

زیست چینه نگاری نهشته‌های کرتاسه بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در برش شوشود (شمال بیرجند)

فرح جلیلی^{۱*}، فاطمه هادوی^۲، مرضیه نطقی مقدم^۳

۱- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین الملل، مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

*پست الکترونیک: farah_jalili@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۳۱

چکیده

به منظور انجام مطالعات زیست چینه‌ای بر مبنای نانوفسیلهای آهکی، نهشته‌های کرتاسه در برش شوشود (شمال بیرجند) به ضخامت ۴۸۰ متر نمونه‌برداری شده‌اند. این برش چینه شناسی از نهشته‌های شیلی، مارن، ماسه سنگهای دریایی و سنگ آهکهای ماسه‌ای تشکیل شده است که در این میان بخشهای شیل و مارنی جهت نمونه‌برداری مناسب‌ترند. بر اساس مطالعات تاکسونومیک، ۱۰ جنس و ۲۵ گونه شناسایی و عکس برداری شده‌اند. بر مبنای نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در ضخامت مورد مطالعه بایوزونهای CC20، CC21، CC22، CC25 و CC26 از زون بندی Sissingh (1977) پیشنهاد می‌شود. بر اساس بایوزونهای تعیین شده، سن توالی مورد بررسی در این برش انتهای کامپانین پیشین تا انتهای ماستریشتین پسین خواهد بود. تنوع و فراوانی پایین گونه‌ها در این برش گویای شرایط نامساعد محیطی حاکم بر این حوضه جهت حضور نانوپلانکتونهای آهکی بوده ضمن این که عواملی از قبیل دیاژنز نیز سبب حفظ شدگی متوسط تا پایین نانوفسیلها شده است.

واژه‌های کلیدی: زیست چینه نگاری؛ کرتاسه؛ نانوفسیلهای آهکی؛ شوشود؛ بیرجند.

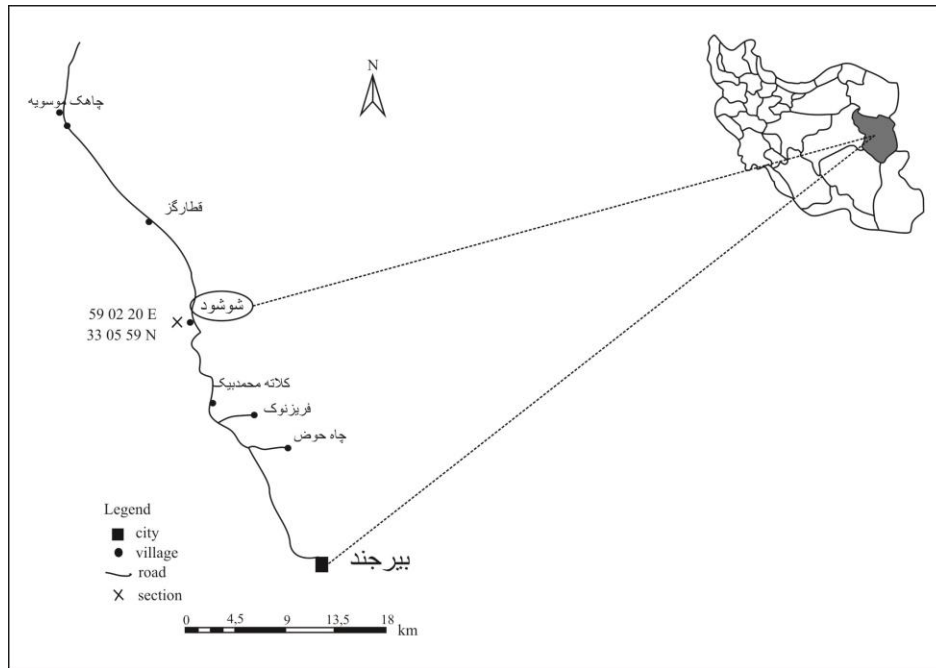
مقدمه

کنگلومرات و ماسه سنگ نازک لایه و شیل بسیار نازک لایه است (آقاباتی، ۱۳۸۳). بیشتر مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه مرتبط با نقشه‌های زمین شناسی تهیه شده و یا مطالعات تکنیکی بوده است (شهیدی و سلامتی، ۱۳۸۱). تاکنون مطالعات فسیل شناسی چندانی در این منطقه انجام نشده و از معدود بررسیهای صورت گرفته، مطالعه روزن‌داران شوشود است (جلیلی، ۱۳۹۰). از آن جا که روزن‌داران شناسایی شده برش مذکور عموماً از نوع

منطقه مورد مطالعه در شرق ایران واقع در حوضه فیلسی خاور ایران (بلوک لوت) در جنوب غرب روستای شوشود در شمال شهر بیرجند (استان خراسان جنوبی) قرار دارد (شکل ۱). مجموعه‌های رسوبی کرتاسه از این منطقه در شرق بلوک لوت، اولین بار در گزارش شماره ۲۲ سازمان زمین شناسی کشور معرفی شده‌اند (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۲). واحدهای اصلی سنگ چینه‌ای کرتاسه این ناحیه شامل تناوبی از شیل، ماسه سنگ و کنگلومرای دانه ریز،

که به معرفی و سن یابی این فسیلها در برش گازک (شرق بیرجند) می‌پردازد و تاکنون هیچ نانوفسیلی از برش چینه شناسی شوشود گزارش نشده است. با این توضیح، مطالعه پیش‌رو در حقیقت اولین گزارش از نانوفسیلهای آهکی کرتاسه شمال بیرجند خواهد بود.

کفزی بوده و در بخشهای مارنی حفظ شدگی خوبی ندارند، جهت انجام مطالعات دقیق زیست چینه نگاری مناسب نیستند. لذا در مطالعه جلیلی (۱۳۹۰) بیشتر به تعیین سن کلی این برش پرداخته شده است. از سوی دیگر، تنها کار انجام شده در مورد نانوفسیلهای کرتاسه ناحیه بیرجند منحصر به مطالعه هادوی و همکاران (۱۳۹۰) است



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

خود اختصاص داده‌اند. ماسه‌سنگها نیز در این بخش ضخامت کمی داشته و بیشتر نازک لایه‌اند. توالی مورد مطالعه به ترتیب از پایین به بالا عبارتند از:

- ۱- شیل سبز رنگ نازک لایه به ضخامت ۴۵ متر
- ۲- ماسه سنگ خاکستری نازک لایه به ضخامت ۲۰ متر
- ۳- سنگ آهک زرد کم رنگ نازک لایه به ضخامت ۱۰ متر
- ۴- ماسه سنگ خاکستری نازک لایه به ضخامت ۲۸ متر
- ۵- سنگ آهک ماسه‌ای خاکستری رنگ نازک لایه به ضخامت ۳۲ متر
- ۶- شیل خاکستری مایل به سبز نازک لایه با میان لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای به ضخامت ۵۲ متر

چینه شناسی عمومی برش شوشود

ضخامت برش مورد مطالعه ۴۸۰ متر و مرز زیرین آن به صورت گسله با سنگ آهکهای ائوسن است. مرز بالایی آن نیز توسط سنگ آهکهای ماستریشتین به صورت هم‌شیب ادامه می‌یابد (جلیلی، ۱۳۹۰). برش شوشود، مشتمل بر تناوبی از مارن، شیل مارنی، شیل مدادی، سنگ آهک نازک لایه و ماسه‌سنگ دریایی می‌باشد که بیشترین قسمت آن از مارن و شیل تشکیل شده است. لایه‌های مارنی بیشتر به رنگهای زرد و یا سبز زیتونی بوده، سیمای نرم فرسا و پست دارند. شیلها و شیلهای مارنی آن نیز سبز زیتونی و یا زرد رنگ بوده و بسیار نازک لایه هستند. سنگ آهکهای این بخش اغلب نازک لایه هستند و ضخامت کمی را به

(Young, 1998). همچنین فراوانی بیشتر گونه‌های مقاومتر در برابر انحلال نسبت به گونه‌های نامقاوم، می‌تواند نشانگر تأثیر انحلال باشد (Williams & Bralower, 1995). به دلیل حفظ شدگی پایین تا متوسط گونه‌های شناسایی شده در برش شوشود، حفرات ناحیه مرکزی در گونه‌هایی مانند *Cribrosphaerella ehrenbergii* به سختی مشاهده می‌شود. همچنین حضور اندک گونه *Micula decussata* به عنوان گونه‌ای مقاوم در برابر انحلال در نمونه‌های مطالعه شده، می‌تواند نشانگر تأثیر شدید پدیده انحلال باشد.

مجموعه تاکسای غالب در میان نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در ضخامت مورد بررسی شامل گونه‌های *Watznaueria barnesae*, *Lucianorhabdus cayeuxii* و *Micula decussata* گونه است. گونه‌های مذکور معمولاً در عرضهای جغرافیایی پایین به میزان ۳۰ درصد مجموعه فسیلی و یا بیشتر وجود دارند، اما در عرضهای جغرافیایی بالا به میزان کمتر از ۱۰ درصد مشاهده می‌شوند (Doeven, 1983; Watkins, 1996). گونه‌های مذکور در بیشتر نمونه‌ها و در سراسر برش دیده می‌شوند. سایر گونه‌های معمول در مجموعه نانوفسیلی شناسایی شده عبارتند از گونه‌های شاخصی مانند *Uniplanarius* و *Micula murus*, *Uniplanarius sissinghii* و *Micula prinsii* که فقط قسمتهای پایانی برش را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳). نانوفسیلهای مذکور در بیشتر نمونه‌های برداشت شده یافت می‌شوند و تنها کیفیت حفظ شدگی دو گونه *Micula decussata* و *Cribrosphaerella ehrenbergii* نشانگر تأثیر پدیده انحلال می‌باشند. از طرف دیگر میزان کم کربنات کلسیم موجود در نهشته‌ها نیز خود می‌تواند گویای نامساعد بودن حوضه جهت زیست نانوفسیلهای آهکی باشد.

۷- ماسه سنگ خاکستری نازک لایه با میان لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای نازک لایه به ضخامت ۴۲ متر
۸- شیل نازک لایه و مارن خاکستری تا زرد به ضخامت ۴۶ متر
۹- شیل زرد و سبز نازک لایه به ضخامت ۲۴ متر
۱۰- ماسه سنگ خاکستری نازک لایه به ضخامت ۶۵ متر
۱۱- بخش پوشیده با واریزه به ضخامت ۱۰ متر
۱۲- شیل نازک لایه و مارن سبز به ضخامت ۳۴ متر
۱۳- بخش پوشیده با واریزه به ضخامت ۱۰ متر
۱۴- ماسه سنگ خاکستری تیره نازک لایه به ضخامت ۴۰ متر
۱۵- شیل و مارن خاکستری نازک لایه به ضخامت ۲۲ متر

روش مطالعه

نمونه برداری در این برش از لایه‌های شیل و مارنی انجام شده و نمونه‌های جمع آوری شده پس از آماده‌سازی به روش اسمیراسلاید با میکروسکوپ نوری المپوس مدل BH2 مطالعه و عکس برداری شده‌اند. در شناسایی و توصیف گونه‌ها از منابعی نظیر Perch-Nielsen (1985)، Bown & Young (1998) و Burnett (1998) استفاده شده است. نمودار انتشار قائم نانوپلانکتونهای آهکی در شکل ۲ و تصاویر گونه‌های شناسایی شده نیز در شکل‌های ۳ تا ۵ ارائه گردیده است.

بحث

در مطالعات انجام شده بر روی توالی چینه شناسی برش شوشود، تعداد ۱۰ جنس و ۲۵ گونه از نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده است. این نانوفسیلهای آهکی از تنوع و فراوانی کم و حفظ شدگی پایینی برخوردارند. بروز فرآیندهای دیاژنزی نظیر انحلال و رشد ثانویه اثرات نامطلوبی بر حفظ شدگی گونه‌های مختلف نانوفسیلی می‌گذارد (Honjo, 1976; Andruleit, 1997; Bown &

Quadrum sissinghii ZONE (CC 21)

محدوده بایوزون بینایی CC21 از اولین ظهور گونه *Quadrum sissinghii* تا اولین ظهور گونه *Quadrum trifidum* بوده و دربرگیرنده بازه زمانی ابتدای کامپانین پسین است (Sissingh, 1977). (Perch-Nielsen, 1985) در تونس و بر اساس گونه *Ceratolithoides aculeus* این بایوزون را به ۳ زیرزون تقسیم می‌کند. گسترش این بایوزون در ستون چینه شناسی، ۱۱۰ متر بوده و از نظر سنگ شناسی شامل شیل، ماسه سنگ و مارن است. فسیلهای همراه این بایوزون عبارتند از:

Braarudosphaera bigelowii, *Calcicalathina alta*, *Ceratolithoides longissimus*, *Lucianorhabdus cayeuixii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Watznaueria biporta*.

Quadrum trifidum ZONE (CC 22)

این بایوزون از نوع Opper zone است و فاصله اولین ظهور *Reinhardtites* تا آخرین حضور *Quadrum trifidum* نشانگر گستره آن می‌باشد. این بایوزون در محدوده سنی انتهای کامپانین پسین قرار دارد. با وجود این که همگان گونه *Quadrum trifidum* را منطبق بر قاعده این بایوزون می‌دانند، در مورد مرز بالایی آن اتفاق نظری وجود ندارد. از سوی دیگر، در عرضهای شمالی که گونه *Quadrum trifidum* یافت نمی‌شود، از گونه *Reinhardtites anthophorus* به عنوان گونه‌ای شاخص برای شناسایی این بایوزون، استفاده می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). سنگ شناسی غالب این بایوزون شیل و مارن می‌باشد و فسیلهای همراه آن عبارتند از:

Braarudosphaera bigelowii, *Ceratolithoides longissimus*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Micula swastika*, *Uniplanarius sissinghii*, *Uniplanarius trifidus*.

زیست چینه نگاری و تعیین سن توالی مورد مطالعه

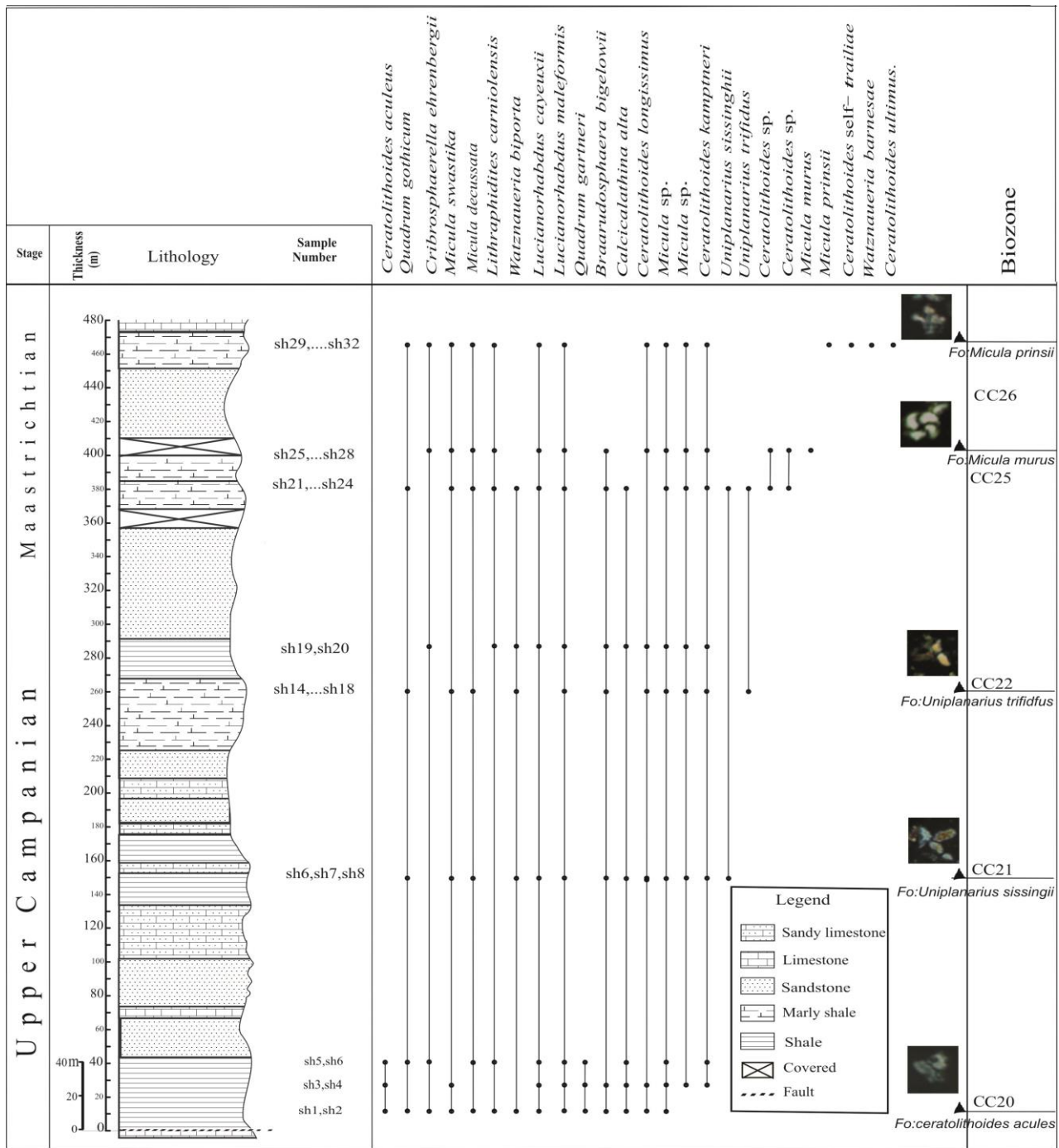
از آن جا که زون بندی Sissingh (1977) برای کرتاسه بسیار کامل بوده و از طرفی گونه‌های شاخص بایوزونهای مربوط به این زون بندی از فراوانی و گسترش جهانی خوبی برخوردارند، لذا جهت انجام مطالعات زیست چینه‌ای از این زون بندی استفاده شده است. اساس بایوزونهای معرفی شده در این زون بندی، اولین ظهور و یا آخرین حضور گونه‌ها می‌باشد. در این برش بر پایه اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص و مجموعه فسیلهای همراه آنها بایوزونهای CC20، CC21، CC22، CC25 و CC26 برای بخش مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد (شکل ۳). در ذیل به شرح هریک از بایوزونهای شناسایی شده و نتایج حاصل از آن در برش شوشود پرداخته می‌شود:

Ceratolithoides aculeus ZONE (CC 20)

این بایوزون از نوع بینایی است و گستره آن از اولین ظهور *Ceratolithoides aculeus* تا اولین ظهور *Quadrum sissinghii* می‌باشد. محدوده سنی این بایوزون انتهای کامپانین پیشین است و هیچ یک از دو گونه شاخص آن در عرضهای شمالی بالا یافت نشده است (Perch-Nielsen, 1985).

انقراض *Eiffellithus eximius* نیز در این بایوزون رخ داده است. گسترش این بایوزون در ستون چینه شناسی، ۱۴۰ متر می‌باشد و سنگ شناسی غالب آن شامل شیل، ماسه سنگ و سنگ آهک ماسه‌ای است. فسیلهای همراه این بایوزون عبارتند از:

Ceratolithoides aculeus, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Micula decusata*, *Micula swastika*, *Quadrum gartneri*, *Quadrum gothicum*, *Watznaueria biporta*.



شکل ۳: نمودار گسترش زیست چینه‌ای نانوفسیلهای آهکی در برش شوشود

(Nielsen, 1985). در برش مورد مطالعه لایه‌های ماسه سنگی فاقد نانوفسیل می باشند. بنابراین در این لایه‌ها که در ۳۲۰ متری از قاعده برش رخنمون داشته و دارای نانوفسیلهای آهکی نمی‌باشد، شناسایی بایوزون CC 23 امکان پذیر نبود.

Tranolithus phacelosus ZONE (CC 23)

محدوده این بایوزون از آخرین حضور *Reinhardtites anthophorus* تا آخرین حضور *Tranolithus phacelosus* می باشد. محدوده سنی آن انتهای ترین بخش کامپانین تا ماستریشتین پیشین است (-Perch)

محدوده سنی آن انتهای ماستریشتین پسین است. این بایوزون در عرضهای بالا و جایی که گونه *Nephrolithus frequens* نسبتاً معمول می‌باشد، به خوبی مطالعه شده است. بخش بالایی این بایوزون در صورت حضور *Nephrolithus frequens* با بازه زمانی مطرح شده هم‌پوشانی دارد. در عرضهای پایین *Nephrolithus frequens* بسیار نادر بوده و در این مناطق اولین ظهور *Micula prinsii* و *Ceratolithoides kamptneri* برای شناسایی بخش بالای این بایوزون استفاده می‌شود و معرف انتهایی ترین بخش ماستریشتین است (Henriksson, 1993؛ Self-Trail, 2001). شایان ذکر است هر دو گونه *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula prinsii* که شاخص عرضهای جغرافیایی پایین و متوسط هستند، در نهشته‌های مورد مطالعه در برش شوشود دیده می‌شوند. از این رو از *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula prinsii* به عنوان گونه‌های شاخص جهت شناسایی مرز بالای این بایوزون استفاده شده است. بنابراین، در این مطالعه بایوزون CC 26 بر اساس اولین ظهور *Micula murus* تا اولین ظهور *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula prinsii* تعیین شده است. این بایوزون از نوع بینابینی می‌باشد. گسترش این بایوزون در ستون چینه شناسی ۷۰ متر، سنگ شناسی غالب آن عمدتاً مارنی و فسیلهای همراه شامل گونه‌های زیر است:

Ceratolithoides self-trailiae, *Ceratolithoides ultimus*, *Micula prinsii*, *Watznaueria barnesae*.

بر پایه بایوزونهای معرفی شده، سن بخش مورد مطالعه در برش چینه شناسی شوشود، انتهای کامپانین پیشین تا انتهای ماستریشتین پسین می‌باشد. در توالی مورد مطالعه بعد از گونه شاخص انتهای بایوزون CC26 که معرف سن انتهای ماستریشتین پسین است، گونه‌های شاخص اولین بایوزون پالئوسن دیده نشده است. لازم به ذکر است بایوزونهای

Reinhardtites levis ZONE (CC 24)

این بایوزون دربرگیرنده آخرین حضور *Tranolithus phacelosus* تا آخرین حضور *Reinhardtites levis* است. این بایوزون در محدوده سنی ماستریشتین پیشین تعریف می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). به دلیل این که لایه‌های ماسه سنگی برش مورد مطالعه که در ۳۲۰ متری از قاعده برش رخنمون دارد فاقد نانوفسیل است، شناسایی بایوزون CC 24 در لایه‌های مذکور امکان پذیر نبود.

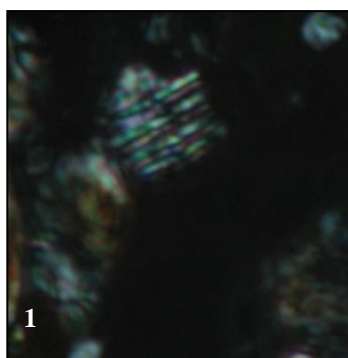
Arkhangelskiella cymbiformis ONE (CC 25)

گستره زمانی این بایوزون بینابینی از آخرین حضور *Reinhardtites levis* تا اولین ظهور *Nephrolithus frequens* در محدوده سنی ماستریشتین پسین است. تعاریف مختلفی برای این بایوزون مطرح شده است. *Micula murus* شاخص مرز بالای این بایوزون در عرضهای پایین و *Nephrolithus frequens* شاخص مرز بالایی آن در عرضهای جغرافیایی بالا می‌باشد. همچنین اولین ظهور *Lithraphidites quadratus* شاخص خوبی برای عرضهای پایین است، ولی در عرضهای بالا شناسایی نشده است (Perch-Nielsen, 1985). در منطقه مورد مطالعه گونه *Micula murus* به تعداد نسبتاً زیاد و با حفظ شدگی خوب تا متوسط دیده می‌شود. از این رو جهت شناسایی مرز بالایی این بایوزون از این گونه به عنوان شاخص استفاده شده است. سنگ شناسی غالب این بایوزون مارن و فسیلهای همراه آن عبارتند از:

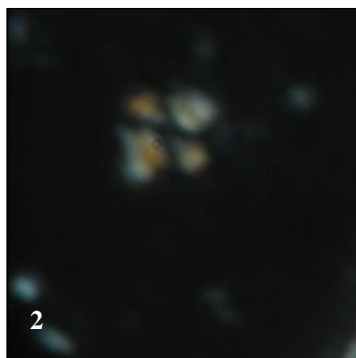
Calcicalathina alta, *Ceratolithoides* sp., *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Uniplanarius sissinghii*, *Uniplanarius trifidus*, *Ceratolithoides longissimus*, *Braarudosphaera bigelowii*.

Nephrolithus frequens ZONE (CC 26)

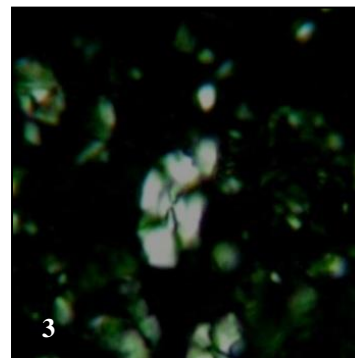
این بایوزون از اولین ظهور *Nephrolithus frequens* تا آخرین حضور *Nephrolithus frequens* تعریف می‌شود و



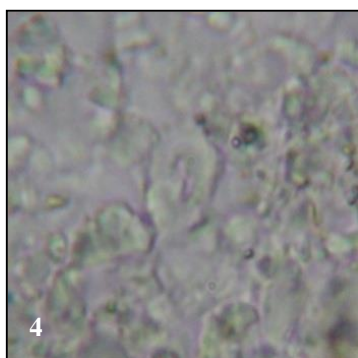
1
Calcicalathina alta
FUM-No. Sh23



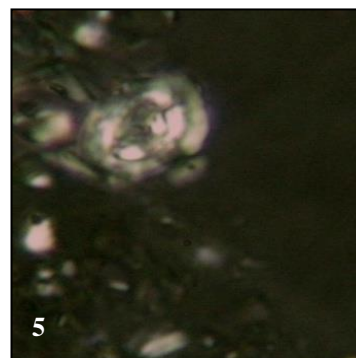
2
Watznaueria barnesae FUM-No. Sh
30



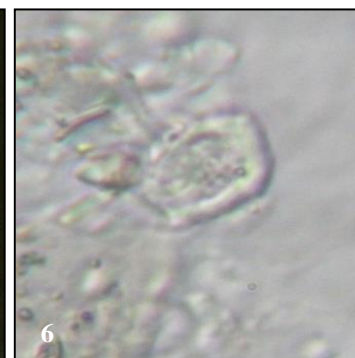
3
Watznaueria biporta
FUM-No. Sh22



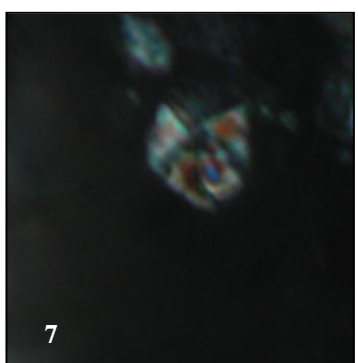
4
Watznaueria biporta
FUM-No. Sh22



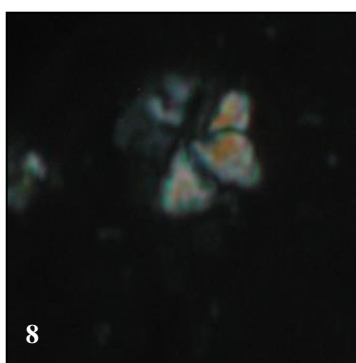
5
Cribrosphaerella ehrenbergii
FUM-No. Sh18



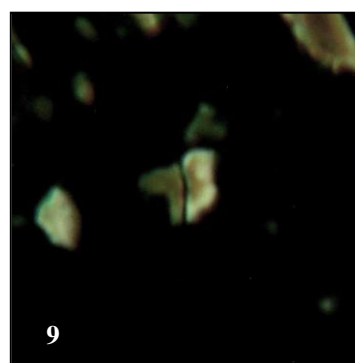
6
Cribrosphaerella ehrenbergii
FUM-No. Sh18



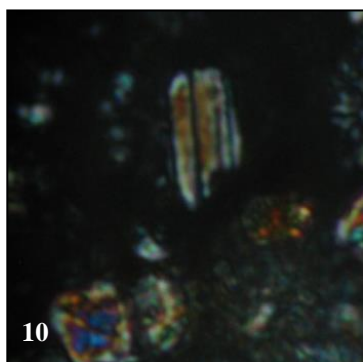
7
Braarudosphaera bigelowii
FUM-No. Shushud 3



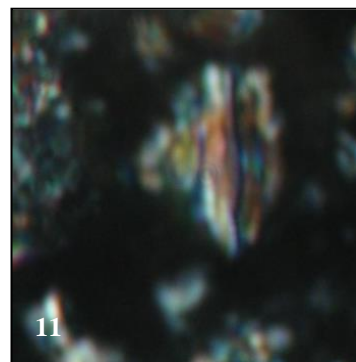
8
Braarudosphaera bigelowii
FUM-No. Sh19



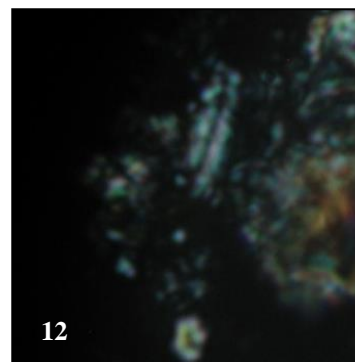
9
Lucianorhabdus maleformis
FUM-No. Sh15



10
Lucianorhabdus cayeuxii
FUM-No. Sh22

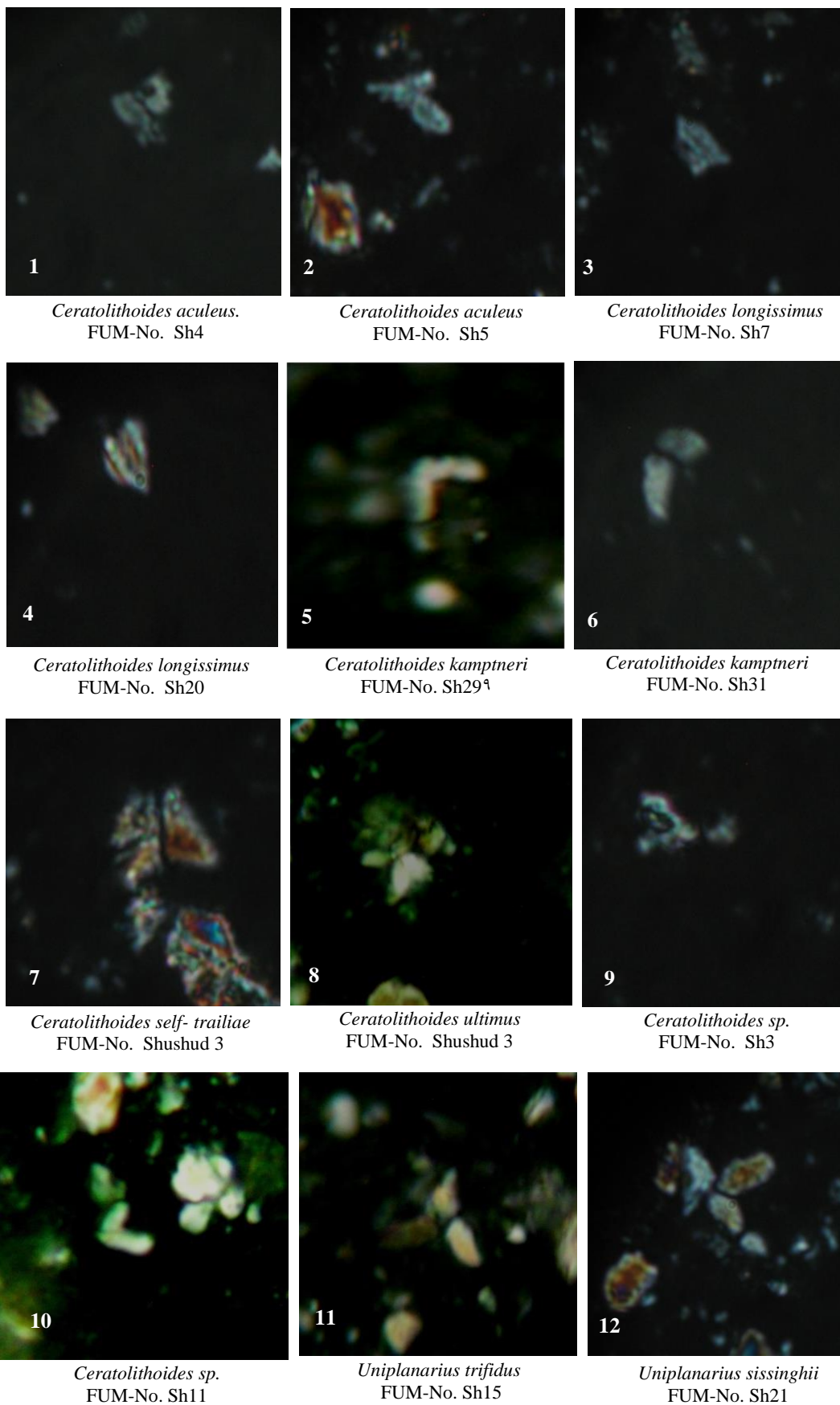


11
Lucianorhabdus cayeuxii
FUM-No. Sh5

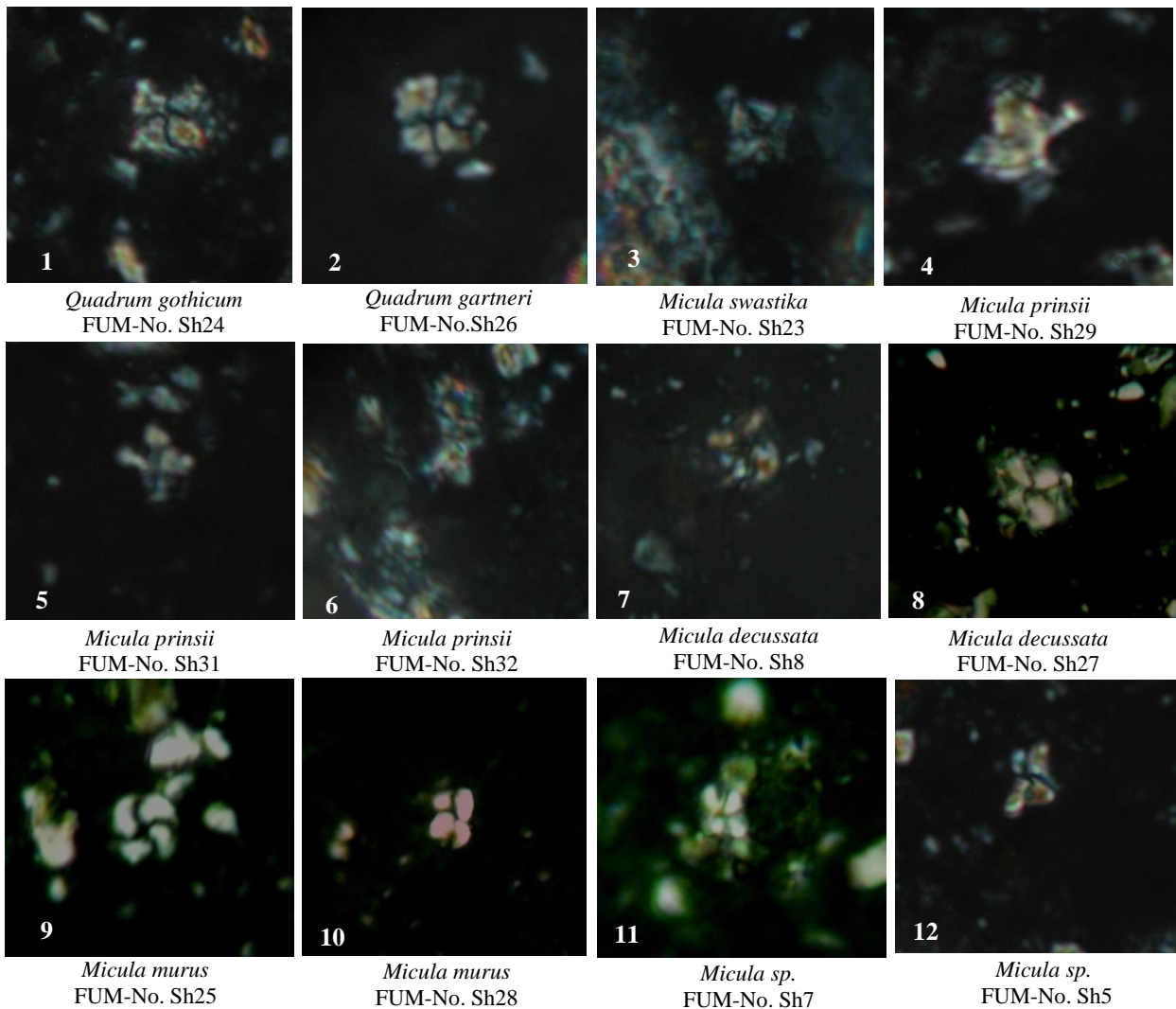


12
Lithraphidites carniolensis
FUM-No. Sh26

شکل ۳: تصاویر میکروسکپ نوری نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در برش شوشود با بزرگنمایی ۱۲۵۰x



شکل ۵: تصاویر میکروسکپ نوری نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در برش شوشود با بزرگنمایی ۱۲۵۰X



بایوزوناسیون Sissingh (1977) شناسایی گردیده‌اند. بر این مبنای سن توالی مذکور از انتهای کامپانین پیشین تا انتهای ماستریشتین پسین پیشنهاد شده است. نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در این برش از تنوع و فراوانی نسبتاً پایینی برخوردارند و این مسأله به دلیل شرایط محیطی نامساعد موجود برای زیست نانوفسیلها می‌باشد. همچنین تأثیر دیاژنز در توالی مورد مطالعه با توجه به سخت بودن غالب نهشته‌های شیلی و مارنی، مشهود است. بنابراین حضور نسبتاً کم و حفظ شدگی متوسط تا ضعیف فسیلهای یافت شده می‌تواند علاوه بر نامساعد بودن حوضه به علت تأثیر دیاژنز بر روی نهشته‌ها باشد.

شناسایی شده در برش شوشود در نقاط دیگر ایران نیز در نهشته‌های کرتاسه پسین شناسایی و گزارش شده‌اند. به عنوان مثال، نطقی مقدم و همکاران (۱۳۹۰)، بایوزونهای CC20 تا CC22 و Hadavi & Notghi Moghaddam (2014)، بایوزونهای CC25 و CC26 را از نهشته‌های کرتاسه پسین کپه داغ گزارش نموده‌اند.

نتیجه‌گیری

در مطالعه انجام شده بر روی توالیهای چینه‌ای برش شوشود در شمال بیرجند، تعداد ۱۰ جنس و ۲۵ گونه نانوفسیلی معرفی و بر اساس وجود گونه‌های شاخص، بایوزونهای CC20، CC21، CC22، CC25 و CC26 مطابق با الگوی

منابع

- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- اشتوکلین، ی. افتخارنژاد، ع.، هوشمندزاده، ع.، ۱۳۵۲. بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی، شرق ایران. سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۲۲ ف: ۱-۸۶.
- جلیلی، ف.، ۱۳۹۰. سنگ چینه نگاری و زیست چینه نگاری نهشته‌های کرتاسه بالایی - قاعده ائوسن در برش چینه شناسی شوشود (شمال بیرجند). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور بیرجند، ۱۴۵ ص.
- شهیدی، ع.، سلامتی، ر.، ۱۳۸۱. نگرشی بر چینه شناختی و تکنونواستراتیگرافی حوضه رسوبی شوشود. بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین.
- نظقی مقدم، م.، هادوی، ف.، رحیمی، ب.، ۱۳۹۰. زیست چینه نگاری و پالئواکولوژی گذر سازند آب دراز به آب تلخ در برشهای مزدوران و کلات. رخساره‌های رسوبی، ۴ (۲): ۱۹۹-۲۱۹.
- هادوی، ف.، خزاعی، ا.، رضایی، ف.، ۱۳۹۰. نانواستراتیگرافی برش گازک واقع در غرب تاقدیس لهنه - ماهرود (جنوب شرق بیرجند)، نخستین کنگره تخصصی رسوب شناسی و چینه شناسی ایران.
- Andruleit, H., 1997. Coccolithophore fluxes in the Norwegian- Greenland Sea, seasonality, and assemblage alterations. *Mar. Micropaleontol.* 31: 45- 64
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall, Kluwer Academic*, pp: 16- 28.
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R., (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall /Kluwer Academic Publishers*, pp. 132-199.
- Doeven, P.H., 1983. Cretaceous nannofossil stratigraphy and paleoecology of the Canadian Atlantic Margin. *Bull. Geol. Surv. Can.*, 356: 1 -70.
- Hadavi, F., & Notghi Moghaddam, M., 2014. Nannostratigraphy, nannofossil events and paleoclimate fluctuations in the lower boundary of Kalat Formation in East Kopet Dagh (NE IRAN). *Arabian journal of Geosciences*, 7: 1501-1515
- Henriksson, A.S., 1993. Biochronology of the terminal Cretaceous calcareous nannofossil Zone of *Micula prinsii*. *Cretaceous Research*, 14: 59- 68.
- Honjo, S., 1976. Coccoliths: production, transportation and sedimentation. *Mar. Micropaleontol.*, 1: 65-79.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press.* 329-426.
- Self-Trail, J.M., 2001. Biostratigraphic subdivision and correlation of upper Maastrichtian sediments from the Atlantic Coastal Plain and Blake Nose, western Atlantic. In: Kroon, D., Norris, R.D., & Klaus, A., (eds.), *Western North Atlantic Palaeogene and Cretaceous Palaeoceanography. Geological Society of London Special Publications, London.* 183: 93-110.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Minjbouw*, 56: 37-65.
- Watkins, D.K., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Ocean. In: Moguilevsky, A., & Whatley, R., (eds.), *Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales Aberystwyth Press*, pp. 355-381.
- Williams, J.R., & Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*. 10: 815- 839.

Biostratigraphy of the Cretaceous deposits based on Calcareous Nannofossils in Shushud section (North Birjand)

Jalili, F.^{1*}, Hadavi, F.², Notghi Moghaddam, M.³

1- Ph.D Student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Mashhad, Iran

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

3- Assistant Professor, Department of Geology, Payam-e-Nour University, Iran

***E-mail: farah_jalili@yahoo.com**

Abstract

For biostratigraphic studies, based on calcareous nannofossils, a thickness of 480 meters of Cretaceous deposits in Shushud section (North Birjand) has been measured and sampled. The studied section is composed of shale, marl, marine sandstone and sandy limestone. The shale and marl units were more suitable for sampling. According to taxonomical studies, 10 genera and 25 species in Shushud section were identified and photographed. Based on identified calcareous nannofossils in the studied section, CC20-CC26 biozones from Sissingh (1977) biozonation were suggested, and based on determined biozones, the age of the studied sequence in this section is Late early Campanian- Late late Maastrichtian. Based on low diversity and abundance of species, it can be concluded that environmental conditions in this basin were not good for the life of the calcareous nanoplanktons, as well as diagenesis caused low to medium nannofossils preservation.

Keywords: Biostratigraphy; Cretaceous; Calcareous Nannofossils; Shushud; Birjand.