سن بخش قاعده ای سازند قم در شمال آباده: آیا حضور *Nummulites* بدون لپیدوسیکلینیدها در مارن ها و آهک های رسی قاعده ای، نشانگر روپلین پیشین است؟

ابراهیم محمدی

استادیار، گروه اکولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
Email: emohammadi02@gmail.com , e.mohammadi@kgut.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثرات بستر بر روی توزیع *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها، بخش های زیرین سازند قم در برش شمال آباده مورد مطالعه قرار گرفت. در شمال آباده فرامینیفرهای بنتیک بزرگ عمدتا شامل نومولیتیدها (*Nummulites, Operculina, Heterostegina*)، لپیدوسیکلینیدها (*Eulepidina, Lepidocyclina*) و *Amphistegina* است. ۱۶ متر قاعده ای (عمدتا متشکل از مارن های قهوه ای، خاکستری و متمایل به قرمز و سنگ آهک های رسی) با حضور *Nummulites* بدون لپیدوسیکلینیدها مشخص می گردد. اگرچه ظاهرا می توان این ۱۶ متر قاعده ای را، با توجه به حضور *Nummulites* بدون لپیدوسیکلینیدها، به روپلین پیشین نسبت داد، ولی فقدان لپیدوسیکلینیدها در این لایه ها ممکن است به دلیل وجود بستر نامساعد (آهک رسی) باشد، بنابراین ۱۶ متر قاعده ای به روپلین پسین نسبت داده می شود. حضور همزمان *Nummulites fichteli*/*intermedius* و *Nummulites vascus* و لپیدوسیکلینیدها در لایه های بالاتر نیز بیانگر سن روپلین پسین است. اگرچه *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها فرامینیفرهای منفذدار هیالین هستند و (عمدتا) محیط های دریای باز (تا لاگون باز) با شوری نرمال را ترجیح می دهند، توزیع آنها ممکن است توسط عوامل دیگری مانند مواد مغذی، بستر، نور و عمق آب کنترل گردد. درنتیجه، اگرچه آنها می توانند در بعضی لایه ها در روپلین پسین ایران با هم حضور داشته باشند، در بعضی لایه های دیگر فقط یکی از آنها را می توان یافت.

کلیدواژه‌ها: سازند قم، روپلین، عضو ورکان، فرامینیفرهای بنتیک بزرگ، آباده.

Age of the basal parts of the Qom Formation in northern Abadeh: does the occurrence of *Nummulites* in the basal marls and argillaceous limestones, in the absence of lepidocyclinids, suggest the early Ruplin?

Ebrahim Mohammadi

Assistant Professor, Department of Ecology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
Email: emohammadi02@gmail.com , e.mohammadi@kgut.ac.ir

Abstract

The lower parts of the Qom Formation in northern Abadeh section were studied in order to analyze the effect(s) of substrate on the distribution of *Nummulites* and lepidocyclinids. In the northern Abadeh, Larger benthic foraminifera are mainly represented by nummulitids (*Nummulites, Operculina, Heterostegina*), lepidocyclinids (*Eulepidina, Lepidocyclina*), and *Amphistegina*. The basal 16 m (consisting mainly of brown, gray, and reddish marls, and argillaceous limestones) are characterized by the presence of the *Nummulites* without lepidocyclinids. Although, this basal 16 m can be apparently attributed to early Rupelian in age based on the presence of *Nummulites* without Lepidocyclinidae; the absence of lepidocyclinids may be due to the presence of unfavorable sandy limestone substrate. Therefore, the basal 16 m are attributed to late Rupelian. The upper layers are attributed to the late Rupelian based on the co-occurrence of *Nummulites fichteli*/*intermedius*, *Nummulites vascus* and lepidocyclinids. Although *Nummulites* and lepidocyclinids are hyaline perforate foraminifera and (mainly) prefer open marine (to open lagoonal) environments with normal salinity, their distribution may be controlled by other factors like nutrients, substrates, light, and water depth. Consequently, although they can co-occur in some layers in the late Rupelian of Iran, in some other layers only one of them can be observed.

Keywords: Qom Formation, Rupelian, Varkan member, Larger benthic foraminifera, Abadeh.

مقدمه

سازند قم (به سن روپلین-بوردیگالین) از توالی ضخیمی از مارن‌های دریایی، سنگ‌های کربناته، ژیپس و سیلیسی آواری تشکیل شده (رویتر و همکاران، ۲۰۰۹) و رسوب‌گذاری آن در سه حوضه‌ی پیش کمان سنندج- سیرجان، درون کمانی ارومیه- دختر و پس کمان ایران مرکزی طی آخرین پیشروی دریا در ایران میانی صورت گرفته است و برونزدهای آن از خوی و ماکو در شمال غرب ایران، تا شمال دریاچه جازموریان در جنوب شرق ایران گسترش دارند (رحیم زاده، ۱۳۷۳؛ آقانباتی، ۱۳۸۳؛ دانشیان و رمضانی دانا، ۲۰۰۷؛ رویتر و همکاران، ۲۰۰۹؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۱، ۲۰۱۳، ۲۰۱۵، ۲۰۱۹؛ محمدی، ۲۰۲۰، ۲۰۲۱، ۲۰۲۳، ۲۰۲۴؛ محمدی و عامری، ۲۰۲۴؛ محمدی و قائدی، ۲۰۲۴؛ محمدی و صادقی، ۲۰۲۴). مطالعات محمدی (۲۰۲۳)، نهشته‌های روپلین را بر اساس اولین حضور لپیدوسیکلینیدها در روپلین پسین، به روپلین پیشین و روپلین پسین تقسیم نموده است. محمدی (۲۰۲۳)، نهشته‌های دارای *Nummulites* واقعی و فاقد لپیدوسیکلینیدها (قبل از ظهور لپیدوسیکلینیدها در دریای قم) را به روپلین پیشین نسبت داده است و آن بخش از سازند قم را «عضو ورکان» نامیده است و به عنوان قدیمی ترین عضو سازند قم شناخته می شود که تا کنون فقط از جنوب و جنوب غرب کاشان گزارش شده است (محمدی، ۱۴۰۲).

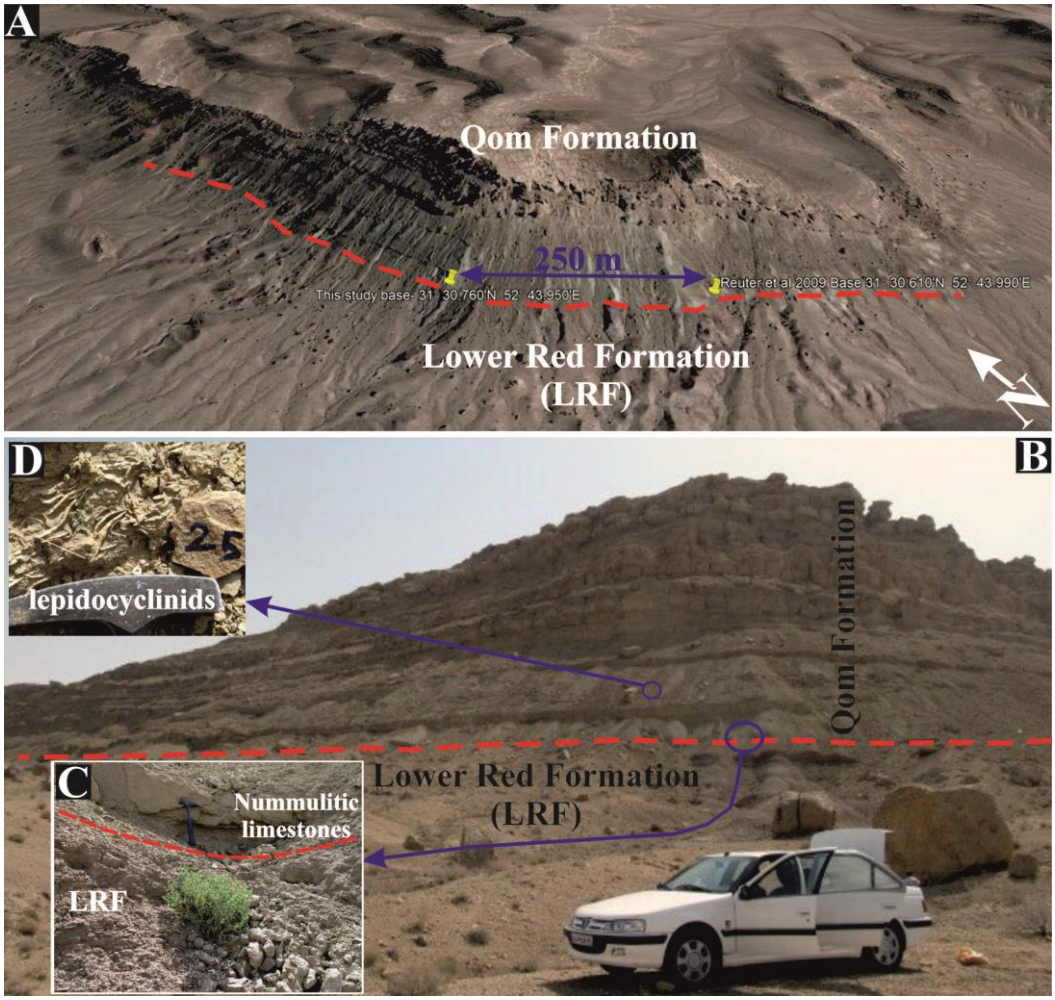
محمدی (۲۰۲۴) با نقد و بازبینی مطالعات رویتر و همکاران (۲۰۰۹) بر روی برش های (آباده، ظفره، چاله قره و قم) دریافتند که این محققان در بعضی از لایه های ۱۶ متر قاعده ای برش آباده، *Nummulites* را بدون همراهی لپیدوسیکلینیدها گزراش نموده اند. بنابراین این لایه ها ظاهرا می توانند نشانگر روپلین پیشین باشند، ولی باتوجه به اینکه محمدی و عامری (۲۰۱۵) در برش دیگری در شمال آباده (که در ۷٫۵ کیلومتری برش رویتر و همکاران، ۲۰۰۹ واقع است) شواهد متفاوتی بدست آورده بودند و سن قاعده برش را روپلین پسین تشخیص داده اند، لذا بخش زیرین برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹) مورد نمونه برداری و مطالعه مجدد قرار گرفت. بنابراین هدف اصلی این مطالعه بررسی علت حضور *Nummulites* بدون همراهی لپیدوسیکلینیدها در برش شمال آباده و تعیین دقیق تر سن قاعده آن برش است.

روش مطالعه

به منظور بررسی مجدد بخش زیرین برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹)، ۲۷ متر پایینی برش آباده نمونه برداری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (شکل ۱). نمونه برداری تا مشاهده اولین لایه های غنی از لپیدوسیکلینیدها ادامه یافت. زیرا اولین ظهور لپیدوسیکلینیدها به عنوان نشانگری برای قاعده روپلین پسین در نظر گرفته می شود (محمدی، ۲۰۲۳a). از آنجایی که رویتر و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرده بودند که سطح تماس بین سازندهای قرمز زیرین و قم در برش مورد مطالعه آنها، معمولاً توسط واریزه ها پوشیده شده است، ما محل شروع نمونه برداری را ۲۵۰ متر به سمت شمال غربی جابجا کردیم، که در آنجا سطح تماس بین سازندهای قرمز زیرین و قم به خوبی برونزد دارد و همچنین نظم چینه شناسی بهتری دارد. در محل نمونه برداری جدید، لایه‌های قاعده‌ای (دقیقا بالای مرز سازندهای قرمز زیرین و قم) آهک های ماسه ای نومولیتی هستند (شکل ۱). بطور کلی، تعداد ۲۵ نمونه با دقت و بطور سیستماتیک از ۲۷ متر قاعده ای برش برداشت شد. به علاوه، نمونه ۲۶ حدود ۱۰ متر بالاتر از نمونه ۲۵ و از لایه های آهکی برداشته شد، ولی باتوجه به اهداف مطالعه، بخش های بالایی سازند قم در این برش، مورد بررسی قرار نگرفت. اگرچه تقریباً تمام نمونه‌های جمع‌آوری‌شده سنگی و سخت هستند، ولی نمونه‌های شماره ۴، ۵ و ۶ از رسوبات مارنی برداشت شد. مقاطع نازک از نمونه های سنگی تهیه شد. تمام مقاطع نازک (با جزئیات) با تمرکز ویژه بر فرامینیفرهای بنتیک بزرگ مورد مطالعه قرار گرفتند. LBF شناسایی شدند، و محل اولین حضور لپیدوسیکلینیدها تعیین گردید. این لایه‌های بر اساس بیوزوناسیون محمدی (۲۰۲۳a) تعیین سن شدند و اثر بستر بر توزیع *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها بررسی شد.

سنگ شناسی برش مورد مطالعه

مرز سازندهای قرمز زیرین و قم در برش جدید آباده (شکل ۱) به خوبی برونزد دارد. سازند قم با ۲ متر سنگ آهک (ماسه ای) نومولیتس دار شروع می شود (نمونه های ۱، b1، 1c، و ۲). در راس این لایه نمولیتس دار، یک لایه مرجانی قرار دارد (نمونه ۳). بسمت بالای برش، ۷ متر مارن نهشته شده است (نمونه ۴-۶). یک توالی ۴٫۵ متری از آهک های غنی از مرجان در بالای توالی مارنی نهشته شده است (نمونه ۷-۹). در ادامه، ۳ متر سنگ آهک حاوی LBF وجود دارد (نمونه ۱۰-۱۲). نمونه های ۱۳-۲۱ از یک توالی آهکی غنی از مرجان با ضخامت ۷٫۵ متر برداشت شده است. بسمت بالا، ۳ متر سنگ آهک غنی از LBF نمونه برداری شد (نمونه ۲۲-۲۵). در نمونه های ۲۴-۲۵ لپیدوسیکلینیدها با چشم غیرمسلح بر روی سطح سنگ ها قابل مشاهده هستند. نمونه ۲۶، حدود ۱۰ متر بالاتر از نمونه ۲۵ و از لایه های آهکی برداشته شد.



شکل ۱: تصویر برش جدید آباده و برش آباده ی رویتر و همکاران. (۲۰۰۹). A) تصویر ماهواره‌ای سازند قم که قاعده برش جدید آباده و برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹) را نشان می‌دهد. B) نماهای پانورامای سازند قم که در این پژوهش نمونه برداری شده است. C) مرز پایینی سازند قم که نشان دهنده آهک های نومولیتی قاعده ای است. D) لایه های غنی از لپیدوسیکلینیدها.

بحث

مطابق شوستر و ویلاند (۱۹۹۹)، شوستر (a,b,c۲۰۰۲) و رویتر و همکاران (۲۰۰۹)، ۱۶ متر قاعده برش آباده (لایه شماره ۱-۱۳) با حضور *Nummulites sublaevigatus* بدون لپیدوسیکلینیدها (که در آن برش برای نخستین بار در لایه های ۱۴-۱۹ ظاهر شد) مشخص می شود. این ۱۶

متر قاعده ای (که عمدتاً شامل مارن های قهوه ای، خاکستری و مایل به قرمز و آهک های رسی است) را می توان بر اساس حضور *Nummulites* بدون لپیدوسیکلینیدها به روپلین پیشین نسبت داد (محمدی، ۲۰۲۳). این بخش از برش را می توان معادل «عضو ورکان» که اخیراً توسط محمدی (b۲۰۲۳) معرفی شده است، در نظر گرفت. ولی باتوجه به اینکه محمدی و عامری (۲۰۱۵) در برش دیگری در شمال آباده (در ۷٫۵ کیلومتری برش رویتر و همکاران، ۲۰۰۹) شواهد متفاوتی بدست آورده بودند و سن قاعده برش را روپلین پسین تشخیص داده بودند، لذا بخش قاعده ای برش آباده به منظور شناسایی اولین لایه های غنی از لپیدوسیکلینیدها نمونه برداری شد. لایه‌های قاعده ای (درست بالای مرز سازندهای قرمز زیرین و قم) شامل ۲ متر از آهک های ماسه ای دارای *Nummulites* هستند (نمونه‌های ۱، b۱، c۱، و ۲). اولین حضور لپیدوسیکلینیدها در برش جدید آباده در نمونه شماره ۱۰ (۱۴٫۵–۱۵٫۵ متری) یافت شده است که نشان می دهد نمونه شماره ۱۰ مطمئنا در روپلین پسین نهشته شده است. اما در مورد سن ۱۴٫۵ متر پایینی برش و علل فقدان لپیدوسیکلینیدها در این بخش پایینی، ذکر نکات زیر حائز اهمیت است.

مطالعات میکروسکوپ نشان می‌دهد که ۲ متر آغازین برش (آهک های ماسه ای نومولیتی؛ نمونه‌های ۱، b۱، c۱، و ۲)، یک «سندی بایوکلاستیک نمولیتیدائه وکستون/پکستون» است که (عمدتا) حاوی *Nummulites* های کوچک هستند. نمونه های ۴–۹ حاوی هیچگونه *Nummulites* یا لپیدوسیکلینید نیستند. عدم وجود لپیدوسیکلینیدها در نمونه های ۱، b۱، c۱ و ۲ ممکن است به دلیل بستر ماسه ای نامطلوب باشد. *Nummulites* ها معمولاً بر روی ماسه زندگی می کنند (هوهنگر، ۱۹۹۴، ۲۰۰۰؛ رومرو و همکاران، ۲۰۰۲)، اما بسترهای ماسه ای برای لپیدوسیکلینیدها مطلوب نیستند. شرایط مشابهی توسط محمدی و عامری (۲۰۱۵) از سازند قم در شمال آباده گزارش شده است. محمدی و عامری (۲۰۱۵) سازند قم را در یک برش چینه شناسی واقع در ۷/۵ کیلومتری شمال شرقی برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹) بررسی کرده اند. برش مطالعه شده توسط محمدی و عامری (۲۰۱۵) با ضخامت ۸۵ متر و سن روپلن پسین– شاتین (محمدی و عامری، ۲۰۱۵؛ محمدی، ۲۰۲۳) بر روی سازند قرمز زیرین قرار دارد. فرم های *Numulites vascus* و .sp *Nummulites* از نمونه های A45، A46، A47 و A48 گزارش شده است. اولین ظهور و آخرین حضور *N. vascus* و .sp *Nummulites* به ترتیب در نمونه های A45 و A48 قرار دارند. با این حال، اولین و آخرین حضور لپیدوسیکلینیدها به ترتیب در نمونه های ۴ (۴ متر) و ۵۶ (۸۵ متر) مشاهده شده است. لازم به ذکر است که، لپیدوسیکلینیدها در ۳ متر قاعده ای، که از آهک های ماسه ای (سندی بایوکلاست وکستون/پکستون/ گرینستون؛ محمدی، ۲۰۲۱) تشکیل شده، وجود ندارند. محمدی و عامری (۲۰۱۵) معتقدند که اولین ظهور لپیدوسیکلینا قبل از آخرین حضور *Nummulites* و همچنین حضور همزمان لپیدوسیکلینیدها و *Nummulites* نشان دهنده سن روپلین پسین برای رسوبگذاری ۷۰ متر پایینی است.

در برش آباده رویتر و همکاران (۲۰۰۹) اولین ظهور لپیدوسیکلینیدها در لایه شماره ۱۴ (۱۷ متری) اتفاق افتاده است. این بدان معناست که نمونه شماره ۱۴ بر اساس معیارهای زیست چینه‌شناسی، مطمئنا نمی‌تواند قدیمی‌تر از روپلین پسین باشد. در خصوص سن ۱۶ متر آغازین برش (لایه های ۱–۱۳)، که با حضور *Nummulites* بدون لپیدوسیکلینید مشخص می شود، باید گفت که این بخش شامل (۹ متر) مارن و (۷ متر) سنگ آهک رسی است. در بخش بالایی این واحد، لایه‌های نازکی از ماسه‌سنگ‌ها و سنگ‌های آهکی ریزدانه وجود دارد که با لایه‌های ضخیم‌تری از آهک های رسی و مارن در تناوب است. علاوه بر این، لایه‌های سنگی (۷ متر) موجود در ۱۶ متر قاعده ای، شامل آهک های رسی و ماسه‌سنگ‌های آهکی است که برای شکوفایی لپیدوسیکلینیدها مناسب نیستند. بنابراین، مشابه یافته های برش آباده ی محمدی و عامری (۲۰۱۵) و ارزیابی مجدد در محمدی (۲۰۲۴؛ توسط این نویسنده)، عدم وجود لپیدوسیکلینیدها در قسمت پایینی برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹) را می توان با شرایط نامطلوب بستر توضیح داد. بنابراین، ۱۶ متر قاعده ای را احتمالاً می توان به روپلین پسین نسبت داد.

اگرچه *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها فرامینیفرهای منفذدار هیالین هستند و (عمدتا) محیط های دریای باز (تا لاگون باز) با شوری نرمال را ترجیح می دهند، توزیع آنها ممکن است توسط عوامل دیگری مانند مواد مغذی، بستر، نور و عمق آب کنترل می گردد. درنتیجه، اگرچه آنها می توانند در بعضی لایه ها در روپلین پسین ایران با هم حضور داشته باشند، در بعضی لایه های دیگر فقط یکی از آنها را می توان

یـافـت. بنابراین، علیرغم وجود لپیدوســیکلینیدها در ۶۰ متری قاعده ای برش آباده ی محمدی و عامری (۲۰۱۵)، *Nummulites* ها وجود ندارند. برعکس، *Nummulites* ها در آهک های ماسه ای در برش مورد مطالعه وجود دارند، اما لپیدوسیکلینیدها در آهک های ماسه ای در محمـدی و عـامری (۲۰۱۵) وجود ندارند. بطور مشـــابه، نیک فرد و همکاران (۲۰۲۰) معتقدند که *Eulepidina* اغلب همراه با *Numulites* وجود دارد. با این حال، *Eulepidina* بلحاظ اکولوژیکی می‌تواند عمدتاً در بخش‌های دیستال پلتفرم، بدون *Nummulites* به شکوفایی برسد و (در نواحی عمیق زون نوری) در زیستگاه‌های وسیع‌تری نسبت به *Nummulites* زندگی کند.

محمدی (۲۰۲۰) برای توضـیح عدم وجود *Nummulites* در برش نطنز به شـرایط محیطی اسـتنادنموده اسـت. بر اسـاس محمدی (۲۰۰۰)، ضخامت ۲۰۰ متر پایینی برش نطنز عمدتاً در محیط‌های لاگونی نهشته شده است و ۳۵ متر قاعده ای آن برش عمدتاً در لاگون های محصور نهشـته شـده است و بنابراین فرامینیفرهای هیالین شاخص (*Nummulites* spp.) وجود ندارد. بنابراین، عدم وجود *Nummulites* spp. ممکن است به دلیل شرایط نامطلوب دیرینه محیطی باشد. این ادعا را می توان با نتایج مطالعات قبلی (در منطقه نطنز) تأیید کرد. برای مثال سجادی هزاره (۱۳۶۹) و صـیرفان و همکاران (۱۳۸۵) به ترتیب نهشـته های روپلین، و *Nummulites vascus* را از سـازند قم در منطقه نطنز گزارش نموده اند. بنابراین، بخش قاعده ای برش نطنز به احتمال زیاد در روپلین؟-شاتین نهشته شده است (محمدی، ۲۰۲۰).

به طور خلاصه، عدم وجود لپیدوسیکلینیدها در ۱۴,۵ متر قاعده ای برشی که جدیدا مطالعه شده است (و ۱۶ متر قاعده ای برش آباده رویتر و همکاران، ۲۰۰۹) ممکن اسـت به دلیل وجود بستر نامساعد (آهک ماسه ای) باشد. بنابراین قسمت زیرین برش آباده را می توان به روپلین پسـین نسـبت داد. این ادعا توسط محمدی و عامری (۲۰۱۵) که سازند قم را در ۷,۵ کیلومتری شمال شرقی برش آباده ی رویتر و همکاران (۲۰۰۹a) بررســی کرده اند، تأیید می گردد. محمدی و عامری (۲۰۱۵) لپیدوســیکلینیدها را در قســمت پایینی برش گزارش کرده و ســن روپلین پسـین را برای بخش پایینی پیشـنهاد نموده اند (محمدی، ۲۰۲۳). علاوه بر این، «عضـو ورکان» و نهشـته های روپلین پیشـین صرفاً از جنوب غربی و جنوب کاشـان گزارش شـده اسـت (محمدی، ۱۴۰۲، ۲۰۲۳). برای بررسی امکان وجود نهشته های روپلین پیشین دریایی در منطقه آباده، بدون شک مطالعات بیشتر بر روی دیگر برش های سازند قم در منطقه آباده مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

با بررسی اثرات بستر بر روی توزیع *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها در بخش های قاعده ای سازند قم در برش شمال آباده نتایج زیر حاصل شد:

در شمال آباده فرامینیفرهای بنتیک بزرگ عمدتا شامل نمولیتیدها، لپیدوسیکلینیدها و *Amphistegina* است.

فقدان لپیدوسـیکلینیدها در ۱۶ متر قاعده ای برش آباده می تواند به دلیل وجود بستر نامساعد (آهک رسی) باشد، بنابراین ۱۶ متر قاعده ای به روپلین پسین نسبت داده می شود.

توزیع *Nummulites* و لپیدوسـیکلینیدها ممکن اسـت توسط عواملی مانند مواد مغذی، بستر، نور و عمق آب کنترل گردد. درنتیجه، اگرچه آنها می توانند در بعضی لایه ها در روپلین پسین ایران با هم حضور داشته باشند، در بعضی لایه های دیگر فقط یکی از آنها را می توان یافت.

جنس بسـتر بر توزیع *Nummulites* و لپیدوسیکلینیدها اثر قابل توجهی دارد و با ورود دانه های ماسه به محیط لپیدوسیکلینیدها کمیاب می شوند و با افزایش دانه های ماسه، لپیدوسیکلینیدها از محیط حذف می گردند.

منابع

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، چاپ دوم. سازمان زمین شناشی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ۶۰۳ صفحه.

رحیم زاده، ف.، ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران، الیگوسن، میوسن، پلیوسن، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی کشور، ۳۱۱ صفحه .

سجادی هزاره، ف.، ۱۳۶۹. مطالعه پترولوژی، فسیل شناسی و چینه شناسی محدوده بین نطنز و اردستان (ایران مرکزی) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

صیرفیان، ع.، ترابی، ح.، شجاعی، م.، ۱۳۸۵. میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند قم در منطقه نطنز (کوه چرخه)، مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، ۲۳: ۱۳۵- ۱۴۸.

محمدی، ا.، ۱۴۰۲. معرفی و پیشنهاد «عضو -جدید- ورکان» در جنوب غرب کاشان به‌عنوان قدیمی‌ترین عضو سازند قم. زمین شناسی کاربردی پیشرفته، ۱۳: ۱۰۸۹-۱۱۰۴.

BouDagher-Fadel, M. K., 2018, Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera: Second edition: UCL Press, London, 693 p.

Daneshian, J., and Ramezani Dana, L., 2007, Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Deh Namak, central Iran: Journal of Asian Earth Sciences, v. 29, p. 844–858.

Hohenegger, J., 2000, Coenoclines of larger Foraminifera: Micropaleontology, v. 46 (Suppl. 1), p. 127–151.

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, v. 35, DOI: 10.1007/s13146-020-00553-0.

Mohammadi, E., 2021, Sedimentary facies and paleoenvironmental interpretation of the Oligocene (larger benthic foraminifera-dominated) deposits, northeastern margin of the Tethyan Seaway: Palaeoworld, v. 30, p. 356–372.

Mohammadi, E., 2023, Foraminiferal biozonation, biostratigraphy and trans-basinal correlation of the Oligo-Miocene Qom Formation, Iran (NE margin of the Tethyan Seaway): Palaeoworld, v. 32, p. 156–173.

Mohammadi, E. (2024). Re-examination of biostratigraphy and age interpretations in the Sanandaj–Sirjan and Central Iran basins (NE margin of the Tethyan Seaway). Journal of Foraminiferal Research, 54, 202–216.

Mohammadi, E., and Ameri, H., 2015, Biotic components and biostratigraphy of the Qom Formation in northern Abadeh, Sanandaj–Sirjan fore-arc basin, Iran (northeastern margin of the Tethyan Seaway): Arabian Journal of Geosciences, v. 8, p. 10789–10802.

Mohammadi, E., and Ameri, H., 2024, Foraminiferal biostratigraphy and Paleoecology of the southeasternmost outcrops of the Oligocene Qom Formation, SE Iran: Journal of the Geological Society of India, v. 100, p.115-126.

Mohammadi, E., Ghaedi, M., 2024. Diversity and paleoecological significance of zooxanthellate corals of Oligocene Qom Formation, SE Iran. Earth Scıences Research Journal, 28, 127-137.

Mohammadi, E., Sadeghi, R., 2024. The lower parts of the Oligo–Miocene Qom Formation in the Kegharaki (SE Jiroft) and Shurab (SE Qom) areas: biostratigraphy, microfacies, and depositional environments. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 97, 23-40.

Mohammadi, E., Safari, A., Vaziri-Moghaddam, H., Vaziri, M. R., and Ghaedi, M., 2011, Microfacies analysis and paleoenviornmental interpretation of the Qom Formation, south of the Kashan, central Iran: Carbonate and Evaporites, v. 26, p. 255–271.

Mohammadi, E., Hasanzadeh-Dastgerdi, M., Ghaedi, M., Dehghan, R., Safari, A., Vaziri-Moghaddam, H., Baizidi, C., Vaziri, M., and 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, v. 28, p. 321–345.

Mohammadi, E., Vaziri, M. R., and 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, v. 8, p. 403–423.

Mohammadi, E., Hasanzadeh-Dastgerdi, M., Safari, A., and Vaziri-Moghaddam, H., 2019, Microfacies and depositional environments of the Qom Formation in Barzok area, SW Kashan, Iran: Carbonates and Evaporites, v. 34, p. 1293–1306.

Nikfard, M., Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafian, A., Behdad, A., and Shabafrooz, R., 2020, A review of the Oligo–Miocene larger benthic foraminifera in the Zagros basin, Iran; New insights into biozonation and palaeogeographical maps: Revue de Micropaleontology, DOI: 10.1016/j.revmic.2020.100408.

Reuter, M., Piller, W., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rögl, F., Kroh, A., Aubry, M. P., Wielandt-Schuster, U., and Hamedani, A., 2009, The Oligo-/Miocene Qom Formation (Iran): Evidence for an Early Burdigalian restriction of the Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways: International Journal of Earth Sciences, v. 98, p. 627–650.

Schuster, F., 2002a, Taxonomy of Oligocene to Early Miocene scleractinian corals from Iran, Egypt, Turkey, and Greece: Courier Forschungsinstitut Senckenberg, v. 239, p. 1–3.

Schuster, F., 2002b, Early Miocene scleractinian corals from the Qom and Asmari formations (central and southwest Iran). Courier Forschungsinstitut Senckenberg, v. 239, p. 129–161.

Schuster, F., 2002c, Scleractinian corals from the Oligocene of the Qom Formation (Esfahan-Sirjan fore-arc basin, Iran): Courier Forschungsinstitut Senckenberg, v. 239, p. 5–55.

Schuster, F., and Wielandt, U., 1999, Oligocene and EarlyMiocene coral faunas from Iran: Palaeoecology and palaeobiogeography: International Journal of Earth Sciences, v. 88, p. 571–581.