

دیرینه‌بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی اقیانوس نئوتتیس در سازند بغمشاه (برش ریزو)

آزاده بردبار^۱، فاطمه هادوی^{۲*}، مرضیه نطقی‌مقدم^۳، عباس قادری^۴

- ۱- دانشجوی دکتری چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. پست الکترونیکی: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir
۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۴- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۶

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲۸

چکیده

در این پژوهش دیرینه بوم‌شناسی سازند بغمشاه در برش ریزو برمبنای نانوپلانکتون های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است. سازند بغمشاه بخشی از یک توالی بزرگ رسوبی (گروه مگو) در بلوک طبس است که در بازه‌ی زمانی ژوراسیک- کرتاسه، در حاشیه شمالی اقیانوس نئوتتیس قرار داشته است. سازند بغمشاه در این برش با ضخامت ۲۷۰ متر عمدتاً شامل تناوب مارن و شیل سبزرنگ با میان لایه های نازکی از ماسه سنگ قهوه‌ای و سنگ آهک غنی از خرده‌های فسیلی می‌باشد. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی و گونه‌های شاخص نانوفسیلی نشان‌دهنده‌ی سن بریازین پیشین- هوتروین پیشین برای سازند بغمشاه در این برش است. بررسی فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در برش ریزو نشان می‌دهد که حوضه‌ی رسوبگذاری سازند بغمشاه در این برش، در آبهای سطحی گرم واقع در عرض جغرافیایی پایین و در شرایط الیگوتروفیک با عمق کم نهشته شده است.

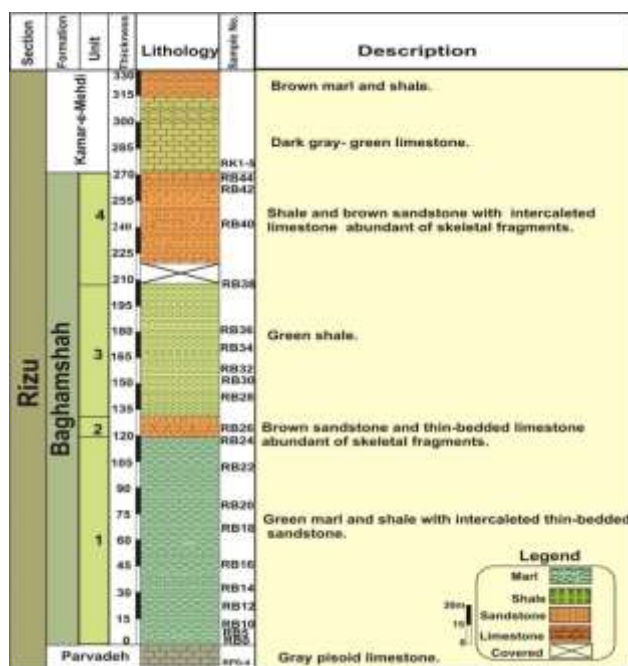
کلمات کلیدی: دیرینه‌بوم‌شناسی، نانوفسیل‌های آهکی، نئوتتیس، بغمشاه، ریزو.

۱. مقدمه

است. این حوضه رسوبی مرتباً تحت دوره‌های متناوب فشارش و کشش قرار داشته است. از آنجائیکه فرورانش با شدت‌های مختلفی عمل کرده، لذا دریا مرتباً پیشروی و پسروی نموده و توالی رسوبی طبس به خوبی این مسئله را تایید می‌کند (آقانباتی، ۱۳۸۳). سازند بغمشاه که در پژوهش حاضر مورد مطالعه قرار گرفته، مربوط به گروه مگو و زیرگروه بغمشاه است. غالب مطالعات انجام شده بر روی این سازند زیست‌چینه‌نگاری و عمدتاً برمبنای فونای آمونیت می‌باشد (سید امامی و همکاران، ۱۳۸۴، Seyed-Emammi et al., 1991, 2002, 2004; Seyed-Emammi, 1998; Wilmsen et al., 2009). علاوه بر آن Pandey & Fürsich (2003)، مرجان‌های سازند را مطالعه

خردقاره ایران مرکزی که شامل بلوک طبس، یزد و لوت می‌باشد، در راستای البرز و در موقعیت حوضه پشت کمان اقیانوس نئوتتیس قرار دارد. این خردقاره در حوضه‌ی بالای فرورانش نئوتتیس و پشت کمان ماگمایی ارومیه دختر واقع است. اقیانوس نئوتتیس در ۲۲۰ میلیون سال پیش (تریاس میانی) در حدفاصل ایران و عربستان در محل فعلی زاگرس بوجود آمده و قسمت عمیق این اقیانوس در محل زاگرس مرتفع بوده است. اعتقاد بر این است که اقیانوس نئوتتیس به صورت یک باریکه اقیانوسی بوده که در کرتاسه پایانی شروع به بسته شدن نموده

پکتن دار است. لکن بر مبنای مطالعات (Wilmsen et al., 2009) این سازند غیر رسمی به سازند کمرمهدی تغییر نام داده است. بنابراین مرز بالایی آن سازند کمرمهدی است و در این مطالعه با این نام عنوان شده است. ضخامت سازند بغمشاه در این برش ۲۷۰ متر است و براساس ویژگی‌های سنگ شناختی عمدتاً شامل تناوب مارن و شیل سبزرنگ با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ قهوه‌ای و سنگ آهک غنی از خرده‌های فسیلی، شیل سبزرنگ و شیل با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ ریزدانه می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: ستون چینه سنگی سازند بغمشاه در برش ریزو

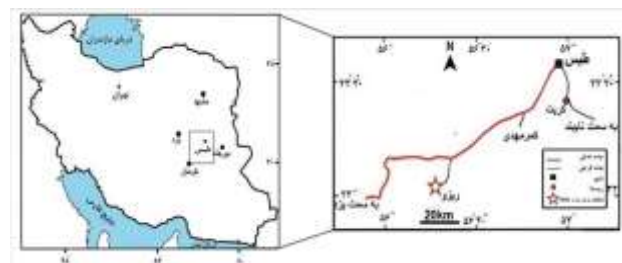
۲. روش مطالعه و آماده‌سازی

به منظور انجام مطالعات دیرینه بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی سازند بغمشاه در برش ریزو، ۴۴ نمونه سنگی براساس روش اسمیر اسلاید (Bown and Young, 1998) آماده‌سازی گردید. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی توسط میکروسکوپ نوری Olympus BX53 با بزرگنمایی X1000 تا X1600 و شناسایی آنها برپایه مطالعات (Perch-Nielsen 1985) و (Bown 1998) انجام شده است. پس از شناسایی ۴۶ گونه نانوفسیلی، جهت ترسیم نمودارهای دیرینه‌بوم‌شناسی، شمارش گونه‌ها در ۱۰ میدان دید انجام شد. سپس نمودارهای دیرینه بوم‌شناسی بر مبنای درصد تک‌تک گونه‌های مشاهده شده ترسیم گردید (شکل ۳ و ۴).

نموده‌اند. فونای آمونیت و چند جنس غیر شاخص از نانوفسیل‌های آهکی آن نیز توسط (Kallanxhii et al., 2016). مطالعه شده است. اخیراً نانوفسیل‌های آهکی سازند در چند برش توسط بردبار و همکاران (الف و ب ۱۳۹۷)؛ خدانشناس و همکاران (۱۳۹۷) و بهدانی و همکاران (۱۳۹۸؛ ۱۳۹۷) بررسی شده و تعیین سن سازند بر مبنای نانوفسیل‌های شاخص و مجموعه فسیلی همراه انجام شده است. یادآوری می‌شود که بر مبنای مطالعات نانوفسیلی انجام شده تعلق این سازند به کرتاسه زیرین محرز می‌باشد. لکن درخصوص دیرینه‌بوم‌شناسی سازند بغمشاه در برش ریزو گزارشی در دست نیست. از آنجائیکه نانوفسیل‌های آهکی شاخص‌های مناسبی در مطالعات دیرینه بوم‌شناسی نهشته‌ها می‌باشند، لذا در این مطالعه شرایط دیرینه بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی اقیانوس نئوتتیس در سازند بغمشاه در برش ریزو بازسازی شده است.

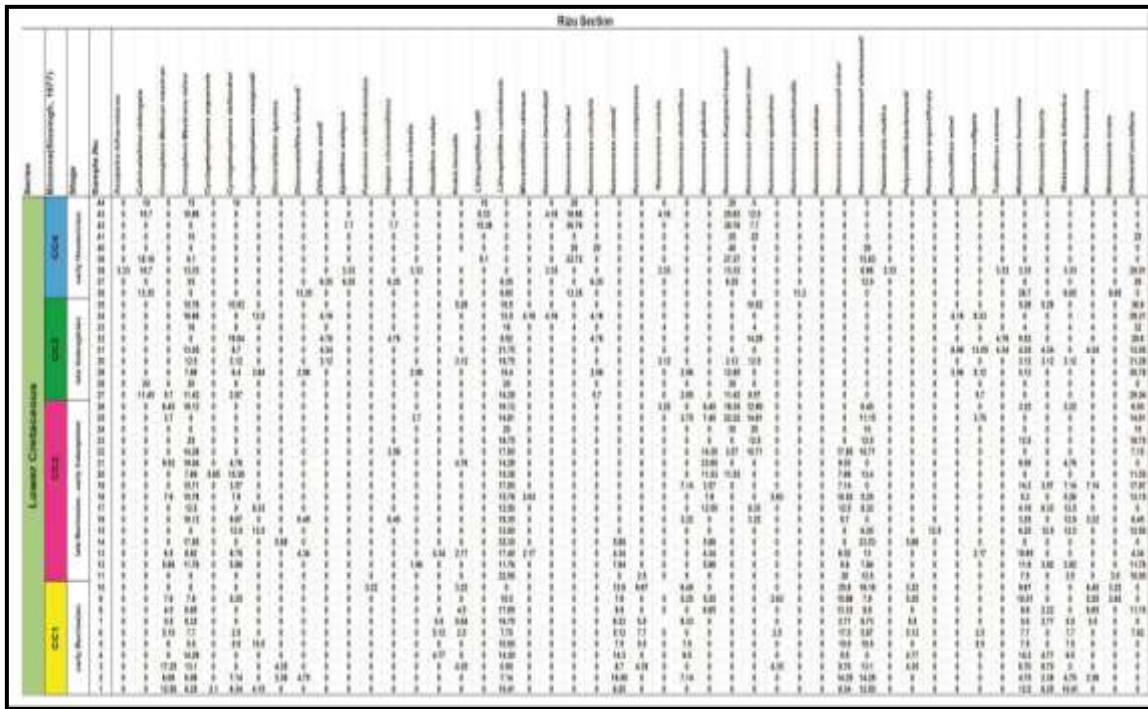
۱-۱ زمین‌شناسی عمومی منطقه

سازند بغمشاه در برش ریزو که به عنوان بخشی از خرد قاره ایران مرکزی است، مربوط به چرخه رسوبی گروه مگو و زیرگروه بغمشاه است (Wilmsen et al., 2009). در پژوهش حاضر دیرینه بوم‌شناسی این سازند بررسی شده است. سازند بغمشاه در این برش، در ۷۰ کیلومتری جنوب شرق طبس و با مختصات جغرافیایی $33^{\circ}08'35.53''$ عرض شمالی و $56^{\circ}10'08.27''$ طول شرقی واقع شده است. دسترسی به این برش از طریق جاده آسفالتی طبس- یزد و سپس جاده خاکی ایستگاه راه آهن ریزو امکان پذیر است (شکل ۱).

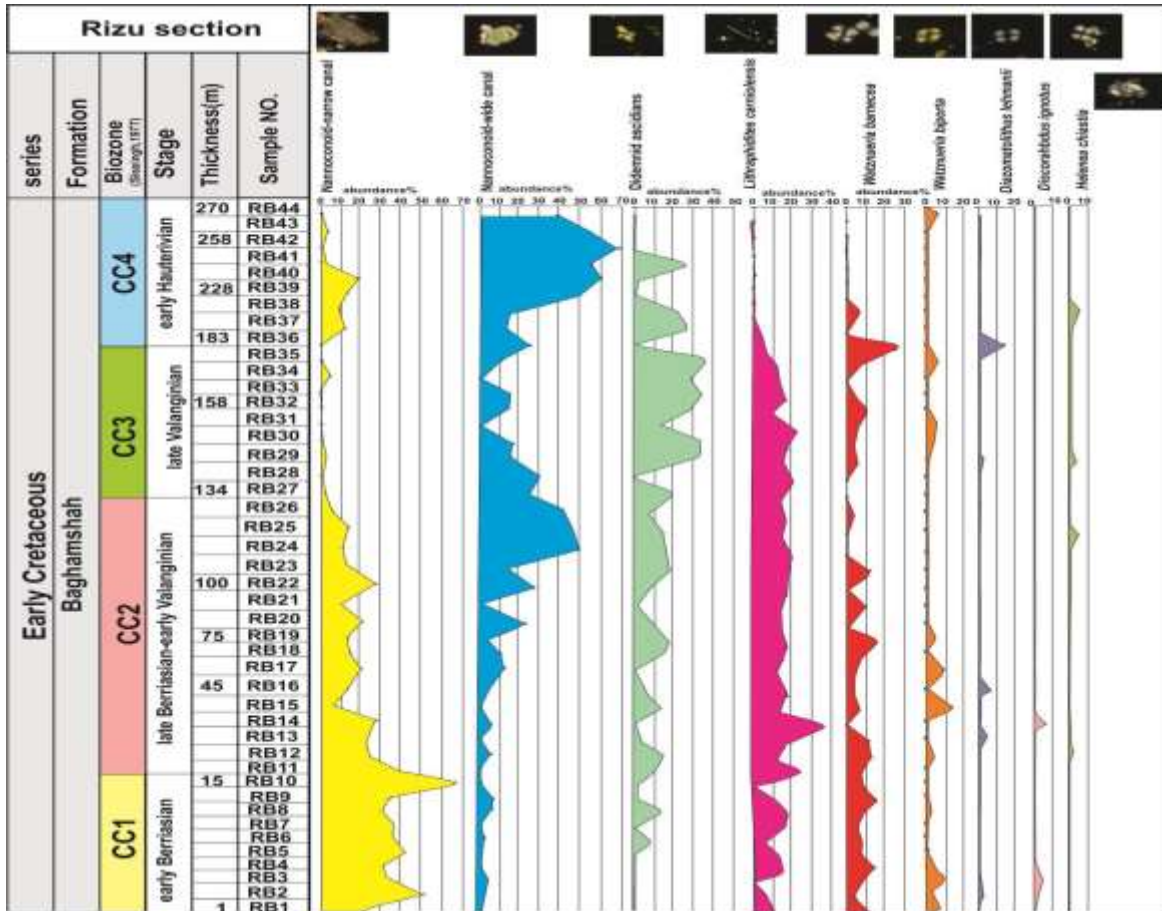


شکل ۱: نقشه راه‌ها و موقعیت دسترسی به سازند بغمشاه در برش ریزو

سازند بغمشاه در برش ریزو بطور همشیب بر روی سنگ آهک خاکستری پیژوئیدار سازند پروده قرار دارد. مرز بالایی این سازند در نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه، سازند غیررسمی آهک



شکل ۳: درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده سازند بغمشاه در برش ریزو.



شکل ۴: نمودار درصد فراوانی گونه های شاخص دیرینه بوم‌شناسی سازند بغمشاه در برش ریزو

۱-۲ دیرینه بوم‌شناسی

حداقل و حداکثر فراوانی به ترتیب ۰ و ۳۶/۹ درصد است. در میان نانوفسیل‌ها، *Nannoconus* spp. جزء گونه‌های خیلی مقاوم (که مستعد حل شدن نمی‌باشند) معرفی شده است (Melinte and Mutterlose, 2001)، که در این برش بیشترین فراوانی را دارا هستند. گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* در بین نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه بیشترین مقاومت را در برابر دیاژنز از خود نشان می‌دهد، بنابر گفته‌ی Erba (1992)، نمونه‌هایی که دارای بیش از ۴۰ درصد *Watznaueria barnesiae* هستند، شدت تحت تاثیر دیاژنز قرار گرفته‌اند. از آنجائیکه فراوانی این گونه در اینجا پایین (متوسط فراوانی نسبی ۵/۷ درصد) است، می‌توان بیان نمود که تاثیر دیاژنز در حوضه‌ی مذکور شدید نبوده و نانوفسیل‌های آهکی از حفظ شدگی متوسط تا نسبتاً خوبی برخوردار هستند.

۲-۳ دما

گسترش نانوپلانکتون‌های آهکی اصولاً به تغییرات آب و هوایی و میزان مواد غذایی محیط وابسته است (Erba, 2006). اکثر کوکولیتوفورها برای زندگی، آب‌های سطحی گرم چینه بندی شده و دریای باز اقیانوسی را ترجیح می‌دهند (Street and Bown, 2000). در برش مورد مطالعه گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* با متوسط فراوانی نسبی ۵/۷ درصد (شکل ۴)، یکی از گونه‌هایی است که گسترش جهانی داشته و در عرض‌های جغرافیایی مختلف رایج است، هرچند که بیشترین حضور را در آب‌های سطحی نسبتاً گرم و در عرض‌های جغرافیایی پایین دارد (Tantaway, 2003; Herrle, 2003; Tremolada et al., 2006; Tiraboschi et al., 2009; Bottini and Mutterlose, 2012; Pauly et al., 2012). فراوانی گونه‌ی *Lithraphidites carniolensis* نیز که مشخصه‌ی مجموعه‌های اقیانوسی است (Herrle et al., 2003; Bown, 2005) و به عنوان یک تاکسون آب گرم شناخته می‌شود (Herrle et al., 2001; Luciani et al., 2003)، در برش ریزو ۱۲/۰۱ درصد است (شکل ۴). گونه‌ی *Diazomatolithus lehmanii* نیز به آب‌های گرم سطحی وابسته بوده (Erba and Tremolada, 2004; Tremolada et al., 2006) و با متوسط فراوانی نسبی ۰/۸ درصد (حداقل و حداکثر فراوانی به ترتیب ۰ و ۱۳/۳۵ درصد) در این برش دیده می‌شود (شکل ۴). نانوکونوس‌ها (*Nannoconus*) که از تاکسون‌های تیبیک تیس هستند و به عنوان شاخص آب‌های گرم، محیط کم عمق و

براساس مطالعه نانوفسیل‌های آهکی سازند بغمشاه در برش ریزو که منجر به شناسایی ۴۶ گونه‌ی نانوفسیلی گردید، سن حوضه‌ی رسوبگذاری سازند بغمشاه در این برش، بریازین پیشین - هوتروین پیشین پیشنهاد شد (بردار و همکاران، ۱۳۹۷). در این گزارش بر مبنای فاکتورهای دیرینه بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی به بازسازی حوضه رسوبگذاری مذکور پرداخته می‌شود.

۳. بحث

به دلیل نحوه زندگی پلانکتون در نانوفسیل‌های آهکی، این موجودات در قسمت‌های فوقانی ستون آب از گسترش وسیعی برخوردار هستند و پراکندگی آنها اغلب با میزان دسترسی به مواد غذایی و درجه حرارت کنترل می‌شود. به همین دلیل این گروه به عنوان شاخص‌هایی ایده آل برای ثبت و بازسازی شرایط اقیانوسی گذشته، آب و هوای گذشته و شرایط محیطی گذشته معرفی شده‌اند (Mutterlose et al., 2005; Duchamp-Alphonse et al., 2007). نتایج حاصل از مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی در پژوهش حاضر به شرح ذیل می‌باشد:

۱-۳ حفظ شدگی و پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی

انحلال و دیاژنز تاثیر قابل توجهی بر روی حفظ شدگی نانوفسیل‌های آهکی می‌گذارد. لذا حفظ شدگی و علاوه بر آن ترکیب مجموعه نانوفسیلی، فراوانی و تنوع گونه‌ای می‌توانند اطلاعاتی در خصوص میزان دیاژنز فراهم نمایند (Premoli-Silva et al., 1989; Erba, 1992). در برش مورد مطالعه، از میان ۴۶ گونه شناسایی شده، فراوان‌ترین تاکساها مربوط به گونه‌های مقاوم در برابر انحلال شامل *Nannoconus* spp. (متوسط فراوانی نسبی ۳۵ درصد، حداقل و حداکثر فراوانی آن به ترتیب ۰ و ۶۹/۲۲ درصد)، *Lithraphidites carniolensis* (متوسط فراوانی نسبی ۱۱/۷ درصد و حداقل و حداکثر فراوانی به ترتیب ۰ و ۳۵/۳۰ درصد)، *Watznaueria barneceae* (متوسط فراوانی نسبی ۵/۷ درصد و حداقل و حداکثر فراوانی به ترتیب ۰ و ۲۶/۷ درصد) و جنس *Didemnid* ascidian (متوسط فراوانی نسبی ۱۰/۴۷ و

۳-۴ عمق

نانوفسیل‌های آهکی ابزارای سودمند جهت بازسازی عمق دیرینه هستند. گونه‌های مختلف جنس‌های *Watznaueria* و *Nannoconus* از شاخص‌های بسیار سودمند برای شناسایی محیط‌های اپی‌کتیتال و کم‌عمق‌اند (Bown and Concheyro, 2004). نانوکونیدها نیز در حوضه‌های اپی‌کتیتال از فراوانی بالایی برخوردار بوده و این در حالی است که در اقیانوس‌های باز این گروه کمیاب می‌باشند (Busson and Noel, 1991; Noël and Busson, 1990).

فراوانی گونه *W. barnesae* با عمق نسبت عکس دارد (Thierstein, 1976). این مطلب در مطالعات انجام شده بر روی سازند بغمشاه در برش ریزو صادق است. بطوریکه در ابتدای برش مورد مطالعه، متوسط فراوانی این تاکسا بین ۵ تا ۱۵ درصد و از نمونه ۳۷ (۱۹۳ متری از قاعده‌ی برش) متوسط فراوانی این گونه ۰ تا ۵ درصد است. بنابراین عمق حوضه‌ی رسوبگذاری سازند بغمشاه در این برش از قاعده به سمت راس، افزایش می‌یابد.

Didemnid ascidian (موجوداتی با بدن نرم که آبهای دریایی غنی از کربنات (بوپژه محیط‌های ریفی مرجانی) را برای زندگی ترجیح می‌دهند)، بیشترین فراوانی را در اعماق کم دریاهای گرم جهان، محیط‌های ریفی و خلیج‌ها نشان می‌دهند (Varol, 2006) و در این مطالعه مشاهده شده‌اند (شکل ۴). لذا حضور آن‌ها نیز دلیل دیگری بر عمق کم حوضه در زمان تشکیل سازند بغمشاه در برش ریزو است.

۴. نتیجه‌گیری

بر مبنای مطالعات دیرینه بوم‌شناسی انجام شده در حوضه‌ی رسوبگذاری سازند بغمشاه (برش ریزو)، نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده از حفظ شدگی متوسط تا نسبتاً خوبی برخوردارند و دیاژنز در اینجا شدید نبوده است. حضور فراوان گونه‌های متعلق به *Nannoconus spp.*، گونه‌های *W. barnecea* و *L. carniolensis* و دیگر نانوفسیل‌های آهکی نشانگر نهشته شدن رسوبات مورد مطالعه در حوضه‌ی رسوبی با عمق کم واقع در عرض جغرافیایی پایین با شرایط الیگوتروفیک است.

عرض‌های جغرافیایی پایین در نظر گرفته می‌شوند Street and Bown, 2000; Bown, 2005; Lees and Bown, 2005; Herrle, 2003; Mutterlose et al., 2005; Aguado et al., 2014)، در این مطالعه با متوسط فراوانی نسبی ۳۵ درصد بیشترین فراوانی را دارا هستند (شکل ۴).

در مقابل گونه‌های شاخص آب سرد مانند *Helena chiastia* و *Biscutum constans* با متوسط فراوانی نسبی به ترتیب ۰/۲۶ درصد (حداقل و حداکثر فراوانی آن به ترتیب ۰ و ۳/۳۳ درصد) و ۰ درصد ثبت شده‌اند (شکل ۴). لذا مجموعه نانوفسیل‌های مذکور و حضور گونه‌های آب سرد با فراوانی بسیار پایین، مویب دمای نسبتاً بالای حوضه در زمان ته‌نشینی توالی مورد مطالعه می‌باشد.

۳-۳ مواد غذایی

نانوفسیل‌های آهکی بیشتر شرایط مزوتروفیک (Mesotrophic) تا الیگوتروفیک (Oligotrophic) را ترجیح می‌دهند (Lees, 2002; Baumann et al., 2005). در میان آن‌ها به عنوان شاخص میزان مواد غذایی *Watznaueria barnesiae* (شرایط نسبتاً پایدار الیگوتروفیک) محسوب می‌شود (Herrle et al., 2003) که در این مطالعه با فراوانی ۵/۷ درصد مشاهده شده است. در مقابل گونه‌های یوتروف مانند *Diazomatolithus lehmannii*, *small Zeugrhabdotus* (Street and Bown, 2000; Pauly et al., 2012; Bersezio et al., 2002; Erba, 2004; Erba et al., 2006; Tremolada et al., 2004)، به ترتیب با فراوانی ۰/۳۸ درصد و ۰/۳ درصد ثبت گردیدند (شکل ۴).

گونه‌ی *Lithraphidites carniolensis* شاخص شرایط مزوتروفیک تا الیگوتروفیک (Luciani et al., 2001; Duchamp-Alphonse, 2007) است که در این مطالعه دارای فراوانی ۱۲/۰۱ درصد می‌باشد. *Nannoconus spp.* از دیگر نانوفسیل‌هایی است که فراوانی بالای آن‌ها نشان دهنده‌ی آبهای سطحی الیگوتروف است (Herrle, 2003; Bornemann et al., 2005) و در برش مورد بررسی نسبتاً فراوان است. بنابراین وجود گونه‌های مذکور در برش مورد مطالعه نشان دهنده‌ی شرایط الیگوتروفیک (مواد غذایی کم) در زمان نهشته شدن رسوبات سازند بغمشاه می‌باشد.

منابع

- Bersezio, R., Erba, E., Gorza, M. & Riva, A., 2002. Berriasian–Aptian black shales of the Maiolica formation (Lombardian Basin, Southern Alps, Northern Italy): local to global events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180: 253-275.
- Baumann, K.-H., Andruleit, H., Böckel, B., Geisen, M. & Kinkel, H., 2005. The significance of extant coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface water temperature, and palaeoproductivity: a review. *Paläontologische Zeitschrift*, 79: 93-112.
- Bornemann, A., Pross, J., Reichelt, K., Herrle, J.O., Hemleben, C. & Mutterlose, J., 2005. Reconstruction of short-term palaeoceanographic changes during the formation of the Late Albian ‘Niveau Breistroffer’ black shales (Oceanic Anoxic Event 1d, SE France). *Journal of the Geological Society*, 162: 623-639.
- Bottini, C. & Mutterlose, J., 2012. Integrated stratigraphy of Early Aptian black shales in the Boreal Realm: calcareous nannofossil and stable isotope evidence for global and regional processes. *Newsletters on Stratigraphy*, 45: 115-137.
- Bown, P.R., 1998. *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy* British Micropaleontology Society Publication Series. Chapman and Hall. London. 328.
- Bown, P.R., 2005. Early to mid-Cretaceous calcareous nannoplankton from the northwest Pacific Ocean, Leg 198. Shatsky Rise. *Proceedings of the Ocean Drilling Program: Scientific Results*, 198.
- Bown, P.R., Concheyro, A., 2004. Lower Cretaceous calcareous nannoplankton from the Nequen Basin. *Argentina: Marine Micropaleontology*, 52: 51-84.
- Bown, P.R. & Young, J.R., 1998. *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall, London, 16-28.
- Bown, P.R., Lees, J.A. & Young, J.R., 2004. Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time, Coccolithophores. *Springer*, 481-508.
- Busson, G. & Noel, D., 1991. Les nannoconidés, آقنابتی، ع. ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۸۶ ص.
- بردار، آ.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، قادری، ع.، ۱۳۹۷ الف. زیست‌چینه‌نگاری گذر سازندهای پروده و بغمشاه بر مبنای نانو فسیل‌های آهکی در حاشیه باختری طبس (برش ریزو). مجموعه مقالات بیست و یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و یازدهمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، ۲۴-۲۳ آبان ماه ۱۳۹۷، دانشگاه پیام نور استان قم، ۶۸-۶۲.
- بردار، آ.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، قادری، ع.، ۱۳۹۷ ب. زیست‌چینه‌نگاری گذر سازندهای پروده- بغمشاه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در حاشیه باختری طبس (برش کالشانه). چهارمین همایش ملی زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، پانزدهم آذر ۱۳۹۷، موسسه آموزش عالی کرمان (بصورت پوستر).
- بهدانی، ا.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۹۷. نانواستراتیگرافی سازند بغمشاه در برش اسفندیار. مجموعه مقالات دوازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی، ۱۷-۱۶ اسفند، ۱۳۹۷ مشهد، اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، منطقه شمال شرق، ۳۹-۳۵.
- بهدانی، ا.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خزاعی، ا.ر. ۱۳۹۸. دیرینه‌بوم‌زیستی اقیانوس نئوتتیس بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در سازند بغمشاه، برش‌های بیرگ و دهشک (بلوک لوت). نشریه علمی-پژوهشی اقیانوس‌شناسی، ۱۰(۳۹): ۷۲-۶۳.
- خداشناس، ن.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۹۷. زیست‌چینه‌نگاری سازند بغمشاه بر مبنای نانو پلانکتون‌های آهکی در برش خروان. شمال طبس. مجموعه مقالات بیست و یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و یازدهمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، ۲۴-۲۳ آبان ماه ۱۳۹۷، دانشگاه پیام نور استان قم، ۹۱-۸۴.
- سید امامی، ک.، فورزیش، ف.، ویلمسن، م.، ۱۳۸۴. یافته‌های تازه پیرامون سیستم ژوراسیک در شمال بلوک طبس (خاور ایران مرکزی). *مجله علوم زمین*، شماره ۵۷، ۹۷-۷۸.
- Aguado, R., Company, M., O'Dogherty, L., Sandoval, J. & Tavera, J. M., 2014. Late Hauterivian–early Barremian calcareous nannofossil biostratigraphy, palaeoceanography, and stable isotope record in the Subbetic domain (southern Spain). *Cretaceous Research*, 49(0):105-124.

- Kallanxhii, E., Falahatgar, M., Javidan, M., Sarfi, M., Parvizi, T., 2016. Calcareous nannofossils and ammonites-based biostratigraphy of the Baghamshah Formation (Central Iran Basin, Iran). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Geologia*, 60 (1): 29- 42.
- Lees, J. A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23(5): 537-634.
- Lees, J. A. & Bown, P. R., 2005. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy OPD Leg 198 (Shatsky Rise, northwest Pacific Ocean). Paper presented at the Proceedings of the Ocean Drilling Program: Scientific Results
- Luciani, V., Cobianchi, M. & Jenkyns, H.C., 2001. Biotic and geochemical response to anoxic events: the Aptian pelagic succession of the Gargano Promontory (southern Italy). *Geological Magazine*, 138: 277-298.
- Melinte, M. & Mutterlose, J., 2001. A Valanginian (Early Cretaceous) boreal nannoplankton excursion in sections from Romania. *Marine Micropaleontology*, 43(1): 1-25.
- Mutterlose, J., Bornemann, A. & Herrle, J.O., 2005. Mesozoic calcareous nannofossils- state of the art. *Paläontologische Zeitschrift*, 79: 113-133.
- Noël, D. & Busson, G., 1990. L'importance des Schizosphères, Stomiosphères, Conusphaera et Nannoconus dans la genèse des calcaires fins pélagiques du Jurassique et du Crétacé inférieur. *Sciences Géologiques. Bulletin*, 43(1): 63-93.
- Pandey, D.K. & Fürsich, F.T., 2003. Jurassic corals of east central Iran. *Beringeria. Heft*, 32:138.
- Pauly, S., Mutterlose, J. & Alsen, P., 2012. Early Cretaceous palaeoceanography of the Greenland–Norwegian Seaway evidenced by calcareous nannofossils. *Marine Micropaleontology*, 90: 72-85.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In *Plankton stratigraphy*. Cambridge
- indicateurs environnementaux des océans et mers épicontinentales du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur. *Oceanologica Acta*, 14: 333-356.
- Duchamp-Alphonse, S., Gardin, S., Fiet, N., Bartolini, A., Blamart, D. & Pagel, M., 2007. Fertilization of the northwestern Tethys (Vocontian basin, SE France) during the Valanginian carbon isotope perturbation: evidence from calcareous nannofossils and trace element data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 243(1): 132- 151.
- Erba, E., 1992. Middle Cretaceous calcareous nannofossils from the western Pacific (Leg 129): evidence for paleoequatorial crossings. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 129: 189-201.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, 52(1): 85-106.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere–geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232(2–4): 237-250
- Erba, E., Bartolini, A. & Larson, R.L., 2004. Valanginian Weissert oceanic anoxic event. *Geology*, 32: 149-152.
- Erba, E. & Tremolada, F., 2004. Nannofossil carbonate fluxes during the Early Cretaceous: phytoplankton response to nutrification episodes, atmospheric CO₂, and anoxia. *Paleoceanography* 19.
- Herrle, J., 2003. Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology*, 47(3–4): 307-321.
- Herrle, J. O., Pross, J., Friedrich, O., Köbber, P. & Hemleben, C., 2003. Forcing mechanisms for mid-Cretaceous black shale formation: evidence from the Upper Aptian and Lower Albian of the Vocontian Basin (SE France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 190(0): 399-426.

- 291.
- Tantawy, A.M., 2003. Calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Cretaceous–Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt. *Marine Micropaleontology*, 47: 323-356.
- Thierstein, H. R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Tiraboschi, D., Erba, E. & Jenkyns, H.C., 2009. Origin of rhythmic Albian black shales (Piobbico core, central Italy): Calcareous nannofossil quantitative and statistical analyses and paleoceanographic reconstructions. *Paleoceanography*, 24.
- Tremolada, F., Erba, E. & Bralower, T.J., 2006. Late Barremian to early Aptian calcareous nannofossil paleoceanography and paleoecology from the Ocean Drilling Program Hole 641C (Galicia Margin). *Cretaceous Research*, 27: 887-897.
- Varol, O., 2006. Didemnid ascidian spicules from the Arabian Peninsula. *International Nannoplankton Association*. Cambridge University Press, UK 35-55.
- Wilmsen M, Fürsich FT, Seyed-Emami K, Majidifard MR., 2009. An overview of the stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east-central Iran. In: Brunet M-F, Wilmsen M, Granath J (eds) *South Caspian to Central Iran basins*, Geological Society, London 312: 323-343.
- University Press, 329-426.
- Premoli Silvá, I., Erba, E. & Tornaghi, M.E., 1989. Paleoenvironmental signals and changes in surface fertility in Mid Cretaceous Corg-Rich pelagic facies of the Fucoïd Marls (Central Italy). *Geobios*, 22: 225-236.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Aghanabati, A. & Fazl, M., 1991. Ammoniten aus dem Bathon von Zentraliran (Tabas Naiband Region). *Münchner Geowiss. Abh*, A19: 65-100.
- Seyed-Emami, K., 1998. Jurassic and Cretaceous Ammonite faunas of Iran and their palaeobiogeographic significance. In: Widmann, J. & Kullmann, J., (eds.), *Cephalopods Present and Past*. Schweizerbart, Stuttgart, 599–606.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Fürsich, F.T, Willmsen, M. & Majidifard, M.R., 2002. Reineckeidae (Ammonoidea) from the Callovian (Middle Jurassic) of the Shotori Range (East-Central Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Monatshefte*, 2002(3): 184–192.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T. & Wilmsen, M., 2004. Documentation and significance of tectonic events in the northern Tabas Block (East Central Iran) during the Middle and late Jurassic. *Riv. Italian Paleontology Stratigraphy*, 110(1): 163-171.
- Street, C., & Bown, P., 2000. Palaeobiogeography of early Cretaceous (Berriasian– Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology*, 39: 265-