

بایوستراتیگرافی مرز کرتاسه-پالئوژن در برش چهارده (زون ایذه، خوزستان)

نسرین هداوند خانی^{۱*}، عباس صادقی^۲، علیرضا طهماسبی^۳، محمد حسین آدابی^۴

۱ دانشجوی دکتری زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

۲ دانشیار دانشکده زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

۳ رئیس اداره مطالعات و تحقیقات، مدیریت اکتشاف نفت

۴ استاد دانشکده زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

*n_hadavand@sbu.ac.ir

دریافت مرداد ۱۳۹۳، پذیرش آبان ۱۳۹۳

چکیده

به منظور مطالعه مرز کرتاسه/پالئوژن در زون ایذه ۱۰۰ متر از رسوبات رأس سازند گورپی در برش چهارده مورد نمونه برداری قرار گرفت. این رسوبات به طور عمده از شیل و مارن سبزرنگ تشکیل شده است. بر اساس فرامینفرهای پلانکتونی ۶ بایوزون زیر در رسوبات مذکور شناسایی و معرفی گردید:

- *Plummerita hantkenoides* Zone (CF1) (Late Maastrichtian)
- *Guembelitra cretacea* Partial-range Zone (P0) (Danian)
- *Parvularugoglobigerina eugubina* Taxon-range Zone (P α) (Danian)
- *Eoglobigerina edita* Partial-range Zone (P1) (Danian)
- *Praemurica uncinata* Lowest-occurrence Zone (P2) (Danian)
- *Morozovella angulata* Lowest-occurrence Zone (P3) (Danian- Selandian)

مرز کرتاسه / پالئوژن در این برش بر مبنای بایوزون های فوق ۸۰,۲۵ متر پایین تر از مرز سازندهای گورپی - پایده قرار دارد. در این مطالعه زون های زیستی شناسایی شده با زون های فرامینفرهای پلانکتونی در مرز کرتاسه/پالئوژن دیگر نقاط تتیس مقایسه گردید.

کلمات کلیدی: مرز کرتاسه/پالئوژن، خوزستان، ایذه، بایوستراتیگرافی

۱. مقدمه

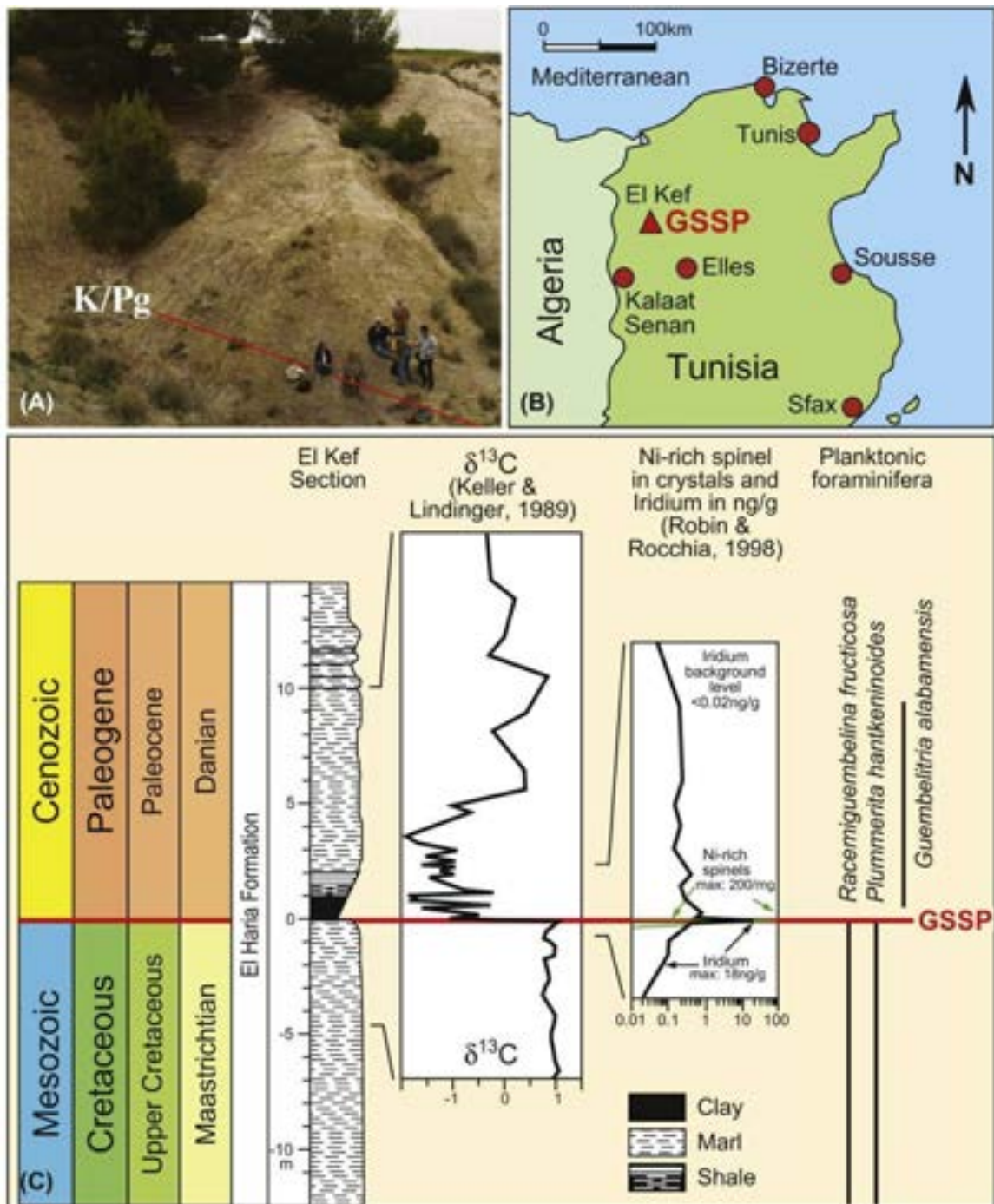
مرز K/Pg محدوده بین دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک، دوره کرتاسه و پالئوژن و اشکوب‌های مائستریشتین و دانین می‌باشد. این مرز مصادف با یکی از ۵ انقراض اصلی در تاریخ زمین می‌باشد که بر گروه‌های زیادی از ارگانسیم‌های دریایی و خشکی تأثیر گذار بوده است. این انقراض برای تطابق مرز K/Pg کاربردی است. بعد از حادثه کاتاستروفی جهانی و انقراض‌های زیستی در مرز کرتاسه-پالئوژن، میکروفسیل‌های دریایی به لحاظ چینه‌شناسی روندهای تکاملی جدیدی را از سر گرفتند. بایوستراتیگرافی نهشته‌های دریایی کرتاسه - پالئوژن با استفاده از گروه‌های فسیلی متعددی تثبیت شده است. فرامینفرهای پلانکتونی و نانوفسیل‌های آهکی دو گروه کاربردی برای اهداف بایوستراتیگرافی به ویژه در خاستگاه‌های عرض‌های جغرافیایی کم تا متوسط و در جایی که رسوبگذاری بالاتر از سطح CCD رخ می‌دهد به شمار می‌آیند. در رخساره‌های نریتیک سیلسی - آواری، داینوفلاژله‌ها نیز از اهمیت خاصی برخوردارند. فرامینفرهای کفزی از ابزارهای چینه‌شناسی کلیدی در دریا‌های کربناته عرض‌های جغرافیایی کم تا متوسط هستند.

براساس قوانین چینه‌شناسی تعریف پایین‌ترین اشکوب پالئوژن، دانین، نیز قاعده سری پالئوسن، سیستم پالئوژن و دوران سنوزوئیک را تعریف می‌نماید. از اینرو قاعده دانین نیز مرز کرتاسه - پالئوژن (K/Pg) را نشان می‌دهد. اشکوب دانین نامش را از منطق‌ه‌ی تیب آن در دانمارک گرفته است [۱]. دانین در مقطع تیب بر روی آهک‌های گل سفیدی مائستریشتین و در زیر کنگلومرای قاعده‌ی سلاندین واقع شده است. محدوده آن در برگیرنده زون‌های NP1-NP4 نانوپلانکتون‌های آهکی [۲]، زون‌های P0-P2 فرامینفرهای پلانکتونی (Guembeltria cretacea Zone to Praemurica uncinata Zone) [۳ و ۴] و در برگیرنده زون ۱ داینوفلاژله‌ها است [۵]. نهشته‌های دانین قبلاً به عنوان جوان‌ترین اشکوب کرتاسه در نظر گرفته می‌شدند [۱] و یک اشکوب جوانتر (Montian) بلافاصله در قاعده‌ی پالئوژن به وسیله‌ی Dewalque, 1868 معرفی شد [۶] که این اشکوب به خاطر شرایط استراتوتایپی ضعیف اهمیت خود را از دست داد و تنها نشانگر بخش پسین اشکوب دانین است [۷] و [۸]. مرز K/Pg در سال ۱۹۹۰ توسط کمیته بین‌المللی چینه‌شناسی در برش El Kef (تونس) تعیین شده است.

GSSP یا مقطع استراتوتایپ قاعده‌ی دانین (شکل ۱) در برشی در Oued Djerfane، ۸ کیلومتری غرب El kef (۱۶۸ کیلومتری جنوب غرب Tunis) در تونس واقع شده و به وسیله‌ی IUGS در سال ۱۹۹۱ تصویب شد (شکل ۱) [۹]. سطح GSSP در قاعده‌ی یک لایه‌ی ضخیم رسی به رنگ زنگ زده با ضخامت ۵۰ سانتی متر تعریف شده است. یک لایه مشابهی در بسیاری از برش‌های K/Pg به صورت جهانی وجود دارد و حاوی یک ناهنجاری از عنصر ایریدیم، میکروتکتیت، کریستال‌های اسپینل غنی از نیکل است. در مقاله‌ی اصلی به وسیله‌ی آلوارز و همکاران (۱۹۸۰) بر روی حادثه K/Pg، دلایل آن، اثرات یک جسم فرازمینی و پیامدهای آن بحث مفصلی شده است [۱۰]. این لایه در طی چند روز نهشته شده و این سطح به صورت ایزوکرون در سطح جهانی در نظر گرفته شده است و منطبق با یک تغییر اساسی در پلانکتون‌های دریایی، انقراض آمونیت‌ها و ناپدید شدن دایناسورها و با بحران‌های زیستی در بسیاری از ارگانسیم‌ها همراه بوده است که همه آن‌ها قابل استفاده برای اهداف تطابق است [۹]. سطح GSSP نشانگر لحظه برخورد جسم فرازمینی است و نشانگر این است که همه رسوبات ناشی از برخورد، دارای سن دانین هستند. مرز کرتاسه-پالئوژن با یک ناهنجاری منفی ۲ تا ۳ درصدی از ایزوتوپ کربن در مواد کلسیتی و آراگونیتی که در آب‌های سطحی اقیانوسی تشکیل شده بودند همراه می‌باشد. با استفاده از نسبت ایزوتوپ‌های آرگون در برش Zumaia سن ۶۵,۹۵ میلیون سال برای مرز کرتاسه - پالئوژن پیشنهاد شده است [۱۱].

مطالعات پیشین انجام شده بر روی مرز کرتاسه - پالئوژن در ایران نتایج متفاوتی را در بر داشته است به طوری که در برخی نواحی این مرز پیوسته و در بعضی نواحی ناپیوسته و همراه با یک نبود در طول پالئوسن پیشین می‌باشد. بر طبق اولین مطالعات توسط وایند (۱۹۶۵)، رسوبات پالئوسن در حوضه زاگرس تنها در ناحیه لرستان کامل بوده و مرز بین کرتاسه و ترشیری فقط

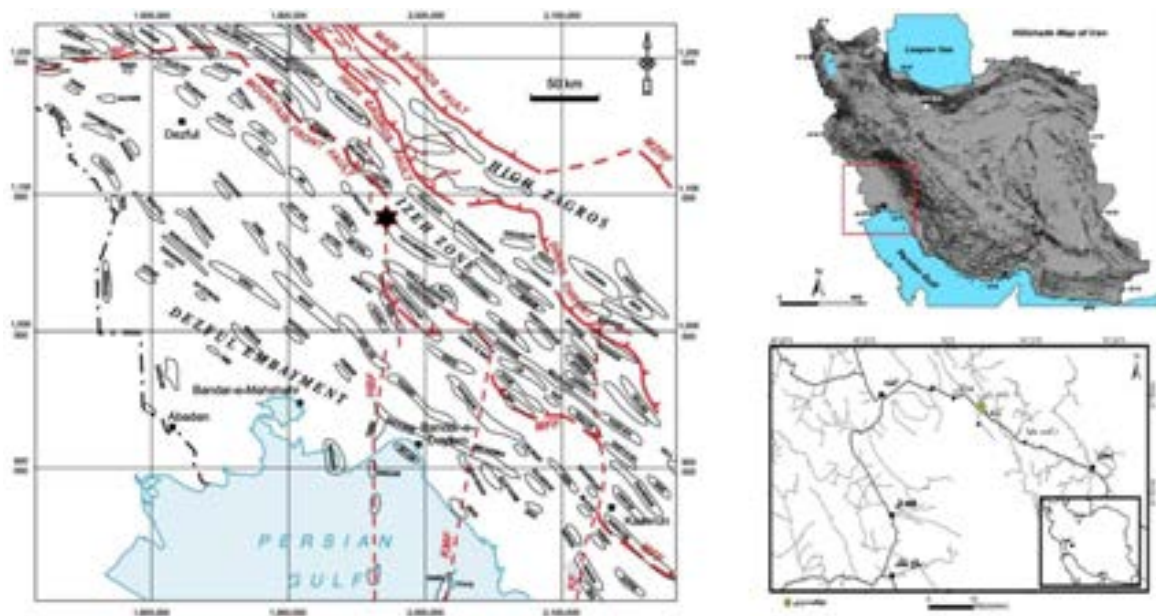
در این ناحیه از زاگرس پیوسته می باشد [۱۲]. در حالی که مطالعات صورت گرفته در سال های اخیر توسط قاسمی نژاد و همکاران (۱۳۸۶)، هادوی و همکاران (۱۳۸۷)، چاروسایی و همکاران (۱۳۸۸)، پرنادآور و همکاران (۱۳۹۲)، و محققین دیگر گذر از کرتاسه به پالئوژن در نقاط دیگر زاگرس نیز پیوسته است [۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶]. در این مقاله سعی بر آن است تا مرز K/Pg در برش چهارده واقع در زون ایزه بر اساس زون های فرامینیفرهای پلانکتونی معرفی شده در محدوده تیس مورد مطالعه قرار گیرد.



شکل ۱: (A) تصویر مرز [۱۷]. (B) GSSP اشکوب دانین در El Kef در تونس و (C) اطلاعات چینه شناسی مرز [۹]

۲-۱. موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

نمونه‌های مورد مطالعه از برش چهارده در نزدیکی روستایی به همین نام در شهر ایذه برداشت شده است. این برش دارای مختصات جغرافیایی با طول $50^{\circ} 3' 26.8''$ و عرض $31^{\circ} 47' 53.6''$ می‌باشد. راه دسترسی به برش مورد مطالعه از طریق جاده ایذه در استان خوزستان به اصفهان می‌باشد. این برش در نزدیکی سد کارون ۳ و یک کیلومتری روستای چهارده واقع شده است.



شکل ۲: راه دسترسی و موقعیت رخنمون مورد مطالعه در زون ایذه [۱۸]

۳. روش مطالعه

به منظور مطالعه مرز K/Pg در برش مورد مطالعه ۱۰۰ متر از رأس سازند گورپی (شکل ۳A) مورد نمونه‌برداری سیستماتیک قرار گرفت. در این برش سازند گورپی متشکل از شیل و مارن‌های سبز رنگ در زیر شیل‌های ارغوانی سازند پابده (شکل ۳-B و C) قرار دارد [۱۲].

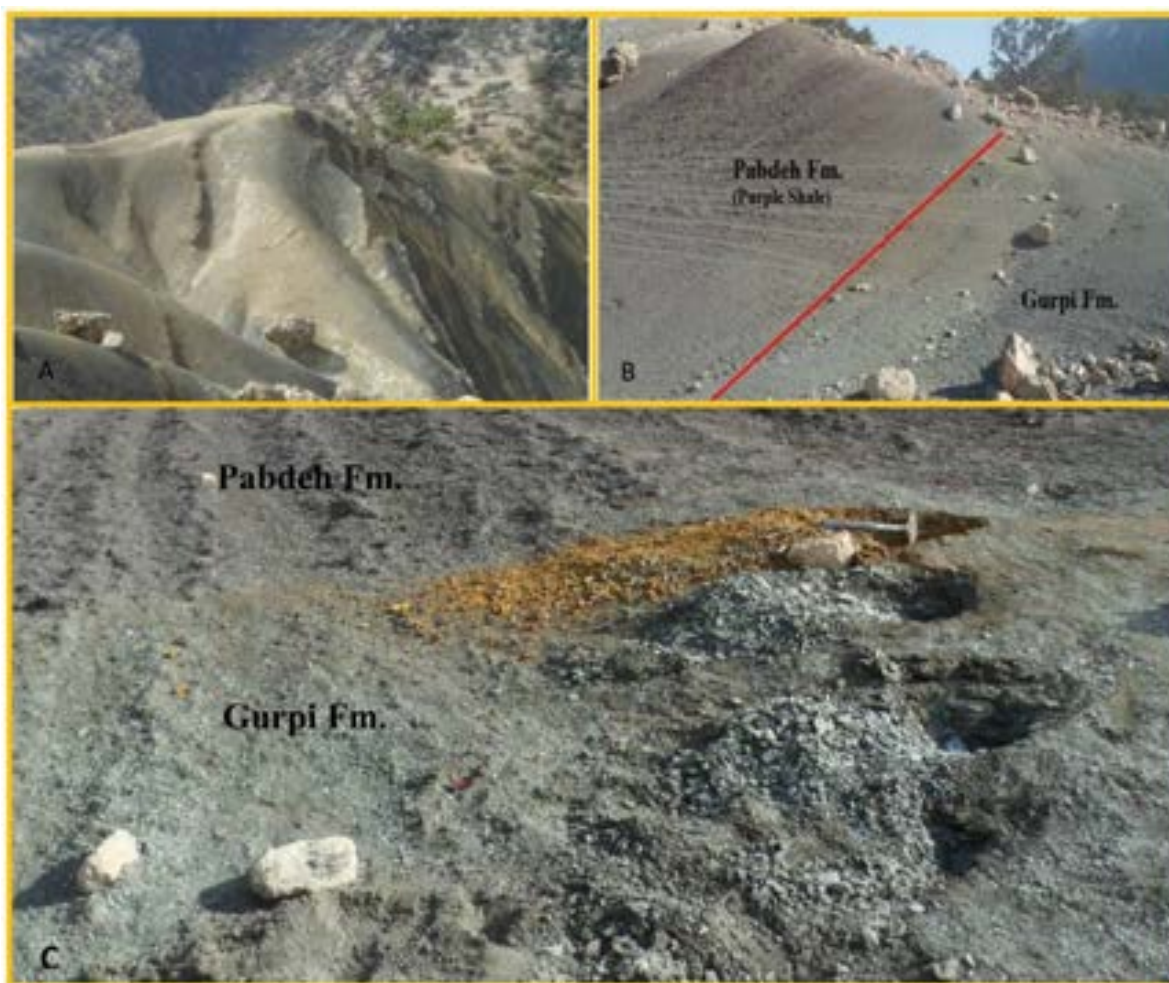
نمونه برداری در فواصل نیم متری صورت گرفت. نمونه‌ها جهت آماده سازی به آزمایشگاه منتقل و بر روی الک‌های ۷۰، ۱۲۰، ۲۳۰ گل شویی و سپس در زیر میکروسکوپ انعکاسی دوچشمی مورد مطالعه قرار گرفت. پس از شناسایی فرامینفرهای پلانکتونی به کمک میکروسکوپ الکترونی (SEM) از آن‌ها عکسبرداری به عمل آمد.

۴. بایوستراتیگرافی

در اواخر دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ فرامینفرهای پلانکتونی به یکی از مهم‌ترین ابزارهای بایوستراتیگرافی تبدیل شدند و اهمیت آنها با ظهور حفاری علمی اقیانوسها بیشتر و بیشتر شد. فرامینفرهای پلانکتونی پالئوژن و زوناسیون آن‌ها توسط محققین متعددی بحث شده است [۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵ و ۲۶].

در این مطالعه پس از شناسایی فرامینفرهای پلانکتونی و ترسیم محدوده چینه شناسی آن‌ها (شکل ۴)، زون بندی زیستی فرامینفرهای پلانکتونی و تعاریف آن براساس جدیدترین داده‌ها نظیر Berggran et al (2005) و Wade (2011) (شکل ۵) صورت گرفته است [۳ و ۴].

فرامینفرهای پلانکتونی به خوبی قابل استفاده در نهشته‌های دریای باز و عرض‌های جغرافیایی کم تا متوسط هستند. تخمین تعداد گونه‌های فرامینفر پلانکتونی عبور کرده از انقراض مرز کرتاسه - پالئوژن در بین محققین متغیر است و بستگی به تعداد تاکسای‌های موجود در لایه‌های قاعده دانین که به صورت درجا و یا حمل شده در نظر گرفته می‌شود، دارد [۲۷ و ۲۸]. گونه‌های عبوری از انقراض یا گونه‌های فرص طلب کوچک، متعلق به جنس‌های *Heterohelix*, *Guembelitra*, *Hedbergella* هستند.

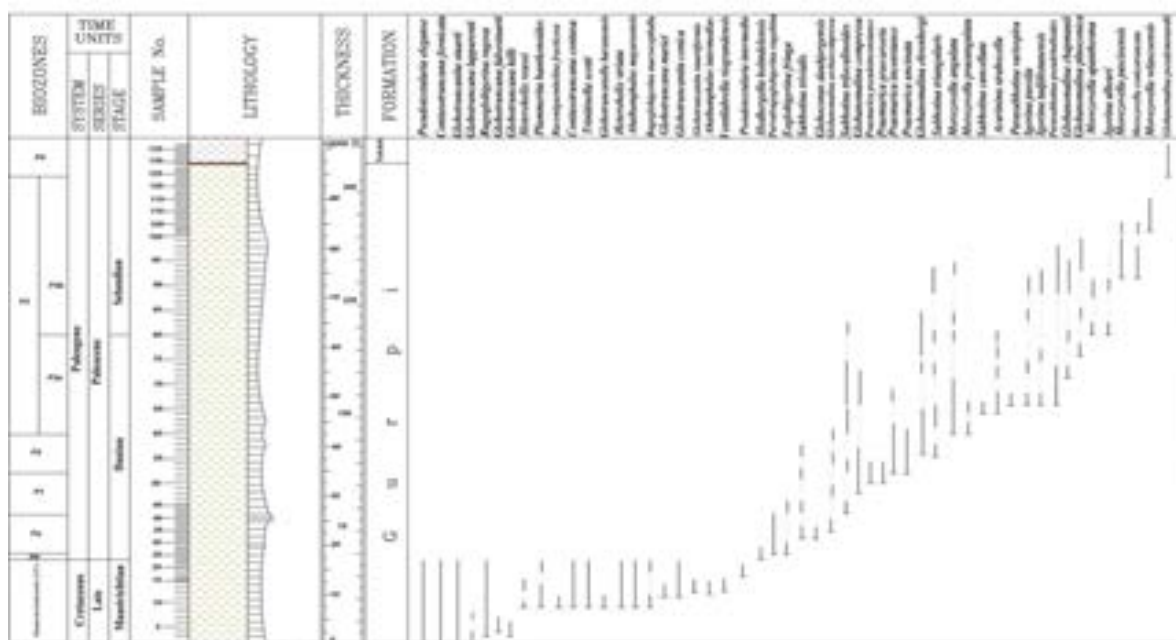


شکل ۳: (A) سازند گورپی در برش چهارده. (B و C) مرز پابده و گورپی در برش چهارده

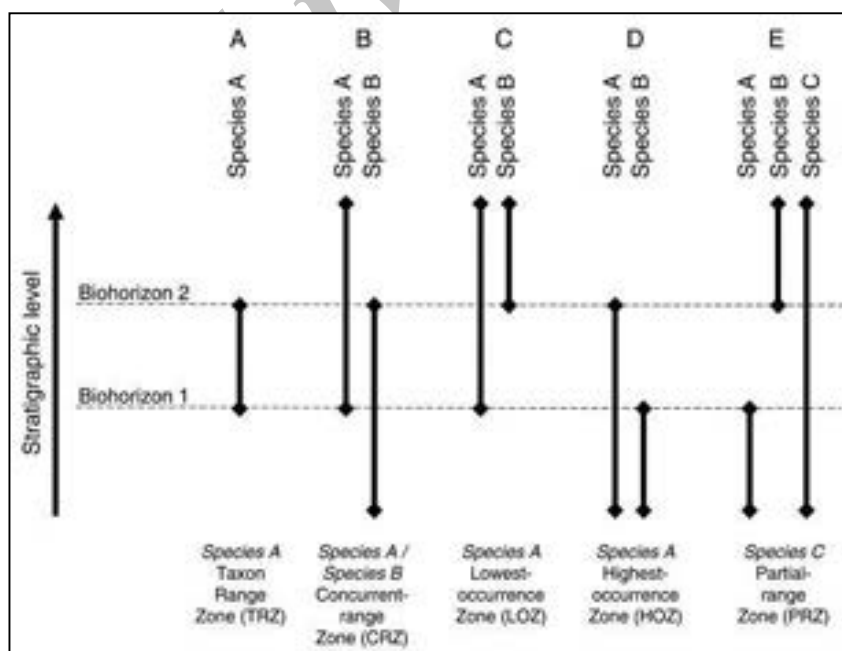
مرز کرتاسه - پالئوژن یکی از مهم‌ترین انقراض‌های بزرگ در تاریخ زمین می‌باشد. یکی از دلایل انقراض‌های زیستی مرز کرتاسه - پالئوژن، تغییر اقلیم دیرینه مهمی بوده که در انتهای کرتاسه پسین رخ داده است و بر روی ارگانسیم‌های دریایی اثرگذار بوده است. به خصوص نیم میلیون سال انتهای مائستریشتین تغییرات سریع و شدید اقلیم رخ داده است و ابتدا، سردشدگی در این زمان و به دنبال آن گرم شدگی (۳ تا ۴ درجه) در اثر فعالیت آتشفشانی Deccan در زمان بین ۶۵,۴ و ۶۵,۲ میلیون سال به وجود آمده است [۲۹ و ۳۰]. تجدید دوباره‌ی فرامینفرهای پلانکتونی در طی پالئوسن منجر به شکوفایی

و ایجاد زیرتقسیمات بایوستراتیگرافی مفصلی شده است. چندین گونه جدید در طی پالئوسن پیشین توسعه پیدا کردند؛ به ویژه فرم‌های با پوسته خاردار (Subbotina and Parasubbotina)، موریکیت (Præmurica) و با سطح صدف صاف (Globanomalina).

در برش مورد مطالعه، در انتهای مائستریشتین تنوع فرامینیفرهای globotruncanids, rugoglobigerinids, globigerinids و heterohelicids فراوان بوده که بهترین شاخص‌های زون تئوسی می‌باشند. زوناسیون استفاده شده در این مطالعه قابل تطابق با زوناسیون تروپیکال - ساب تروپیکال به کار رفته توسط محققان برجسته می‌باشد [۲۳، ۳۱، ۳۲، ۳۳ و ۳۴].



شکل ۴: انتشار چینه‌شناسی فرامینیفرهای پلانکتون در برش چهارده



شکل ۵: تعاریف زون‌های بایوستراتیگرافی استفاده شده در این مطالعه [۴]

تطابق بایوستراتیگرافی در برش مورد مطالعه بر اساس زوناسیون فرامینیفرهای پلانکتونی در شکل ۶ نشان داده شده است که مقایسه‌ای بین زون‌های بایوستراتیگرافی استفاده شده در این برش با زوناسیون پلانکتونی مرز کرتاسه - پالئوژن در خارج از ایران و در حوضه تیس را نشان می‌دهد.

بر اساس مجموعه فرامینیفرهای پلانکتونی در برش مورد مطالعه و اینتروال مرز کرتاسه - پالئوژن، ۶ بایوزون شناسایی شد. این بایوزون‌ها از پایین به بالا عبارتند از:

Zone CF1: *Plummerita hantkeninoides* Taxon-range Zone

تعریف: این زون اولین بار توسط Masters (1977) بر اساس ظهور و انقراض گونه *Plummerita hantkeninoides* در مصر تعریف شده است [۳۵]. سپس توسط داده‌های پالئومغناطیس در آگوست اسپانیا، سن ۳۰۰ ky از انتهای مائستریشتین برای آن در نظر گرفته شد [۳۶].

بر اساس داده‌های کرونوستراتیگرافی اخیر و قرارگیری مرز K/Pg در ۶۵,۵ میلیون سال، زمان این زون به ۱۶۰ Ky (بین ۶۵,۵ و ۶۵,۶۶ میلیون سال) از مائستریشتین کاهش یافته است [۳۷].

این زون معادل با زون CF1 شرح داده شده توسط Liu et al. (۱۹۹۹) می‌باشد.

همچنین این زون قابل تطابق با بالاترین بخش از *Abathomphalus mayaroensis* Zone از زون بندی Rosenkrantz (1924)، Caron (1985) و Premoli Silva (1998) می‌باشد [۳۸، ۳۹ و ۴۰].

محدوده زیرین این زون در برش مورد مطالعه مشخص نیست و ضخامت این زون از قاعده برش تا مرز کرتاسه - پالئوژن ۱۷ متر می‌باشد و مابقی آن در داخل سازند گورپی قابل پیگیری است. فسیل‌های همراه این زون عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Globotruncana mariei*, *Globotruncanita conica*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Abathamphalus intermedius*, *Pseudotextularia elegans*, *Contusotruncana contusa*, *Trinitinella scotti*, *Pseudotextularia intermedia*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana falsostuarti*, *Ventilabrella riograndensis*, *Racemiguembelina fructicosa*, *Plummerita hantkeninoides*.

سن: مائستریشتین پسین

رأس این بایوزون که بلافاصله در زیر بایوزون P0 با سن دانین قرار گرفته، ۸۰,۲۵ متر پایین‌تر از قاعده سازند پابده قرار دارد؛ بنابراین مرز کرتاسه - پالئوسن در داخل سازند گورپی و ۸۰,۲۵ متر مانده به رأس آن قرار دارد.

Zone P0: *Guembelitra cretacea* Partial-range Zone

تعریف: حد فاصل دو افق انقراض گونه‌های کرتاسه و ظهور *Parvularugoglobigerina eugubina*

این زون مطابق با زون زیستی P0 از زون‌بندی زیستی Berggren & Pearson (2005) است [۳].

این زون در برش چهارده گسترش بسیار کمی دارد و ضخامت آن حدود ۱ متر است. در این زون *Hedbergella holmdelensis* با فراوانی کم مشاهده شد.

سن: پالئوسن پیشین (ابتدای دانین)

Zone Pa: *Parvularugoglobigerina eugubina* Taxon-range Zone

تعریف: این بایوزون بر اساس محدوده حضور *Parvularugoglobigerina eugubina* از ظهور تا ناپدید شدن آن مشخص شده است.

این زون مطابق با زون زیستی P0 از زون‌بندی زیستی (Berggren & Pearson 2005) است [۳].

ضخامت این زون در برش مورد مطالعه ۸,۵ متر است و فرامینفرهای همراه آن عبارتند از:

Parvulrugoglobigerina eugubina, *Eoglobigerina fringa*, *Subbotina trivialis*, *Globoconus daubjergensis*, *Globanomalina archaecompressa*

سن: پالئوسن پیشین (ابتدای دانین)

Zone P1: *Eoglobigerina edita* Partial-range Zone

حد فاصل دو افق ناپدید شدن *Parvularugoglobigerina eugubina* در پایین و ظهور *Praemurica uncinata* در بالا.

این زون مطابق با زون زیستی P1 از زون‌بندی زیستی (Berggren & Pearson 2005) است [۳].

این زون با ضخامت ۸ متر بر روی زون Pa قرار دارد و حاوی فرامینفرهای پلانکتون زیر می‌باشد:

Subbotina triloculinoides, *Globanomalina compressa*, *Praemurica pseudoinconstance*, *Eoglobigerina fringa*, *Subbotina trivialis*, *Globoconus daubjergensis*, *Globanomalina archaecompressa*.

سن: پالئوسن پیشین (دانین)

Zone P2: *Praemurica uncinata* Lowest-occurrence Zone

تعریف: ایتروالی است در حد فاصل دو افق ظهور *Praemurica uncinata* در پایین و *Morozovella angulata* در بالا.

این زون مطابق با زون زیستی P2 از زون‌بندی زیستی (Berggren & Pearson 2005) است [۳].

ضخامت این زون زیستی در برش چهارده ۸ متر تعیین شده است و مهمترین میکروفسیل‌های همراه در این زون عبارتند از:

Subbotina trivialis, *Globanomalina archaecompressa*, *Subbotina triloculinoides*, *Globanomalina compressa*, *Praemurica pseudoinconstance*, *Praemurica uncinata*, *Globanomalina ehrenbergi*, *Subbotina triangularis*.

سن: پالئوسن پیشین (انتهای دانین)

P3: *Morozovella angulata*- Lowest-occurrence Zone

تعریف: ایتروالی است در حد فاصل دو افق ظهور *Morozovella angulata* در پایین و *Globanomalina pseudomenardii*

در بالا.

این زون مطابق با زون زیستی P3 از زون‌بندی زیستی (Berggren & Pearson 2005) است [۳].

سن: پالئوسن پیشین - میانی (دانین - سلاندین)

این زون زیستی، به ۲ زیر زون زیستی P3a و P3b تقسیم شده است:

Subzone P3a. *Igorina pusilla* Partial-range Subzone

تعریف: حد فاصل دو افق ظهور *Morozovella angulata* در پایین و *Igorina albeari* در بالا.

این زیرزون در این برش ۲۰ متر ضخامت دارد و فسیل‌های همراه آن عبارتند از:

Subbotina triloculinoides, *Globanomalina compressa*, *Praemurica pseudoinconstance*, *Praemurica uncinata*, *Globanomalina ehrenbergi*, *Subbotina triangularis*, *Morozovella angulata*, *Morozovella praeangulata*, *Subbotina cancellata*, *Acarinina strabocella*, *Parasubbotina variospira*, *Igorina pusilla*, *Igorina tadjikistanensis*, *Parasubbotina pseudobulloides*, *Globanomalina chapmanii*

سن: پالئوسن پیشین (دانین)

Subzone P3b. *Igorina albeari* Lowest-occurrence Subzone

تعریف: حد فاصل دو افق ظهور *Igorina albeari* در پایین و *Globanomalina pseudomenardii* در بالا.

این زیر زون زیستی با ضخامت ۳۲ متر و فسیل‌های زیر در برش چهارده قابل تفکیک است:

Subbotina triloculinoides, *Globanomalina compressa*, *Globanomalina ehrenbergi*, *Subbotina triangularis*, *Morozovella angulata*, *Morozovella praeangulata*, *Acarinina strabocella*, *Igorina pusilla*, *Igorina*

tadjikistanensis, *Parasubbotina pseudobulloides*, *Globanomalina chapmanii*, *Morozovella apantesma*, *Igorina albeari*, *Morozovella pascioensis*, *Morozovella conicotruncata*

سن: پالئوسن میانی (سلان‌دین)

شکل ۶: چارت تطابقی زوناسیون مرز کرتاسه - پالئوژن (تغییر یافته از محققین مختلف)

۵. نتیجه گیری

در بررسی مرز کرتاسه - پالئوژن در برش چهارده بر اساس فرامینفرهای پلانکتونی، ۶ بایوزون زیر منطبق با زون بندی زیستی (Wade et al (2011) در محدوده تیس شناسایی و معرفی گردید:

- *Plummerita hantkenoides* Zone (CF1)
- *Guembelitra cretacea* Partial-range Zone (P0)
- *Parvularugoglobigerina eugubina* Taxon-range Zone (Pα)
- *Eoglobigerina edita* Partial-range Zone (P1)
- *Praemurica uncinata* Lowest-occurrence Zone (P2)
- *Morozovella angulata* Lowest-occurrence Zone (P3)

بایوزون CF1 متعلق به مائستریشین پسین و زون های P0 تا P3 متعلق به دانین - سلان‌دین می باشد. بر اساس زون های زیستی فوق مرز کرتاسه- پالئوژن در حد فاصل زون CF1 و P0 در سازند گورپی و ۸۰,۲۵ متر پائین تر از مرز سازندهای گورپی - پابده شناسایی شده است. این شواهد نشان می دهد که گذر از کرتاسه به پالئوژن در این ناحیه پیوسته و رسوبگذاری سازند گورپی تا سلان‌دین تداوم داشته است.

نویسندگان مقاله از زحمات داوران ناشناس سپاسگزاری می نمایند.

۶. منابع

- [1] Desor, E., 1847, Sur le terrain danien, nouvel étage de la craie: Bulletin de la Société Géologique de France, v.4, p. 179-182.
- [2] Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: (ed.) A. Farinacci, Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma, 1969. Tecnoscienza, Rome, p. 739-785.
- [3] Berggran, W. A. and P. N. Pearson, 2005, A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation: Journal of Foraminiferal Research, v. 35, p. 279-298.
- [4] Wade, B. S., 2011, Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale.
- [5] Heilmann-Clausen, C., 1988, The Danish Sub-basin: Paleogene dinoflagellates Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen. A101, p.339-343.
- [6] Dewalque, C., 1868, Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Librairie Polytechnique De Decq, Bruxelles and Liege. p. 442.
- [7] Robaszynski, F., 1981, Montian, In (ed.): C. Pomerol, Stratotypes of Paleogene Stages: Bulletin d'information des géologues du Bassin de Paris, Mémoire hors série, v. 2, p. 181-200.
- [8] De Geyter, G., E. De Man, J. Herman, P. Jacobs, T. Moorkens, E. Steurbaut, and N. Vandenberghe, 2006, Disused Paleogene regional stages from Belgium: Montian, Heersian, Landenian, Paniselian, Bruxellian, Laeknian, Ledian, Wemmelian and Tongrian: Geologica Belgica, v. 9, p. 203-213.
- [9] Molina, E., L. Alegret, I. Arenillas, J. A. Arz, N. Gallala, J. Hardenbo, 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. 263-273.
- [10] Alvarez, L. W., W. Alvarez, E. Asaro, and H. V. Michel, 1980, Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction: Science, v. 208, p. 1095-1108.
- [11] Kuiper, K. F., A. Deino, F. J. Hilgen, W. Krijgsman, P. R. Renne, and J. R. Wijbrans, 2008, Synchronizing rock clocks of Earth history: Science, v. 320, p. 500-504.
- [12] James, G. A. and J. G. Wynd, 1965, Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 49, no. 12, p. 2182-2245.
- [۱۳] قاسمی نژاد، ا. ب. درویش زاده، و ش. قورچایی، ۱۳۸۶، بررسی تحولات مرز K/T در یال شمال شرقی کبیرکوه (جنوب غربی ایران): مجله علوم دانشگاه تهران، ج. ۳۳، ش. ۱، ص. ۸۷-۹۹.
- [۱۴] هادوی، ف.، و م. م. رسا ایزدی، ۱۳۸۷، نانوآستراتیگرافی سازند گورپی در برش دره شهر (جنوب شرق ایلام): فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال چهارم، ش. ۴، ص. ۲۹۹-۳۰۸.
- [۱۵] چاروسائی، ر.، د. باغبانی، و س. ح. وزیری، ۱۳۸۸، بررسی رسوبات پالئوسن و مرز کرتاسه-ترشیری در کوه بندوبست (هرم)، استان فارس: فصلنامه زمین، سال چهارم، ش. ۱، ص. ۵۱-۶۰.
- [۱۶] پرندآور، م.، ه. ماهانی پور، س. ع. آقانباتی، و س. ا. حسینی، ۱۳۹۲، زیست چینه نگاری نانوفسیل های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی: فصلنامه علوم زمین، سال بیست و سوم، ش. ۸۹، ص. ۱۸۷-۱۹۸.
- [17] Ogg, J. G., G. Ogg, and F. M. Gradstein, 2008, The Concise Geologic Time Scale: Cambridge University Press, Cambridge, p. 177.
- [18] Sherkati S. and J. Letouzey; 2004; Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran: Marine and Petroleum Geology, v. 21, p. 535-554.
- [19] Bolli, H. M., 1966, Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera: Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, v.9, p. 3-32.
- [20] Blow, W. H., 1979, The Cainozoic Foraminifera, V.1-3. E. J. Brill, Leiden, 1413 p.

- [21] Bolli, H. M., and J. B., Saunders, 1985, Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K) .Eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge University Press, Cambridge, p. 155-262.
- [22] Thomsen, E., and C. Heilmann-Clausen, 1985, The Danian-Selandian boundary at Svejstrup with remarks on the biostratigraphy of the boundary in western Denmark: *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, v. 33, p. 341-362.
- [23] Berggran, W. A. and K. G., Miller, 1988, Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology: *Micropaleontology*, v. 34, p. 362-380.
- [24] Berggren, W.A., 1994, In defence of the Selandian. *GFF-The Geological Society of Sweden Geologiska Föreningen*.
- [25] Berggran, W. A., D. V. Kent, C. C. Swisher III, and M.P. Aubry, 1995, A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy.
- [26] Pearson, P. N., R. K. Olsson, B.T. Huber, C. Hemleben, and W.A Berggren, 2006, *Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Fredericksburg, 514 p.
- [27] Olsson, R. K., 1970, Planktonic foraminifera from the base of Tertiary, Millers Ferry, Alabama: *Journal of Paleontology*, v. 44, p. 598-604.
- [28] Keller, G., 1988, Extinction, survivorship an evolution of planktonic foraminifera across the Cretaceous-Tertiary boundary at El Kef, Tunisia: *Marine Micropaleontology*, v.13, p. 239-263.
- [29] Li, L., and G. Keller, 1998a, Maastrichtian climate, productivity and faunal turnover in planktonic foraminifera in South Atlantic DSDP sites 525A and 21: *Marine Micropaleontology*, v. 33, p.55-86.
- [30] Keller, G., 2001, The end-Cretaceous mass extinction in the marine realm, 2000 assessment: *Planetary and Space Science*, v. 49, p. 817-830.
- [31] Liu, C. and R. K., Olsson, 1992, Evolutionary radiation of microperforate planktonic foraminifera following the K/T mass extinction event: *Journal of foraminiferal research*, v. 22, no. 4, p 328-346.
- [32] Berggren, W. A. and R. D., Norris, 1997, Biostratigraphy, phylogeny and systematics of Paleocene trochospiral planktonic foraminifera. *Micropaleontology*, v.43, supplements. 1, pp. 1-116, text figures 1-17, plates 1-16, tables 1-5, and appendix 1.
- [33] Berggren, W. A., and R. D. Norris, 1997, Biostratigraphy, phylogeny and systematics of Paleocene trochospiral planktonic foraminifera: *Micropaleontology*, v.43, supplements. 1, p. 1-116, text Figs. 1-17, pls 1-16, tables 1-5, and appendix 1.
- [34] Keller, G., 2002, Guembelitra-dominated Late Maastrichtian planktonic foraminiferal assemblage mimics early Danian in central Egypt: *Marine Micropaleontology*, v. 47, p.129-167.
- [35] Masters, B., 1977, *Oceanic Micropaleontology, Mesozoic planktonic foraminifera*: in A. T. S. Ramsay, Academic press. London. v.1, p 301-731., 7 Tables. 146 Figs., 58 pls
- [33] Pardo, A., N. Ortiz, and G. Keller, 1996, Latest Maastrichtian and Cretaceous-Tertiary Boundary Foraminiferal Turnover and Environmental Changes at Agost, Spain. *Cretaceous - Tertiary Mass Extinction: Biotic and Environmental Changes*: in (eds.) N. MacLeod, and G. Keller, Norton Company, New York-London, p. 139-171.
- [36] Gradstein, F. M., J. G. Ogg, A. G. Smith, W. Bleeker, and L. J. Lourens, 2004, A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene: *Episodes*, v. 27, no. 2, p. 83-100.
- [37] Rosenkrantz, A., 1924. De københavnske Grønsandslag og deres Placering i den danske Lagrække. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening*, v.6, p.1-39.
- [38] Caron, M., 1985, Cretaceous planktic foraminifera. In (eds) H.M Bolli, J. B. Saunders and K. Perch-Nielsen, *Planktonic Stratigraphy*: Cambridge Univ. Press. p 17-87., 37 figs.
- [39] Premoli Silva, I. S. Spezzaferi, and A. D Angelantonio, 1998, Cretaceous foraminiferal bio-isotope stratigraphy of Hole 967E and Paleogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of Hole 966E, Eastern Mediterranean: in (eds) A. H. F., Robertson, K.C. Emeis, C. Richter, and A. Camerlenghi, *Proceedings of ocean drilling program, Scientific Result*, v. 160, p. 377-394.

Plate 1

- Figs 1a- c: *Globotruncana mariei* (Banner & Blow), SampleNo: 11
Figs 2a- c: *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez), SampleNo: 12
Figs 3a- c: *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), SampleNo: 12
Figs 4a- c: *Abathamphalus intermedius* (Bolli), SampleNo: 12
Figs 5a- c: *Contusotruncana contusa* (Luterbacher and Premoli Silva), SampleNo: 14
Figs 6a- c: *Globotruncanita conica* (White), SampleNo: 14
Fig 7: *Pseudotextularia elegans* (Rzehak), SampleNo: 2
Figs 8: *Pseudotextularia intermedia* (Klasz), SampleNo: 18

Plate 2

- Figs 1a- c: *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), SampleNo: 22
Figs 2a- c: *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), SampleNo: 22
Figs 3a- c: *Gansserina gansseri* (Bolli), SampleNo: 22
Figs 4a- c: *Globotruncana arca* (Cushman), SampleNo: 22
Fig 5: *Globotruncana falsostuarti* (Sigal), SampleNo: 3
Fig 6: *Globotruncana mariei* (Banner & Blow), SampleNo: 3
Fig 7: *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), SampleNo: 3
Fig 8: *Ventilabrella riograndensis* (Martin), SampleNo: 12
Fig 9: *Racemiguembelina fructicosa* (Egger), SampleNo: 12
Fig 10: *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), SampleNo: 9
Fig 11: *Plummerita hantkeninoides* (Luterbacher and Premoli Silva), SampleNo: 9

Plate 1

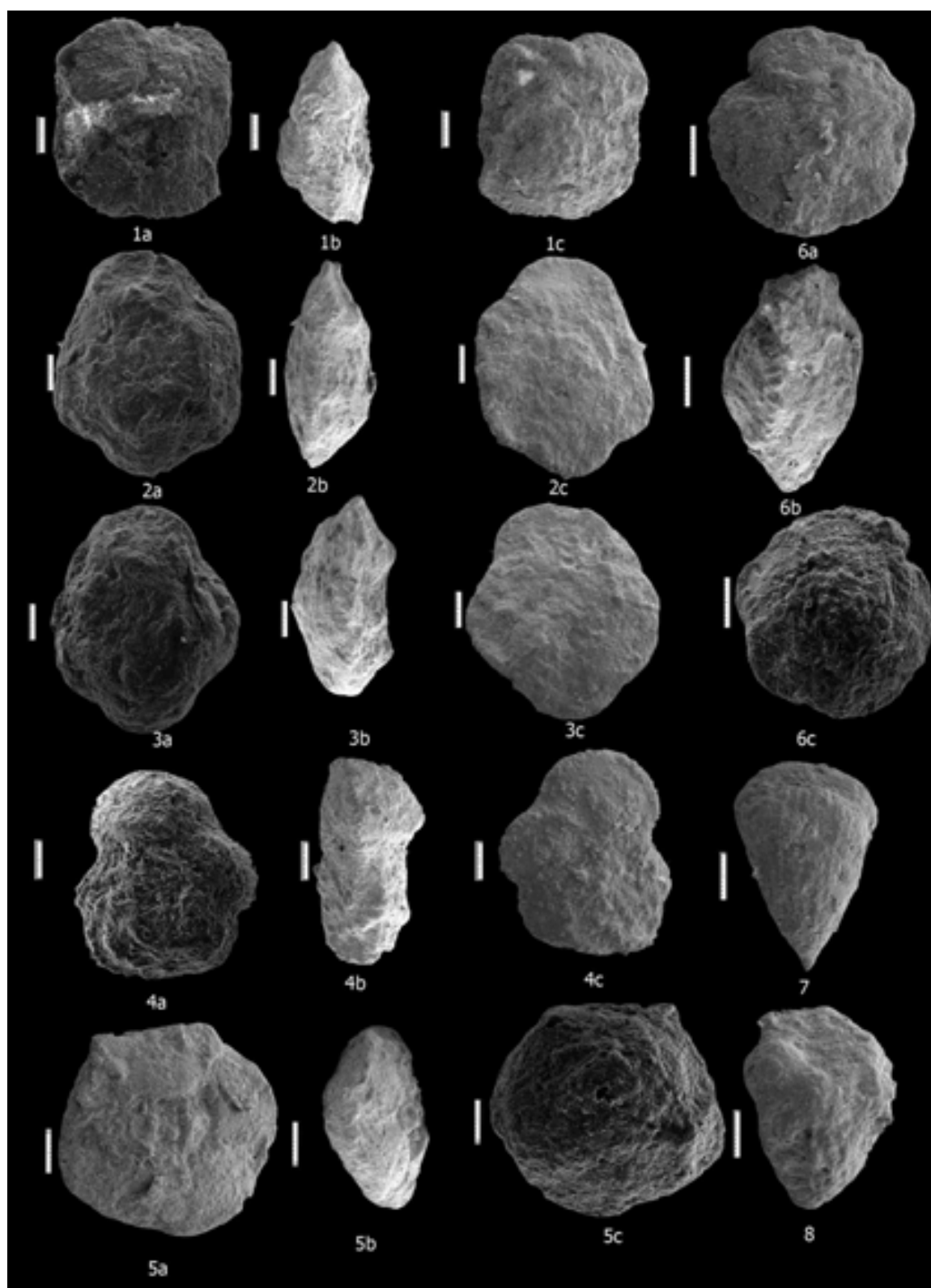


Plate 2

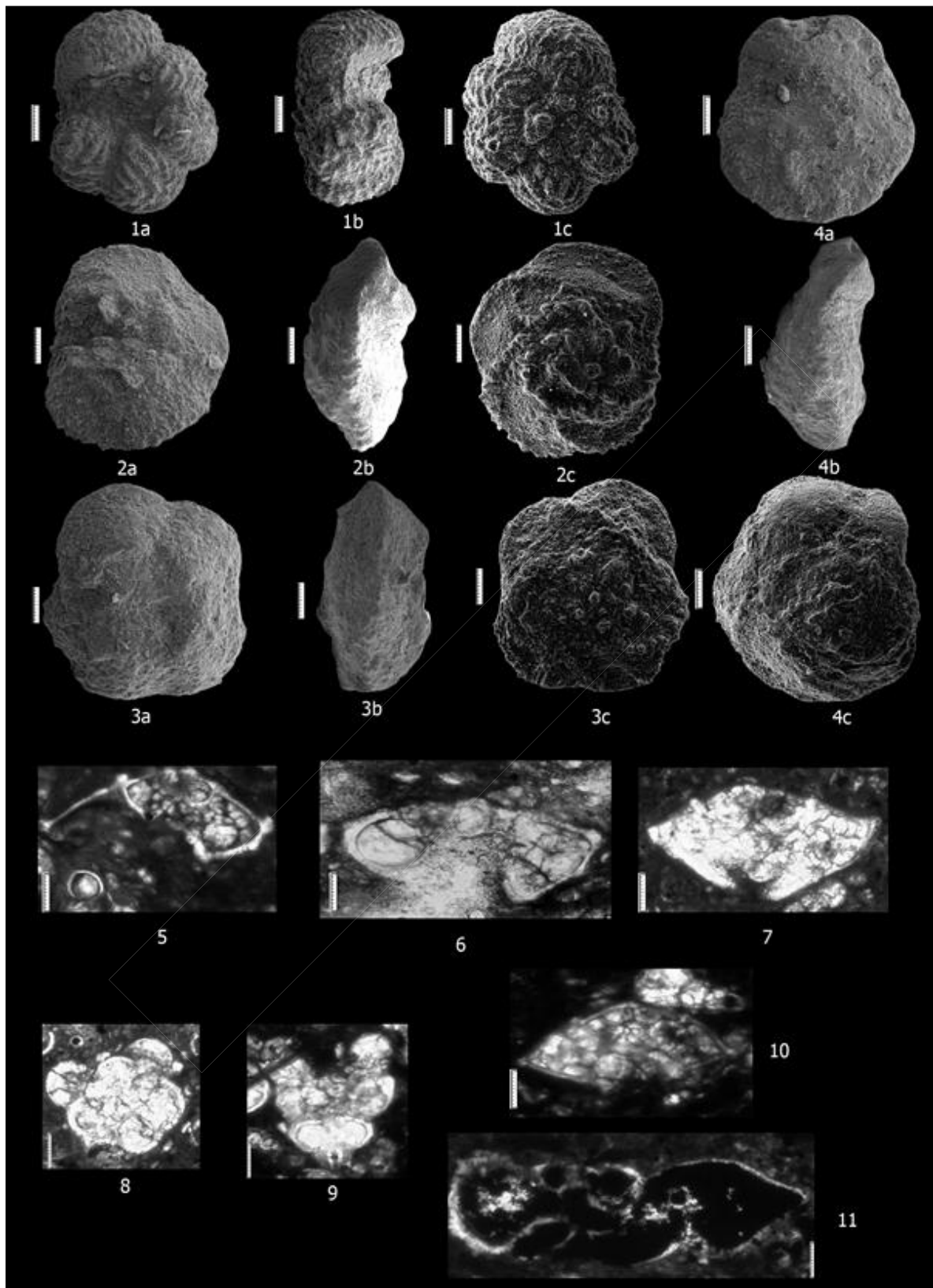


Plate 3

- Figs 1a- c: *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher and Premoli Silva), SampleNo: 27
Figs 2a- c: *Parasubbotina variospira* (Belford), SampleNo: 67
Figs 3a- c: *Praemurica inconstance* (Subbotina), SampleNo: 54
Figs 4a- c: *Praemurica praecursoria* (Morozova), SampleNo: 47
Figs 5a- c: *Globanomalina ovalis* (Haque), SampleNo: 53
Figs 6a- c: *Globanomalina planoconica* (Subbotina), SampleNo: 77
Figs 7a- c: *Igorina tadjikistanensis* (Bermudez & Bykova), SampleNo: 80

Plate 4

- Figs 1a- c: *Globanomalina ehrenbergi* (Bolli), SampleNo: 61
Figs 2a- c: *Globanomalina Chapmanii* (Curtis var nuda Galé Kükenth), SampleNo: 73
Figs 3a- c: *Igorina albeari* (Cushman), SampleNo: 82
Figs 4a- c: *Igorina pusilla* (Bolli), SampleNo: 74
Figs 5a- c: *Subbotina triloculinoides* (Plummer), SampleNo: 54
Figs 6a- c: *Subbotina triangularis* (White), SampleNo: 63
Figs 7a- c: *Subbotina trivialis* (Subbotina), SampleNo: 52

Plate 5

- Figs 1a- c: *Morozovella angulata* (Bolli), SampleNo: 61
Figs 2a- c: *Morozovella apantesma* (Curtis var nuda Galé Kükenth), SampleNo: 73
Figs 3a- c: *Morozovella conicotruncata* (Cushman), SampleNo: 82
Figs 4a- c: *Morozovella pascioensis* (Bolli), SampleNo: 74
Figs 5a- c: *Morozovella velascoensis* (Cushman), SampleNo: 115
Figs 6a- c: *Acarinina strabocella* (Loeblich), SampleNo: 73
Figs 7a- c: *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer), SampleNo: 52

Plate 3

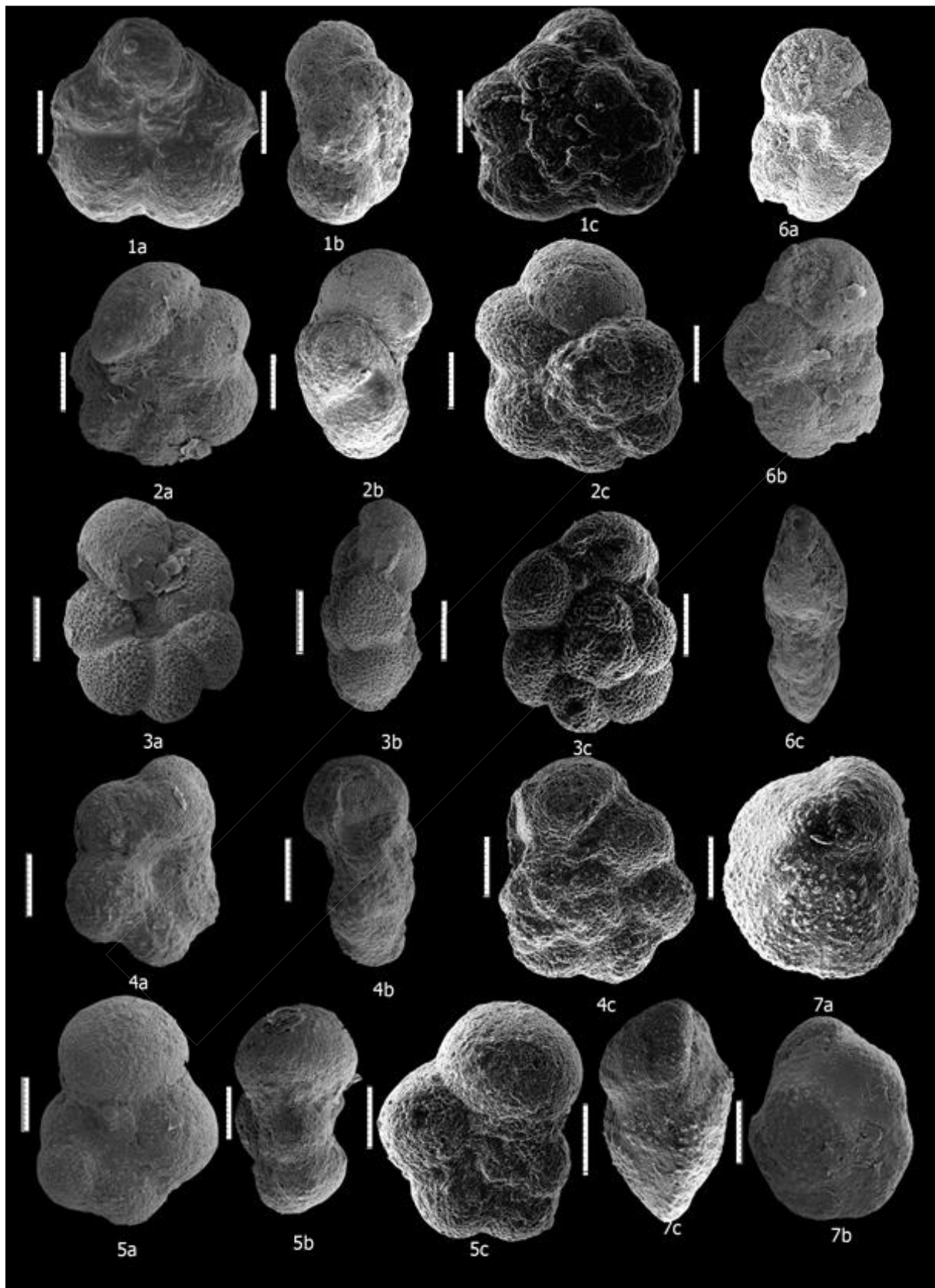


Plate 4

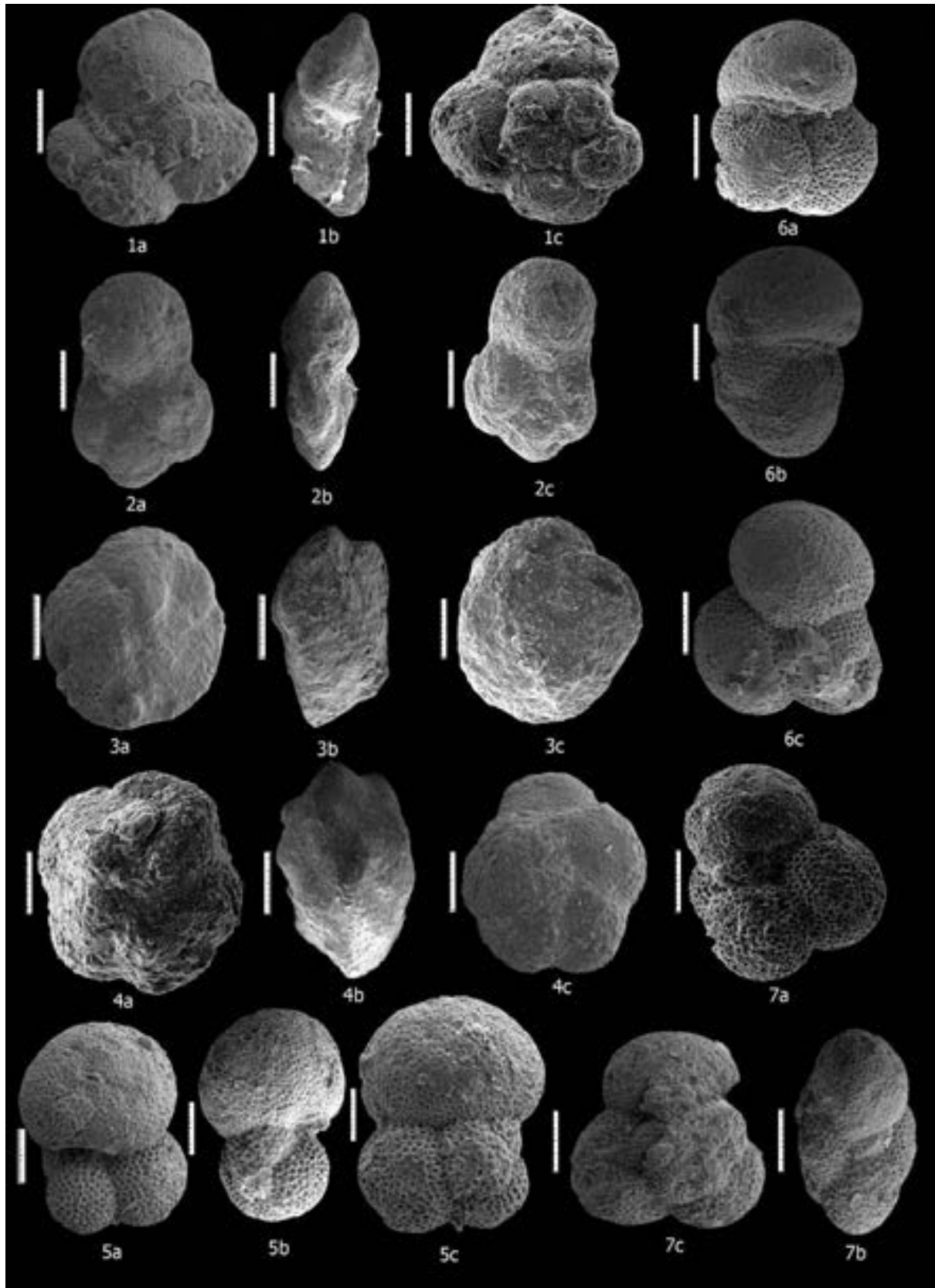


Plate 5

