

معرفی استراکدهای کرتاسه پسین در برش شوشود (شمال بیرجند)

فاطمه هادوی*^۱، فرح جلیلی^۲، سمیه سنجری^۳

- ۱- استاد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- دکتری چینه نگاری و دیرینه شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
- ۳- دانشجوی دکتری چینه نگاری و دیرینه شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی پردیس بین الملل مشهد، ایران

*پست الکترونیک: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۱

چکیده

در این مطالعه استراکدهای کرتاسه در برش شوشود (شمال بیرجند) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. سنگ شناسی نهشته‌های مذکور شامل شیل مارنی، مارن با میان لایه‌های شیل، ماسه سنگ‌های دریایی و سنگ آهک‌های ماسه‌ای به ضخامت ۴۸۰ متر است. بر اساس مطالعات فسیل شناسی در توالی مورد مطالعه، تعداد ۱۶ جنس و ۳۶ گونه از استراکدها شناسایی شده‌اند. بر مبنای استراکدهای شناسایی شده سه بایوزون *Hermanites sagittal Zone*، *Limburgina Formosa Zone* و *Schuleridea sp.1 Zone* در این برش تعیین شده است. مطابق با بایوزون‌های استراکدی شناسایی شده و انطباق با، بایوزون‌های نانو فسیلی CC20-CC26 از بایوزوناسیون Sissingh (1977) در این توالی، سن نهشته‌های مورد مطالعه انتهای کامپانین پیشین - انتهای مایستریشتین پسین در نظر گرفته می‌شود.

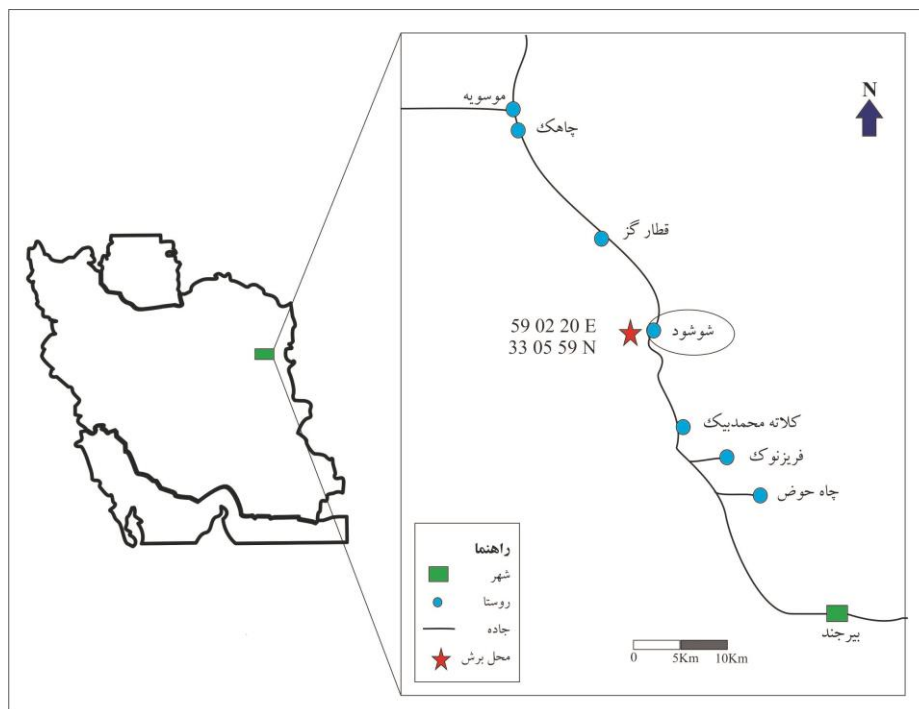
واژه‌های کلیدی: استراکد؛ نانوفسیل‌های آهکی؛ کرتاسه پسین؛ شوشود؛ بیرجند.

مقدمه

برش شوشود تاکنون منتشر نشده است، این پژوهش با هدف شناسایی و معرفی استراکدها و مقایسه بایوزون‌های ارائه شده بر مبنای آن‌ها با بایوزون‌های ارائه شده بر اساس نانوپلاتکتون‌های آهکی در این منطقه (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۰) است.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه
برش مورد مطالعه به دلیل قرار گرفتن در جنوب غرب روستای شوشود به نام برش شوشود نامیده می‌شود و در ۳۵ کیلومتری شمال بیرجند واقع شده است. برش مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی طول خاوری و عرض شمالی از طریق جاده بیرجند به چاهک موسویه قابل دسترسی است (شکل ۱).

حوضه فلیشی شرق ایران در حد فاصل دو گسل هریرود در شرق و گسل نهبندان در غرب قرار گرفته است و متشکل از انباشته‌های ضخیمی از رسوبات فلیش گونه می‌باشد. این پهنه که با عنوان پهنه زمین درز سیستان (Tirul et al., 1983) نیز نام گذاری شده است، یکی از اشتقاق‌های تتیس جوان است (آقاناتی، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در حوضه فلیشی شرق ایران در جنوب غرب روستای شوشود و در شمال شهر بیرجند (استان خراسان جنوبی) واقع شده است. حوضه فلیشی شوشود از شاخه‌های حوضه فلیشی شرق ایران است که به طرف شمال غربی و غرب یعنی بصیران و بیرجند امتداد یافته است (شهیدی و سلامتی، ۱۳۸۱). از آن جا که هیچ گزارشی از استراکدهای



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

سنگ چینه نگاری

هم شیب پوشیده شده است (شکل ۲). توالی مذکور از پایین به بالا شامل ۱۷ واحد سنگ چینه نگاری می باشد (شکل ۳) که شامل موارد زیر می باشد:

توالی مورد مطالعه با ضخامت ۴۸۰ متر مرز زیرین آن به صورت گسله با یک واحد سنگ آهک خاکستری در ارتباط است. مرز بالایی آن توسط نهشته‌های سنگ آهک به صورت



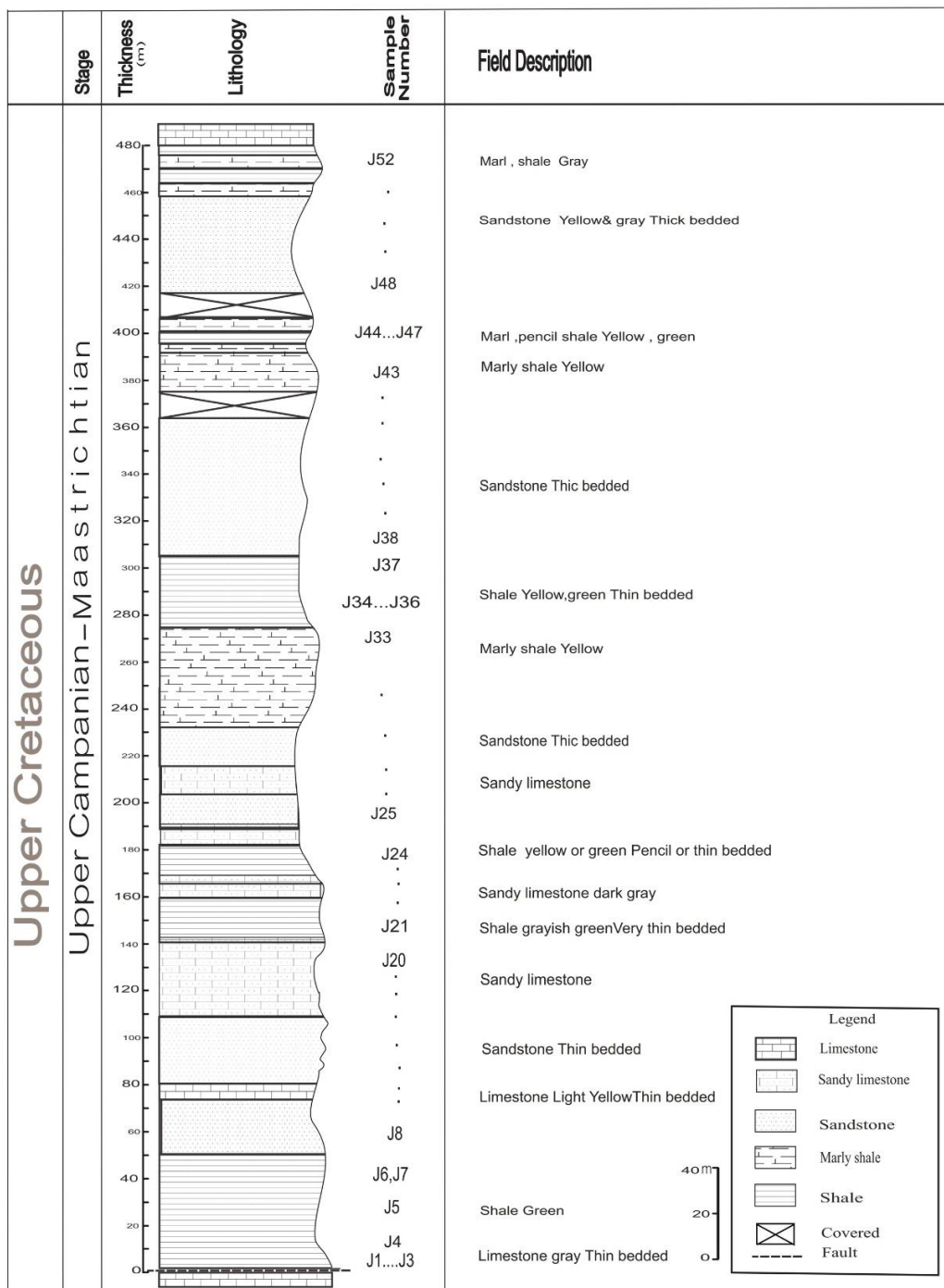
شکل ۲: نمایی از رسوبات مورد مطالعه در برش شوشود (دید رو به شمال غرب) خط مشکی: مرز بالایی توالی به صورت عادی با واحد سنگ آهک روی آن

لایه زرد یا خاکستری رنگ قرار گرفته است. در ادامه توالی، واحد سنگ آهک ماسه‌ای رخنمون دارد و پس از آن شیل‌های

در پایین‌ترین بخش این توالی، یک واحد شیل سبز رنگ نازک لایه وجود دارد که بر روی آن واحدهایی از ماسه سنگ نازک

واریزه قرار دارد و در نهایت با واحدهایی از شیل مارنی و مارن با میان لایه‌های شیل ادامه می‌یابد. پس از حضور یک واحد پوشیده شده با واریزه، توالی با واحد ماسه سنگ خاکستری ضخیم لایه و سپس یک واحد شیل و مارن خاکستری به اتمام می‌رسد.

خاکستری مایل به سبز با میان لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای نهشته شده است. پس از آن یک واحد متشکل از ماسه سنگ خاکستری ضخیم لایه با میان لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای و بر روی این واحد شیل مارنی نازک لایه قرار دارد. این توالی با واحدهای شیل نازک لایه و سپس واحد ماسه سنگ خاکستری ضخیم لایه ادامه می‌یابد و بعد از آن بخش‌های پوشیده شده با



شکل ۲: ستون چینه شناسی برش شوشود

گونه گزارشی مبنی بر معرفی استراکدها ارائه نشده است. بنابراین در پژوهش حاضر به معرفی استراکدهای نهشته‌های فلیش گونه کرتاسه در برش شوشود پرداخته شده است و پس از انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری بر مبنای استراکدها، بایوزون‌های مذکور با بایوزون‌های معرفی شده بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در افق‌های مشابه از این برش مطالعه و مقایسه شده‌اند.

بحث

استراکدها گروهی از سخت‌پوستان با پوسته‌های آهکی هستند که صدفی متشکل از دو کفه آهکی و کیتینی دارند و در مطالعات دیرینه بوم‌شناختی بسیار سدمند هستند. طول استراکدها عمدتاً ۰/۵ تا ۲ میلی‌متر است و درون یک پوسته محافظ که از طرفین فشرده شده، قرار گرفته‌اند (هادوی، ۱۳۷۷). استراکدها در تمامی اکوسیستم‌های آبی قادر به زندگی هستند و انواع دریازی آنها قادرند از اعماق کم تا زیاد (حدوداً ۲۸۰۰ متر) زندگی کنند این گروه میکروفسیلی به فراوانی در مارن، شیل، مارن آهکی، ماسه، سیلت و رس دیده می‌شوند (Cohen, 2007).

در محیط‌های مردابی، کولابی، دریاچه‌ای و در محیط‌های دریایی اغلب در پهنه بتتیک و پلاژیک حضور دارند. آنها موجوداتی هستند که از مناطق کم عمق دریا تا حدود ۳۰۰۰ متری از سطح آب زندگی می‌کنند. صدف آنها از دو کفه راست و چپ نامساوی و گاهی مساوی تشکیل شده است که به وسیله یک لولا در سطح پشتی به همدیگر متصل می‌شوند. سطح صدف ممکن است صاف و یا دارای تزیینات متفاوتی به صورت مشبک، نقطه‌دار، غده‌ای و خاردار باشد و در مارن، شیل، مارن کمی آهکی، سنگ آهک مارنی، ماسه، سیلت و رس فراوان هستند. استراکدها همچنین به عنوان نشانگرهای زیست محیطی مناسب جهت بررسی تغییرات محیطی گذشته و

روش مطالعه

نمونه‌برداری در این برش با تمرکز بیشتر بر روی لایه‌های شیلی و مارنی انجام شده است و برای اجتناب از هوازدگی از عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح، نمونه‌های حدوداً ۵۰۰ گرمی برداشت شدند. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ظرف آبی که به ازای هر لیتر آب، ۱۰ سی‌سی آب اکسیژنه ۱۵٪ داشت، قرار گرفتند. پس از آن نمونه‌ها با الک‌هایی با مش ۳۰ و ۶۰ شسته شدند و رسوبات همراه با جریان آب از الک‌ها عبور داده شدند تا زمانی که آب خروجی از آخرین الک کاملاً شفاف و زلال شد. در انتهای کار رسوب باقی‌مانده روی الک‌ها در ظروف جداگانه‌ای تخلیه و سپس خشک شدند. در مرحله بعدی استراکدهای موجود در هر نمونه رسوب توسط برس دو صفر به اسلاید منتقل و به وسیله میکروسکپ بازتابی بررسی و مطالعه شدند. پس از آن جهت مطالعه نمونه‌ها به وسیله میکروسکپ الکترونی استراکدهای مذکور با چسب مسی بر روی پایه‌های فلزی چسبانده شدند و توسط روکشی از طلا پوشانده شدند و عکس‌برداری از آنها انجام شد. تصاویر استراکدهای موجود در برش مطالعه شده در پلیت‌های ۱ - ۳ آمده است.

مطالعات پیشین

اولین بار مجموعه‌های رسوبی کرتاسه در منطقه مورد مطالعه از شرق بلوک لوت، در گزارش ۲۲ سازمان زمین‌شناسی کشور معرفی شد (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۱). تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و بررسی تکنیکی منطقه که توسط شهیدی و سلامتی (۱۳۸۱) انجام گردید. مطالعات فسیل‌شناسی برش شوشود توسط جلیلی (۱۳۹۰) و زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های همین برش بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی توسط جلیلی و همکاران (۱۳۹۳) انجام شده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد در مطالعات فسیل‌شناسی انجام شده تاکنون در برش شوشود هیچ

sp., *Cytherella* sp. و *Ponthocyprrella* سن آن را
مایستریشتین تعیین کرده است.

استراکدهای منطقه سینا در مصر توسط Morsi et al. (2008) مطالعه شدند و سن نهشته‌های مذکور بر مبنای حضور گونه‌های *Cytherella*, *Bairdia ilaroensis*, *Abyssoypris tipica*, *Cytherella*, *Cytherella sinaensis* و *ovata* *williamsoniana* و *Pontocyprrella recurva* مایستریشتین - ائوسن تعیین شده است.

Al- Ubide et al. (2010) با توجه به مجموعه استراکدهای *Cytherella kirkukiensis*, *Cytherella iraqiensis*, *Cytherella mushoraiensis* و *Cytherella shiranishensis* از شمال شرق عراق سن سانتونین - مایستریشتین پیشین را برای توالی یاد شده پیشنهاد کرده‌اند. مورد مطالعه در برزیل را بررسی نموده و بر مبنای مجموعه فسیلی *Cytherelloidea* sp., *Cytheropteron* sp., *Protocosta babinoti* و *Soudanella* سن توالی‌های مورد مطالعه را سانتونین - کامپانین تعیین کرده است.

مطالعات انجام شده بر روی استراکدهای نهشته‌های کرتاسه ایران بسیار کم است که بعضی از مطالعات عبارتند از:

هادوی و همکاران (۱۳۷۳) در برش الگو سازند آبدراز واقع در گردنه مزدوران (شرق جاده مشهد - سرخس)، عرب و همکاران (۱۳۸۴) در برش چنارویه (غرب کرمان)، داریوش‌نیا (۱۳۹۰) در برش پادها، موسوی فرد و همکاران (۱۳۹۲) در برش چهچهه از سازند کلات، مصطفوی و همکاران (۱۳۹۴) در گردنه مزدوران (سازند آب‌تلخ)، استراکدها را شناسایی و تعیین سن کرده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده، بیشتر استراکدهای شناسایی شده در مناطق مختلف در سطح جنس معرفی شده‌اند. با توجه به محلی بودن استراکدها و عدم وجود بایوزوناسیون استاندارد جهانی بر مبنای آن‌ها، برای استراکدهای نهشته‌های

حال مورد استفاده محققین مختلف قرار گرفته‌اند. از آن جا که استراکدها نسبت به شاخص‌های محیط رسوبی مانند دما، شوری، شیمی آب و عمق بسیار حساس‌اند، تغییر این شاخص‌ها می‌تواند باعث ایجاد فون‌های متفاوت در محیط شود. از این رو این گروه می‌توانند در صورت فراوانی جهت تفسیر محیط رسوبی مفید واقع شوند به همین جهت غالباً حوضه‌های محلی را نشان می‌دهند و کمتر با حوضه‌های دورتر قابل مقایسه‌اند (هادوی، ۱۳۷۷). بدین جهت در این گزارش در حد جنس شناسایی و معرفی شده‌اند. از گزارشات نسبتاً جامع در مورد استراکدهای ایران گزارش Grosdidier (1973) است که به بررسی استراکدها در ناحیه فارس ساحلی ایران پرداخته است. مطالعه نهشته‌های شو شود به معرفی ۳۶ گونه متعلق به ۱۶ جنس از استراکدها منجر شد. گونه‌ها از تنوع و فراوانی نسبتاً پایینی برخوردار هستند. بیشتر گونه‌ها متعلق به جنس‌های *Bairdia*, *Cythereis*, *Cytherella* و *Cytherelloidea* هستند. برخی از گونه‌ها نیز در سراسر برش مورد مطالعه دیده شدند (شکل ۴). همان طور که پیش‌تر ذکر شد به دلیل مقاومت کم استراکدها در مقابل تغییر شرایط محیطی، غالباً شاخصی محلی بوده و امکان مقایسه آن‌ها با مناطق دورتر در حد گونه نسبتاً ناممکن است. از این رو گونه‌های شناسایی شده غالباً به صورت sp. نمایش داده شده و احتمال دارد که بسیاری از آن‌ها تاکنون معرفی نشده و جدید باشند.

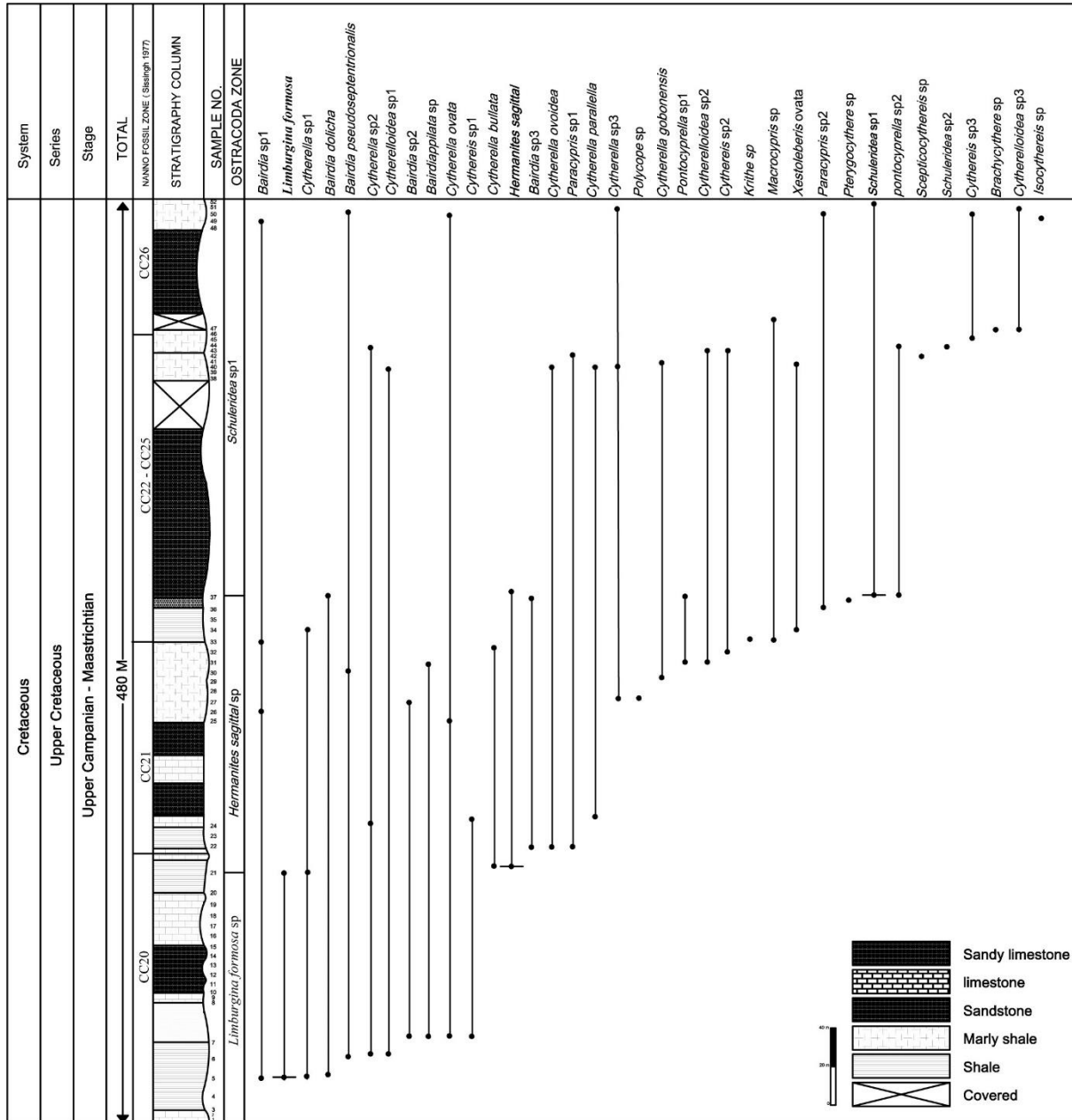
زیست‌چینه نگاری

مطالعات زیادی در مورد استراکدهای کرتاسه پسین در دنیا انجام شده که در ذیل شرح مختصر برخی از آن‌ها آورده شده است. مطالعات نسبتاً جامعی بر روی استراکدهای کرتاسه پسین فارس ساحلی توسط Grosdidier (1973) انجام شده است.

Majoran et al. (1998) استراکدهای جنوب آتلانتیک را شناسایی کرده و بر مبنای مجموعه فسیلی *Argilloecia* sp., *Cythereis*, *Bythocypris falkandensis*, *Bairdia* sp.

ذکر است که این مسئله نمی تواند دلیل بر ضعف بایوزوناسیون باشد زیرا ممکن است نشان دهنده گونه ای جدید از استراکد باشد. در این مطالعه بر مبنای ظهور گونه های شناسایی شده، ۳ بایوزون بینایی شناسایی شده است که بدین شرح هستند:

شوشود، بایوزوناسیون به صورت محلی پیشنهاد شده است (شکل ۴). از آن جا که بعضی از گونه های معرفی شده به صورت SP بیان شده اند در بایوزون های شناسایی شده استراکدها به صورت sp. مورد استفاده قرار گرفته اند. شایان به



شکل ۴: گسترش زیست چینه ای استراکدهای برش شوشود (شمال بیرجند)

گونه *Hermanites sagittal* تعریف می شود. مجموعه استراکدهای همراه در این بایوزون شامل *Bairdia*

Limburgina Formosa Zone

این بایوزون ۱۴۰ متر ابتدایی برش شوشود را در برمی گیرد و با اولین حضور گونه *Limburgina Formosa* تا اولین حضور

شناسایی گردید و نتایج حاصل از مطالعه استراکدها با نانوفسیل ها تطبیق داده شد (شکل ۴).

بایوزون *Limburgina Formosa Zone* تقریباً معادل بایوزون *Cratolithoides aculeus Zone* (CC20) بوده و سنی معادل بخش انتهایی کامپانین پیشین دارد.

بایوزون *Hermanites sagittal Zone* تقریباً معادل بایوزون *Quadrum sissinghii Zone* (CC21) و بخشی از بایوزون *Quadrum trifidum Zone* (CC22) بوده و از نظر سن معادل انتهای کامپانین پسین می باشد.

شایان ذکر است که *Tranolithus phacelosus Zone* (CC23) و *Reinhardtites levis Zone* (CC24) در محدوده سنی مایستریشتین پسین حضور دارند، اما به دلیل این که لایه های ماسه سنگی برش مورد مطالعه فاقد نانوفسیل است، تفکیک این بایوزون ها امکان پذیر نبوده است (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۳).

از این رو بایوزون *Hermanites sagittal Zone* تقریباً معادل بخشی از بایوزون *Quadrum trifidum Zone* (CC22) و بایوزون های *Arkhangelskiella cymbiformis Zone* (CC25) و *Nephrolithus frequens Zone* (CC26) بوده و محدوده سنی این بایوزون انتهایی مایستریشتین پسین است. براساس استراکدهای مطالعه شده و انطباق با نانوفسیل های شناسایی شده، سن برش شوشود انتهایی کامپانین پیشین - انتهای مایستریشتین پسین پیشنهاد می شود.

نتیجه گیری

مطالعات انجام شده بر روی استراکدهای برش شوشود در شمال بیرجند به نتایج زیر منجر شد.

- ۱- معرفی تعداد ۱۶ جنس و ۳۶ گونه از استراکدها.
- ۲- استراکدهای شناسایی شده در این برش از تنوع و فراوانی پایینی برخوردار هستند که این مسئله می تواند به دلیل شرایط محیطی نامساعد حوضه و همچنین تأثیر دیاژنز در توالی مورد

Bairdia, *Bairdia dolicha*, *Bairda* sp.2, sp.1, *Bairdiappilata* sp., *pseudoseptententriondisa*, *Cytherella* sp.1, *Cyterella ovate*, *Cytherella bullata* و *Cytheris* sp.1, *Cytherellaida* sp.1, *Cytherella* sp.2 *Limburgina Formosa* می باشد.

Hermanites sagittal Zone

بازه زمانی این بایوزون از اولین حضور گونه *Hermanites sagittal* تا اولین حضور گونه *Schuleridea* sp.1 مشخص می شود و ۱۱۰ متر از برش مورد مطالعه را در برمی گیرد. گونه های حاضر در این بایوزون مشتمل بر *Cytherella*, *Bairda* sp.3, *Cytherella*, *Cytherella*, *Cytherella ovoidea*, *gobonensis*, *Cytherella* sp.3, *Cythereis* sp.2, *parallella*, *Krithe* sp., *Hermanites sagittal*, *Cytherellaida* sp.2, *paracypris* sp.2, *paracypris* sp.1, *Macrocypris* sp., *Pterygocythere* sp., *Pontocyprilla* sp.1, *polycoppe* sp. و *Xestoleberis ovate* است.

Schuleridea sp.1 Zone

اولین حضور گونه *Schuleridea* sp.1 نشانگر شروع این بایوزون می باشد که آخرین بایوزون شناسایی شده در برش شوشود است و تا پایان برش ادامه دارد. ضخامت آن ۲۳۰ متر است. گونه هایی که در این بایوزون حضور دارند شامل *Cytherellaida* sp.3, *Cythereis* sp.3, *Brachycythere* sp., *Pontocyprilla* sp.2, *Isocythereis* sp., *Schuleridea* sp.1 و *Schuleridea* sp.2 می باشد.

در پژوهش حاضر استراکدها با نانوفسیل های آهنکی سازند در برش شوشود در افق های مشابه به لحاظ سنی مقایسه شده اند که نتایجی را در برداشت (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۳).

پس از مطالعه نانوفسیل های برش مورد مطالعه، ۵ بایوزون نانوفسیلی CC20-CC26، از بایوزوناسیون Sissingh (1977)

بر مبنای بایوزون‌های معرفی شده و تطبیق آن‌ها با نتایج حاصل از مطالعه نانوفسیل‌های آهکی، برای سن برش شوشود در شمال بیرجند، بازه انتهای کامپانین پیشین - مایستریشتین پسین پیشنهاد می‌شود.

مطالعه باشد که با توجه به سخت بودن غالب نهشته‌های شیلی و مارنی مشهود است.

۳- بر اساس استراکدهای شناسایی شده، ۳ بایوزون برای برش مورد مطالعه تعیین شده است که به ترتیب شامل *Limburgina Formosa Zone*، *Hermanites sagittal Zone* و *Schuleridea sp.1 Zone* می‌باشند.

Plate 1

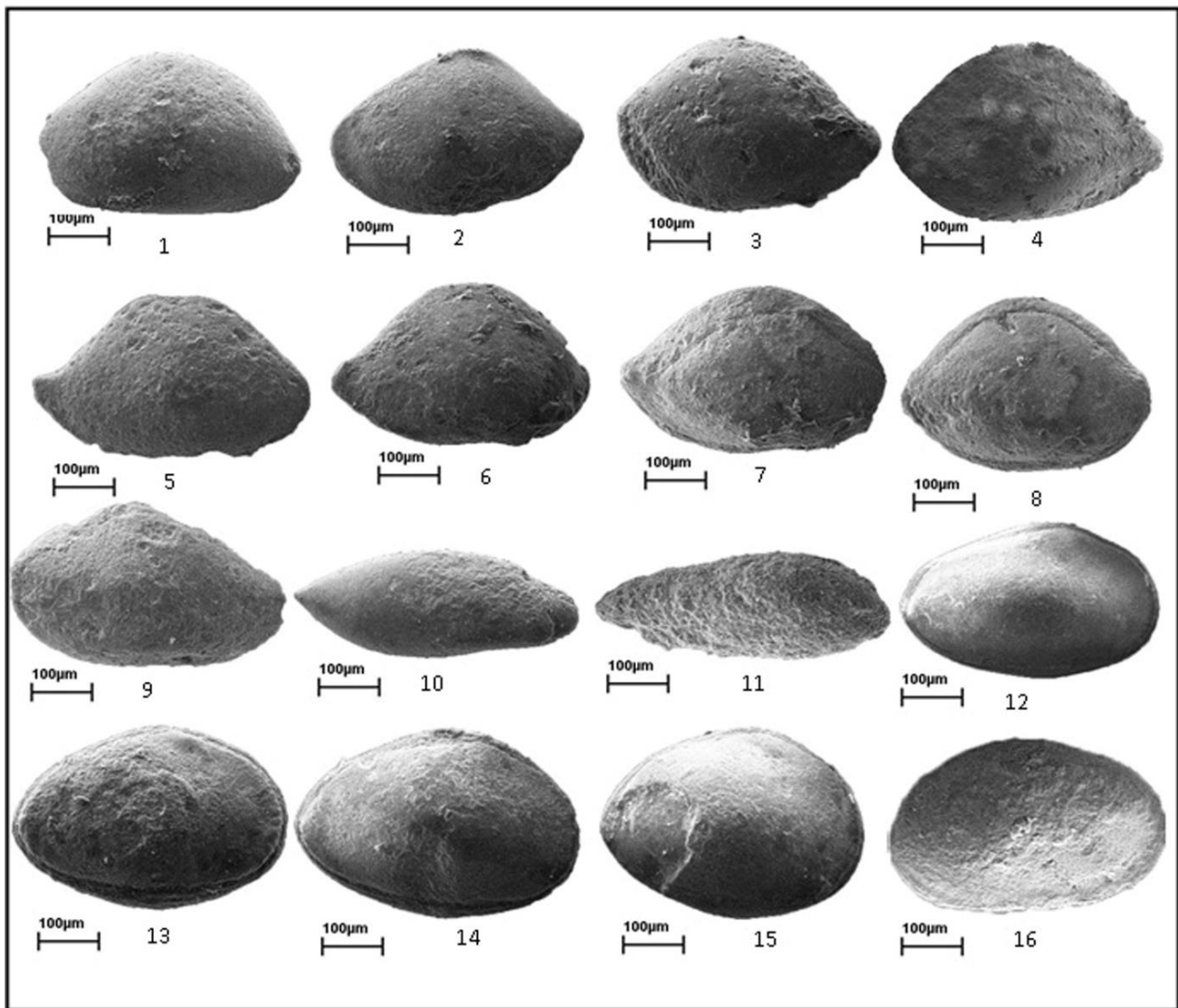


Fig. 1) *Bairdia* sp.1, exterior of left valve, J 5; Figs. 2, 3) *Bairdia dolicha* (Bold) 1957, exterior of left valve, J 24; Fig. 4) *Bairdia* sp.2, exterior of left valve, J 35; Figs. 5, 6) *Bairdia pseudoseptentrionalis* (Mertens) 1985, exterior of right valve, J 37; Figs. 7, 8) *Bairdoppilata* sp., exterior of right valve, J 21; Fig 9) *Bairdia* sp.3, exterior of left valve, J 7; Figs. 10, 11) *Macrocypris* sp., exterior of right valve, J 31; Figs. 12, 13, 14) *Cytherella ovate* (Roemer) 1841, exterior of right valve, J 33; Fig. 15) *Cytherella* sp.1, exterior of right valve, J 5 and Fig. 16) *Cytherella bullata* (Alexander)1929, exterior of Left valve, J 6.

Plate 2

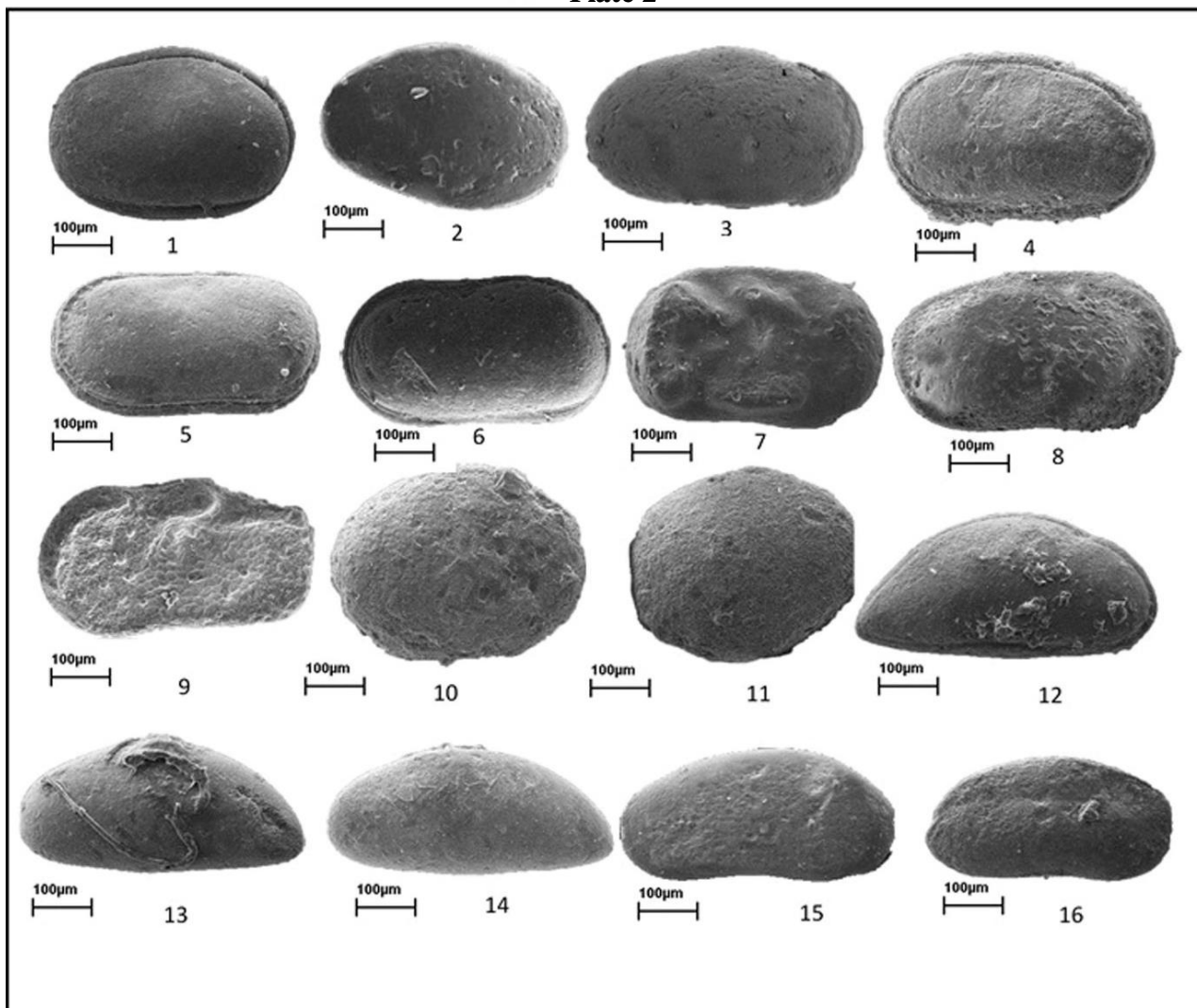


Fig. 1) *Cyterella ovoidea* (Alexander) 1929, exterior of left valve, J 20; Fig. 2) *Cyterella* sp.2, exterior of right valve, J 22; Fig. 3) *Cyterella* sp.3, exterior of right valve, J 25; Fig. 4) *Cytherella gabonensis* (Neufville)1973, exterior of Left valve, J 51; Figs. 5, 6) *Cytherella parallela* (Reuss) 1846, exterior of Left valve, J 4; Fig. 7) *Cytherelloidea* sp.1, exterior of right valve, J 33; Fig. 8) *Cytherelloidea* sp.2, exterior of right valve, J 36; Fig. 9) *Cytherelloidea* sp.3, exterior of Left valve, J 42; Fig. 10) *Xestoleberis ovata* (Bonnema) 1941, exterior of left valve, J 32; Fig. 11) *Polycope* sp., exterior of left valve, J 30; Fig. 12) *Paracypris* sp.1, exterior of right valve, J 6; Figs. 13, 14) *Paracypris* sp.2, exterior of left valve, J 49; Fig. 15) *Pontocyperlla* sp.1, exterior of right valve, J 41 and Fig. 16) *Pontocyperlla* sp.2, exterior of right valve, J 35

Plate 3

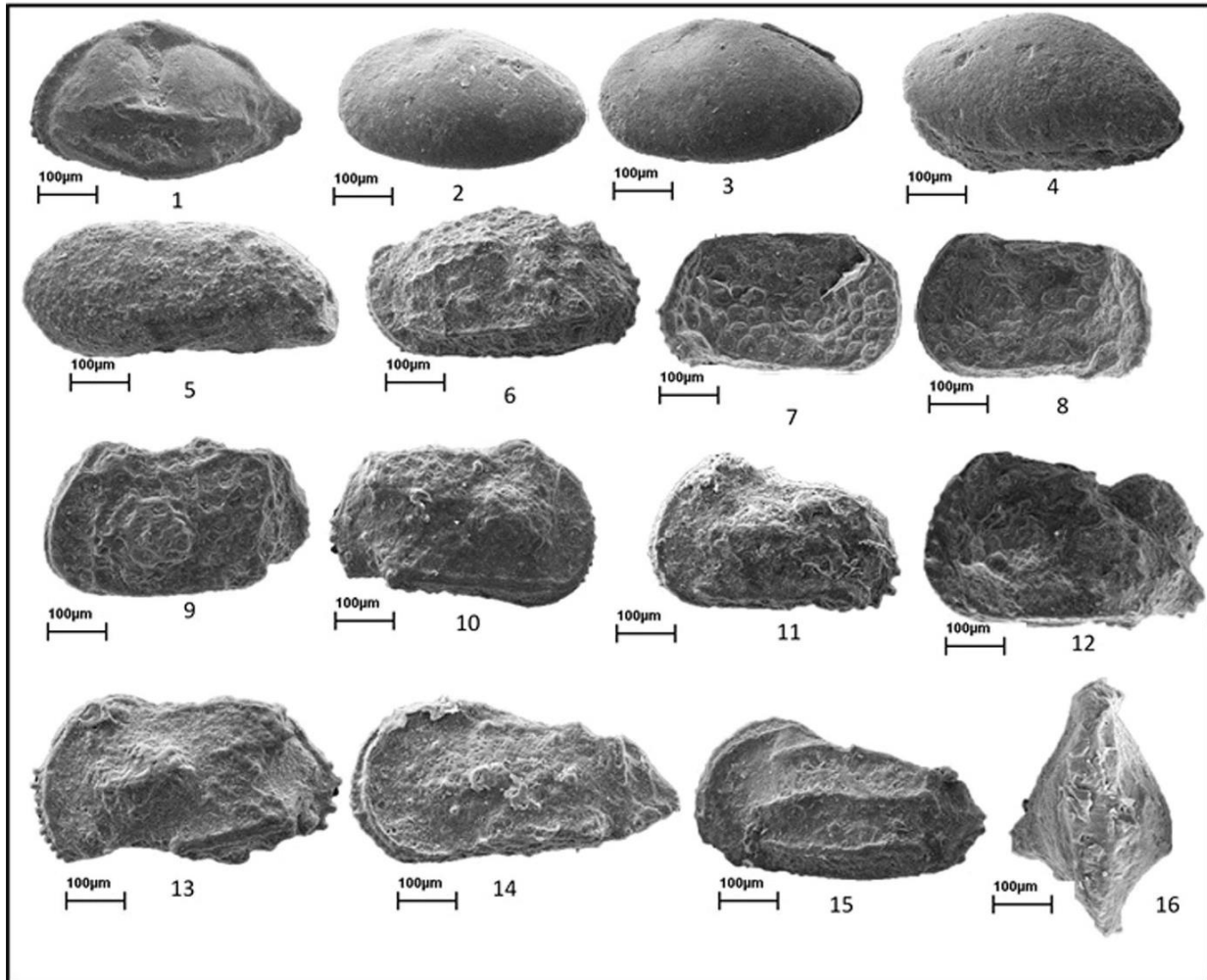


Fig. 1) *Brachycythere* sp., exterior of left valve, J 49; Figs. 2, 3) *Schuleridea* sp.1, exterior of left valve, J 23; Fig. 4) *Schuleridea* sp.2, exterior of Left valve, J 6; Fig. 5) *Krithe* sp., exterior of right valve, J 37; Fig. 6) *Cythereis* sp.1, (Bate) 1972, exterior of right valve, J 4; Fig. 7) *Hermanites sagittal*, exterior of right valve, J 43; Fig. 8) *Hermanites sagittal*, exterior of left valve, J 49; Fig. 9) *Limburgina formosa*, exterior of Left valve, J 21; Fig. 10) *Limburgina formosa*, exterior of right, valve, J 22; Fig. 11) *Cythereis* sp.3, exterior of Left valve, J 40; Fig. 12) *Cythereis* sp.3, exterior of Left valve, J 43; Fig. 13) *Cythereis* sp.4, exterior of Left valve, J 39; Fig. 14) *Scepticocythereis* sp., (Bate) 1972, exterior of left valve, J 30; Fig. 15) *Isocythereis* sp., (Weaver) 1978, exterior of left valve, J 3 and Fig. 16) *Pterygocythere* sp., dorsal view, J 41

منابع

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶-۱.
- اشوکلین، جی.، افتخارنژاد، ج.، هوشمند زاده، ع.، ۱۳۵۱ (مترجم: انتظام، ع.). بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی، شرق ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۲: ۸۶-۱.
- شهیدی، ع.، سلامتی، ر.، ۱۳۸۱. نگرشی بر چینه شناختی و تکنواستراتیگرافی حوضه رسوبی شوشود. مقالات بیست و یکمین گردهمایی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- جلیلی، ف.، ۱۳۹۰. سنگ چینه نگاری و زیست چینه نگاری نهشته های کرتاسه پسین - قاعده ائوسن در برش چینه شناسی شوشود (شمال بیرجند). *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور بیرجند*، ۱-۱۴۵.
- جلیلی، ف.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۹۳. بایواستراتیگرافی نهشته های کرتاسه بر مبنای نانوفسیل های آهکی در برش شوشود (شمال بیرجند). *فصلنامه رخساره های رسوبی*، ۷(۲): ۲۰۸-۲۱۷.
- عرب، ا.، وزیری، م.، داستانیپور، م.، ۱۳۸۴. اولین گزارش از استراکدهای آلبین پسین - سینومانین پیشین در برش چنارویه (غرب کرمان). *نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران*، ۱۰ ص.
- داریوش نیا، م.، علامه، ح.، ۱۳۹۰. بایواستراتیگرافی سازند آبدراز در برش پادها بر مبنای استراکدها. *پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران تهران. دانشگاه تربیت معلم*، ۱۹۳-۱۹۸.
- موسوی فرد، ه.، ۱۳۹۲. بایواستراتیگرافی سازند کلات در برش چهچهه. *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد*، ۱-۱۱۰.
- مصطفوی، ب.، هادوی، ف.، علامه، م.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۹۴. بایواستراتیگرافی استراکدهای سازند آب تلخ در برش مزدوران. *فصلنامه علوم زمین*، ۹۹: ۲۱۳-۲۲۴.
- هادوی، ف.، علامه، م.، ۱۳۷۳. استراکدهای سازند آب تلخ در مقطع تیب. *ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران*، کرمان، ۶۸۹-۶۹۲.
- هادوی، ف.، ۱۳۷۷. میکروپالئولوژی، جلد اول. *انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد*، ۱۳۲ ص.
- Al-Abdul-Razzaq, S.S.Kh., & Grosdider, E., 1981. Ostracodes index species from the Cenomanian of the South shelf of the Tethys Sea. *Bulletin du Centre de recherches Elf Exploration Production*, 5 (2): 173- 191.
- Cohen, A.C., Dawn, E.P., & Rosalie, F., 2007. Ostracoda, Maddocks, Ostracoda. In: Carlton, J.T., (ed.), *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon*. Fourth Edition, *University of California Press*, Berkeley and Los Angeles, 417-446.
- Enelise, K., & Cabral, M., 2014. Ostracodes from the Upper Cretaceous deposits of the Potiguar Basin, northeastern Brazil. *Taxonomy, paleoecology and paleobiogeography*, Carnets de Géologie, 12 (14): 211-252.
- Grosdider, E., 1973. Associations ostracodes du Cretaceous du Iran. *Revue de l'Institut Francais du petrol*, 28: 131-168.
- Morsi, A., & Mahmoud, F., 2008. Maastrichtian-Early Eocene ostracodes from west-central Sinai, Egypt - taxonomy, biostratigraphy, paleoecology and paleobiogeography. *Revue de Paléobiologie, Genève*, 27 (1): 159-189.
- Majoran, S., Kucera, M., & Widmark, J.G.V., 1998. Maastrichtian Deep-Sea Ostracods from DSDP/ ODP Sites 327, 356, 525, 527, 528, 529 and 698 in the South Atlantic. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 30 (3): 59-73.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie En Mijnbouw*, 56: 37-65
- Tirul, R., Bell, I.K., Griffic, Y., & Camp, V.E., 1983. The Sistan suture zone of eastern Iran. *Geological society of American Bulletin*, 94: 134-150.

Late Cretaceous ostracods in Shushud section (North of Birjand)

Hadavi, F.^{1*}, Jalili, F.², Sanjary, S.³

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

2- Ph.D. in Paleontology and Stratigraphy, Department of Geology, University of Birjand, Birjand, Iran

3- Ph.D. student in Paleontology and Stratigraphy, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad International Campus, Mashhad, Iran

*E-mail: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir

Introduction

The flysch basin of eastern Iran is in the interval between two faults, Harirud fault in the east and Nehbandan fault in the west, consisting of thick deposits of flysch-like sediments (Aghanabaty, 2004). The study area locates in the flysch Basin of eastern Iran, on the southwest of Shushud village and in the north of Birjand (South Khorasan Province). This research carried out with the aim of identifying and introducing of ostracods and comparing the proposed biozones based on them with the provided biozones based on calcareous nannoplanktons in this region (Jalili *et al.*, 2011). The studied section that called "Shushud section" due to its place in the southwest of Shoshud village, locates 35 kilometers far from the north of Birjand. The thick of the studied sequence is 480 m and has a lower fault boundary with a gray limestone unit. The upper boundary is covered by limestone deposits conformably.

Methods and Materials

The sampling of this section was carried out with a focus on shale and marl beds. The samples size is about 500 gr. Samples are prepared in the following way: At first, they were placed in water for 24 hours that has 10 ccs of 15 percent hydrogen peroxide for every liter of water. Subsequently, they were washed with 30 and 60 mesh sieves and then the remaining deposits were discharged into separate containers and were dried. In the next step, the ostracods in each sediment sample were transferred to a slide by a 00 size brush and were studied by a reflected microscope.

Discussion

Ostracods are one of the most useful calcareous crustaceans that contain shells composed of calcareous and chitinous valves (Hadavi, 1998). Ostracods are able to live in all ecosystems and marine ostracods can live from low to high depths (about 2800 m). This microfossil group is found abundantly in marl, shale, calcareous marl, sand, silt and clay (Cohen, 2007). The Grosdidier (1973) report is one of the relatively comprehensive reports about ostracods of Iran that describes the ostracods in the Persian coastal region of Iran. The study of Shushud deposits has led to introduce 36 species belonging to 16 genera of ostracods. In this study, based on the occurrence of the identified species, three interval biozones have been recognized which are as follows: *Limburgina Formosa* Zone: This biozone, which covers the first 140 meters of Shushud section is defined with the first appearance of the species *Limburgina Formosa* to the first appearance of the species *Hermanites sagittal*. *Hermanites sagittal* Zone: The range of this biozone is characterized by the first appearance of the species *Hermanites sagittal* to the first appearance of the species *Schuleridea* sp.1 and including the thickness of 110 m of the studied section. *Schuleridea* sp.1 Zone: The first appearance of the *Schuleridea* sp.1 species indicates the beginning of this biozone and it is the last identified biozone in the Shushud section which continues up to the end of the section and its thickness is 230 m. In the current research, the ostracods of the formation compared with the calcareous nanofossils in the Shushud section in similar horizons in terms of age (Jalili *et al.*, 2014). After studying the nanofossils of the section, five CC20-CC26 nanofossil biozones of the Sissingh (1977) zoning were identified and the results of the study of ostracods were compared with the nanofossils. The *Limburgina formosa* biozone is almost equivalent to the *Cratolithoides aculeus* Zone (CC20) and has an age equivalent to the end of early Campanian. The *Hermanites sagittal* biozone is almost equivalent to the *Quadrum sissinghii* Zone (CC21) and is a part of the *Quadrum trifidum* Zone (CC22) and is equivalent to

the end of late Campanian. It is worth noting that the *Tranolithus phacelosus* Zone (CC23) and the *Reinhardtites levis* Zone (CC24) are defined in the age range of the Late Maastrichtian, but due to the studied sandstone beds did not have any nannofossil, the separation of these biozones was not possible. Therefore, *Hermanites sagittal* biozone is about equivalent to a part of the *Quadrum trifidum* Zone (CC22), the *Arkhangelskiella cymbiformis* Zone (CC25) and *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) and the age range of this biozone is the end of Late Maastrichtian.

Conclusion

The introduction of 16 genera and 36 species of ostracods was identified. The identified ostracods in this section have low diversity and variety because of the unfavorable environmental conditions of the basin, as well as the effect of diagenesis in the studied section which is evident due to the hardness of most of shale and Marl deposits. Based on the detected ostracods, 3 biozones have been identified for the studied section which are as follows: *Hermanites sagittal* Zone, *Limburgina Formosa* Zone and *Schuleridea* sp.1 Zone. According to the introduced biozones and their correlation with the results of the study of calcareous nannofossils, the age range of the Shushud section in the north of Birjand is suggested from the end of Campanian to Late Maastrichtian.

Keywords: Ostracod; Calcareous nannofossil; Upper Cretaceous; Shushud; Birjand.

References

- Aghanabaty, S.A., 2004. Geology of Iran. *Geological Survey and mineral exploration of Iran*, 1-586.
- Jalili, F., 2011. Stratigraphy and biostratigraphy of Upper Cretaceous- lower Eocene deposits in Shushud section (north of Birjand). *M.Sc. Thesis, University of Birjand*, 1-145.
- Hadavi, F., 1998. Micropalaeontology. *Ferdowsi University Press, Mashhad*, 1: 1-132.
- Jalili, F., Hadavi, F., & Natighi Moghaddam, M., 2014. Biostratigraphy of the Cretaceous deposits based on Calcareous Nannofossils in Shushud section (North Birjand). *Sedimentary facies*, 208-217.
- Cohen, A.C., Dawn, E.P., & Rosalie, F., 2007. Ostracoda, Maddocks, Ostracoda. In: James T, Carlton., (ed.), *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon*. Fourth Edition, *University of California Press, Berkeley and Los Angeles*, 417-446.
- Grosdider, E., 1973. Associations ostracodes du Cretaceus du Iran. *Revue de l'Institut Francais du petrol*, 28: 131-168.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie En Mijnbouw*, 56: 37-65.