پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی
سال بیست و نهم، شماره پیاپی ۵۰، شماره اول، بهار ۱۳۹۲
تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۸
صص ۷۸-۵۹

بایوستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی اواخر مایستریشتین- ابتدای پالئوسن در برش شیخ مکان (یال شمال شرقی کبیرکوه)

محمد پرندآور، *کارشناس ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین شناسی کشور* *
اعظم ماهانی پور، *استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان*
سیدعلی آقانباتی، *دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال*

چکیده

در پژوهش حاضر قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های ابتدایی سازند پابده در برش شیخ‌مکان از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی دقیق قرار گرفت. ضخامت محدودهٔ برداشت شده در برش مورد مطالعه ۱۵۳ متر و لیتولوژی آن شامل مارن و شیل‌های سبز - خاکستری قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و شیل‌های ارغوانی رنگ قاعده سازند پابده می‌باشد که در آن نانوفسیل‌های آهکی از تنوع و حفظ‌شدگی خوبی برخوردار هستند. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در محدوده چینه‌شناسی مورد مطالعه منجر به شناسایی ۵۰ جنس و ۱۰۵ گونه شد. بر اساس جنس و گونه‌های شاخص شناسایی شده در محدوده مورد بررسی، بیوزون نانوفسیلی CC26 در رسوبات مایستریشتین و بیوزون‌های NP1-NP6 و NTp1-NTp10B در رسوبات پالئوسن تشخیص داده شده است. با توجه به بیوزون‌های قابل تشخیص، سن این بخش از سازندهای گورپی و پابده از مایستریشتین پسین تا پالئوسن پسین می‌باشد. داده‌های نانوفسیلی موجود بیانگر حضور مرز کرتاسه- پالئوژن در محدوده مطالعاتی فوق و در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی است که پیوسته بوده و فاقد هر نوع ناپیوستگی می‌باشد. همچنین این داده‌ها مؤید پیوسته بودن مرز سازندهای گورپی و پابده در برش تحت بررسی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نانوفسیل‌های آهکی، گورپی، پابده، مایستریشتین- دانین، بایوستراتیگرافی.

* نویسنده مسؤول:۰۹۱۷۷۹۱۶۲۲۴
Email: parandavar.m@gmail.com

مقدمه

حوضه رسوبی زاگرس یکی از مهمترین حوضه‌های نفتی جهان است که طی بسته شدن حوضه رسوبی پالئوتتیس ایجاد شده است (آقانباتی ۱۳۸۵). در نقاط مختلفی از این حوضه رسوبی، توالی‌های رسوبی نهشته شده طی مایستریشتین- دانین که عموماً در حد فاصل سازندهای گورپی و پابده قرار دارد، بر اثر عملکرد فاز فرسایشی ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی و یا تغییرات سطح آب دریا از بین رفته و این رسوبات تنها در نواحی عمیق حوضه رخنمون دارند. با توجه به اینکه برش شیخ‌مکان در کبیرکوه دارای رخنمونی کامل از توالی‌های رسوبی این زمان است، جهت بررسی‌های زیست چینه نگاری نانوپلانکتون‌های آهکی در مرز کرتاسه- پالئوژن مورد مطالعه قرار گرفت.

تاکنون مطالعات چندی بر روی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای گورپی و پابده صورت گرفته است. نانوفسیل‌های آهکی در سازند گورپی توسط صالحی (۱۳۸۰)، کنی و صالحی (۱۳۸۰)، حسینی فالحی (۱۳۸۵)، بدری (۱۳۸۶)، بدری و همکاران (۱۳۸۶)، هادوی و همکاران (۱۳۸۶)، نبوی (۱۳۸۷)، هادوی و رساایزدی (۱۳۸۷)، هادوی و شکری (۱۳۸۸)، سنماری و همکاران (۱۳۸۹)، اصل شیرین (۱۳۹۰) و اصل‌شیرین و همکاران (۱۳۹۰) و در سازند پابده توسط بیات (۱۳۸۵)، غلامی‌فرد (۱۳۸۶)، حیدری (۱۳۸۹) و حیدری و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۸۹) مطالعه شده است.

با توجه به اینکه نانوفسیل‌های آهکی یکی از دقیق‌ترین ابزارهای بیوستراتیگرافی جهت تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی هستند، لذا در مطالعه حاضر قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در برش شیخ مکان از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است، تا بتوان به طور دقیق سن محدوده چینه شناسی و همچنین موقعیت دقیق مرز کرتاسه- پالئوژن (K-Pg) را در برش مورد مطالعه مشخص کرد.

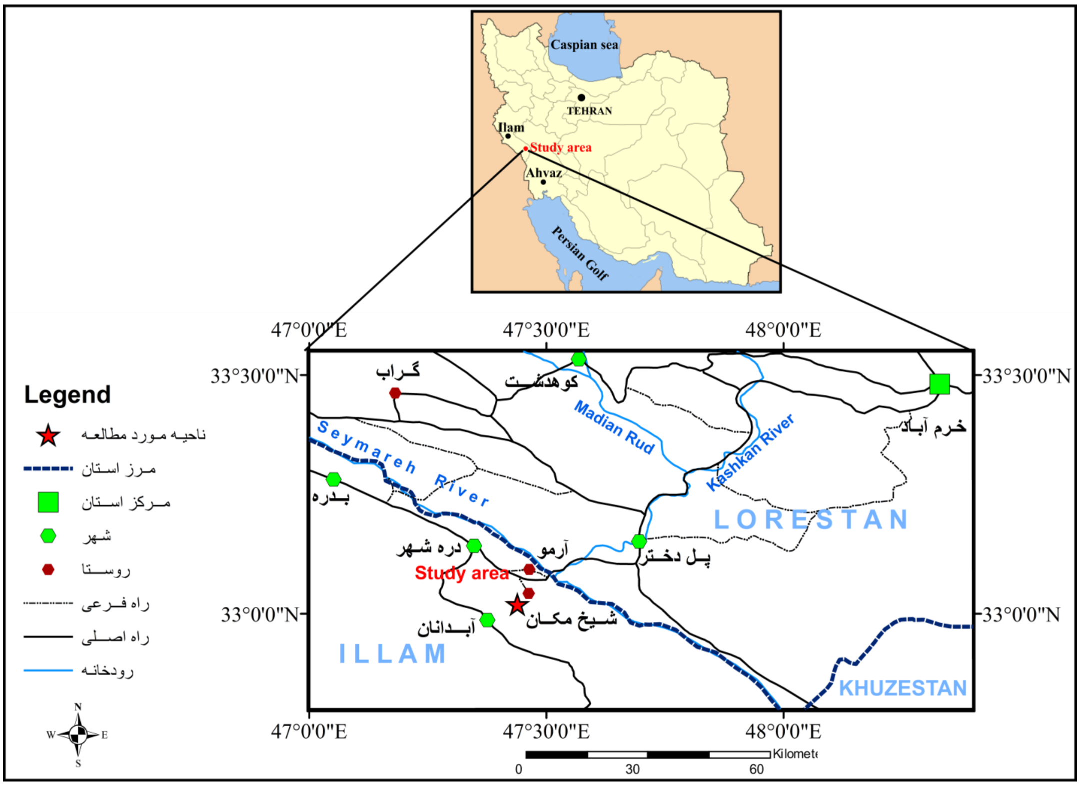
موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر دره‌شهر و در مسیر دره‌شهر به سمت پلدختر قرار دارد. جهت دسترسی به برش مورد نظر، پس از پیمودن حدود ۱۰ کیلومتر از دره‌شهر به طرف پلدختر، از سمت راست از طریق جاده فرعی به سمت روستای شیخ مکان ادامه مسیر می‌دهیم. برش مذکور در جنوب روستا و در یال شمال‌شرقی کبیرکوه واقع شده است. در این برش سازندهای گورپی و پابده از رخنمون خوبی برخوردار هستند. مختصات جغرافیایی برش برداشت شده عبارت است از: طول جغرافیایی "۴۳ '۲۲ °۴۷ شرقی و عرض جغرافیایی "۱۵ '۰۵ °۳۳ شمالی (شکل ۱).

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

ضخامت برش مورد مطالعه ۱۵۳ متر است و شامل شیل و مارن‌های سبز- خاکستری در بخش انتهایی سازند گورپی و شیل ارغوانی در قاعده سازند پابده می‌باشد. از بخش انتهایی سازند گورپی به ضخامت ۱۱۵ متر، تعداد ۸۰ نمونه و از بخش قاعده سازند پابده به ضخامت ۳۸ متر، تعداد ۱۴ نمونه (جمعاً ۹۴ نمونه) جهت مطالعه نانوپلانکتون‌های آهکی برداشت شد (شکل ۲). سپس از نمونه‌های برداشت شده تعداد ۱۸۸ اسلاید به دو روش ۱) روش اسمیراسلاید (Smear slide) و ۲) روش ثقلی بون و یانگ (Bown and Young 1998) آماده‌سازی و مورد مطالعه قرار گرفت. اسلایدهای موجود با میکروسکوپ نوری نیکون E200 و بزرگنمایی ۱۰۰۰X مورد مطالعه قرار گرفتند. جهت مطالعه تاکسونومی

نانوفسیل‌های آهکی از پرکنیلسن (Perch-Nielsen 1985a,b) استفاده شده است. در زیر به شرح مختصری از روش‌های آماده‌سازی فوق پرداخته شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش شیخ‌مکان.

روش اسمیر اسلاید

در این روش پس از تمیز کردن سطح نمونه، مقدار خیلی کمی از نمونه را روی لام قرار داده و با استفاده از خلال دندان و یک قطره آب مقطر، نمونه را با ضخامت تقریباً یکنواخت و مناسبی روی سطح لام پخش کرده و اجازه می‌دهیم تا خشک شود. سپس لامل را روی سطح لام چسبانده و پس از خشک شدن مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

روش ثقلی (Bown and Young 1998)

در این روش نمونه‌های تمیز و خرد شده را در بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری حل کرده و بعد از ۱ دقیقه محلول رویی را به بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل کرده، و سپس بعد از هم زدن و گذشت ۲ دقیقه محلول رویی را به بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری دوم منتقل کرده و در انتها با گذشت زمان ۱۰ دقیقه، محلول روی نمونه را بیرون ریخته و از رسوب ته بشر جهت تهیه اسلاید استفاده می‌کنیم.

مطالعات زیست چینه‌نگاری

نانوفسیل‌های آهکی از مفیدترین و قابل اعتمادترین ابزارها جهت مطالعات بایواستراتیگرافی رسوبات مزوزوئیک و سنوزوئیک به شمار می‌روند. این گروه فسیلی به دلیل طبیعت پلانکتونی‌شان از پراکندگی جغرافیایی وسیع‌تری نسبت به دیگر شاخص‌های ماکرو-

میکروپالئونتولوژی برخوردارند، لذا با توجه به فراوانی بالا، تکامل سریع و پراکندگی وسیع شاخص بسیار خوبی برای تعیین سن دقیق لایه‌های رسوبی به شمار می‌روند (Bown and young 1998). در سازندهای گورپی و پابده، نانوپلانکتون‌های آهکی از تنوع و فراوانی خوبی برخوردار هستند. براساس مطالعه صورت گرفته، تعداد ۵۰ جنس و ۱۰۵ گونه از نانوپلانکتون‌های آهکی شناسایی شد که در تابلوهای ۲-۱ تصویر تعدادی از نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش مورد مطالعه نمایش داده شده است. زوناسیون نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه توسط تیرستین (Thierstein 1976)، سیسینگ (Sissingh 1977)، روث (Roth 1978) و پرکنیلسن (Perch-Nielsen 1983) پیشنهاد شده است. همچنین زوناسیون نانوفسیل‌های آهکی پالئوسن توسط مارتینی (Martini 1971)، اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و ورول (Varol, 1989) انجام شده است. در نوشتار حاضر از زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977) برای نهشته‌های مایستریشتین و از زوناسیون مارتینی (Martini 1971) و ورول (Varol 1989) برای نهشته‌های مربوط به پالئوسن استفاده شده است. بر اساس زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977)، بیوزون CC26 در رسوبات به سن مایستریشتین پسین تشخیص داده شد. بر اساس زوناسیون مارتینی (Martini 1971)، بیوزون‌های NP1-NP6 و بر اساس زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون‌های NTp1-NTp10B در رسوبات به سن پالئوسن مشخص شده است (شکل‌های ۲ و ۳). زوناسیون ورول (Varol 1989) از قدرت تفکیک و دقت بسیار بالایی برخوردار است، اما با توجه به این مطلب که در برش تحت بررسی امکان تفکیک کامل زوناسیون ورول (Varol 1989) وجود ندارد، لذا مبنای کار زوناسیون مارتینی (Martini 1971) قرار داده شده و سپس با زوناسیون ورول (Varol 1989) تطابق داده شده است.

لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر به علت اینکه از بخش‌های انتهایی سازند گورپی و ابتدایی سازند پابده نمونه برداری صورت گرفته است، مرز سنگ‌شناسی حدفاصل این دو سازند، یا به عبارتی ابتدای بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پابده به عنوان مبنای بیان متراژ مدنظر قرار گرفت. بنابراین برای بیان متراژهای زیر این حد از علامت منفی (-)، و بالای آن از علامت مثبت (+) استفاده شده است.

بر اساس مطالعات صورت گرفته در برش تحت بررسی، به ترتیب از قاعده به سمت رأس بیوزون‌های زیر تشخیص داده شده است.

***Nephrolithus frequens* Zone (CC26)**

تعریف زون: این بیوزون از اولین تا آخرین ظهور گونه *Nephrolithus frequens* تعریف شده است. گونه *Nephrolithus frequens* شاخص عرض‌های جغرافیایی بالا بوده و در عرض‌های جغرافیایی پایین نادر می‌باشد، لذا در عرض‌های جغرافیایی پایین اولین حضور گونه‌های *Micula murus* و *Micula prinsii* برای تقسیم‌بندی بازه زمانی بین اولین ظهور گونه *Lithraphidites quadratus* (قاعده بیوزون فرعی CC25c) و قسمت فوقانی مایستریشتین به کار رفته (Perch-Nielsen 1985a)، و در بعضی مطالعات اولین حضور گونه *Ceratolithoides kamptneri* به جای اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* استفاده شده است (Perch-Nielsen 1979, 1983). در بعضی از مطالعات نیز اولین حضور گونه *Micula murus* در قاعده بیوزون CC26 به کار رفته است (Perch-Nielsen 1972, 1979; Thierstein 1976; Roth 1978; Tantawy 2003). همچنین حد فوقانی بیوزون مورد بررسی با اولین حضور گونه‌های *Cyclagelosphaera alta* و یا *Biantholithus sparsus* و یا افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* مشخص شده است (Perch-Nielsen 1979). محدوده سنی این بیوزون اواخر مایستریشتین پسین است (Perch-Nielsen 1985a). در برش مورد

مطالعه گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نشده و گونه *Ceratolithoides kamptneri* نیز نادر بوده است، لذا اولین حضور گونه *Micula murus* برای مشخص کردن قاعده این بیوزون استفاده شده است. همچنین در برش تحت بررسی گونه‌های *Cyclagelosphaera alta* و *Biantholithus sparsus* نادر بوده و به صورت پراکنده گزارش شده‌اند، اما گونه *Thoracosphaera operculata* افزایش ناگهانی در فراوانی را نشان می‌دهد و به صورت همزمان فراوانی سایر گونه‌های کرتاسه کاهش یافته است، لذا برای مشخص کردن قسمت فوقانی بیوزون مورد بررسی از اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* استفاده شده است. در برش مورد بررسی گونه *Micula murus* از ابتدای برش (۱۱۴/۸- متری) ثبت شده است. بنابراین این بیوزون از ابتدای برش تا اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* در ضخامت ۳۰- متری می‌باشد (شکل ۲). این بیوزون در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی مشاهده شده است (شکل ۲). لازم به ذکر است که با استفاده از اولین حضور گونه *Micula prinsii* این بیوزون به دو بیوزون فرعی *Micula murus* Subzone (CC26a) و *Micula prinsii* Subzone (CC26b) قابل تقسیم است (Perch-Nielsen 1979, 1981; Perch-Nielsen et al. 1982).

مؤلفان: این بیوزون توسط (Čepek and Hay1969) معرفی شده است.

انطباق: این بیوزون با بیوزون نانوفسیلی NC23 از زوناسیون روث (Roth 1978) قابل قیاس است (شکل ۳).

Micula murus Subzone (CC26a)

این بیوزون فرعی از اولین حضور گونه *Micula murus* تا اولین حضور گونه *Micula prinsii* تعریف شده است (Perch-Nielsen 1979) که منطبق با قسمت‌های تحتانی بیوزون *Nephrolithus frequence* Zone (CC26) از زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977) است و محدود به عرض‌های جغرافیایی پایین می‌باشد (Worsley and Martini 1970; Romein 1979)، درحالیکه *Nephrolithus frequence* Zone اساساً در عرض‌های جغرافیایی بالا دیده شده است (Perch-Nielsen 1985a). در مطالعه‌ی حاضر نیز گونه *N. frequence* ثبت نشده اما گونه *M. murus* در ضخامت ۱۱۴/۸- متری (ابتدای برش) و اولین حضور گونه *M. prinsii* در ضخامت ۴۸/۳- متری ثبت شده است (شکل ۲).

Micula prinsii Subzone (CC26b)

این زون فرعی از اولین حضور گونه *Micula prinsii* تا اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* و یا *Biantholithus sparsus* و یا افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* تعریف شده است (Perch-Nielsen 1979) و منطبق با قسمت‌های فوقانی بیوزون *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) از زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977) است (Romein 1979). در این بیوزون تجمع نانوفسیل‌های آهکی مشابه با زون فرعی زیرین یعنی *Micula murus* Subzone است و فقط با حضور گونه *M. prinsii* مشخص می‌شود (Roth and Bowdler 1979). در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *M. prinsii* در ضخامت ۴۸/۳- متری و اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* در ضخامت ۳۰- متری ثبت شده است (شکل ۲).

Markalius inversus Zone (NP1)

تعریف زون: این بیوزون از جائیکه اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* و یا *Biantholithus sparsus* و یا افزایش فراوانی در گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده، آغاز می‌شود و با ظهور گونه *Cruciplacolithus tenuis* خاتمه می‌یابد. این بیوزون شاخص ابتدای پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است

(Martini 1970). در برش مورد بررسی اولین جائیکه حداکثر فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده در ضخامت ۳۰- متری می‌باشد و ظهور گونه *Cruciplacolithus tenuis* در ضخامت ۲۵- متری ثبت شده است (شکل ۲). در این بیوزون تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه همراه با حضور بسیاری از گونه‌های ترشیاری ثبت شده است. این بیوزون در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی دیده شده است (شکل ۲).

مؤلف: این بیوزون توسط (Mohler and Hay 1967) معرفی و توسط (Martini 1970) تصحیح شده است.

انطباق: این بیوزون با بیوزون نانوفسیلی CP1a از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون NTp1 از زوناسیون ورول (Varol 1989) قابل انطباق می‌باشد. با این تفاوت که در زوناسیون ورول (Varol 1989)، مرز کرتاسه- ترشیاری بر اساس اولین حضور گونه *Biantholithus sparsus* و یا اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* تعریف شده، درحالیکه در برش تحت بررسی این دو گونه نادر بوده و لذا حداکثر فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* به عنوان شاخص مرز در نظر گرفته شده است. همچنین رأس بیوزون NTp1 بر اساس ثبت آخرین حضور گونه *Neobiscutum romeinii* و یا *Neobiscutum parvulum* و یا اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* تعریف شده که در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* در ضخامت ۲۵- متری ثبت شده است. این بیوزون به چهار بیوزون فرعی NTp1A، NTp1B، NTp1C و NTp1D قابل تقسیم است. از ابتدای بیوزون NTp1 تا جائیکه اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* ثبت شده به بیوزون فرعی NTp1A تعلق دارد. از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* تا اولین حضور گونه *Futyania petalosa* به بیوزون فرعی NTp1B تعلق دارد و از اولین حضور گونه *Futyania petalosa* تا جائیکه حداکثر فراوانی گونه *Futyania* spp. ثبت شده به بیوزون فرعی NTp1C تعلق دارد. از جائیکه حداکثر فراوانی گونه *Futyania* spp. ثبت شده تا اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* نیز به بیوزون فرعی NTp1D تعلق دارد. در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در ضخامت ۲۷/۲- متری ثبت شده است. لذا از ضخامت ۲۵- متری، جائیکه حداکثر فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده تا ضخامت ۲۷/۲- متری (اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus*) به بیوزون فرعی NTp1A تعلق دارد. همچنین بیوزون فرعی NTp1B از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در ضخامت ۲۷/۲- متری آغاز شده و با حضور گونه *Futyania petalosa* در ضخامت ۲۶/۹- متری خاتمه می‌یابد. در این برش حداکثر فراوانی گونه *Futyania* spp. ثبت نشده، لذا امکان تفکیک بیوزون‌های فرعی NTp1C و NTp1D وجود ندارد (شکل ۳).

Cruciplacolithus tenuis Zone (NP2)

تعریف زون: این بیوزون با اولین ظهور گونه *Cruciplacolithus tenuis* آغاز و با ظهور گونه *Chiasmolithus danicus* خاتمه می‌یابد. این بیوزون شاخص ابتدای پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است (Martini 1970). در برش مورد بررسی ظهور گونه *Chiasmolithus danicus* در ضخامت ۲۰/۵- متری ثبت شده است. این بیوزون در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی دیده شده است (شکل ۲).

مؤلف: این بیوزون توسط (Mohler and Hay 1967) معرفی و توسط (Martini 1970) تصحیح شده است.

انطباق: این بیوزون قابل انطباق با بیوزون نانوفسیلی CP1b از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون‌های NTp2 و NTp3A از زوناسیون ورول (Varol 1989) می‌باشد. بر اساس زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون نانوفسیلی NTp2 از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* تا اولین حضور

گونه *Prinsius dimorphosus* است و بیوزون فرعی NTp3A از اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* می‌باشد. در برش تحت بررسی اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* ثبت نشده لذا امکان تفکیک این بیوزون‌ها در این برش وجود ندارد (شکل ۳).

Chiasmolithus danicus Zone (NP3)

تعریف زون: این بیوزون با اولین ظهور گونه *Chiasmolithus danicus* شروع و با اولین ظهور گونه *Ellipsolithus macellus* خاتمه می‌یابد. این بیوزون شاخص اواسط پالئوسن پیشین (دانین پسین) است (Martini 1970). در برش مورد مطالعه ظهور گونه *Ellipsolithus macellus* در ضخامت ۷/۵- متری ثبت شده است (شکل ۲). این بیوزون در قسمت‌های انتهایی سازند گورپی قرار دارد.

مؤلف: این بیوزون توسط (Martini 1970) معرفی شده است.

انطباق: این بیوزون با بیوزون نانوفسیلی CP2 از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون‌های NTp3B,C- NTp4- NTp5A, B از زوناسیون ورول (Varol 1989) همخوانی دارد. بر اساس زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون فرعی NTp3B از اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* و یا *Hornibrookina edwardsii* آغاز شده و با ظهور گونه *Coccolithus subpertusus* خاتمه می‌یابد. بیوزون فرعی NTp3C از ظهور گونه *Coccolithus subpertusus* تا آخرین حضور گونه‌های *Futyania attewellii* و یا *Cyclagelosphaera alta* تعریف شده است. بیوزون NTp4 از آخرین حضور گونه‌های *Futyania attewellii* و یا *Cyclagelosphaera alta* تا آخرین حضور گونه *Hornibrookina edwardsii* می‌باشد و بیوزون فرعی NTp5A از آخرین حضور گونه *Hornibrookina edwardsii* تا ظهور گونه *Prinsius martinii* مشخص شده است. همچنن بیوزون فرعی NTp5B از اولین حضور گونه *Prinsius martini* تا اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* تعریف شده است. در برش تحت بررسی از بین گونه‌های شاخص برای تفکیک این بیوزون‌ها، گونه *Coccolithus subpertusus* در ضخامت ۱۷/۵- متری ثبت شده، لذا از ضخامت ۲۰/۵- متری در جائیکه اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* ثبت شده تا ضخامت ۱۷/۵- متری (اولین حضور گونه *Coccolithus subpertusus*) به بیوزون فرعی NTp3B تعلق دارد. با توجه به عدم ثبت گونه‌های *Futyania attewellii* و *Hornibrookina edwardsii* و ثبت گونه *Cyclagelosphaera alta* به صورت بسیار پراکنده و محدود، امکان تفکیک بیوزون‌های NTp3C- NTp4- NTp5A وجود ندارد. همچنین در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Prinsius martini* در ضخامت ۱۲/۵- متری ثبت شده، لذا از ضخامت ۱۲/۵- متری جائیکه اولین حضور گونه *Prinsius martini* ثبت شده تا ضخامت ۷/۵- متری، جائیکه اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* ثبت شده به بیوزون NTp5B تعلق دارد (شکل ۳).

Ellipsolithus macellus Zone (NP4)

تعریف زون: این بیوزون با اولین ظهور گونه *Ellipsolithus macellus* آغاز و با اولین ظهور گونه *Fasciculithus tympaniformis* خاتمه می‌یابد. این بیوزون شاخص انتهای پالئوسن پیشین (دانین پسین- سلاندین پیشین) است (Martini 1970). در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ضخامت ۱۶+ متری ثبت شده است (شکل ۲). این بیوزون در انتهایی‌ترین قسمت سازند گورپی و ابتدایی‌ترین بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پابده، دیده شده است.

مؤلف: این بیوزون توسط (Martini 1970) معرفی شده است.

انطباق: این بیوزون با بیوزون نانوفسیلی CP3 از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون‌های NTp5C, NTp6, NTp7, NTp8 از زوناسیون ورول (Varol 1989) همخوانی دارد. در زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون فرعی NTp5C از اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* تا آخرین حضور گونه *Neocrepidolithus cruciatus* بوده و بیوزون NTp6 از آخرین حضور گونه *Neocrepidolithus cruciatus* آغاز شده و تا آخرین حضور گونه‌های *Neochiastozygus eosaepes* و یا *Neochiastozygus imbriei* ادامه دارد. بیوزون فرعی NTp7A نیز از آخرین حضور گونه *Neochiastozygus eosaepes* و یا *Neochiastozygus imbriei* تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* می‌باشد. در برش مورد مطالعه به دلیل عدم ثبت گونه‌های *Neocrepidolithus cruciatus*، *Neochiastozygus eosaepes* و *Neochiastozygus imbriei* امکان تفکیک بیوزون‌های NTp5C, NTp6, NTp7A وجود ندارد و محدوده این بیوزون‌ها به صورت کلی و از اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* در ضخامت ۷/۵- متری تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* در ضخامت 0 متری (مرز سازندهای گورپی- پابده) در نظر گرفته شده است. بیوزون فرعی NTp7B از اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* تا اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* و یا آخرین حضور گونه *Fasciculithus chowii* تعریف شده که در برش تحت بررسی اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* در ضخامت ۵/۵+ متری ثبت شده است. بیوزون NTp8 نیز از اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* آغاز شده و با ظهور گونه *Fasciculithus tympaniformis* خاتمه می‌یابد. این بیوزون به سه بیوزون فرعی NTp8A, NTp8B, NTp8C قابل تقسیم است که بیوزون فرعی NTp8A از اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* تا اولین حضور گونه‌های *Fasciculithus ulii* و یا *Fasciculithus billii* می‌باشد که اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* در ضخامت ۵/۵+ متری و اولین حضور گونه *Fasciculithus ulii* در ضخامت ۷/۲+ متری ثبت شده که مربوط به بیوزون فرعی NTp8A می‌باشد. بیوزون فرعی NTp8B با اولین حضور گونه‌های *Fasciculithus ulii* و یا *Fasciculithus billii* آغاز شده و با ظهور گونه‌های *Fasciculithus pileatus*، *Fasciculithus janii* و یا *Fasciculithus involutus* خاتمه می‌یابد. در برش مورد بحث اولین حضور گونه *Fasciculithus ulii* در ضخامت ۷/۲+ متری و اولین حضور گونه‌های *Fasciculithus pileatus* و *Fasciculithus janii* در ضخامت ۱۱/۲۵+ متری ثبت شده است که مربوط به بیوزون فرعی NTp8B می‌باشد. همچنین بیوزون فرعی NTp8C با ظهور گونه‌های *Fasciculithus pileatus* و *Fasciculithus janii* آغاز شده و با ظهور گونه *Fasciculithus tympaniformis* خاتمه می‌یابد که اولین حضور گونه‌های *Fasciculithus pileatus* و *Fasciculithus janii* در ضخامت ۱۱/۲۵+ متری و اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ضخامت ۱۶+ متری ثبت شده است (شکل ۳).

***Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5)**

تعریف زون: این بیوزون از اولین حضور گونهٔ *Fasciculithus tympaniformis* آغاز و با اولین ظهور گونهٔ *Heliolithus kleinpellii* خاتمه می‌یابد. این بیوزون شاخص پالئوسن پسین (سلاندین) است (Mohler and Hay 1967). در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* به عنوان شاخص مرز بالایی این بیوزون در ضخامت ۲۴/۵+ متری ثبت شده است. این بیوزون در بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پابده دیده شده است (شکل ۲).

مؤلف: این بیوزون توسط (Mohler and Hay 1967) معرفی شده است.

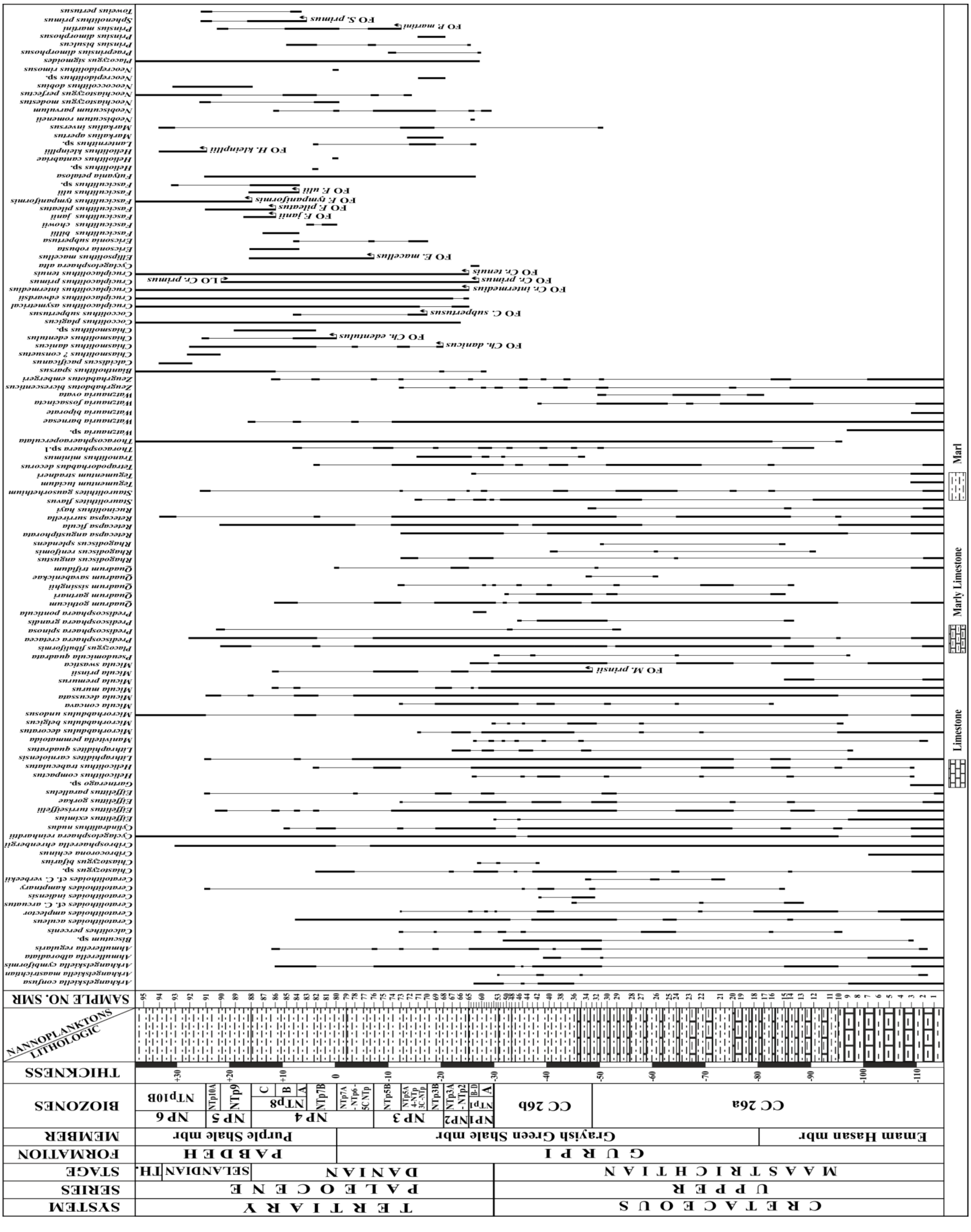
انطباق: این بیوزون با بیوزون CP4 از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون‌های NTp9 و NTp10A از زوناسیون ورول (Varol 1989) منطبق می‌باشد. در زوناسیون ورول (Varol 1989)، بیوزون NTp9 از اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* آغاز شده و با ثبت آخرین حضور گونه‌های *Cruciplacolithus primus*، *Coccolithus subrotundus* و یا *Neochiastozygus saepes* خاتمه می‌یابد. بیوزون فرعی NTp10A نیز با ثبت آخرین حضور گونه‌های *Cruciplacolithus primus*، *Coccolithus subrotundus* و یا *Neochiastozygus saepes* آغاز شده و با ثبت اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* خاتمه می‌یابد. در برش مورد بررسی آخرین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در ضخامت ۲۱/۸+ متری ثبت شده است. لذا از اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ضخامت ۱۶+ متری تا آخرین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در ضخامت ۲۱/۸+ متری مربوط به بیوزون NTp9 است. همچنین بیوزون فرعی NTp10A از آخرین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در ضخامت ۲۱/۸+ متری آغاز شده و تا اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* در ضخامت ۲۴/۵+ متری ادامه دارد (شکل ۳).

Heliolithus kleinpellii Zone (NP6)

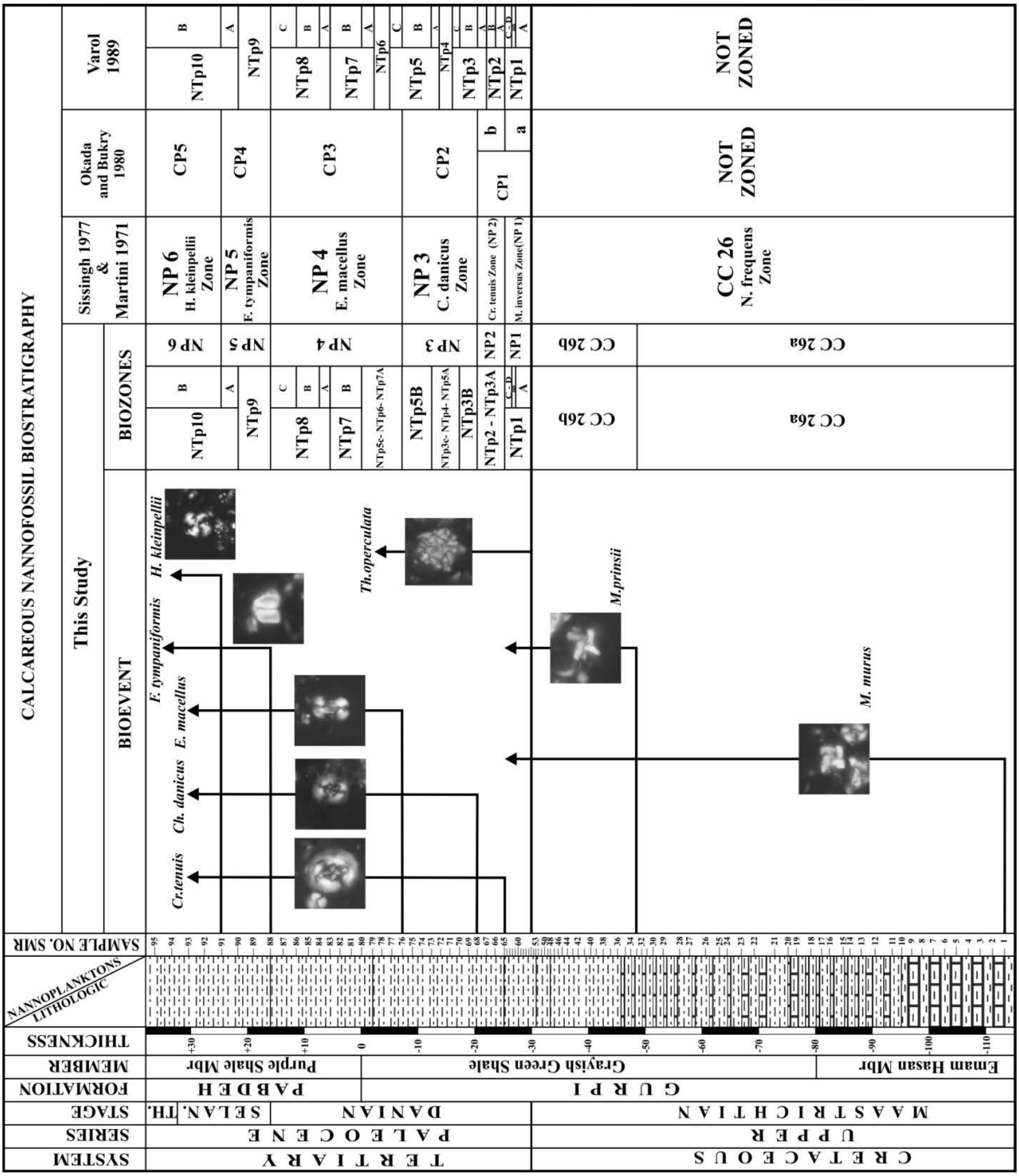
تعریف زون: این بیوزون از اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* تا اولین حضور گونه *Discoaster mohleri* را شامل می‌شود (Mohler and Hay 1967). در برش مورد بررسی گونه *Discoaster mohleri* در محدوده چینه شناسی مورد مطالعه شناسایی نگردیده است. بنابراین محدوده چینه شناسی این بیوزون، فراتر از محدوده مطالعاتی حاضر می‌باشد (شکل ۲). این بیوزون شاخص پالئوسن پسین (سلاندین- سانتین) است. این بیوزون در بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پابده دیده شده است (شکل ۲).

مؤلف: این بیوزون توسط (Mohler and Hay in Hay et al. 1967) معرفی شده است.

انطباق: این بیوزون با بیوزون CP5 از زوناسیون اوکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و بیوزون‌های NTp10B,C- NTp11A از زوناسیون ورول (Varol 1989) مربوط به نانوفسیل‌های آهکی منطبق است. در زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون فرعی NTp10B از اولین حضور *H. kleinpellii* آغاز شده و با ظهور گونه *Chiasmolithus bidens* خاتمه می‌یابد. بیوزون فرعی NTp10C نیز اولین حضور گونه *Chiasmolithus bidens* آغاز شده و با ثبت آخرین حضور گونه‌های *F. pileatus* و *F. janii* خاتمه می‌یابد. بیوزون NTp11A نیز از آخرین حضور گونه‌های *F. pileatus* و *F. janii* آغاز شده و با ظهور گونه *Discoaster mohleri* خاتمه می‌یابد. با توجه به اینکه در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Chiasmolithus bidens* ثبت نشده، لذا احتمال دارد که تنها قسمت‌های ابتدایی بیوزن فرعی NTp10B در برش مورد مطالعه ثبت شده باشد و بیوزن‌های فرعی NTp10C و NTp11A از زوناسیون ورول (Varol 1989) در این برش ثبت نشده باشد (شکل ۳).



شکل ۲- جدول پراکندگی نانوپلانکتون‌های آهکی و زیست زون‌بندی بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش شیخ مکان.



شکل ۳- جدول بیوزوناسیون نانوپلانکتون‌های آهکی در مایستریشتین پسین- پالئوسن در برش شیخ‌مکان و مقایسه آنها با بیوزون‌های استاندارد جهانی (در این جدول موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی نمایش داده شده است).

بحث

نانوستراتیگرافی و بررسی موقعیت مرز کرتاسه - پالئوژن

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در برش شیخ‌مکان منجر به شناسایی بیوزون نانوفسیلی CC26 از زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977) در رسوبات مایستریشتین پسین و در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی شده است. همچنین در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی رسوبات به سن پالئوسن ته‌نشین شده‌اند که در این رسوبات بر اساس زوناسیون مارتینی (Martini 1971) بیوزون‌های نانوفسیلی NP1 تا اواسط NP4 و بر اساس زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون‌های NTp1 تا ابتدای NTp7B قابل تفکیک می‌باشند. در این برش در قسمت‌های ابتدایی سازند پابده از اواسط بیوزون نانوفسیلی NP4 تا ابتدای بیوزون نانوفسیلی NP6 مربوط به زوناسیون مارتینی (Martini 1971) و از ابتدای بیوزون فرعی NTp7B تا ابتدای بیوزون فرعی NTp10B مربوط به زوناسیون ورول (Varol 1989) تشخیص داده شده است. با توجه به شواهد مربوط به نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش مورد مطالعه، موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و در فاصله ۳۰ متری از مرز دو سازند گورپی و پابده قرار دارد.

نظر به اهمیت مرز کرتاسه- پالئوژن در تاریخ زمین‌شناسی و ایجاد بحران پالئوبیولوژی در محدوده مرز و از طرفی حساس بودن نانوفسیل‌های آهکی در ثبت شواهد، طرح پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مرز موضوع مطالعات بسیاری می‌باشد (Pospichal 1994; Gardin 2002; Tantawy 2003). در برش نمونه مرزی (GSSP) در تونس (برش El Kef)، در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن کاهش شدید در فراوانی تمامی گونه‌های کرتاسه دیده شده و همزمان شکوفایی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده است. پس از آن فراوانی تعداد کمی از گونه‌های باقی‌مانده و فرصت‌طلب کرتاسه و ظهور گونه‌های جدید پالئوژن از قبیل *Neobiscutum romeinii, Cruciplacolithus primus, Cyclagelosphaera alta, Biantholithus sparsus* مشاهده شده است (Molina et al. 2006). لازم به ذکر است که در بعضی از مطالعات اولین حضور گونه *Biantholithus sparsus* برای توصیف قاعده دونین به کار رفته، اما در برش نمونه مرزی El Kef در تونس، گونه فوق نادر بوده و حدود ۳ متر بالاتر از محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن گزارش شده است (Molina et al. 2006).

در برش مورد مطالعه در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن مشابه با سایر نقاط دنیا (برای مثال، قسمت‌های شرقی صحرای مصر، Tantawy 2003؛ جنوب‌شرق اسپانیا، Lamolda et al. 2005؛ برش نمونه مرزی El Kef در تونس، Molina et al. 2006؛ جنوب اقیانوس اطلس، Bernaola and Monechi 2007) کاهش اساسی در فراوانی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه، افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* و ظهور گونه‌های جدید پالئوسن مشاهده شده است. همچنین در برش فوق مشابه با سایر نقاط دنیا (برای مثال، شمال‌غرب تونس، Gardin 2002؛ قسمت‌های شرقی صحرای مصر، Tantawy 2003؛ شمال‌غرب اقیانوس آرام، Bown 2005

و جنوب اقیانوس اطلس، Bernaola and Monechi 2007) تعدادی از گونه‌های کرتاسه در محدوده مرز به سرعت منقرض نشده و در رسوبات به سن پالئوسن قابل مشاهده هستند. در ارتباط با حضور گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه به همراه جنس و گونه‌های جدید پالئوسن در رسوبات پالئوسن و بعد از مرز کرتاسه- پالئوژن بحث‌های زیادی وجود دارد (Pospichal 1994; Gardin 2002; Tantawy 2003; Bown 2005). بعضی از دانشمندان (از جمله Pospichal 1994) عقیده دارند که گونه‌های مایستریشتین که در رسوبات دانین دیده شده‌اند نابرجا بوده و از رسوبات زیرین حمل شده‌اند، درحالیکه عده‌ای از دانشمندان (از جمله Perch-Nielsen et al. 1982) عقیده دارند که گونه‌های مایستریشتین که در رسوبات دانین دیده شده‌اند برجا بوده و از مرز کرتاسه- پالئوژن عبور کرده‌اند. این در حالی است که عده‌ای از دانشمندان (Gardin 2002; Tantawy, 2003; Bown 2005) عقیده دارند که انقراض در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن به صورت انتخابی عمل کرده بطوریکه بعضی از جنس و گونه‌های کرتاسه در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن منقرض شده (*Cretaceous vanishing species*) و تعدادی از جنس و گونه‌های کرتاسه منقرض نشده (*Cretaceous survivor species*) که از محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن عبور کرده‌اند و در رسوبات پالئوسن دیده شده‌اند. در برش مورد مطالعه (برش شیخ‌مکان) تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه که در رسوبات پالئوسن دیده شده‌اند از حفظ‌شدگی، فراوانی و تداوم حضور خوبی در رسوبات پالئوسن برخوردار می‌باشند. این جنس و گونه‌ها به احتمال زیاد برجا بوده‌اند که از مرز عبور کرده و در رسوبات پالئوسن مشاهده شده‌اند. همچنین تعدادی از جنس و گونه‌های کرتاسه با فراوانی کم و به صورت غیرممتد در داخل رسوبات پالئوسن دیده شده‌اند که به عنوان گونه های نابرجا درنظر گرفته شده‌اند.

بر اساس شواهد فوق موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن در برش مورد مطالعه در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی قرار دارد و پیوسته می‌باشد. بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی در برش تیپ سازند گورپی نیز مؤید پیوستگی مرز کرتاسه- پالئوژن در این برش می‌باشد (کنی و صالحی ۱۳۸۰). همچنین سنماری و سهرابی (Senemari and Sohrabi Molla Usefi 2012) سازند گورپی را در برش پل‌دختر واقع در ناحیه لرستان مورد بررسی قرار داده و ضمن بررسی نانوفسیل‌های آهکی در این برش، موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن را پیوسته گزارش کرده‌اند. سنماری (۱۳۹۱) نانوپلانکتون‌های آهکی سازند گورپی در جنوب شرق شیراز را نیز مورد بررسی قرار داده و مرز کرتاسه- پالئوژن را در آن ناحیه پیوسته گزارش نموده است. لازم به ذکر است که درویش‌زاده و همکاران (Darvishzadeh et al. 2007) و قورچایی و همکاران (۱۳۸۷) نیز مطالعاتی را بر روی فرامینیفرهای پلانکتون در یال شمال- شمال‌شرقی تاقدیس کبیرکوه انجام داده و عقیده دارند که این برش یکی از کاملترین برش‌هایی است که رسوبات قسمت‌های فوقانی مایستریشتین- قسمت‌های ابتدایی دانین در آن رخنمون خوبی دارند و قابل مقایسه با شرق تتیس می‌باشد. ایشان بر اساس فرامینیفرهای پلانکتونیک موجود و حضور بیوزون‌های قاعده دانین P0-P1a در این برش، مرز کرتاسه- پالئوژن را پیوسته معرفی کرده و موقعیت آن را در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی قرار

داده‌اند. همچنین مطالعات ایشان نیز مؤید همخوانی و تطابق بسیار نزدیک این برش با برش الگوی El Kef در تونس می‌باشد. ایشان عقیده دارند که بیش از ۷۵ درصد گونه‌های کرتاسه قبل از مرز منقرض شده و تنها چند جنس از گونه‌های کرتاسه تا ابتدای دانین حضور داشته‌اند. قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۴) نیز مرز کرتاسه- پالئوژن را در کبیرکوه بر اساس فرامینیفرهای پلانکتون پیوسته گزارش کرده‌اند.

نتیجه گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی- قسمت‌های ابتدایی سازند پابده در برش شیخ مکان واقع در یال شمال شرق تاقدیس کبیرکوه، منجر به شناسایی ۵۰ جنس و ۱۰۵ گونه گردید. بر اساس زوناسیون سیسینگ (Sissingh 1977) و شاخص‌های نانوفسیلی موجود، بیوزون نانوفسیلی CC26 به سن مایستریشتین پسین در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی تشخیص داده شد. در رسوبات به سن پالئوسن واقع در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی- قسمت‌های ابتدایی سازند پابده نیز بر اساس زوناسیون مارتینی (Martini 1971) بیوزون‌های نانوفسیلی NP1-NP6 تشخیص داده شده و بر اساس زوناسیون ورول (Varol 1989) بیوزون‌های نانوفسیلی NTp1-NTp10B قابل تفکیک می‌باشند. بر اساس ارزش چینه شناسی بیوزون‌های معرفی شده، سن این بخش از سازند گورپی مایستریشتین پسین- دانین پسین (انتهای پالئوسن پیشین) می‌باشد. شیل ارغوانی قاعده سازند پابده نیز از انتهای پالئوسن پیشین آغاز می‌شود. انتهایی‌ترین بخش سازند گورپی منطبق بر بخش پایینی بیوزون نانوفسیلی NP4 از زوناسیون مارتینی (Martini 1971) و همین‌طور بخش انتهایی بیوزون NTp7B از زوناسیون ورول (Varol 1989) بوده و آغاز رسوبگذاری سازند پابده منطبق بر بخش بالایی بیوزون NP4 از زوناسیون مارتینی (Martini 1971) و همچنین مرز بیوزون‌های NTp7B- NTp8 از زوناسیون ورول (Varol 1989) می‌باشد. این امر بیانگر پیوسته بودن مرز دو سازند گورپی و پابده در برش شیخ مکان است. از طرف دیگر بر اساس مطالعه زیست‌چینه‌نگاری حاضر مرز کرتاسه- پالئوژن در برش مذکور پیوسته بوده و در بخش بالایی سازند گورپی قرار دارد. مهمترین شاخص‌ها جهت تعیین موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن در برش مورد مطالعه، کاهش فراوانی جنس و گونه‌های کرتاسه، افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* و ظهور گونه‌های جدید پالئوسن می‌باشد. بعد از مرز، تعدادی از جنس و گونه‌های کرتاسه همزمان با ظهور گونه‌های جدید پالئوسن در نمونه‌ها حضور داشته که با توجه به حفظ‌شدگی و فراوانی خوب آنها و تداوم حضور تعدادی از آنها در نمونه‌ها، به عنوان گونه‌های باقی‌مانده و منقرض نشده در نظر گرفته شده‌اند.

منابع

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.

اصل شیرین، ف.، ۱۳۹۰، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در برش کوه سفید (شرق رامهرمز): پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۷ صفحه.

اصل شیرین، ف.، کنی، ا.، امیری بختیار، ح.، آورجانی، ش.، صالحی، ف.، ۱۳۹۰، مقایسه بیواستراتیگرافی و

محیط رسوبی سازند گورپی در برش‌های نمونه (شمال‌غرب مسجد سلیمان) و کوه سفید (شرق رامهرمز) با تأکید بر نانوفسیل‌های آهکی: پنجمین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران.

بدری، ن.، ۱۳۸۶، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در تاقدیس کوه گچ و کوه کورده (منطقه لار): پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۴۱ صفحه.

بدری، ن.، کنی، ا.، اعتماد، م.، ۱۳۸۶، نانوستراتیگرافی سازند گورپی در کوه گچ (منطقه لار): بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.

بیات، ش.، ۱۳۸۵، لیتواستراتیگرافی و نانوستراتیگرافی سازند پابده در برش نمونه تنگ پابده و مقایسه آن با رخنمون تنگ ماغر (کوه بنستان): پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۷ صفحه.

حسینی فالحی، ب.، ۱۳۸۵، لیتواسترتیگرافی و نانواستراتیگرافی سازند گورپی در تاقدیس کوه منگشت و برش تاقدیس کمستان (منطقه ایذه): پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۴ صفحه.

حیدری، ا.، ۱۳۸۹، لیتواسترتیگرافی و نانواستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی اهواز: پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۹ صفحه.

حیدری، ا.، قلاوند، ه.، فروغی، ف.، الیاس، ز. ال.، ۱۳۸۹، تعیین سن سازند پابده در چاه ۴۲۴ در میدان نفتی اهواز: اولین همایش پژوهشگران علوم زمین جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

حیدری، ا.، کنی، ا.، برنا، ف.، ۱۳۹۰، بایو استراتیگرافی سازند پابده در چاه شماره ۴۲۴ (فرو افتادگی دزفول) و مقایسه آن با برش الگو (تنگ بیجار) بر مبنای نانوفسیل های آهکی: همایش دانشگاه شهید بهشتی.

سنماری، س.، فضلی، ل.، عمرانی، م.، ۱۳۸۹، بررسی تطابق نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتون سازند گورپی در خاور بهبهان: مجله علوم زمین. شماره ۷۵، صفحه ۱۱۹–۱۲۶.

سنماری، س.، ۱۳۹۱، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در جنوب‌شرق شیراز: نشریه علمی– پژوهشی رخساره‌های رسوبی، جلد ۵ (۱)، ص ۸۴– ۷۵.

صالحی، ف.، ۱۳۸۰، بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش الگو با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۸ صفحه.

غلامی‌فرد، ا.، ۱۳۸۶، نانوستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی گچساران: پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۰۸ صفحه.

قورچایی، ش.، درویش زاده، ب.، قاسمی نژاد، الف.، ۱۳۸۷، زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در شمال کبیرکوه برمبنای فرامینیفرا و تطابق آن با مقاطع جهانی: مجله مطالعات زمین شناسی، جلد ۱، شماره ۱، صفحه ۷۳ –۶۱.

قاسمی نژاد، ا.، درویش زاده، ب.، و قورچایی، ش.،۱۳۸۶، بررسی تحولات مرز K/Pg در یال شمال شرقی کبیرکوه ایلام جنوب غربی ایلام؛ مجله‌ی علوم دانشگاه تهران، شماره ۳۳، جلد ۱، صفحه ۹۹– ۸۷.

کنی، ا. و صالحی، ف.، ۱۳۸۰، بیواستراتیگرافی سازند گورپی در برش نمونه با استفاده از نانوفسیل‌های

آهکی: نشریه دانشکده علوم زمین، شماره ۴ و ۵، صفحه ۵۱ –۴۰.

مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین شناسی نفت زاگرس: سازمان زمین شناسی کشور، ۵۸۳ صفحه.

نبوی، ف.، ۱۳۸۷، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در منطقه خرامه (شیراز) و کوه بورخ (جنوب لار): پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۶۲ صفحه

هادوی، ف. و رساایزدی، م.، ۱۳۸۷، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در برش درهشهر (جنوب شرق ایلام): فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۴، صفحه ۲۹۹–۳۰۸.

هادوی، ف.، خسروتهرانی، خ.، سنماری، س.، ۱۳۸۶، زیست‌چینه‌شناسی سازند گورپی بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در شمال گچساران: مجله علوم زمین، شماره ۶۴، صفحه ۱۴ –۲۳.

هادوی، ف.، شکری، ن.، ۱۳۸۸، نانواستراتیگرافی سازند گورپی در جنوب ایلام (برش کاور): مجله رخساره‌های رسوبی، جلد ۲، شماره ۲، صفحه ۲۲۵– ۲۱۷.

Bernaola, G., and S., Monechi, 2007, Calcareous nannofossil extinction and survivorship across the Cretaceous–Paleogene boundary at Walvis Ridge (ODP Hole 1262C, South Atlantic Ocean): Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **v.** 255, p. 132–156.

Bornemann, A., U., Aschwer and J., Mutterlose, 2003, The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **v.** 199 (3-4), p. 187-228.

Bown, P.R., and J.R., Young, 1998, Techniques; In: Bown, P.R., (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy: Chapman and Hall, London, p. 16-28.

Bown, P.R., 2005, Selective calcareous nannoplankton survivorship at the Cretaceous–Tertiary boundary: Geology, **v.** 33, p. 653–656

Cepek, P., and W. W., Hay, 1969, Calcareous Nannoplankton and Biostratigraphic subdivision of the upper Cretaceous: Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., **v.** 19, p. 323-333.

Darvishzad, B., E., Ghasemi-Nejad, S., Ghourchaei, and G., Keller, 2007, Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy and Faunal Turnover across the Cretaceous-Tertiary Boundary in Southwestern Iran: Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, **v.** 18(2), p. 139-149.

Gardin, S., 2002 , Late Maastrichtian to early Danian calcareous nannofossils at Elles (Northwest Tunisia)A tale of one million years across the K-T boundary: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **v.** 178, p. 211-231.

Lamolda, M.A., M.C., Melinte and K., Kaiho, 2005, Nannofloral extinction and survivorship across the K/T boundary at Caravaca, southeastern Spain: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **v.** 224, p. 27-52.

Martini, E. 1970, Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonatin: Nature, **v.** 226, p. 1- 560.

Martini, E. 1971, Standard Tertiary and

Perch-Nielsen, K., J., Mckenzie and Q., He, 1982, Biostratigraphy and isotope stratigraphy and the catastrophic extinction of calcareous nannoplankton at the Cretaceous/ Tertiary boundary, In: Silver, L.T., Schultz, P.H. (Eds.), Geological Implications of Impacts of Large Asteroids and Comets on the Earth: In: Geological Society of America, Boulder, pp. 353–371.

Perch-Nielsen, K., 1983, Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils: In: T.Birkelund, et al. (Eds), Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Copenhagen, Abstracts, p. 152-6.

Perch-Nielsen, K., 1985a, Mesozoic calcareous nannofossils: In: Plankton stratigraphy Book. Cambridge Earth Science Series, New York, p. 329-435

Perch-Nielsen, K., 1985b, Cenozoic calcareous nannofossils; In: Plankton stratigraphy Book. Cambridge Earth Science Series, New York, p. -554

Pospichal, J.J., 1994, Calcareous nannofossils at the K–T boundary, El Kef: no evidence for stepwise, gradual, or sequential extinctions: Geology, **v.** 22, p. 99–102.

Romein, A.J.T., 1979, Lineages in Early Paleocene nannoplankton: Utrecht Micropaleontology, Bull. **v.** 22, p. 18-22.

Roth, P. H., 1978, Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean: Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., **v.** 44. P. 731-59.

Roth, P. H., and J. L., Bowdler, 1979, Evolution of the calcareous nannofossil genus Micula in the Late Cretaceous: Micropaleontology, **v.** 25 (3), p. 272-80.

Quaternary Calcareous nannoplankton zonation: Procedings II Planktonic Conference, Roma, **v.** 1,p. 739-86.

Mohler, H. P., and W. W., Kay, 1967, Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau: France, and Paleocene-Eocene correlations. J. Paleontol., **v.** 41, p. 1505-41.

Molina, E., L., Alegret, I., Arenillas, J.A., Arz, N., Gallala, J., Hardenbol, K., von Salis, E., Steurbaut, N., Vandenberghe and D., Zaghbib-Turki, 2006, The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, ‘Tertiary’, Cenozoic) at El Kef Tunisia – Original definition and revision.Episodes, **v.** 29, p. 263–373.

Okada, H., and D., Bukry, 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975): Mar, Micropaleontol., **v.** 5(3), p. 321-5.

Perch-Nielsen, K., 1972, Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the north athlantic. Initial Rep. Deep Sea drill Proj.: **v.** 12, p. 1003-69.

Perch-Nielsen, K., 1979, Calcareous nannofossil zonation at the Cretaceous/Tertiary boundary in Denmark. Proceedings Cretaceous-Tertiary Boundary Eventssymposium: Copenhagen, **v.** 1, p. 120-126.

Perch-Nielsen, K., 1981, New Maastrichtian and Paleocene calcareous nannofossils from Africa, Demnark, the USA and the Atlantic, and some Paleocene lineages: Eclogae Geol., **v.** 73, p. 831-863.

Micropaleontology, **v.** 47, p. 323–356

Thierstein, H. R., 1976, Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments: Marine Micropaleontol., **v.** 1, p. 325-62.

Varol, O., 1989, Paleocene calcareous nannofossil biostratigraphy, in Nannofossils and their applications, (eds J. A. Crux and S. E, van Heck): British Micropalaeontological Society Series, Ellis Horwood Limited, Chichester, p. 267- 310.

Worsley, T., Martini, E., 1970, Late Maastrichtian Nannoplankton provinces: Nature, **v.** 225, p. 1242-1243.

Senemari, S., and M., Sohrabi Molla Usefi, 2012, Evaluation of Cretaceous-Paleogene boundary based on calcareous nannofossils in section of Pol Dokhtar, Lorestan, southwestern Iran: Arabian Journal of Science. doi:10.1007/s12517-012-0620-8, Published online.

Sissingh, W., 1977, Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton: Geologie Mijnbouw, **v.** 56, p. 37-49.

Tantawy, A.A., 2003, Calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Cretaceous–Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt: Marine

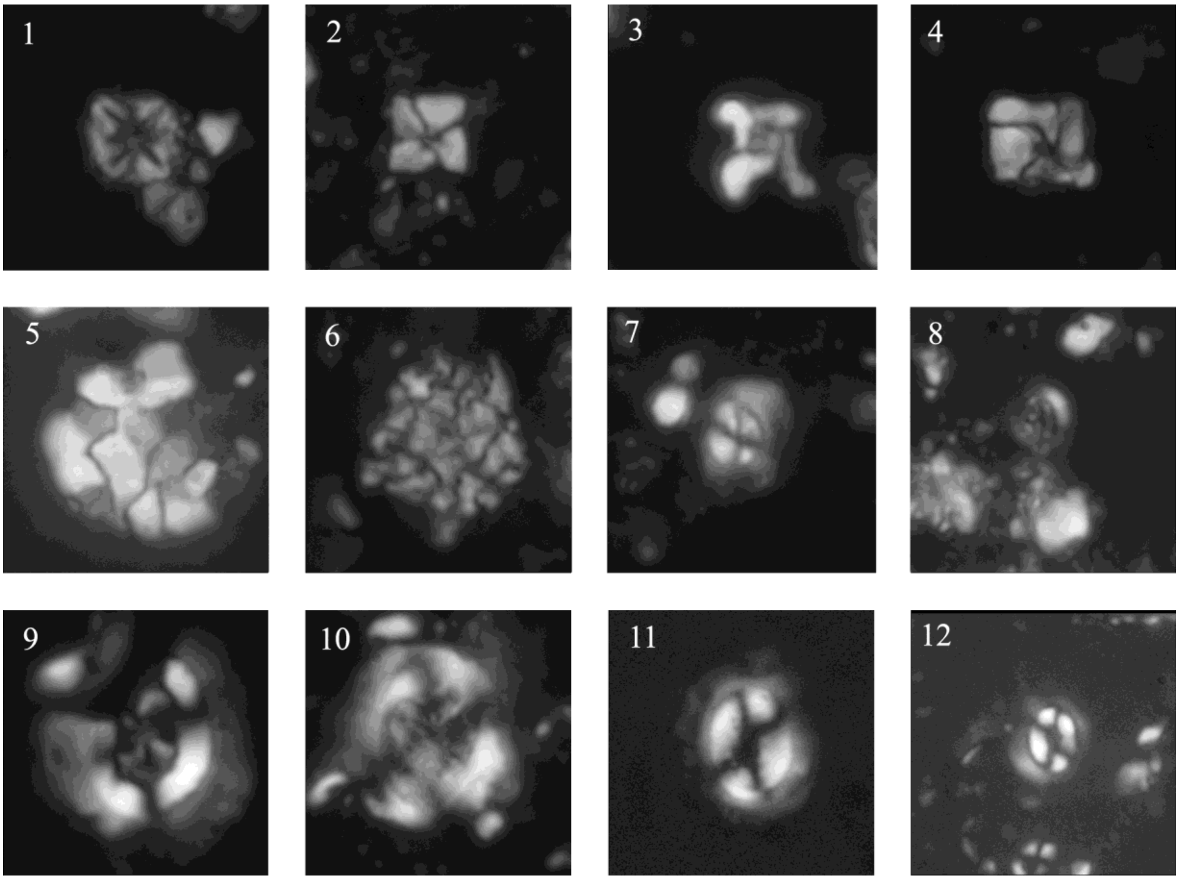


Plate 1: Figs. 1) *Micula decussata* (Vekshina, 1959), Fig. 1 (XPL); Figs. 2) *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973. Fig 2 (XPL); Figs. 3) *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979. Fig 3 (XPL); Figs. 4) *Micula swastica* (Stradner & Steinmetz, 1984), Fig. 4 (XPL); Figs. 5) *Thoracosphaera* sp. Kamptner, 1930. Fig 5 (XPL); Figs. 6) *Thoracosphaera operculata* Bramlette and Martini, 1964. Fig. 6 (XPL); Figs. 7) *Markalius inversus* (Deflandre *in* Deflandre and Fert, 1954), Fig. 7 (XPL); Figs. 8) *Cruciplacolithus primus* Perch-Nielsen, 1977. Fig. 8 (XPL); Fig. 9) *Chiasmolithus danicus* (Brotzen, 1959) Hay & Mohler, 1967. Fig. 9 (XPL); Fig. 10) *Chiasmolithus edentulus* van Heck and Prins, 1987. Fig. 10 (XPL); Figs. 11 & 12) *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877), Figs. 11 & 12 (XPL). 2250X.

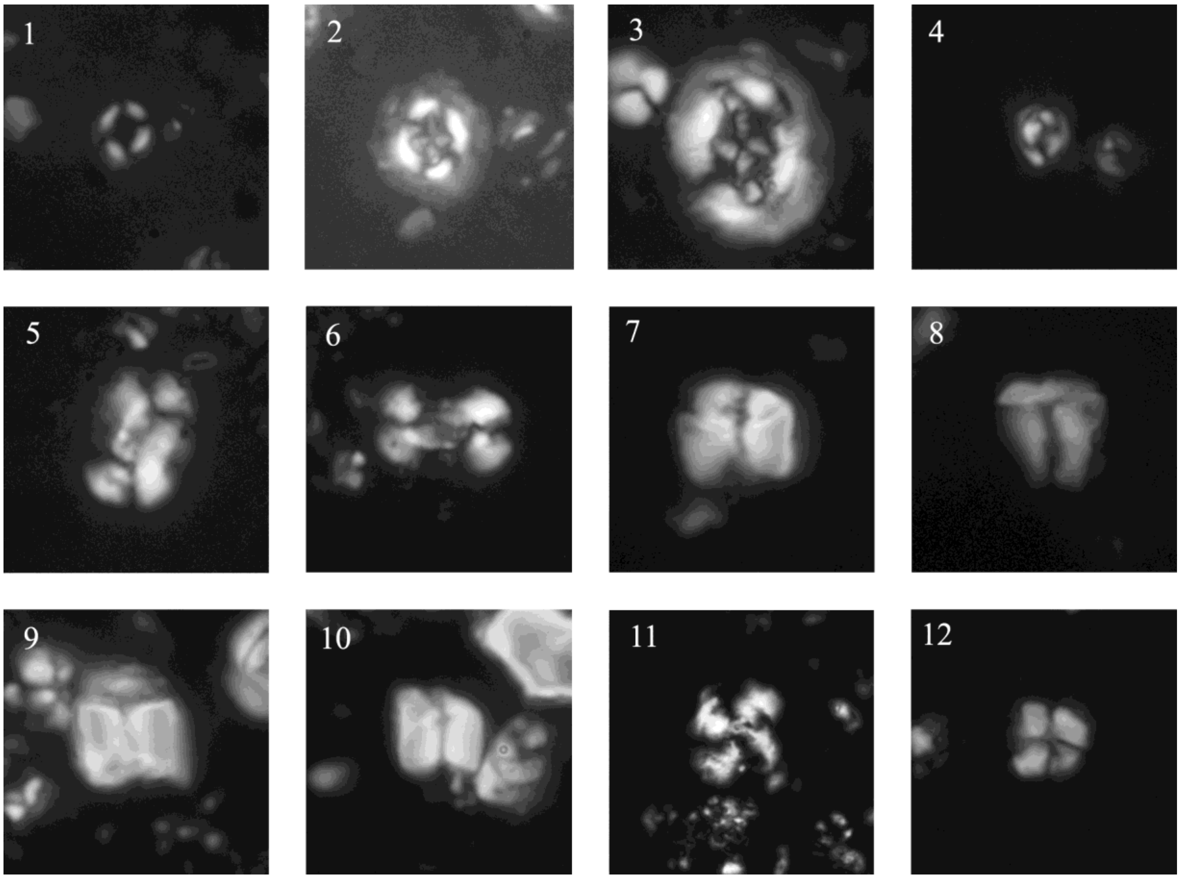


Plate 2: Fig. 1) *Coccolithus subpertusus* (Hay and Mohler, 1967) Van Heck and Prins, 1987. Fig. 1 (XPL); Fig. 2) *Cruciplacolithus intermedius* van Heck & Prins, 1987. Fig. 2 (XPL); Fig. 3) *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler *in* Hay *et al*., 1967. Fig. 3 (XPL); Fig. 4) *Prinsius martinii* (Perch-Nielsen, 1969) Haq, 1971. Fig. 4 (XPL); Figs. 5 & 6) *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sullivan, 1964. Figs. 5 & 6 (XPL); Fig. 7) *Fasciculithus* cf. *F. ulii* Perch-Nielsen, 1971. Fig. 7 (XPL); Fig. 8) *Fasciculithus pileatus* Bukry, 1973. Fig. 8 (XPL); Fig. 9) *Fasciculithus ulii* Perch-Nielsen, 1971. Fig. 9 (XPL); Fig. 10) *Fasciculithus* cf. *F. tympaniformis* Hay & Mohler *in* Hay et al., 1967. Fig. 10 (XPL); Fig. 11) *Heliolithus kleinpellii* Sullivan, 1964. 1000X. Fig. 11 (XPL); Fig. 12) *Sphenolithus primus* Perch-Nielsen, 1971. Fig. 12 (XPL). 2250X.