

زیست‌چینه‌نگاری سازند بغمشاه بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در شمال طبس

ناهید خداشناس^۱، فاطمه هادوی^{۲*}، مرضیه نطقی مقدم^۳، احمدرضا خزاعی^۴

۱- دانشجوی دکتری چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

۴- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

*پست الکترونیک: fhadavi@um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱

چکیده

در این پژوهش سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی خروان با هدف مطالعه نانوفسیل‌های آهکی مورد نمونه برداری قرار گرفته‌است. سازند بغمشاه با سنگ‌شناسی غالب شیل و مارن، در شمال طبس از رخنمون گسترده‌ای برخوردار است و در برش مورد مطالعه ۲۳۹ متر ستبراً دارد. مطالعات دیرینه‌شناسی انجام شده در این پژوهش به شناسایی ۴۶ گونه متعلق به ۲۶ جنس نانوفسیل آهکی با حفظ شدگی متوسط تا خوب انجامیده‌است. نظر به اهمیت حضور گونه‌های شاخص و مجموعه گونه‌های همراه، زیست‌زون‌های CC1 تا CC5 از زون بندی Sissingh (1977) تعیین گردید. بر پایه زیست‌زون‌های مشخص شده، سن سازند بغمشاه در برش مورد مطالعه بریازین پیشین تا هوتروین پسین پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زیست‌چینه‌نگاری؛ بغمشاه؛ نانوفسیل‌های آهکی؛ طبس.

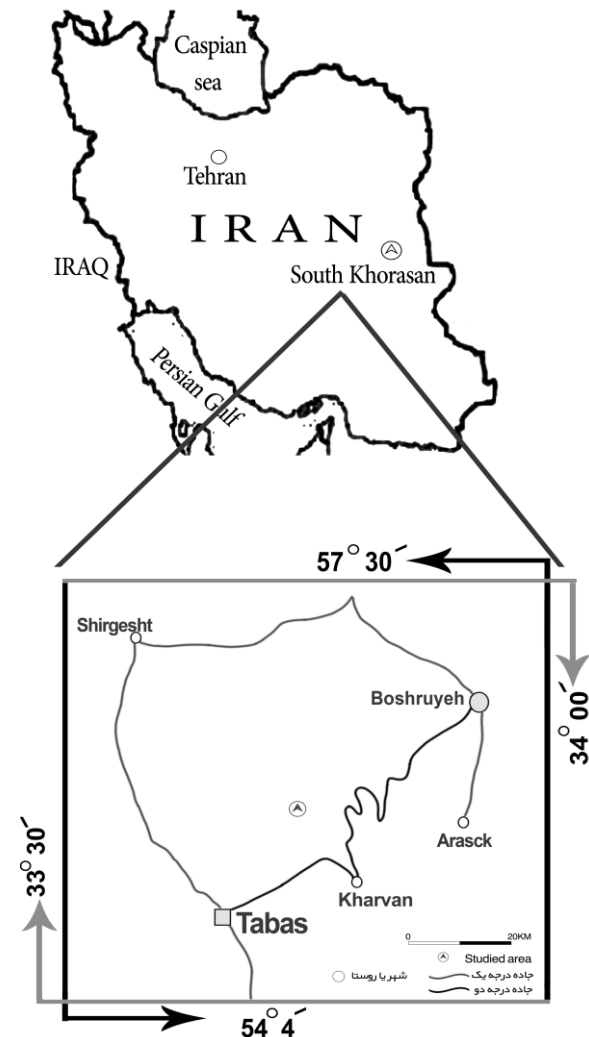
مقدمه

و محلی به ویژه در زمان ژوراسیک میانی و پسین، در بلوک طبس حوضه‌های رسوب‌گذاری متعدد و متنوع با رخساره‌های سنگی متفاوتی شکل گرفته، به طوری که رسوبات مزوزئیک در این بلوک ستبرای قابل توجهی دارند (سیدامامی و همکاران، ۱۳۸۴).

سازند بغمشاه یکی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای بلوک طبس است که متشکل از سنگ‌های سیلیسی - آواری نرم‌فرسا از نوع شیل و مارن‌های سبز روشن و مقدار کمی ماسه‌سنگ و سنگ آهک می‌باشد. ترکیب غالب شیلی و مارنی این سازند سبب شده تا برون‌زدهای تپه ماهوری و در بسیاری از مناطق با واریزه پوشیده شده باشد (آقانباتی، ۱۳۸۹).

وجود ناهمسانی‌های ساختاری - رسوبی گسترده در خردقاره ایران مرکزی و حضور گسل‌های پی‌سنگی طویل، ژرف و قدیمی پیرامون این خردقاره سبب شده تا این بخش از ایران مرکزی را بتوان به بلوک‌های لوت، طبس، کلمرد، پشت بادام و یزد تقسیم نمود (آقانباتی، ۱۳۸۹). منطقه مورد بررسی در این پژوهش بخشی از خردقاره ایران مرکزی و مشخصاً در بلوک طبس قرار دارد. بلوک طبس بین بلوک یزد در غرب و بلوک لوت در شرق و در حفاصل گسل‌های نایبند در خاور و کلمرد - کوهبنان در باختر واقع شده‌است. بر اثر نوسانات جهانی سطح آب دریا و جنبش‌های زمین ساختی متعدد در مقیاس جهانی، منطقه‌ای

شیل و مارن‌های سبز و خاکستری تشکیل شده است. این سازند به صورت پیوسته سنگ آهک‌های سازند بادامو را می‌پوشاند و خود به صورت پیوسته توسط سنگ آهک‌های سازند اسفندیار پوشیده می‌شود (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

روش مطالعه

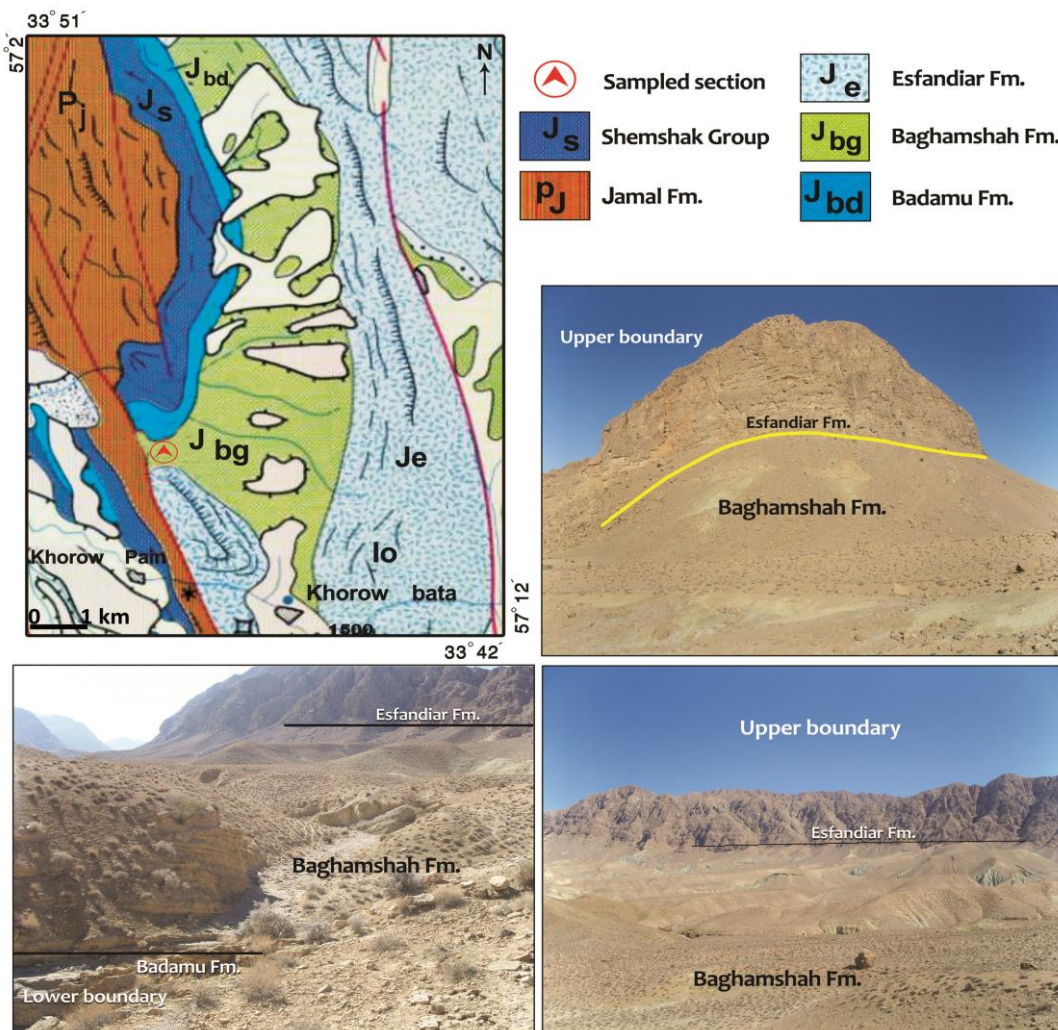
در این پژوهش، تعداد ۷۵ نمونه از سازند بغمشاه با فواصل ۱ تا ۱۰ متری برداشت گردید. نمونه‌برداری در مرز پایین و بالای سازند با فواصل کم و در موارد دیگر به دلیل ستبری زیاد سازند، غالباً با تغییر سنگ شناسی و در فواصل بیشتر انجام شده است. همچنین جهت بررسی گذر زیرین و بالای سازند، تعداد ۳ نمونه از سازند بادامو و ۳ نمونه از

سازند بغمشاه عموماً با گذر تدریجی بر روی سنگ آهک‌های سازند پروده قرارداد و مرز بالایی آن گاه با واسطه ردیف ستبری از سنگ‌های سیلیسی - آواری با سازند سیخور و گاهی سازندهای اسفندیار و یا قلعه دختر می‌باشد (سیدامامی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیست‌چینه‌نگاری سازند بغمشاه بیشتر مبتنی بر آمونیت‌ها انجام شده است (برای مثال: Seyed-Emami *et al.*, Wilmsen *et al.*؛ 1988, 1991, 1997, 2001, 2002؛ 2009؛ Kallanxhi *et al.* 2016). علاوه بر آمونیت‌ها، فسیل‌های اسفنج و مرجان (Pandey & Fürsich, 2003)، بازوپایان (Mukherjee & Fürsich, 2014) و میوسپورهای این سازند (Hashemi-Yazdi & Sajjadi, 2015) نیز مطالعه شده است. در اغلب مطالعات انجام شده برای تعیین سن سازند بغمشاه به آمونیت‌ها استناد شده و بازه زمانی باتونین پسین تا کالوین میانی برای آن در نظر گرفته شده است. با وجود این، نانوفسیل‌های این سازند کمتر مورد توجه بوده است. از این رو، در مطالعه حاضر به بررسی نانوفسیل‌های آهکی سازند بغمشاه و تعیین سن سازند بر پایه این گروه فسیلی در برش چینه‌شناسی خروان پرداخته شده است.

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی برش مورد مطالعه

برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری شمال شرقی طبس و در مجاورت روستای خروان واقع شده است. دسترسی به این برش از طریق جاده خاکی طبس - بشرویه امکان‌پذیر می‌باشد. مختصات جغرافیایی قاعده برش $33^{\circ} 45' 30''/7''$ عرض شمالی و $57^{\circ} 5' 45''/1''$ طول شرقی بوده و در محدوده نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ بشرویه (Stocklin *et al.*, 1993) واقع شده است (شکل‌های ۱ و ۲). ستبری سازند بغمشاه در برش خروان ۲۳۹ متر بوده و از دیدگاه سنگ‌شناسی به طور غالب از



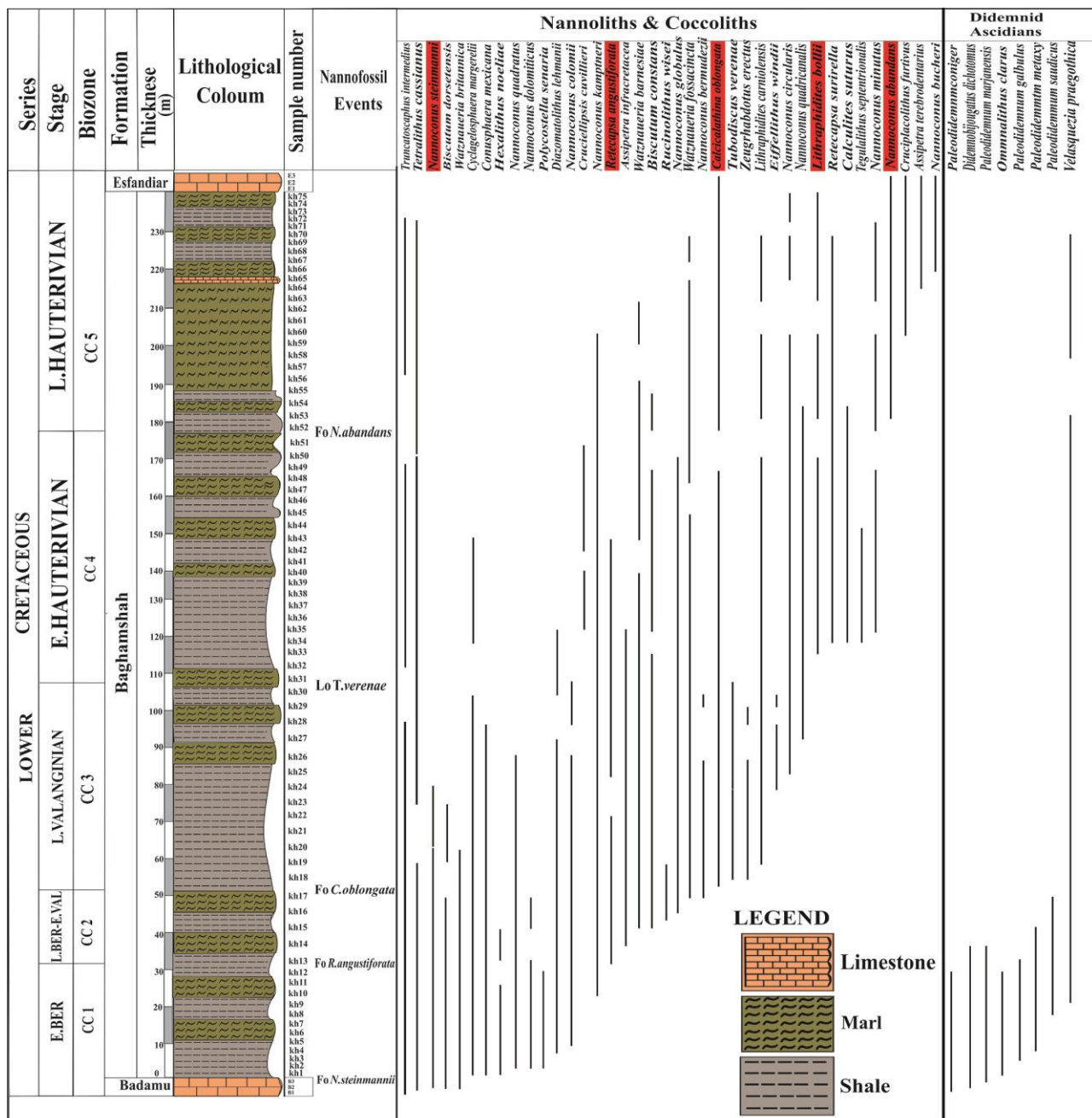
شکل ۲: محل نمونه برداری از توالی مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی بشرویه (برگرفته از Stocklin et al., 1994) و گذر زیرین و بالایی سازند بغمشاه در برش خروان.

بر روی اجاق با حرارت ملایم خشک گردد. تمامی نمونه‌های آماده شده، توسط میکروسکپ نوری پلاریزان المپوس در نور طبیعی و پلاریزه مطالعه شدند. با توجه به اهمیت استفاده از ورقه ژئوپس در شناسایی نانوفسیل‌های آهکی، نمونه‌ها با استفاده از این ورقه نیز مطالعه و تصویربرداری شدند. شناسایی نانوفسیل‌های آهکی توالی برداشت شده نیز، با استفاده از توصیف گونه‌ها که توسط Perch-Nielsen (1985) و Bown & Young (1998) ارائه گردیده، انجام شد.

زیست چینه نگاری

بروز فعالیت‌های دیاژنزی مانند انحلال و رشد ثانویه می‌تواند اثرات نامطلوبی بر حفظ شدگی گونه‌های مختلف

سنگ آهک‌های سازند اسفندیار برداشت گردید (شکل ۳). برای جلوگیری از تأثیر هوازدگی، نمونه برداری از ژرفای ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری انجام شد. آماده‌سازی نمونه‌ها به روش اسمیراسلاید (Bown & Young, 1997) صورت گرفت. در این روش ابتدا حدود یک سانتی متر مکعب از سطح نمونه توسط کاردک مخصوص خشک و تمیز، تراشیده شده تا میزان تأثیر آلودگی و هوازدگی به حداقل ممکن برسد. سپس اندکی از نمونه تراشیده شده به صورت پودر روی لامل ریخته می‌شود. با افزودن یک قطره آب مقطر به پودر روی لامل، محلول نسبتاً غلیظی ایجاد می‌شود که پس از پخش شدن بر سطح لام به کمک یک خلال دندان با ایجاد حرکات زیگزاکی، لایه‌های مختلفی از نمونه روی لامل ایجاد می‌گردد که باید بلافاصله



شکل ۳: ستون چینه نگاری، پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و زیست زون‌های نانوفسیلی سازند بغمشاه در برش خروان

نمونه‌ها مؤید آن است که دیازنز نیز تأثیر چندانی بر نانوفسیل‌های این برش نداشته است. با توجه به این مطالب نتیجه می‌شود حفظ شدگی نانوفسیل‌های آهکی سازند بغمشاه نسبتاً خوب تا متوسط است.

در این مطالعه تعداد ۴۶ گونه فسیلی متعلق به ۲۶ جنس مختلف شناسایی شده است. از این میان، ۳۸ گونه متعلق به ۲۱ جنس مربوط به نانولیت‌ها و کوکولیت‌ها بوده و ۸ گونه

نانوفسیلی داشته باشد و با توجه به ظرافت نانوفسیل‌های آهکی، در نظر گرفتن این مسأله، در شناسایی نانوفسیل‌ها اهمیت شایانی دارد. گونه‌های نانوفسیلی سازند بغمشاه جزئیات ساختاری مشخص دارند و کانال‌های مرکزی گونه‌های مختلف متعلق به جنس *Nannoconus* نیز باز بوده و به وضوح قابل رویت است. لذا انحلال در این سازند تأثیر زیادی نداشته است. از طرفی، سنگ شناسی نسبتاً نرم

گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده در این برش به کراتاسه تعلق دارند، لذا جهت انجام مطالعات زیست چینه نگاری از الگوی زیست پهنه‌بندی Sissingh (1977) استفاده گردید. همچنین، به دلیل عدم شناسایی برخی از شاخص‌های الگوی یاد شده، در تعریف تعدادی از زیست‌زون‌ها از تعاریف Roth (1978) و Applegate & Bergen (1988) و گونه‌های شاخص جایگزین استفاده شده است (شکل ۳). بر این اساس، زیست‌زون‌های CC1 تا CC5 برای سازند بغمشاه در برش خروان به شرح زیر تعیین شده است:

CC1: *Nannoconus steinmannii* Zone

محدوده این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Nannoconus steinmannii* تا اولین حضور گونه *Stradneria crenulata* می‌باشد و سن آن انتهایی‌ترین بخش پورتلندین - تیتونین تا بریازین پیشین است (Thierstein, 1971; Worsley, 1971; Sissingh, 1977). در این مطالعه، از آن جا که گونه *Nannoconus steinmannii* با سن بریازین پیشین از نمونه ابتدایی مشاهده شده است، لذا شروع توالی مطالعه شده زیست‌زون مذکور می‌باشد. همچنین، با توجه به نبود گونه *Stradneria crenulata* برای تعیین لبه بالایی زیست‌زون CC1، طبق مطالعات Applegate & Bergen (1988) به اولین حضور *Retecapsa angustiforata* که در فاصله ۳۲ متری از قاعده برش ثبت گردیده، استناد شده است. ستبرای زیست‌زون مذکور ۳۲ متر می‌باشد.

CC2: *Stradneria crenulata* Zone

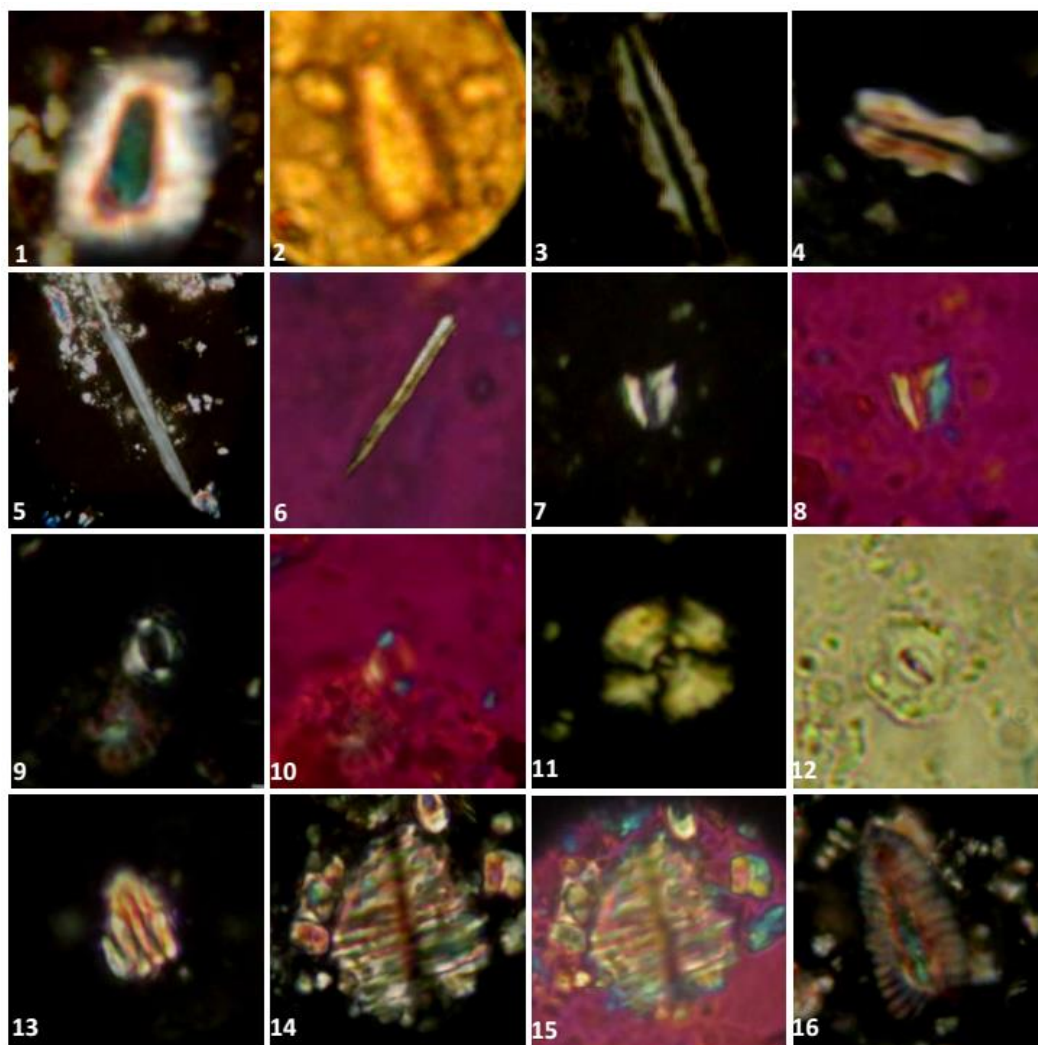
این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Stradneria crenulata* تا اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تعریف شده و سنی معادل بریازین پسین تا والانژین پیشین دارد (Thierstein, 1971). همان طور که ذکر شد، اولین حضور گونه *Retecapsa angustiforata*

از ۵ جنس متعلق به اسپیکول دیدمنید اسیدین‌ها^۱ می‌باشد (شکل‌های ۴ تا ۶). شایان ذکر است دیدمنید اسیدین‌ها موجوداتی با بدنی نرم و اسپیکول‌های سخت هستند که آبهای دریایی غنی از کربنات و ریف‌های مرجانی، محیط مناسبی برای گسترش کلونی آنها می‌باشد (Varol, 2006). با عنایت به این که اندازه کامل اسپیکول دیدمنید اسیدین‌ها عموماً بزرگتر از نانوفسیل‌ها و کوچکتر از میکروفسیل‌ها می‌باشد، معمولاً در مطالعات، نادیده گرفته می‌شوند. فراوانی این اسپیکول‌ها در رسوبات، نشان دهنده نهشته‌های کم ژرفای دریایی است (Varol, 2006). آرایش و شکل اجزای اسپیکول‌ها، وجود یا نبود زوائد و نیز تعداد و موقعیت زوائد، عواملی هستند که برای شناسایی دیدمنید اسیدین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Varol, 2006).

در میان گونه‌های شاخص نانوفسیلی سازند بغمشاه در برش خروان، گونه‌های *Calcicalathina oblongata*، *Lithraphidites bollii*، *Cruciellipsis cuvillieri*، *Nannoconus steinmannii*، *Nannoconus abundans*، *Tubodiscus verenae* و *Retecapsa angustiforata* مبنای تعیین زیست‌زون‌های نانوفسیلی بوده‌اند. گونه‌های *Truncatoscapus* و *Conusphaera Mexicana intermedius* نیز در این مطالعه مشاهده شد که نابرجا بوده و متعلق به ژوراسیک هستند.

تاکنون مطالعات زیست چینه نگاری وسیعی بر روی نانوپلانکتون‌های آهکی در دنیا انجام شده و بر مبنای آنها زیست‌زون‌های جهانی ارائه شده است که برخی از آنها شامل Roth (1977) Sissingh (1976) Thierstein (1978) Applegate & Perch-Nielsen (1983)، Bergen (1988) Bralower et al. (1989) و Bornemann et al. (2003) می‌باشند. از آن جا که

1- Didemnid ascidian spicules



شکل ۴: تصاویر میکروسکوپ نوری برخی از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده (بزرگنمایی 1250X)

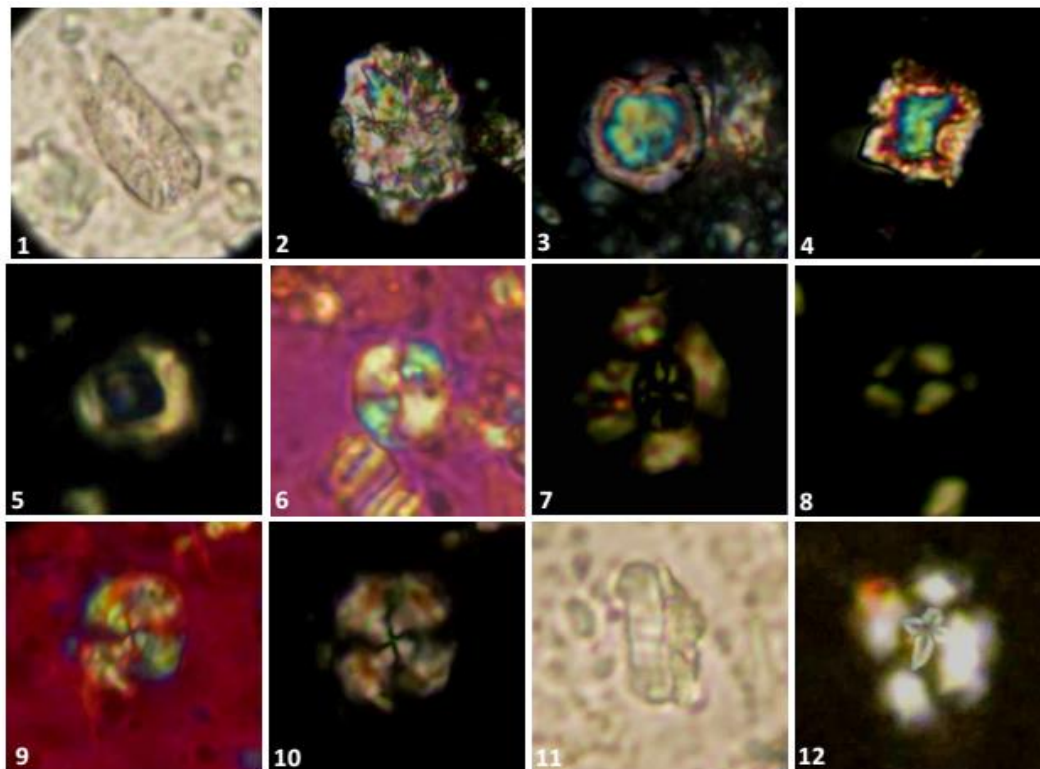
1, 2: *Nannoconus kamptneri* Brönnimann 1955, FUMKh20; 3, 4: *Lithraphidites bollii* (Thierstein 1971) Thierstein 1973, FUMKh55; 5, 6: *Lithraphidites carniolensis* Deflandre 1963, FUMKh37; 7, 8: *Nannoconus abundans* Stradner & Grün, 1973, FUMKh74; 9, 10: *Biscutum constans* (Górka 1957) Black in Black & Barnes 1959, FUMKh42; 11, 12: *Watznaeria britannica* (Stradner 1963) Reinhardt 1964, FUMKh5; 13: *Conusphaera mexicana* Trejo 1969, FUMKh18; 14-16: *Nannoconus steinmannii* Kamptner 1931, FUMKh17, FUMKh22.

Cretarhabdus loriei بوده و سن آن والانژینین پسین می‌باشد (Thierstein, 1971؛ Sissingh, 1977). علاوه بر این، Roth (1978)، Bralower *et al.* (1989) و Bornemann *et al.* (2003) آخرین حضور گونه *Tubodiscus verenae* را شاخصی برای تعیین لبه بالایی این زیست‌زون معرفی نموده‌اند. در مطالعه حاضر، اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در فاصله ۵۲ متری از قاعده برش، نشانگر لبه پایینی این زیست‌زون می‌باشد. با این حال، گونه *Cretarhabdus loriei* که شاخص لبه بالایی زیست‌زون است در این برش یافت نشد.

نشانگر لبه پایینی این زیست‌زون بوده و اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در فاصله ۵۲ متری از قاعده برش مورد مطالعه تعیین کننده لبه بالایی زیست‌زون است. بنابراین محدوده ۳۲ تا ۵۲ متری از قاعده برش به زیست‌زون CC2 تعلق دارد. ستبرای این زیست‌زون ۲۰ متر است.

CC3: *Calcicalathina oblongata* Zone

محدوده این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا اولین حضور گونه



شکل ۵: تصاویر میکروسکوپ نوری برخی از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده (بزرگنمایی 1250X)

1: *Nannoconus steinmannii* Kamptner 1931, FUMKh1; 2: *Calcicalathina oblongata* (Worsley 1971) Thierstein 1971, FUMKh60; 3: *Nannoconus circularis* Deres & Achéritéguy 1980, FUMKh54; 4: *Nannoconus quadratus* (Noël 1959) Deres & Achéritéguy 1980, FUMKh11; 5: *Tubodiscus verena* Thierstein 1973, FUMKh24; 6: *Nannoconus* sp. FUMKh50; 7: *Retecapsa angustiforata* Black 1971, FUMKh15; 8: *Diazomatolithus lehmanii* Noël 1965, FUMKh20; 9, 10: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes 1959) Perch-Nielsen 1968, FUMKh35; 11: *Nannoconus dolomiticus* Cita & Pasquare 1959, FUMKh8; 12: *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit 1966) Thierstein 1971, FUMKh47.

شناسایی بازه زمانی هوتروین در منطقه تیس بوده و آخرین حضور *Cruciellipsis cuvillieri* شاخص دیگری برای تعیین لبه بالایی این زیست‌زون می‌باشد (Thierstein, 1976). گونه *Speetonia colligata* در نهشته‌های مورد مطالعه دیده نشد، اما آخرین حضور *Cruciellipsis cuvillieri* در فاصله ۱۷۷ متری از قاعده برش مشاهده شده و مبنای تعیین لبه بالایی زیست‌زون بوده است. زیست‌زون CC4 با ۶۹ متر ستبرا، فاصله ۱۰۸ تا ۱۷۷ متری ستون چینه‌شناسی برش خروان را به خود اختصاص داده است.

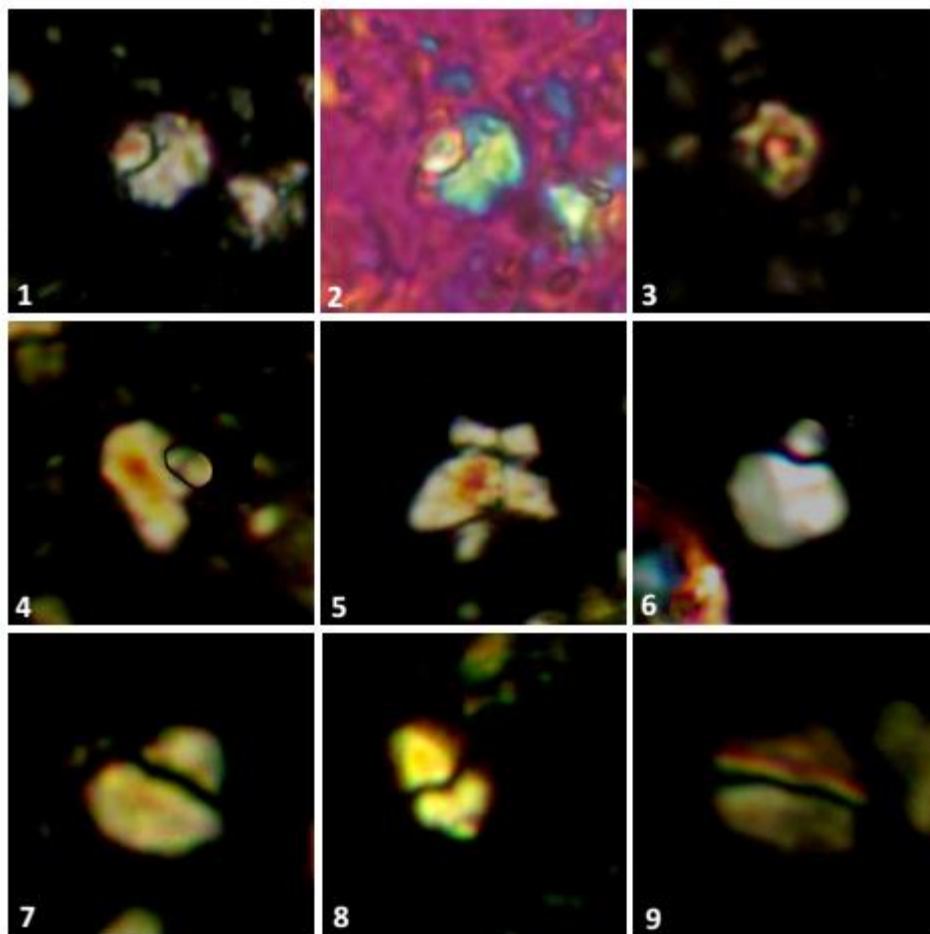
CC5: *Lithraphidites bollii* Zone

محدوده این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تا آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* بوده و سن آن هوتروین پسین تا بارمین پیشین

از این رو به آخرین حضور گونه *Tubodiscus verena* در فاصله ۱۰۸ متری از قاعده برش مورد مطالعه، جهت تعیین لبه بالایی زیست‌زون CC3 استناد شده است. ستبرای این زیست‌زون ۵۶ متر بوده و محدوده آن از فاصله ۵۲ تا ۱۰۸ متری است.

CC4: *Cretarhabdus loriei* Zone

این زیست‌زون با سن هوتروین پیشین از اولین حضور گونه *Cretarhabdus loriei* تا آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تعریف می‌شود (Sissingh, 1977). همان‌طور که اشاره شد، در این مطالعه گونه *Calcicalathina loriei* یافت نشد. لذا جهت تعیین لبه پایینی زیست‌زون CC4 به آخرین حضور *Tubodiscus verena* در ۱۰۸ متری قاعده برش استناد شده است. علاوه بر این، ظهور گونه *Lithraphidites bollii* شاخصی برای



شکل ۴: تصاویر میکروسکوپ نوری برخی از اسپیکول دیدمنید اسیدین‌ها شناسایی شده (بزرگنمایی 1250X)

1, 2: *Paleodidemnum caudatus* Varol 2006, FUMKh3; 3: *Ommalithus clarus* Varol 2006, FUMKh9; 4: *Paleodidemnum metaxy* Varol 2006, FUMKh27; 5: *Velasquezia praegothica* Varol 2006, FUM, Kh34; 6: *Cephalodidemnum pseudocarenon* Varol 2006, FUMKh1; 7: *Paleodidemnum saudicus* Varol 2006, FUMKh62; 8: *Paleodidemnum galbulus* Varol 2006, FUMKh34; 9: *Didemnobijugatus dichotomus* Varol 2006, FUMKh9.

وجود ندارد و لذا سن انتهایی‌ترین بخش توالی هوتروین پسین است. ستبرای این زیست‌زون در برش خروان ۶۲ متر می‌باشد.

جهت بررسی گذر زیرین و بالایی سازند، نمونه‌هایی از سازند بادامو و اسفندیار نیز مطالعه شد. حضور گونه *Nannoconus steinmannii* در نمونه‌های برداشت شده از انتهایی‌ترین بخش سازند بادامو و اولین نمونه از سازند بغمشاه، مؤید آغاز زیست‌زون CC1 در انتهایی‌ترین بخش سازند بادامو و تداوم آن در سازند بغمشاه است. بنابراین گذر سازند بادامو به بغمشاه در برش خروان پیوسته و دارای سن بریازین پیشین می‌باشد. همچنین، بر پایه حضور گونه‌های *Calcicalathina oblongata* و *Nannoconus abundans* در نمونه‌های متعلق به بالاترین بخش سازند بغمشاه و سه نمونه مطالعه شده از بخش پایینی سازند

می‌باشد (Thierstein, 1971؛ Sissingh, 1977). بر اساس مطالعات Taylor (1982)، اولین حضور گونه *Nannoconus abundans* در هوتروین پسین بوده و این گونه شاخص هوتروین پسین می‌باشد. در این مطالعه، آخرین حضور گونه *Cruciallipsis cuvillieri* به همراه اولین حضور *Nannoconus abundans* در فاصله ۱۷۷ متری از قاعده برش، نشانگر لبه پایینی این زیست‌زون و مؤید سن هوتروین پسین می‌باشد. با این حال، به دلیل تداوم حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا آخرین نمونه مطالعه شده، سن انتهایی‌ترین بخش سازند، هوتروین پسین می‌باشد. با وجود آن که زیست‌زون CC5 بخشی از بارمین آغازین را در بر می‌گیرد، اما به دلایل ذکر شده و همچنین به دلیل نبود گونه‌های شاخص بارمین، محدوده زمانی بارمین در نهشته‌های مورد مطالعه

دیدم‌نید اسیدین‌ها منجر شد. بر اساس حضور گونه‌های شاخص نانوفسیلی و مجموعه فسیلی همراه، زیست‌زون‌های CC1 تا CC5 از زون‌بندی Sissingh (1977) برای این توالی تعیین گردید که گویای سن بریازین پیشین تا هوتروین پسین برای سازند بغمشاه در برش خروان می‌باشد. همچنین گونه‌های نانوفسیلی و زیست‌زون‌های تعیین شده گویای پیوستگی مرز سازند بغمشاه با سازند بادامو و سنگ آهک‌های سازند اسفندیار است.

اسفندیار، حضور زیست‌زون CC5 در بالاترین بخش سازند بغمشاه و ادامه حضور آن در بخش زیرین سازند اسفندیار محرز است. از این رو گذر سازند بغمشاه به سازند اسفندیار نیز در برش خروان پیوسته می‌باشد.

نتیجه‌گیری

مطالعه سازند بغمشاه در برش خروان به شناسایی تعداد ۴۶ گونه متعلق به ۲۶ جنس از نانوفسیل‌های آهکی و اسپیکول

منابع

- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۹. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ص.
- سیدامامی، ک.، فورزیش، ف.، ویلمسن، ۱۳۸۴. یافته‌های تازه پیرامون سیستم ژوراسیک در شمال بلوک طبس (خاور ایران مرکزی). فصلنامه علوم زمین، ۵۷: ۸۷-۹۷.
- Applegate, J.L., & Bergen, J.A., 1989. Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. *Proceedings of the ODP. Scientific Results*, 103: 293-348.
- Bornemann, A., Aschwer, U. & Mutterlose, J. 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic/Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 199 (3-4): 187-228.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1997. Mesozoic calcareous nannoplankton classification. *Journal of Nannoplankton Research*, 19: 21-36.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Introduction. In: Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontological Society Publications Series, Chapman and Kluwer Academic, London*, 1-15.
- Bralower, T., Monechi, S., & Thierstein, H., 1989. Calcareous nannofossils zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary interval and correlation with the Geomagnetic Polarity Timescale. *Marine Micropaleontology*, 14: 153-235.
- Hashemi-Yazdi, F., & Sajjadi, F., 2015. A new lycophyte miospore species from the Middle Jurassic of Iran. *Revista brasileira paleontologia*. 18 (2): 251-260.
- Kallanxhi M.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 UBB Geologia*, 60 (1): 29-42.
- Mukherjee, D., & Fursich, F.T., 2014. Jurassic brachiopods from east-central Iran. *Beringeria*, 44: 107-127.
- Pandey, D.K., & Fursich, F.T., 2003. Jurassic corals of east-central Iran. *Beringeria*, Heft 32, 138 p.
- Perch-Nielsen, K., 1983. Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils. In: Birkelund, T., Bromley, R., Christensen, W.K., Hakansson, E., & Surlyk, F., (eds.), *Symposium on Cretaceous Stage Boundaries. University of Copenhagen, Abstracts, Copenhagen*, 152-156.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press*, 329-426.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. *Init.Repts. DSDP*, 44: 731-759.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. In Benson, W.E., Sheridan, R.E., et al., (eds.), *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project 44. U.S. Government Printing Office, Washington*, 731-759.

- Seyed-Emami, K., 1988. Jurassic and Cretaceous ammonite fauna of Iran and their paleobiogeographic significance. *In: Wiedmann, J., & Kullman, J., (eds.), Cephalopodes: present and past, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 599-606.*
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., & Schairer, G., 2001. Lithostratigraphy, ammonite faunas and palaeoenvironments of Middle Jurassic strata in North and Central Iran. *Newsletters on Stratigraphy* 38: 163-184.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Aghanabati, S.A., 1997. Ammoniten aus der Baghamshah Formation (Callov, Mittlerer Jura), NW Tabas (Zentraliran). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historischen Geologie*, 37: 24-40.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Aghanabati, S.A., & Fazl, M., 1991. Ammoniten aus dem Bathon von Zentraliran (Tabas-Nayband region). *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A19: 65-100.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Fürsich, F.T., Wilmsen, 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*, 3: 184-192.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Stocklin, J., Eftekhar-Nezhad, J., & Hushmandzadeh, A., 1994. Geological map of Bushrueh, scale: 1:100000. *Geological Survey of Iran.*
- Taylor, R., 1982. Lower Cretaceous calcareous nannofossils. *In: Lord, A.R. (ed.), A stratigraphical index of calcareous Nannofossils. British Micropaleontology Society*, 40-80.
- Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64: 458-488.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Varol, O., 2006. Didemnid ascidian spicules from the Arabian Peninsula. *Journal of Nannoplankton Research*, 28 (1): 35-55
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., & Majidifard, M.R., 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.W., (eds.) South Caspian to central Iran basins. Geological Society, London, Special Publications*, 312: 323-343.
- Worsley, T.R., 1971. Calcareous nannofossil zonation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments from the Western Atlantic. *In: Farinacci, A. (ed.), Proceedings of the Second Planktonic Conference. Edizioni Tecnoscienza, Rome*, 2: 1301-1321.

Biostratigraphy of Baghamshah Formation based on calcareous nannofossils in the North of Tabas

Khodashenas, N.¹, Hadavi, F.^{2*}, Notghi-Moghaddam, M.³, Khazaei, A.R.⁴

1- Ph.D. student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, I.R of Iran

4- Associate Professor, Department of Geology, University of Birjand, Birjand, Iran

* Email: fhadavi@um.ac.ir

Introduction

This research has studied calcareous nannofossils of the Baghamshah Formation in Tabas Block (eastern Iran). Calcareous nannofossils are one of the most important fossil groups for biostratigraphical analysis. The earliest paleontological studies on the Baghamshah Formation have focused on ammonites (e.g., Seyed-Emami *et al.* 1988, 1991, 1997, 2001, 2002; Wilmsen *et al.*, 2009). Kallanxhi *et al.* (2016) have also considered this formation's ammonites and nannofossil contents. The current study is the first investigation of calcareous nannofossils of the Baghamshah Formation in the Kharvan section and aims to discuss the possibility of using the standard nannofossil zones for the Baghamshah Formation.

Materials and Methods

The Kharvan section with 239 meters thickness is located 40 km northeast of Tabas near the Kharvan village. The formation has lithologically consisted of green and gray shales and marls. Generally, 75 samples from the Baghamshah Formation have been taken. Samples were prepared via the smear slide method (Bown & Young, 1998). All nannofossils were photographed in both cross-polarized light (XPL) and (PPL) and identified using Perch-Nielsen (1985) and Bown & Young (1998).

Result and Discussion

46 species belonging to 26 genera were identified in the studied section. Amongst them, 38 species belong to 21 genera of nannoliths and coccoliths, and 8 species from 5 genera belong to Didemnid ascidian spicules. Didemnid ascidian spicules are organisms with soft bodies and rigid spicules, which carbonate-rich seawaters and coral reefs are suitable environments for their colonization (Varol, 2006). The most dominant genera from the Baghamshah Formation are *Watznaueria* and *Nannoconus*. Among the nannofossil species, *Nannoconus steinmannii*, *Retecapsa angustiforata*, *Calcicalathina oblongata*, *Tubodiscus verenae*, *Lithraphidites bollii*, *Cruciellipsis cuvillieri*, and *Nannoconus abundans* are index species, used for biozonation. The Biostratigraphic studies in the Baghamshah Formation is led to the identification of calcareous nannofossils biozones CC1 to CC5 of Sissingh (1977) in the Kharvan section. Determined biozones represent the age of the early Berriasian - late Hauterivian for the investigated strata in the Kharvan section

Conclusion

The nannofossil assemblages of the Baghamshah Formation in the Kharvan section have average to pretty good preservation. In this section, the presence of CC1 at the lower part of the Baghamshah Formation and the presence of CC5 at the upper part of the formation shows that the age of the Baghamshah Formation is Early Berriasian - Late Hauterivian in the Kharvan section.

Keywords: Biostratigraphy; Baghamshah; Calcareous nannofossils; Tabas.

References

Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Introduction. *In:* Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontological Society Publications Series, Chapman and Kluwer Academic, London*, 1-15.

- Kallanxhi M.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 UBB Geologia*, 60 (1): 29-42.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 329–426.
- Seyed-Emami, K., 1988. Jurassic and Cretaceous ammonite fauna of Iran and their paleobiogeographic significance. In: Wiedmann, J., & Kullman, J., (eds.), *Cephalopodes: present and past*, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 599-606.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., & Schairer, G., 2001. Lithostratigraphy, ammonite faunas and palaeoenvironments of Middle Jurassic strata in North and Central Iran. *Newsletters on Stratigraphy* 38: 163-184.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Aghanabati, S.A., 1997. Ammoniten aus der Baghamshah Formation (Callov, Mittlerer Jura), NW Tabas (Zentraliran). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historischen Geologie*, 37: 24–40.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Aghanabati, S.A., & Fazl, M., 1991. Ammoniten aus dem Bathon von Zentraliran (Tabas–Nayband region). *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A19: 65–100.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Fürsich, F.T., Wilmsen, 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, 3: 184-192.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, 56: 37–65.
- Varol, O., 2006. Didemnid ascidian spicules from the Arabian Peninsula. *Journal of Nannoplankton Research*, 28 (1): 35-55.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., & Majidifard, M.R., 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.W., (eds.) *South Caspian to central Iran basins*. Geological Society, London, *Special Publications*, 312: 323–343.