مطالعه سیستماتیک و زیست‌بوم دیرینه گونه مرجانی *Pseudozaphrentoides winsnesi* از توالی قزلین، بلوک طبس (برش زلدو)

مهدی بادپا[1]، حامد یاراحمدزهی[2]* و کاوه خاکسار[3]

[1]دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور قم، قم، ایران

[2]استادیار، گروه زمین‌شناسی، مرکز تحقیقات علوم زمین، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

[3]استادیار، گروه آب و خاک، مرکز آموزش عالی امام خمینی، جهاد کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۲/ ۱۲/ ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۰۹/ ۰۴/ ۱۳۹۷

چکیده

گروه انارک با سازند های زلدو (قزلین- آسلین) و سازند تیغ معدنو (ساکمارین) در ازبک‌کوه (ایران مرکزی) بیش از ۱۸۰ متر ضخامت دارد که شامل کنگلومرا، شیل، ماسه‌سنگ ، ماسه‌سنگ آهکی، آهک و بین لایه‌های دولومیتی است. در توالی‌های سازند زلدو، تجمع گونه مرجانی *Pseudozaphrentoides winsnesi* Flügel, 1995 در دو افق با فراوانی زیاد در بخش بالایی لایه‌های قزلین وجود دارد. این اجتماع مرجانی بر اساس نوع فونا، تنوع و فراوانی، آرایش کورالیت‌ها و نیز میکروفاسیس رخساره‌های رسوبی، بیانگر زیستگاه دیرینه مرجانی سطح پایین (تیپ A و زون اکولوژیکی A2)» است؛ این زیستگاه معرف شرایط سخت اکولوژیکی است که تنها تعداد معدودی از مرجان‌های منفرد می‌توانستند عوامل محدودکننده موثر بر زندگی مرجان‌ها را تحمل کنند. بر اساس مطالعات میکروفاسیس، محیط زندگی این اجتماع مرجانی در نواحی تپه‌های ماسه‌ای و حاشیه تپه‌های ماسه‌ای (لاگون به سمت تپه‌های ماسه‌ای و دریای باز به سمت تپه‌های ماسه‌ای) در یک پلاتفرم کم‌عمق تشخیص داده شده است.

کلیدواژه‌ها: قزلین، سیستماتیک، مرجان روگوزا، ازبک‌کوه، سازند زلدو.

***نویسنده مسئول:** حامد یاراحمدزهی

E-mail: Hamed.yarahmadzahi@iauzah.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

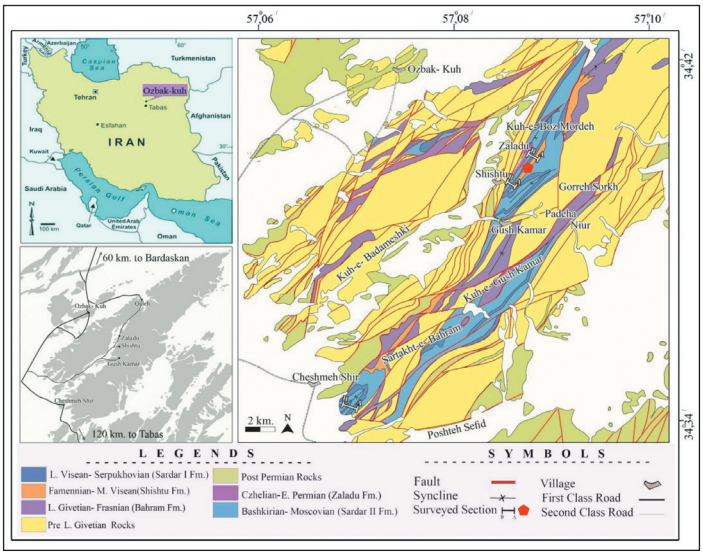
نهشته‌های اشکوب قزلین (Gzhelian)، در مناطق بسیار محدودی از ایران از جمله در ایران مرکزی در کوه‌های ازبک‌کوه، انارک (Leven et al., 2006; Leven and Gorgij, 2006; Yarahmadzahi and Vachard, 2018؛ طاهری و وزیری‌مقدم، ۱۳۸۰؛ یاراحمدزهی، ۱۳۹۰)، البرز مرکزی در برش گدوک (Yarahmadzahi and Vachard 2014; Yarahmadzahi et al., 2016) و زون سنندج- سیرجان در ناحیه شهرضا (یاراحمدزهی، ۱۳۹۰؛ Leven and Gorgij, 2011؛ Yarahmadzahi and Vachard, 2019) گزارش شده‌اند.

به دلیل گسترش محدود سنگ‌های کربنیفر پسین در ایران، اطلاعات کمی درباره مرجان‌های این توالی‌ها وجود دارد و تنها محدود به چند مقاله (بادپا و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) می‌شود.

هدف مطالعه حاضر، بررسی سیستماتیک گونه مرجانی متعلق به سازند زلدو در شمال بلوک طبس، بازنگری مطالعات پیشین و تجزیه و تحلیل زیست‌بوم دیرینه (پالئواکولوژی) توالی مورد مطالعه است.

۲- موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

برای مطالعه گونه مرجانی اشکوب قزلین برش چینه‌شناسی زلدو انتخاب شد. برای دسترسی به این برش می‌توان پس از عبور از روستای ازبک‌کوه، وارد جاده خاکی گوشه‌کمر شد و بعد از عبور از روستای شیشتو و طی مسافت ۲۷ کیلومتر از جاده عشق‌آباد به بردسکن به این برش رسید. برش زلدو در دره‌ای به همین نام، واقع در شمال خاوری برش شیشتو قرار دارد. این برش در نزدیکی کوه تیغ معدنو واقع شده و دارای مختصات جغرافیایی ″۴۲ ′۳۹ °۳۴ عرض شمالی و ″۴۸ ′۱۱ °۵۷ طول خاوری است (شکل ۱).



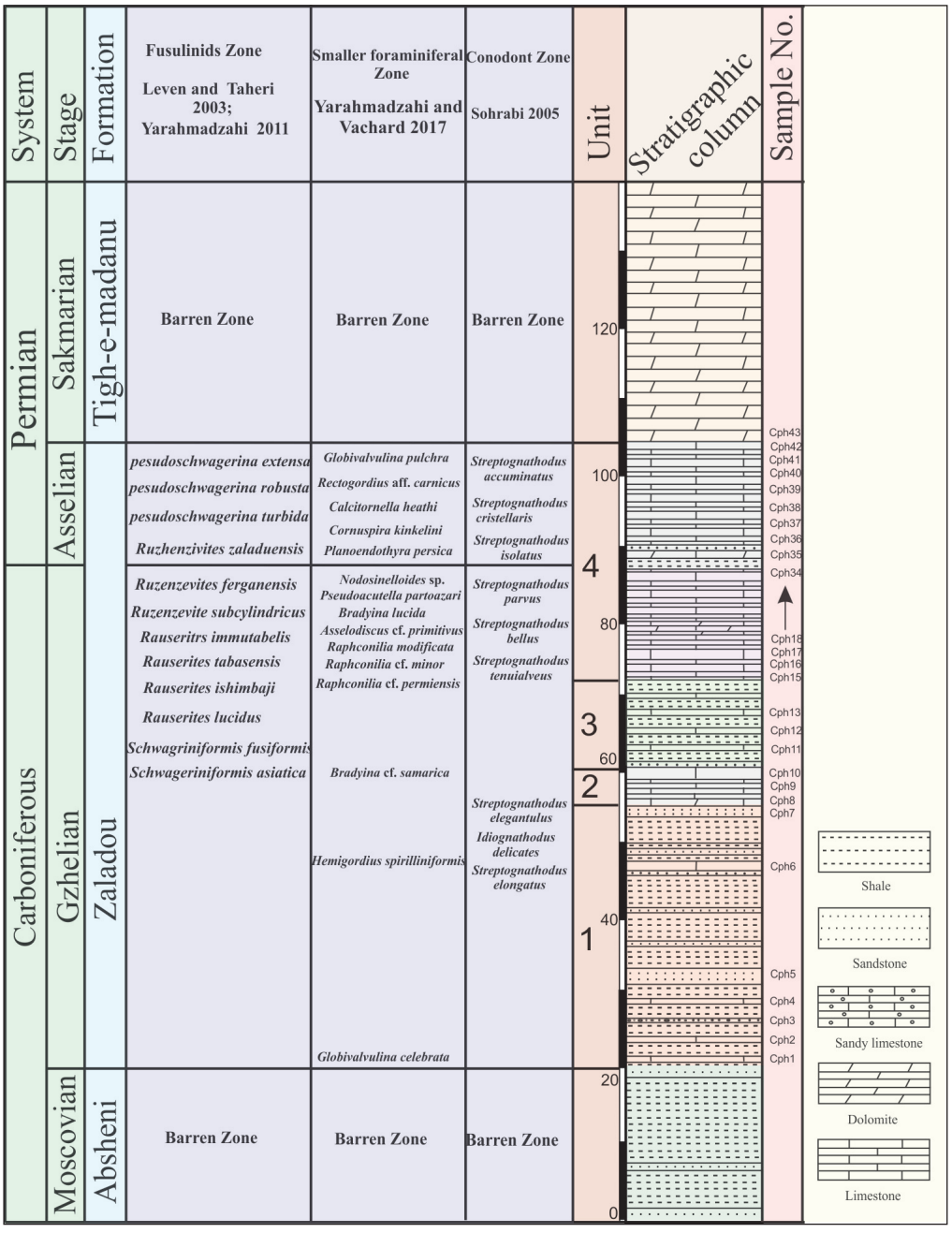
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی برش مورد مطالعه. اقتباس از Ruttner et al. (1970).

۳- روش مطالعه

به منظور بررسی و مطالعه سیستماتیک گونه مرجانی، پس از جمع‌آوری و ثبت مشخصات کلی نمونه‌ها، ۱۱۳ مقطع نازک از سنگواره‌های مرجانی در راستای طولی و عرضی تهیه شد. لام‌های مورد استفاده برای مقاطع نازک بسته به اندازه مرجان‌ها در ۴ اندازه لام‌های استاندارد ۷۰× ۲۵، ۴۵ × ۳۰، ۶۰ × ۴۵ و ۹۰ × ۷۰ میلی‌متر تهیه شدند.

۴- چینه‌نگاری سنگی

سازند زلدو به سن کربنیفر پسین (قزلین) و پرمین پیشین (آسلین)، با یک ناپیوستگی فرسایشی بر روی نهشته های مسکوین سازند آبشنی قرار دارد (Leven and Gorgij, 2006; Yarahmadzahi and Vachard; 2018) و سازند تیغ معدنو به دیرینگی ساکمارین به‌صورت پیوسته روی آن قرار می‌گیرد (یاراحمدزهی، ۱۳۹۰). سازند زلدو در برش مورد مطالعه، متشکل از ۵۰ متر تناوب پاراکنگلومرا، ماسه سنگ، شیل های سبز و قرمز و میان‌لایه‌هایی از سنگ آهک ماسه‌ای حاوی براکیوپود و بریوزوئر است. این بخش از توالی مورد مطالعه بر پایه فرامینیفرا، فوزولین‌ها و کنودونت‌ها به دیرینگی قزلین است (سهرابی، ۱۳۸۴؛ یاراحمدزهی، ۱۳۹۰). به اعتقاد سهرابی (۱۳۸۴)، خانه‌باد (۱۳۹۱) و یاراحمدزهی (۱۳۹۰) نهشته های مذکور در محیط های کم عمق نواحی جزر و مدی (Tidal flat) تا مردابی (لاگون) و سد تشکیل شده‌اند. واحد سنگ‌آهکی شامل سنگ‌آهک‌های ارغوانی تا خاکستری رنگ با لایه‌بندی نازک تا متوسط‌لایه، حاوی مرجان‌های منفرد، بریوزوئر، براکیوپود، گاستروپود، کرینوییید، جلبک سبز و فرامینیفرهای فراوان است (شکل‌های ۲ و ۳). ضخامت این واحد ۴۱ متر است.



شکل ۲- ستون چینه‌نگاری سنگی برش زلدو.

شکل ۳- نمایی از واحد ۴ سازند زلدو و موقعیت: الف) افق‌های مرجانی و ب) افق فوزولین‌دار.

براساس مطالعات طاهری و وزیری‌مقدم (۱۳۸۰)، سهرابی (۱۳۸۴)، یاراحمدزهی (۱۳۹۰)، Yarahmadzahi and Vachard (2018) و Leven and Taheri (2003) واحد کربناته به دیرینگی قزلین پیشین تا آسلین میانی است. مرجان‌های مورد مطالعه به فاصله ۷۰ و ۷۲ متری از قاعده سازند زلدو در ۲ افق به ستبرای ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر قرار گرفته‌اند (شکل ۳) که شامل گونه *Pseudozaphrentoides winsnesi* Flügel, 1995 است. لایه‌های پرمین پیشین در افق‌های بالاتر از ۸ متری افق‌های مرجانی معرفی شده است (سهرابی، ۱۳۸۴). طاهری و وزیری‌مقدم (۱۳۸۰ و ۱۳۸۷)، سهرابی (۱۳۸۴) و یاراحمدزهی (۱۳۹۰) بر اساس پراکندگی فرامینیفرها در محدوده سنگ‌آهک‌های حاوی افق‌های مرجانی، آنها را به دیرینگی قزلین‌پسین تعیین سن کردند. همچنین با توجه به فونای کنودونتی، سهرابی (۱۳۸۴) زون *Streptognathodus tenuialveus* را از قاعده افق‌های مرجانی مورد مطالعه معرفی کرده که سن قزلین‌پسین را برای آنها تأیید می‌کند. این سن توسط مطالعات Yarahmadzahi and Vachard (2018) و Leven and Gorgij (2006) بر اساس فرامینیفرها نیز تأیید شده است.

۵- مطالعه سیستماتیک

مطالعه گونه معرفی شده در این مقاله، از روش سیستماتیک و توصیفات Rodríguez et al. (2004) و Hill (1981), Denayer (2013), Flügel (1995) پیروی می‌کند و با آنها مقایسه می‌شود.

Family: Cyathopsidae Dybowski, 1873

Genus: ***Pseudozaphrentoides* Stuckenberg, 1904**

Type species: *Pseudozaphrentoides jerofejewi*, Stuckenberg 1904

– **بازه چینه‌شناسی و توزیع جغرافیایی:** ویزئن پسین انگلیس (Hill, 1941)، ایرلند، فرانسه، بلژیک (Poty; RC7β- RC8 ,1981)، جنوب شرقی اسپانیا (Herbig, 1986)، سرپوخووین مراکش (Said et al., 2013; Semenoff-Tian Chansky, 1974)، حوضه دونتز (Vassilyuk, 1960)، حوضه اورال (Gorski, 1978)، پلتفرم روسیه (Dobroljiubova, 1958)، قزلین ایران (بادپا و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵).

***Pseudozaphrentoides winsnesi* Flügel 1995**

(Plate1, fig. 1-18)

Holotype: *Pseudozaphrentoides winsnesi* Flügel, 1995 p. 42, pl.1, fig 2-5; pl. 2, fig 1-7.

– **تشخیص:** گونه‌ای از *Pseudozaphrentoides* با ۴۴ سپتای اصلی و قطر ۳۵ میلی‌متر. این گونه دارای سپتاهای فرعی کوتاه است. تمام سپتاهای اصلی ربع کاردینال به شکل برگ‌های سوزنی پهن هستند.

– **تعداد نمونه‌ها:** از این گونه ۵۰ نمونه یافت شد. از ۳۶ نمونه، ۱۰۶ برش عرضی و سریالی و ۷ برش طولی تهیه شد.

– **محل جمع‌آوری:** واحد کربناته، سازند زلدو، برش زلدو (نمونه‌های Z1-Z10; R1 261-275، نمونه‌های Z Z1-2, Z2-1, Z2-2, Z1-1, Z2-4,5,).

– **مشخصات خارجی:** مرجان منفرد بزرگ، دارای کورالیت سراتویید، دیواره کورالیت نازک دارای خطوط رشد ظریف و نوارهای طولی برجسته است. بزرگ‌ترین نمونه یافت شده کورالیتی با طول ۱۵۰ میلی‌متر و قطر ۴۰ میلی‌متر دارد.

– **برش های عرضی:** این گونه مرجانی در مراحل بلوغ دارای ۳۳ تا ۵۰ سپتای اصلی بلند است. به‌طوری که اندازه آنها به ۳/۴ شعاع کورالیت می‌رسد. سپتاهای فرعی کوتاه هستند و ۲ تا ۳ میلی‌متر طول دارند. این سپت‌ها در دیس‌اپیمنتاریوم توسعه یافته و ۱ تا ۵ ردیف دیس‌اپیمنت را قطع می‌کنند (Plate1, fig. 1-8, 10-12). سپتاهای فرعی در مراحل اولیه آنتوژنی وجود ندارند. تمام سپتاهای اصلی در ربع کاردینال به شکل برگ‌های سوزنی پهن هستند و ۳ تا ۴ میلی‌متر ضخیم‌شدگی دارند، در صورتی که سپتاهای ربع کانتر به ویژه در مرحله بلوغ نازک هستند. در بخش میانی سپتاهای ضخیم شده، تارهای تیره بر روی محور میانی قرار دارند. همان‌طور که در تصاویر میکرواستراکچر (ریزساختار) این گونه مرجان قابل مشاهده است، مزوپلاسمای گرانولار به‌صورت خط میانی تیره رنگ و استرئوپلاسما به‌صورت فیبری دیده می‌شود (Plate1, fig. 14-18). سپتای کاردینال به وضوح کوتاه‌تر از دیگر سپتاها است. لذا با کوتاه‌تر شدن سپتای کاردینال در مراحل آنتوژنی، فوسولای کاردینال مشخصی به وجود می‌آید. دیس‌اپیمنتاریوم ۴ تا ۱۲ میلی‌متر ضخامت دارد و شامل ۲ تا ۱۲ ردیف دیس‌اپیمنت‌های حاشیه‌ای معمولی و بین‌سپتایی است. در کورالیت‌های بالغ دیس اپیمنت‌های نوع Pseudoherringbone نیز به وجود می‌آید.

– **برش‌های طولی:** در برش‌های طولی، دیس‌اپیمنت‌های کوچک و عادی از حاشیه اپی‌تکا به سمت دورن کورالیت بزرگ‌تر می‌شوند. تابولاریوم دارای سطوح کفی ساده‌ای است که از حاشیه کورالیت و از دیس‌اپیمنتاریوم در بخش محوری کورالیت به‌صورت افقی قرار گرفتند. حداکثر قطر تابولاریوم در مقطع عرضی ۱۶ میلی‌متر و در مقطع طولی ۲۸ میلی‌متر است. ۱۴ تابولا در ۱ سانتی‌متر وجود دارد (Plate1, fig. 14-18).

تابولاها کامل یا ناقص و عمدتاً مسطح و معمولی و تا حدودی منقطع هستند و کمتر حالت قوسی به خود می‌گیرند. لذا از زون دیس اپیمنتال بالا می‌آیند و در مرکز کورالیت مسطح می‌شوند.

– **بحث:** این گونه در مقایسه با هولوتیپ این جنس یعنی گونه *Pseudozaphrentoides jerofeewi* در نسبت قطر/سپتا (n:d values) متفاوت است و تعداد سپتای کمتری در مقایسه با گونه متعلق به سازند زلدو دارد. گونه *Pseudozaphrentoides juddi* دارای سپتاهایی با میکرواستراکچر (ریزساختار) فیبری بوده و نسبت به گونه سازند زلدو از نظر اندازه بزرگ‌تر است. گونه *Pseudozaphrentoides rabanalienseis* از شمال اسپانیا در مقایسه با گونه *Pseudozaphrentoides winsnesi* تعداد سپتاهای بیشتری دارد و قطر آن نیز بزرگ‌تر است. در قیاس با گونه ایران، *Pseudozaphrentoides suevensis* دیس‌اپیمنتاریوم باریک‌تر و سپتاهای ضخیم‌تری دارد. *Pseudozaphrentoides melendezi* در ابعاد و تعداد سپتاها تا حدودی مشابه گونه *Pseudozaphrentoides winsnesi* است اما دیس‌اپیمنتاریوم گسترده‌تری دارد.

– **توزیع و گسترش جغرافیایی:** این گونه بومی ایران بوده و تا کنون توسط Flügel (1995)، بادپا و همکاران (۱۳۸۷، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵) و Badpa et al., (2011) از سازند زلدو در کوه‌های ازبک کوه معرفی شده است.

– **سن گونه:** بخش بالایی کربنیفر پسین (قزلین پسین).

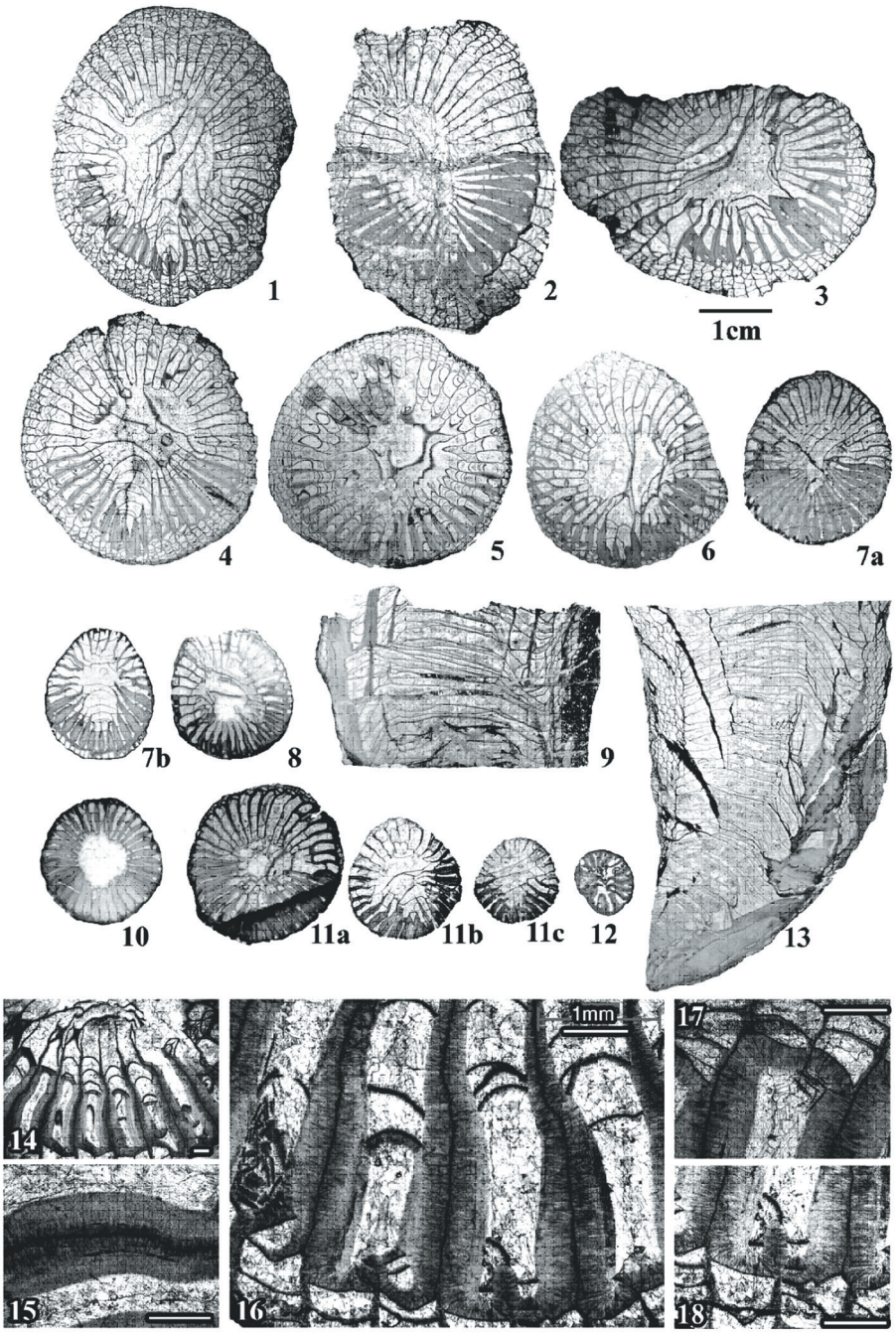


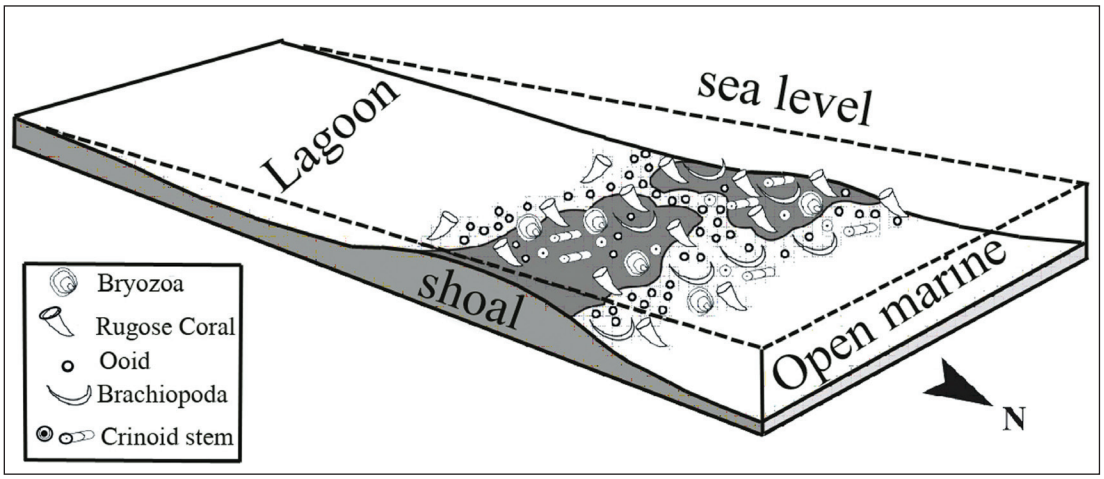
Plate 1

Pseudozaphrentoides winsnesi Flügel, 1995. 1-8 and 10-12) Transversal sections. 9, 13) Longitudinal sections. 14-18) Micro-stracture sections. through specimens 1) Z4, 2) Shz3, 3) Shz6, 4) R1-261, 5) R1-263b, 6) Z1, 7) Shz5m, n, 8) Z10, 9) R1-260, 10) Z7, 11) Shz2a, d, f, 12) Z, 13) Z1-2, 14-18) R1-263.

۶– میکروفاسیس و محیط رسوبی افق مرجانی

بر اساس مطالعات میکروفاسیس،گونه مرجانی مورد مطالعه در محیط‌های سدی و حاشیه سد (لاگون به سمت سد و دریای باز به سمت سد) می‌زیستند (شکل ۴).

فراوانی و گسترش آنها بیشتر در محیط دریای باز به سمت سد، به‌طور متداول در لاگون به سمت سد و در سد کمتر بوده است.



شکل ۴- مدل رسوبی توالی قزلین برش زلدو و جایگاه افق‌های مرجانی در آن. گستره مرجان‌های مورد مطالعه در محیط تپه‌های ماسه‌ای و حاشیه تپه‌های ماسه‌ای بوده است.

۶– ۱. رخساره سد

ترکیب گرینستون اُاُییدی واجد براکیوپود، دوکفه‌ای، کرینوییید، بریوزوآ، فرامینیفر و مرجان‌ها به همراه خرده‌های غیراسکلتی اُاُیید، محیط بسیارکم‌عمق و پرانرژی سدی را برای افق مرجانی اول تأیید می شود (شکل ۵، تصویر ۱).

۶– ۲. رخساره لاگون

حضور براکیوپود، کرینوییید، فرامینیفر و مرجان نشان‌دهنده رخساره پکستون بیوکلستی است (شکل ۵، تصاویر ۲، ۳ و ۴). به دلیل فراوانی موجودات استنوهالین از جمله مرجان‌ها و حضور فسیل‌های دریای باز مانند کرینوییدها و براکیوپود.

۶– ۳. رخساره دریای باز به سمت سد

محتوای ۴۰ درصد کرینوییید، بریوزوآ، براکیوپود، تریلوبیت و ذرات غیراسکلتی پراکنده شامل ۱۰ درصد کوارتز نشان‌دهنده رخساره پکستون بیوکلستی کوارتزدار بوده که در محیط پرانرژی نزدیک سد (دریای باز به سمت سد) نهشته شده است (شکل ۵، تصاویر ۵ و ۶). همچنین خانه‌باد (۱۳۹۱) با مطالعه میکروفاسیس توالی مورد مطالعه، بر اساس نوع دانه‌های تشکیل دهنده و نیز زمینه و درصد فراوانی آنها؛ پنج گروه رخساره‌ای A، B، C، D و E وابسته به کمربندهای رخساره ای ساحلی، جزر و مدی، لاگون، سدی و دریای باز را برای این توالی تشخیص داد. طاهری و همکاران (۱۳۸۰) و خانه‌باد (۱۳۹۱) محیط نهشته شدن این توالی پلت‌فرم کربناته را از نوع رمپ هموکلینال تشخیص دادند.

۷– اثر پارامترهای محیطی بر روی گونه مرجانی مورد مطالعه

مهم‌ترین پارامترهای محیطی زیست‌بوم دیرینه و اثرات آن بر اجتماع مرجانی مورد مطالعه شامل موارد زیر است:

۷– ۱. انرژی آب

گونه مورد مطالعه دارای کورالیت‌های خمیده سراتویید (Plate1, fig. 13) است. برخلاف مرجان‌های سراتویید، مرجان‌هایی که کورالیت‌های قائم دارند در محیط‌های با انرژی آرام زندگی می‌کنند؛ در چنین محیط‌هایی، رشد عمودی مرجان‌ها بیانگر این است که این جانوران برای جذب نور بیشتر به طرف بالا کشیده می‌شوند و همچنین چون بارش زئوپلانکتون‌ها که غذای اصلی مرجان‌هاست از بالا به پایین صورت می‌گیرد، خود را طوری نگه می‌دارند که به این منابع غذایی نزدیک‌تر شوند (Hill, 1981; Said et al. 2010). اما زمانی که انرژی آب بالا و محیط پرتلاطم است، مرجان‌ها به طرفین خمیدگی می‌یابند و به‌صورت منحنی رشد می‌کنند. لذا وجود خمیدگی کورالیت در تمامی مرجان‌های مورد مطالعه، در واقع می‌تواند نوعی سازگاری با محیط پرتلاطم و پر انرژی باشد.

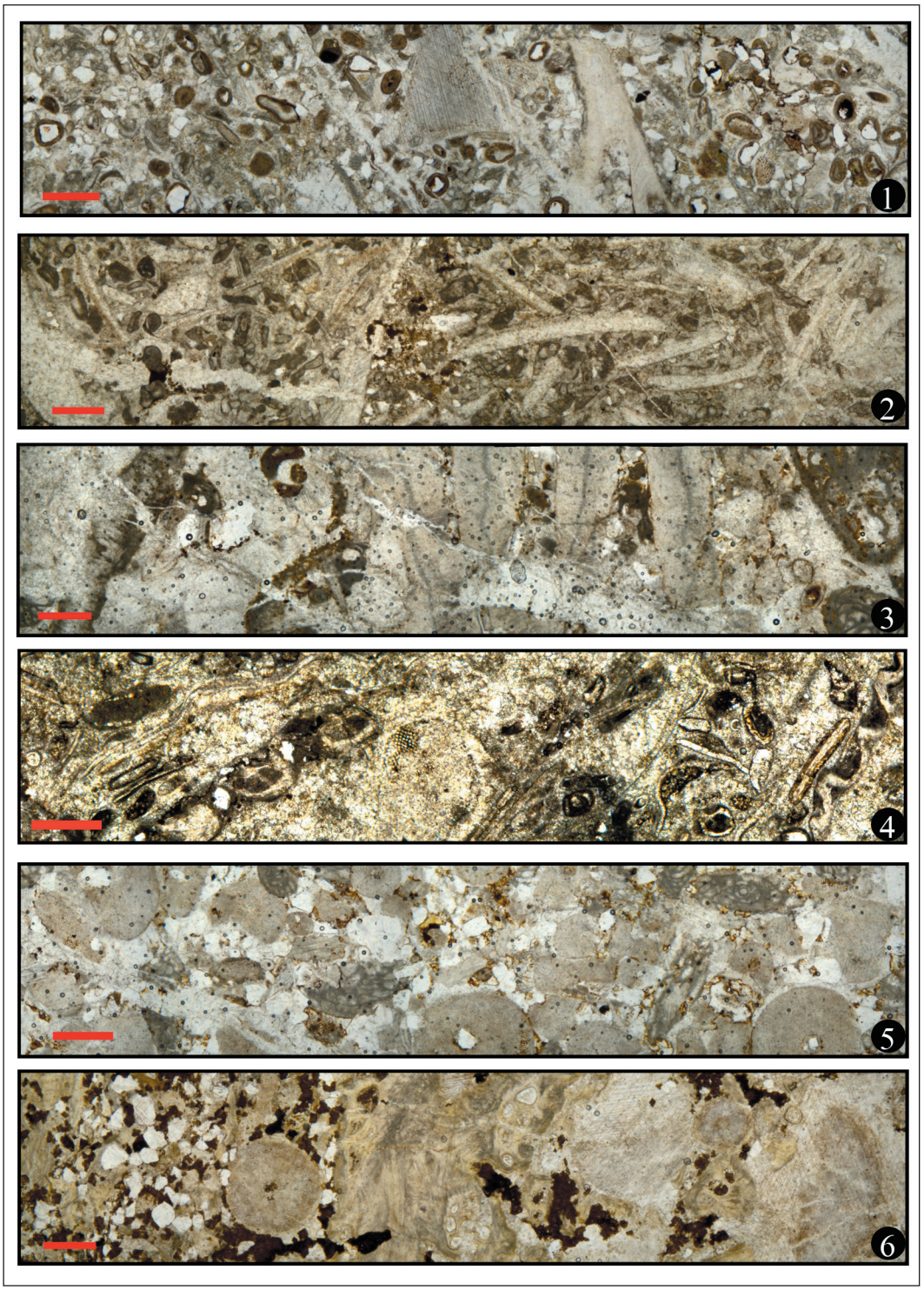
۷– ۲. شوری، عمق، نور و درجه حرارت

فراوانی بالای مرجان Caninomorph در افق‌های مورد مطالعه و تنوع زیستی بالای سایر گروه‌های فسیلی، نشان‌دهنده سطح اکسیژن دیرینه بالا و شوری نرمال محیط دریایی (حدود ۳۶ تا ۴۰ ppm) است. از نظر دما، فراوانی این تیپ مرجان‌ها و رشد گسترده ارگانیسم‌ها، دریاهای گرم قابل زیست برای مرجان مورد بحث را نشان می‌دهد. این موجودات در محیط‌های با میزان نور مناسب در قلمرو زون نوری یوفوتیک در عمق ۱۵ تا ۲۵ متر آب دریا زندگی می‌کردند (Hill, 1981).

۷– ۳. بستر

فراوانی اُاُیید، پلوییدها، ذرات کوراتز و بیوکلست‌های شکسته در بسیاری از مقاطع مورد مطالعه (شکل ۵، تصویر ۱)، بیانگر تلاطم آب است. اما این سطح بالای انرژی دائمی نیست، زیرا شواهد موجود در برش مورد مطالعه نشان می‌دهد که در برخی از مقاطع میکروسکوپی مربوط به محیط‌های لاگون و دریای باز، در فضای بین مرجان‌ها سیمان‌شدگی گسترده‌ای رخ نداده و رسوب اطراف مرجان‌ها میکریتی است (شکل ۵، تصویر ۳). این موضوع نشان‌دهنده دوره‌هایی از بازه‌های زمانی پرانرژی و کم‌انرژی در منطقه است؛ در دوره‌های کم‌انرژی، گل‌های آهکی معلق فرصتی برای ته‌نشینی پیدا می‌کردند و در دوره‌های رسوبی پرانرژی اُاُییدها و پلوییدها افزایش می‌یافتند و بیوکلست‌ها

شکسته می‌شدند در چنین محیطی بستر در طی گسترش رخساره‌های مرجانی، احتمالاً نرم یا حداقل باثبات بوده است. همچنین فراوانی خرده‌های اسکلتی موجودات تا حدی مواد کافی برای اتصال کورالیت‌های مرجانی به بستر را فراهم می‌کرد.



شکل ۵- میکروفاسیس افق‌های مرجانی مورد مطالعه. ۱) پکستون بیوکلستی، محیط لاگون؛ ۲ و ۳) پکستون بیوکلستی، محیط دریای باز؛ ۴) گرینستون اُاُییدی کرینوییددار، محیط سد؛ ۵) پکستون بیوکلستی، محیط لاگون؛ ۶) پکستون بیوکلستی، محیط لاگون به سمت سد (مقیاس ۳ میلی‌متر).

۷– ۴. نرخ رسوب‌گذاری و ورود ذرات آواری

یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده برای مرجان‌ها، میزان ذرات آواری در حوضه‌های رسوبی است. به اعتقاد Hill (1981) مرجان‌ها در محیط‌های متلاطم در معرض هجوم ذرات آواری، نمی‌توانند به خوبی رشد کنند و زنده بمانند. لذا نرخ بالای رسوب‌گذاری، باعث افزایش مقدار انرژی متابولیک مورد نیاز برای دفع رسوب توسط پولیپ‌ها و کم شدن فعالیت مرجان‌ها و در ادامه باعث خفگی مرجان‌ها می‌شود (Yentsch et.al., 2002). وجود سنگ‌آهک‌های رس‌دار، اُاُییدهای زیاد، بیوکلست‌ها و اینتراکلست‌های فراوان در کالیس‌های سالم اغلب مرجان‌های مورد مطالعه، می‌تواند شاهدی بر خفه شدن و مدفون شدن آنها در زیر رسوبات در طی دوره‌های پرانرژی باشد.

۸– ریختارشناسی گونه مرجان مورد مطالعه و تفسیرهای پالئواکولوژی (زیست‌بوم دیرینه)

مهم‌ترین مثال‌هایی که تلاش دارد بر نقش بیولوژیکی و ریختارشناسی گونه مرجانی در طی رشد کورالیت تأکید کند، شامل موارد زیر است:

۸– ۱. اندازه کورالیت

مرجان‌های دیس‌اپیمنت‌دار منفرد همانند گونه مورد مطالعه (Plate1, fig. 1-5, 13) که در آب‌های کم‌عمق و در بستر سنگ آهکی زندگی می‌کرده‌اند (شکل ۴) کورالیت‌های بزرگ‌تری دارند. اما مرجان‌های کوچک‌تر همانند فونای سیاتاکسونیا، نشان‌دهنده آب‌های عمیق‌تر و اغلب سردتر هستند (Hill, 1981).

۸– ۲. شکل کورالیت‌ها

به اعتقاد Rodríguez (2001) مرجان‌های دارای فرم رشد مستقیم، به دلیل اینکه برای اتصال به بستر از تالون (Talon) استفاده می‌کردند، در طی تکاملشان نیازی به پیچش نداشتند، اما وجود خمیدگی کورالیت‌ها همانند گونه مورد مطالعه (Plate1, fig. 13)، در در واقع نوعی سازگاری با شرایط ناپایدار محیطی است. به اعتقاد Hill (1981) مرجان‌ها به‌صورت قائم یافت می‌شوند که نشان‌دهنده رشد بر روی بسترهای آرام است؛ اما در محیط‌های ناآرام و پرتلاطم، کورالیت‌ها غالباً خمیده هستند. حلقه‌های رشدی بر روی اپی‌تکا منعکس کننده تلاش برای حفظ سطح قاعده کالیس عمود بر سطح آب، منشأ نور یا همچنین جهت بارش زئوپلنکتون‌هاست. شکل گونه مورد مطالعه و شواهد زیست‌بوم دیرینه و موقعیت این مرجان‌ها در محیط رسوبی پرتلاطم (شکل ۴) مأید نکات فوق است.

۸– ۳. موقعیت کالیس

مرجان‌های دارای فرم مستقیم، کالیس‌های فرو رفته و مسطحی دارند. اما در مرجان‌های با اشکال خمیده، کالیس به‌صورت مورب دیده می‌شود. کالیس‌های مورب «V شکل و عمیق» نشان‌دهنده فعالیت شدید موجود در دفع رسوب از پولیپ هستند. Hill (1981) نیز معتقد است که عمق کالیس ارتباط مستقیمی با فعالیت بیشتر مرجان‌ها در دفع رسوبات دارد. لذا مورب بودن کالیس و عمق زیاد آن در گونه مورد مطالعه می‌تواند شاهدی بر فعالیت زیاد فونای مورد مطالعه در صرف انرژی بالای متابولیسمی در دفع رسوبات باشد.

۸– ۴. میزان زاویه رأسی

گونه مورد مطالعه دارای کورالیت‌های سراتویید است. به اعتقاد Rodríguez (2001) میزان زاویه رأسی در مرجان‌ها، وابسته به سرعت رسوب‌گذاری است. به‌طوری که کورالیت‌های سراتوییدی (Plate1, fig. 13) در مقایسه با اشکال تروکوییدی، در سرعت بالای رسوب‌گذاری ایجاد می‌شوند. بنابراین فراوانی کورالیت‌های نیمه‌استوانه‌ای و سراتوییدی در یک مجموعه مرجانی نشان‌دهنده نرخ بالای رسوب‌گذاری است.

۸– ۵. ضخامت دیس‌اپیمنتاریوم

دیس‌اپیمنت‌ها در واقع به عنوان بافت‌های حبابی شکل داخل کورالیت، نقش مهمی در اکولوژی مرجان‌ها به ویژه در آب‌های کم‌عمق و پرانرژی دارند. مرجان مورد مطالعه که در محیط‌های کم‌عمق و پرانرژی زندگی می‌کرده، دیس‌اپیمنتاریوم ضخیم با تعداد ردیف‌های زیاد دیس اپیمنت داشته است (Plate1, fig. 1-5, 9, 13).

۸– ۶. کاهش تخصص‌یافتگی سپتاها در مراحل بلوغ در مرجان‌های Caninomorph

سپتاها شبیه ستون‌های یک ساختمان با رشد قائم خود، ساختمان کورالیت را بالا می‌برند و باعث مقاوم شدن اسکلت مرجانی در برابر امواج می‌شوند. حفاظت از بدن ارگانیسم‌های مرجانی، افزایش ارتفاع کورالیت، استحکام دادن به کالیس و به دام انداختن اکسیژن، از سایر نقش‌های اکولوژیکی سپتاهاست (Fedorowski, 2010).

در مورفوتایپ‌های مرجانی Caninomorph، سپتاهای فرعی نازک و کوتاه و در زون دیس‌اپیمنتال محدود هستند (Plate1, fig. 1-5). در بعضی از نمونه‌های مورد مطالعه، سپتاهای اصلی ممکن است در مرحله رشد بالغ، کشیده و پهن باشند. ولی تمام سپتاهای اصلی در مراحل بلوغ از مرکز عقب‌نشینی می‌کنند (Plate1, fig. 1-8, 10-12, 14-18).

Fedorowski (2010) دلیل عقب‌نشینی سپتاها در مراحل بلوغ آنتوژنی در این مرجان‌ها را بزرگ شدن مزانتری‌ها در کالیس می‌داند (Plate1, fig. 1-5). به اعتقاد وی اغلب پولیپ‌های اسکلراکتینیای امروزی نیز در زمان تغذیه بدنشان اتساع پیدا می‌کنند. چنین رفتاری در روگوزاها نیز متداول بوده است. لذا در مرجان‌های روگوزا، مزانتری‌ها در کالیس‌های عمیق جای می‌گرفتند. در مراحل اولیه آنتوژنی فضای موجود برای مزانتری‌های پولیپ‌های جوان برای تغذیه و اکسیژن‌گیری کافی بود؛ ولی با بزرگ شدن پولیپ و افزایش نیاز بدن به اکسیژن و غذا، مزانتری‌ها در مورفوتایپ مرجانی Caninomorph پیچیده‌تر و بزرگ‌تر می‌شدند. لذا با بزرگ‌تر شدن مزانتری‌ها توانایی و نقش بیولوژیکی سپتاهای اصلی در این مرجان‌ها کاهش می‌یافت، تا مزانتری‌ها فضای بیشتری برای ذخیره غذایی‌شان فراهم کنند.

۸– ۷. آرایش سپتاها و فوسولای کاردینال

در گونه مورد مطالعه، قرار گرفتن سپتای کاردینال کوتاه در مجاورت سایر سپتاهای اصلی کشیده و بلند، منجر به تشکیل یک فوسولای باز شد (Plate1, fig. 1,2, 4-6). به اعتقاد Fedorowski (2010) این آرایش خاص در مرجان‌های Caninomorph باعث چرخش آب در داخل حفره Gastro-Vascular می‌شده و بنابراین آب ورودی، اکسیژن را به اندودرم می‌رسانیده است و همچنین سلول‌های مرجانی قادر به گرفتن ذرات غذایی می‌شده‌اند. علاوه بر این، آب‌هایی که غذا و اکسیژن آنها تصفیه شد، به همراه ذرات مواد دفعی، به سمت فوسولای کاردینال حرکت می‌کرده و از طریق شکافی در دیسک دهانی آزاد می‌شده‌اند.

۸– ۸. ضخیم‌شدگی سپتاها

به اعتقاد Hill (1981) ضخیم‌شدگی غالباً در مرجان‌هایی دیده می‌شود که واجد خطوط رشد هستند و کالیس آنها عمیق است. این پدیده در مرجان‌هایی که رشد مستقیم دارند، در تمامی ربع‌های کورالیت به‌صورت منظم است اما در مرجان‌هایی که کورالیت‌های خمیده دارند، ضخیم‌شدگی در نواحی مخصوصی از دیواره یا ربع‌های خاص دیده می‌شود. اینکه ضخیم‌شدگی در کدام ربع بیشتر باشد، احتمالاً می‌تواند مرتبط با نحوه قرارگیری مرجان‌ها در مقابل (خلاف) جهت امواج آب باشد؛ ترشحات استریوپلاسماتیک در بخشی از کورالیت تشکیل می‌شده است که بیشتر باعث حفظ تعادل مرجان و نگهداری بهتر کالیس به سمت بالا می‌شد. در گونه مورد مطالعه، پدیده ضخیم‌شدگی، در ربع کاردینال دیده می‌شود (Plate1, fig. 1-8, 10-11). در این مرجان‌ها، سپتاهای ربع کاردینال به شکل برگ‌های ضخیم ولی در سپتاهای ربع کانتر همگی نازک هستند. این ضخیم‌شدگی در دوره‌های مختلف آنتوژنی مرجان از برش‌های سریالی پایین‌تر در مراحل اولیه رشد (برش‌های قاعده ای) تا دوران بلوغ (برش زیر کالیس) دیده می‌شود. در دوران نیانیک، هم‌زمان با باریک شدن دیس‌اپیمنتاریوم (Plate1, fig. 7,8, 10-12)، ضخامت تمامی سپتاها بیشتر می‌شود. به اعتقاد Flügel (1995) ضخیم‌شدگی نه تنها در سپتاها بلکه در دیس‌اپیمنت‌ها نیز قابل مشاهده است. در نمونه مرجانی مورد مطالعه،

ردیف‌های دیس‌اپیمنتاریوم نیز توسط رسوبات استریوپلاسماتیک ضخیم شده‌اند (Plate1, fig. 1-5).

۹- زیستگاه مرجان مورد مطالعه

در گذشته، زیستگاه‌های مرجانی را از نظر نحوه قرارگیری آنها در توالی رسوبی، در دو دسته بیوستروم‌ها و بیوهرم‌ها قرار می‌دادند. اما Aretz (2010) با مطالعه رخساره‌های مرجانی کربنیفر در بسیاری از نقاط دنیا، تعریف گسترده‌تری برای تقسیم بندی این نوع زیستگاه‌ها ارائه کرد؛ لذا برای تشخیص زیستگاه‌های مرجانی، اطلاعات تکمیلی از جمله بستر، فراوانی و تنوع مرجان و ارتباط آنها با هم، نحوه آرایش کورالیت‌ها در لایه، میکروفاسیس توالی و نیز مشارکت سایر گروه‌های فسیلی در ارتباط با اجتماعات مرجانی مورد نیاز است. وی زیستگاه‌های اجتماعات مرجانی کربنیفر را به چهاردسته تقسیم‌بندی کرد. زیستگاه تیپ A شامل جوامع مرجانی سطح پایین شامل ساب‌تیپ‌های A1 و A2؛ زیستگاه تیپ B (چمن‌زارها یا علف‌زارهای مرجانی) شامل ساب‌تیپ‌های B1 و B2؛ زیستگاه تیپ C (بیوستروم‌های مرجانی) شامل ساب تیپ‌های C2, C1 و C3 و زیستگاه تیپ D (بیوهرم‌های مرجانی) شامل ساب‌تیپ‌های D3, D2, D1 و D4 .

همان‌طور که پیشتر شرح داده شد، گونه مرجانی مورد مطالعه در دو افق قرارگرفته است. که هر دو افق، تنها زیستگاه یک گونه از مرجان‌های روگوزای منفرد هستند. لذا در مقایسه با مدل رده‌بندی Aretz (2010) زیستگاه مرجان‌های مورد مطالعه از نوع زون اکولوژیکی جوامع مرجانی سطوح پایین یا تیپ A است. به اعتقاد Aretz (2010) زیستگاه تیپ A (level-bottom community)، قلمرو مرجان‌های روگوزای منفرد Caninid-clisiophyllid است. البته مرجان‌های روگوزای کلنی نیز می‌توانند در این زون اکولوژیکی وجود داشته باشند؛ اما در صورت وجود، فونای فرعی هستند و فراوانی کمی دارند.

زیستگاه مرجانی تیپ A بر اساس تنوع تاکسونومیکی به دو زون یا ساب‌تیپ تقسیم می‌شود. ساب‌تیپ A1 متشکل از اجتماعات مرجانی چندگونه‌ای (polyspecific) است. این زیستگاه معرف جوامع اکولوژیکی پایدار، متعادل و متنوع است که طیف گسترده‌ای از نیچ‌های متنوع زیستی را شامل می‌شود. فونای زیستی در این زیستگاه، نیاز به سازگاری ویژه محیطی ندارند (Aretz, 2010). جوامع A1 در رخساره‌های کربناته بیوکلاستیک وکستون یا بیوکلاستیک پکستون قرار دارند.

ساب‌تیپ A2 متشکل از اجتماعات مرجانی یک‌گونه‌ای (monospecific) است. این زیستگاه معرف شرایط بسیار سخت اکولوژیکی است که تنها تعداد معدودی از مرجان‌های منفرد می‌توانند عوامل محدود کننده (به عنوان مثال عمق آب یا هجوم ذرات آواری) را تحمل کنند. جوامع A2 در گذر از کربنات به رخساره آواری در اعماق زیاد و یا آب‌های کم عمق یافت می‌شوند (Aretz, 2010).

لذا بر اساس وجود مرجان‌های منفرد بزرگ از نوع فونای caninid-clisiophyllid، اجتماع مرجانی یک‌گونه‌ای و عدم حضور مرجان‌های سریویید، افق‌های مرجانی مورد مطالعه در برش‌های زلدو نشان‌دهنده اجتماعات مرجانی سطح پایین (A) و زیست‌بوم دیرینه A2 هستند.

۱۰- نتیجه‌گیری

با مطالعه سازند زلدو در کوه‌های ازبک کوه، دو افق مرجانی یافت شد. پس از تهیه ۱۱۳ مقطع میکروسکوپی از این مرجان‌ها که فراوانی زیادی نیز دارند، مشخص شد که این دو افق تنها زیستگاه یک گونه از مرجان‌های روگوزای منفرد هستند.

گونه *Pseudozaphrentoides winsensi* Flügel 1995 معرفی شده به دیرینگی آرتینسکین پیشین (آخرین اشکوب از پرمین پیشین)، بر پایه مطالعات اخیر بر اساس بیواستراتیگرافی کنودونت‌ها و فرامینیفرها، به دیرینگی قزلین پسین (جوان‌ترین اشکوب کربنیفر) تعیین سن و معرفی می‌شود.

بر اساس مطالعات میکروفاسیس، افق‌های مرجانی مورد مطالعه در محیط‌های کم‌عمق و پرانرژی رخساره‌های لاگون به سمت سد، سد و دریای باز به سمت سد، در یک پلت‌فرم کربناته از نوع رمپ هموکلینال حضور داشته‌اند.

حضور گونه مورد مطالعه در محیط پرانرژی سد و اطراف آن به همراه سنگ‌آهک‌های رس‌دار، اُاُییدها، پلوییدها و ذرات غیر اسکلتی مانند کوارتزها، تنوع کم این اجتماع مرجانی را توجیه می‌کند. چنین محیطی می‌تواند باعث خفه شدن مرجان‌های مورد مطالعه و مدفون شدن آنها در زیر رسوبات باشد. زیرا این موجودات در محیط‌های متلاطم و در معرض هجوم ذرات آواری، نمی‌توانند به خوبی رشد کنند و زنده بمانند.

علیرغم شواهد محیطی فوق، ریختارشناسی مرجان‌ها (اندازه کورالیت‌ها و میزان خمیدگی آنها، وجود کالیس عمیق و مورب، میزان زاویه رأسی، شکل سراتوییید آنها، دیس‌اپیمنتاریوم توسعه یافته و ضخامت زیاد دیس‌اپیمنت‌ها و آرایش سپتاها و ضخیم‌شدگی آنها) نیز می‌تواند به عنوان مکملی در مطالعات بوم‌شناسی دیرینه استفاده شود.

اجتماع مرجانی مورد مطالعه معرف جامعه مرجانی سطح پایین (تیپ A و زون اکولوژیکی A2) هستند. این زیستگاه بیانگر شرایط بسیار سخت اکولوژیکی است که تنها تعداد معدودی از یک گونه از مرجان‌های منفرد می‌توانستند عوامل محدودکننده مؤثر بر زندگی این موجودات را تحمل کنند.

کتابنگاری

بادپا، م.، خاکسار، ک.، عاشوری، ع. ر. و خانه‌باد، م.، ۱۳۹۳- مرجان‌های باشکیرین (کربنیفر پسین) سازند سردر در برش زلدو، کوه‌های ازبک‌کوه، خاور ایران مرکزی، مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب شناسی. ۵۴: صص. ۳۹ تا ۵۸.

بادپا، م.، خاکسار، ک.، عاشوری، ع. ر. و خانه‌باد، م.، ۱۳۹۴- پارامترهای محیطی مجموعه مرجانی باشکیرین سازند سردر در برش زلدو (کوه‌های ازبک‌کوه، خاور ایران مرکزی)، فصلنامه علوم زمین. ۹۵: صص. ۹۷ تا ۱۰۶.

بادپا، م.، خاکسار، ک.، عاشوری، ع. ر. و خانه‌باد، م.، ۱۳۹۵- معرفی مرجان‌های کربنیفر پسین (اشکوب قزلین) انارک (شمال شرق اصفهان)، دومین همایش ملی زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، کرمان.

بادپا، م.، عاشوری، ع. ر. و خاکسار، ک.، ۱۳۸۷- گزارش اولیه از مرجان‌های قزلین ایران در برش زلدو (کوه‌های ازبک‌کوه، شرق ایران مرکزی)، دوازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، صص. ۲۱۰ تا ۲۱۵.

بادپا، م.، عاشوری، ع. ر. و خاکسار، ک.، ۱۳۹۰- مطالعه مرجان‌های سرپوخووین پسین (نامورین پیشین) در برش زلدو (کوه‌های ازبک‌کوه، خاورایران مرکزی)، رخساره‌های رسوبی، ۹۰: صص. ۱ تا ۱۴.

خانه‌باد، م.، ۱۳۹۱- محیط رسوبی، دیاژنز و ژئوشیمی رسوبات کربنیفر شرق ایران مرکزی، رساله دکترا، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۴۷ ص.

سهرابی، ز.، ۱۳۸۴- بیواستراتیگرافی سیستم‌های کربنیفر(سازند سردر)- پرمین(سازند جمال) در منطقه ازبک‌کوه (برش زلودو) بر اساس روزنبران با نگرش ویژه بر کونودونت‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، ۲۷۸ ص.

طاهری، ع. و وزیری‌مقدم، ح.، ۱۳۸۰- چینه‌نگاری و فسیل‌شناسی سنگ‌های کربنیفر بالایی- پرمین در برش زلدو و مقایسه آن با سایر نواحی ایران، مجله علوم پایه دانشگاه اصفهان، صص. ۴۵ تا ۵۶.

طاهری، ع. و وزیری‌مقدم، ح.، ۱۳۸۷- بررسی فوزولیناسه‌آی بلوک طبس و اهمیت آنها در تفسیر جغرافیا و آب‌وهوای گذشته قاره سیمری، مجله علوم دانشگاه تهران. ۱: صص. ۱۲۳ تا ۱۳۰.

یاراحمدزهی، ح.، ۱۳۹۰- چینه‌نگاری زیستی فوزولین‌ها و چینه‌نگاری سکانسی و محیط رسوبی نهشته‌های پرمین زیرین در ایران مرکزی (نواحی یزد، اصفهان، آباده)، رساله دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۸۴ ص.

References

Aretz, M., 2010- Habitats of colonial rugose corals: the Mississippian of western Europe as example for a general classification: Lethaia, V. 10, p. 1- 5.

Badpa, M., Khaksar, K. and Ashouri, A. 2011- Study of Carboniferous corals in the Ozbak-kuh Mountains (Eastern of Central Iran). 11th symposium of fossil Cnidaria and Porifera. Liege. Belgium.

Denayer, J., 2013- Biostratigraphie et Paleobiogeographie des Coraux tetracoralliaires du Carbonifer inferieur de la Turquie. Universite de Liege. 431 p.

Dobrolyubova, T. A., 1958- Nizhnekamennougol'nye kolonial'nye chetyrekhluchevye korally Russkoy platformy. Trudy Paleontologicheskogo Instituía AN SSSR, 70, 1-226. [in Russian]

Fedorowski, J., 2010- Does similarity in rugosan characters and their functions indicate taxonomic relationship?: Palaeoworld, V. 19, p. 374- 381.

Flügel, H. W., 1995- Biostratigraphie und Korallenfaunen des Jungpalaozoikums Ost-Irans: Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, V. 20. p. 35- 49.

Gorski, I. I., 1978- Middle Carboniferous corals from the werstern slope of the Urals. Nakuka, Moscow. 233p. [in Russian].

Herbig, H. G., 1986- Rugosa und Heterocorallia aus Obervisé-Geröllen der Marbella-Formation (Betische Kordillere, Südspanien). Paläontologische Zeitschrift. V. 6. P. 189- 225.

Hill, D., 1941 (1938-1941)- A monograph on the Carboniferous rugose corals of Scotland: Palaeontograph ical Society, 213 p.

Hill, D., 1981- Coelenterata; Supplement 1, Rugosa and Tabulata. In: Teichert, C., (Ed.). Treatise on invertebrate paleontology, Volume part F, volume 1-2, The Geological Society of America and the University of Kansas (Boulder, Colorado, Lawrence, Kansas), 762 p.

Leven, E. J. and Gorgij, M. N., 2006- Upper Carboniferous–Permian stratigraphy and fusulinids from the Anarak region, central Iran: Russian journal of earth sciences, V. 8, p. 1- 25.

Leven, E. J. and Gorgij, M. N., 2011- First Record of Gzhe¬lian and Asselian Fusulinids from the Vazhnan Forma¬tion (Sanandaj-Sirjan Zone of Iran). Stratigraphy and Geological Correlation, 19: 486- 501.

Leven, E. J. and Taheri, A., 2003- Carboniferous-Permian stratigraphy and fusulinids of East Iran, Gzhelian and Asselian deposits of the Ozbak-Kuh region: Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafiav, V. 109, p. 499- 515.

Leven, E. J., Davydov, V. I. and Gorgij, M. N., 2006- Pennsylvanian stratigraphy and fusulinids of central and eastern Iran: Palaeontologia Electronica, 9.1.1A.

Rodríguez, S., 2001- Life stratetegies of solitary undissepimented rugose corals from the Upper member of the Picos de Europa Formation (Moscovivian, Carboniferous, Cantabrian Mountain, NW Spain), Lethaia, V. 34, p. 203- 214.

Rodríguez, S., Hernando, J. M. and Rodríguez-Curt, L., 2004- Estudio de los corales cyathópsidos (Rugosa) del Viseense superior de la Unidad de la Sierra del Castillo (Córdoba, España): Coloquios de Paleontología, V. 54, p. 69- 82.

Ruttner, A., Nabavai, M. H. and Alavi, M., 1970- Geological map of the Ozbak- kuh mountains, scale 1:100,000. Geological Survey of Iran proof Print.

Said, I., Rodríguez, S., Berkhli, M., Cózar, P. and Gómez-Herguedas, A., 2010- Environmental parameters of a coral assemblage from the Akerchi Formation (Carboniferous), Adarouch Area, central Morocco: Journal of Iberian Geology, V. 36, p. 7- 19.

Said, I., Somerville, I. D., Rodríguez, S. and Cózar, P., 2013- Mississippian coral assemblages from the Khenifra area, Central Morocco: Biostratigraphy, biofacies, palaeoecology and palaeobiogeography. Gondwana Research 23, 367- 379.

Semenoff-Tian-Chansky, P., 1974- Recherches sur les Tétracoralliaires du Carbonifère du Sahara Occidental. Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, nouvelle séries, .série C, Sciences de la terre, 30, 1- 316.

Vassilyuk, N. P., 1960- Lower Carboniferous corals of the Donets Basin. Akademiya Nauk Ukrainskoy SSR, Trudy Instituta Geologicheskikh Nauk, Seriya Stratigrafii i Paleontologii, 13, 1- 178. [In .Russian]

Yarahmadzahi, H. and Vachard, D., 2014- Paleobiogeographic significance of a new ozawainelloid fusulinid Pseudoacutella partoazari n. sp., from the Asselian (lowermost Permian) of Gaduk (Central Alborz, Iran). Revue de micropaléontologie V. 57, p. 117- 124.

Yarahmadzahi, H., Vachard, D. and Dibadin, B., 2016- Smaller foraminifers from the Lower Permian Emarat Formation, East of Firuzkuh (Central Alborz, Iran). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia V. 122(3), p. 103- 118.

Yarahmadzahi, H. and Vachard, D., 2018- The uppermost Carboniferous (Gzhelian)-Lower Permian (Asselian) stratigraphy and smaller foraminifers of the Ozbak-Kuh region (Tabas Block, east central Iran), Geological journal, V. 53(2), p. 510- 526.

Yarahmadzahi, H. and Vachard, D., 2019- Gzhelian-Asselian (latest Carboniferous–earliest Permian) smaller foraminifers from the Asad-Abad section (Sanandaj-Sirjan tectonic plate, central Iran). Journal of Foraminiferal Research. V. 49 (2), p. 107- 130.

Yentsch, C. S., Yentsch, C. M., Cullen, J. J., Lapointe, B., Phinney, D. A. and Yentsch, S. W., 2002- Sunlight and water transparency: cornerstornes in coral research. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.V. 268, p. 171- 183.

Systematic and Paleoecology of species *Pseudozaphrentoides winsnesi* coral from Gzhelian in Tabas block, (Zaladou section)

M. Badpa[1], H. Yarahmadzahi[2*] and K. Khaksar[3]

[1]Ph.D., Department of Geology, Payam-e Noor University of Qom, Qom, Iran

[2]Asisstant Professor, Department of Geology, Earth Sciences Research Center, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran

[3]Asisstant Professor, Department of Water and Soil, Imam Khomeini High Education Center, Agriculture - Jahad, Karaj, Iran

Received: 2018 March 03 Accepted: 2018 June 30

Abstract

The Anarak Group with Zaladou (Gzhelian-Asselian age) and Tigh-e-Madanu (Sakmarian age) formations in the Ozbak Kuh Mountains (Central Iran) is more than 180 m thick and includes thick units of conglomerate, shale, sandstone, calcareous sandstone, sandy limestone, fusulinid limistone, marl and dolomite layers. In the sequence of Zaladou formation, the accumulation of coral species of *Pseudozaphrentoides winsnesi* Flügel, 1995, was abundantly identified in two horizons in the upper part of the Ghezelin layers. Based on fuanal composition, diversity and abundance, spacing of corallits and microfacies, the mentioned accumulation is categorized as low-level (of Type A, ecological zone of A2). This zone represents a tough ecological condition where only a limited number of solitary corals could have survived the life-threatening factors. Based on microfacies studies, the coral community was identified to be restricted to the shoal and around it (lagoon toward shoal and open sea toward shoal) in a shallow platform.

Keywords: Gzhelian, Systematic, Rugose coral, Ozbak-kuh, Zaladou Formation.

For Persian Version see pages 65 to 74

*Corresponding author: H. Yarahmadzahi; E-mail: Hamed.yarahmadzahi@iauzah.ac.ir