

## پالینواستراتیگرافی سازند سنگانه در شرق و مرکز حوضه رسوبی کپه داغ بر مبنای سیست داینوفلاژله‌ها

نرگس شکری، دانشجوی دکتری، چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد\*

ابراهیم قاسمی نژاد، استاد، دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران

علیرضا عاشوری، استاد، گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

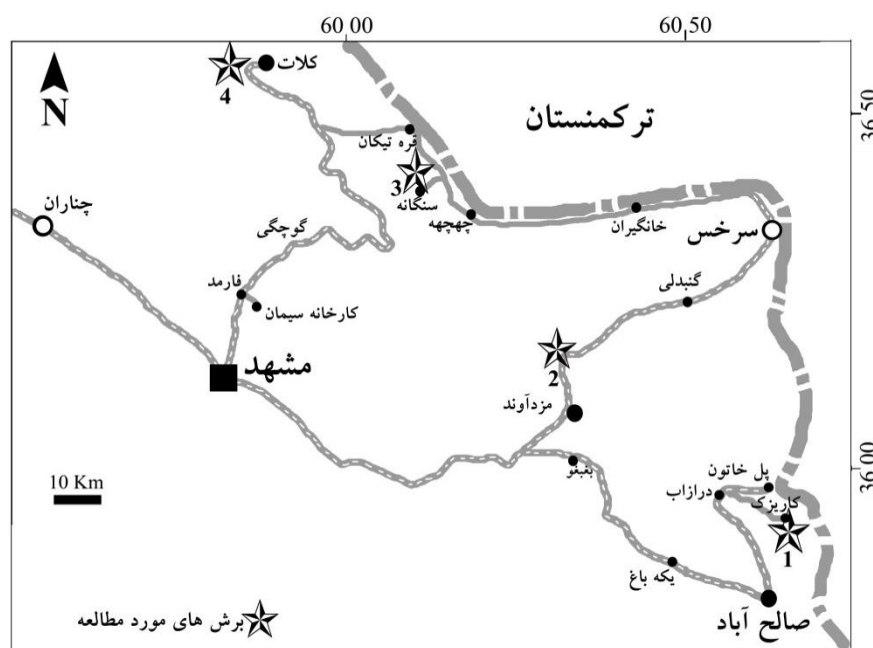
### چکیده

سازند سنگانه با سن کرتاسه زیرین که در سرتاسر حوضه رسوبی کپه داغ رخنمون دارد، به طور پیوسته بین دو سازند سرچشمه و آیتامیر قرار گرفته است. این سازند در شرق و مرکز حوضه از شیل‌های تیره با میان لایه‌های آهک و سیلت تشکیل شده است. برای بررسی داینوفلاژله‌های این سازند، چهار برش چینه‌شناسی از شرق به سمت مرکز شامل برش‌های کاریزک، مزدوران، سنگانه و قره‌سو انتخاب شدند. ضخامت برش‌های انتخاب شده به ترتیب، ۳۲۰، ۳۵۵، ۵۵۰ و ۵۸۰ متر است. از تعداد ۳۷۰ نمونه برداشت شده از این چهار برش، دو برش کاریزک و مزدوران به طور کلی فاقد داینوسیست‌های شاخص برای تعیین سن بودند. داینوسیست‌های شناسایی شده در دو برش سنگانه و قره‌سو به تفکیک دو زون DZ1 و DZ2 در این برش‌ها منجر شد. داینوزون‌های تفکیک شده منطبق بر زون‌های *Odontochitina operculata* و *Pseudoceratium turneri* بوده و معرف سن آپتین پسین - آلبین آغازین برای سازند سنگانه در برش‌های مذکور است. همچنین توزیع و پراکندگی داینوفلاژله‌ها، افزایش عمق حوضه از شرق به مرکز را بیان می‌کند.  
کلید واژه‌ها: سازند سنگانه، شرق و مرکز کپه داغ، داینوفلاژله، کرتاسه آغازین

## مقدمه

حوضه صورت گرفته است که یکی از مهم‌ترین گروه‌ها، پالینومورف‌ها هستند. میکروفیتوپلانکتون‌ها با دیواره آلی (شامل سیست‌های داینوفلاژله و اکریتارک) در نهشته‌های کرتاسه زیرین حوضه رسوبی کپه داغ گسترش داشته و مطالعات مختلفی بر روی آنها انجام شده است (داوطلب و همکاران ۱۳۸۹؛ علامه و همکاران ۱۳۹۰). در این مطالعه سعی شده است که نحوه توزیع داینوسیست‌ها، تعیین سن آنها و تفسیر محیط دیرینه در چهار برش چینه‌شناسی از سازند سنگانه شامل برش‌های کاریزک، مزدوران، سنگانه و قره‌سو در شرق و مرکز حوضه رسوبی کپه داغ انجام گیرد (شکل ۱).

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران، پس از بسته شدن حوضه اقیانوسی پالئوتتیس در طی تریاس میانی تا پسین تشکیل شد (Berberian and King 1981; Ruttner 1991; Alavi 1991) و بخش وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان را نیز در بر می‌گیرد. سازند سنگانه یکی از سازندهای این حوضه در کرتاسه زیرین بوده که در تمام حوضه رخمون دارد. مرز زیرین آن با سازند سرچشمه تدریجی و مرز بالایی آن در شرق و مرکز با سازند آیتامیر پیوسته، اما در غرب، ناپیوسته و در زیر سازند کلات و یا چلکن قرار دارد (آقابیاتی ۱۳۸۳). مطالعات مختلفی بر اساس گروه‌های فسیلی متفاوت در این



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه: ۱، برش کاریزک؛ ۲، برش مزدوران؛ ۳، برش سنگانه؛ ۴، برش قره‌سو.

و افشارحرب (۱۳۷۳)، بر اساس آمونیت‌ها، سن آپتین پسین-آلبین را برای سازند سنگانه تعیین کرده‌اند. رئیس‌السادات (2006, Raisossadat 2004) نیز سن سازند را براساس آمونیت‌ها در برش‌های مختلف آپتین میانی تا پسین و در برخی از برش‌ها آپتین آغازین تشخیص داده است. بر اساس

## مطالعات پیشین

مطالعات مختلفی برای تعیین سن سازند سنگانه صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات ذیل اشاره کرد.

کلانتری (Kalantari 1969) بر اساس فرامینفرها سن آلبین

برش شرقی، در مسیر جاده گردنه مزدوران واقع می‌باشد. برای دسترسی به سومین برش در مرکز حوضه رسوبی کپه داغ، از طریق جاده مشهد به کلات، در کیلومتر ۷۵، جاده فرعی روستای سنگانه به طرف شمال شرق جدا می‌شود. از این نقطه تا برش سنگانه، ۱۸ کیلومتر جاده شوسه طی می‌شود. آخرین برش برداشت شده در مرکز حوضه، برش قره‌سو می‌باشد که در ۵ کیلومتری کلات واقع است. این برش در ۱۶۲ کیلومتری مشهد و در شمال غرب شهرستان کلات قرار دارد. راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

#### آماده سازی و مطالعه

مطالعه پیش رو بر اساس مجموع ۳۷۰ نمونه سطح‌الارضی از سازند سنگانه در چهار برش کاریزک، مزدوران، سنگانه و قره‌سو است (شکل‌های ۲ و ۳). اسلایدهای پالینولوژیکی با روش استاندارد (Travers 2007) آماده‌سازی شده‌اند. در این روش، نمونه‌ها با اسیدهای هیدروکلریک (HCl) و هیدروفلوئوریک (HF)، مورد آماده‌سازی قرار گرفته‌اند. هر یک از اسیدهای مذکور برای انحلال کربنات‌ها و سیلیکات‌ها در مراحل مختلف به نمونه اضافه شده است. در مراحل بعدی نمونه‌ها پس از گذراندن از الک ۱۰ میکرون، با مایع سنگین کلراید روی ( $ZnCl_2$ )، برای جدایش کانی‌های سنگین، خرده‌های چوب و عناصر غیر ارگانیک سانتریفیوژ شده و مواد باقیمانده در نهایت به روی ۳-۵ لامل برای مطالعات پالینولوژیکی منتقل شده است.

اسلایدهای آماده شده توسط میکروسکوپ نیکون مدل Eclipse E600 و مجهز به دوربین، مورد مطالعه و عکسبرداری قرار گرفتند. تاکسای دارای ارزش زیست‌چینه‌شناسی و محیط دیرینه در پلیت‌های ۱ و ۲ به تصویر کشیده شده‌اند.

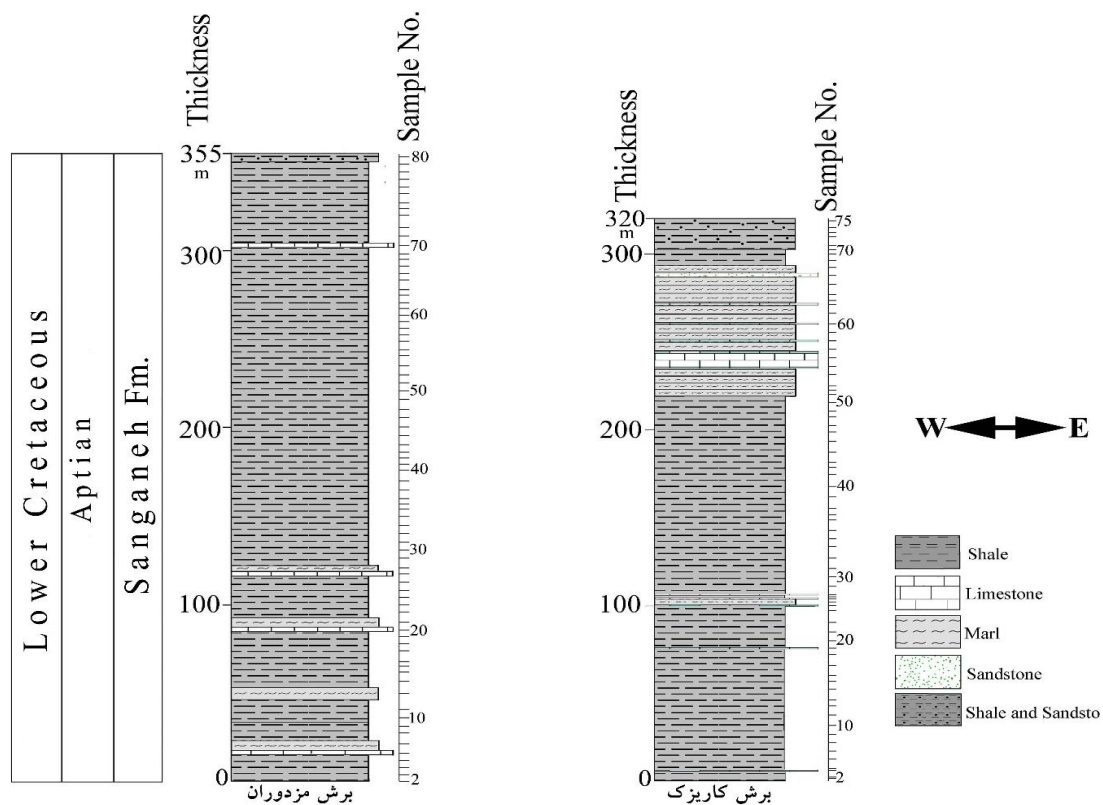
نانوفسیل‌های آهکی سن سازند مذکور در برش تکل کوه در غرب کپه داغ آپتین پیشین-ابتدای آپتین پسین و در برش مزدوران در شرق کپه داغ آلبین-تورونین میانی تعیین شده است (شکری و همکاران ۱۳۸۵؛ هادوی و بدافی، ۱۳۸۸ و ماهانی‌پور و همکاران ۱۳۹۱، ۱۳۹۰).

خسروی و قاسمی نژاد (۱۳۸۵) با استفاده از عناصر پالینولوژیکی در برش قلعه نو، سن سازند سنگانه را آپتین و محیط رسوبی آن را proximal shelf تا mud dominated oxic shelf با شرایط نیمه‌هوازی و کم انرژی تعیین کرده‌اند. همچنین مطالعات بدافی و هادوی (۱۳۸۸) با توجه به پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در سازند سنگانه در برش‌های مزدوران و امیرآباد در شرق حوضه، محیط کم عمق ساحلی با آب و هوای استوایی و نیمه‌استوایی را برای این سازند پیشنهاد کرده‌اند.

#### زمین‌شناسی عمومی و چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه

چهار برش چینه‌شناسی از سازند سنگانه در شرق و مرکز حوضه رسوبی کپه داغ در نظر گرفته شد که از شرق به مرکز شامل برش‌های کاریزک، مزدوران، سنگانه و قره‌سو است و به ترتیب دارای ضخامت‌های ۳۲۰، ۳۵۵، ۵۵۰ و ۵۸۰ متر است. سازند سنگانه در این برش‌ها اغلب دارای سیمای تپه ماهوری و متشکل از توالی‌های شیلی و مارن با میان لایه‌های سنگ آهک و سیلت است. از مشخصات دیگر این برش‌ها می‌توان به حضور فسیل آمونیت، ساختار رسوبی مخروط در مخروط و نودول‌هایی با هسته آمونیتی یا آهن‌دار اشاره کرد. مرزهای زیرین و بالایی سازند سنگانه در برش‌های مورد مطالعه با سازندهای سرچشمه و آیتامیر به صورت تدریجی بوده و آخرین لایه ضخیم سنگ آهک حاوی ماکروفسیل به عنوان آخرین بخش سازند سرچشمه در نظر گرفته شده است.

برش کاریزک با ضخامت ۳۲۰ متر، شرقی‌ترین برش برداشت شده است که در منتهی‌الیه روستای کاریزک و در شمال شهرستان صالح آباد قرار دارد. برش مزدوران، دومین



شکل ۲- ستون‌های چینه‌شناسی سازند سنگانه در برش‌های کاریزک و مزدوران

داینوسیست‌های شناسایی شده در این برش با حفظ‌شدگی خوب عبارتند از:

*Achomospaera* sp., *Adantospaeridium tutulosum*, *Ascodinium* sp., *Apteodinium maculatum*, *Aptea* sp., *Bourkidinium* sp., *Cassiculosphaeridium magna*, *Cyclonephelium* sp., *Cyclonephelium distinctum*, *Cyclonephelium compactum*, *Circulodinium brevispinosum*, *Cordophaeridium* sp., *Canningia reticulata*, *Canningia* sp., *Cassiculosphaeridium* sp., *Coronifera oceanica*, *Cribroperidiunium cf. asarotum*, *Cribroperidiunium* sp., *Dapsilidium ultispinosum*, *Florentinia* sp., *Florentinia daeni*, *Florentinia laciniata*, *Florentinia mantelli*, *Gonyalacysta* sp., *Gonyalacysta hyalodermopsis*, *Gardodinium elongatum*, *Hystrichosphaerina schindewolfii*, *Hystrichosphaeridium pulchrum*, *Kiokansium unituberculatum*, *Lithosphaeridium* sp., *Meiourogonyaulax* sp., *Occisucysta* sp., *Odontochitina* sp., *Odontochitina operculata*, *Oligosphaeridium* sp., *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium fenestratum*, *Oligosphaeridium performatus*, *Oligosphaeridium poculum*, *Ovodinium cinctum*, *Paleoperidiunium cretaceum*, *Prolixosphaeridium anasillum*, *Prolixosphaeridium parvispinum*,

#### الف) داینوسیست‌های برش کاریزک

داینوفلاژله‌های این برش به تعداد بسیار اندک دارای حفظ‌شدگی خوبی نبودند لذا جنس و گونه در این برش قابل شناسایی نبود.

#### ب) داینوسیست‌های برش مزدوران

کیفیت حفظ‌شدگی داینوفلاژله‌ها در این برش نسبت به برش کاریزک تا حدودی بهتر بوده اما اغلب در حد جنس قابل شناسایی بودند که عبارتند از:

*Coronifera* sp., *Cribroperidiunium* sp., *Cribroperidiunium exilicristatum*, *Cribroperidiunium apiane*, *Florentinia* sp., *Hystrichosphaerina* sp., *Kiokansium* sp., *Oligosphaeridium* sp., *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites* sp., *Spiniferites perforates*.

#### ج) داینوسیست‌های برش سنگانه

با سن آلبین آغازین برای سازند سنگانه تفکیک شده است.

#### الف) زون DZ1 of Evans 1966 (آپتین پسین)

زون DZ1 بر داینوزون *Odontochitina operculata* منطبق است. این داینوزون در استرالیا تحت عنوان زون (total range zone) *Odontochitina operculata* که با ظهور و انقراض گونه *Odontochitina operculata* مشخص می‌شود (Evans 1966 a, b, c)، معرفی گردیده است. این داینوزون بخشی از بایوزون *Trichodinium castanea* را شامل می‌شود و معرف سن آپتین پسین است (Morgan 1980).

این زون همچنین با حضور *Cribroperidinium*, *Cyclonephelium distinctum*, *Oligosphaeridium pulcherrimum*, *Paleoperidinium cretaceum*, *Coronifera* و *Spiniferites ramosus*, *Subtilisphaera oceanica* مشخص می‌شود که البته جنس غالب، *Oligosphaeridium* است.

در نیوزلند، با حضور *Odontochitina operculata* سن آپتین را به رسوبات مزبور نسبت داده‌اند (Wilson 1984). برخی معتقدند که ظهور این گونه مرز هوتروین-بارمین (Haq et al. 1987; Costa and Davey 1992) و برخی اولین ظهور این گونه را در بارمین بالایی می‌دانند (Harding 1990). از دیگر مطالعاتی که حضور این گونه را به آپتین نسبت داده‌اند شامل: Helby and Mcminn (1992)، Helby et al. (1987, 2004) است که در استرالیا معرفی شده است.

Oosting و همکاران (۲۰۰۶) نیز با مقایسه و تطابق مجموعه داینوفلاژله‌های حوضه استرالیا *Austral realms* و تئیس *Tethyan* این گونه را متعلق به آپتین می‌دانند. برخی از تاکسای مشاهده شده از جمله *Achomosphaera* و *Subtilisphaera* نیز در نقاط مختلف دنیا از آپتین پسین گزارش شده‌اند (Davey and Verdier 1974). گونه‌های *Kiokansium polypes*، *Odontochitina operculata*، *Cyclonephelium distinctum* و *Oligosphaeridium complex* از نهشته‌های آپتین کانادا

*Phelodinium* sp., *Peterospermella* sp., *Pseudoceratium* cf. *polymorph*, *Pseudoceratium turneri*, *Sepispinula ambigua*, *Spiniferites multibrevis*, *Spiniferites perforatus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites* sp., *Subtilisphaera hyalina*, *Subtilisphaera perlucida*, *Subtilisphaera* sp., *Surculosphaeridium* sp., *Surculosphaeridium longifurcatum*, *Systematophora* sp., *Tarsisphaera* sp.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تنوع و فراوانی داینوسیست‌ها نسبت به دو برش قبل بسیار چشم‌گیر است.

#### د) داینوسیست‌های برش قره‌سو

داینوفلاژله‌های شناسایی شده برای این برش عبارتند از:

*Adantosphaeridium* sp., *Apteodinium granulatum*, *Cleistosphaeridium* sp., *Cleistosphaeridium multisposum*, *Circulodinium* sp., *Cribroperidinium* sp., *Cribroperidinium orthoceras*, *Cribroperidinium edwardsii*, *Florentinia* sp., *Florentinia daenei*, *Florentinia mantelii*, *Gochteodinium* sp., *Hystrichosphaeridium schindewolfii*, *Kallosphaeridium* sp., *Kiokansium* sp., *Kiokansium polypes*, *Kiokansium unituberculatum*, *Litosphaeridium* sp., *Oligosphaeridium* sp., *Oligosphaeridium albertense*, *Oligosphaeridium asterigerum*, *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium pulcherrimum*, *Odontochitina* sp., *Odontochitina operculata*, *Pseudoceratium* sp., *Pseudoceratium retusum*, *Pseudoceratium turneri*, *Spiniferites* sp., *Spiniferites ramosus*, *Stiphrosphaeridium* sp., *Subtilisphaera* sp., *Subtilisphaera* cf. *scabrata*, *Systematophora* sp., *Peterospermella* sp., *Taleisphaera* sp., *Tanyosphaeridium magdaliium*

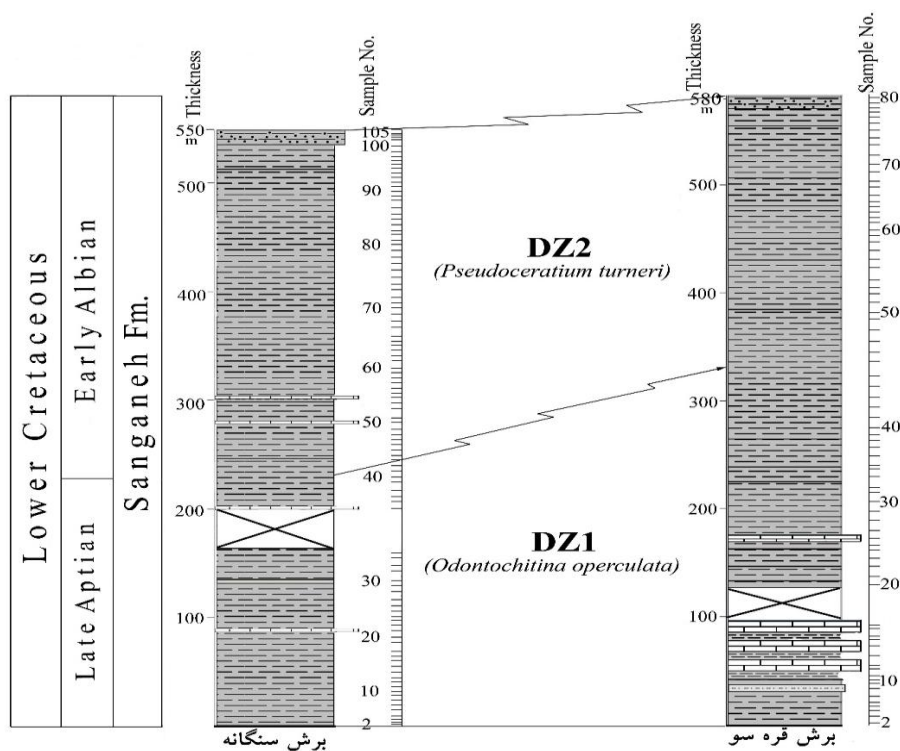
این برش نیز تنوع و فراوانی نسبتاً خوبی از داینوسیست‌ها را نشان می‌دهد.

#### داینواستراتیگرافی سازند سنگانه

داینوفلاژله‌های شناسایی شده از سازند سنگانه در برش‌های مورد مطالعه از خانواده‌هایی همچون *Gonyaulacystaceae*, *Fromiaceae*, *Canningiaceae*, *Spiniferitaceae*, *Hystrichosphaeridiaceae*, *Pseudoceratiaceae*, *Homotrybiaceae*, *Cleistosphaeridiaceae* و *Systematophoraceae* بوده و با توجه به پراکندگی و توزیع جنس و گونه‌ها، دو زون داینوفلاژله DZ1 of Evans 1966 با سن آپتین پسین و DZ2 of Morgan 1980

آپتین گزارش شده‌اند (Skupien 2003). این داینوزون در برش سنگانه از ابتدای سازند تا ضخامت ۲۳۰ متری قابل تفکیک است. با توجه به مطالعات پیشین (داوطلب و همکاران ۱۳۸۹) شروع این زون در سازند سرچشمه بوده و ادامه آن در سازند سنگانه نیز قابل پیگیری است. در برش قره‌سو ۳۳۰ متر ابتدایی سازند متعلق به داینوزون DZ1 است (شکل ۳).

(Kimyai 2000) و گونه‌های *Oligosphaeridium complex* و *Cassiculosphaeridium reticulata* در استرالیا، جنوب شرق فرانسه و جنوب ایتالیا از آپتین پیشین (Stover 1996) و در مصر از آلبین (Omran et al. 1990) معرفی شده‌اند. برخی گونه‌ها نظیر *Achomosphaera neptuni*، *Cyclonephelium retusum brevispinosum* و *Pseudoceratium paleaopridinium cretaceum* نیز در نقاط مختلف تا انتهای



شکل ۳- ستون‌های چینه‌شناسی و داینوزون‌های سازند سنگانه در برش‌های سنگانه و قره‌سو

*Florentinia mantellii* و *Odontochitina costata* مشخص می‌شود. جنس‌های غالب در این بخش *Cribopteridinium* و *Systematophora* هستند. در مصر نیز گونه‌هایی همانند *Paleopteridinium coronifera oceanic* و *Spiniferites ramosus cretaceum* در آپتین پسین و گونه‌های *Florentinia mantellii*

(ب) زون **DZ2 of Morgan 1980** (آلبین آغازین) این داینوزون منطبق بر زون *Pseudoceratium turneri* (total range zone) است (Morgan 1980) که معرف سن آلبین آغازین برای بخش انتهایی سازند سنگانه است. این زون همچنین با حضور *Achomosphaera*، *Cassiculosphaeridium reticulata*، *Cyclonephelium*،

sp., و به طور کلی جنس‌های مربوط به گروه داینوسیست‌های کوریت، از فراوانی بیشتری برخوردارند. در مقایسه رسوبات فوق با رسوبات مصر، در آپتین فراوانی نسبی *Oligosphaeridium*، شرایط دریای باز و عمیق‌تر و حضور جنس‌هایی از قبیل *Cribroperidinium*، *Cyclonephelium* و *Subtilisphaera* شرایط ساحلی تا شلف داخلی را بیان می‌کند (Omran et al. 1990).

سیست‌های با دیواره ضخیم و فرم کویت با شرایط انرژی بالا و دریای کم عمق مطابقت دارند و اشکال کوریت بیشتر ساکن محیط‌های آرام، کم انرژی و عمیق هستند (Ghasemi-Nejad et al. 1999). این روند در دو برش سنگانه و قره‌سو قابل مشاهده است، به طوری که در برش سنگانه حضور داینوسیست‌هایی از قبیل *Subtilisphaera* و *Cribroperidinium* موید محیط کم عمق بوده و افزایش چشمگیر اسپور در برخی نمونه‌ها نیز تأییدی بر این موضوع است. حضور داینوسیست‌های *Oligosphaeridium* و *Kiokansium* که در گروه اشکال کوریت قرار دارند در برش قره‌سو بیانگر افزایش عمق از شرق به سمت مرکز حوضه است.

فراوانی *Canningia* و *Cribroperidinium* در بازه‌های کمبود شدید اکسیژن در برش سنگانه حاکی از محیط‌های کم عمق‌تر است. هر دو جنس در لایه‌های نهشته شده در جنوب شرق فرانسه (Wilpshaar and Leerveld 1994)، و بخش شمال و مرکز اسپانیا (Peyrot et al. 2011) و آرژانتین (Guler et al. 2013) محیط‌های نریتیک داخلی را نشان می‌دهند.

هر چند به دلیل انقراض خانواده *Areoligeraceae*، وابستگی دقیق محیطی *Canningia reticulata* مشکوک است اما این گونه اغلب وابسته به محیط دریای محصور شده (Restricted marine) بوده، قادر به تحمل نوسانات شوری (Harris and Tocher 2003; Peyrot et al. 2011) و کمبود اکسیژن (Lana 1997) است. این گونه همچنین در محیط‌های با مقادیر منفی اکسیژن که با مقادیر بالای TOC همراه است نیز گزارش

*Spiniferites multibrevis* و *cocksinia* در آلبین مشاهده شدند (Omran et al. 1990).

داینوزون DZ2 از ضخامت ۲۳۰ متری در برش سنگانه و از ضخامت ۳۳۰ متری در برش قره‌سو تا انتهای سازند قابل تفکیک است.

## بحث

داینوسیست‌ها علاوه بر تعیین سن و مطالعات زیست‌چینه‌ای، ابزار مناسبی برای تفسیر محیط دیرینه نیز هستند. آنها شاخص‌های مفیدی برای حاصل‌خیزی اولیه در سطح آب و تغییرات اکسیژن در کف آب هستند (Pross 2001). تنوع مجموعه داینوفلاژله زنده تحت کنترل مواد غذایی در دسترس، دما، شوری آب و ... اولیه است (Pross and Brinkhuis 2005; Wall et al. 1977) لذا با مطالعه و چگونگی توزیع آنها در ستون چینه‌شناسی می‌توان به شرایط محیط‌زیست قدیمی آنها پی برد.

در مطالعه انجام شده بر روی سازند سنگانه، برش‌های کاریزک و مزدوران که شرقی‌ترین برش‌های مورد مطالعه به شمار می‌روند، از نظر تنوع و فراوانی داینوسیست‌ها برای تعیین سن و محیط دیرینه مناسب نبودند. عدم حضور داینوسیست‌ها ممکن است به علت عدم حفظ‌شدگی مواد ارگانیکی توزیع شده در سطح رسوبات، دیاژنز و یا فقدان اولیه تولید سیست داینوفلاژله در محیط دریای باز بوده باشد (Ogg 1992). اما داینوسیست‌های ثبت شده در برش‌های سنگانه و قره‌سو دارای حفظ‌شدگی، تنوع و فراوانی خوبی بوده‌اند.

از تاکسای ثبت شده در اسلایدهای مربوط به برش سنگانه، گونه‌های *Spiniferites* از فراوانی ویژه‌ای برخوردار بوده و *Oligosphaeridium*، *Florentina* و *Subtilisphaera* در رده‌های بعدی فراوانی قرار دارند. فراوان‌ترین فرم‌ها در برش قره‌سو نیز به شرح زیر است:

*Oligosphaeridium* sp., *Kiokansium* sp., *Systematophora*

شده است (Peyrot et al. 2012; Santos et al. 2013). لذا با توجه به مقادیر منفی اکسیژن ثبت شده در سازند سنگانه (Heidari et al. In press) در برش سنگانه، موید کم شدن عمق در برخی برهه‌های زمانی است.

#### نتیجه

چهار برش از سازند سنگانه از شرق به مرکز حوضه رسوبی کپه داغ، به ترتیب، شامل کاریزک، مزدوران، سنگانه و قره‌سو مورد نمونه‌برداری و مطالعه قرار گرفته است. در تمامی برش‌های برداشت شده مرز زیرین و بالایی سازند سنگانه با سازندهای سرچشمه و آیتامیر هم شیب و پیوسته بوده است. حضور سیست‌های داینوفلاژله در نمونه‌های برش‌های شرق حوضه کپه داغ (کاریزک و مزدوران) بسیار نادر بوده است. غیبت سیست‌ها ممکن است به علت عدم حفظ‌شدگی در سطح رسوبات، دیاژنز و یا عدم حضور داینوفلاژله‌های مولد آنها در محیط دریای باز بوده باشد.

حفظ‌شدگی و تنوع سیست‌های داینوفلاژله در برش‌های مربوط به مرکز حوضه (سنگانه و قره‌سو) بهبود یافته و مناسب بوده است لذا با توجه به انتشار چینه‌شناسی گونه‌های شناسایی شده در برش‌های مورد مطالعه دو داینوزون *Pseudoceratium turneri* و *Odontochitina operculata* تفکیک شدند. این زون‌ها گویای سن آپتین پسین - آلبین آغازین برای سازند سنگانه در برش‌های سنگانه و قره‌سو است.

با توجه به حضور و پراکندگی داینوسیست‌های موید محیط کم عمق ساحلی تا شلف داخلی؛ از قبیل *Cribroperidinium* و *Subtilisphaera* و داینوسیست *Oligosphaeridium* که محیط عمیق‌تر و دریای باز را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت در زمان ته‌نشست سازند سنگانه، از شرق به مرکز، بر عمق حوضه افزوده شده است.

#### منابع

افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی کپه داغ: طرح تدوین

کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۱۱، ۲۷۵ ص. آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ ص. داوطلب، ا.، ا. قاسمی نژاد، ع. عاشوری و م. وحیدی نیا، ۱۳۸۹، پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه رسوبی کپه داغ: پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۱(۴)، ص. ۲۰-۱.

خسروی القار، ر. و ا. قاسمی نژاد، ۱۳۸۵، بررسی شرایط محیطی در طی رسوبگذاری سازند سنگانه در برش قلعه نو (شرق کپه داغ) با استفاده از محتوای مواد ارگانیکی (ارگانوفاسیس): دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس. شکری، م.ح.، ن. رئیس‌السادات و ی. متروولوز، ۱۳۸۵، نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در مقطع تکل کوه در شمال غرب حوضه کپه داغ: دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.

علامه، م.، ح. ترشیزیان، و ن. حبیب‌الهی، ۱۳۹۰، پالینولوژی و پالئوکولوژی سازند سرچشمه در برش روستای داندلو-جنوب شرق قوچان (خراسان رضوی): رخساره‌های رسوبی، شماره ۴(۱)، ص. ۷۶-۶۴.

علامه، م.، و ا. قاسمی نژاد، ۱۳۸۷، پالینولوژی و محیط دیرینه سازند نیزار در شرق حوضه رسوبی کپه داغ: علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۴، شماره ۲، ص. ۱۷۳-۱۸۵. ماهانی پور، ا.، ن. رئیس‌السادات، و ا. لطفعلی کنی، ۱۳۹۱، بررسی رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین پیشین بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در غرب منطقه کپه داغ: پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۴۷، ص. ۹۶-۸۳.

ماهانی پور، ا.، ا. لطفعلی کنی، م.ح. آدابی و ن. رئیس‌السادات، ۱۳۹۰، نانواستراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در باختر منطقه کپه داغ (برش تکل کوه):



- Cretaceous dinoflagellate cyst assemblages using high-resolution sample correlation from the Western Interior Basin, USA.: *Marine Micropaleontology*, v. 48, p. 127-148.
- Haq, B. U., J. Hardenbol, and P. R. Vail, 1987, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic: *Science*, v. 235, p.1156-1167.
- Heidari, A., N. Shokri, E. Ghasemi-Nejad, L. Gonzales, and G. Ludvigson, In press, Application of petrography, major and trace elements, carbon and oxygen isotope geochemistry to reconstruction of diagenesis of carbonate rocks of the Sanganeh Formation (Lower Cretaceous), East Kopet-Dagh Basin, NE Iran: Accepted in *Arabian Journal of Geosciences*.
- Helby, R. and A., McMinn, 1992, A preliminary report of Early Cretaceous dinocyst floras from Site 765, Argo Abyssal Plain, Northwest Australia: *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v. 123, p. 407-420.
- Helby, R., 1987, *Muderongia* and related dinoflagellates of the latest Jurassic to Early Cretaceous of Australia. In: *Jell, P.A. (Ed.), Studies in Australian Mesozoic Palynology: Memorise of Association of Australian Palaeontologists*, v. 4, p. 297-336.
- Helby, R., R. Morgan, and A.D. Partridge, 2004, Updated Jurassic- Early Cretaceous dinocyst zonation NWS Australia: *Geoscience Australia Publication*. 2 p.
- Kalantari, A., 1969, Foraminifera from the Middle Jurassic Cretaceous successtions of Kopet Dagh region (N.E. IRAN): Tehran, NIOC, Geology Laboratories, Publication. No.3, Ph.D. thesis, London University.
- Kimyai, A., 2000, Palynology and biostratigraphy of the Lower Cretaceous sediments in the South Barrow Test well No. 1. Point Barrow, Alaska: *Palynology*. v. 24, p. 101-215.
- Lana, M.C., 1997, Bacia de Sergipe-Alagoas: Uma hipotese de evolucaoTectono-Sedimentar. In: *Raja Gabaglia, G.P., E.J. Milani, (Coords.) Origem e evolucao de Bacias Sedimentares. Rio de Janeiro*, p. 311-332.
- Morgan, R., 1980, Palynostratigraphy of the Australian Early and Middle Cretaceous. *Memorise of the Geological Survey of New South Wales: Palaeontology*. v. 18, p.153.
- Omran, A. M., H. A. Soliman, and M. S. Mahmoud, 1990, Early Cretaceous palynology of the three boreholes from northern Western Desert (Egypt): *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 66, p. 293-312.
- Ogg, G., 1992, Early Cretaceous palynomorphs of the علوم زمین، ۷۹، ص ۸۳-۹۴.
- هادوی، ف. و ف. بداقی، ۱۳۸۸، نانوآستراتیگرافی سازند سنگانه در برش مزدوران (کپه داغ): *رخساره‌های رسوبی*، جلد ۲، شماره ۱، ص ۱۱۵-۱۲۷.
- Alavi, M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran: *Geological Society of America Bulletin* v. 103(8), p. 983-992.
- Berberian, M. and G.C.P. King, 1981, Toward a palaeogeography and tectonic evolution of Iran: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 18(2), p. 21-265.
- Costa, L. and R. J. Davey, 1992, Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System. In: *Powell, A. J. (Ed.), A stratigraphic index of dinoflagellate cysts: British Micropalaeontological Society Series. Chapman and Hall, London*, p. 99-153.
- Davey, R. J. and J.P. Verdier, 1974, Dinoflagellate cyst from the Aptian type section at Gargas and La Bedoule, France: *Palaeontology*, v. 17(3), p. 623-653.
- Evans, P. R., 1966 a, Mesozoic stratigraphic palynology in Australia: *Australasian Oil and Gas Journal*, v.12, p. 58-63.
- Evans, P. R., 1966 b, Mesozoic stratigraphic palynology of Otway Basin. *Bureau Mineral Resources, geology and geophysics: Australia. Record, 1966/198 (unpublished)*.
- Evans, P. R., 1966 c, Contribution to the palynology of northern Queensland and Papua. *Record of the Bureau of Mineral Resources: Geology and Geophysics, 1966/69, 15p*.
- Ghasemi-Nejad, E., W. A. S. Sarjeant, and R. Gygi, 1999, Palynology and paleoenvironment of the uppermost Bathonian and Oxfordian (Jurassic) of the Northern Switzerland sedimentary basin: *Memorise Svizzera di Paleontologia*, v. 119, 69p.
- Guler, M. V., D.G. Lazo, P.J. Pazos, C.M. Borel, E.G. Ottone, R.V. Tyson, N. Cessaretti, and M. B. Aguirre-Urreta, 2013, Palynofacies analysis and palynology of the Agua de la Mula Member (Agridio Formation) in a sequence stratigraphy framework, Lower Cretaceous, Neuquen Basin, Argentina: *Cretaceous Research*, v. 41, p. 65-81.
- Harding, I. C., 1990, A dinocyst calibration of the European Boreal Barremian: *Palaeontographica Abteilung B*, v. 218, p. 1-76.
- Harris, A. J., and B. A. Tocher, 2003, Palaeoenvironmental analysis of Late

- Foundation. v.2, p. 641-750.
- Travers, A., 2007. *Paleopalynology: 2nd Edition*, Springer, 813 p.
- Wall, D., B. Dale, G. P. Lohmann, and W. K. Smith, 1977, The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and Adjacent seas: *Marine Micropaleontology*, v. 2, p. 121-200.
- Wilpshaar, M., and H. Leerveld, 1994, Palaeoenvironmental change in the Early Cretaceous Vocontian Basin (SE France) reflected by dinoflagellate cyst: Review of Palaeobotany and Palynology, v.84, p. 121-128.
- Wilson, G.J., 1984, New Zealand Late Jurassic to Eocene dinoflagellate biostratigraphy: a summary: *Newsletters on Stratigraphy*, v. 13, p. 104-117.
- western pacific ocean. In: Larson, R. L., Y. Lancelot, et al. (Eds.): *Proceedings of the Ocean Drilling program, Scientific Results*, v. 129, p. 221-228.
- Oosting, A. M., H. Leerveld, G.R. Dickens, R. A. Henderson, and H. Brinkhuis, 2006, Correlation of Barremian-Aptian (Mid-Cretaceous) dinoflagellate cyst austral realms: *Cretaceous Research*, v. 27, p. 792-813.
- Peyrot, D., F. Barroso-Barcenilla, E. Barron and M. J. Comas-Rengifo, 2011, Palaeoenvironmental analysis of Cenomanian-Turonian dinocyst assemblages from the Castilian Platform (northern-Central Spain): *Cretaceous Research*, v. 32, p. 504-526.
- Peyrot, D., F. Barroso-Barcenilla, and S. Feist-Burkhardt, 2012, Palaeoenvironmental controls on late Cenomanian-early Turonian dinoflagellate cyst assemblages from Condemios (Central Spain): Review of Palaeobotany and Palynology, v. 180, p. 25-40.
- Pross, J., 2001, Paleo-oxygenation in Tertiary epeiric seas: evidence from dinoflagellate cysts: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 166, p.369-381.
- Pross, J., and H. Brinkhuis, 2005, Organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene; a synopsis of concepts: *Paläontologische Zeitschrift*, v. 79, p. 53-59.
- Raisossadat, S. N., 2004, The family Deshayesitidae in the Kopet Dagh Basin, north-east Iran: *Cretaceous Research*, v. 25, p. 115-136.
- Raisossadat, S. N., 2006, The ammonite family Parahoplitidae in the Sanganeh Formation of the Kopet Dagh Basin, north-eastern Iran: *Cretaceous Research*, v. 27, p. 907-922.
- Ruttner, A. W., 1991, Geology of the Aghdarband Area (Kopet Dagh, NE-Iran): *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*. v. 38, p. 44-47.
- Santos, A.S., J. Helenes, M.A. Carvalho, 2013, Palynofacies evidence of dysoxic and upwelling in the Turonian of the Sergipe Basin, Brazil: *Cretaceous Research*, v. 46, p. 151-165.
- Skupien, P., 2003, Dinoflagellate study of the lower cretaceous deposits in the Pieniny Klippen Belt. Pochovia section, Slovak Western Carpathiana: *Bulletin of the Czech Geological Survey*, v. 78, p. 67-82.
- Stover, L.E., 1996, Mesozoic, Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes: *American Association of Stratigraphic Palynologists*

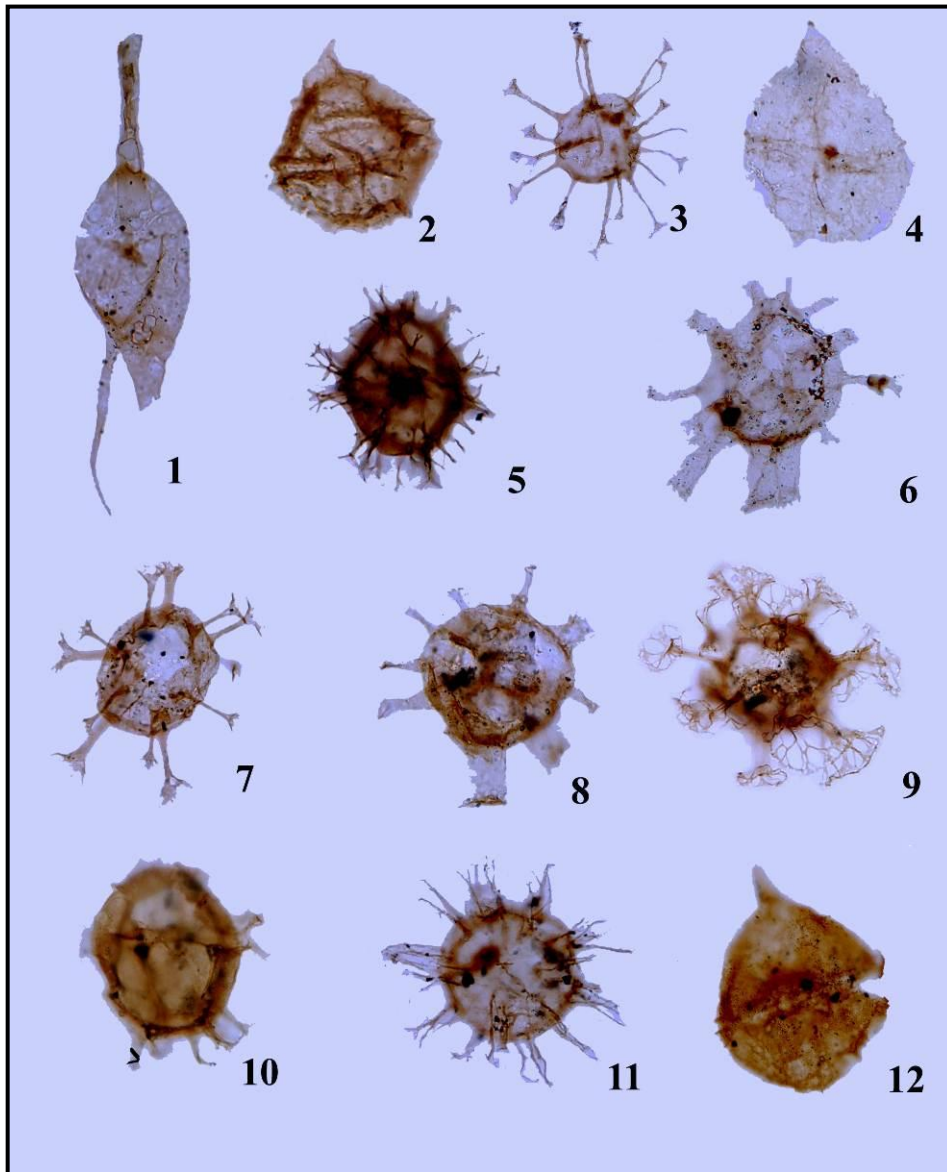


Plate1: 1. *Odontochitina operculata* (Wetzel 1933), Deflandre and Cookson 1955. X300; 2. *Gonyalacysta* sp., X500; 3. *Oligosphaeridium complex* (White 842), Davey and Williams 1966. X500; 4. *Ascodinium* sp., X500; 5. *Spiniferites ramosus* Ehrenberg 1838. X500; 6, 8. *Florentiniadeanei* (Davey and Williams 1966) Davey and Verdier 1973. X500; 7. *Oligosphaeridium* sp.; 9. *Oligosphaeridium pulcherrimum* (Deflandre and Cookson 1955) Davey and Williams 1966. X500; 10. *Spiniferites* sp., X500; 11. *Systematophora* sp., X500; 12. *Cribroperidinium edwardsii* (Cookson and Eisenack 1958) Davey 1969. X500.

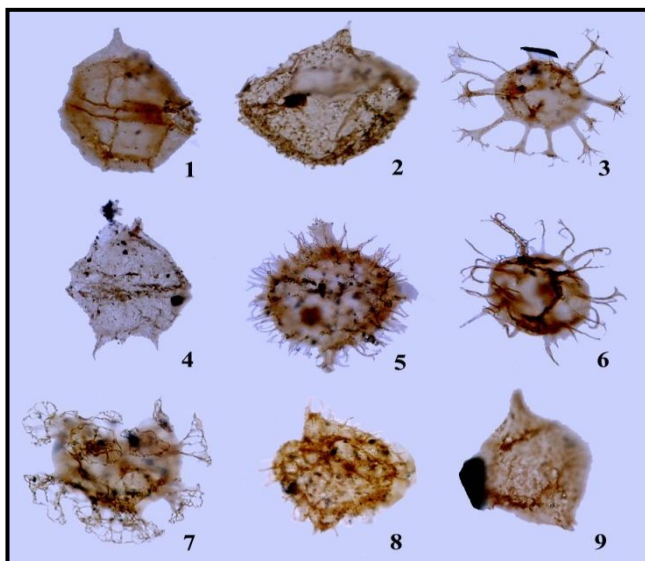


Plate 2. 1, *Meiourgonyaulax* sp., X500; 2, *Pseudoceratium* sp., X400; 3, *Oligosphaeridium asterigerum* (Gocht 1959) Davey and Williams 1969. X500; 4, *Paleoperidinium cretaceum* Pocock 1962. X500; 5, *Coronifera oceanica* (Cookson & Eisenack 1958) emend May 1980. X600; 6, *Surculosphaeridium longifurcatum* (Firtion 1952) Davey et al. 1966b. X500; 7, *Hysterichosphaerina schindewolfii* Alberti 1961. X400; 8, *Pseudoceratium retrusum* Brideaux 1977. X500; 9, *Canningia reticulata* (Cookson and Eisenack 1960) Below 1981; Helby 1987 cf. Duxbury 1977. X500.