

زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی - بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی

محمد پرندآور^۱، اعظم ماهانی‌پور^۲، سیدعلی آقائباتی^۳ و سیدابوالفضل حسینی^۴

^۱ کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۲ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران

^۳ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد تهران شمال، تهران، ایران

^۴ کارشناسی ارشد، مدیریت اکتشافات شرکت ملی نفت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۰۲

چکیده

در این مطالعه بخش‌های بالایی سازند گورپی و بخش‌های ابتدایی سازند پابده در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی از دید نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی دقیق قرار گرفت. ستبرای محدوده برداشت‌شده در برش مورد مطالعه ۱۲۷ متر و ترکیب سنگی آن شامل مارن، شیل‌های سبز - خاکستری و شیل‌های ارغوانی است. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مورد مطالعه به شناسایی ۵۰ جنس و ۱۰۱ گونه انجامید. بر پایه جنس و گونه‌های شاخص شناسایی‌شده در محدوده مورد بررسی، زون‌های نانوفسیلی CC25-CC26 در رسوبات کرتاسه و زون‌های نانوفسیلی NPI-NP5 و NTP1-NTP9 در رسوبات پالئوسن تشخیص داده شد که زیست‌زون‌های نانوفسیلی NPI-NP4 و NTP1-NTP7A برای اولین بار از بخش‌های بالایی سازند گورپی در این برش گزارش می‌شوند. با توجه به زون‌های قابل تشخیص، سن بخش‌های سازند گورپی در برش مورد مطالعه مایستریشتین پسین - داین پسین (پایان پالئوسن پیشین) است و سن سازند پابده از ابتدای پالئوسن پسین آغاز می‌شود. بر پایه داده‌های نانوفسیلی موجود مرز کرتاسه - پالئوژن پیوسته است و در بخش‌های بالایی سازند گورپی قرار دارد. در محدوده مرز کاهش فراوانی جنس و گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه، افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* و پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن ثبت شده است. در رسوبات داین جنس و گونه‌های کرتاسه به همراه جنس و گونه‌های پالئوسن دیده می‌شود که با توجه به حفظ‌شدگی خوب و حضور پیوسته جنس و گونه‌های کرتاسه در رسوبات، به احتمال زیاد جزو جنس و گونه‌های باقیمانده هستند که از محدوده مرز عبور کرده و در رسوبات داین دیده شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: نانوفسیل‌های آهکی، سازند گورپی، سازند پابده، مرز کرتاسه - پالئوژن، زیست‌چینه‌نگاری.

*نویسنده مسئول: محمد پرندآور

E-mail: parandavar.m@gmail.com

۱- پیش‌گفتار

حوضه رسوبی زاگرس در برگزیده میدین مهم نفتی جهان در سامانه‌های چین‌خورده و راندگی است (Alavi, 2004). این حوضه رسوبی که با بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس ایجاد شده، با توجه به فرونشست‌های مداوم طی مزوزوئیک و سنوزوئیک رسوبات کربناتی، شیلی و مارنی با ستبرای زیادی در آن نهشته شده است که سازندهای گورپی و پابده از آن نمونه است. با توجه به ویژگی‌های خاص نفتی این حوضه رسوبی و همچنین ویژگی سنگ منشأ و پوش سنگی سازندهای گورپی و پابده و قرارگیری مرز کرتاسه - پالئوژن در میان این سازندها، این دو سازند اهمیت ویژه‌ای در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری دارند (آقائباتی، ۱۳۸۳؛ مطیعی، ۱۳۷۴).

سازند گورپی در برش الگو ۳۲۰ متر ستبرا دارد و از مارن، سنگ‌آهک مارنی - شیلی و شیل تشکیل شده است. مرز زیرین این سازند با سازند ایلام از نوع ناپیوستگی فرسایشی است و با یک زون هوازه مشخص می‌شود. این سازند در بالا به شیل‌های ارغوانی‌رنگ سازند پابده می‌رسد. سازند شیلی پابده در مقطع نمونه ۷۹۸ متر ستبرا دارد که در آن بخش پایینی سازند (۱۴۰ متر) از جنس شیل و مارن‌های آبی و ارغوانی است (بخش شیل ارغوانی) و بخش باقی‌مانده این سازند از شیل‌های خاکستری و لایه‌های آهک رسی و گاهی چرت‌دار ساخته شده است (آقائباتی، ۱۳۸۳). تاکنون مطالعات چندری روی نانوفسیلهای آهکی سازندهای گورپی و پابده انجام شده است. نانوفسیل‌های آهکی در سازند گورپی توسط صالحی (۱۳۸۰)، کنی و صالحی (۱۳۸۰)، حسینی فالچی (۱۳۸۵)، بدری (۱۳۸۶)، بدری و همکاران (۱۳۸۶)، هادوی و همکاران (۱۳۸۶)، نبوی (۱۳۸۷)، هادوی و رسالیزدی (۱۳۸۷)، هادوی و شکری (۱۳۸۸)، سنماری و همکاران (۱۳۸۹)، اصل شیرین (۱۳۹۰) و اصل شیرین و همکاران (۱۳۹۰) و سازند پابده توسط بیات (۱۳۸۵)، غلامی‌فرد (۱۳۸۶)، حیدری (۱۳۸۹) و حیدری و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۸۹) مطالعه شده است. همچنین محدوده مرز کرتاسه - ترشیری توسط قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) و (Darvishzad et al. 2007) بررسی شده است.

با توجه به اینکه نانوفسیل‌های آهکی یکی از دقیق‌ترین ابزارهای زیست‌چینه‌نگاری برای تعیین سن و همخوانی لایه‌های رسوبی هستند، در این مطالعه بخش‌های بالایی سازند گورپی و بخش‌های زیرین سازند پابده در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی از دید نانوفسیل‌های آهکی و موقعیت مرز کرتاسه - پالئوژن نیز بر پایه نانوفسیل‌های آهکی بررسی شده است.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

برش مورد بررسی از سازندهای گورپی و پابده، در تاقدیس کوه گورپی و در شمال شهرستان مسجد سلیمان و شمال خاور لالی قرار دارد. دسترسی به برش مورد مطالعه از راه جاده لالی به سوی تنگ پابده امکان‌پذیر است. مختصات برش مورد مطالعه در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی طول جغرافیایی $10^{\circ} 18' 49''$ خاوری و عرض جغرافیایی $20^{\circ} 26' 32''$ شمالی است (شکل ۱). موقعیت برش مورد مطالعه در شکل‌های ۱ و ۲ - الف نشان داده شده است.

۳- مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

ستبرای محدوده مورد مطالعه در برش یادشده ۱۲۷ متر و دربرگیرنده شیل و مارن‌های سبز - خاکستری بخش پایانی سازند گورپی (از پایان عضو آهکی امام حسن) به ستبرای ۱۱۲ متر و شیل ارغوانی قاعده سازند پابده به ستبرای ۱۵ متر است (شکل ۲-ب). در مطالعه حاضر مرز سنگ‌شناسی سازندهای گورپی و پابده به‌عنوان مبنای بیان اندازه‌ها در نظر گرفته شده است. به گونه‌ای که از علامت منفی (-) برای بیان ستبراهای پایین‌تر از مرز دو سازند، و از علامت مثبت (+) برای بیان ستبراهای بالای مرز دو سازند استفاده شده است. برای مطالعه دقیق نانوفسیل‌های آهکی در محدوده بالا، نمونه‌ها با فاصله‌های ۰/۱۵ تا ۲/۵ متری و از ژرفای تقریبی ۲۰ سانتی‌متری برداشت شده است. از بخش

مؤلف: Perch-Nielsen (1972) که توسط Sissingh (1977) تصحیح شده است. هم‌ارزی: این زیست‌زون با زیست‌زون NC22 از زیست‌زون‌بندی (Ruth (1978) قابل هم‌ارزی است (شکل ۴).

۴-۲. *Nephrolithus frequens* Zone (CC26)

تعریف زون: این زیست‌زون از اولین تا آخرین پیدایش گونه *Nephrolithus frequens* تعریف شده است. با توجه به اینکه گونه *Nephrolithus frequens* شاخص عرض‌های جغرافیایی بالاست، بنابراین در عرض‌های جغرافیایی پایین از اولین حضور گونه *Micula murus* برای قاعده این زون استفاده شده است (Perch-Nielsen, 1972, 1985a; Roth, 1978; Tantawy, 2003). اگرچه در برخی از مطالعات (Perch-Nielsen, 1979 & 1983) اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* معادل با اولین حضور گونه *Ceratolithoides kamptneri* در نظر گرفته شده است. این زون با استفاده از اولین حضور گونه *Micula prinsii* به دو زون فرعی (CC26a) *Micula murus subzone* و (CC26b) *Micula prinsii subzone* قابل تقسیم است (Perch-Nielsen, 1979 & 1981a-b). همچنین حد بالایی زیست‌زون مورد بررسی با اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* یا *Biantholithus sparsus* یا افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* مشخص شده است (Perch-Nielsen, 1979). محدوده سنی این زون و اخیر مایستریشتین پسین است. با توجه به اینکه در برش مورد بررسی گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نشده و گونه *Ceratolithoides kamptneri* بسیار کمیاب است، برای قاعده این زون از اولین حضور گونه *Micula murus* برای مشخص کردن بخش بالایی زون مورد بررسی از اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* استفاده شده است. بنابراین در برش مورد بررسی، این زون از اولین حضور گونه *Micula murus* در ستبرای ۱۰۳/۵- متری تا اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* در ستبرای ۴۴/۴- متری، جایی که فراوانی گونه‌های کرتاسه به شدت کاهش یافته قابل ثبت است. این زیست‌زون در بخش‌های بالایی سازند گورپی دیده شده است.

مؤلفان: این زون توسط Čepik & Hay (1969) معرفی شده است.

هم‌ارزی: این زیست‌زون با زون NC23 از زیست‌زون‌بندی (Roth (1978) قابل هم‌ارزی است (شکل ۴).

۴-۲a. *Micula murus subzone* (CC26a): این زون فرعی از اولین حضور گونه *Micula murus* تا اولین حضور گونه *Micula prinsii* تعریف شده است (Perch-Nielsen, 1981a-b). این زون منطبق با بخش‌های زیرین زیست‌زون (CC26) *Nephrolithus frequens zone* از زون‌بندی (Sissingh (1977) و محدود به عرض‌های جغرافیایی پایین است (Worsley & Martini, 1970; Romein, 1979). در حالی که عرض‌های جغرافیایی بالا دیده شده است (Perch-Nielsen, 1985a). در این مطالعه نیز *N. frequens* ثبت نشده ولی گونه *M. murus* در ستبرای ۱۰۳/۵- متری (مرز پایینی زیر زون) و *M. prinsii* در ستبرای ۷۶/۹- متری (مرز بالایی) دیده شده است.

۴-۲b. *Micula prinsii subzone* (CC26b): این زون فرعی از اولین حضور گونه *Micula prinsii* تا اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* و یا *Biantholithus sparsus* و افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* تعریف شده است (Perch-Nielsen, 1979). این زون منطبق با بخش‌های بالایی زیست‌زون (CC26) *Nephrolithus frequens zone* از زون‌بندی (Sissingh, (1977) است (Romein, 1979). در این زون تجمع نانوفسیل‌های آهکی همانند با زون پیشین یعنی *Micula murus subzone* است و تنها با حضور *M. prinsii* مشخص می‌شود (Roth & Bowdler, 1979). برای مشخص کردن مرز بالایی زون موجود در برش مورد مطالعه، اولین حضور رایج و فراوان گونه *Thoracosphaera operculata*

بالایی سازند گورپی ۲۰۸ نمونه و از بخش زیرین سازند پابده ۹ نمونه (روی هم‌رفته ۲۱۷ نمونه) برای مطالعه نانوفسیل‌های آهکی برداشت شد.

از نمونه‌های برداشت شده ۴۳۴ اسلاید به دو روش اسمیراسلاید (Smear slide) و ثقی (Bown & Young, 1998) آماده‌سازی و مطالعه شدند. اسلایدهای موجود با میکروسکوپ نوری نیکون E۲۰۰ و بزرگنمایی ۱۰۰۰X مطالعه شد. برای مطالعه تاکسونومی نانوفسیل‌های آهکی از (Perch-Nielsen (1985 a & b) استفاده شده است.

۴- الگوی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی

نانوپلانکتون‌های آهکی در تریاس پدیدار شده، در ژوراسیک به شکوفایی رسیده و پس از اواخر ژوراسیک یکی از زیادهای اصلی محیط‌های دریایی شده‌اند. گوناگونی این گروه فسیلی طی ژوراسیک و کرتاسه افزایش یافته و در اواخر کرتاسه این گوناگونی به بیشترین مقدار رسیده است. این گروه به دلیل گوناگونی و فراوانی زیاد، گسترش جغرافیایی بالا و تکامل سریع، یکی از دقیق‌ترین ابزارهای زیست‌چینه‌نگاری برای تعیین سن و همخوانی لایه‌های رسوبی در مزوزویک و سنوزویک است (Bown, 1998). در سازندهای گورپی و پابده، نانوپلانکتون‌های آهکی گوناگونی و فراوانی خوبی دارند. بر پایه مطالعه صورت گرفته ۵۰ جنس و ۱۰۱ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد (شکل ۳).

زیست‌زون‌بندی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه توسط (Thierstein (1976) Sissingh (1977)، Roth (1978) و (Perch-Nielsen (1983) پیشنهاد شده است. همچنین زیست‌زون‌بندی نانوفسیل‌های آهکی پالتوسن توسط (Martini (1971)، (Okada & Bukry (1980) و (Varol (1989) انجام شده است. در این نوشتار از زیست‌زون‌بندی (Sissingh (1977) برای نهشته‌های به سن کرتاسه و از زیست‌زون‌بندی (Martini (1971) و (Varol (1989) برای نهشته‌های مربوط به پالتوسن استفاده شد. گفتنی است که زون‌بندی (Varol (1989) قدرت جدایش بسیار بالایی دارد ولی با توجه به اینکه در برش مورد مطالعه امکان جدایش کامل زیست‌زون‌های (Varol (1989) وجود نداشت پایه کار زیست‌زون‌بندی (Martini (1971) قرار گرفت و سپس با زون‌بندی (Varol (1989) تطابق داده شد. بر پایه مطالعات صورت گرفته در برش مورد بررسی، به ترتیب از قاعده به سمت رأس زیست‌زون‌های زیر تشخیص داده شده است.

۴-۱. *Arkhangelskiella cymbiformis* zone (CC25)

تعریف زون: این زون از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین پیدایش گونه *Nephrolithus frequens* تعریف می‌شود. در بسیاری از مطالعات اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* معادل با اولین حضور گونه *Micula murus* در نظر گرفته شده است (Perch-Nielsen, 1972; Roth, 1978; Tantawy, 2003). اگرچه در برخی از مطالعات (Perch-Nielsen, 1979 & 1983) اولین حضور گونه *Ceratolithoides kamptneri* معادل با اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه گونه *Nephrolithus frequens* شاخص عرض‌های جغرافیایی بالاست و در عرض‌های جغرافیایی پایین کمیاب است (Perch-Nielsen, 1985a)، در بسیاری از مطالعات مربوط به عرض‌های جغرافیایی پایین از اولین حضور گونه *Micula murus* برای تعیین مرز بالایی این زون استفاده شده است (Perch-Nielsen, 1972; Roth, 1978). محدوده سنی این زیست‌زون مایستریشتین پسین است (Perch-Nielsen, 1985a). در برش مورد مطالعه گونه‌های *Reinhardtites levis* و *Nephrolithus frequens* ثبت نشده و گونه *Ceratolithoides kamptneri* بسیار کمیاب بوده، ولی اولین حضور گونه *Micula murus* در ستبرای ۱۰۳/۵- متری محدود به مورد بررسی شده است. بنابراین از ابتدای محدوده مورد بررسی (۱۱۱/۵- متری) تا ستبرای ۱۰۳/۵- متری، جایی که اولین حضور گونه *Micula murus* ثبت شده، به زیست‌زون CC25 تعلق دارد. این زیست‌زون در بخش‌های بالایی سازند گورپی دیده شده است.

هم‌ارزی: این زیست‌زون را می‌توان با زیست‌زون CP1b از زیست‌زون‌بندی Okada & Bukry (1980) و زیست‌زون‌های NTP2 و NTP3A از زیست‌زون‌بندی Varol (1989) هم‌ارز دانست. گفتنی است که بر پایه زیست‌زون‌بندی Varol (1989)، زیست‌زون NTP2 را می‌توان از اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* تا اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* ثابت کرد، که در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* در سترای ۳۵/۴- متری ثبت شده است. همچنین زیست‌زون NTP2 بر پایه اولین حضور گونه *Coccolithus pelagicus* به دو زیست‌زون فرعی NTP2A و NTP2B قابل تقسیم است. در برش مورد بررسی اولین حضور گونه *Coccolithus pelagicus* در سترای ۳۶/۵- متری ثبت شده است. زیر زون فرعی NTP3A در زیست‌زون‌بندی Varol (1989) از اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* و *Hornibrookina edwardsii* تعریف شده است و همان‌گونه که در بالا نیز اشاره شد اولین حضور گونه *Prinsius dimorphosus* در سترای ۳۵/۴- متری و اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* در سترای ۳۳/۷۵- متری ثبت شده است (شکل ۴).

۴-۵. *Chiasmolithus danicus* Zone (NP3)

تعریف زون: این زون با پیدایش گونه *Chiasmolithus danicus* آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Ellipsolithus macellus* پایان می‌یابد. این زیست‌زون شاخص اواسط پالئوسن پیشین (دانین پسین) است (Martini, 1970). در برش مورد بررسی پیدایش گونه *Ellipsolithus macellus* در سترای ۱۱/۲۵- متری ثبت شده است. برخی از گونه‌های کرتاسه که در زون پیشین حضور داشته‌اند، در این زون با فراوانی بسیار کم شناسایی شده‌اند. این زیست‌زون در بخش‌های پایانی سازند گورپی دیده شده است. مؤلف: این زون توسط Martini (1970) معرفی شده است.

هم‌ارزی: این زیست‌زون با زیست‌زون CP2 از زیست‌زون‌بندی Okada & Bukry (1980) و زیست‌زون‌های NTP4, NTP5A, B, NTP3B, C- از زیست‌زون‌بندی Varol (1989) همخوانی دارد. بر پایه زیست‌زون‌بندی Varol (1989) از اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* و *Hornibrookina edwardsii* آغاز شود و با پیدایش گونه *Coccolithus subpertusus* پایان می‌یابد. زون فرعی NTP3C از پیدایش گونه *Coccolithus subpertusus* تا آخرین حضور گونه‌های *Futyania attewellii* و *Cyclagelosphaera alta* تعریف شده است. زون NTP4 از آخرین حضور گونه‌های *Futyania attewellii* و *Cyclagelosphaera alta* تا آخرین حضور گونه *Hornibrookina edwardsii* تعریف شده و زون فرعی NTP5A از آخرین حضور گونه *Hornibrookina edwardsii* تا پیدایش گونه *Prinsius martinii* است. در برش مورد بررسی اولین حضور گونه *Coccolithus subpertusus* در سترای ۳۲/۵- متری ثبت شده است که حد بالایی زیست‌زون فرعی NTP3B را مشخص می‌کند. به دلیل ثبت‌شدن گونه‌های *Futyania attewellii*، *Cyclagelosphaera alta* و *Hornibrookina edwardsii* در برش مورد مطالعه، امکان جدایش مرز زیست‌زون‌های NTP4, NTP5A, NTP3C وجود ندارد. بنابراین محدوده این زیست‌زون‌ها جدا نشده و از اولین حضور گونه *Coccolithus subpertusus* در سترای ۳۲/۵- متری تا اولین حضور گونه *Prinsius martinii* در سترای ۱۴/۶- متری است. همچنین در زیست‌زون‌بندی Varol (1989) از NTP5B تا اولین حضور گونه *Prinsius martinii* تا اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* تعریف شده که در برش مورد بررسی از سترای ۱۴/۶- متری تا سترای ۱۱/۲۵- متری مربوط به این زیست‌زون است (شکل ۴).

۴-۶. *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4)

تعریف زون: این زون با پیدایش گونه *Ellipsolithus macellus* آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Fasciculolithus tympaniformis* پایان می‌یابد. این زیست‌زون شاخص پایان پالئوسن پیشین (دانین پسین - سلان‌دین پیشین) است (Martini, 1970). در برش

در سترای ۴۴/۴- متری (مرز بالایی زیر زون) در نظر گرفته شده است.

۴-۳. *Markalius inversus* Zone (NP1)

تعریف زون: این زون از جایی که اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* و یا *Biantholithus sparsus* یا افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده است، آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Cruciplacolithus tenuis* پایان می‌یابد. این زیست‌زون شاخص ابتدای پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است (Martini, 1970). در برش مورد بررسی اولین جایی که بیشترین فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده در سترای ۴۴/۴- متری و پیدایش گونه *Cruciplacolithus tenuis* و *Cruciplacolithus intermedius* در سترای ۳۸/۲- متری بوده است. در این زون تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه همراه با حضور گونه‌های ترشیاری ثبت شده است. این زیست‌زون در بخش‌های بالایی سازند گورپی دیده شده است. مؤلف: این زون توسط Mohler & Hay (1967) معرفی و توسط Martini (1970) تصحیح شده است.

هم‌ارزی: این زیست‌زون با زیست‌زون NTP1 از زیست‌زون‌بندی Varol (1989) همخوانی دارد با این تفاوت که در زیست‌زون‌بندی Varol (1989)، مرز کرتاسه - ترشیاری بر پایه اولین حضور گونه *Biantholithus sparsus* و یا اولین حضور گونه *Cyclagelosphaera alta* تعریف شده، در حالی که در برش مورد بررسی این دو گونه کمیاب و بیشینه فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* به عنوان شاخص مرز در نظر گرفته شده است. همچنین رأس زیست‌زون NTP1 بر پایه آخرین حضور گونه *Neobiscutum parvulum* و یا *Neobiscutum romeinii* و یا اولین حضور *Cruciplacolithus intermedius* است که در برش مورد مطالعه از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* استفاده و در سترای ۳۸/۲- متری ثبت شده است. همچنین این زیست‌زون به ۴ زون فرعی NTP1A، NTP1B، NTP1C و NTP1D قابل تقسیم است. از ابتدای زیست‌زون NTP1 تا جایی که اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* ثبت شده به زیست‌زون فرعی NTP1A تعلق دارد که در برش مورد بررسی اولین حضور گونه *Cruciplacolithus primus* در سترای ۴۳- متری ثبت شده است. از اولین حضور گونه *Futyania petalosa* به زیست‌زون فرعی NTP1B تعلق دارد که اولین حضور گونه *Futyania petalosa* در سترای ۴۱- متری ثبت شده است. از اولین حضور گونه *Futyania petalosa* تا جایی که بیشترین فراوانی *Futyania spp.* دیده شده به زیست‌زون فرعی NTP1C تعلق دارد و از جایی که بیشترین فراوانی *Futyania spp.* ثبت شده تا جایی که اولین حضور گونه *Cruciplacolithus intermedius* ثبت شده به زیست‌زون فرعی NTP1D تعلق دارد که در برش مورد بررسی، بیشترین فراوانی *Futyania spp.* ثبت نشده و ۲ زیست‌زون فرعی NTP1C و NTP1D از هم جدا نشده‌اند (شکل ۴).

گفتنی است که زیست‌زون بالا قابل هم‌ارزی با زیست‌زون نانوفسیلی CP1a از زون‌بندی Okada & Bukry (1980) نیز هست (شکل ۴).

۴-۴. *Cruciplacolithus tenuis* Zone (NP2)

تعریف زون: این زون با اولین پیدایش گونه *Cruciplacolithus tenuis* آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Chiasmolithus danicus* پایان می‌یابد. این زیست‌زون شاخص ابتدای پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است (Martini, 1970). در برش مورد بررسی پیدایش گونه *Chiasmolithus danicus* در سترای ۳۳/۷۵- متری ثبت شده است. در این زیست‌زون نیز جنس و گونه‌های کرتاسه به همراه جنس و گونه‌های پالئوسن حضور دارند. این زیست‌زون در بخش‌های بالایی سازند گورپی دیده شده است. مؤلف: این زون توسط Mohler & Hay (1967) معرفی و توسط Martini (1970) تصحیح شده است.

ارتباط با ویژگی‌های زمین‌شناسی این مرز در برش El Kef منتشر شده و این برش به خوبی شناخته شده است (Molina et al., 2006)، ولی تا سال ۲۰۰۶ به صورت رسمی معرفی نشده. بسیاری از معیارهای هم‌ارزی در این برش وجود دارد که شاخص‌ترین آنها شامل شواهدی از برخورد شهاب‌سنگ (برای نمونه بی‌هنجاری ایریدیم، اسپینل‌های غنی از نیکل و ...)، انقراض میکروفسیل‌های پلانکتون و نانوفسیل‌ها است (Molina et al., 2006).

پس از معرفی مرز کرتاسه- پالئوژن در برش El-Kef در تونس، نانوفسیل‌های آهکی در این مرز توسط Pospichal (1994) مورد بررسی قرار گرفتند. به باور Pospichal (1994) هیچ نوع انقراضی در نانوپلانکتون‌های آهکی در ۴ متر بالایی رسوبات مایستریشتین ثبت نشده و نانوفسیل‌های آهکی هیچ روندی از تغییرات بوم‌شناختی (اکولوژیکی) مانند تغییرات دما پیش از مرز را نشان نمی‌دهند. Molina et al. (2006) بر این باورند که در برش بالا، همانند دیگر گروه‌های فسیلی نانوفسیل‌های آهکی نیز تحت تأثیر انقراض قرار گرفته‌اند و بیشتر گونه‌های کرتاسه در محدوده مرز منقرض شده‌اند. همچنین نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه در برش El Kef که در بالای مرز کرتاسه- پالئوژن دیده شده‌اند به‌عنوان گونه‌های باقی‌مانده (Surviving species) پس از مرز در نظر گرفته نشده، بلکه به‌عنوان گونه‌های نابرجا و حمل شده (Rework) در نظر گرفته شده‌اند. در این برش در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن کاهش شدید در فراوانی همه گونه‌های کرتاسه دیده شده و همزمان شکوفایی گونه *Thoracosphaera operculata* ثبت شده است و به دنبال آن فراوانی شمار کمی از گونه‌های باقیمانده و فرصت‌طلب و پیدایش گونه‌های جدید ترشیاری همچون *Neobiscutum romeinii* دیده شده است. همچنین در بخش‌های بالایی رس‌های مرزی، افزایش فراوانی گونه *Biantholithus sparsus* ثبت شده است. ایشان به این مطلب اشاره دارند که با وجود اینکه بیشتر اولین حضور گونه *Biantholithus sparsus* برای توصیف قاعده دانین به کار رفته ولی در برش El Kef این گونه کمیاب و حدود ۳ متر بالای قاعده مرز لایه رسی دیده شده است (Molina et al., 2006).

۵-۲. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن در برش مورد مطالعه

مرز کرتاسه- پالئوژن به علت بحران دیرینه‌زیست‌شناسی (پالئوبیولوژی) که سبب انقراض شمار زیادی از گونه‌ها شده، یکی از مهم‌ترین وقتهای زمانی در تاریخ زمین است. باور بر این است که گروه‌های زیادی، از مجموعه‌های فسیلی در این مرز منقرض شده‌اند. یکی از حساس‌ترین گروه‌های موجودات برای بررسی رخداد انقراض مرز کرتاسه- پالئوژن نانوفسیل‌های آهکی هستند. طرح پراکنندگی نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن موضوع بسیاری از مطالعات بوده است (Pospichal, 1994; Gardin, 2002; Tantawy, 2003). در همه مطالعات صورت گرفته، گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه به همراه جنس و گونه‌های جدید پالئوسن در رسوبات پالئوسن و پس از مرز کرتاسه- پالئوژن گزارش شده است که در این رابطه بحث‌های زیادی وجود دارد (Pospichal, 1994; Gardin, 2002; Tantawy, 2003; Bown, 2005). عده‌ای از دانشمندان (Pospichal, 1994) بر این باورند که گونه‌های مایستریشتین که در رسوبات دانین دیده شده است، نابرجا هستند و از رسوبات زیرین حمل شده‌اند، در حالی که عده‌ای دیگر از دانشمندان (Perch-Nielsen et al., 1982) بر این باورند که گونه‌های مایستریشتین که در رسوبات دانین دیده شده‌اند برجا هستند و از مرز کرتاسه- پالئوژن عبور کرده‌اند. Bown (2005) با بررسی رسوبات محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن در شمال‌باختر اقیانوس آرام بر این باور است که انقراض به‌صورت انتخابی عمل کرده و شماری از جنس و گونه‌های کرتاسه منقرض نشده و از محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن عبور کرده‌اند. Gardin (2002) نیز به‌بقای شماری از جنس و گونه‌های کرتاسه باور دارد که منقرض نشده و از محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن عبور کرده‌اند.

مورد مطالعه اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ستبرای ۱۱/۸+ متری ثبت شده است. این زیست‌زون در بخش پایانی سازند گورپی و ابتدایی‌ترین توالی بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پایده، دیده شده است.

مؤلف: این زون توسط Martini (1970) معرفی شده است. هم‌ارزی: این زیست‌زون با زیست‌زون CP3 از زون‌بندی (Okada & Bukry, 1980) و زیست‌زون‌های nTp7، nTp6، nTp5C و Varol (1989) همخوانی دارد. در زیست‌زون‌بندی Varol (1989) زون فرعی nTp5C از اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* تا آخرین حضور گونه *Neocrepidolithus cruciatus* و تا آخرین حضور گونه *Neochiastozygus imbriae* و یا *Neochiastozygus eosaepe* دارند. زون فرعی nTp7A نیز از آخرین حضور گونه *Neochiastozygus eosaepe* و یا *Neochiastozygus imbriae* تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* است. در برش مورد مطالعه به دلیل ثبت نشدن گونه‌های *Neocrepidolithus cruciatus*، *Neochiastozygus eosaepe* و *Neochiastozygus imbriae* امکان جدایش زیست‌زون‌های nTp6، nTp7A و nTp5C وجود ندارد و محدوده این زیست‌زون‌ها به صورت کلی و از اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* در ستبرای ۱۱/۲۵- متری تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* در ستبرای صفر متری (در مرز سازندهای گورپی و پایده) در نظر گرفته شده است. زون فرعی nTp7B از اولین حضور گونه *Chiasmolithus edentulus* تا اولین حضور گونه *Fasciculithus chowii* تعریف شده است که در برش مورد بررسی اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* در ستبرای ۸/۱+ متری ثبت شده است. زیست‌زون nTp8 نیز از اولین حضور گونه *Sphenolithus primus* آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Fasciculithus tympaniformis* پایان می‌یابد که در برش یادشده پیدایش گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ستبرای ۱۱/۸+ متری ثبت شده است.

۴-۵. *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* آغاز می‌شود و با پیدایش گونه *Heliolithus kleinpellii* پایان می‌یابد. این زیست‌زون شاخص پالئوسن پسین (سلاندین) است (Mohler & Hay, 1967). در برش مورد بررسی گونه *Heliolithus kleinpellii* در محدوده چینه‌شناسی مورد مطالعه شناسایی نشده است. بنابراین محدوده چینه‌شناسی این زون، فراتر از محدوده مطالعاتی است. این زیست‌زون در بخش شیل ارغوانی قاعده سازند پایده دیده شده است.

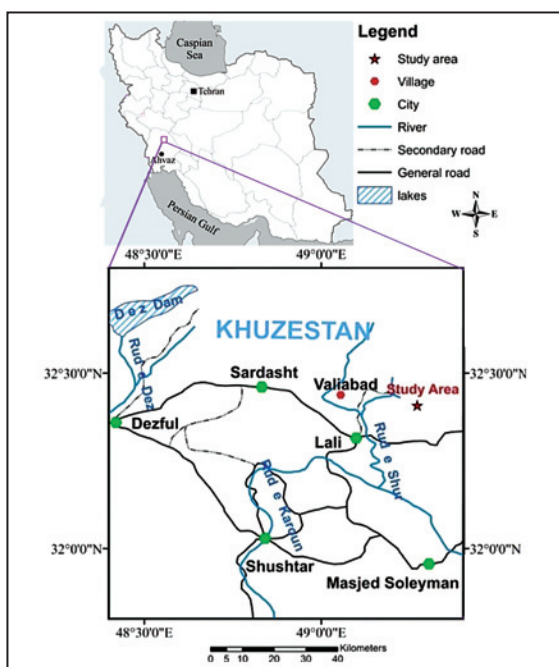
مؤلف: این زون توسط Mohler & Hay (1967) معرفی شده است. هم‌ارزی: این زون را می‌توان با زون CP4 از زون‌بندی (Okada & Bukry, 1980) و زیست‌زون‌های nTp10A و nTp9 از زون‌بندی Varol (1989) هم‌ارز دانست. با توجه به ثبت گونه *Fasciculithus tympaniformis* در پایانی‌ترین بخش‌های برش مورد بررسی و حضور پیوسته *C. primus* تا پایان برش، از اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* در ستبرای ۱۱/۸+ متری تا پایان محدوده مورد مطالعه مربوط به بخش‌های ابتدایی زیست‌زون nTp9 است (شکل ۴).

۵- بحث

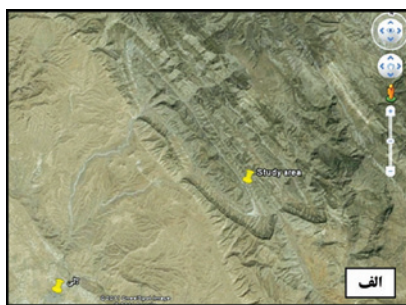
۵-۱. بررسی شواهد مربوط به نانوفسیل‌های آهکی در مرز کرتاسه- پالئوژن در برش نمونه مرزی (GSSP) در تونس

برای بررسی مرز کرتاسه- پالئوژن، گروهی به نمایندگی Perch-Nielsen پس از چندین سال مطالعه و بررسی برش‌های مختلف، یک مقطع نمونه مرزی (GSSP) برای مرز کرتاسه- پالئوژن در قاعده یک لایه رسی در برش El Kef در تونس معرفی کردند. این مقطع نمونه مرزی توسط کمیته بین‌المللی چینه‌شناسی (ICS) و کمیته بین‌المللی علوم زمین (IUGS) در سال ۱۹۹۱ تصویب شد، اگر چه مقالات زیادی در

این برش موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن در بخش‌های بالایی سازند گورپی و در ستبرای ۴۴/۴- متری قرار دارد که پیوسته بوده و بدون هر نوع ناپیوستگی است. از جمله شاخص‌هایی که برای تعیین موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن استفاده شده است می‌توان به کاهش فراوانی جنس و گونه‌های کرتاسه، افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* و پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن اشاره کرد. پس از محدوده مرز، همزمان با پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن، شماری از جنس و گونه‌های باقیمانده از کرتاسه نیز در نمونه‌ها حضور دارند که با توجه به حفظ‌شدگی و فراوانی خوب آنها و حضور پیوسته در نمونه‌ها، به عنوان گونه‌های باقیمانده و منقرض نشده در نظر گرفته شده‌اند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه.



شکل ۲- الف) تصویر ماهواره‌ای از موقعیت برش مورد مطالعه در تاق‌دیس کوه گورپی، ب) نمای کلی از سازندهای گورپی و پابده در برش مورد مطالعه.

در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن کاهش بنیادین در فراوانی مطلق نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه، افزایش فراوانی گونه‌های مقاوم کرتاسه همچون *Thoracosphaera operculata* و پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن مانند *Cruciplacolithus primus*, *Biantholithus sparsus*, *Cyclagelosphaera alta* و *Neobiscutum* spp. گزارش شده است (Molina et al., 2006; Bernaola and Monechi, 2007). در برخی از مطالعات نیز محدوده مرز با افزایش در فراوانی گونه *Braarudosphaera bigelowii* مشخص شده است (Romein, 1979; Perch-Nielsen, 1981a). پس از مرز نیز افزایش فراوانی نسبی گونه‌های باقیمانده از کرتاسه و پیدایش دیگر گونه‌های جدید پالئوسن گزارش شده است (Tantawy, 2003; Bernaola & Monechi, 2007).

در برش مورد بررسی بر پایه شواهد مربوط به نانوفسیل‌های آهکی موقعیت مرز کرتاسه- پالئوژن در بخش‌های بالایی سازند گورپی قرار دارد. در این برش در محدوده مرز کرتاسه- پالئوژن کاهش بنیادین در فراوانی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه و همزمان افزایش فراوانی گونه *Thoracosphaera operculata* قابل مشاهده می‌شود. در برش یادشده همانند دیگر نقاط دنیا (Gardin, 2002; Tantawy, 2003; Bown, 2005; Bernaola & Monechi, 2007) گونه‌های کرتاسه (مانند *Micula murus*, *Micula prinsii*, *Prediscosphaera cretacea* در محدوده مرز به سرعت منقرض نمی‌شوند و در رسوبات به سن پالئوسن قابل مشاهده هستند. از محدوده مرز به سوی بالا، به تدریج افزایش در فراوانی گونه‌های باقیمانده کرتاسه و پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن دیده شده است. با توجه به حفظ‌شدگی خوب جنس و گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه که در رسوبات پالئوسن دیده شده‌اند و همچنین فراوانی مناسب و تداوم حضور در نمونه‌های مورد مطالعه، باور بر این است که این جنس و گونه‌ها نمی‌توانند نابرجا باشند و به احتمال زیاد برجا هستند و به علت حضور و بقای آنها در محیط، در رسوبات به سن پالئوسن دیده شده‌اند.

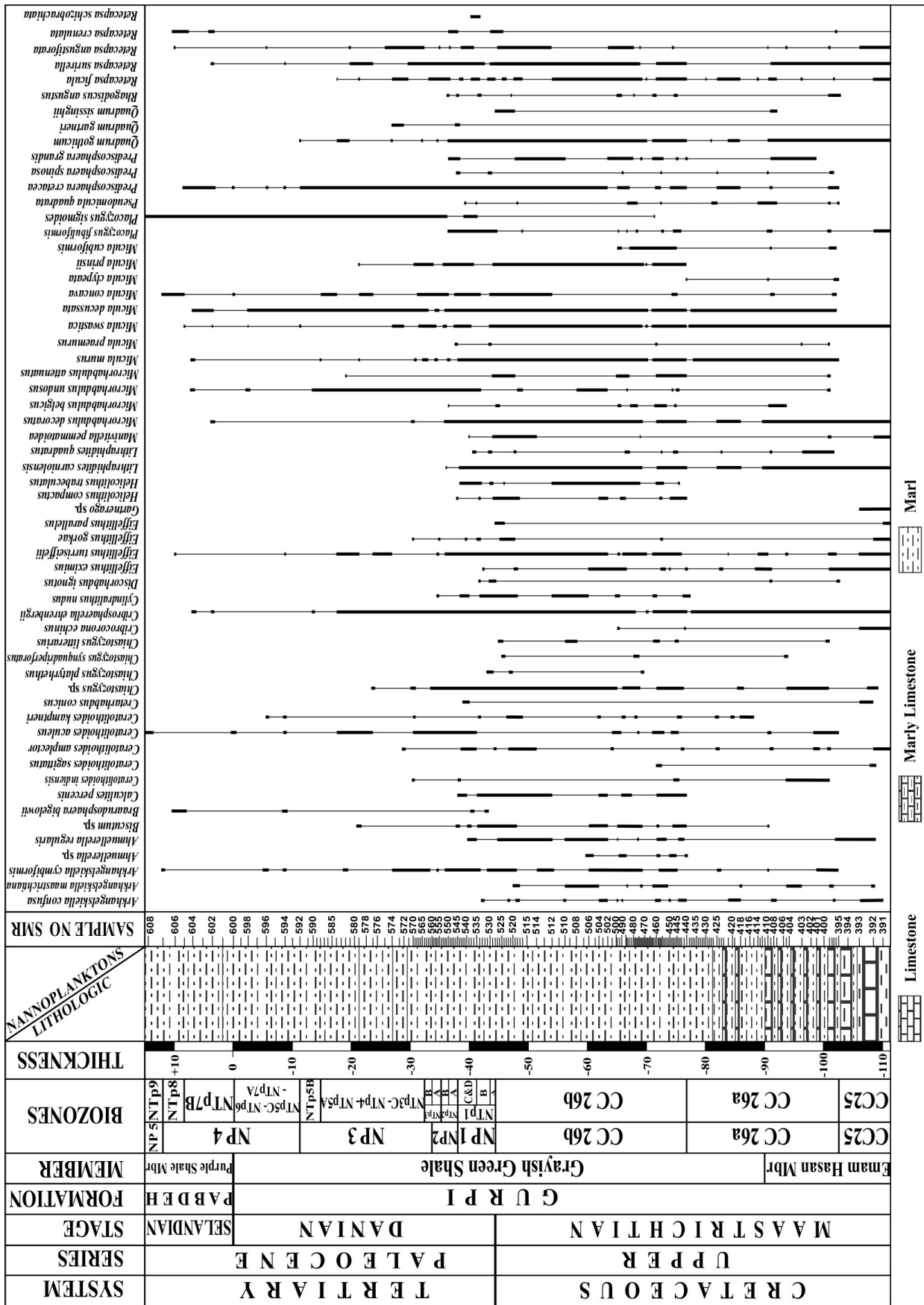
جنس و گونه‌های پالئوسن که پس از مرز کرتاسه- پالئوژن و در بخش‌های بالایی رسوبات سازند گورپی ثبت شده‌اند، گوناگونی و فراوانی خوبی دارند که در تصاویر مربوط به نانوفسیل‌های آهکی (تابلوی ۳ تا ۵) شماری از جنس و گونه‌های شاخص این محدوده زمانی نیز نمایش داده شده است. گفتنی است که شماری از این جنس و گونه‌ها برای اولین بار از این منطقه گزارش می‌شوند.

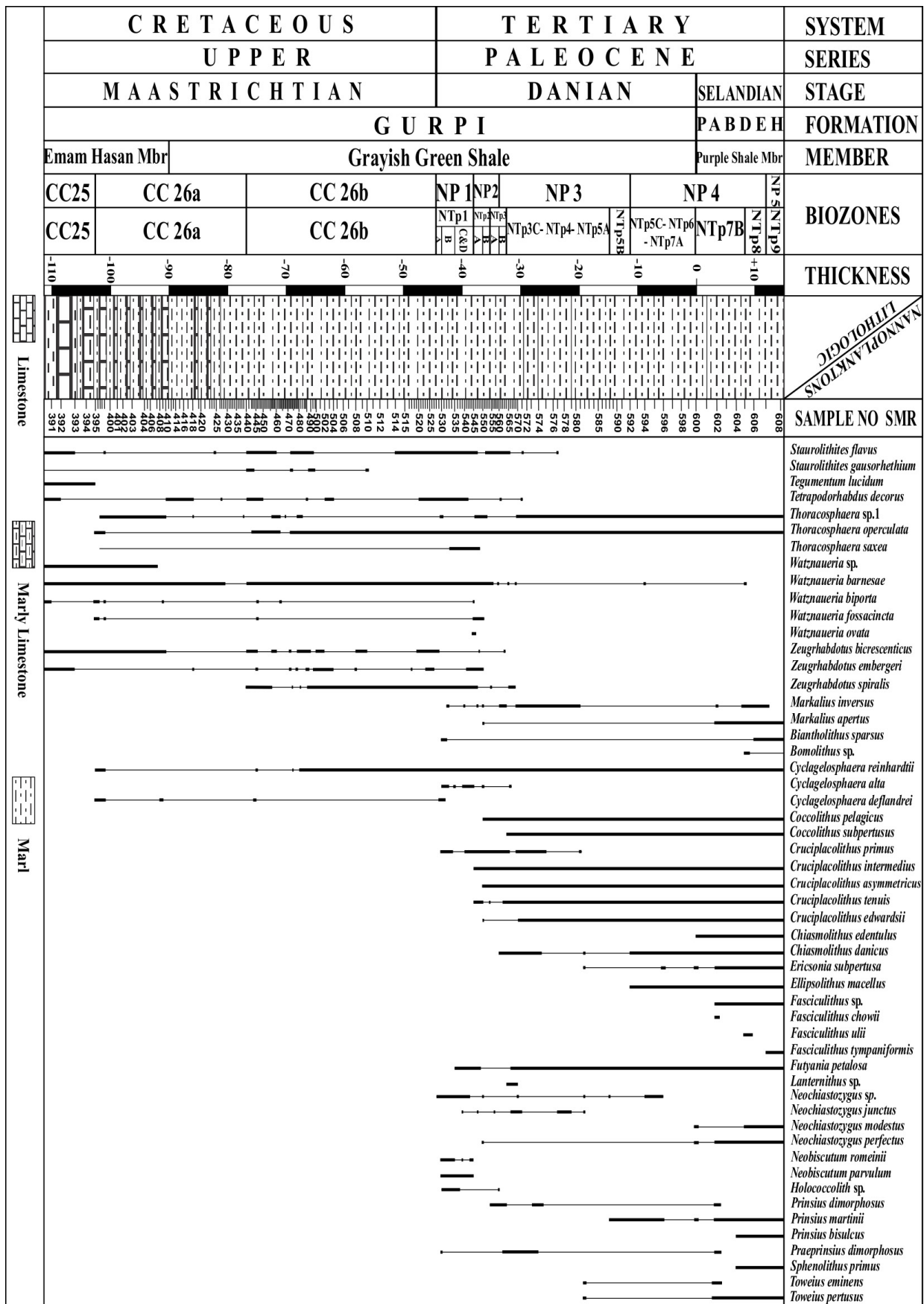
۶- نتیجه گیری

مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در بخش‌های بالایی سازند گورپی- بخش‌های ابتدایی سازند پابده در برش مورد مطالعه به شناسایی ۵۰ جنس و ۱۰۱ گونه انجامید. بر پایه زیست‌زون‌بندی (Sissingh (1977) و شاخص‌های نانوفسیلی موجود، زیست‌زون‌های نانوفسیلی CC25 و CC26 مربوط به مایستریشتین پسین، از ابتدای محدوده مورد مطالعه تا ستبرای ۴۴/۴- متری در سازند گورپی تشخیص داده شده است. در رسوبات به سن پالئوسن نیز بر پایه زیست‌زون‌بندی (Martini (1971) زیست‌زون‌های نانوفسیلی NP1، NP2، NP3، NP4، NP5، NP8، NP7B، NP5C-NP7A، NP5B، NP1، NP2، NP3A، NP3B، NP3C-NP5A، NP8، NP7B، NP5C-NP7A، NP5B برای اولین بار از زون‌بندی (Martini (1971) برای زون‌بندی بخش‌های بالایی سازند گورپی به موازات زون‌بندی (Varol (1989) استفاده شده است.

جنس و گونه‌های شاخص نانوفسیلی موجود نشان‌دهنده سن مایستریشتین پسین- دانین پسین (پایان پالئوسن پیشین) برای بخش‌های بالایی سازند گورپی در برش مورد مطالعه هستند. همچنین سن شیل ارغوانی قاعده سازند پابده نیز از ابتدای پالئوسن پسین آغاز می‌شود. بر پایه جنس و گونه‌های شاخص شناسایی شده در

شکل ۳- جدول پراکنده گی نانوپلانکتون‌های آهکی و زیست‌زیربندهای بر پایه گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش مورد مطالعه



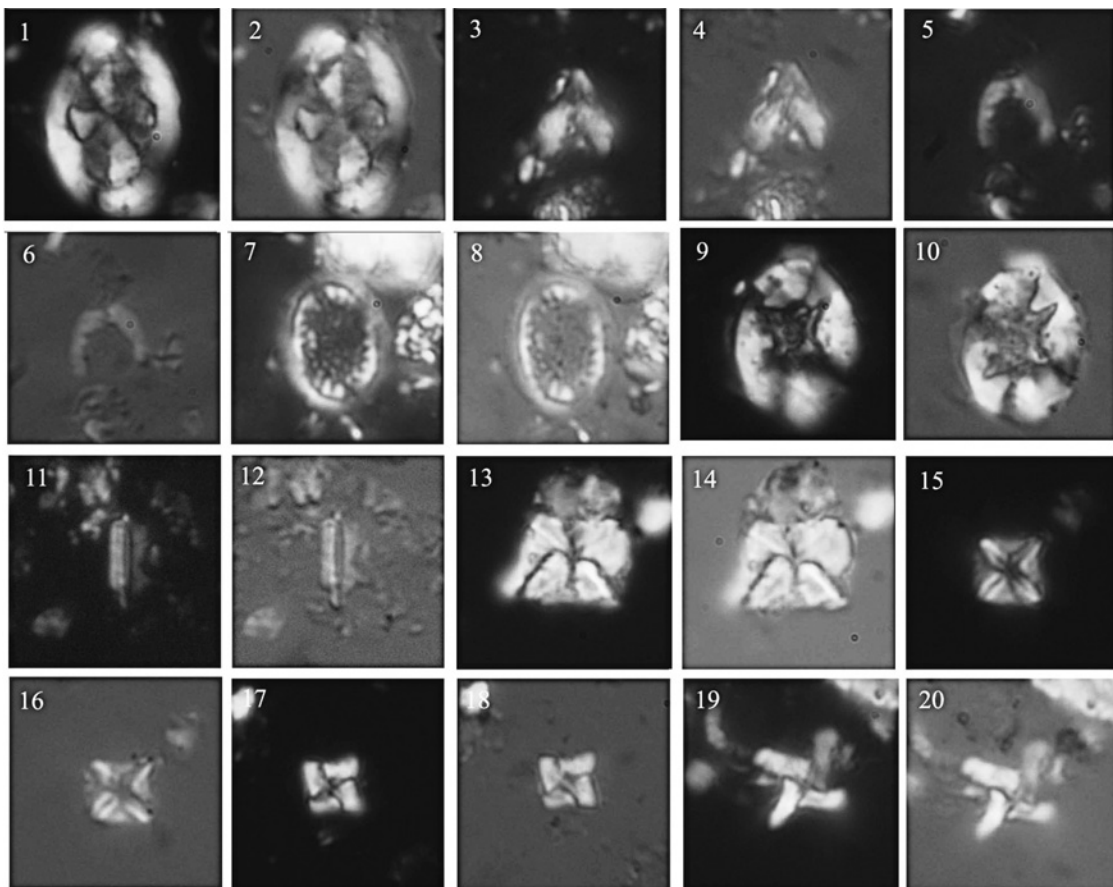


ادامه شکل ۳- جدول پراکنده گی نانوپرایلاکتون‌های آهکی و زیست‌زئون‌بندی بر مبنای گره‌های شاخص نانوفسیلی در برش مورد مطالعه.

Formation	Stage	Martini 1971 general	Okada and Bukry 1980	Perch-Nielsen 1981b Tunisia	Varol (1989)	This Study		
						Biozones	Nannofossil Events	Biozones
PABDEH	SELANDIAN	NP 5	CP 4	<i>F. tympaniformis</i>	NTp9	NTp9		NP 5 <i>F. tympaniformis</i> Zone
		NP 4 <i>E. macellus</i> Zone	CP 3	<i>E. macellus</i>	NTp8 NTp7 NTp6	NTp8 NTp5C - NTp6 NTp7A	<i>S. primus</i> <i>C. edentulus</i>	NP 4 <i>E. macellus</i> Zone
		NP 3 <i>C. danicus</i> Zone	CP 2	<i>Cr. edwardsii</i>	NTp5 NTp4	NTp5 NTp3C - NTp4 NTp5A	<i>P. martini</i> <i>C. subperustus</i> <i>C. danicus</i>	NP 3 <i>C. danicus</i> Zone
		NP 2 <i>Cr. tenuis</i> Zone	CP 1b	<i>Cr. edwardsii</i>	NTp3	NTp3	<i>P. dimorphosus</i>	NP 2 <i>Cr. tenuis</i> Zone
		NP 1 <i>M. inversus</i> Zone	CP 1a	<i>Cr. primus large</i> <i>E. petalosa</i> <i>Cr. primus small</i> <i>N. parvulum</i> <i>N. romceni</i> <i>N. romceni</i>	NTp2 NTp1	NTp2 NTp1	<i>C. pelagicus</i> <i>Cr. intermedius & Cr. tenuis</i> <i>F. petalosa</i> <i>C. primus</i>	NP 1 <i>M. inversus</i> Zone
				<i>Thoracosphaera acme</i>				
GURPI	DANIAN							
MAASTRICHTIAN		CC 26 <i>N. frequens</i> Zone	NC 23	CC 26b FO <i>M. prinsii</i>		<i>M. prinsii</i> Subzone		<i>M. prinsii</i> Subzone
		CC 25 <i>A. cymbiformis</i> Zone (Sissingh 1977)	NC 22	CC 26a FO <i>N. frequens</i> FO <i>N. frequens</i> / <i>M. murus</i>		<i>M. murus</i> Subzone		<i>M. murus</i> Subzone
				CC 25		CC 25 <i>A. cymbiformis</i> Zone		CC 25 <i>A. cymbiformis</i> Zone

شکل ۴- زون‌بندی نانوفسیل‌های آهکی در کرتاسه پسین- پالتوسن (در این جدول موقعیت رمز کرتاسه- ترشیاری بر پایه نانوفسیل‌های آهکی نمایش داده شده است).

Plate 1



Figs. 1 & 2- *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina, 1959), Fig. 1 (XPL), Fig. 2 (PPL); **Figs. 3 & 4-** *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961), Fig. 3 (XPL), Fig. 4 (PPL); **Figs. 5 & 6-** *Ceratolithoides kamptneri* (Bramlette & Martini, 1964), Fig. 5 (XPL), Fig. 6 (PPL); **Figs. 7 & 8-** *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky, 1912), Fig. 7 (XPL), Fig. 8 (PPL); **Figs. 9 & 10-** *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954), Fig. 9 (XPL), Fig. 10 (PPL); **Figs. 11 & 12-** *Lithraphidites quadratus* (Bramlette & Martini, 1964), Fig. 11 (XPL), Fig. 12 (PPL); **Figs. 13 & 14-** *Micula concava* (Stradner in Martini & Stradner, 1960), Fig. 13 (XPL), Fig. 14 (PPL); **Figs. 15 & 16-** *Micula decussata* (Vekshina, 1959), Fig. 15 (XPL), Fig. 16 (PPL); **Figs. 17 & 18-** *Micula murus* (Martini, 1961), Fig. 17 (XPL), Fig. 18 (PPL); **Figs. 19 & 20-** *Micula prinsii* (Perch-Nielsen, 1979), Fig. 19 (XPL), Fig. 20 (PPL). 2250X.

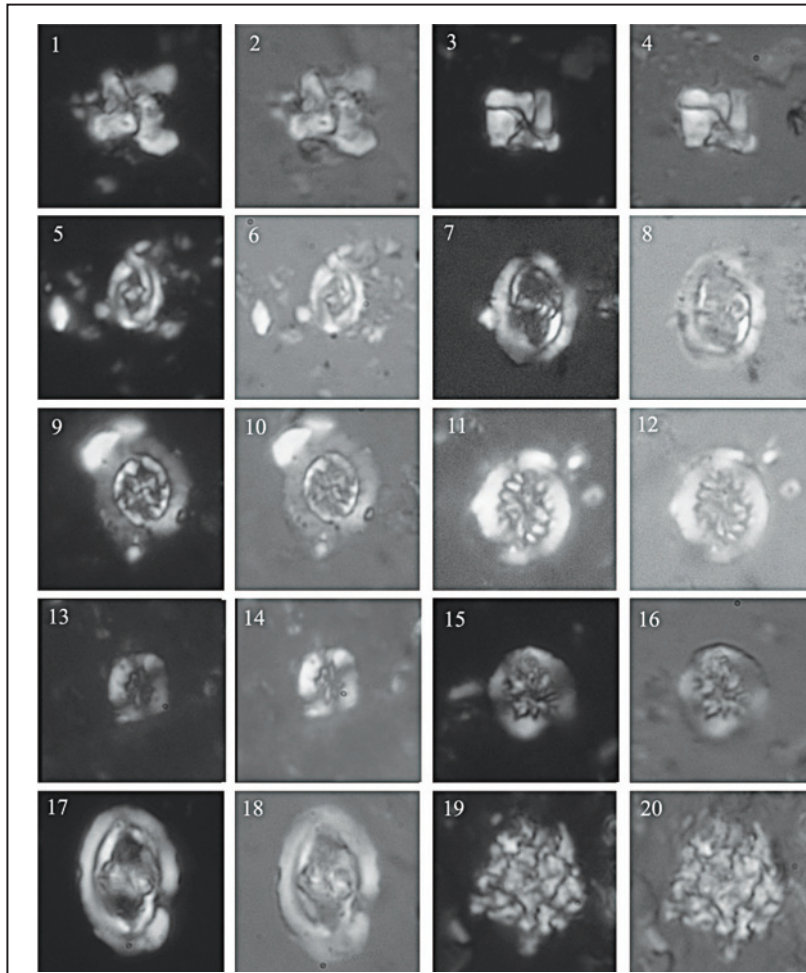
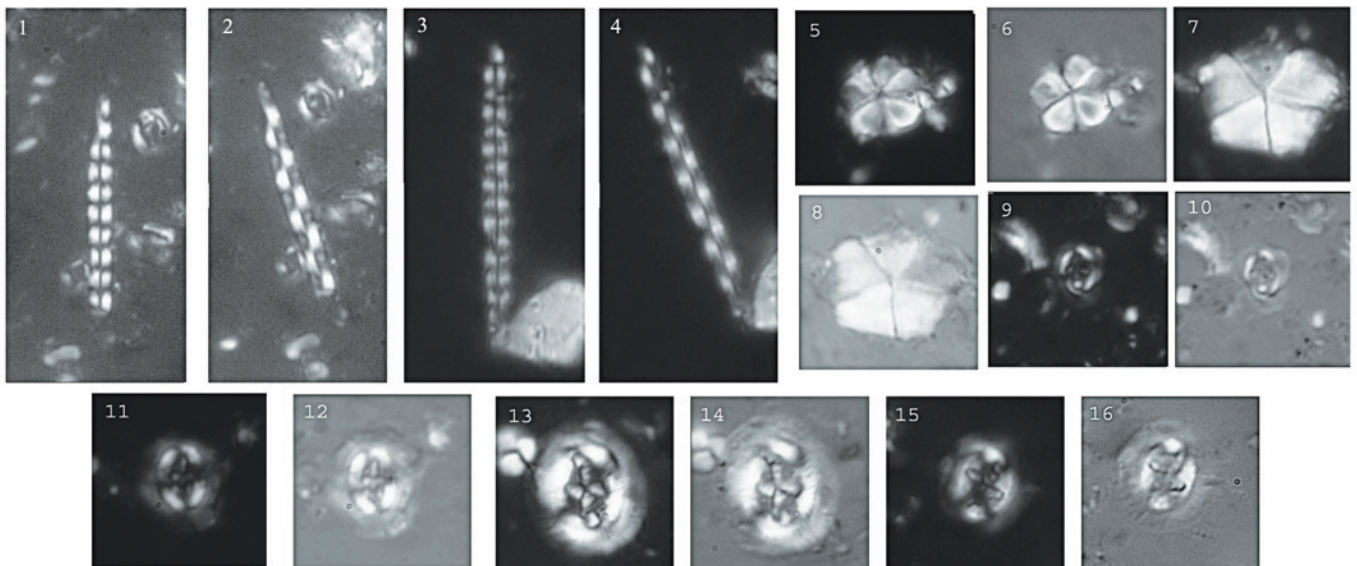


Plate 2

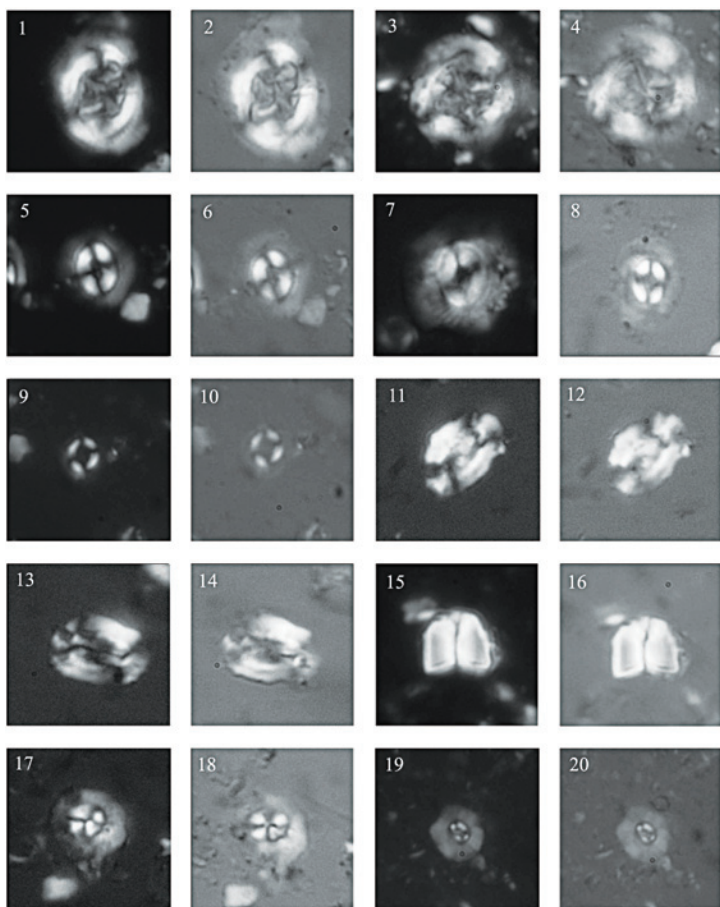
Figs. 1 & 2- *Micula prinsii* (Perch-Nielsen, 1979), Fig. 1 (XPL), Fig. 2 (PPL); **Figs. 3 & 4-** *Micula swastica* (Stradner & Steinmetz, 1984), Fig. 3 (XPL), Fig. 4 (PPL); **Figs. 5 & 6-** *Placozygus fibuliformis* (Reinhardt, 1961), Fig. 5 (XPL), Fig. 6 (PPL); **Figs. 7 & 8-** *Placozygus sigmoides* (Bramlette & Sullivan, 1961), Fig. 7 (XPL), Fig. 8 (PPL); **Figs. 9 & 10-** *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912), Fig. 9 (XPL), Fig. 10 (PPL); **Figs. 11 & 12-** *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964), Fig. 11 (XPL), Fig. 12 (PPL); **Figs. 13 & 14-** *Retecapsa angustiforata* (Black, 1971), Fig. 13 (XPL), Fig. 14 (PPL); **Figs. 15 & 16-** *Retecapsa schizobrachiata* (Gartner, 1968), Fig. 15 (XPL), Fig. 16 (PPL); **Figs. 17 & 18-** *Zeugrhabdotus embergeri* (Noel, 1958), Fig. 17 (XPL), Fig. 18 (PPL); **Figs. 19 & 20-** *Thoracosphaera operculata* (Bramlette & Martini, 1964), Fig. 19 (XPL), Fig. 20 (PPL). 2250X.

Plate 3



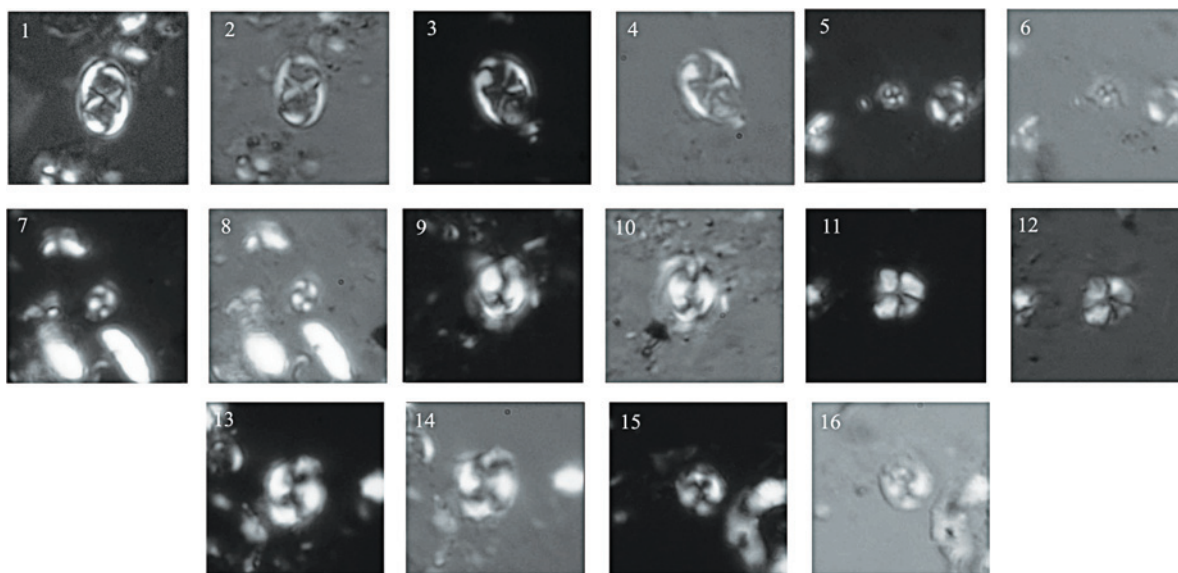
Figs. 1 & 2- *Microrhabdulus decoratus* (Deflandre, 1959) (XPL); **Figs. 3 & 4-** *Microrhabdulus attenuatus* (Deflandre, 1959) (XPL); **Figs. 5 & 6-** *Biantholithus sparsus* (Bramlette & Martini, 1964), Fig. 5 (XPL), Fig. 6 (PPL); **Figs. 7 & 8-** *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935), Fig. 7 (XPL), Fig. 8 (PPL); **Figs. 9 & 10-** *Cruciplacolithus primus* (Perch-Nielsen, 1977), Fig. 9 (XPL), Fig. 10 (PPL); **Figs. 11 & 12-** *Cruciplacolithus intermedius* (Van Heck & Prins, 1987), Fig. 11 (XPL), Fig. 12 (PPL); **Figs. 13 & 14-** *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961), Fig. 13 (XPL), Fig. 14 (PPL); **Figs. 15 & 16-** *Chiasmolithus danicus* (Brotzen, 1959), Fig. 15 (XPL), Fig. 16 (PPL). 2250X.

Plate 4



Figs. 1-4- *Chiasmolithus edentulus* (Van Heck & Prins, 1987), Figs. 1 & 3 (XPL), Figs. 2 & 4 (PPL); **Figs. 5-8-** *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877), Figs. 5 & 7 (XPL), Figs. 6 & 8 (PPL); **Figs. 9 & 10-** *Coccolithus subpertusus* (Hay & Mohler, 1967), Fig. 9 (XPL), Fig. 10 (PPL); **Figs. 11- 14-** *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan, 1961), Figs. 11 & 13 (XPL), Figs. 12 & 14 (PPL); **Figs. 15 & 16-** *Fasciculithus tympaniformis* (Hay & Mohler, 1967), Fig. 15 (XPL), Fig. 16 (PPL); **Figs. 17 & 18-** *Markalius inversus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954), Fig. 17 (XPL), Fig. 18 (PPL); **Fig. 19 & 20-** *Markalius apertus* (Perch-Nielsen, 1979), Fig. 19 (XPL), Fig. 20 (PPL). 2250X.

Plate 5



Figs. 1-4- *Neochiastozygus perfectus* (Perch-Nielsen, 1981); Figs. 1 & 3 (XPL), Figs. 2 & 4 (PPL); **Figs. 5 & 6-** *Prinsius dimorphosus* (Perch-Nielsen, 1969), Fig. 5 (XPL), Fig. 6 (PPL); **Figs. 7 & 8-** *Prinsius martini* (Perch-Nielsen, 1969), Fig. 7 (XPL), Fig. 8 (PPL); **Figs. 9 & 10-** *Prinsius bisulcus* (Stradner, 1963), Fig. 9 (XPL), Fig. 10 (PPL); **Figs. 11 & 12-** *Sphenolithus primus* (Perch-Nielsen, 1971), Fig. 11 (XPL), Fig. 12 (PPL); **Figs. 13 & 14-** *Toweius eminens* (Bramlette & Sullivan, 1961), Fig. 13 (XPL), Fig. 14 (PPL); **Figs. 15 & 16-** *Toweius pertusus* (Sullivan, 1965), Fig. 15 (XPL), Fig. 16 (PPL). 2250X.

کتابکاری

- آفانیاتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- اصل شیرین، ف.، ۱۳۹۰- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در برش کوه سفید (شرق رامهرمز)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۷ صفحه.
- اصل شیرین، ف.، کنی، ا.، امیری‌بختیار، ح.، آورجانی، ش. و صالحی، ف.، ۱۳۹۰- مقایسه بیواستراتیگرافی و محیط رسوبی سازند گورپی در برش‌های نمونه (شمال غرب مسجد سلیمان) و کوه سفید (شرق رامهرمز) با تأکید بر نانوفسیل‌های آهکی، پنجمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران.
- بدری، ن.، ۱۳۸۶- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در تاقدیس کوه گچ و کوه کورده (منطقه لار)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۴۱ صفحه.
- بدری، ن.، کنی، ا. و اعتماد، م.، ۱۳۸۶- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در کوه گچ (منطقه لار)، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
- بیات، ش.، ۱۳۸۵- لیتواستراتیگرافی و نانوآستراتیگرافی 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 فالجی، ب.، ۱۳۸۵- لیتواستراتیگرافی و نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در تاقدیس کوه منگشت و برش تاقدیس کمستان (منطقه ایذه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۴ صفحه.
- حیدری، ا.، ۱۳۸۹- لیتواستراتیگرافی و نانوآستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی اهواز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۹ صفحه.
- حیدری، ا.، قلاوند، ه.، فروغی، ف. و 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. و برنا، ف.، ۱۳۹۰- بایواستراتیگرافی سازند پابده در چاه شماره ۴۲۴ (فرو افتادگی دزفول) و مقایسه آن با برش الگو (تنگ بیجار) بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی، دانشگاه شهید بهشتی.
- سنماری، س.، فضلی، ل. و عمرانی، م.، ۱۳۸۹- بررسی تطابق نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتون سازند گورپی در خاور بهبهان، فصلنامه علوم زمین، شماره ۷۵، صفحه ۱۱۹ تا ۱۲۶.
- صالحی، ف.، ۱۳۸۰- بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش الگو با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۸ صفحه.
- غلامی‌فرد، ا.، ۱۳۸۶- نانوآستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی گچساران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۰۸ صفحه.
- قاسمی‌نژاد، ا.، درویش‌زاده، ب. و قورجایی، ش.، ۱۳۸۶- بررسی تحولات مرز K/T در یال شمال شرقی کبیرکوه (جنوب غربی ایران)، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۳، شماره 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- زمین‌شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۸۳ صفحه.
- نبوی، ف.، ۱۳۸۷- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در منطقه خرامه (شیراز) و کوه بورخ (جنوب لار)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۶۲ صفحه.
- هادوی، ف. و رسالیزدی، م.، ۱۳۸۷- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در برش دره شهر (جنوب شرق ایلام)، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۴، صفحه ۲۹۹-۳۰۸.
- هادوی، ف. و شکری، ن.، ۱۳۸۸- نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در جنوب ایلام (برش کاور)، مجله رخساره‌های رسوبی، جلد ۲، شماره ۲، صفحه ۲۲۵-۲۱۷.
- هادوی، ف.، خسروتهرانی، خ. و سنماری، س.، ۱۳۸۶- زیست‌چینه‌شناسی سازند گورپی بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در شمال گچساران، فصلنامه علوم زمین، شماره ۶۴، صفحه ۱۴ تا ۲۳.

References

- Alavi, M., 2004- Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution; *American Journal of Science* 304: 1-20.
- Bernaola, G. & Monechi, S., 2007- Calcareous nannofossil extinction and survivorship across the Cretaceous-Paleogene boundary at Walvis Ridge (ODP Hole 1262C, South Atlantic Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 255, 132-156.
- Bown, P. R. & Young, J. R., 1998- Techniques; In: Bown, P.R., (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall, London, 16-28.
- Bown, P. R., 1998- *Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy*; London; Chapman & Hall; pp 1- 315.
- Bown, P. R., 2005- Selective calcareous nannoplankton survivorship at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Geology* 33, 653-656.
- Cepek, P. & Hay, W. W., 1969- Calcareous Nannoplankton and Biostratigraphic subdivision of the upper Cretaceous, *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.*, Vol. 19: 323-333.
- Darvish zade, B., Ghasemi-Nejad, E., Ghourchaei, S. & Keller, G., 2007- Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy and Faunal Turnover across the Cretaceous-Tertiary Boundary in Southwestern Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran* 18(2): 139-149.
- Gardin, S. & Monechi, S., 1998- Palaeoecological change in middle to low-latitude calcareous nannoplankton at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Bulletin de la Société Géologique de France* 169, 709-723.
- 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.
- Martini, E., 1970- Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonatin. *Nature*, 226, 560-1.

- Martini, E., 1971- Standard Tertiary and Quaternary Calcareous nannoplankton zonation. Proceedings II Planktonic Conference, Roma, 1, 739-86.
- Mohler, H. P. & Kay, W. W., 1967- Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene- Eocene correlations. *J. Paleontol.*, 41, 1505-41.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J. A., Gallala, N., Hardenbol, J., Von Salis, K., Steurbaut, E., Vandenberghe, N. & Zaghbib-Turki, D., 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* 29, 263–373.
- Okada, H. & Bukry, D., 1980- Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, 5(3), 321-5.
- Perch-Nielsen, K., 1972- Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the north atlantic. Initial Rep. Deep Sea drill Proj., 12, 1003-69.
- Perch-Nielsen, K., 1979- Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. IUGS Series A, Vol. 6, 223-272.
- Perch-Nielsen, K., 1981a- Les coccolithes du Pale.océ'ne pre's de El Kef, Tunisie et leurs ance'tres. *Cah. Micropaleontol.* 3, 7- 25.
- Perch-Nielsen, K., 1981b- New Maastrichtian and Paleocene calcareous nannofossils from Africa, Demnark, the USA and the Atlantic, and some Paleocene lineages. *Eclogae Geol. Helv.* 73, 831-863.
- 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, pp. 152-6.
- Perch-Nielsen, K., 1985a- Mesozoic calcareous nannofossils; In: *Plankton stratigraphy* (eds H.M. Bolli, J.B. Saunders and K. Perch- Nielsen), Cambridge University Press, pp. 329-426.
- Perch-Nielsen, K., 1985b- Cenozoic calcareous nannofossils; In: *Plankton stratigraphy* (eds H.M. Bolli, J.B. Saunders and K. Perch- Nielsen), Cambridge University Press, pp. 427-554.
- Perch-Nielsen, K., Mckenzie, J. & He, Q., 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.
- Pospichal, J. J., 1994- Calcareous nannofossils at the K–T boundary, El Kef: no evidence for stepwise, gradual, or sequential extinctions. *Geology* 22, 99–102.
- Romein, A. J. T., 1979- Lineages in Early Paleocene nannoplankton. *Utrecht Micropaleontology, Bull.* 22, 18-22.
- Roth, P. H. & Bowdler, J. L., 1979- Evolution of the calcareous nannofossil genus *Micula* in the Late Cretaceous. *Micropaleontology*, 25 (3), 272-80.
- Roth, P. H., 1978- Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 44. 731-59.
- Sissingh, W., 1977- "Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton". *Geologie Mijnbouw*, 56: 37-49.
- Tantawy, A. A., 2003- Calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Cretaceous–Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt. *Marine Micropaleontology* 47, 323–356.
- Thierstein, H. R., 1976- Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontol.*, 1, 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, pp. 267- 310.
- Worsley, T. & Martini, E., 1970- Late Maastrichtian Nannoplankton provinces. *Nature* 225, 1242-1243.