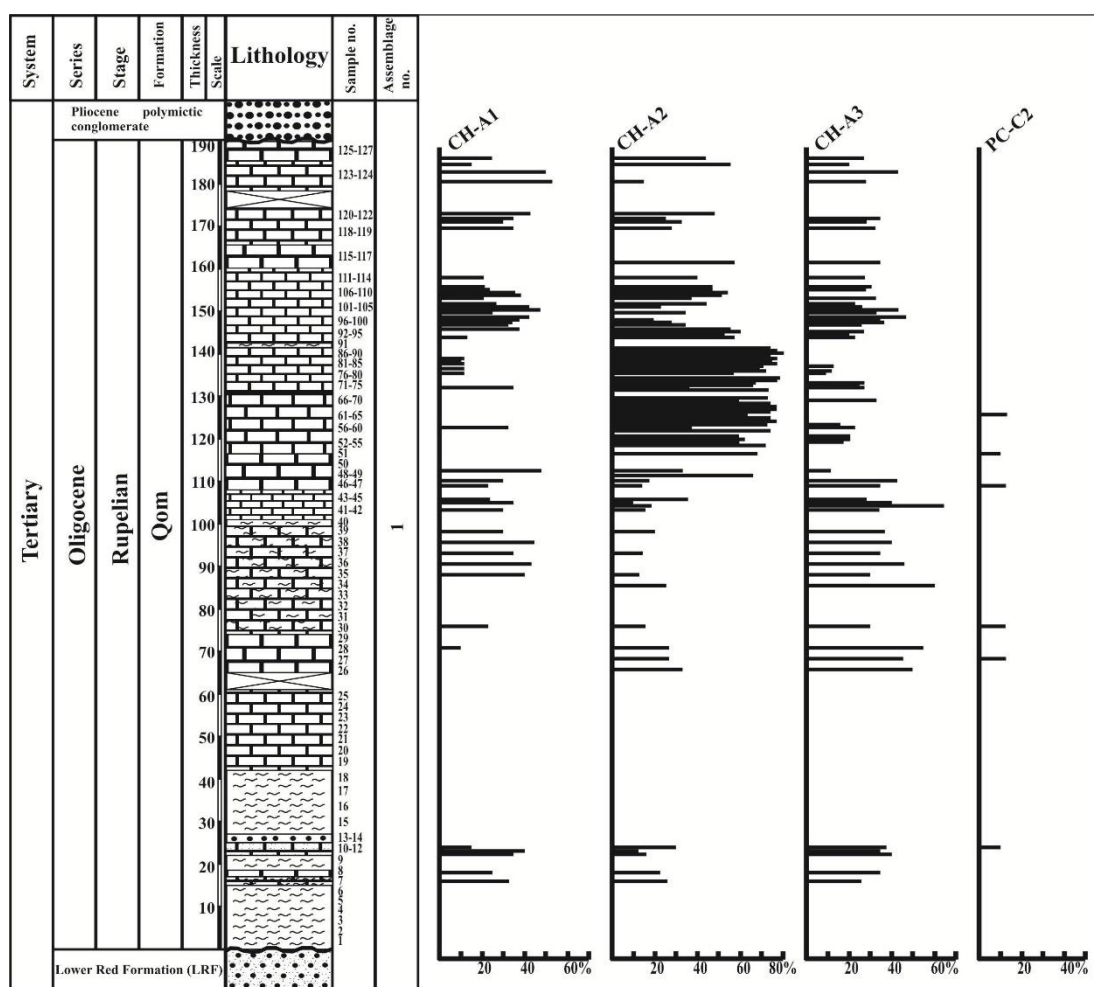
۴-۴- گروه‌های شکلی برش بوجان

فراوانی گروه های شکلی غالب برش بوجان در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که در شکل نیز مشخص است، در تجمع شماره ۱، گروه های شکلی PC-C1، PC-C2، CH-A1، CH-A2 و CH-A3 حضور دارند. گروه شکلی PC-C2 در اکثر افق های این تجمع حضور داشته و غالب ترین گروه شکلی می باشد. فراوانی این گروه شکلی بین صفر تا ۷۵٪ متغیر می باشد. گروه شکلی PC-C1 نیز با فراوانی ۱۲ تا ۱۵٪ در دو افق حضور دارد. گروه های شکلی CH-A1، CH-A2 و CH-A3 در آخرین لایه های این تجمع دیده می شوند. بیشترین فراوانی گروه های شکلی CH-A1، CH-A2 و CH-A3 در آخرین لایه های این تجمع به ترتیب ۶۰٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ می باشد. گروه های شکلی دیگر از فراوانی قابل ملاحظه ای در این مجموعه برخوردار نیستند.



شکل ۲. نمودار درصد فراوانی گروه های شکلی غالب در برش بوجان.

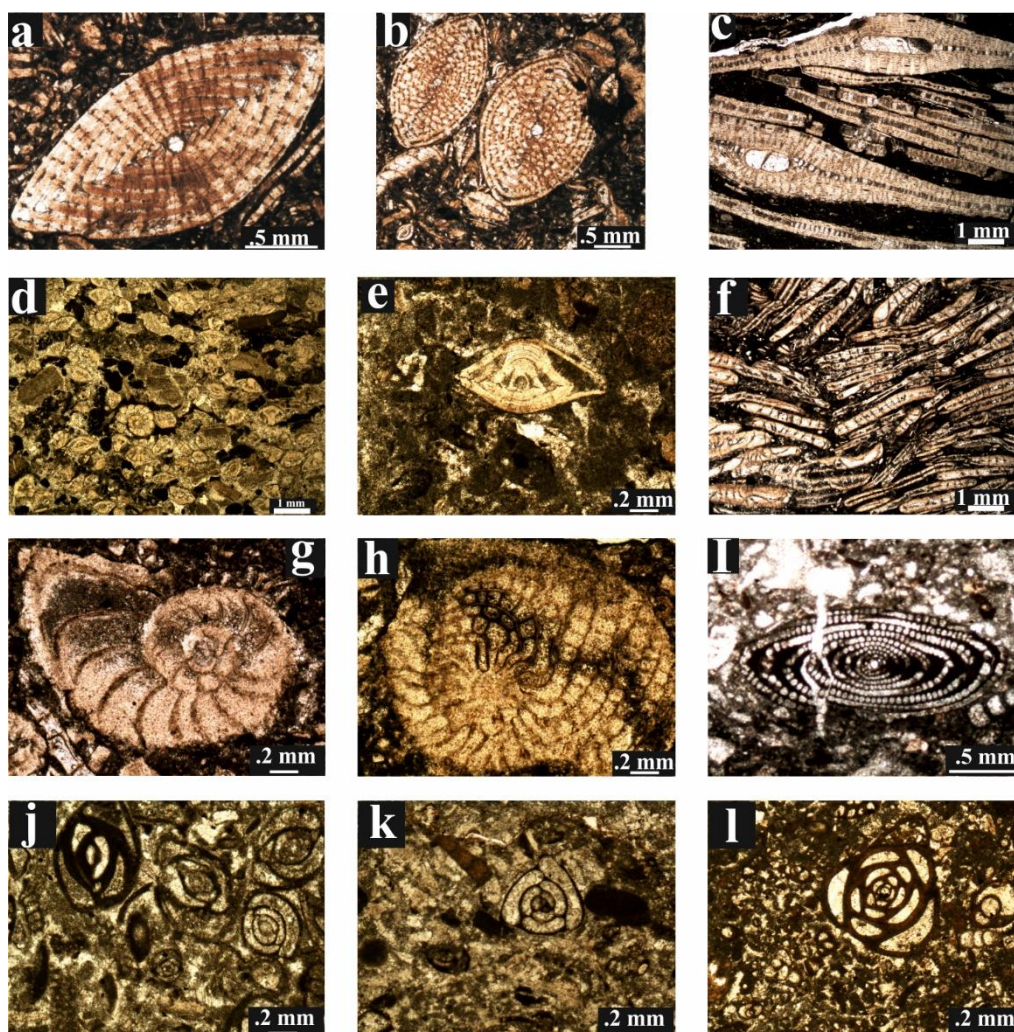
در تجمع ۲، گروه های شکلی PC-C1 و PC-C2، CH-A3، CH-A2، CH-A1، گروه های شکلی تجمع ۲، گروه های شکلی CH-A3 و CH-A1 می باشد، که بیشترین فراوانی آنها به ترتیب ۶۲٪ و ۸۳٪ می باشد. به طور کلی می توان گفت که فراوانی گروه شکلی CH-A1 به سمت بالای برش ابتدا دارای روندی نزولی ولی بعداً صعودی بوده، در حالی که فراوانی گروه شکلی CH-A3 به سمت بالای برش روندی نزولی را نشان می دهد. گروه شکلی CH-A2 نیز در اکثر نمونه های این تجمع حضور داشته و تغییرات فاحشی را نشان نمی دهد. فراوانی گروه شکلی PC-C2 در بخش پایینی این تجمع، در نمونه های B68 و B67 به بیش از ۵۰٪ می رسد. فراوانی این گروه شکلی در بخش بالایی ستون کاهش یافته و حداکثر به مقدار ۲۸٪ می رسد. گروه شکلی PC-C1 نیز با فراوانی کمتر از ۱۵٪ تنها در دو افق حضور دارد. لازم به ذکر است که گروه های شکلی AG-A و PC-C3 در سرتاسر برش، هیچوقت از فراوانی قابل توجهی برخوردار نبوده اند.



شکل ۳. نمودار درصد فراوانی گروه‌های شکلی غالب در برش ورکان.

۴-۵- گروه‌های شکلی برش ورکان

فراوانی گروه‌های شکلی غالب برش ورکان در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در این تجمع، گروه‌های شکلی CH-A1، CH-A2، CH-A3 و PC-C2 حضور دارد و بیشترین فراوانی آنها به ترتیب برابر با ۵۳٪، ۸۰٪، ۶۴٪ و ۱۳٪ می‌باشد. کمترین فراوانی آنها نیز برابر با صفر می‌باشد. در بخش پایینی برش (نمونه‌های V7 تا V13) هر چهار گروه شکلی مذکور حضور داشته و گروه‌های شکلی CH-A1 و CH-A3 غالب می‌باشند. میزان فراوانی گروه شکلی CH-A1 در طول ستون نوسانات زیادی داشته و معمولاً بی‌نظم می‌باشد. میزان فراوانی گروه شکلی CH-A2 از نمونه V26 تا V30 روند نزولی دارد. به سمت بالای برش از نمونه V35 تا نمونه V86 روند کلی صعودی می‌باشد. از نمونه V87 تا ۹۸ روند کلی نزولی بوده و از نمونه V100 تا رأس برش نوسانات میزان فراوانی گروه شکلی CH-A2 نامنظم می‌باشد. میزان فراوانی گروه شکلی CH-A3 از نمونه V26 تا V48 نوسانات تقریباً نامنظمی دارد. به سمت بالای برش از نمونه V50 تا V68 روند کلی تغییرات میزان فراوانی صعودی بوده و سپس تا نمونه V82 روند نزولی دارد. بخش بالایی برش نیز نوسانات تقریباً نامنظمی نشان می‌دهد. گروه شکلی PC-C2 در طول ستون از گسترش کمی برخوردار بود و میزان فراوانی آن همواره کمتر از ۱۴٪ می‌باشد. لازم به ذکر است که گروه‌های شکلی AG-A، PC-C1 و PC-C3 در سرتاسر برش ورکان، هیچ‌وقت از فراوانی قابل توجهی برخوردار نبوده‌اند.



شکل ۴. تصاویر گروه‌های شکلی غالب شناسایی شده در برش‌های مورد مطالعه. (h تا a) گروه شکلی CH-A. a-b: زیرگروه شکلی CH-A1.

CH-A1: زیرگروه شکلی CH-A2؛ پکستونی سرشار از *Lepidocyclina*؛ زیرگروه شکلی CH-A2؛ د: زیرگروه شکلی CH-A1؛ *Nummulites fichteli*؛ زیرگروه شکلی CH-A1؛ *Neorotalia*؛ زیرگروه شکلی CH-A2؛ *Amphistegina*؛ زیرگروه شکلی CH-A3؛ پکستونی سرشار از *Heterostegina/Operculina*؛ زیرگروه شکلی CH-A3؛ *Operculina*؛ زیرگروه شکلی CH-A3؛ h تا i: *Heterostegina*؛ گروه شکلی PC-C؛ I: زیرگروه شکلی PC-C1؛ *Borelis pygmaea*؛ زیرگروه شکلی PC-C2؛ K: *Pyrgo*؛ PC-C2؛ زیرگروه شکلی PC-C2؛ *Triloculina trigonula*؛ I: زیرگروه شکلی PC-C2

Quinqueloculina

۵-بحث

شرایط بوم‌شناختی مناسب جهت رشد و شکوفایی انواع مختلف گروه‌های شکلی روزنبران در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، جدول‌های ۱ و ۲، درصد فراوانی گروه‌های شکلی در برش‌های مورد مطالعه و نوسانات آنها در گذر زمان (در طول ستون چینه‌شناسی) شرایط دیرینه بوم‌شناختی مؤثر بر روی روزنبران در برش‌های مختلف به شرح زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

جدول ۲. شرایط بوم‌شناختی مناسب جهت رشد و شکوفایی گروه‌های شکلی مختلف روزنبران.

شرایط بوم‌شناختی	جنس دیواره	مثال	گروه‌شکلی فرعی	گروه‌شکلی اصلی
شوری نرمال دریایی، شرایط الیگوتروفیک تا مزوتروفیک، محیط الیگوفوتیک تا مزوفوتیک	هیالین	<i>Eulepidina, Nephrolepidina, Nummulites</i>	CH-A1	CH-A
شوری نرمال دریایی، شرایط الیگوتروفیک تا مزوتروفیک، محیط الیگوفوتیک تا مزوفوتیک	هیالین	<i>Amphistegina, Neorotalia</i>	CH-A2	
شوری نرمال دریایی، شرایط الیگوتروفیک تا مزوتروفیک، محیط الیگوفوتیک تا مزوفوتیک	هیالین	<i>Operculina, Heterostegina</i>	CH-A3	
قابلیت تحمل شرایط بوم‌شناختی مختلف	آگلوتینه	textularids, vavulinids	AG-A	AG-A
شوری زیاد، محیط یوفوتیک و کم انرژی با گل فراوان	پورسلانوز	<i>Borelis</i>	PC-C1	PC-C
شوری زیاد، محیط یوفوتیک و کم انرژی با گل فراوان	پورسلانوز	miliolids	PC-C2	
شوری زیاد، محیط یوفوتیک و کم انرژی با گل فراوان	پورسلانوز	<i>Dendritina</i>	PC-C3	

روزنبران کفزی، هم ریززیستگاه‌های سطحزی و هم ریززیستگاه‌های درونزی را اشغال می‌نمایند. فراوانی نسبی گونه‌های درونزی در مقایسه با انواع سطحزی می‌تواند به‌عنوان افزایش مواد آلی (غذا) در کف حوضه تفسیر گردد. اکسیژن یکی از عوامل بسیار مهم در پراکندگی روزنبران می‌باشد. روزنبران موجود در محیط‌های کم-اکسیژن اساساً شامل گونه‌های آهکی با ریززیستگاه‌های درونزی و نیز درصد کمی از گونه‌های تک‌حجره‌ای با پوسته‌های بدون تزیینات می‌باشند. گروه‌های شکلی PC-C2 (میلیولیدها) و PC-C1 (*Borelis*) که روزنبران دارای دیواره پورسلانوز را در بر می‌گیرند، سطحزی بوده و در محیط‌های لاگونی با شوری بالا و نور بالا به شکوفایی می‌رسند. گروه‌های شکلی CH-A1 (لیپیدوسیکلینیدها، *Nummulites*)، CH-A3 (*Operculina, Heterostegina*) و CH-A2 (*Amphistegina*) که روزنبران دارای دیواره هیالین را در بر می‌گیرند، سطحزی بوده و در شرایط الیگوتروفیک و همچنین الیگوفوتیک تا مزوفوتیک به شکوفایی می‌رسند. گروه شکلی AG-A (*Valvulina, Textularia*) که روزنبران دارای دیواره آگلوتینه را در بر می‌گیرد، درونزی بوده و در محیط‌های کم اکسیژن و نامساعد به شکوفایی می‌رسند. بنابراین، بررسی گروه‌های شکلی غالب ابزار مفیدی جهت بررسی شرایط دیرینه بوم‌شناختی می‌باشد.

برش بوجان: در آهک‌های روپلین برش بوجان (به‌جز آخرین لایه‌ها)، روزنبران دارای دیواره بدون منفذ متعلق به گروه‌های شکلی PC-C2 (میلیولیدها) و PC-C1 (*Borelis*) غالب می‌باشند. در آخرین لایه‌های آشکوب روپلین و همچنین در آهک‌های شاتین گروه‌های شکلی CH-A1 (عمدتاً لیپیدوسیکلینیدها)، CH-A3 (*Operculina*) و به نسبت کمتری CH-A2 (*Neorotalia*) غالب می‌گردند. غالب بودن روزنبران سطحزی در این برش مؤید شرایط بوم‌شناختی مساعد همراه با اکسیژن و مواد مغذی کافی می‌باشد. فراوانی گروه‌های شکلی رسوب خوار بیانگر وجود مواد مغذی کافی در کف حوضه می‌باشد. با توجه به گروه‌های شکلی غالب در برش بوجان، در روپلین (به‌جز آخرین لایه‌ها) شرایط بوم‌شناختی پرنور، شوری بالا و کم‌عمق حاکم بوده، ولی در اواخر روپلین و همچنین در شاتین شرایط بوم‌شناختی الیگوتروفیک، الیگوفوتیک تا مزوفوتیک و همچنین شوری نرمال حاکمیت داشته است.

برش ورکان: در سرتاسر این برش گروه‌های شکلی CH-A1 (لپیدوسیکلینیداها و *Nummulites*)، CH-A3 (*Operculina*) و CH-A2 (*Neorotalia Amphistegina*) غالب می‌باشد. لازم به ذکر است که *Neorotalia* در بخش‌هایی از این برش فراوانی بسیار زیادی نشان می‌دهد. غالب بودن روزنبران سطح‌زی در بخش اعظم این برش بیانگر شرایط بوم‌شناختی مساعد همراه با اکسیژن و مواد مغذی کافی برای بخش اعظم این برش می‌باشد. فراوانی گروه‌های شکلی رسوب خوار بیانگر وجود مواد مغذی کافی در کف حوضه می‌باشد. با توجه به گروه‌های شکلی غالب در برش ورکان، این برش عمدتاً تحت حاکمیت شرایط بوم‌شناختی الیگوتروفیک، الیگوفوتیک تا مزوفوتیک و همچنین شوری نرمال نهشته شده است. با این وجود، گونه *Neorotalia viennoti* که شیوه زندگی نیمه درونزی دارد، در برخی از افق‌های برش ورکان از فراوانی خیلی زیادی برخوردار است. با توجه به اینکه گونه‌های درونزی و نیمه درونزی نسبت به گونه‌های سطح‌زی از مقاومت بیشتری در شرایط کمبود اکسیژن برخوردارند و در شرایط کم اکسیژن می‌توانند غالب گردند، بنابراین فراوانی زیاد *Neorotalia* در بخش‌هایی از برش ورکان، احتمالاً بیانگر شرایط نسبتاً کم اکسیژن می‌باشد.

لازم به ذکر است که فرم‌های درونزی همچون *textularids* و *Valvulinas* نیز در برش‌های مورد مطالعه به صورت پراکنده وجود داشته، ولی هیچ‌گاه فراوانی قابل ملاحظه‌ای نشان نمی‌دهند.

۶- نتیجه گیری

مطالعه گروه‌های شکلی روزنبران سازند قم در خاور سیرجان و جنوب باختری کاشان به نتایج زیر منجر شد:

روزنبران برش‌های مورد مطالعه در ۷ گروه شکلی طبقه‌بندی می‌شوند، که آنها را می‌توان در ۳ گروه شکلی اصلی قرار داد. شناسایی گروه‌های شکلی عمدتاً بر اساس ریخت‌شناسی و معماری پوسته (شامل شکل کلی، الگوی پیچش و آرایش و تعداد حجرات)، و ریززیستگاه استنباطی که یا در سطح رسوبات زندگی می‌کند یا در داخل رسوبات (ایپفونال/سطح‌زی یا ایپفونال/درونزی) و استراتژی تغذیه (معلق/رسوب خوار، گیاهخوار و غیره) استوار بوده است.

در هر دو برش به‌طور کلی فرم‌های ایپفونال غالب بوده‌اند. آنالیز گروه‌های شکلی بیانگر وجود نوساناتی در درصد گروه‌های شکلی غالب است، که خود بیانگر نوساناتی در شرایط بوم‌شناختی محیط می‌باشد.

بررسی تغییرات گروه‌های شکلی غالب برش بوجان بیانگر این است گروه‌های شکلی با دیواره پورسلانوز در نهشته‌های روپلین این برش غالب بوده‌اند که بیانگر رسوب‌گذاری این بخش در محیط‌های لاگونی است. به سمت بالا، در شاتین گروه‌های شکلی با دیواره هیالین فراوانی بیشتری دارند که بیانگر عمیق‌تر شدن محیط و نهشته شدن بخش‌های بالایی برش (عمدتاً) در رمپ میانی است. این تغییر چشمگیر در طول زمان بیانگر افزایش تدریجی عمق حوضه، کاهش شوری، کاهش روشنایی و کاهش مواد مغذی است. در برش بوجان، در روپلین (به‌جز آخرین لایه‌ها) شرایط بوم‌شناختی پرنور، شوری بالا و کم‌عمق حاکم بوده، ولی در اواخر روپلین و همچنین در شاتین شرایط بوم‌شناختی الیگوتروفیک، الیگوفوتیک تا مزوفوتیک و همچنین شوری نرمال حاکمیت داشته است.

در برش ورکان به‌طور کلی گروه‌های شکلی با دیواره هیالین در سرتاسر برش غالب می‌باشند که بیانگر رسوب‌گذاری این برش (عمدتاً) در محیط‌های رمپ میانی و تحت حاکمیت شرایط بوم‌شناختی الیگوتروفیک، الیگوفوتیک تا مزوفوتیک و همچنین شوری نرمال می‌باشد.

عدم حضور گروه‌های شکلی پلانکتون در برش‌های مورد مطالعه بیانگر این است که محیط رسوب‌گذاری هیچ‌وقت خیلی عمیق نبوده است و هر دو برش تماماً در زون نوری و در محیط‌های رمپ میانی تا داخلی نهشته شده‌اند و نهشته‌های رمپ خارجی حضور ندارد.

از داوران مقاله خانم دکتر اسماء آفتابی آرانی و آقای دکتر حسین وزیری مقدم تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

- [۱] آفتابی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- [۲] جلالی، م.، صادقی، ع.، آدابی، م.، ۱۳۹۶، ریز رخساره‌ها، محیط رسوبی و چینه نگاری سکانشی سازند قم در چاه یورته شاه-۱ و برش سطحی مورخه کوه (جنوب تهران). فصلنامه پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال سی و سوم، شماره شست و شش، صفحه ۴۸-۲۵.
- [۳] رحیم زاده، ف.، ۱۳۷۳، زمین شناسی ایران، الیگوسن، میوسن، پلیوسن. سازمان زمین شناسی کشور، ۳۱۱ صفحه.
- [۴] سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۸۸، نقشه راههای ایران، ۱:۲۵۰۰۰۰۰
- [5] ABAIE I.L., ANSARI, H.J., BADAKHSHAN, A., JAAFARI, A., 1964, History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran. *Bulletin of Iranian Petroleum Institute*, **15**, 561–574.
- [6] ALPERIN, M. I., CUSMINSKY, G.C., BERNASCONI, E., 2011, Benthic foraminiferal morphogroups on the Argentine continental shelf. *The Journal of foraminiferal Research*, **41** (2), 155–166.
- [7] AMIRSHAHKARAMI, M., VAZIRI-MOGHADDAM, H., TAHERI, A., 2007, Sedimentary facies and sequence stratigraphy of the Asmari Formation at chaman-Bolbol, Zagros Basin, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, **29**, 947–959.
- [8] BINDIU, R., FILIPESCU, S., 2015, Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the middle Eocene deposits from the northern part of the Tarcău Nappe (Eastern Carpathians, Romania). *Studia UBB Geologia*, **59** (1-2), 45 – 59.
- [9] BOUDAGHER-FADEL, M.K., 2018, Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera, 2st edition, *UCL Press*, London, p. 693.
- [10] CHAN, S.A., KAMINSKI, M.A., AL-RAMADAN, K., 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**, 1-16.
- [11] CORLISS, B.H., CHEN, C., 1988, Morphotype patterns of Norwegian deep-sea benthic foraminifera and ecological application. *Geology*, **16**, 716–719.
- [12] DULEBA, W., DEBENAY, J.P., EICHLER, B.B., MICHAELOVITCH, M.M., 1999, Holocene Environmental and Water Circulation Changes: Foraminifer Morphogroups Evidence in Flamengo Bay (SP, Brazil). *Journal of Coastal Research*, **15** (2), 554-571.
- [13] HEYDARI E., HASSANZADEH J., WADE W.J., GHAZI A.M., 2003, Permian–Triassic boundary interval in the Abadeh section of Iran with implications for mass extinction. Part 1—sedimentology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **193**, 405–423
- [14] JONES, R.W., CHARNOCK, M.A., 1985, Morphogroups of agglutinated foraminifera. Their life position and feeding habits and potential applicability in paleoecological studies. *Revue de Paleobiologie*, **4**, 311–320.
- [15] KENDER, S., KAMINSKI, M.A., JONES, R.W. 2009, Early to middle Miocene foraminifera from the deep-sea Congo Fan, offshore Angola. *Micropaleontology*, **54**, 477-568.
- [16] KOUTSOUKOS, E.A.M., HART, B.H., 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: Earth Sciences*, **81**, 221-246.
- [17] MOHAMMADI, E., 2020, Sedimentary Facies and Depositional Environments of the Oligocene-Early Miocene Marine Qom Formation, Central Iran Back-Arc Basin, Iran (Northeastern Margin of the Tethyan Seaway). *Carbonates and Evaporites*, **35**, <https://doi.org/10.1007/s13146-020-00553-0>
- [18] MOHAMMADI, E., 2021, Sedimentary facies and paleoenvironmental interpretation of the Oligocene larger-benthic-foraminifera-dominated Qom Formation in the northeastern margin of the Tethyan Seaway. *Palaeoworld*, **30**, 356-372.
- [19] MOHAMMADI, E., HASANZADEH-DASTGERDI, M., GHAEDI, M., DEHGHAN, R., SAFARI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., BAIZIDI, C., VAZIRI, M.R., SFIDARI, E., 2013, The Tethyan Seaway Iranian Plate Oligo-Miocene deposits (the Qom Formation): distribution of Rupelian (Early Oligocene) and evaporate deposits as evidences for timing and trending of opening and closure of the Tethyan Seaway. *Carbonates and Evaporites*, **28**, 321-345.
- [20] MOHAMMADI, E., VAZIRI, M.R., DASTANPOUR, M., 2015, Biostratigraphy of the Nummulitids and Lepidocyclinids bearing Qom Formation based on Larger Benthic Foraminifera (Sanandaj–Sirjan fore-arc basin and Central Iran back-arc basin, Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, **8**, 403-423.

- [21] MOHAMMADI, E., HASANZADEH-DASTGERDI, M., SAFARI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., 2019, Microfacies and depositional environments of the Qom Formation in Barzok area, SW Kashan, Iran. *Carbonates and Evaporites*, **34**, 1293–1306.
- [22] MORLEY, C.K., KONGWUNG, B., JULAPOUR, A.A., ABDOLGHAFOURIAN, M., HAJIAN, M., WAPLES, D., WARREN, J., OTTERDOOM, H., SRISURIYON, K., KAZEMI, H., 2009, Structural development of a major late Cenozoic basin and transpressional belt in central Iran: the Central Basin in the Qom-Saveh are. *Geosphere*, **4**, 325-362.
- [23] MURRAY, J.W., 1973, Distribution and ecology of benthic foraminiferids. *Heinemann Educational Books*, London. p. 274.
- [24] MURRAY, J.W., 2006, Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. *Cambridge University Press*, Cambridge. p. 426.
- [25] MURRAY, J.W., ALVE, E., JONES, B., 2011, A new look at modern agglutinated benthic foraminiferal morphogroups: their value in palaeoecological interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **309**, 229-241.
- [26] NAGY, J., 1992, Environmental significance of foraminiferal morphogroups in Jurassic North Sea deltas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **95**, 111-134
- [27] NAGY, J., GRANDSTEIN, F.M., KAMINSKI, M.A., HOLBOURN, A.E., 1995, Foraminiferal morphogroups, paleoenvironments and new taxa from Jurassic to Cretaceous strata of Thakkhola, Nepal. In M.A. Kaminski et al. (Eds.): Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. *Grzybowski Foundation Special Publication 3*, Krakow: Grzybowski Foundation, pp. 181–209.
- [28] NIKITENKO, B.L., REOLID, M., GLINSKIKH, L., 2013, Ecostratigraphy of benthic foraminifera for interpreting Arctic record of Early Toarcian biotic crisis (northern Siberia, Russia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **376**, 200–212.
- [29] PREECE R. C., KAMINSKI M. A., DIGNES T. W. 1999, Miocene benthonic foraminiferal morphogroups in an oxygen minimum zone, offshore Cabinda. *Geological Society, London, Special Publications*, **153**, 267-282, 1 January 1999,
- [30] REOLID, M., NAGY J., RODRÍGUEZ-TOVAR F.J., OLÓRIZ, F., 2008, Foraminiferal Assemblages as Palaeoenvironmental Bioindicators in Late Jurassic Epicontinental Platforms: Relation with Trophic Conditions. *Acta Palaeontologica Polonica*, **53**(4), 705-722.
- [31] REUTER, M., PILLER, W.E., HARZHAUSER, M., MANDIC, O., BERNING, B., ROGL, F., KROH, A., AUBRY, M.P., WIELANDT-SCHUSTER, U., HAMEDANI, A., 2009, The Oligo-/Miocene Qom Formation (Iran): evidence for an early Burdigalian restriction of Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways. *International Journal of Earth Sciences*, **98**, 627–650.
- [32] SARBANDI FARAHANI, T., REOLID, M., YAZDI, M., MAJIDIFARD, M.R., 2018, Benthic foraminiferal assemblages of the Middle and Upper Jurassic sediments from the northeastern Alborz and western Koppeh Dagh, Iran: Systematic palaeontology and palaeoecology. *Annales de Paléontologie*, **104**, 249–265.
- [33] SEPEHR, M., COSGROVE, J.W., 2004, Structural framework of the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, **21**, 829-843.
- [34] SEVERIN, K.P., 1983, Test morphology of benthic foraminifera as a discriminator of biofacies. *Marine Micropaleontology*, **8**, 65-76.
- [35] SCHUSTER, F., WIELANDT, U., 1999, Oligocene and Early Miocene coral faunas from Iran: palaeoecology and palaeobiogeography. *International Journal of Earth Science*, **88**, 571–581.
- [36] SETOYAMA, E., KAMINSKI, M.A., TYSZKA, J., 2017, Late Cretaceous-Paleogene foraminiferal morphogroups as palaeoenvironmental tracers of the rifted Labrador Margin, northern proto-Atlantic. *Grzybowski Foundation Special Publication*, **22**, 179–220.
- [37] STOJANOVA, V., PETROV, G., 2018, Foraminiferal Assemblages as Palaeoenvironmental Bioindicators in Late Jurassic Epicontinental Platforms: Relation with Trophic Conditions. *Acta Palaeontologica Polonica*, **53**(4), 705-722.
- [38] SZYDŁO, A., 2005, Benthic foraminiferal morphogroups and taphonomy of the Cieszyn beds (Tithonian-Neocomian, Polish Outer Carpathians). *Studia Geologica Polonica*, **124**, 199-204.
- [39] TYSZKA J. 1994, Response of Middle Jurassic benthic foraminiferal morphogroups to dysoxic/anoxic conditions in the Pieniny Klippen Basin, Polish Carpathians. *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology*, **110**, 55–81.
- [40] XU, G., ZHANG, S., LI, Z., SONG, L., LIU, H., 2007, Sequence stratigraphy of a back-arc basin: a case study of the Qom formation in the Kashan Area, Central Iran. *Acta Geologica Sinica (English edition)*, **81**, 488–500.

Foramniferal morphogroups of the Qom Formation in E Sirjan and SW Kashan: implication for paleoenvironmental and paleoecological interpretations

Ebrahim Mohammadi

Department of Ecology, Institute of science, High technology and environmental science, Graduate University of advanced Technology, Kerman; Iran; E-mail address: emohammadi02@gmail.com

Received: January 2020, Accepted: October 2021

Abstract

The Qom Formation is the main reservoir and source rock of hydrocarbons in central Iran. Foramniferal study of the Qom Formation in the Bujan (eastern Sirjan; with Rupelin-Chattian in age and 156 m thickness) and Varkan (southwestern Kashan; with Rupelin in age and 190 m thickness) sections resulted in identification of seven morphogroups. Generally, epifaunal morphogroups were dominated in both study sections. The morphogroup analyses showed variations in the percentage of the dominant morphotypes, suggesting fluctuations in the paleoecological conditions. In the Bujan section, the Rupelin deposits are dominated by calcareous porcelaneous morphogroups; while the Chattian deposits are dominated by hyaline morphogroups, which indicates the lower and upper parts were deposited in inner ramp (lagoonal environments) and middle ramps, respectively. This significant change through time reffers to gradual increasing of the basin depth, decreasing the light intensity, reducing the salinity, and decreacing the nutrient level. The dominance of the hyaline morphogroups throughout the Varkan section is indicative of the deposition in middle ramp environments with normal salinity under meso-photic to oligo-photic conditions.

Keywords: Qom Formation, Oligo-Miocene, epifaunal, test morphology, paleoecology, feeding strategy.