

نانواستراتیگرافی نهشته‌های پلیوسن برش خرچنگ (حوضه پاراتیس شرقی جنوب دریای خزر)

عادل براری^{۱*}، فاطمه هادوی^۲

۱- دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

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

*پست الکترونیک: adel.barari@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۸

چکیده

فراوانی نسبی، محدوده چینه‌شناسی کوتاه و گسترش جغرافیایی نانوفسیل‌های آهکی، آن‌ها را به عنوان شاخصی کارآمد و مفید در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری مطرح ساخته است. واحدهای سنگ‌چینه‌نگاری مقطع خرچنگ شامل ضخامت‌های مختلفی از رسوبات مارنی و ماسه‌سنگی و تناوب ماسه‌سنگ و مارن و همچنین آهک می‌باشند. در این مقاله تعداد ۲۳ جنس و ۴۳ گونه مختلف از نانوفسیل‌های آهکی مقطع خرچنگ شناسایی شدند. کولیت‌های این منطقه تنوع نسبتاً زیاد و حفظ شدگی خوب دارند. با توجه به گسترش چینه‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی، برش مورد مطالعه، با زیست‌زون NN14 از زیست پهنه‌بندی Martini (1971) هم‌خوانی دارد. بر این مبنای نهشته‌های قاعده برش خرچنگ پلیوسن پیشین (زانسلین) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پاراتیس؛ دریای خزر؛ خرچنگ؛ نانوفسیل‌های آهکی.

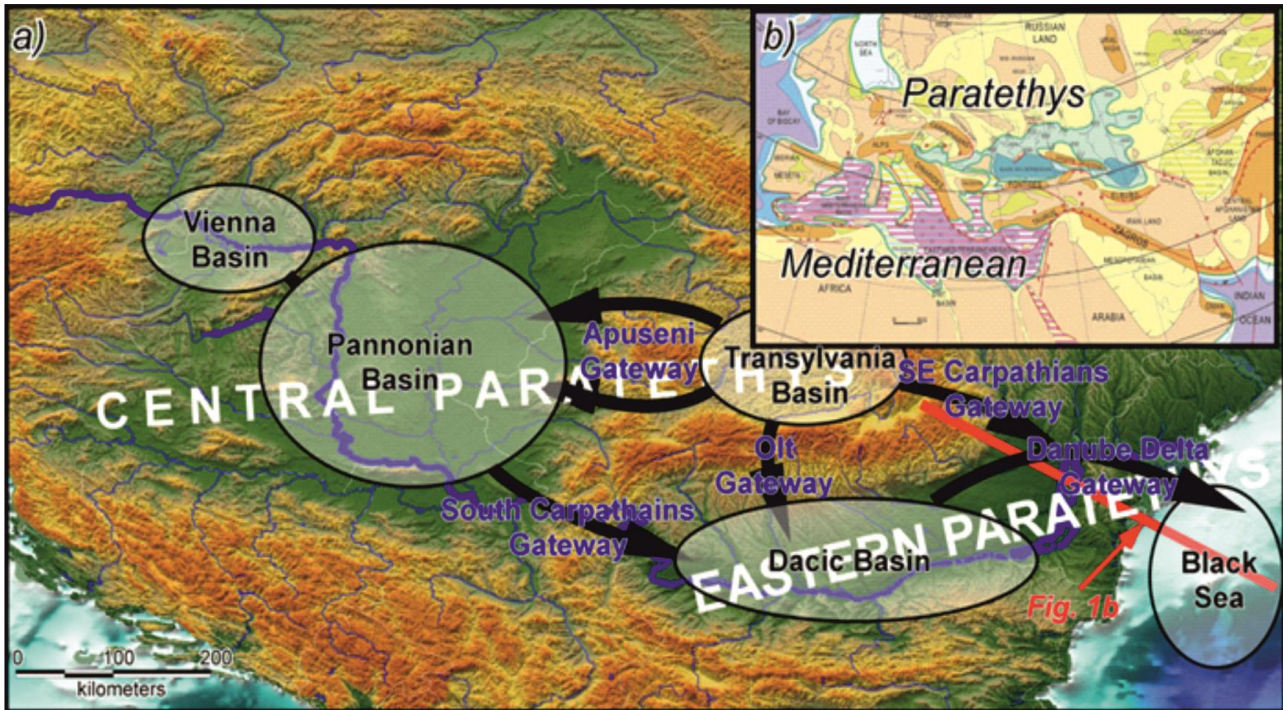
مقدمه

نهشته‌های لب شور می‌باشد و محدوده گسترش آن از دره رودخانه رن در جنوب شرق فرانسه تا ترکمنستان در جنوب شرق روسیه است. این حوزه وسیع متناسب با تحول و تکوین کوه‌های آلپ، کارپات، بالکان، قفقاز، پونتید، کپه‌داغ و البرز به چندین حوزه کوچکتر تقسیم می‌شود: پاراتیس شرقی، غربی و مرکزی (شکل الف، ب).

پاراتیس شرقی

همان‌طور که در بالا ذکر شد، در ابتدای میوسن فوقانی حوزه پاراتیس به چند حوزه تقسیم شده بود که شامل پاراتیس شرقی، دریای سیاه و دریای خزر است و بخشی از

در ابتدای دوره پالئوژن همراه با تکوین کوه‌های آلپ، دریای تیس به دو حوزه مجزا تقسیم می‌شود. این دو حوزه همراه با جنبش‌های مرحله‌نهایی کوه‌زایی آلپی و طی دوره نئوژن به تدریج تکامل می‌یابند (موسوی روحبخش، ۱۳۸۰). با آغاز میوسن فوقانی جدایش بین این دو حوزه کامل شده و حوزه جنوبی آن به صورت دریای مدیترانه کنونی تکوین یافته که در ارتباط با اقیانوس اطلس است و حوزه شمالی آن که یک محیط لب شور بوده، حوزه پاراتیس را ایجاد می‌کند. این حوزه به جز دوره‌های کوتاه از دریای مدیترانه مجزا بوده و با دریا‌های باز ارتباطی نداشته است. امروزه، عموماً حوزه پاراتیس دارای



شکل ۱: محدوده گسترش حوزه پاراتتیس P,1965 Reinhardt.

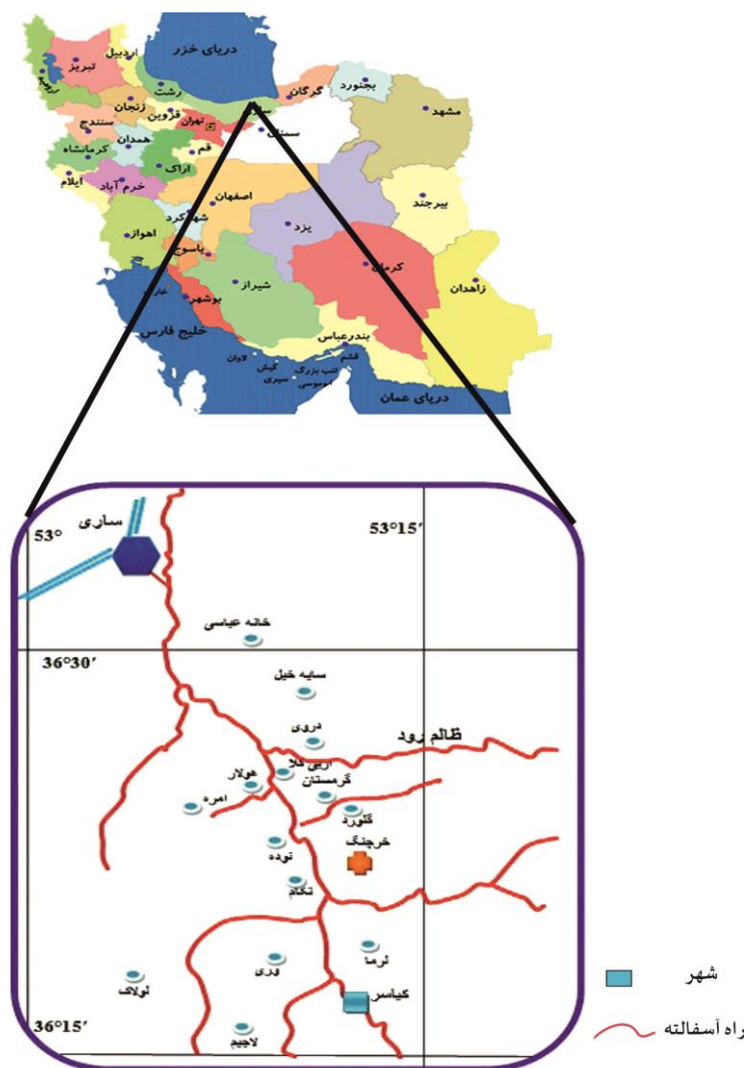
تاریخچه مطالعات

رسوبات نئوژن در ایران، از رخساره تتیس در نهشته‌های وسیعی از ایران مرکزی و زاگرس گسترش دارند، و رسوبات پاراتتیس محدود به دشت ساحلی خزر و منطقه واقع در بخش شمال گسل شمال البرز می‌باشند. یاسینی (۱۳۶۰) در مطالعات چینه‌نگاری و فسیل‌شناسی بر روی رسوبات نئوژن حوزه پاراتتیس جنوب دریای خزر، به شرح چینه‌نگاری رسوبات پرداخته است و مطالعات فسیل‌شناسی صورت گرفته بر مبنای استراکود و روزن‌داران منتشر شده است. هادوی (۱۳۷۵) بر اساس طرح تحقیقاتی با عنوان مطالعه نانوپلانکتون‌های نهشته‌های نئوژن مناطق شمالی ایران، رسوبات جنوب دریای خزر (علمده تا نکارود) را بررسی کرده است و به معرفی نانوپلانکتون‌های آهکی در برش مطالعه شده می‌پردازد، اما تاکنون مطالعات جامعی بر روی نانوفسیل‌های آهکی رسوبات پاراتتیس شرقی انجام نشده است.

مغان و استان مازندران ساحل جنوبی آن را تشکیل می‌دهند. مزوپاراتتیس شامل سیکل رسوبی است که از این پس در دریای پاراتتیس شرقی به وجود می‌آید.

برش خرچنگ

منطقه مورد مطالعه در حوزه پاراتتیس شرقی قرار دارد و غالباً پوشیده از جنگل است. برش انتخاب شده در ۱۰ کیلومتری جنوب ساری و در شمال دهکده خرچنگ (شکل ۲) با طول جغرافیایی $35^{\circ} 10' 53''$ و عرض جغرافیایی $3^{\circ} 23' 03''$ قرار دارد. سنگ شناسی نهشته‌های مذکور از ماسه‌سنگ‌های نرم و دانه ریز به رنگ زرد و مارن‌های ماسه‌ای خاکستری آبی و زرد و سنگ رسی ماسه‌ای زرد و قهوه‌ای تشکیل شده است این برش ۲۶۰ متر ضخامت دارد که بر روی لایه‌های قدیمی‌تر قرار دارد (شکل ۳). گاهی لایه‌های نازکی از میکروکنگلوامرا دیده می‌شود و در لابه‌لای لایه‌های ماسه‌سنگی گاهی آثار فسیلی تشخیص داده می‌شود.



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه.

روش نمونه برداری

معمولاً نانوفسیل های آهکی در رسوبات دانه ریز پلاژیک مانند مارن، شیل و رس به وفور یافت می شوند. عواملی مانند دیاژنز، انحلال و تبلور مجدد بر روی حفظ شدگی نانوفسیل های آهکی مؤثر است.

به دلیل اندازه بسیار کوچک نانوفسیل ها و جلوگیری از عوامل مخرب مانند هوازدگی و عدم آلودگی، نمونه برداری باید با دقت زیاد انجام گردد. به منظور دستیابی به نمونه های تازه و غیرهوازده، بهتر است نمونه برداری از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر صورت گیرد. از این رو

تعداد ۳۵ نمونه برداشت و جهت اهداف زیر آماده سازی و

مطالعه شده است:

۱. معرفی نانوفسیل های آهکی.

۲. معرفی زیست زون های موجود و نهایتاً سن یابی برش مورد مطالعه.

آماده سازی نمونه های نانوفسیل به روش اسمیر اسلاید^۱ صورت گرفت. از این روش جهت مطالعه نانوفسیل های آهکی توسط میکروسکپ نوری (LM) استفاده می شود. این روش برای آماده سازی نمونه های مارنی بسیار مناسب و

¹ Smear slide

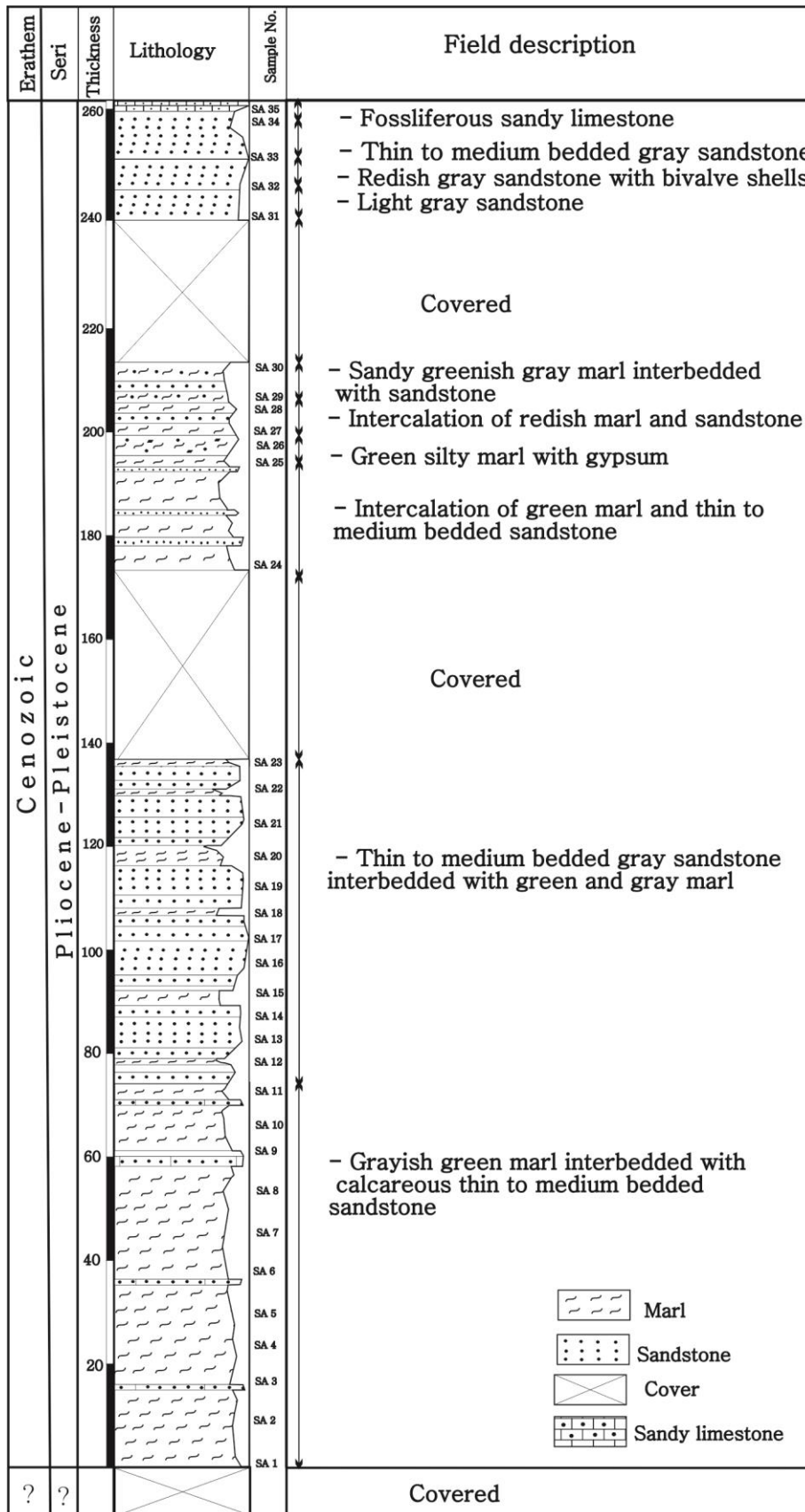
در اقیانوس‌های کنونی به فراوانی یافت می‌شوند. از نظر گسترش زمانی گزارش‌های پراکنده‌ای در خصوص نانوپلانکتون‌ها ارائه شده است، اما در حال حاضر ظهور آن‌ها در طبقات رسوبی تریاس پسین (نورین - رتین) محرز است و تا کنون نیز با بیش از صدها جنس و گونه در آب‌های اقیانوسی و حوضه‌های کولابی زیست می‌کنند. نانوپلانکتون‌های آهکی به سبب گسترش جغرافیایی وسیع و بازه زمانی کوتاه از ابزار مهم در زیست‌چینه‌نگاری محسوب می‌شوند.

این فسیل‌ها در برش مورد مطالعه به فراوانی یافت می‌شوند، از حفظ شدگی خوب برخوردارند، به ویژه *Discoaster* که از رشد اضافی و انحلال مصون مانده‌اند و تنوع گونه‌ای نسبتاً فراوان دارند. در مجموعه فسیلی شناخته شده تعدادی فسیل انتقال داده شده^۲ از دوران مزوزوئیک مانند گونه‌های *Calculites obscurus*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Eiffellithus*, *Eiffellithus gorkae*, *Calculites ovalis*, *Watznaueria*, *Micula concava*, *turriseiffelii*, *barnesae* و *Watznaueria biporta* و برخی گونه‌های پالئوژن مانند *Chiasmolithus*, *Chiasmolithus bidens*, *Cribrocenrum*, *Coccolithus pelagicus nitidus*, *Discoaster*, *Cruciplacolithus tenuis martini*, *Discoaster*, *Discoaster kuepperi deflandrei*, *Ericsonia*, *Ellipsolithus lajollaensis*, *kugleri*, *Fasciculolithus tympaniformis staerkeri*, *Helicosphaera*, *Helicosphaera reticulata*, *Neochiastozygus concinnus*, *seminulum*, *Prinsius martini*, *Neochiastozygus imbrii* و *Sphenolithus radians*, *Sphenolithus ciperoensis* و غالباً *Triquetrorhabdulus carinatus* و گونه‌هایی که غالباً

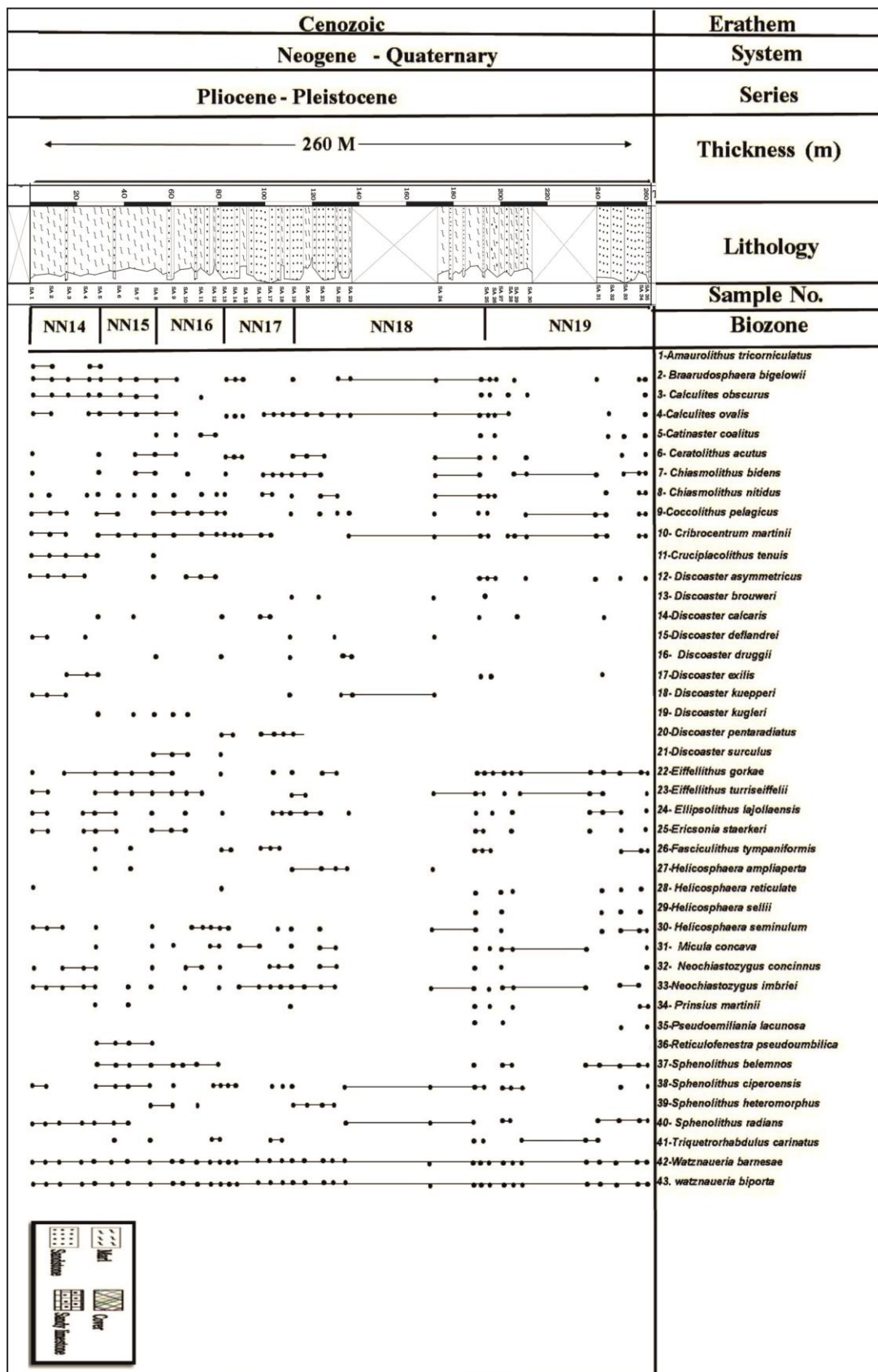
برای تمام لیتولوژی‌های دیگر به جز سخت‌ترین رسوبات، قابل استفاده است، همچنین در این روش هیچ گونه نانوفسیلی از نمونه خارج نمی‌شود (Bown & Young, 1998). در نتیجه شمارش گونه‌ها که اساس مطالعات آماری و در نتیجه زیست محیطی است، بسیار مفید می‌باشد. ابتدا بخش کوچکی از نمونه را انتخاب می‌کنیم و سطح آن را با کاردک مخصوص که قبلاً شسته و خشک شده است، می‌تراشیم تا سطح هوازده آن برداشته شود. سپس مقدار کمی از نمونه را روی لامل قرار داده و یک قطره آب مقطر توسط قطره چکان روی لامل می‌ریزیم که در این حالت محلول نسبتاً غلیظی ایجاد می‌شود. محلول فوق را به وسیله یک خلال دندان روی لامل پخش می‌کنیم. لامل مذکور باید به سرعت روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک شود. سپس نمونه به وسیله چسب مخصوص بر روی لام چسبانده و خشک می‌شود. به منظور مطالعه مقاطع نازک و اسلایدهای تهیه شده، از میکروسکپ نوری Olympus مدل BH2 و عدسی شیئی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ و برای تفکیک برخی گونه‌ها از تیغه ژئیس استفاده شده است. سپس نمونه‌های مقطع خرچنگ توسط دوربین دیجیتال عکس برداری گردیدند (تصاویر گونه‌های شناسایی شده در پلیت‌های ۱ تا ۴ آورده شده است). به منظور بررسی نهشته‌های مورد مطالعه در برش خرچنگ، تعداد ۳۵ نمونه برداشت گردید (شکل ۳ و ۴).

نانوپلانکتون‌های آهکی

نانوپلانکتون‌های آهکی منحصراً موجودات پلانکتونیک دریایی (جلبک دریایی تک سلولی) هستند که در اقیانوس‌های باز - محیط پلاژیک تا محیط نزدیک به ساحل و لاگونی پراکنده‌اند که از نظر ریخت شناسی گروه متنوعی را تشکیل می‌دهند. از مهم‌ترین آن‌ها کوکولیت‌ها هستند که سلول زنده آن‌ها کوکولیتوفور نامیده می‌شود و



شکل ۳: ستون سنگ چینه نگاری برش خرچنگ.



شکل ۴: گسترش زیست چینه‌ای نانوفسیل‌های آهکی منطقه مورد مطالعه در برش خرچنگ.

مؤلف: Gartner (1969)

محدوده سنی: پلیوسن پیشین (زانسلین)

زیست‌زون مذکور در این برش ۲۸ متر ضخامت دارد و در قاعده نهشته‌های برش خرچنگ شناسایی گردید.

ملاحظات

از آن‌جا که گونه‌های متعلق به جنس‌های مذکور تقریباً در تمامی نمونه‌ها وجود دارند، انتساب آن‌ها به نئوژن محقق است. به طور مثال گونه‌های *Sphenolithus belemnus* و *Sphenolithus heteromorphus* گونه‌های *Ceratolithus* و *Amaurolithus tricorniculatus* و گونه‌های *Discoaster acutus* و *Discoaster brouweri*، *Discoaster exilis*، *Discoaster druggii*، *calcaris*، *Discoaster pentaradiatus*، *Discoaster kugleri* و *Discoaster surculus* و *Discoaster asymmetricus* مشاهده شد. شایان ذکر است با توجه به حضور جنس‌های *Amaurolithus* و *Ceratolithus* در میوسن پسین و حضور گونه *Amaurolithus tricorniculatus* در اولین نمونه که قاعده نهشته‌های مطالعه شده را نشان می‌دهد، دلالت بر قدیمی‌تر نبودن نهشته‌های مذکور از میوسن پسین است، اما حضور گونه *Discoaster asymmetricus* که در پلیوسن پیشین ظاهر می‌شود و در قاعده ضخامت مورد مطالعه نشانگر بازه سنی پلیوسن آغازی برای لبه پایینی این توالی رسوبی است. از آن‌جا که گونه مذکور در سرتاسر برش مورد مطالعه وجود دارد، می‌توان سن این نهشته‌ها را به پلیوسن آغازی نسبت داد که با زیست‌زون NN14 از زیست‌پهنه‌بندی استاندارد Martini (1971) هم‌خوانی دارد. با توجه به این که زیست‌زون NN15 با آخرین حضور گونه *Amaurolithus tricorniculatus* شروع می‌شود و گونه مذکور در آخرین نمونه مورد مطالعه یافت می‌شود، متأسفانه در حال حاضر نمی‌توانیم سن لبه بالایی این

مربوط به نئوژن هستند نظیر *Catinaster coalitus*، *Helicosphaera sellii*، *Helicosphaera ampliaperta*، *Reticulofenestra*، *Pseudoemiliana lacunosa* و *Sphenolithus belemnus*، *pseudoumbilica* و *Sphenolithus heteromorphus* دیده می‌شوند. بر اساس مطالعات کنونی تعداد ۲۳ جنس و ۴۳ گونه از نانوفسیل‌های آهکی گزارش و عکس‌برداری شده‌اند. گونه‌های شاخص نئوژن از قبیل *Ceratolithus*، *Sphenolithus* و *Discoaster* در اکثر مقاطع مورد مطالعه مشاهده می‌شوند. این گونه‌ها عبارتند از *Amaurolithus tricorniculatus*، *Discoaster asymmetricus*، *Ceratolithus acutus*، *Discoaster calcaris*، *Discoaster brouweri*، *Discoaster druggii*، *Discoaster exilis* و *Discoaster surculus* و *pentaradiatus*.

زیست‌چینه‌نگاری برش مورد مطالعه

در مطالعات زیست‌چینه‌ای انجام شده از زیست‌پهنه‌بندی Martini (1971) استفاده شده است. در این زیست‌پهنه‌بندی علامت اختصاری NN بیانگر نانوپلانکتون‌های نئوژن^۳ است. زیست‌پهنه‌بندی‌های نئوژن بر اساس سه گروه *Discoaster*، *Sphenolithus* و *Ceratolithus* از نانوفسیل‌ها صورت می‌گیرد (Perch Nielson, 1985a). در مطالعات کنونی تعداد ۲۳ جنس و ۴۳ گونه از نانوفسیل‌های آهکی گزارش و عکس‌برداری شده‌اند. لازم به یادآوری است که نمونه‌ها از حفظ‌شدگی متوسط تا خوب برخوردارند.

DISCOASTER ASYMMETRICUS ZONE (NN14)

تعریف: از اولین حضور گونه *Discoaster asymmetricus* تا آخرین حضور گونه *Amaurolithus tricorniculatus*

نتیجه‌گیری

بر مبنای مطالعات کنونی تعداد ۲۳ جنس و ۴۳ گونه در نهشته‌های مورد مطالعه شناسایی شده است و سن نهشته‌های مذکور پلیوسن آغازی معرفی می‌شود که با زیست‌زون NN14 از زیست پهنه‌بندی استاندارد Martini (1971) مطابقت دارد.

نهشته‌ها را مشخص کنیم. امید است که در آینده با مطالعات میدانی وسیع‌تر و مشاهده احتمالی نانوفسیل‌های آهکی در لایه‌های فوقانی بتوان لبه بالایی این نهشته را نیز سن‌یابی کرد.

منابع

- موسوی روحبخش، م.، ۱۳۸۰. زمین‌شناسی دریای خزر. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- هادوی، ف.، ۱۳۷۵. مطالعه نانویلاتکتون‌های نهشته‌های نئوژن مناطق شمالی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد، گزارش داخلی.
- یاسینی، ا.، ۱۳۶۰. نگاهی به رسوبات نئوژن حوضه پاراتتیس جنوب دریای خزر در منطقه واقع بین علمده تا نکارود (شمال گسل شمالی البرز). نشریه انجمن نفت، (۲) ۸۳.
- Black, M., Barnes, B., 1959. The structure of Coccoliths from the English Chalk. *Geological Magazine*, 96: 321-328.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall. London: 16- 28.
- Bramlette, M.N., & Wilcoxon, J.A., 1967. Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad. W.I. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 5, 93-131.
- Bramlette, M.N., & Martini, E., 1964. The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. *Micropaleontology*, 10 (2): 291-322.
- Bramlette, M.N., & Riedel, W.R., 1979. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. *Journal of Paleontology*, 28: 385-403.
- Bramlette, M.N., & Sullivan, J.A., 1961. Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad. W.I. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 5: 93-131.
- Bukry, D., 1969. Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 2: 1-79.
- Bukry, D., 1973. Coccolith stratigraphy Eastern Equatorial Pacific, Leg 16 Deep Sea Drilling Project. *Institute Republication of Deep Sea Drilling Project*. 16: 653-711.
- Bukry, D., & Bramlette, M.N., 1969. Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic. *Tulane Studies in Geology*, 7: 131-142.
- Bukry, D., & Percival, S.F., 1971. New Tertiary calcareous nannofossils. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 8: 123-146.
- Deflandre, G., 1959. Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Revue de Micropaleontologie*, 2: 127-152.
- Gartner, S., 1967. Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica, and Gulf of Mexico. *Paleontological Contributions. University of Kansas*, 29: 1-7.
- Gartner, S., 1969. Correlation of Neogene planktonic foraminifera and calcareous nannofossil zones. *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies*, 19: 585-599.
- Gartner, S., & Bukry, D., 1974. *Ceratolithus acutus* Gartner and Bukry n. sp. and *Ceratolithus amplificus* Bukry and Percival - nomenclatural clarification. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 11: 115-118.
- Gran, H.H., & Braarud, T., 1935. A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity). *Journal of the Biological Board of Canada*, 1: 279-467.
- Hay, W.W., & Mohler, H.P., 1967. Calcareous nannoplankton from Early Tertiary rocks at Point Labau, France and Paleocene-Early Eocene correlations. *Journal of Paleontology*, 41(6): 1505-1541.

- Hay, W.W., Mohler, H.P., Roth, P.H., Schmidt, R.R., & Boudreaux, J. E., 1967. Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean- Antillean area, and transoceanic correlation. *Trans. Gulf Coast Association geological Society*, 17: 428-80.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proceeding Planktonic Conference*, 739-785.
- Martini, E., & Bramlette, M.N., 1963. Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole drilling. *Journal of Paleontology*, 37: 845-855.
- Martini, E., Stradner, H., 1960. Nannotetraster, eine stratigraphisch bedeutsame neue Discoasteridengattung. *Erdoel-Zeitschrift*, 76: 266-270.
- Perch-Nielsen, K., 1971. Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 427-554.
- Reinhardt, P., 1964. Einige Kalkflagellaten-Gattungen (Coccolithophoriden, Coccolithineen) aus dem Mesozoikum Deutschlands. *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 6: 749-759.
- Reinhardt, P., 1965. Neue Familien für fossile Kalkflagellaten (Coccolithophoriden, Coccolithineen). *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 7: 30-40.
- Stradner, H., 1961. Die fossilen Discoasteriden Österreichs. II. *Erdöl-Zeitschrift*, 75, 472-488.
- Tan, S.H., 1927. Discoasteridae incertae sedis. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Section Science*, 30: 411-419.
- Wallich, G.C., 1877. Observations on the coccosphere. *Annals and Magazine of Natural History*, 19: 342-350.

Plate 1

1. *Discoaster brouweri* Tan (1927) emend. Bramlette & Riedel (1979)
2. *Discoaster pentaradiatus* Tan (1927) emend. Bramlette & Riedel (1954)
3. *Discoaster surculus* Martini & Bramlette (1963)
- 4, 5. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner, 1967) Gartner (1969c)
6. *Discoaster asymmetricus* Gartner (1969c)
7. *Ceratolithus acutus* Gartner & Bukry (1974)
8. *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini (1965)
9. *Discoaster quinquuramus* Gartner (1969c)
10. *Discoaster surculus* Martini & Bramlette (1963)
11. *Discoaster hamatus* Martini & Bramlette (1963)
12. *Catinaster coalitus* Martini & Bramlette (1963)
13. *Discoaster kugleri* Martini & Bramlette (1963)
14. *Discoaster exilis* Martini & Bramlette (1963)
- 15, 16. *Helicosphaera* sp

Plate 2

All figures light micrographs magnified X 1000

- 1, 2. *Minylitha convalis* Bukry (1973c)
3. *Fasciculithus tympaniformis* Hay & Mohler in Hay *et al.* (1967)
4. *Sphenolithus* sp.
5. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre (1953)
6. *Helicosphaera reticulata* Bramlette & Wilcoxon (1967)
7. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947)
8. *Discoaster druggii* Bramlette & Wilcoxon (1967)
9. *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh (1977)
10. *Helicosphaera seminulum* Bramlette & Sullivan (1961)
11. *Eiffellithus gorkae* Reinhardt (1965)
12. *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt (1965)
13. *Neochiastozygus imbrii* Haq & Lohman (1976)
14. *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay & Mohler in Hay *et al.* (1967)
15. *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins & Sissingh in Sissingh (1977)

16. *Lucianorhabdus* sp.

Plate 3**All figures light micrographs magnified X 1000**

1. *Discoaster brouweri* Tan (1927) (emend. Bramlette & Riedel, 1954)
2. *Chiasmolithus nitidus* Perch-Nielsen (1971)
3. *Discoaster kuepperi* Stradner (1959)
4. *Discoaster* sp.
- 5, 6. *Discoaster kugleri* Martini & Bramlette (1963)
7. *Chiasmolithus bidens* (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay and Mohler, 1967
8. *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay *et al.*, 1967
9. *Amaurolithus tricorniculatus* (Gartner, 1967) Gartner and Bukry, 1975
10. *Helicosphaera* sp.
11. *Helicosphaera ampliaperta* Bramlette and Wilcoxon, 1967
12. *Lucianorhabdus* sp

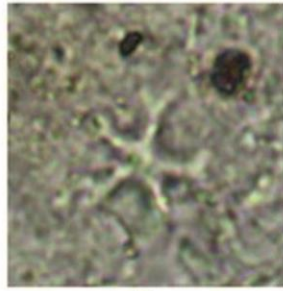
Plate 4**All figures light micrographs magnified X 1000**

- 1, 2. *Discoaster deflandrei* Bramlette and Riedel, 1954
3. *Discoaster calcaris* Gartner, 1967
4. *Discoaster* sp.
- 5, 6. *Neochiastozygus concinnus* (Martini, 1961) Perch-Nielsen, 1971
- 7, 8. *Ericsonia staerkeri* Bown, 2005
9. *Ellipsolithus lajollaensis* Bukry and Percival, 1971
- 10, 11, 12. *Discoaster asymmetricus* Gartner, 1969

Plate 1



1



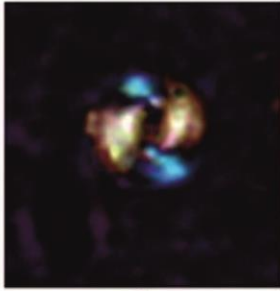
2



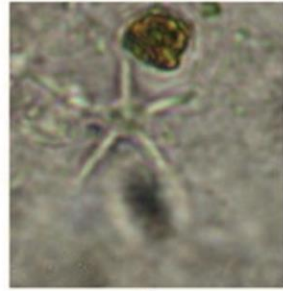
3



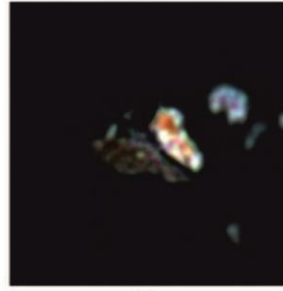
4



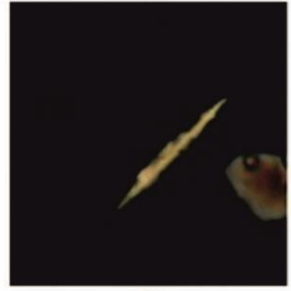
5



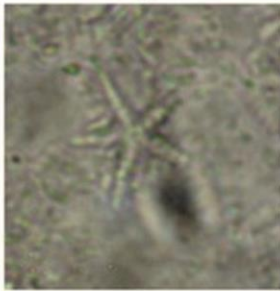
6



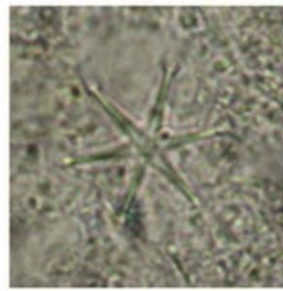
7



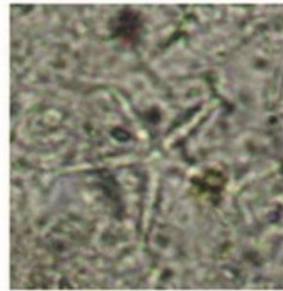
8



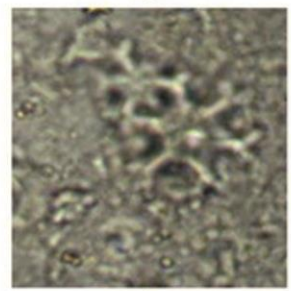
9



10



11



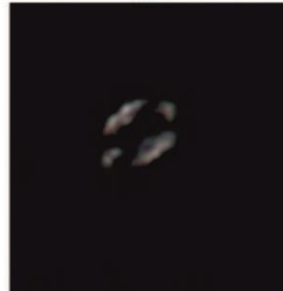
12



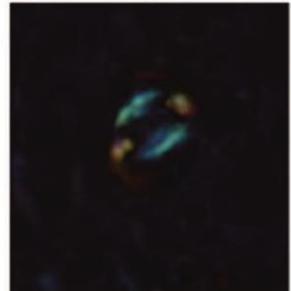
13



14

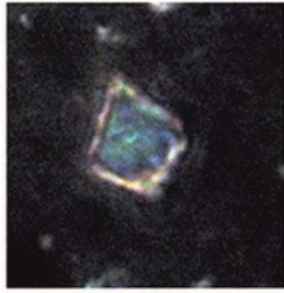


15

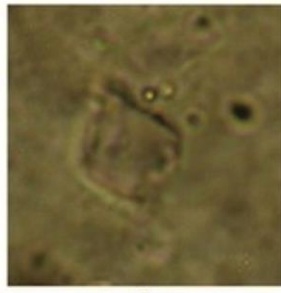


16

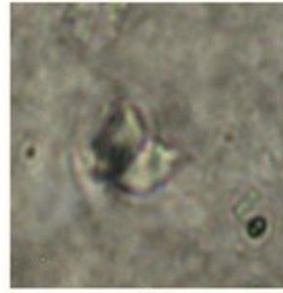
Plate 2



1



2



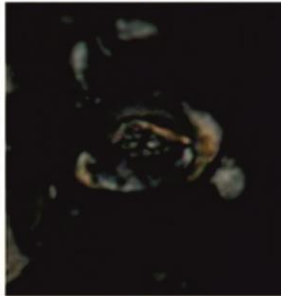
3



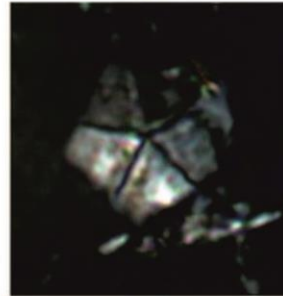
4



5



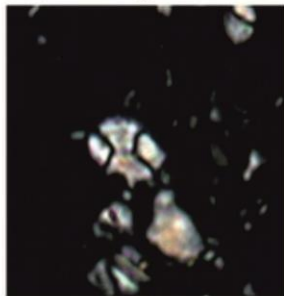
6



7



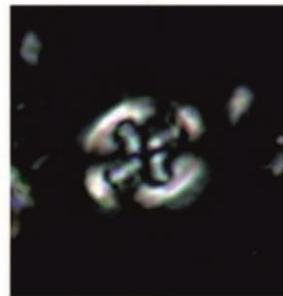
8



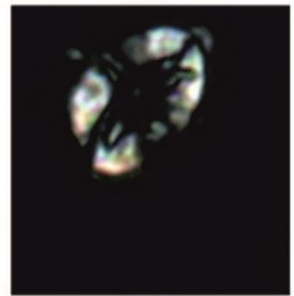
9



10



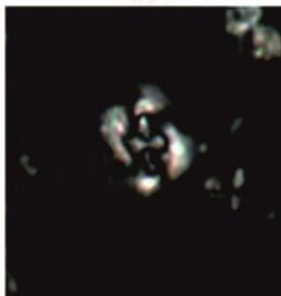
11



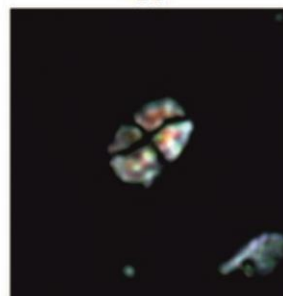
12



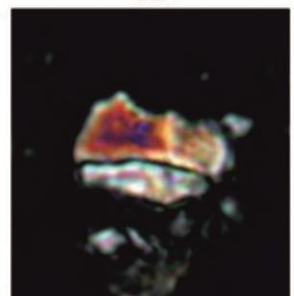
13



14

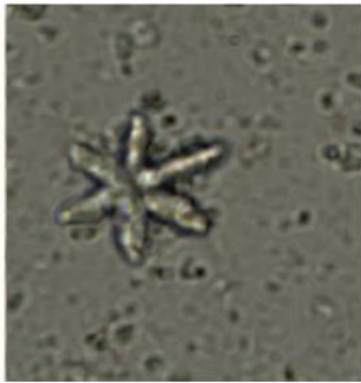


15

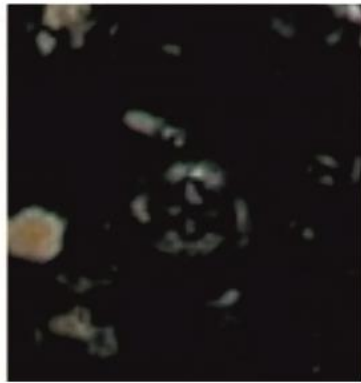


16

Plate 3



1



2



3



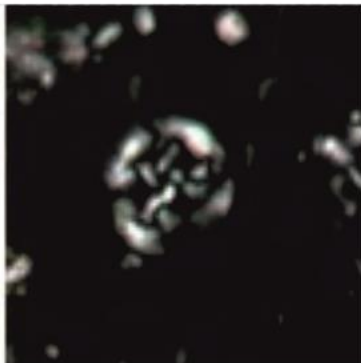
4



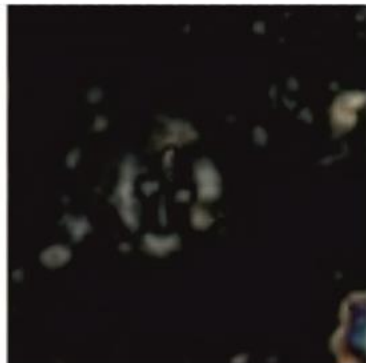
5



6



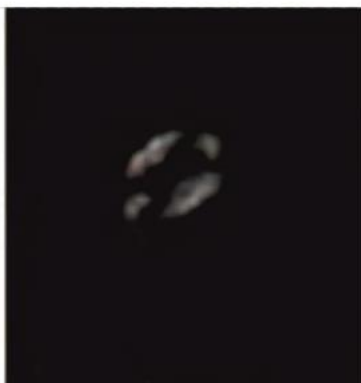
7



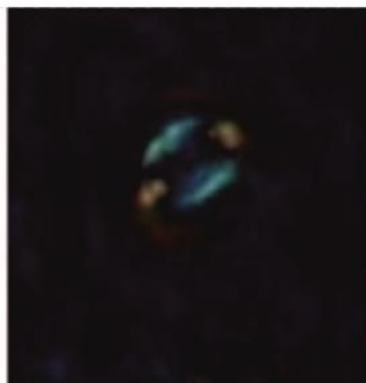
8



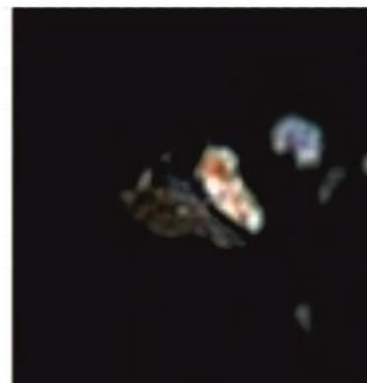
9



10



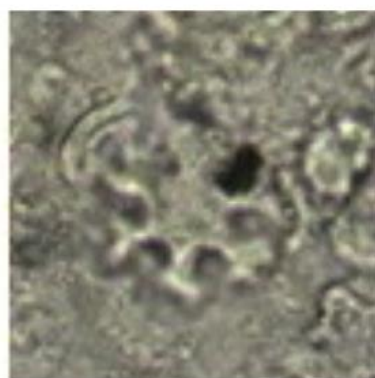
11



12



1



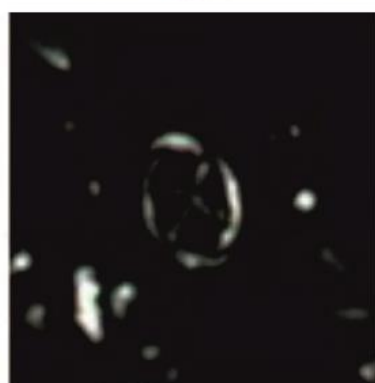
2



3



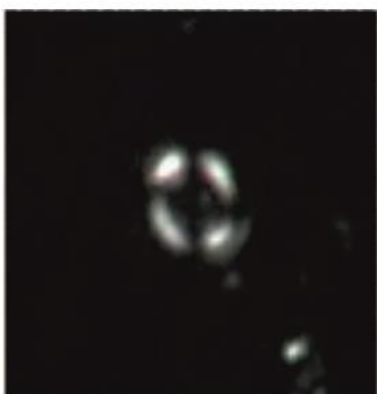
4



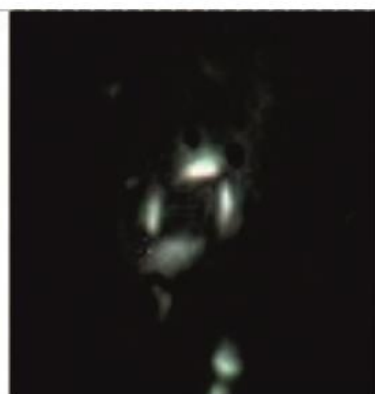
5



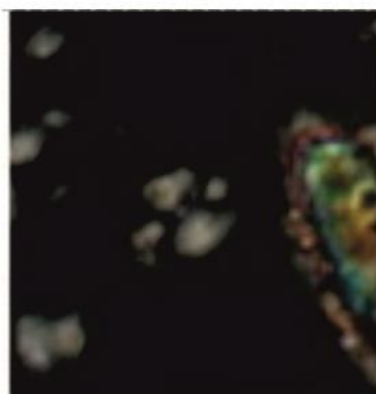
6



7



8



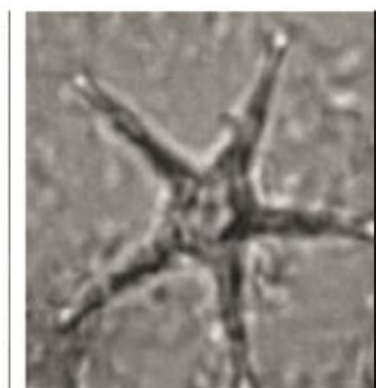
9



10



11



12

Nannostratigraphy of the Pliocene deposits in Kharchang section (Eastern Paratethys of South Caspian Sea)

Barari, A.^{1*}, Hadavi, F.²

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

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

* E-mail: adel.barari@gmail.com

Introduction

In this research, Calcareous Nannofossils of the Kharchang section have been studied. The area under study is located in the eastern Paratethys and the section with 260 meters thickness is located 10 kilometers far in south of Sari city and in the north of the Kharchang village. The lithology of the deposits consists of soft, yellow fine grained sandstones, gray, blue and yellow sandstone, and yellow and brown sandy claystone.

Material and Methods

In this study, 35 samples from the Kharchang section have been studied. Samples were prepared as smear slide method. In order to study of the thin sections and the prepared slides, Olympus Optical Microscope (BH2) with an object lens with a magnification of 100 was used and the gypsum plate was used for distinguishing certain species. In general, 23 genera and 43 species of the calcareous nannofossils have been recognized in this section.

Discussion

Nannofossils are suitable for biostratigraphical studies since they are abundant, planktonic, rapidly evolving and largely cosmopolitan. These fossils are found abundantly in the section and they are well preserved, especially *Discoasters*, which are protected from excess growth and dissolution and have a fairly large variety of species. The coccoliths in this section have relatively high diversity and good preservation. The biostratigraphic studies are done based on Martini (1971) zoning. In this zonation, the NN abbreviation represents Neogene nanoplanktons (Nannoplankton Neogene).

Based on the identified nannofossils, age of the lower part of this section is Early Pliocene (Zanclean) corresponding to NN14 (Martini, 1971).

In the known fossil assemblage, a number of reworked Mesozoic fossils are seen such as *Braarudosphaera bigelowii*, *Calculites obscurus*, *Calculites ovalis*, *Eiffelithus gorkae*, *Eiffelithus turriseiffelii*, *Micula concava*, *Watznaueria barnesae* and *Watznaueria biporta* and some Palaeogene species such as *Chiasmolithus bidens*, *Chiasmolithus nitidus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cribraculum martini*, *Cruciplacolithus tenuis*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster kuepperi*, *Discoaster kugleri*, *Ellipsolithus lajollaensis*, *Ericsonia staerkeri*, *Fasciculithus tympaniformis*, *Helicosphaera reticulata*, *Helicosphaera seminulum*, *Neochiastozygus concinnus*, *Neochiastozygus imbricatus*, *Prinsius martini*, *Sphenolithus ciperoensis*, *Sphenolithus radians* and *Triquetrorhabdulus carinatus* present and species commonly associated with the Neogene are *Catinaster coalitus*, *Helicosphaera ampliaperta*, *Helicosphaera sellii*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Sphenolithus belemnoides* and *Sphenolithus heteromorphus*.

The age that have been suggested for the studied section are introduced as follows:

DISCOASTER ASYMMETRICUS ZONE (NN14)

Definition: From the first occurrence of *Discoaster asymmetricus* to the last occurrence of *Amaurolithus tricorniculatus*

Author: Gartner (1969)

Age range: Early Pliocene (Zanclean)

The mentioned zone is 28 meters thick in the Kharchang section and the biozone was identified in the base of the section.

Considerations: Because the species belonging to the mentioned genera are present in almost all specimens, their attribution to Neogene is ascertained. For example, the species *Sphenolithus belemnoides*, *Sphenolithus heteromorphus*, *Amaurolithus tricorniculatus*, *Ceratolithus acutus*, *Discoaster brouweri*, *Discoaster calcaris*, *Discoaster druggii*, *Discoaster exilis*, *Discoaster kugleri*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster surculus* and *Discoaster asymmetricus* were observed. It should be noted that due to the presence of the *Amaurolithus* and *Ceratolithus* genera in the Late Miocene and the presence of the *Amaurolithus tricorniculatus* species in the first specimen, which is present at the basis of the studied deposits, it is indicative of the absence of deposits older than Late Miocene, but the *Discoaster asymmetricus* species appearing in the Lower Pliocene and at the base of the studied thickness indicates the age of Pliocene is the beginning of this sedimentary sequence. Since the species has been present throughout the studied section, the age of these deposits can be attributed to the Early Pliocene, which is compatible with the NN14 zone of the Standard Zoning of Martini (1971). Regarding the fact that the NN15 biozone begins with the last occurrence of *Amaurolithus tricorniculatus*, and the species is found in the last sample, unfortunately we cannot currently determine the age of the top of these deposits.

Conclusion

In this research, Calcareous Nannofossils of the Kharchang section have been studied. The section with 260 meters thickness consists of soft, yellow fine grained sandstones, gray, blue and yellow sandstone, and yellow and brown sandy claystone. Based on the current studies, 23 genera and 43 species have been identified in the 35 studied samples and the age of these deposits is the Early Pliocene, which corresponds with the NN14 zone of the standard zoning of Martini (1971)..

Keywords: Paratethys; Caspian Sea; Kharchang; calcareous nannofossils.

References

- Gartner, S., 1969. Correlation of Neogene planktonic foraminifera and calcareous nannofossil zones. *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies*, 19: 585-599.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proceeding Planktonic Conference*, 739-785.