

زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در تاکدیس گورپی

آذین آهی فر^۱، انوشیروان کنی^۲ و حسن امیری بختیار^۳

^۱ دانشجوی دکترا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ استادیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ دکترا، شرکت ملی نفت مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۴

چکیده

در این مطالعه سازند پابده در برش‌های نمونه، تنگ حتی و یال شمالی از تاکدیس گورپی واقع در حوضه رسوبی زاگرس، با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه اسلایدهای تهیه شده از ۱۵۰۸ نمونه برداشت شده منجر به شناسایی و ثبت ۲۵۶ گونه متعلق به ۵۹ جنس از ۲۲ خانواده شد که بر پایه پراکندگی آنها رده‌بندی زیست‌چینه‌نگاری توالی‌های یادشده ممکن شد. نتایج حاصل نشان از آن دارد که بر پایه الگوی زیست‌زون‌بندی (Martini (1971) زون‌های نانوفسیلی NP4-NP24 در برش نمونه و زون‌های NP5-NP23 در برش تنگ حتی و یال شمالی تاکدیس گورپی حضور دارند و بر همین اساس سن سازند پابده پالئوسن پیشین تا الیگوسن پیشین تعیین می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نانوفسیل‌های آهکی، سازند پابده، تاکدیس گورپی، زاگرس.

*نویسنده مسئول: انوشیروان کنی

Email: a-kani@sbu.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

کمربند چین‌خورده- راندگی زاگرس (ZFTB) به طول حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از ترکیه در شمال باختر تا تنگه هرمز در جنوب خاور گسترش دارد. این کمربند نتیجه برخورد صفحات عربی و اوراسیایی در طی زمان سنوزویک است که به صورت یک مانع ریخت‌شناختی صفحه عربی را از فلات بزرگ ایران مرکزی جدا کرده است (Navabpour et al., 2010).

دوران سنوزویک با تغییرات ناحیه‌ای در رخساره‌های رسوبی، محیط دریای باز تا قاره‌ای را در زاگرس مشخص می‌کند. طی این دوران، مارن‌ها و شیل‌های نریتیکی پالئوسن- ائوسن سازند پابده به سنگ‌آهک‌های آب‌های کم‌ژرفای ائوسن- الیگوسن سازند آسماری و جهرم تغییر می‌کند و با تبخیری‌های میوسن و لایه‌های سرخ‌رنگ سازندهای گچساران- میشان- آغاچاری و کنگلومرای بختیاری نوع مولاس پلیوسن- پلیستوسن پوشیده می‌شود. همه این تغییرات رخساره مرتبط با ناپیوستگی‌های زاویه‌داری است که گمان می‌شود نتیجه چین‌خوردگی و فرسایشی باشد که از فرایند بسته شدن نئوتتیس ترشیری و برخورد بین صفحات ایرانی و عربی به وجود آمده است (Berberian & King, 1981; Hessami et al., 2001; Navabpour et al., 2010).

با توجه به اهمیت ته‌نشست‌های سنوزویک حوضه زاگرس در تجمعات نفت و گاز، مطالعات زیست‌چینه‌نگاری بسیاری روی این نهشته‌ها به‌ویژه سازند پابده صورت گرفته که بیشتر بر پایه روزن‌بران بوده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بررسی برش نمونه سازند پابده توسط نجفی (۱۳۷۷) سن آن را پالئوسن پیشین تا بخشی از الیگوسن پسین تعیین کرد. حسین‌زاده (۱۳۸۷) در بررسی سازند پابده در برش کاور در جنوب کبیرکوه سن پالئوسن پسین- الیگوسن را برای آن در نظر گرفت. هداوندخانی (۱۳۸۸) سازنده پابده در برش تاکدیس کمستان (شمال‌باختر ایذه) را به زمان پالئوسن پسین تا ائوسن میانی نسبت داد. بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) سازند پابده را در برش تنگ‌زنجیران مطالعه و سن پالئوسن پیشین (بخش میانی دانین) تا الیگوسن پیشین (روپلین) را مشخص کردند. دانشیان و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن و میوسن زیرین برش کوه نره، سن سازند پابده را ائوسن پسین (پری‌ابونین) تا الیگوسن پیشین عنوان کردند.

ولی از آنجایی که کوکولیتوفورها و فیتوپلانکتون‌های آهکی وابسته به آنها فراوان‌ترین موجودات آهکی ساکن در سیاره زمین هستند و از دید چینه‌شناسی

فراوان‌ترین و کامل‌ترین گروه فسیلی را تشکیل می‌دهند، ثبت فسیلی آنها در رده‌بندی رسوبات بسیار مؤثر است. گوناگونی و پراکندگی زیست‌جغرافیایی آنها با زون‌های اقیانوس‌شناسی و آب‌وهوایی مطابقت زیادی دارد و فسیل‌های آنها نیز شواهدی از این رابطه را در زمان‌های گذشته نشان می‌دهد (Bown et al., 2004)؛ با توجه به این موضوع که نانوفسیل‌های آهکی شاخص‌های زیست‌چینه‌نگاری خوبی برای نهشته‌های مزوزویک و سنوزویک هستند، در این مطالعه سعی شد تا رده‌بندی جامع و تعیین سن نسبی دقیق‌تر رسوبات سازند پابده در تاکدیس گورپی بر پایه این گروه فسیلی ارائه شود. البته گفتنی است پیش از این نیز مطالعاتی روی برونزدهای دیگر این سازند با تمرکز بر نانوفسیل‌های آهکی صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان به برش‌های نمونه و منگشت (بیات، ۱۳۸۵؛ پالئوسن پیشین تا الیگوسن پیشین)، چاه‌های ۵۵، ۳۰۲ و ۳۳۹ در میدان نفتی گچساران (غلامی‌فرد، ۱۳۸۶؛ پالئوسن پیشین تا الیگوسن پسین)، چاه‌های ۴۲۲ و ۴۲۴ در میدان نفتی اهواز (حیدری، ۱۳۸۹؛ داین‌پسین- شاتین‌میانی) و برش آبدانان (کیانی، ۱۳۹۱؛ پالئوسن پسین تا ائوسن پسین) اشاره کرد. در این پژوهش نتایج حاصل از مطالعه سه برش در تاکدیس گورپی ارائه شده است که مشتمل بر برش نمونه (بازبینی و شناسایی دوباره گونه‌های نانوفسیلی در اسلایدهای تهیه شده از نمونه‌های برداشت شده توسط بیات، ۱۳۸۵)، برش‌های تنگ حتی و یال شمالی تاکدیس گورپی است.

۲- موقعیت جغرافیایی

برش‌های مورد بررسی در استان خوزستان و در شمال خاوری شهرستان لالی واقع شده‌اند. راه دسترسی به برش نمونه که در ۱۰ کیلومتری لالی قرار دارد، در مسیر جاده شهر تراز در تنگ پابده (تنگ انبار سپید) است. دسترسی به برش تنگ حتی که در ۱۴ کیلومتری شمال خاور لالی جای گرفته است با گذر ۱۶ کیلومتری از دوراهی آرپناه به سوی حتی ممکن می‌شود. دسترسی به برش یال شمالی تاکدیس گورپی که در ۱۵ کیلومتری لالی قرار گرفته، از راه جاده روستای آرپناه پس از گذر از شهر تراز میسر می‌شود. در تاکدیس گورپی برش تنگ حتی با برش نمونه ۸/۳ کیلومتر و برش نمونه با یال شمالی تاکدیس گورپی ۷/۹ کیلومتر فاصله هوایی دارند. روند قرارگیری برش‌ها در تاکدیس یادشده، همان‌گونه که در شکل ۱ نمایش داده شده است، شمال باختر به جنوب خاور است.

حضور زون‌های NP4 تا NP23 را در برش نمونه (شکل ۴) و زون‌های NP5 تا NP23 را در برش‌های تنگ حتی (شکل ۵) و یال شمالی تاق‌دیس گورپی (شکل ۶) محرز می‌کند. بر همین اساس رسوب‌گذاری ته‌نشست‌های سازند پایده در برش نمونه به برهه زمانی داین تا روپلین، و در برش‌های تنگ حتی و یال شمالی تاق‌دیس گورپی به برهه زمانی سلاتندین تا روپلین نسبت داده می‌شود. زون‌های شناسایی شده در بررسی رسوبات سازند پایده در تاق‌دیس گورپی در ادامه ارائه شده و خلاصه آن در جدول ۱ فهرست شده است. گفتنی است به استناد تعریف فرهنگ چینه‌شناسی ایران (Stocklin & Setudehnia, 1970)، شروع شیل ارغوانی به عنوان مرز زیرین سازند پایده و مبنای اندازه‌گیری‌ها (متر از صفر) در نظر گرفته شده است. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد در همه برش‌های مورد بررسی در این پژوهش شیل‌های سازند گورپی در مرزی پیوسته و مشخص در زیر شیل‌های ارغوانی سازند پایده قرار می‌گیرند و گذر شیل‌های سازند پایده به سنگ‌آهک‌های سازند آسماری به صورت پیوسته و تدریجی است. در شکل ۶ ستون چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه و زون‌بندی ارائه شده برای آنها رسم شده است. در این تصویر گذر پالئوسن-اتوسن به عنوان مبنای تطابق در نظر گرفته شده است.

– **زون NP4:** از اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* تا اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی داین پسن و ابتدای سلاتندین پیشین (در ۶۱/۵ Ma) است. این زیست‌زون با زیست‌زون CP3 (Okada & Bukry (1980) مطابقت دارد. زون مذکور تنها در برش نمونه و به سبب برای ۱۵ متر (متر از ۱۰ تا ۲۵) شناسایی شده است.

– **زون NP5:** این زیست‌زون از اولین حضور *Fasciculithus tympaniformis* تا اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* معرفی شده و از ۶۱/۵ تا ۵۹/۵۵ Ma، در برهه زمانی سلاتندین حضور دارد. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP4 (Okada & Bukry (1980) است. در برش نمونه تنها شاخص قاعده این زون (اولین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis*) در متر از ۲۵ مشاهده است ولی از آنجایی که گونه شاخص رأس این زون مشاهده نشده، تعیین سبب برای آن میسر نیست. سبب برای این زون در برش تنگ حتی ۳ متر (متر از صفر تا ۳) و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۱۱ متر (متر از ۱- تا ۱۰) است.

– **زون NP6:** از اولین حضور گونه *Heliolithus kleinpellii* تا اولین حضور گونه *Discoaster mohleri* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۹-۵۹/۵۵ Ma) سلاتندین و ابتدای تانتین پیشین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP5 (Okada & Bukry (1980) است. در برش نمونه هیچ یک از شاخص‌های این زون ثبت نشد. این زون در برش تنگ حتی ۴ متر (متر از ۳ تا ۷) و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۹ متر (متر از ۱۰ تا ۱۹) سبب برای دارد.

– **زون NP7:** از اولین حضور گونه *Discoaster mohleri* تا اولین حضور گونه *Heliolithus riedelii* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۸/۷-۵۹ Ma) تانتین پیشین است. این زیست‌زون معادل قاعده زیست‌زون CP6 (Okada & Bukry (1980) است. در برش نمونه تنها شاخص رأس این زون در متر از ۴۰ شناسایی شد. با توجه به اینکه شاخص رأس زون NP5 و همچنین شاخص‌های قاعده و رأس زون NP6 و شاخص قاعده زون NP7 مشاهده نشده است، از قاعده زون NP5 تا رأس زون NP7 قابل تفکیک نیست. بنابراین سبب برای زون‌های NP5-NP7 به صورت یکپارچه و به میزان ۱۵ متر (متر از ۲۵ تا ۴۰) برآورد شده است. سبب برای این زون در برش تنگ حتی ۱ متر (متر از ۷ تا ۸) و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۰/۷۵ متر (متر از ۱۹ تا ۱۹/۷۵) است.

– **زون NP8:** از اولین حضور گونه *Heliolithus riedelii* تا اولین حضور فراوان گونه *Discoaster multiradiatus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۷/۱-۵۸/۷ Ma) تانتین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP6 و CP7 (Okada & Bukry (1980) است.

برش نمونه در قاعده با مختصات جغرافیایی ۱۳' ۴۹° طول‌خاوری و ۲۶' ۳۲° عرض شمالی، برش تنگ حتی در قاعده با مختصات جغرافیایی ۱۰' ۴۹° طول‌خاوری و ۳۱' ۳۲° عرض شمالی و برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی در قاعده با مختصات جغرافیایی ۲۵' ۳۲° عرض شمالی و ۱۹' ۴۹° طول‌خاوری در نقشه زمین‌شناسی (شکل ۱) مشخص شده است. شیل‌های ارغوانی سازند پایده را در همه برش‌های یادشده در زیر از سازند گورپی جدا می‌کند. به طوری که این مرز به طور همساز و پیوسته قرارگیری شیل‌های ارغوانی سازند پایده را روی مارن‌های خاکستری و سبز سازند گورپی نشان می‌دهد. سازند پایده در بالا با آهک‌های صخره‌ساز سازند آسماری در بالا پوشیده می‌شود که گذر سازند پایده به سازند آسماری در همه برش‌ها به صورت تدریجی و پیوسته مشاهده شده است.

۳- روش نمونه‌برداری و مطالعه

برداشت نمونه‌های سنگی از سازند پایده در تاق‌دیس گورپی، در بخش‌های شیلی با فواصل نیم و یک متری از ژرفای ۳۰ سانتی‌متری و در بخش‌های آهکی با فواصل یک تا دو متری صورت گرفته است. از برش تنگ حتی ۶۰۶ نمونه، از برش نمونه ۲۰۰ نمونه (برداشت شده توسط بیات، ۱۳۸۵) و از برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۷۰۲ نمونه گردآوری و آماده‌سازی شدند. آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه به روش اسمیر اسلاید (smear slide) انجام شده است. در مطالعه اسلایدها به منظور بررسی نانوفسیل‌های آهکی، از میکروسکپ نوری Nikon مدل Optiphot II با بزرگنمایی ۱۲۵۰ برابر مجهز به تجهیزات عکسبرداری UIII استفاده شده است.

۴- بحث

۴-۱- سنگ‌شناسی

توالی‌های رسوبی سازند پایده در تاق‌دیس گورپی که به طور همیشب روی مارن‌های تیره سازند گورپی قرار گرفته با شیل‌های ارغوانی‌رنگ آغاز می‌شود. پس از آن تناوبی از شیل‌های ارغوانی و سبز، روی تناوبی از رسوبات شیل‌های ارغوانی با سنگ‌آهک قابل مشاهده است. این توالی با لایه‌های آهکی سبب‌لایه دنبال می‌شود و در نهایت با واحدی از شیل با میان‌لایه‌های نازک آهک پایان می‌یابد. سبب برای آهک تدریجاً افزایش می‌یابد تا در نهایت به آهک‌های آسماری می‌رسد (شکل ۲). سبب برای سازند پایده در برش نمونه ۷۹۱ متر، در برش تنگ حتی ۶۷۳ متر و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۷۸۹/۷۵ متر اندازه‌گیری شده است، مقایسه‌ای از سبب برای برش‌های یادشده در شکل ۲ به تصویر کشیده شده است.

۴-۲- نانوستراتیگرافی

شناسایی نانوفسیل‌های آهکی به عنوان یک ابزار مفید برای تطابق‌های زیست‌چینه‌نگاری عموماً به براملت و همکارانش نسبت داده می‌شود (Bramlette & Riedel, 1954; Bramlette & Sullivan, 1961; Bramlette & Wilcoxon, 1967). در پی تلاش‌های این گروه، مطالعات تاکسونومی و زیست‌چینه‌نگاری متمرکزی انجام شد که پایه الگوی زیست‌زونی نانوفسیل‌های آهکی موجود را برای مزوزویک و سنوزویک تشکیل می‌دهد. دو الگوی زون‌بندی بسیار گسترده مورد استفاده در پالئوژن، زون‌بندی استاندارد NP (Martini (1971) و زون‌بندی CP (Bukry (1973 & 1975) اصلاح شده توسط (Okada & Bukry (1980) است.

در مطالعه حاضر زیست‌زون‌بندی نانوفسیل‌های آهکی سازند پایده بر پایه الگوی استاندارد (Martini (1971) ارائه و با الگوی زیست‌زون‌بندی (Okada & Bukry (1980) مقایسه شده است (شکل ۳) که بر پایه بازنگری‌های صورت گرفته در (Vandenbergh et al. (2012) (GTS, 2012) بیان شده است. ثبت پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و ارزیابی اولین و آخرین حضور گونه‌های شاخص،

حضور گونه *Discoaster sublodoensis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۰/۵-۴۹/۱ Ma) اپیزین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP11 (Okada & Bukry (1980) است. این زون در برش نمونه ۱۰۰ متر (متر ۳۳۵ تا ۴۳۵)، در برش تنگ حتی ۷ متر (متر ۹۵/۲۵ تا ۱۰۲/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۳ متر (متر ۱۴۷/۵ تا ۱۵۰/۵) ستبرای دارد.

– **زون NP14:** از اولین حضور گونه *Discoaster sublodoensis* تا اولین حضور گونه *Nannotetrina fulgens* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۴۹/۱-۴۶/۳ Ma) اپیزین و لوتسین پیشین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP12 (Okada & Bukry (1980) است. این زون در برش نمونه ۵ متر (متر ۴۳۵ تا ۴۴۰) در برش تنگ حتی ۵ متر (متر ۱۰۲/۲۵ تا ۱۰۷/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۱۳ متر (متر ۱۵۰/۵ تا ۱۶۳/۵) ستبرای دارد.

– **زون NP15:** از اولین تا آخرین حضور گونه *Nannotetrina fulgens* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۴۶/۳-۴۲/۹ Ma) لوتسین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP13 (Okada & Bukry (1980) است. این زون در برش نمونه ۲۰ متر (متر ۴۴۰ تا ۴۶۰)، در برش تنگ حتی ۵۲/۷۵ متر (متر ۱۰۷/۲۵ تا ۱۶۰) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۲۹/۲۵ متر (متر ۱۶۳/۵ تا ۱۹۲/۷۵) ستبرای دارد.

– **زون NP16:** از آخرین حضور گونه *Nannotetrina fulgens* تا آخرین حضور گونه *Chiasmolithus solitus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۴۲/۹-۴۰/۴ Ma) لوتسین پسین و بارتونین پیشین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP13 و CP14 (Okada & Bukry (1980) است. ستبرای این زون در برش نمونه ۴۰ متر (متر ۴۶۰ تا ۵۰۰)، در برش تنگ حتی ۳۷/۲۵ متر (متر ۱۶۰ تا ۱۹۷/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۱۱۳/۵ متر (متر ۱۹۲/۷۵ تا ۳۰۶/۲۵) است.

– **زون NP17:** از آخرین حضور گونه *Chiasmolithus solitus* تا اولین حضور فراوان گونه *Chiasmolithus oamaruensis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۴۰/۴-۳۷/۳۵ Ma) بارتونین پیشین تا پری‌ابونین پیشین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP14 و CP15 (Okada & Bukry (1980) است. ستبرای این زون در برش نمونه ۱۵ متر (متر ۵۰۰ تا ۵۱۵) است. در برش‌های تنگ حتی و یال شمالی تاقدیس گورپی، شاخص رأس این زون شناسایی نشده و در نتیجه تفکیک آن از زون NP18 میسر نبوده است.

– **زون NP18:** از اولین حضور فراوان گونه *Chiasmolithus oamaruensis* تا اولین حضور گونه *Ismolithus recurvus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۳۷/۳۵-۳۷/۳۷ Ma) پری‌ابونین پیشین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP15 (Okada & Bukry (1980) است. در برش نمونه، به دلیل مشاهده نشدن شاخص رأس این زون تعیین ستبرای ممکن نیست. از آنجایی که شاخص قاعده این زون در برش‌های تنگ حتی و یال شمالی تاقدیس گورپی شناسایی نشده است ستبرای زون‌های NP17-18 به صورت یکپارچه در نظر گرفته و بنابراین در برش تنگ حتی ۴۲ متر (متر ۱۹۷/۲۵ تا ۲۳۹/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۱ متر (متر ۳۰۶/۲۵ تا ۳۰۷/۲۵) برآورد می‌شود.

– **زون NP19-20:** از اولین حضور *Ismolithus recurvus* گونه تا آخرین حضور گونه *Discoaster barbadiensis* و یا *Discoaster saipanensis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۳۷-۳۴/۴۵ Ma) پری‌ابونین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP15 (Okada & Bukry (1980) است. هیچ یک از شاخص‌های این زون در برش نمونه مشاهده نشده است. این زون در برش تنگ حتی ۹۹/۲۵ متر (متر ۲۳۹/۲۵ تا ۳۳۸/۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۲۰/۸/۵ متر (متر ۳۰۷/۲۵ تا ۵۱۵/۷۵) ستبرای دارد.

– **زون NP21:** از آخرین حضور گونه *Discoaster barbadiensis* و یا *Discoaster saipanensis* تا آخرین حضور گونه *Coccolithus formosus* معرفی شده و

است. شاخص رأس این زون در برش نمونه مشاهده نشده، بنابراین تفکیک آن از زون NP9 ممکن نیست. ستبرای این زون در برش تنگ حتی ۶/۵ متر (متر ۸ تا ۱۴/۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۲۹/۲۵ متر (متر ۱۹/۷۵ تا ۴۹) است.

– **زون NP9:** از اولین حضور فراوان گونه *Discoaster multiradiatus* تا اولین حضور گونه *Tribrachiatulus bramlettei* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۷/۱-۵۵-۹۶ Ma) تانتین است. این زیست‌زون معادل بخش زیرین از زیست‌زون CP8 (Okada & Bukry (1980) است. در برش نمونه به دلیل عدم مشاهده شاخص قاعده این زون، ستبرای زون‌های NP8 تا NP9 به صورت یکپارچه و تفکیک نشده در نظر گرفته شده، و جمعاً ۷۵ متر (متر ۴۰ تا ۱۱۵) است. این زون در برش تنگ حتی ۵/۵ متر (متر ۱۴/۵ تا ۲۰) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۹ متر (متر ۴۹ تا ۵۸) ستبرای دارد.

– **گذر دوره‌های پالئوسن-اوسن:** گذر یادشده (۵۵/۹۶ Ma، شکل ۳) تقریباً مقارن با اولین حضور گونه *Tribrachiatulus bramlettei* (شاخص رأس زون NP9) و قاعده زون NP10) مشخص شده (GTS, 2012) که در برش نمونه در متر ۱۱۵، در برش تنگ حتی در متر ۲۰ و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی در ۵۸ متری از قاعده برش به ثبت رسیده است. با در نظرگیری بازه زمانی تعیین شده (برهه پالئوسن) و ستبرای رسوبات سازند پابده در برش‌های مورد مطالعه در این پژوهش، می‌توان نرخ رسوب‌گذاری سازند پابده را تا حدی برآورد کرد. بر این اساس در برش نمونه در برهه پالئوسن ۱۱۵ متر رسوب نهشته شده و بنابراین نرخ نسبی رسوب‌گذاری در حدود ۱۶/۱۵ m/my، در برش تنگ حتی که در این بازه زمانی ۲۰ متر نهشته شده در حدود ۳/۷۷ m/my و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی که در زمان مشابه ۵۸ متر رسوب کرده است، در حدود ۱۱/۱۳ m/my برآورد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان برآوردی نسبی از تغییرات نرخ رسوب‌گذاری سازند پابده در برهه زمانی پالئوسن ارائه داد. بر پایه مشاهدات، برآورد می‌شود که احتمالاً نرخ رسوب‌گذاری در برهه پالئوسن در برش نمونه نسبت به برش تنگ حتی و برش یال شمالی تاقدیس گورپی بیشتر بوده است.

– **زون NP10:** از اولین حضور گونه *Tribrachiatulus bramlettei* تا آخرین حضور گونه *Tribrachiatulus contortus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۵/۹۶-۵۴/۲ Ma) اپیزین پیشین است. این زیست‌زون معادل بخش بالای زیست‌زون CP8 و بخش زیرین زیست‌زون CP9 (Okada & Bukry (1980) است. این زون در برش نمونه ۳۵ متر (متر ۱۱۵ تا ۱۵۰)، در برش تنگ حتی ۸/۷۵ متر (متر ۲۰ تا ۲۸/۷۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۲ متر (متر ۵۸ تا ۶۰) ستبرای دارد.

– **زون NP11:** از اولین حضور گونه *Discoaster diastypus* و آخرین حضور گونه *Tribrachiatulus contortus* تا اولین حضور گونه *Discoaster lodoensis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۴/۲-۵۳/۷ Ma) اپیزین پیشین است. این زیست‌زون معادل بخش بالای از زیست‌زون CP9 (Okada & Bukry (1980) است. ستبرای این زون در برش نمونه ۷۵ متر (متر ۱۵۰ تا ۲۲۵)، در برش تنگ حتی ۳۵/۵ متر (متر ۲۸/۷۵ تا ۶۴/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۴۲/۵ متر (متر ۶۰ تا ۱۰۲/۵) است.

– **زون NP12:** از اولین حضور گونه *Discoaster lodoensis* تا آخرین حضور گونه *Tribrachiatulus orthostylus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۵۳/۷-۵۰/۵ Ma) اپیزین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP10 (Okada & Bukry (1980) است. ستبرای این زون در برش نمونه ۱۱۰ متر (متر ۲۲۵ تا ۳۳۵)، در برش تنگ حتی ۳۱ متر (متر ۶۴/۲۵ تا ۹۵/۲۵) و در برش یال شمالی تاقدیس گورپی ۴۵ متر (متر ۱۰۲/۵ تا ۱۴۷/۵) است.

– **زون NP13:** از آخرین حضور گونه *Tribrachiatulus orthostylus* تا اولین

می‌رسد به گونه‌ای که این نرخ در یال شمالی بیشتر از تنگ حتی ولی کمتر از برش نمونه است. در زمان لوتسین نیز نرخ رسوب‌گذاری دوباره در یال شمالی نسبت به برش‌های دیگر افزایش نشان می‌دهد. در برهه بارتونین در بخش تنگ حتی تاق‌دیس گورپی، رسوب‌گذاری با سرعت بیشتری صورت گرفته است. در زمان پری‌ابونین رسوب‌گذاری در تنگ حتی نسبت به یال شمالی و برش نمونه بیشتر است و در روپلین نیز پایان رسوب‌گذاری سازند پایده در تاق‌دیس گورپی به ثبت رسیده است، ولی از آنجایی که ته‌نشست در این برهه با سازند آسماری ادامه می‌یابد، راجع به نرخ رسوب‌گذاری این اشکوب نمی‌توان اظهار نظری کرد.

در مورد زمان رسوب‌گذاری سازند پایده در حوضه رسوبی زاگرس، همان‌طور که پیش‌تر در مقدمه نیز اشاره شد، تاکنون مطالعات متعددی با تأکید بر روزن‌بران انجام شده است. در بررسی مقایسه‌ای بین آن نتایج و برش‌های مورد مطالعه چنین بر می‌آید که رسوب‌گذاری سازند پایده در حوضه رسوبی زاگرس، در فروافتادگی دزفول (نجفی، ۱۳۷۷) در زمان پالئوسن پیشین آغاز شده، حال آنکه شروع رسوب‌گذاری در زون ایذه (هداوندخانی، ۱۳۸۸) و کبیرکوه ایلام (حسین‌زاده، ۱۳۸۷) کمی دیرتر در زمان پالئوسن پسین و در فارس داخلی بر پایه مطالعه بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) در برش تنگ زنجیران در جنوب شیراز از زمان پالئوسن پیشین و بر پایه مطالعه دانشیان و همکاران (۱۳۹۱) در برش کوه نزه جنوب باختر جهرم از انوسن پسین بوده است. رسوب‌گذاری سازند پایده در فروافتادگی دزفول بر پایه مطالعه نجفی (۱۳۷۷)، برش نمونه) تا الیگوسن پسین و بر پایه مطالعه حاضر (برش‌های تنگ حتی، یال شمالی تاق‌دیس گورپی و برش نمونه) تا الیگوسن پیشین ادامه داشته است. تداوم رسوب‌گذاری در زون ایذه تا انوسن میانی، ولی در کبیرکوه تا الیگوسن و در فارس داخلی تا الیگوسن پیشین بوده است.

۵- نتیجه‌گیری

مطالعه نانوفسیل‌های آهکی موجود در سازند پایده در تاق‌دیس گورپی (برش‌های نمونه، تنگ حتی و یال شمالی تاق‌دیس گورپی) بیانگر نتایج زیر است:

- سازند پایده در برش نمونه ۷۹۱ متر، در برش تنگ حتی ۶۷۳ و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۷۸۹/۷۵ متر ستبراً دارد.

- بررسی نمونه‌های برداشت شده از توالی‌های مورد مطالعه، سبب شناسایی ۹۹ گونه نانوفسیلی از ۳۲ جنس در برش نمونه، ۱۹۶ گونه از ۴۸ جنس در برش تنگ حتی و ۱۸۱ گونه از ۴۶ جنس در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی شد.

- بر پایه گونه‌های تشخیص داده شده در تاق‌دیس گورپی زیست‌زون‌های نانوفسیلی NP4-NP24 در برش نمونه و زیست‌زون‌های NP5 تا NP23 در برش‌های تنگ حتی و یال شمالی تاق‌دیس گورپی از زیست‌زون‌بندی NP (Martini 1971) تشخیص داده شده است که رسوب‌گذاری سازند پایده را در برهه زمانی دانین پسین تا روپلین در تاق‌دیس گورپی تصدیق می‌کند.

- تلفیق اطلاعات حاصل از این بررسی و مطالعات پیشین، نشان از آن دارد که رسوب‌گذاری سازند پایده در فروافتادگی دزفول زودتر آغاز شده و در فارس داخلی دیرتر بوده است. تداوم رسوب‌گذاری در فروافتادگی دزفول و فارس داخلی بیشتر بوده و تا الیگوسن پیشین بوده حال آنکه در زون ایذه دوام کمتری داشته و تا انوسن میانی انجام شده است.

نشان‌دهنده برهه زمانی (۳۴/۴۵-۳۲/۹۵) پری‌ابونین پسین و روپلین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP16 (Okada & Bukry 1980) است. گفتنی است در برش نمونه شاخص قاعده مشاهده نشده است و با توجه به اینکه شاخص‌های قاعده و رأس زون NP19-20 نیز به ثبت نرسیده است، بنابراین ستبرای زون NP18 تا NP21 روی هم ۱۸۰ متر (مترائز ۵۱۵ تا ۶۹۵) تعیین شده است. ستبرای این زون در برش تنگ حتی ۲۳۰ متر (مترائز ۳۳۸/۵ تا ۵۶۸/۵) و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۱۲۴ متر (مترائز ۵۱۵/۷۵ تا ۶۳۹/۷۵) است.

- **گذر دوره‌های انوسن - الیگوسن:** این گذر (۳۳/۸۹ Ma، شکل ۳) بر پایه GTS (2012) در درون زون NP21 رخ می‌دهد و تاکنون از تاکسون نانوفسیلی شاخصی برای این تمایز استفاده نشده است.

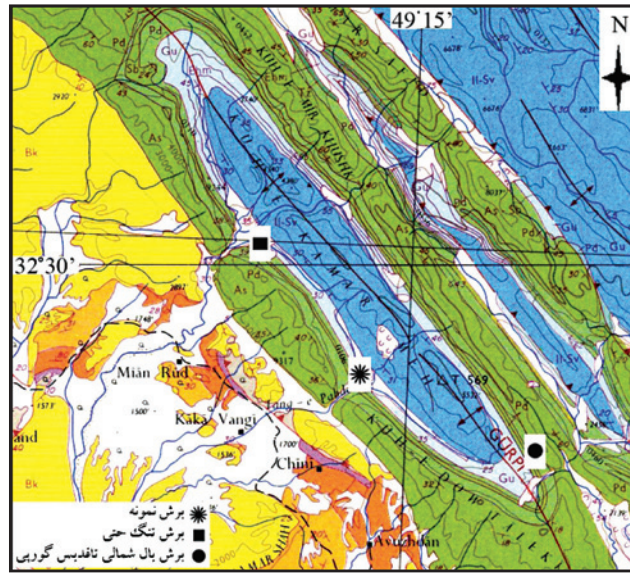
- **زون NP22:** از آخرین حضور گونه *Coccolithus formosus* تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilicus* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۳۲-۳۲/۹۵ Ma) روپلین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP16 (Okada & Bukry 1980) است. شاخص رأس این زون در برش نمونه مشاهده نشده و بنابراین تعیین ستبرای آن ممکن نبوده است. به نظر می‌رسد آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilicus* در محدوده پوشیده شده رخ داده باشد. این زون در برش تنگ حتی ۴ متر (مترائز ۵۶۸/۵ تا ۵۷۲/۵) و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی ۴۷ متر (مترائز ۶۳۹/۷۵ تا ۶۸۶/۷۵) ستبراً دارد.

- **زون NP23:** از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilicus* تا اولین حضور گونه *Sphenolithus ciperoensis* معرفی شده و نشان‌دهنده برهه زمانی (۲۹/۶-۳۲ Ma) روپلین است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون CP17 و CP18 (Okada & Bukry 1980) است. در برش نمونه شاخص قاعده این زون متمایز نشد، و به همین دلیل از اولین حضور *Cyclicargolithus abisectus* شاخص زونی (Okada & Bukry 1980) برای تفکیک آن از زون NP24 استفاده شد. بنابراین ستبرای زون‌های NP22 تا NP23، به صورت یکپارچه در نظر گرفته شده است که ۷۵ متر (مترائز ۶۹۵ تا ۷۷۰) برآورد می‌شود. این زون در برش تنگ حتی از ستبرای ۵۷۲/۵ متری و در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی از ۶۸۶/۷۵ متری از قاعده برش شروع و تا آخرین نمونه برداشت شده از این سازند ادامه می‌یابد.

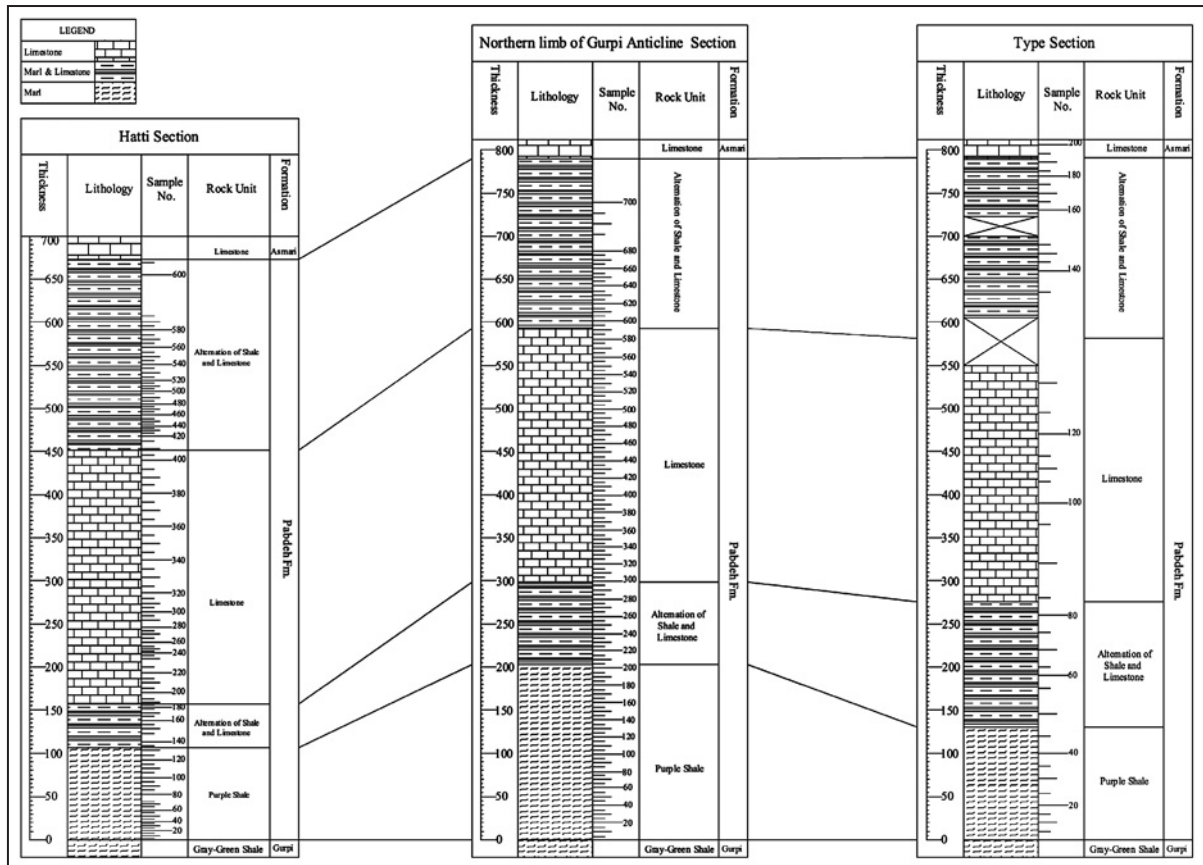
در بررسی نانوفسیل‌های آهکی سازند پایده در برش نمونه ۹۹ گونه نانوفسیلی، از ۳۲ جنس تشخیص داده شد که تعلق آنها را به زون‌های NP4 تا NP24 به سن پالئوسن پیشین تا الیگوسن بیان می‌دارد (شکل ۴)؛ در برش تنگ حتی ۱۹۶ گونه از ۴۸ جنس مورد شناسایی قرار گرفته که حضور زون‌های NP5 تا NP23 را محرز کرده است (شکل ۵)؛ گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده در برش یال شمالی تاق‌دیس گورپی، ۱۸۱ گونه متعلق به ۴۶ جنس، بیانگر حضور زون‌های NP5 تا NP23 است (شکل ۶). تصویر تعدادی از گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده در تابلوهای ۱ تا ۳ نمایش داده شده است. در جدول ۱ و شکل ۷ زون‌های شناسایی شده در برش‌های مورد مطالعه بر پایه ستبرایشان مقایسه شده‌اند.

۴-۴. نرخ رسوب‌گذاری

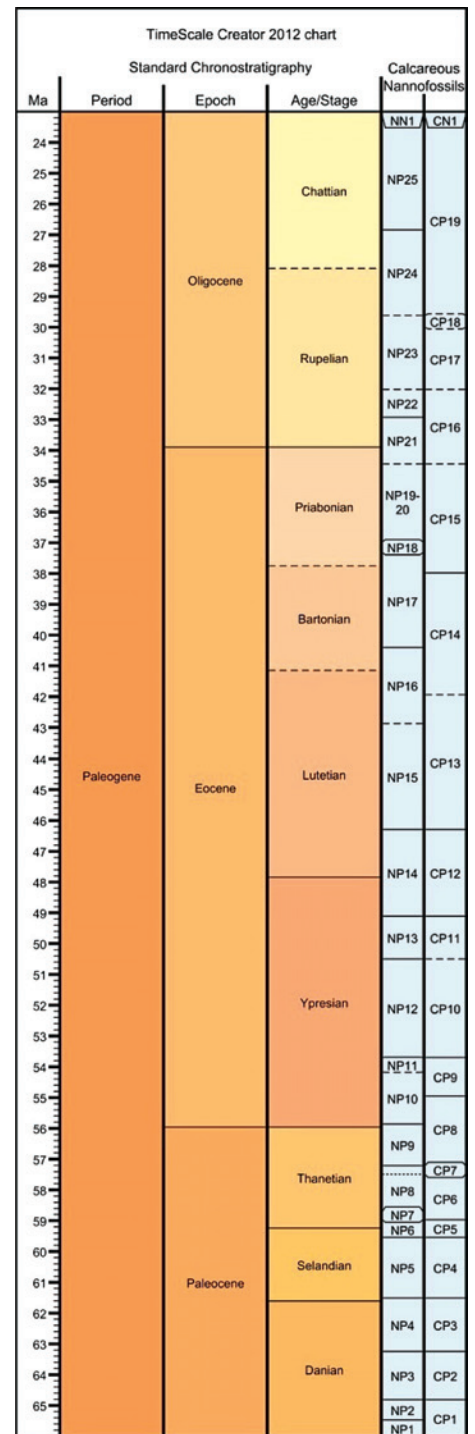
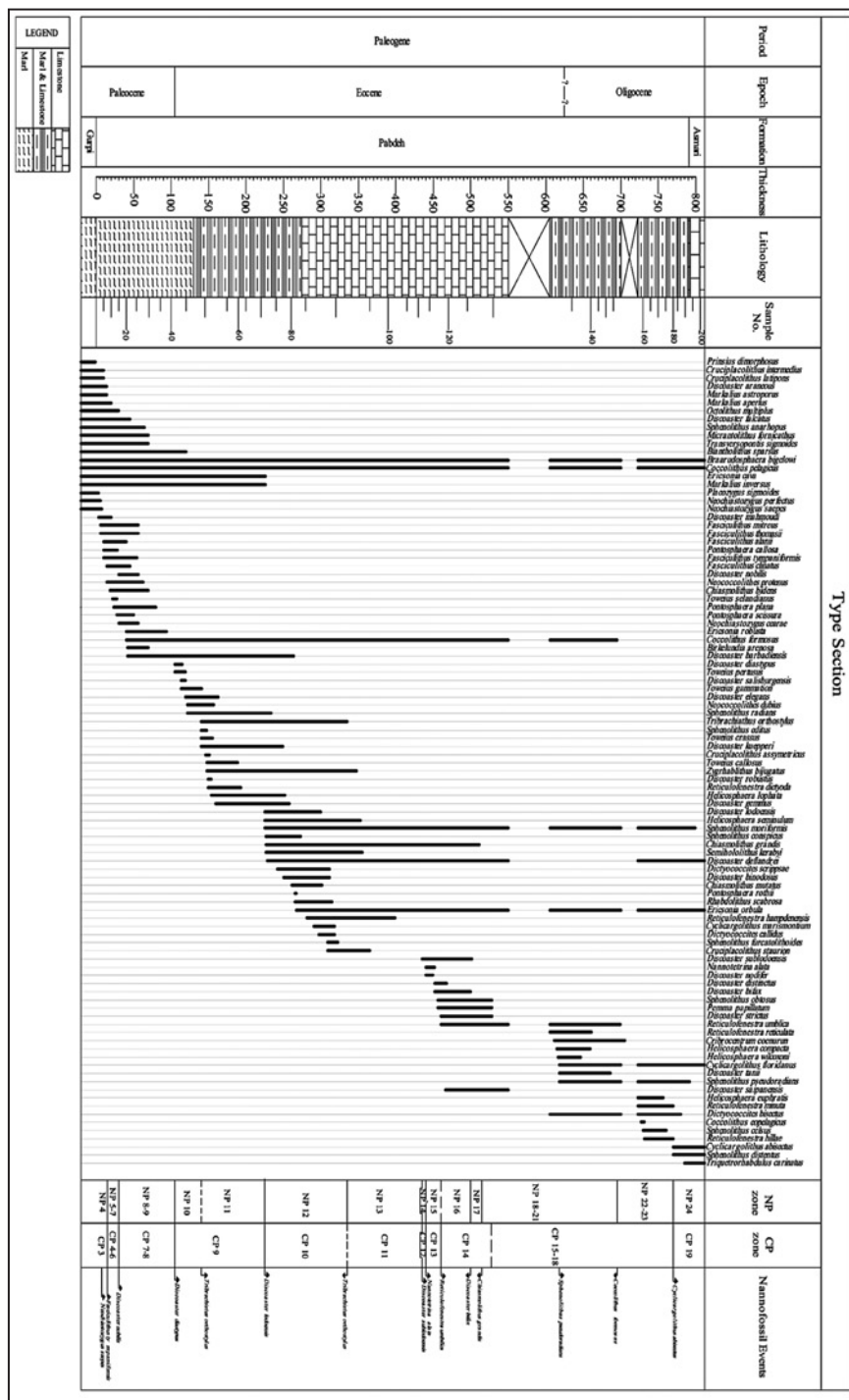
از بررسی و مقایسه زیست‌زون‌های تفکیک شده در تاق‌دیس گورپی (جدول ۱ و شکل ۷) چنین بر می‌آید که در برهه زمانی سلان‌دین نرخ رسوب‌گذاری در یال شمالی بیشتر است (تجمع ستبرای بیشتر رسوب در زمان مشابه؛ Shaw, 1964). این روند در زمان تانین شروع به عکس شدن می‌کند و در اپرزین به اوج خود



شکل ۱- موقعیت برش‌ها در تاقدیس گورپی (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ دزفول، شرکت ملی نفت ایران).

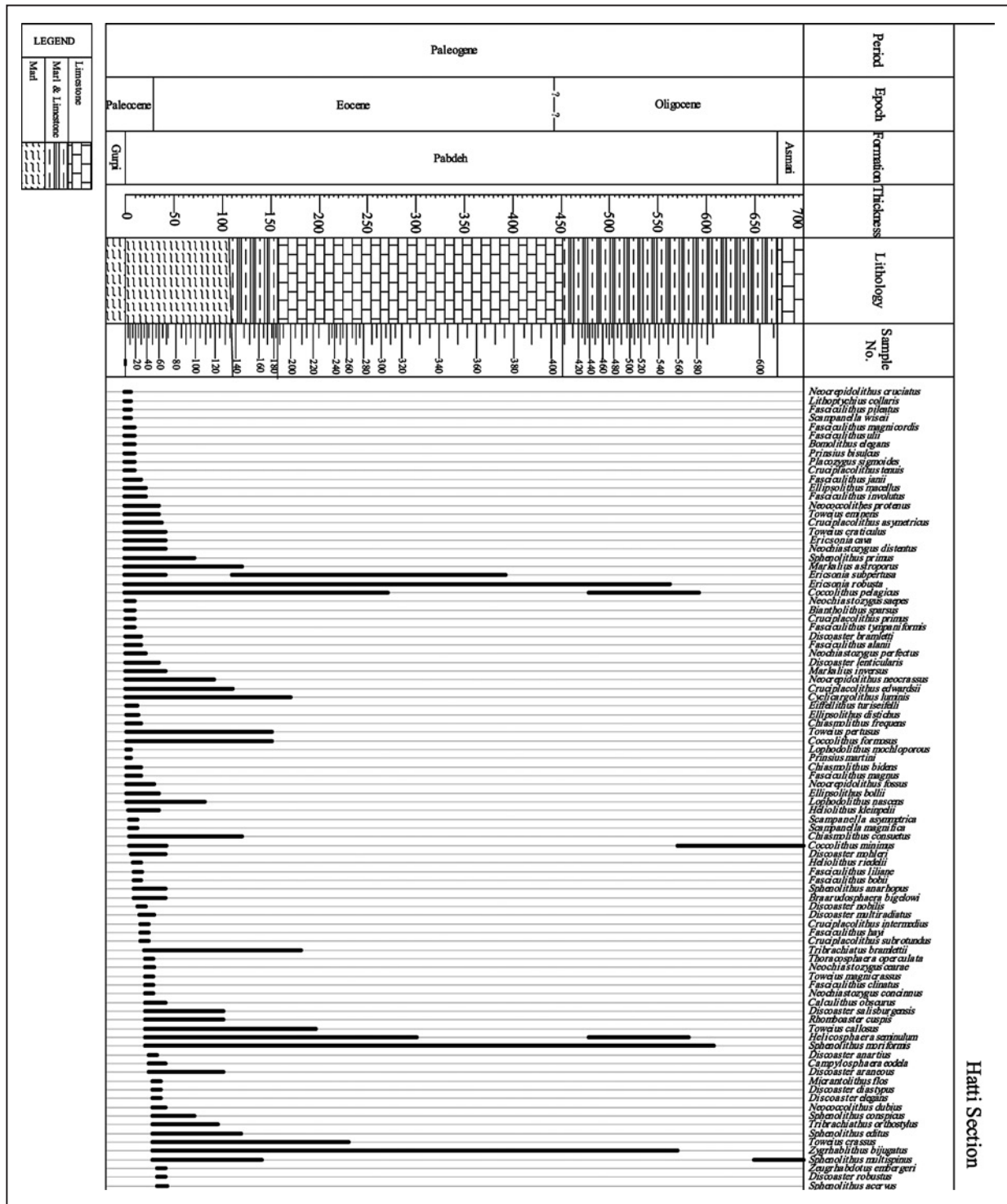


شکل ۲- مقایسه سنگ‌شناسی سازند پابده در برش‌های مورد مطالعه در تاقدیس گورپی.

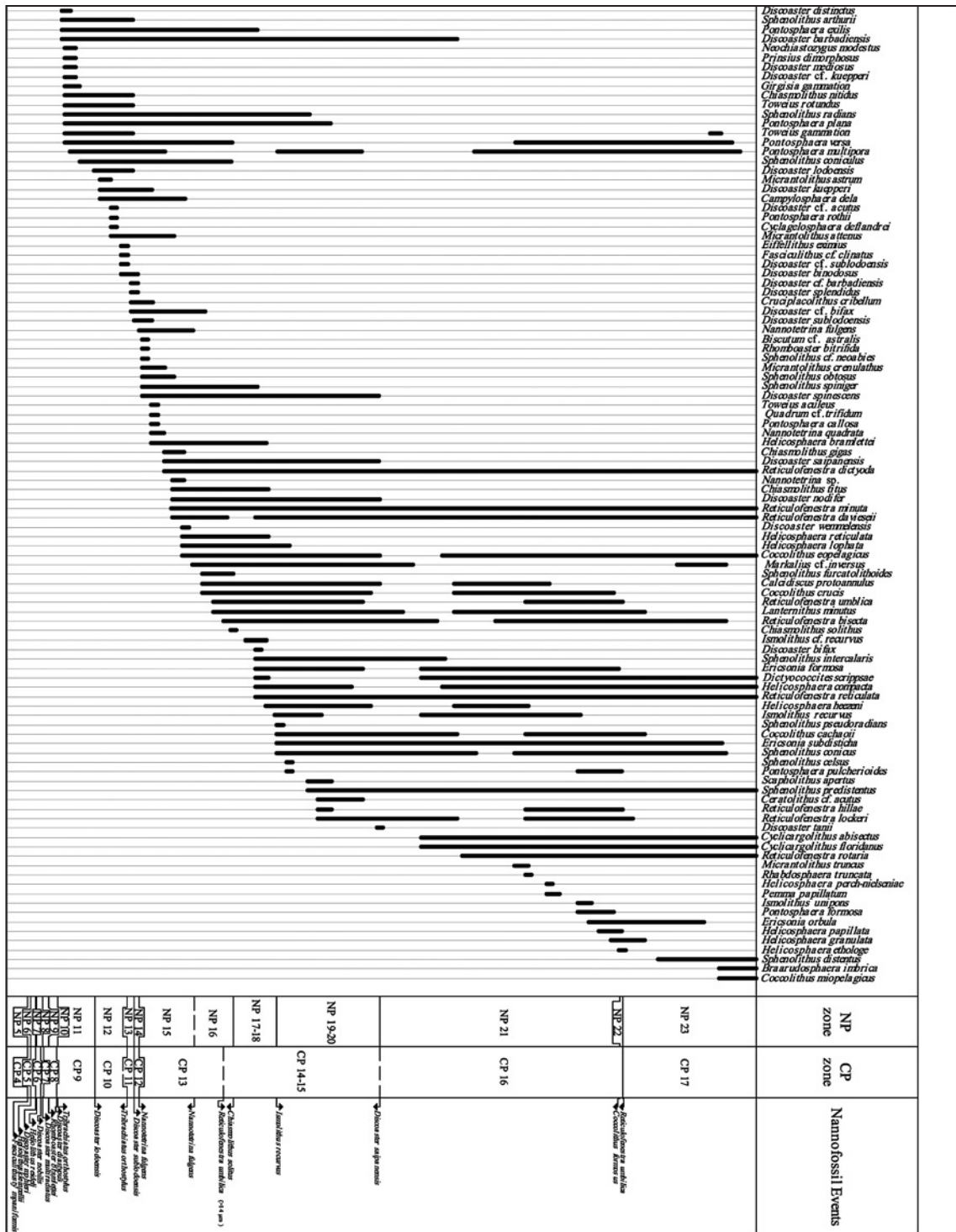


شکل ۴- گسترش نانوفسیل‌های شناسایی شده در برش نمونه.

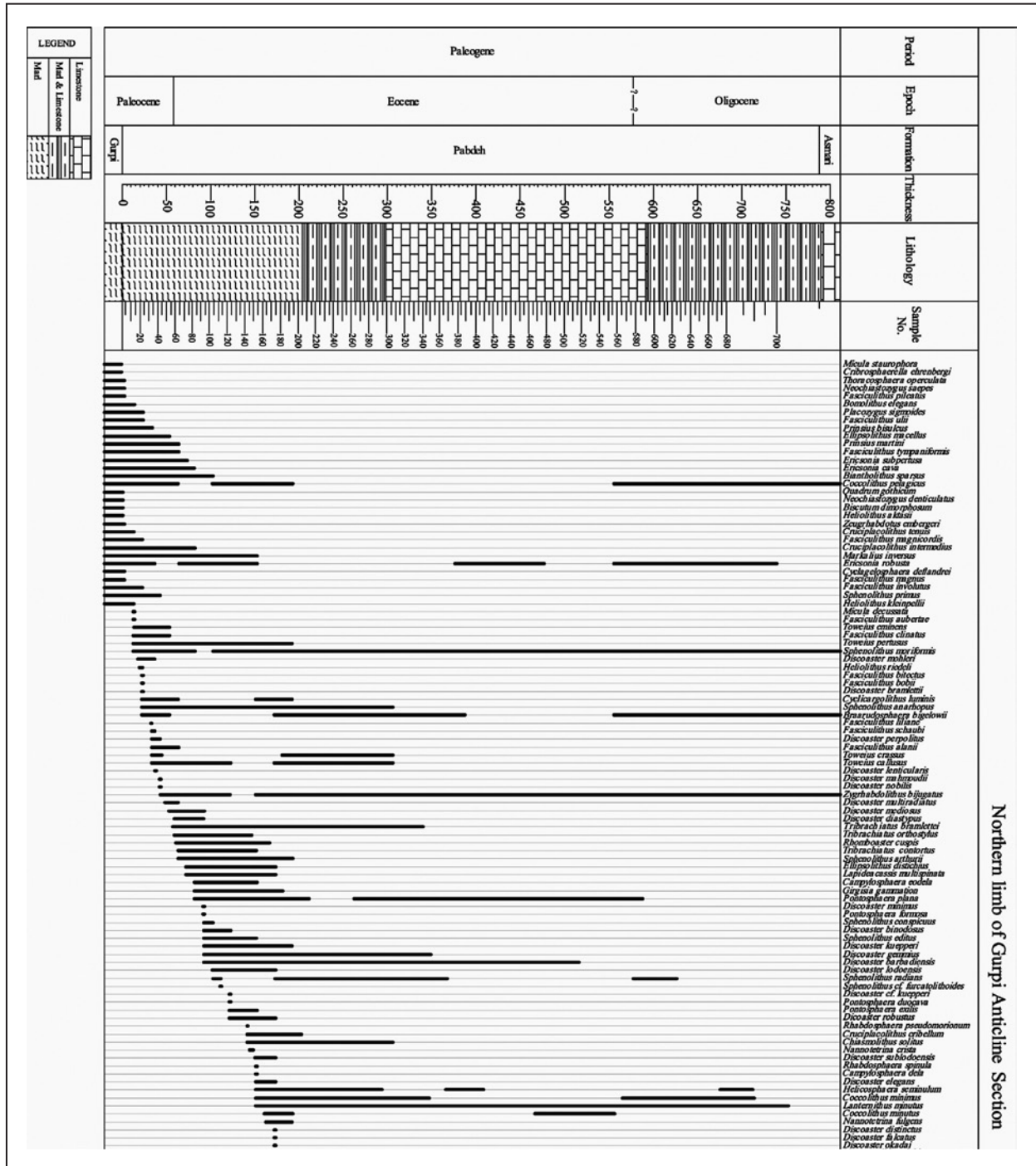
شکل ۳- تطابق الگوی زون‌بندی (Martini 1971) و مطالعات ODP و Berggren et al. (1995) در برهه زمانی پالئوژن بر پایه



شکل ۵- گسترش نانوفسیل‌های شناسایی شده در برش تنگ حتی.

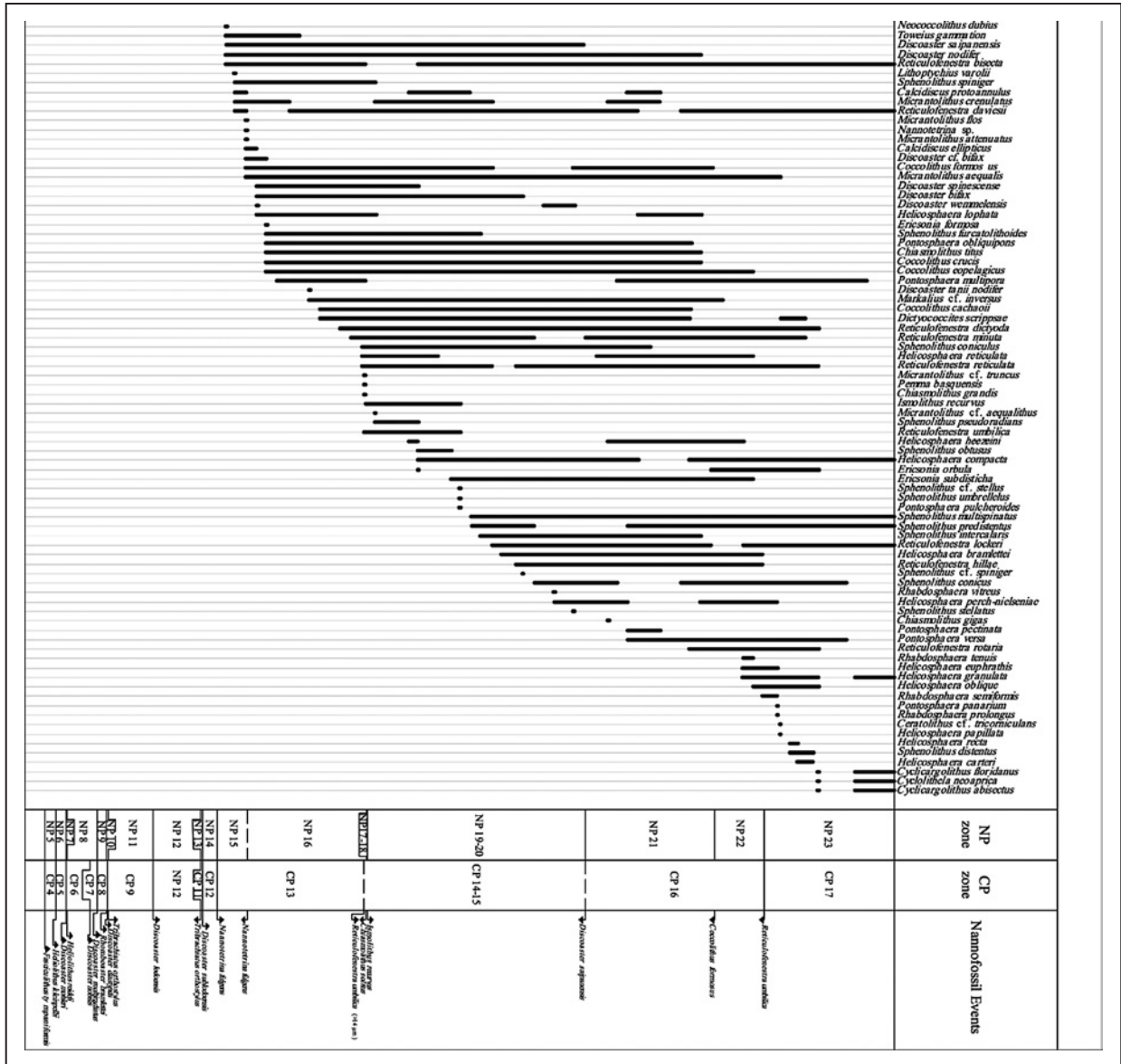


ادامه شکل ۵

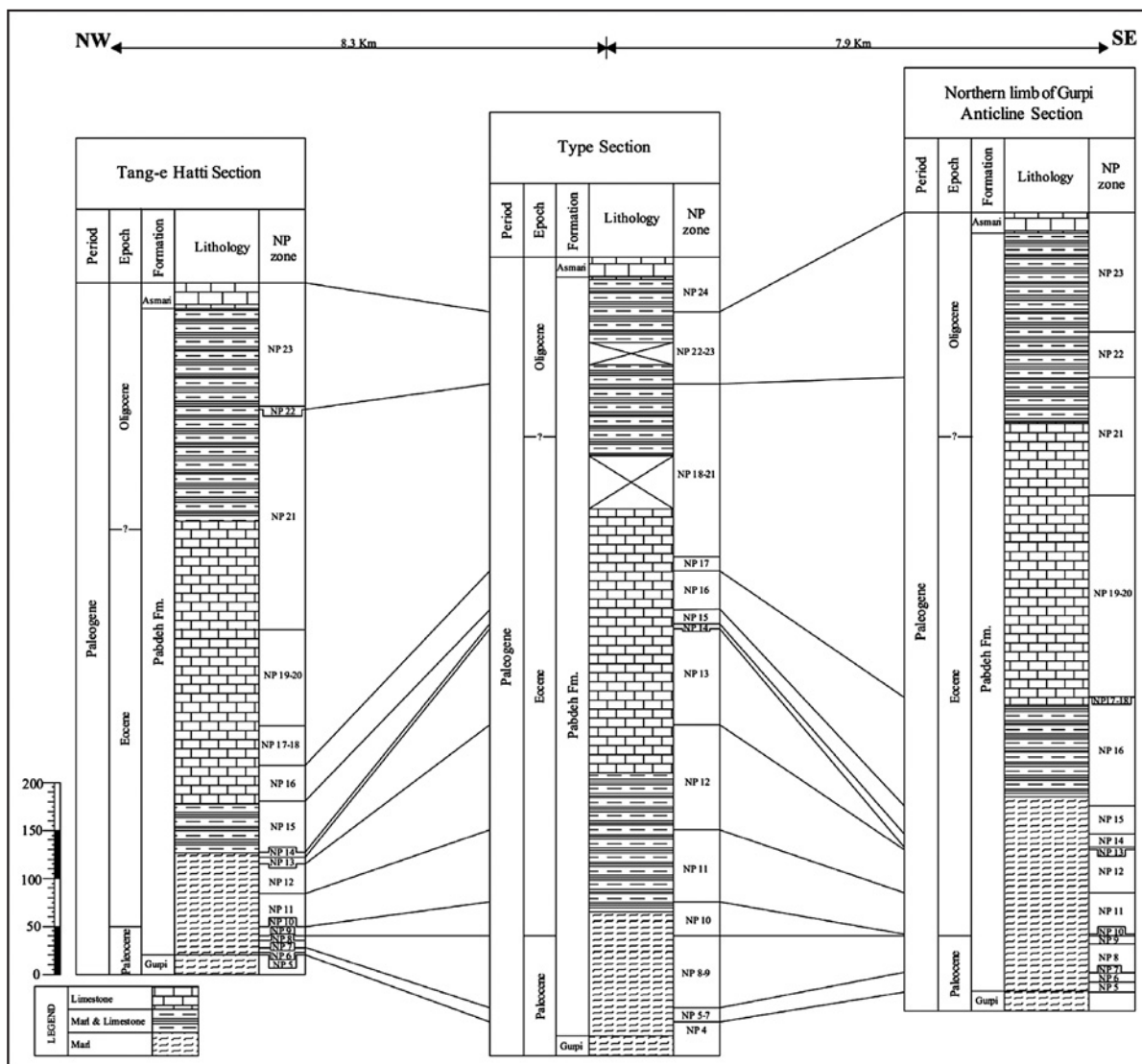


Northern limb of Gurpi Anticline Section

شکل ۶- گسترش نانوفسیل های شناسایی شده در برش یال شمالی تاقدیس گورپی.



ادامه شکل ۶



شکل ۷- زیست‌زون‌بندی سازند پابده در برش‌های مورد مطالعه در تاق‌دیس گورپی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی.

Plate 1

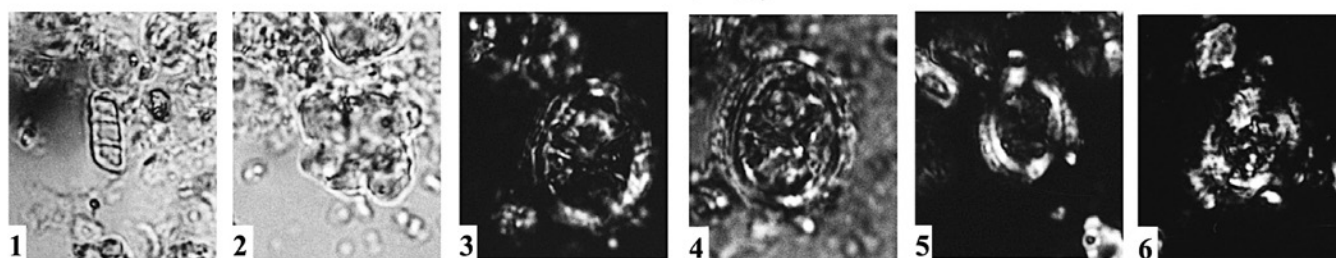


Fig. 1: *Ismolithus recurvus* Deflandre, 1954, PPL; Fig. 2: *Nannotetrina fulgens* (Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969, PPL; Fig. 3-4: *Chiasmolithus oamauroensis* (Deflandre, 1954) Hay, Mohler & Wade (1966); (3: XPL, 4: PPL); Fig. 5: *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968, XPL; Fig. 6: *Chiasmolithus gigas* (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski, 1968, XPL;

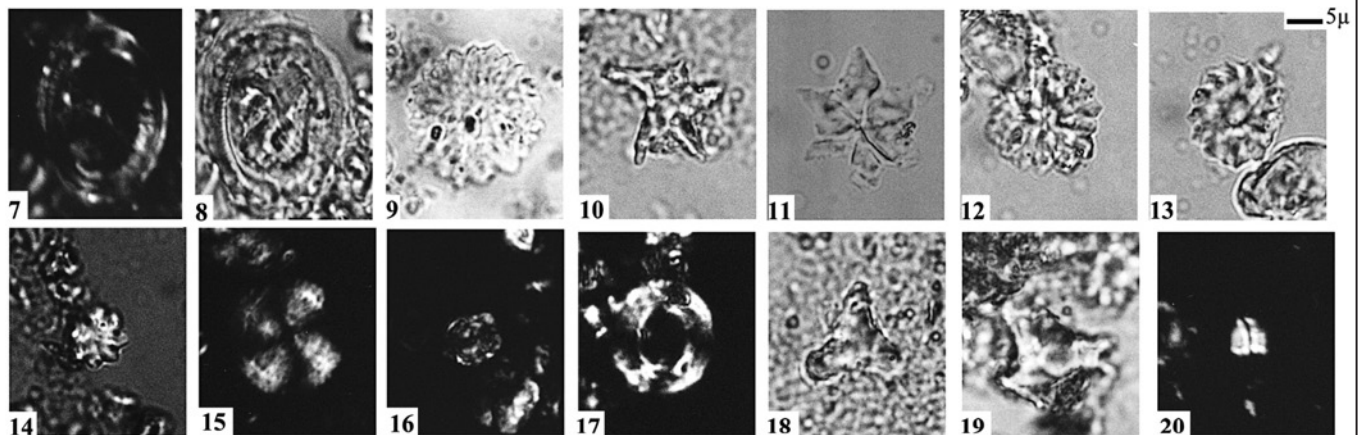
Plate 1


Fig. 7-8: *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968, (7:XPL, 8: PPL); Fig. 9: *Discoaster multiradiatus* Bramlette & Riedel (1954), PPL; Fig. 10: *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel (1954), PPL; Fig. 11: *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel (1954), PPL; Fig. 12: *Discoaster barbadiensis* Tan (1927), PPL; Fig. 13: *Discoaster diastypus* Bramlette & Sullivan, 1961, PPL; Fig. 14: *Discoaster mohleri* Bramlette & Percival, 1971, XPL with $\lambda/4$; Fig. 15: *Heliolithus KleinPELLI* Sullivan, 1964, XPL; Fig. 16: *Helolithus riedelii* Bramlette & Sullivan (1961), XPL; Fig. 17: *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968, XPL; Fig. 18: *Tribrachiatus orthostylus* Shamrai, 1963, PPL; Fig. 19: *Tribrachiatus contortus* (Stradner, 1958) Bukry, 1972, PPL; Fig. 20: *Fasciculithus tympaniformis* Hay & Mohler in Hay *et al.*, 1967, XPL.

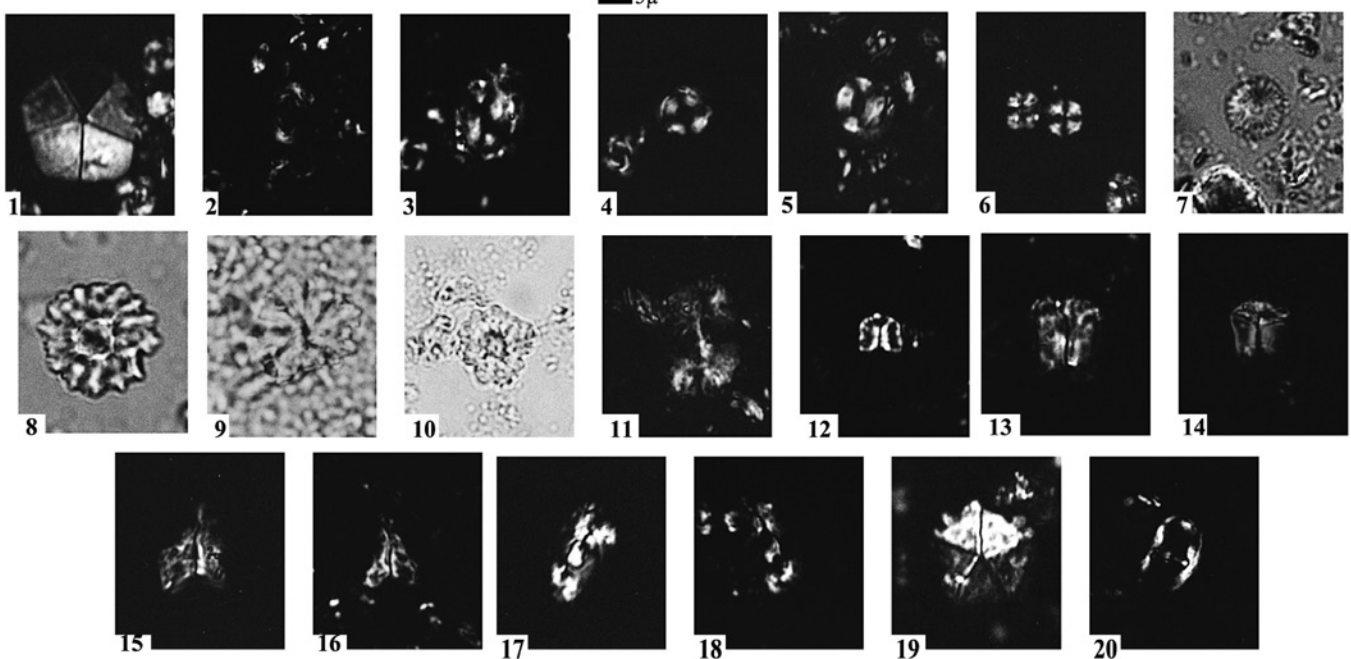
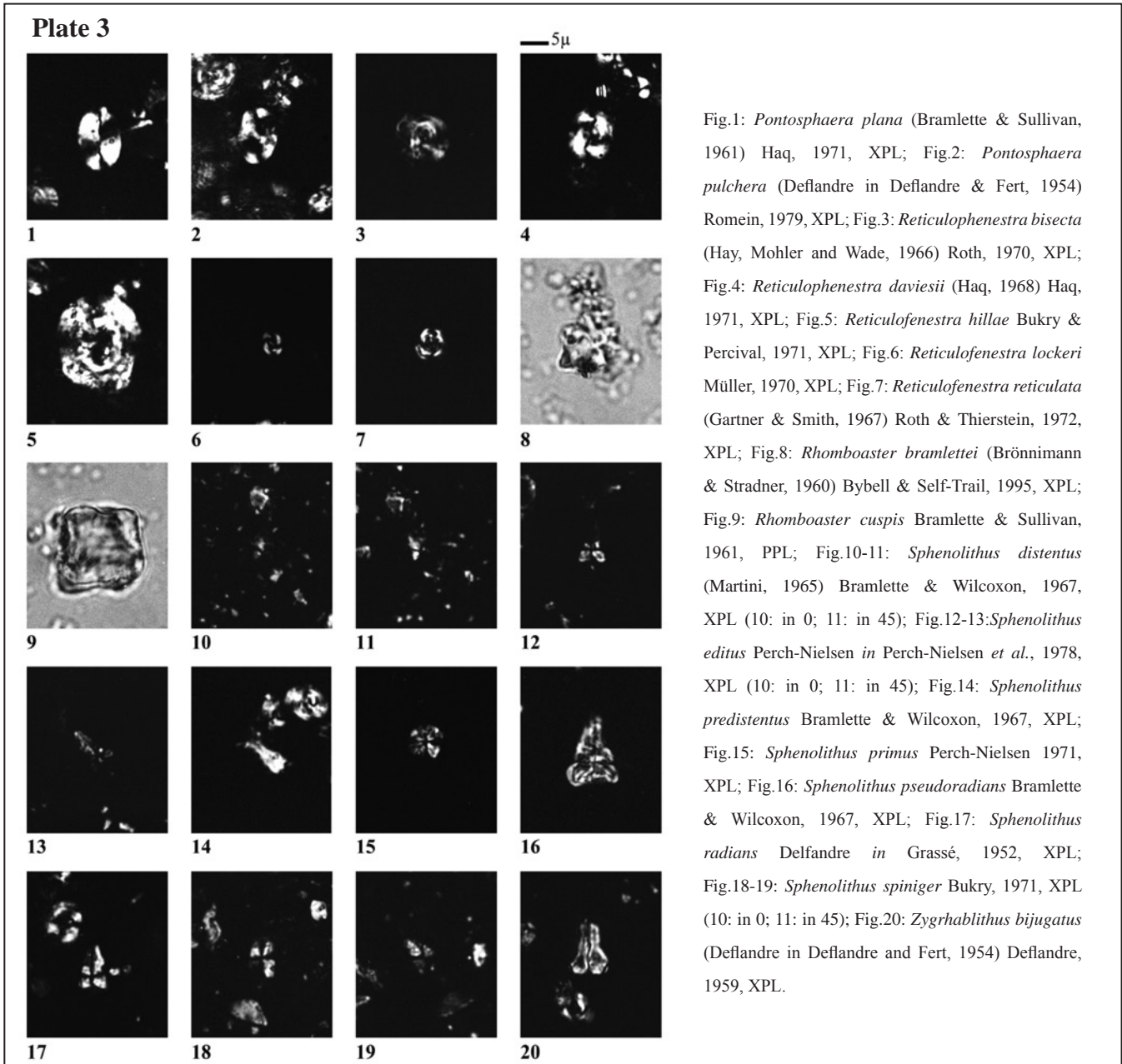
Plate 2


Fig.1: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947), XPL; Fig.2: *Campylosphaera eodela* Bukry & Percival 1971, XPL; Fig.3: *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette & Riedel, 1954) Bramlette & Sullivan, 1961, XPL; Fig.4: *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, XPL; Fig.5: *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, XPL; Fig.6: *Cyclicargolithus luminis* (Sullivan, 1965) Bukry, 1971, XPL; Fig.7: *Discoaster lenticularis* Bramlette & Sullivan, 1961, PPL; Fig.8: *Discoaster salisburgensis* Stradner, 1961, PPL; Fig.9: *Discoaster septemradiatus* (Klumpp 1953) Martini 1958, PPL; Fig.10: *Discoaster spinescens* Bown & Dunkley Jones, 2006, PPL; Fig.11: *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sullivan, 1964, XPL; Fig.12: *Fasciculithus involutus* Bramlette & Sullivan, 1961, XPL; Fig.13: *Fasciculithus magnicordis* Romein, 1979, XPL; Fig.14: *Fasciculithus pileatus* Bukry, 1973, XPL; Fig.15: *Fasciculithus richardii* Perch-Nielsen, 1971, XPL; Fig.16: *Fasciculithus schaubi* Hay & Mohler, 1967, XPL; Fig.17: *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966, XPL; Fig.18: *Helicosphaera seminulum* Bramlette & Sullivan, 1961, XPL; Fig.19: *Pemma papillatum* Martini, 1959, XPL; Fig.20: *Lophodolithus nascens* Bramlette & Sullivan, 1961, XPL.



جدول ۱- مقایسه ستبرای زون‌های شناسایی شده در سازند پابده در برش نمونه، تنگ حتی و یال شمالی تاقدیس گورپی.

الف	ب	ج	الف	ب	ج	الف	ب	ج
برش نمونه	تنگ حتی	یال شمالی تاقدیس	برش نمونه	تنگ حتی	یال شمالی تاقدیس	برش نمونه	تنگ حتی	یال شمالی تاقدیس
ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)	ستبرای (متر)
۱۵	-	-	۵	۵	۱۳	۱۵	۵	۱۳
۱۵	۳	۱۱	۲۰	۵۲/۷۵	۲۹/۲۵	۱۵	۳	۱۱
	۴	۹	۴۰	۳۷/۲۵	۱۱۳/۵	۱۵	۴	۹
	۱	۰/۷۵	۱۵	۴۲	۱	۱۵	۱	۰/۷۵
۷۵	۶/۵	۲۹/۲۵	۱۸۰	۹۹/۲۵	۲۰۸/۵	۷۵	۶/۵	۲۹/۲۵
	۵/۵	۹		۲۳۰	۵/۵	۹	۷۵	۵/۵
۳۵	۸/۷۵	۲	۷۵	۴	۴۷	۳۵	۸/۷۵	۲
۷۵	۳۵/۵	۴۲/۵	۷۵	-	-	۷۵	۳۵/۵	۴۲/۵
	۱۱۰	۳۱		۳۱	۳۱	۱۱۰	۷۵	۳۱
۱۰۰	۷	۳	۷۵	-	-	۱۰۰	۷	۳

کتابنگاری

- بازاده، ا.، بهاران، س.، پروانه‌نژاد شیرازی، م. و بهرامی، م.، ۱۳۸۹- زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش تنگ زنجیران (جنوب خاور شیراز) بر مبنای روزن‌داران پلانکتون، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال بیست و ششم، شماره ۳۸، ص ۱۴۵-۱۵۸.
- بیات، ش.، ۱۳۸۵- سنگ‌چینه‌نگاری و نانوستراتیگرافی سازند پابده در برش نمونه و مقایسه آن با رخنمون تنگ ماغر (کوه بنگستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۷.
- حسین‌زاده، ر.، ۱۳۸۷- میکروبیوستراتیگرافی و چینه‌نگاری سازند پابده در برش کاور جنوب کبیرکوه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- حیدری، ا.، ۱۳۸۹- لیتوستراتیگرافی و نانوستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی اهواز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۲.
- دانشیان، ج.، نوروزی، ن.، باغبانی، د. و آقاباتی، س. ع.، ۱۳۹۱- زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن و میوسن زیرین (سازندهای پابده، آسماری، گچساران و میشان) بر اساس روزن‌بران در جنوب باختر جهرم، در فارس داخلی، سال بیست و یکم، شماره ۸۳، ص ۱۵۷-۱۶۶.
- غلامی فرد، ا.، ۱۳۸۶- نانوستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی گچساران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۲۵.
- کیانی، ز.، ۱۳۹۱- نانوستراتیگرافی سازند پابده در برشی از منطقه آبدانان (جنوب کبیرکوه، استان ایلام)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۶۴.
- نجفی، د.، ۱۳۷۷- میکروبیوستراتیگرافی سازند پابده در شمال خاور فرفرافادگی دزفول و ارتباط چینه‌ای آن با سازندهای تله‌زنگ، کشکان و شهبازان: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۸.
- هداوندخانی، ن.، ۱۳۸۸- لیتوستراتیگرافی و بایوستراتیگرافی سازند پابده در برش تاق‌دیس کمستان (شمال باختر ایذه) و مقایسه آن با برش نمونه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

References

- Berberian, M. & King, G. C. P., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences* 18: 210-265.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C. & Aubry, M. P., 1995- A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Special Publication 54: 129-212.
- Bramlette, M. N. & Riedel, W. R., 1954- Stratigraphic value of Discoasters and some other microfossils related to Recent Coccolithophores. *Journal of Paleontology*, 28: 385-403.
- Bramlette, M. N. & Sullivan, F. R., 1961- Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, 7: 129-188.
- Bramlette, M. N. & Wilcoxon, J. A., 1967- Middle Tertiary Calcareous Nannoplankton of the Ciperio Section, Trinidad, W. I. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 5: 93-131.
- Bukry, D., 1973- Low latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 15: 658-677.
- Bukry, D., 1975- Coccolith and Silicoflagellate stratigraphy, northwestern Pacific Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 32: 67-701.
- Hessami, K., Koyi, H. A., Talbot, C. J., Tabasi, H. & Shabanian, E., 2001- Progressive unconformities within an evolving foreland fold-thrust belt, Zagros Mountain. *Journal of the Geological Society, London*, 158: 969-981.
- Martini, E., 1971- Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. *Proc. altha II. Planktonic Conference, Roma*.
- Navabpour P., Angelier J. & Barrier E., 2010- Mesozoic extensional brittle tectonics of the Arabian passive margin, inverted in the Zagros collision (Iran, interior Fars). In: Leturmy, P. and Robin, C. (Eds), *Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic-Cenozoic*. Geological Society, London, Special Publications, 330.
- Okada, H. & Bukry, D., 1980- Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude Coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology*, 51: 321-325.
- Shaw A. B., 1964- *Time in Stratigraphy*, McGraw-Hill, New York, 365.
- Stocklin, J. & Setudehnia, A., 1971- *Stratigraphic Lexicon of Iran*, Report No. 18. Geological Survey of Iran, 384.
- Vandenbergh, N., Hilgen, F. J. & Speijer, R. P., 2012- The Paleogene Period, In: Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D. & Ogg, G. M. (Eds), *The Geological Time Scale*, Elsevier. 855-921.