

پالینولوژی و محیط دیرینه سازند نیزار در شرق حوضه رسوبی کپه داغ

محسن علامه^{۱*}، ابراهیم قاسمی نژاد^۲

^۱گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد مشهد، ایران

^۲دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات - آدرس الکترونیکی: allameh.1345@yahoo.com

(دریافت: ۸۷/۸/۷؛ پذیرش: ۸۷/۱۰/۱۱)

چکیده

سازند نیزار یکی از واحدهای رسوبی حوضه کپه داغ در شمال شرق ایران است که با رخساره‌های شیلی، مارنی و ماسه سنگی شرایط مختلف قاره‌ای تا دریایی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه پالینومورف‌ها علاوه بر تعیین سن، برای تعیین محیط و اقلیم دیرینه مورد استفاده قرار می‌گیرند به همین منظور سه برش از این سازند در مناطق چهچهه، تنگ نیزار و پدلی مورد نمونه برداری قرار گرفت و نمونه‌ها به منظور مطالعات پالینولوژی آماده‌سازی گردید. رسوبات شیلی و مارنی این سازند غنی از پالینومورف‌های دریایی، مخصوصاً داینوفلاژله‌ها، بوده و بیانگر رخساره‌های دریایی می‌باشند. یک مجموعه غنی از داینوفلاژله‌ها شناسایی گردید که سن ماستریشتین را برای سازند نشان می‌دهد. مطالعات پالینوفاسیس سازند نیزار نشان می‌دهد که این واحد در محیط دریایی کم عمق تا دریایی باز با انرژی متوسط تا نسبتاً زیاد نهشته شده است.

واژه‌های کلیدی: سازند نیزار، کپه داغ، داینوفلاژله، پالینولوژی، پالینوفاسیس، محیط رسوبی دیرینه

مقدمه

در عکسبرداری توسط لنز ۱۰۰ از روغن ایمرسیون استفاده گردید.

چینه شناسی و گسترش منطقه‌ای سازند نیزار

نام سازند از تنگ نیزار در ۱۴ کیلومتری شمال روستای مزدوران و ۶۲ کیلومتری جنوب شهر سرخس گرفته شده است. راه اصلی مشهد - سرخس از این تنگ می‌گذرد. لیتولوژی عمده سازند نیزار شامل ماسه سنگ‌های ضخیم لایه گلاکونیتی و شیل می‌باشد و دارای یک لایه سنگ آهک ماسه‌ای در بخش فوقانی است.

سازند نیزار از محل برش الگو به سوی جنوب شرق نازک می‌شود. به طوریکه در برش نار در شرقی‌ترین رخنمون ۴۵ متر ضخامت دارد. ضخامت این سازند در ناحیه سرخس، از غرب به سوی شرق در چاه‌های شماره یک خانگیران و شماره یک و سه گنبدلی به ترتیب ۱۲۰، ۲۲۰ و ۲۶۰ متر گزارش شده است. در شمال غرب برش الگو، در دامنه جنوبی ناودیس چهل کمان، ۲۳۰ متر و در تنگ چهچهه، در شرق روستای چهچهه ۲۷۰ متر ضخامت دارد. در این دو برش سازند دارای دو بخش است، بخش زیرین شامل ماسه سنگ و بخش بالایی شامل شیل ماسه‌ای است. در جنوب ناودیس کلات در تنگ ورودی، ضخامت سازند ۵۹۰ متر و شامل سه بخش است. بخش ماسه سنگی کم سیمان زیرین که ۲۴۰ متر ضخامت دارد و در قاعده دارای یک لایه سنگ آهک یک متری است. بخش سنگ آهک میانی که از ۱۸۵ متر سنگ آهک بسیار ماسه‌ای تشکیل شده است که ضخیم لایه و دارای

حوضه رسوبی کپه داغ بصورت باریکه‌ای طویل در شمال شرق ایران امتداد دارد و قسمت زیادی از آن نیز در ترکمنستان و افغانستان واقع گردیده و دارای مختصات جغرافیایی ۳۰° و ۳۵° تا ۱۵° و ۳۸° عرض شمالی و ۰° و ۵۴° تا ۱۳° و ۶۱° طول شرقی می‌باشد. وسعت این حوضه حدود ۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که معادل ۳/۳ درصد مساحت کل کشور را در بر گرفته است. مورفولوژی ناحیه کپه داغ بیشتر توسط سازندهای مزدوران به سن ژوراسیک پسین، تیرگان به سن کرتاسه پیشین، کلات به سن کرتاسه پسین و چهل کمان به سن پالئوسن کنترل می‌شود (افشار حرب ۱۳۷۳).

روش مطالعه

ضمن بازدید مناطق مختلفی که سازند نیزار رخنمون بهتری داشت به ترتیب از غرب به شرق برش‌های چهچهه، تنگ نیزار و پدلی انتخاب و ۵۳ نمونه از قسمتهای شیلی و مارنی سازند در برشهای مذکور برداشت گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه پالینولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد مطابق با روش تراورس (Traverse 1998) آماده سازی گردیده و از آنها اسلایدهای پالینولوژی تهیه شد.

برای مطالعه و شناسایی عناصر پالینولوژیکی، اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ دو چشمی نیکون (Nikon) با لنزهای ۱۰، ۲۵، ۴۰ و ۱۰۰ مطالعه و از نمونه‌ها با دوربین دیجیتال عکس گرفته شده است.

(PLATE 2):

Achomospaera ramulifera; *A. regiensis*; *Amphorosphaeridium fenestratum*; *Areoligera senonensis*; *Avellodinium falsificum*; *Canningia grandis*; *Cannosphaeropsis utinensis*; *Cerbia tabulata*; *Cerodinium diebelli*; *C. pannuceum*; *C. speciosum*; *C. striatum*; *Chatangiella packhamii*; *Circulodinium distinctum*; *Cleistosphaeridium clavulum*; *C. Lumectum*; *C. polytricum*; *C. solidum*; *Coronifera sp.*; *C. striolata*; *Cribroperidinium aceras*; *C. compactum*; *C. globatum*; *C. longicornis*; *C. orthoceras*; *Cyclonephelium compactum*; *C. membraniphorum*; *Deflandrea galeata*; *Diconodinium vitricorunu*; *Dinogymnium westralium*; *Disphaerogena irregularia*; *Florentinia mantellii*; *Fromea fragilis*; *Glaphyrocysta marlborughensis*; *Hapsocysta cf. peridictya*; *Hystrichodinium pulchrum*; *Hystrichosphaeridium arborispinum*; *H. bowerbankii*; *H. tubiferum*; *Hystrichostrogylon sp.*; *Isabelidinium glabrum*; *Kalyptea sp.*; *Kleithriasphaeridium corrugatum*; *K. secatum*; *Laciniadinium sp.*; *Leptodinium sp.*; *Mendicodinium groenlandicum*; *Microdinium sp.*; *Odontochitina costata*; *Oligosphaeridium albertense*; *O. asterigerum*; *O. diluculum*; *O. complex*; *O. totum*; *Paleocystodinium bulliforme*; *Pervosphaeridium monasteriens*; *Polysphaeridium laminaspinosum*; *Pseudoalterbia cf. concinna*; *Raetiaedinium truncigerum*; *Rhaphididinium fucatum*; *Sentusidinium sp.*; *Spinidinium densispinatum*; *Spiniferites perforatus*; *S. pseudofurcatus*; *S. ramous*; *S. twistringiensis*; *Tanyosphaeridium sp.*; *Tenua sp.*; *Thalassiphora deilicata*; *T. Patula*; *T. Pelagica*.

فسیل نرم تنان و لوله های کرم است. بخش فوقانی از ۱۶۵ متر ماسه سنگ به رنگ خاکستری مایل به سبز، آهکی تشکیل شده است. لایه های زیرین این بخش دارای فسیل نرم تنان فراوان می باشد. از درگز به سوی غرب سازند نیزار گسترش نیافته است و در بعضی نواحی مثل ناودیس شیخ ناحیه جوزک، آرموتلی و ناودیس آیتامیر که سازندهای جوان حفظ شده اند، این واحد سنگی وجود ندارد.

راههای دسترسی به برشهای مورد مطالعه

موقعیت برش های مورد مطالعه و راه های دستیابی به آنها در حوضه رسوبی کپه داغ از شمال غرب به جنوب شرق (شکل ۱) به شرح زیر است:

برش چهچهه

این برش در مسیر جاده مشهد به کلات نادری، در فاصله تقریبی ۷۳ کیلومتری از مشهد، در غرب پاسگاه مرزی سنگانه و در شمال شرق روستای چهچهه واقع شده است. مختصات قاعده برش $36^{\circ} 44' 22''$ ، $60^{\circ} 20'$ ، طول شرقی و $39^{\circ} 30'$ ، $37'$ ، 36° عرض شمالی است (شکل ۱).

برش تنگ نیزار

این برش در مسیر جاده مشهد به سرخس، در فاصله ۱۲۲ کیلومتر مشهد و در محل تنگ نیزار قرار دارد. جاده اصلی از برش مورد نظر عبور می نماید. مختصات قاعده برش $36^{\circ} 23' 46''$ ، $60^{\circ} 33'$ ، $34^{\circ} 57'$ ، $17'$ ، 36° عرض شمالی است (شکل ۱).

برش پدلی

این برش در مسیر جاده مشهد - سرخس قرار دارد. برای رسیدن به برش مورد نظر در مسیر جاده مشهد به سرخس در بالاترین قسمت گردنه مزدوران وارد جاده خاکی سمت راست شده و پس از طی ۳۷ کیلومتر به روستای پدلی می رسیم. محل برش در شمال روستا قرار دارد. مختصات قاعده برش $36^{\circ} 13' 77''$ ، $60^{\circ} 55'$ ، $36^{\circ} 03'$ ، $03'$ ، 36° عرض شمالی است (شکل ۱).

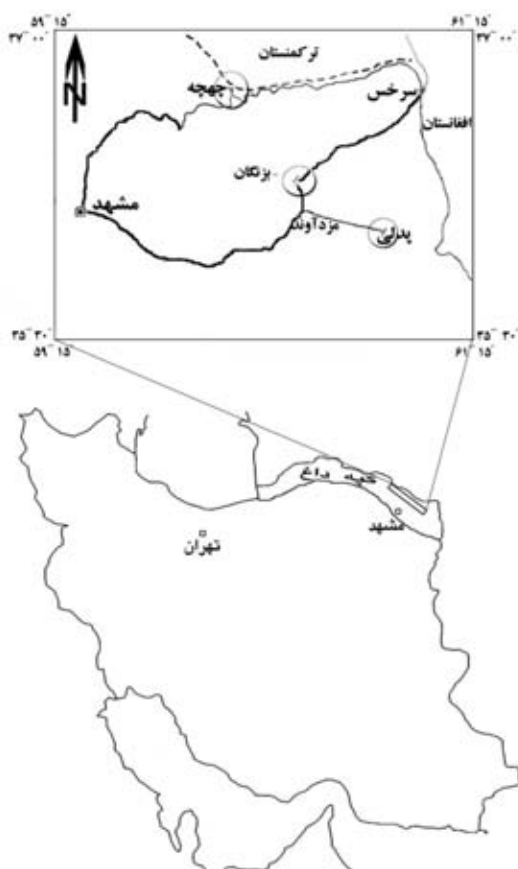
چینه شناسی برشهای مورد مطالعه

برش چهچهه

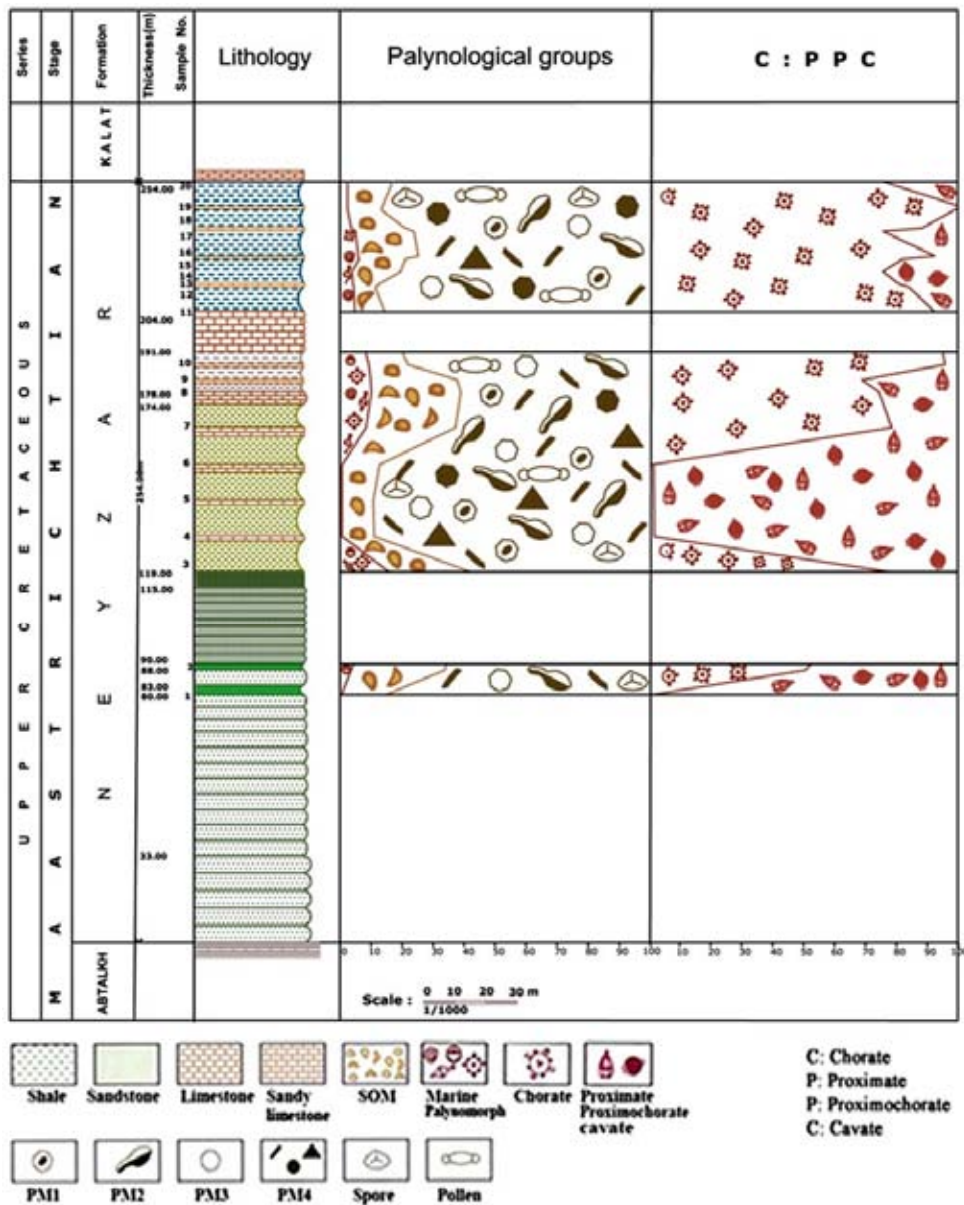
در این برش سازند نیزار بطور هم شیب روی سازند آب تلخ و زیر سازند کلات قرار گرفته است و ۲۵۴ متر ضخامت دارد، لیتولوژی آن بطور کلی شامل ماسه سنگهای ضخیم لایه زیتونی رنگ و شیل آهکی به رنگ سبز روشن و سنگ آهک کرم رنگ دارای ماکروفسیل فراوان می باشد. از نمونه های برداشت شده، ۱۷ نمونه دارای پالینومرف، خصوصاً داینوفلاژله ها، می باشد (شکل ۲).

پالینولوژی

در این برش از ۱۷ نمونه دارای پالینومرف دریایی، تعداد ۵۱ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه دقیق مجموعه ای از داینوفلاژله ها و تعداد کمی اکریتارک به شرح زیر شناسایی شدند (I-1-



شکل ۱: نقشه راه های دسترسی به برش های مطالعه شده (I₁: برش چهچهه، I₂: برش تنگ نیزار، I₃: برش پدلی).



شکل ۲: نمایش تغییرات فراوانی خرده‌های پالینولوژیکی (ماسرال، داینوفلاژله‌ها، SOM) و نسبت C:P:P:C در طول ستون چینه‌شناسی سازند نیزار در برش چهلچیه.

کلات قرار گرفته است و ۳۰۳ متر ضخامت دارد. لیتولوژی آن بطور کلی شامل ماسه سنگ‌های ضخیم لایه زیتونی رنگ و شیل آهکی به رنگ سبز روشن و آهک ماسه‌ای دارای کرم رنگ و دارای ریپل مارک می‌باشد. از نمونه‌های برداشت شده، ۲۲ نمونه دارای پالینومرف (خصوصاً داینوفلاژله‌ها) می‌باشد (شکل ۳).

پالینولوژی

در این برش از ۲۲ نمونه دارای پالینومرف دریایی، تعداد ۶۶ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه دقیق گونه‌های داینوفلاژله و اکریتارک زیر شناسایی شدند (PLATE 1-2): *Achilleodinium bianni*; *Achomosphaera ramulifera*; *Alterbidinium varium*; *Areoligera* sp.; *Andalusiella? mautbei*;

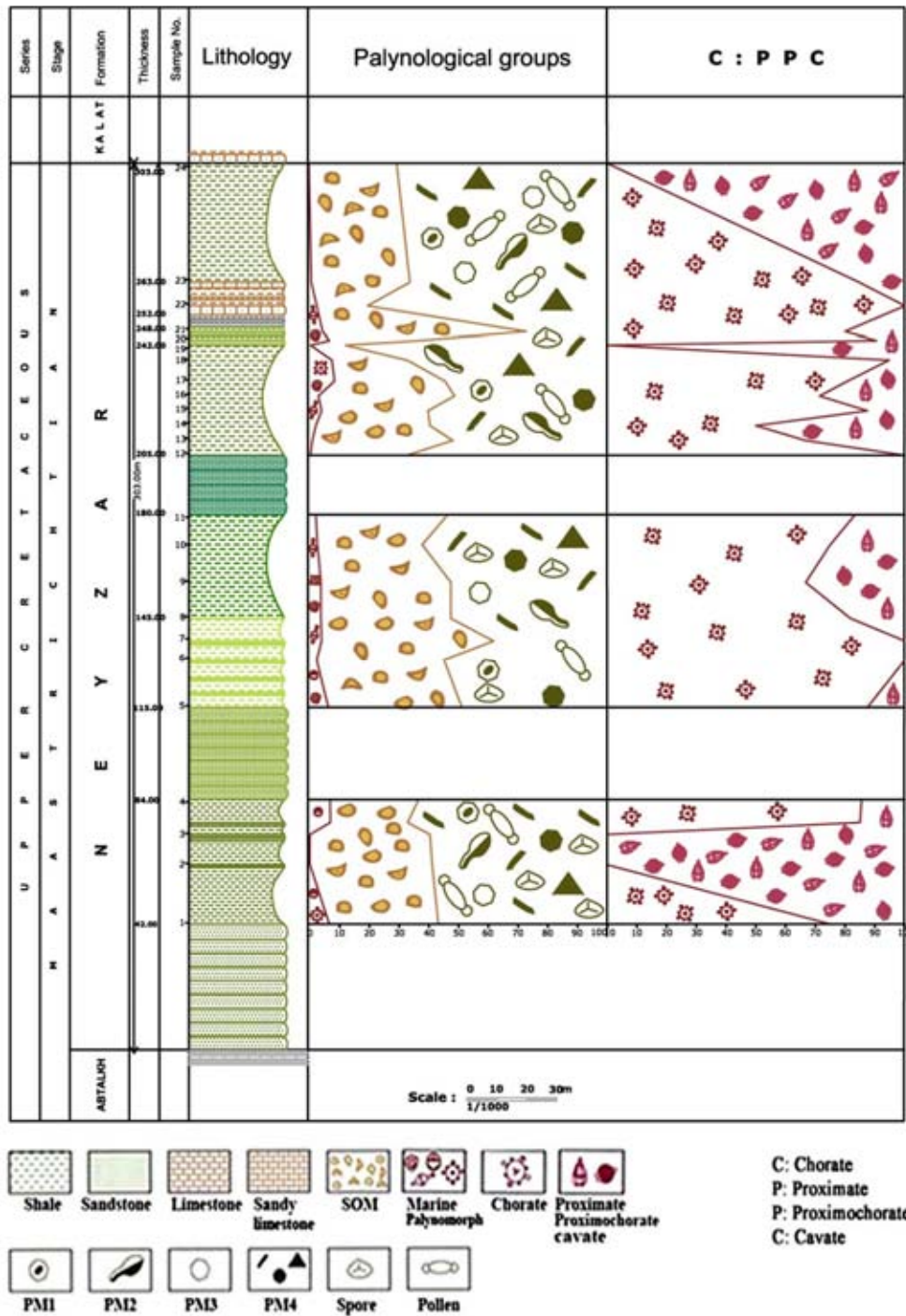
از میان نمونه‌های ثبت شده در اسلایدها فراوان‌ترین آنها متعلق به جنس‌های زیر می‌باشد:

Achomosphaera; *Cerodinium*; *Circulodinium*;
Cribroperidinium; *Cyclonephelium*; *Dinogymnium*;
Glaphyrocysta; *Hystrichosphaeridium*; *Oligosphaeridium*;
Spiniferites; *Tanyosphaeridium*; *Thalassiphora*.

از دیگر پالینومرف‌های موجود در این نمونه‌ها می‌توان پولن‌های دوباله، آسترهای داخلی پوسته فرامینیفرها و اسپور و بدنه قارچ‌ها را نام برد که بسیار نادر می‌باشند.

برش تنگ نیزار

در این برش سازند نیزار بطور هم‌شیب روی سازند آب تلخ و زیر سازند



شکل ۳: نمایش تغییرات فراوانی خرده‌های پالینولوژیکی (ماسرال، داینوفلاژله‌ها، SOM) و نسبت C:PPC در طول ستون چینه‌شناسی سازند نیزاز در برش تنگ نیزاز.

Endoscrinium campanula; *Florentinia denanei*; *F. laciniata*; *F. mantelli*; *Glaphyrocysta* cf. *reticulosa*; *G. marlboroughensis*; *G. peforata*; *G. cf. texta*; *Hystrichosphaeridium tubiferum*; *Hystrichostrogylon* sp.; *Impagidinium* sp.; *Kleithriasphaeridium corrugatum*; *K. secatum*; *Odontochitina* sp.; *Oligosphaeridium asterigerum*; *O. complex*; *O. diluculum*; *O. pulcherrimum*; *O. reticulatum*; *O. totum*; *Palambages morulosa*; *Paleocystodinium bulliforme*; *P. denticulatum*; *P. lidiae*; *Pervosphaeridium monasteriens*; *P. truncigerum*; *Protoellipsoidinium* sp.; *Pseudoceratium eisenakii*;

Andalusiella sp.; *Apteodinium* sp.; *Bourkidinium granulum*; *Batiacasphaera* sp.; *Canningia?* *senonica*; *Cannosphaeropsis utinensis*; *Ceratiopsis pannucea*; *Cerodinium diebelli*; *Cerodinium* sp.; *C. speciosum*; *C. striatum*; *Circulodinium distinctum*; *Cleistosphaeridium armatum*; *C. polytrichum*; *Coronifera oceanica*; *C. striolata*; *Cribrasperidium orthoceras*; *Cyclonephelium compactum*; *C. membraniphorum*; *Cymososphaeridium polytrichum*; *C. benmoreense*; *Damassadinium californicum*; *Deflandrea damassi*; *D. galeata*; *Disphaerogena carposphaeropsis*; *D. cf. irregularia*;

و بدنه قارچ ها بصورت نادر در این نمونه ها وجود دارند.
برش پدلی

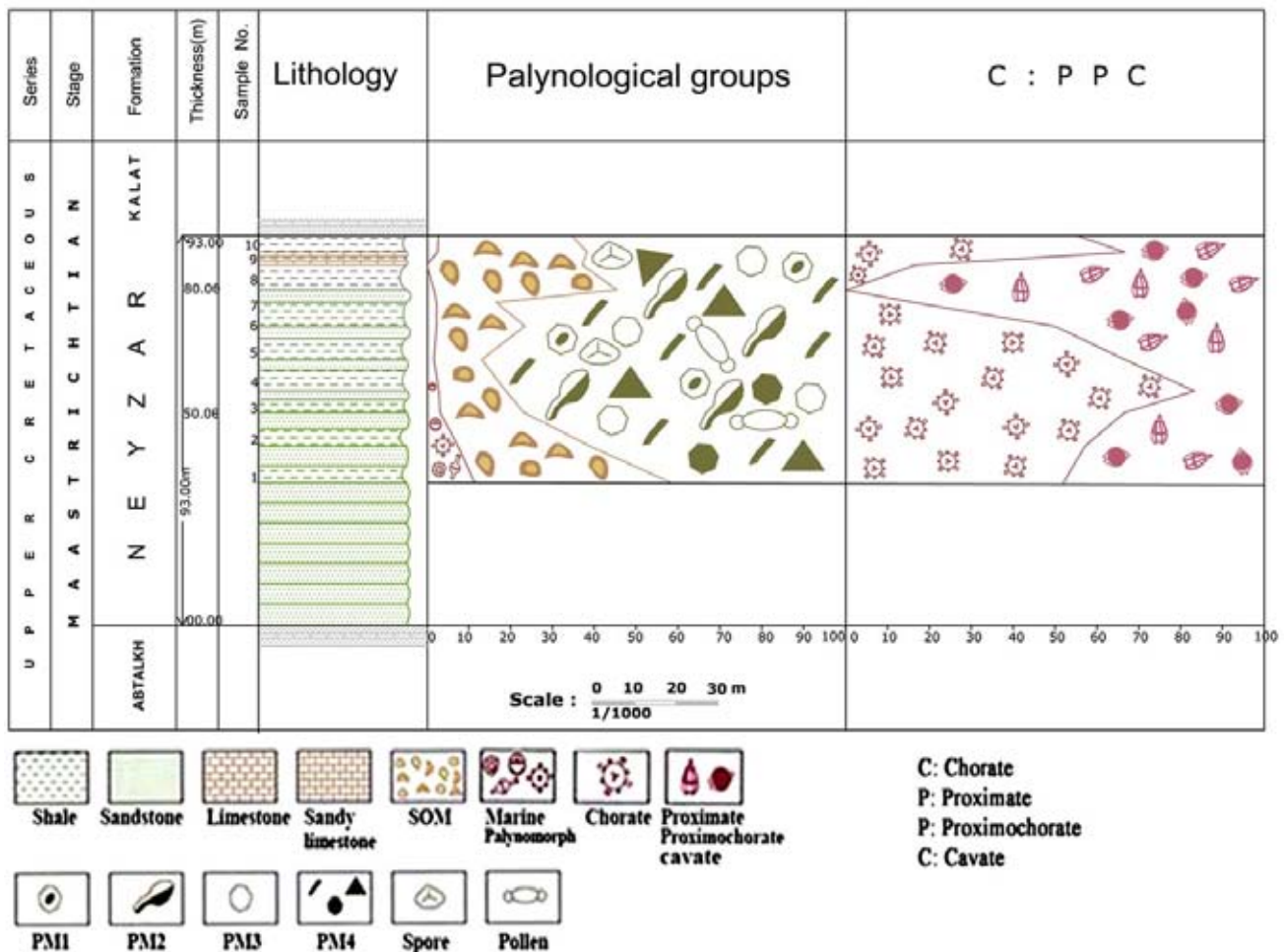
در این برش سازند نیزار بطور هم شیب روی سازند آب تلخ و زیر سازند کلات قرار گرفته است و ۹۳ متر ضخامت دارد، لیتولوژی آن بطور کلی شامل ماسه سنگهای گلاکونیتی ضخیم لایه به رنگ سبز زیتونی و شیل آهکی خاکستری متمایل به سبز با میان لایه‌هایی از سنگ آهک ماسه‌ای می‌باشد. از نمونه‌های برداشت شده، ۸ نمونه دارای پالینومرف دریایی (خصوصاً داینوفلاژله) می‌باشد (شکل ۴).

Raetiaedinium? truncigerum; Renidinium rigidum; Sentusidinium sp.; Spiniferites perforatus; S. ramosus; Surculusphaeridium sp.; Svalbardella australina; Tanyosphaeridium sp.; Thalassiphora delicata; T. Pelagica; T. succincta; Trithyrodinium evittii.

از میان نمونه‌های ثبت شده در اسلایدها فراوان‌ترین آنها متعلق به جنس‌های زیر می‌باشند:

Achomosphaera; Cannosphaeropsis; Cerodinium; Circulodinium; Disphaerogena; Florentinia; Glaphyrocysta; Kleithrisphaeridium; Oligosphaeridium; Palambages; Spiniferites; Thalassiphora.

همچنین پولن‌های دوباله، آسترهای داخلی پوسته فرامینیفرها و اسپور



شکل ۴: نمایش تغییرات فراوانی خرده‌های پالینولوژیکی (ماسرال، داینوفلاژله‌ها، SOM) و نسبت C:PPC در طول ستون چینه‌شناسی سازند نیزار در برش پدلی.

Coronifera striolata; Cribroperidinium orthoceras; Ctenuidinium sp.; Cymosphaeridium benmoreense; Deflandrea galeata; Diconodinium vitricornu; Glaphyrocysta marlbroughensis; Hystrichosphaeridium tubiferum; Impagidinium cf. cristatum; Kleithrisphaeridium secatum; Oligosphaeridium totum; Palambages murolusa; Pervosphaeridium monasteriense; Protoellipsodinium sp.; Senoniasphaera sp.; Spiniferites ramosus; Tenua hystrix; Thalassiphora pelagica.

پالینولوژی

در این برش از ۸ نمونه دارای پالینومرف دریایی، تعداد ۲۴ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه دقیق گونه‌های زیر در شناسایی شدند (PLATE 1-2):

Achomosphaera ramulifera; Batiacasphaera cf. norvikii; Ceratiopsis pannucea; Cerodinium diebelli; C. pannuceum; C. speciosum; Chatangiella sp.; Circulodinium distinctum;

سنی کامپاین- ماستریشتین نیز در نمونه‌های تمامی برش‌های مورد مطالعه مشاهده شده است. *Paleocystodinium denticulatum* که معرف محدوده ماستریشتین پسین می‌باشد نیز در نمونه‌ها ثبت شده است. گونه‌های شاخص فوق در سازند نیزار در برش‌های مورد مطالعه مشاهده شده اند و بنابراین سن سازند ماستریشتین تعیین می‌گردد.

محیط رسوبی

مهم‌ترین اجزاء موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی که برای تعیین محیط رسوبی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

الف. قطعات نابرجا یا حمل شده (Allochthonous): که شامل انواع ماسرال‌هاست که اندازه، رنگ، فراوانی و حفظ‌شدگی آنها در تعیین محیط‌های دیرینه بسیار مهم است. چنانچه ماسرال‌ها حالت تیغه‌ای داشته باشند شناوری (buoyancy) بیشتری از خود نشان می‌دهند. هر چه اندازه ماسرال‌ها بزرگتر باشد کمتر جابجایی صورت گرفته است. این عناصر از خارج به داخل حوضه رسوبی حمل شده‌اند و شامل:

۱. پالینوماسرال نوع ۱ (PM1) یا مواد ارگانیکی نارنجی - قهوه‌ای تیره، دارای ساختمان یا بدون ساختمان.
 ۲. پالینوماسرال نوع ۲ (PM2) یا مواد ارگانیکی به شکل نامنظم و قهوه‌ای نارنجی.
 ۳. پالینوماسرال نوع ۳ (PM3) یا مواد ارگانیکی کم رنگ و نسبتاً نازک و نامنظم و عموماً با ساختمان اولیه.
 ۴. پالینوماسرال نوع ۴ (PM4) یا قطعات سیاه یا نسبتاً سیاه هم بعد و تیغه‌ای که نوع تیغه‌ای آن خاصیت شناوری بسیار زیادی داشته و مسافت‌های زیادی را طی می‌کند.
- پولن‌های بدون بال، دو باله، اسپورها و اسپور قارچها نیز جزو ماسرال‌ها به حساب می‌آیند.
- ب.** قطعات برجا (Autochthonous): شامل داینوسیسستها، آکریتارش‌ها، جلبکهای سبز دریایی و پوسته‌های داخلی میکروفرامینیفرها و SOM می‌باشند (Van der Zwan 1990).

فاکتورهای دیگری نیز در تعیین شرایط و چگونگی محیط دیرینه مهم هستند که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

شناخت و تعیین درصد میزان SOM (مواد ارگانیکی بدون ساختمان)، که به دو دسته SOM تیره و روشن تقسیم می‌شوند. بالا بودن نسبت درصد SOM تیره به روشن، افزایش اکسیژن محیط را نشان می‌دهد که تجزیه مواد ارگانیکی را به دنبال داشته است. بالا رفتن مقدار SOM روشن به عقیده گورین و استفان (Gorin & Steffen 1991) نشان دهنده محیط آرام، ساکن و عمیق با انرژی بسیار کم می‌باشد.

فاکتور Lability یا نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای (b) به ماسرال‌های اپک (op)، هر چه نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای بر اپک بیشتر باشد

از میان نمونه‌های ثبت شده در اسلایدها فراوان‌ترین آنها متعلق به جنس‌های زیر می‌باشند:

Hystrichosphaeridium; Oligosphaeridium; Protoellipsodinium; Spiniferites; Thalassiphora.

از دیگر پالینومرف‌های موجود در این نمونه‌ها می‌توان پولن‌های دوباله و اسپور و بدنه قارچها را نام برد که بسیار نادر می‌باشند.

پالینوزوناسیون

آشکوب‌های تورونین تا ماستریشتین با دارا بودن مجموعه‌های خاصی از داینوفلاژله‌ها در سوپرزون (*Isabelidinium* 1987) قرار داده شده اند (Helby et al.).

یکی دیگر از زون‌بندی‌های ماستریشتین فوقانی، زون‌بندی هانسن (Hansen 1977) بر اساس داینوفلاژله‌ها است. او قسمت‌های بالای آشکوب ماستریشتین را بر اساس *Palynodinium grallator* به دو زیر زون زیر تقسیم کرد:

1- *Tanyosphaeridium magdali*

2- *Thalassiphora pelagica*

از طرفی *T. pelagica* طبق زون‌بندی شولر و ویلسون (Schioler & Wilson 1993) در دریای شمال دانمارک (Danish North Sea) و همچنین در ونزوئلا و کلمبیا (Yepes 2001) به عنوان شاخص ماستریشتین معرفی شده است. زون‌بندی و مطالعاتی دیگری نیز بر روی آشکوب ماستریشتین توسط افراد مختلف از جمله: (Kjellstrom, 1973, Davey & Verdier 1976, Foucher & Robaszynski 1977, Foucher 1983, Hengreen et al. 1986, Costa & Davey 1992) انجام شده است ولی تا کنون زون‌بندی جامع، قابل قبول و رسمی برای طبقات ماستریشتین ارائه نگردیده است. با این وجود می‌توان سازند نیزار در برش‌های مورد مطالعه را به دلیل اینکه فقط به آشکوب ماستریشتین محدود می‌باشد و با توجه به محتوای پالینولوژی ثبت شده برای آن و از جمله فراوانی گونه شاخص *T. pelagica* با زیر زون *T. pelagica* مطابقت داد.

سن

Cerodinium diebelli که به عنوان شاخص ماستریشتین پایینی و میانی در جنوب و مرکز اروپا، اسرائیل، شمال آمریکا- غرب گرینلند، ایتالیا، ونزوئلا و کلمبیا شناخته شده است، (Roncaglia & Corradini 1997) در فرانسه و دریای شمال از بالاترین قسمت کرتاسه بالایی گزارش شده است. در ناحیه استرالیا نیز از کامپاین میانی تا ماستریشتین آغازی گزارش شده است. این گونه در قسمت‌های مختلف سازند نیزار مشاهده می‌شود.

T. pelagica که در ونزوئلا و کلمبیا (Yepes 2001) و دریای شمال دانمارک (Schioler & Wilson 1993) به عنوان شاخص ماستریشتین فوقانی معرفی شده است تقریباً در تمامی قسمت‌های سازند نیزار مشاهده می‌شود. *Cerodinium pannuceum* با محدوده

می‌باشد.

آستر آلی فرامینیفرها (Foraminiferal test lining) نشان دهنده شرایط اکسیژن دار محیط است.

برای تعیین محیط رسوبی سازند نیزار در برشهای مورد مطالعه از فاکتورهای مذکور استفاده شد و به علاوه برای بدست آوردن نتایج بهتر از روش‌های آماری، نموداری و ترسیمی نیز استفاده شده است. در هر اسلاید پالینولوژی، بطور تصادفی تعداد ۴۰۰ عنصر پالینولوژیکی شمارش و در جداولی جداگانه به صورت درصد ارائه گردیده است (جداول ۱، ۲ و ۳). مجموعه این فاکتورها نشان می‌دهد که محیط انباشش شیل و مارنهای سازند نیزار در برش چهجهه، محیطی ساحلی، نریتیک داخلی تا دریایی باز، گاهی دارای اکسیژن و گاهی بدون اکسیژن یا کم اکسیژن بوده است. محیط رسوبی سازند نیزار در برش تنگ نیزار، ساحلی، نریتیک داخلی تا دریایی باز (گاهی کاملاً شرایط اکسیژن‌داری در آن دیده می‌شود) می‌باشد. برای برش پدلی محیطی بسیار کم عمق و ساحلی تا ابتدای دریای باز و گرم و کم اکسیژن پیشنهاد می‌گردد. در مجموع محیط رسوبی سازند نیزار محیط دریایی و بسیار کم عمق تا دریای باز و با انرژی متوسط تا زیاد در نظر گرفته می‌شود.

دیاگرام سه گانه تایسون

برای تعیین محیط و شرایط رسوبی سازند نیزار علاوه بر موارد بالا از دیاگرام سه‌گانه تایسون (Tyson 1995) نیز استفاده گردید. اجزاء مورد استفاده در این دیاگرام‌های مثلثی شامل SOM، فیتوکلاست‌ها (Phytoclast) و پالینومرف‌های دریایی (Marine Palynomorph) هستند. مواد ارگانیکی به دلیل ثبت نوسانات و تغییرات سطح آب و نرخ رسوبگذاری و اکسیژن برای تفسیر شرایط محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای این منظور درصد SOM، فیتوکلاست‌ها و پالینومرف‌هایی که قبلاً شمارش شده‌اند (جدول‌های ۱، ۲ و ۳)، تعیین و به دیاگرام سه‌گانه تایسون منتقل شدند و محل مربوط به هر نمونه بر روی دیاگرام تعیین شد (شکل ۵) که در برش‌های مختلف به شرح زیر است:

برش چهجهه

با توجه به درصد SOM، فیتوکلاست و پالینومرف‌هایی که در جدول شماره ۱ آمده است، دیاگرام سه‌گانه تایسون برای سازند نیزار در برش چهجهه بصورت شکل ۵ می‌باشد.

نمونه شماره ۳ در فاسیس شماره IVb قرار می‌گیرد که نمایانگر قسمت Shelf to basin transition حوضه است و نمونه‌های ۱، ۲، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۲۰ در فاسیس شماره II قرار می‌گیرند که محیط حوضه حاشیه‌ای با اکسیژن کم - فاقد اکسیژن (marginal dysoxic- anoxic basin) می‌باشد. نمونه ۱۹

فاکتور Lability بیشتر بوده و حفظ شدگی بهتری را نشان می‌دهد. وجود درصد بالایی از ماسرال‌ها نشان دهنده محیط کم عمق و نزدیک به ساحل است. از طرفی ماسرال‌های نسبتاً درشت و هم بعد مبین جابجایی (bouyancy) کم می‌باشد.

ماسرال‌های قهوه‌ای وابسته به گیاهان خشکی بوده و نشان دهنده محیط نزدیک ساحل هستند. ماسرال‌های اپک می‌تواند محیط نیمه اکسیک- نیمه آرام را نشان دهد و در محیط دور از ساحل زیاد می‌شوند (Waveren & Visscher 1994).

شناخت و تعیین درصد پالینومرف‌های دریایی (خصوصاً داینوفلاژله‌ها)، حفظ‌شدگی داینوفلاژله‌ها و شناسایی داینوفلاژله‌هایی که محیط‌های خاص مانند نریتیک داخلی (IN) و نریتیک خارجی (ON) یا قسمت‌های مختلف محیط دریایی را نشان می‌دهند (Mahmoud & Moawad 2000)، شمارش پالینومرف‌های دریایی (خصوصاً داینوفلاژله‌ها) و خشکی و تعیین نسبت CE/ME که معمولاً به عنوان ضریب K یعنی نسبت پالینومرف‌های خشکی به دریایی (CE) تعداد پالینومرف‌های خشکی و ME تعداد پالینومرف‌های دریایی است) برای تعیین محیط انباشش رسوبات مورد استفاده قرار می‌گیرند. افزایش فرم‌های کوریت به مجموع فرم‌های پروکسیمیت، پروکسیموکوریت و کاویت نشان دهنده افزایش عمق آب می‌باشد (Ghasemi-Nejad et al. 1999) که در سازند نیزار در برش‌های چهجهه، تنگ‌نیزار و پدلی در شکل (۴، ۳، ۲) نشان داده شده است. سیستم‌های داینوفلاژله‌ها با دیواره ضخیم و اشکال کاویت، پروکسیمیت و پروکسیموکوریت با شرایط انرژی بالا و دریای کم‌عمق مطابقت دارد در حالیکه فرم‌های کوریت بیشتر ساکن محیط‌های آرام و کم انرژی می‌باشند. تنوع بالای سیستم‌های داینوفلاژله‌ها محیط دریایی باز و عمیق را نشان می‌دهد (Wall et al. 1977).

اسپورهای قارچی و ریف‌های قارچی در مقابل شرایط اکسیژن‌دار مقاوم بوده و نشان دهنده محیط گرم و کم‌عمق می‌باشند. شوری نیز یکی از عوامل اصلی کنترل کننده تبادلات اسمزی در میکرو ارگانیسم‌ها بوده و نقش بسیار مهمی در توزیع و گسترش داینوفلاژله‌ها دارد (Pross & Schmiel 2002).

وجود گونه‌های *Spiniferites* همراه با درصد بالایی از ماسرال‌ها نشان دهنده شرایط پُسرونده است. وجود *Glaphyrocysta* و *Cribroperidinium* در نمونه‌ها مبین محیط نریتیک داخلی است. *Thalassiphora pelagica* وجود جریان‌ات آب شیرین و سرد در منطقه را تأیید می‌کند. زیرا این داینوسیست مقاومت بسیار زیادی در برابر تغییرات شوری و اکسیژن از خود نشان می‌دهد (Sluijs et al. 2005). وجود مجموعه داینوفلاژله‌ها از جمله *Cannosphaeropsis utinensis*، *Spiniferites*، *Cribroperidinium* نشان دهنده محیط دریایی باز

جدول ۱: نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه های برش چهچهه.

Sample No.	N.D	MP	SOM	PM	PM1	PM2	PM3	PM4
۲۰	۱۷	۱/۷۱	۱۴/۵۷	۸۳/۷۱	۱۸/۲۸	۱۵/۷۱	۶/۸۵	۴۲/۸۵
۱۹	۸	۱/۷۱	۱۰/۸۵	۸۷/۴۲	۲۹/۲۴	۲۴/۸۵	۸/۸۵	۲۴/۵۷
۱۸	۱۶	۲/۸۵	۱۷/۴۲	۷۹/۷۱	۳۴/۷۱	۱۲/۵۷	۵/۷۱	۲۵/۷۱
۱۷	۲	۴/۲۸	۱۸/۸۵	۷۶/۸۵	۳۱/۷۱	۱۲	۶/۵۷	۲۶/۵۷
۱۶	۱۹	۵/۱۴	۱۹/۴۲	۷۴/۴۲	۲۹/۷۱	۲۰	۱۰/۲۸	۱۵/۴۲
۱۵	۵	۵/۴۲	۱۴/۸۵	۷۹/۷۱	۲۴/۲۸	۱۶/۵۷	۱۰/۲۸	۲۸/۵۷
۱۴	۱۶	۳/۱۴	۱۵/۷۱	۸۱/۱۴	۲۳/۴۲	۱۴/۸۵	۷/۱۴	۳۵/۷۱
۱۳	۱۰	۳/۴۲	۸/۵۷	۸۸	۲۰	۱۷/۷۱	۴	۶۴/۲۸
۱۲	۲۴	۳/۷۱	۶/۸۵	۸۹/۲۴	۳۴/۸۵	۱۷/۷۱	۶/۸۵	۳۰
۱۱	۴	۴	۹/۷۱	۸۶/۲۸	۲۵/۱۴	۶/۸۵	۸/۵۷	۴۵/۷۱
۱۰	۲۱	۸/۵۷	۱۲/۵۷	۷۸/۸۵	۱۸/۸۵	۱۴/۲۸	۵/۷۱	۴۰
۹	۳۱	۹/۱۴	۲۸	۶۲/۸۵	۱۲/۸۵	۸/۵۷	۵/۷۱	۳۵/۷۱
۸	۱۸	۹/۴۲	۲۸/۸۵	۶۱/۷۱	۹/۱۴	۱۰	۱۲	۳۰/۵۷
۷	۳۰	۷/۷۱	۲۸/۸۵	۶۳/۴۲	۸/۵۷	۹/۴۲	۱۲/۲۸	۱۳/۱۴
۶	۰	۰	۱۲	۸۸	۲/۸۵	۴	۲	۷۹/۱۴
۵	۲	۰	۱۰	۹۰	۲	۳/۱۴	۱/۱۴	۸۳/۷۱
۴	۰	۰	۱۰/۲۸	۸۹/۷۱	۱/۷۱	۳/۴۲	۱/۷۱	۸۲/۸۵
۳	۲۲	۱۵/۱۴	۲۶/۲۸	۵۸/۵۷	۷/۷۱	۶/۴۸	۱۰	۳۴/۵۷
۲	۶	۲/۸۵	۳۰/۲۸	۶۶/۸۵	۲/۸۵	۳/۴۲	۲/۸۵	۵۷/۷۱
۱	۰	۰	۱۴/۲۸	۸۵/۷۱	۲/۸۵	۵/۱۴	۵/۷۱	۷۲

جدول ۲: نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه های برش تنگ نیزار.

Sample No.	M.P	M.P	SOM	PM	PM1	PM2	PM3	PM4
۲۳	۲۲	۱۰	۳۳/۱۴	۵۶/۸۵	۱/۴۲	۲	۷/۷۱	۴۵/۷۱
۲۲	۱۶	۲/۸۵	۱۷/۱۴	۸۰	۲۴/۵۷	۲۳/۴۲	۶	۲۶
۲۱	۶	۴/۸۵	۶۸/۲۸	۲۶/۸۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۸	۱۷/۷۱
۲۰	۱۳	۷/۱۴	۲۹/۷۱	۶۳/۱۴	۳/۴۲	۳/۴۲	۹/۱۴	۳۷/۱۴
۱۹	۳	۰/۸۵	۱۱/۷۱	۸۷/۴۲	۰	۱/۴۲	۴	۸۲
۱۸	۲۰	۸	۲۵/۱۴	۶۶/۸۵	۳۰/۸۵	۸/۸۵	۱۳/۴۲	۱۳/۷۱
۱۷	۱۳	۸/۸۵	۳۷/۱۴	۵۴	۵/۷۱	۵/۱۴	۱۹/۱۴	۲۴
۱۶	۱۲	۳/۴۲	۴۵/۷۱	۵۰/۸۵	۴/۸۵	۲/۲۸	۱۸/۸۵	۲۴/۸۵
۱۵	۱۸	۴/۵۷	۳۵/۷۱	۵۹/۷۱	۸/۲۸	۴/۲۸	۱۸/۵۷	۲۸/۵۷
۱۴	۲	۲/۵۷	۳۸/۲۸	۵۹/۱۴	۲/۲۸	۵/۷۱	۱۵/۷۱	۳۵/۴۲
۱۳	۴	۱/۴۲	۴۷/۱۴	۵۱/۴۲	۱/۷۱	۴/۲۸	۱۵/۷۱	۲۹/۷۱
۱۲	۳	۰/۸۵	۳۲/۲۸	۶۶/۸۵	۵/۱۴	۷/۷۱	۱۴/۵۷	۳۹/۴۲
۱۱	۷	۲/۱۵۷	۴۴/۲۸	۵۳/۱۴	۲/۲۸	۰/۲۸	۱۲/۸۵	۳۷/۷۱
۱۰	۹	۳/۱۴	۳۵/۱۴	۶۱/۷۱	۱/۷۱	۴/۲۸	۱۴/۲۸	۴۱/۴۲
۹	۷	۴/۲۸	۴۳/۷۱	۵۲	۱/۱۴	۰/۸۵	۱۷/۴۲	۳۲/۵۷
۸	۱۴	۴/۲۸	۴۳/۷۱	۵۲	۱/۷۱	۲/۵۷	۱۱/۵۷	۳۱/۱۴
۷	۹	۴/۵۷	۵۷/۷۱	۳۷/۷۱	۴۷/۵۷	۳/۱۴	۱۱/۷۱	۱۸/۲۸
۶	۱۰	۲/۸۵	۴۲/۸۵	۵۳/۷۱	۳/۱۴	۴/۸۵	۲۰/۲۸	۲۵/۴۲
۵	۱۶	۶/۸۵	۴۴/۸۵	۴۸/۲۸	۴	۲/۵۷	۲۴/۵۷	۱۷/۱۴
۴	۱۴	۷/۴۲	۲۶	۶۶/۵۷	۵/۱۴	۴	۴۰/۸۵	۱۶/۵۷
۳	۳	۰/۵۷	۴۰/۲۸	۵۹/۱۴	۲/۵۸	۱/۷۱	۱۱/۴۲	۴۳/۱۴
۲	۰	۰	۴۱/۱۴	۵۸/۸۵	۲/۵۷	۲	۱۰	۴۴/۲۸
۱	۱۶	۶/۵۷	۳۶/۵۷	۵۶/۸۵	۲/۲۸	۱/۱۴	۴۱/۴۲	۱۲

جدول ۳: نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه‌های برش پدلی.

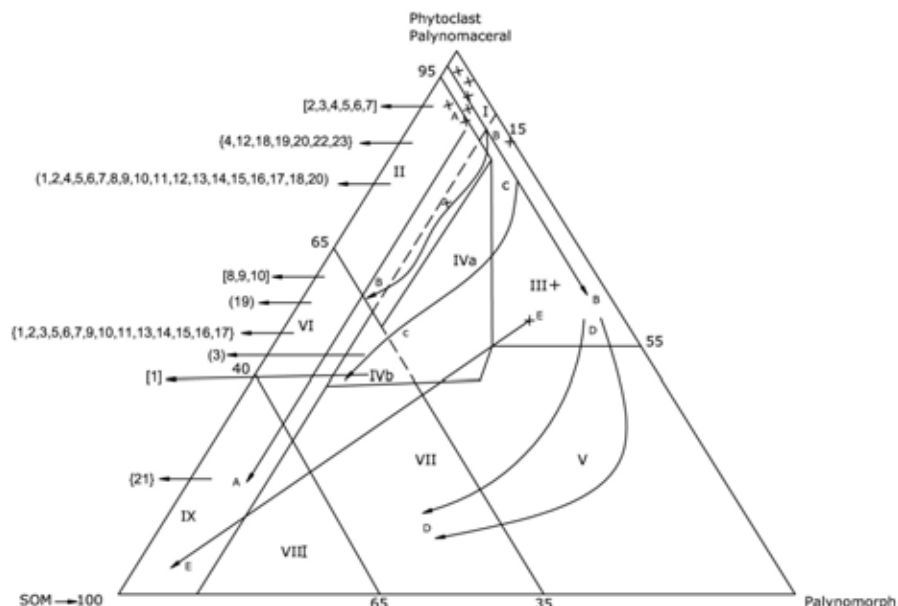
Sample No.	N.D	M.P	SOM	PM	PM1	PM2	PM3	PM4
۱۰	۷	۳/۴۲	۳۵/۷۱	۶۰/۸۵	۶/۵۷	۲	۴	۴۷/۷۱
۹	۱	۲/۵۷	۳۷/۱۴	۶۰/۲۸	۸	۱/۷۱	۸/۲۸	۴۲/۲۸
۸	۰	۰	۴۲/۷۱	۵۶/۲۸	۲	۲/۲۸	۲/۸	۷۹/۷۱
۷	۲	۱/۷۱	۱۴/۲۸	۸۴	۱/۷۱	۲/۸۵	۵/۷۱	۷۱/۷۳
۶	۶	۲/۲۸	۳۱/۱۴	۷۶/۵۷	۷/۷۱	۳/۷۱	۱۰/۲۸	۵۴/۸۵
۵	۹	۱/۷۱	۱۱/۴۲	۸۶/۸۵	۹/۱۴	۵/۱۴	۵/۷۱	۶۶/۸۵
۴	۸	۲/۸۵	۱۶	۸۱/۱۴	۸/۸۵	۱۰/۲۸	۱۵/۷۱	۴۶/۲۸
۳	۷	۳/۱۴	۲۰	۷۶/۸۵	۸/۲۸	۹/۱۴	۱۵/۴۲	۴۴
۲	۹	۷/۴۲	۳۱/۴۲	۶۱/۷۱	۱۳/۱۴	۱۳/۷۱	۱۲	۲۲/۲۸
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

PM1=Palynomaceral 1, PM2=Palynomaceral 2, PM3=Palynomaceral 3, PM4=Palynomaceral 4, SOM=Structural Organic Matter, PM=Palynomaceral, M.P=Marine Palynomorph, N.D= Number of dinocyst species.

در فاسیس شماره VI قرار می‌گیرد که محیط proximal suboxic - anoxic basin می‌گیرد که محیطی distal suboxic - anoxic basin است. برش پدلی anoxic shelf را نشان می‌دهد.

اطلاعات آماری جدول ۳ مربوط به نمونه‌های برش پدلی منتقل شده به دیاگرام مثلثی تایسون نشان (شکل ۵) می‌دهد که: نمونه‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ در فاسیس شماره II قرار می‌گیرند که محیطی marginal dysoxic - anoxic basin می‌باشد. نمونه ۱ در فاسیس شماره IV قرار می‌گیرد که محیطی shelf to basin transition است و نمونه‌های ۸، ۹ و ۱۰ در فاسیس شماره VI قرار می‌گیرند که محیطی proximal anoxic shelf است.

اطلاعات آماری جدول ۲، منتقل شده به دیاگرام مثلثی تایسون (شکل ۵) برای سازند نیزار در برش تنگ نیزار نشان می‌دهد که: نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در فاسیس شماره VI قرار می‌گیرند که محیطی proximal anoxic shelf می‌باشد. نمونه‌های ۴، ۱۲، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲۳ در فاسیس شماره II قرار می‌گیرند، که محیطی marginal dysoxic - anoxic basin می‌باشد. بالاخره نمونه ۲۱ در فاسیس شماره IX قرار



I: highly proximal shelf or basin, II: marginal dysoxic-anoxic basin, III: heterolithic oxic shelf (proximal shelf), IV: shelf to basin transition, V: mud-oxic shelf, VI: proximal suboxic - anoxic shelf, VII: distal dysoxic-anoxic shelf, VIII: distal anoxic shelf, IX: distal suboxic-anoxic basin. Transport paths: A; direct path from source into anoxic basin, B; phytoclasts move away from source out across shallow-marine shelf, C; redirection of phytoclasts into basin from route, D; continuation of route B with further reduction in phytoc values and progressive sorting of phytoclasts and palynomorphs, E; poorly defined shelf basin pathway. (after Tyson, 1989)

شکل ۵: نمایش نمونه‌های سازند نیزار بر روی دیاگرام سه گانه تایسون (Tyson, 1995) به منظور تعیین محیط و شرایط رسوبی. نمونه‌های برش چپ‌چپه با {...} و نمونه‌های برش پدلی با [...] مشخص شده است.

اسپوره‌های ترایلت نیز شناسایی و ثبت گردید. با توجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده، سن سازند نیزار در هر سه برش چهچهه، تنگ‌نیزار و پدلی ماستریشتین تعیین گردید که با سنی که قبلاً با استفاده از فرامینیفرها تعیین شده بود، مطابقت دارد. با استفاده از فرمهای شاخص داینوفلاژله‌ها و مقایسه آنها با بیوزون‌های ارائه شده در نقاط مختلف جهان برای آشکوب ماستریشتین، سازند نیزار در هر سه برش مطالعه شده را می‌توان با زیر زون *Talassiphora pelagica* مطابقت داد.

محیط رسوبی سازند نیزار با توجه به فراوانی و تنوع گونه‌های مختلف داینوفلاژله‌ها و نسبت C:PPC و فاکتور K و سایر فاکتورهایی که در متن بیان شد، محیط دریایی کم عمق تا دریایی باز و با انرژی متوسط تا زیاد تعیین گردید. وجود پالینومرف‌هایی مانند Fungal spore و Fungal body و نیز برخی از پالینومرف‌های شاخص آب و هوای گرم در اسلایدهای پالینولوژیکی مبین وجود آب و هوای گرم در زمان انبایش این طبقات می‌باشد.

به طور خلاصه نمونه‌های سازند نیزار در برش چهچهه اکثراً در فاسیس II و در برش تنگ نیزار در فاسیس II و VI و در برش پدلی در فاسیس II قرار می‌گیرد که فاسیس II در هر سه برش مشترک است. با توجه به نتایج بدست آمده بطور کلی محیط رسوبی سازند نیزار در زمان انبایش رسوبات محیطی بسیار کم عمق تا دریایی باز با انرژی متوسط تا زیاد در نظر گرفته شده است.

نتیجه گیری

گرچه سازند نیزار به دلیل ماهیت لیتولوژیکی خود بسیار کم فسیل است، اما این مطالعه نشان داد که این سازند غنی از پالینومورف‌های دریایی، مخصوصاً داینوفلاژله‌ها، می‌باشد. در مجموعه غنی شنا سایی شده از این میکروارگانیسمها در نمونه‌های مورد مطالعه انواع چهارگانه مورفوتایپ‌های آنها شامل فرمهای کوریت، کاویت، پروکسیمیت و پروکسیموکوریت مشاهده شد که به سمت انتهای سازند از تعداد فرمهای کوریت کاسته می‌شود. علاوه بر داینوفلاژله‌ها تعداد دیگری از پالینومورف‌ها از جمله: پولنهای دوساکه، آستر داخلی فرامینیفر، اسپور قارچ، بدنه قارچ و

منابع

- افشار حرب ع. ۱۳۷۳: زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه‌داغ، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، تهران.
- Costa L.I. & Davy R.J. 1992: Dinoflagellate cysts of the Cretaceous system. In: A.J. Powell (Editor), A stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts. London, Chapman and Hall, Pp. 99-154.
- Davy R.J & Verdier J.P. 1976: A review of certain non-tabulate Cretaceous hystrichosperid dinocysts. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **22**: 307-335.
- Foucher J.C. & Robaszynski F. 1977: Microplankton des silex du Bassin de Mons (Belgique) (Dinoflagelles Cretaces et Daniens). *Ann. Paleontol. Invertebr.* **63**: 19-58.
- Foucher J.C. 1983: Les dinokystes des craies Campano- mastrichtiennes d'Halembaye (Belgique) et de Beutenaken (pays-Bas) Inventaire et repartition stratigraphique. VIII Symp. APLF, Paris, poster Session.
- Ghasemi-Nejad E., Sarjeant W.A.S., Gygi, R. 1999: Palynology and palaeoenvironment of the uppermost Bathonian and Oxfordian (Jurassic) of the Northern Switzerland sedimentary basin. *Memorie Svizzere di Paleontologia.* **119**: 64 pp.
- Gorin G.E. & Steffen D. 1991: Organic facies as a tool for recording eustatic variations in marine fine-grained carbonates—example of the Berriasian stratotype at Berrias (Ardeche, SE France). *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **85**: 303-320.
- Hengreen G.F.W., Felder W.M., Kedves M., Meesen J.P.M.T. 1986: Micropaleontology of the Maastrichtian in borehole bunde, The Netherlands. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **48**: 1-70.
- Hansen J.M. 1977: Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. *Bull. Geol. Soc. Den.* **26**: 1-26.
- Helby R., Morgan R., Partridge A.D. 1987: A palynological zonation of the Australian Mesozoic In: JELL.P.A. (Editor): Studies in Australian Mesozoic. *Mem. Assoc. Australas Palaeontologists.* **4**: 1- 94.
- Kjellstrom G. 1973: Maastrichtian microplankton from the Hollviken borehole no.1 in Scania, Southern Sweden. *Sver. Geol. Unders. C.* **688**: 59 PP.
- Mahmoud M.S., Moawad A.R.M.M. 2000: Jurassic–Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) Palynology and stratigraphy of the West Tiba-1 borehole, northern Western Desert, Egypt. *Jour. Afric. Earth Sc.* **30 (2)**: 401-416.
- Matsuoka K., Fukuyo Y. 2000: Technical guide for modern dinoflagellate cysts study.
- Pross J., Schmiedl G. 2002: Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Upper Rhine Graben (SW Germany): Palaeoenvironmental and paleoclimatic implications. *Mar. Micropaleo.* **45**: 1-24.
- Roncaglia L., Corradini D. 1997: Correlation of key dinoflagellate events with Calcareous nannoplankton and planktonic foraminifera zones in the Solignano Formation (Maastrichtian, Late Cretaceous). *Rev. Palaeobot. Palynol.* **97**: 177-196.
- Schioler P., Wilson G.J. 1993: Maastrichtian dinoflagellate Zonation in the Dan Field, Danish North Sea. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **78**: 321-351.
- Sluijs A., Pross J., Brinkhuis H. 2005: From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. *Earth Science Reviews.* **68**: 281- 315.

- Traverse, A. 1988. Paleopalynology. Department of Geosciences College of earth and mineral Sciences , the Pennsylvanian state University, 600 PP.
- Tyson R.V. 1995: Palynofacies Analysis. Applied Micropaleontology Pp. 153 - 197.
- Van der Zwan C.J. 1990: Palynostratigraphy and palynofacies reconstruction of the Upper Jurassic to Lowermost Cretaceous of the Dragen field, offshore Mid Norway. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **62**: 157-186.
- Wall D., Dale B., Lohmann G.P., Smith W.K. 1977: The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent area. *Mar. Micropaleo.* **2**: 121-200.
- Waveren I., Visscher H. 1994: Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediments from a high- Productivity area (Bandasa, Indonesia). *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol* **112**: 85-111.
- Yepes O. 2001: Maastrichtian-Danian dinoflagellate cysts biostratigraphy and biogeography from two Equatorial Sections in Colombia and Venezuela. *Palynology.* **25**: 217- 249.

Archive of SID

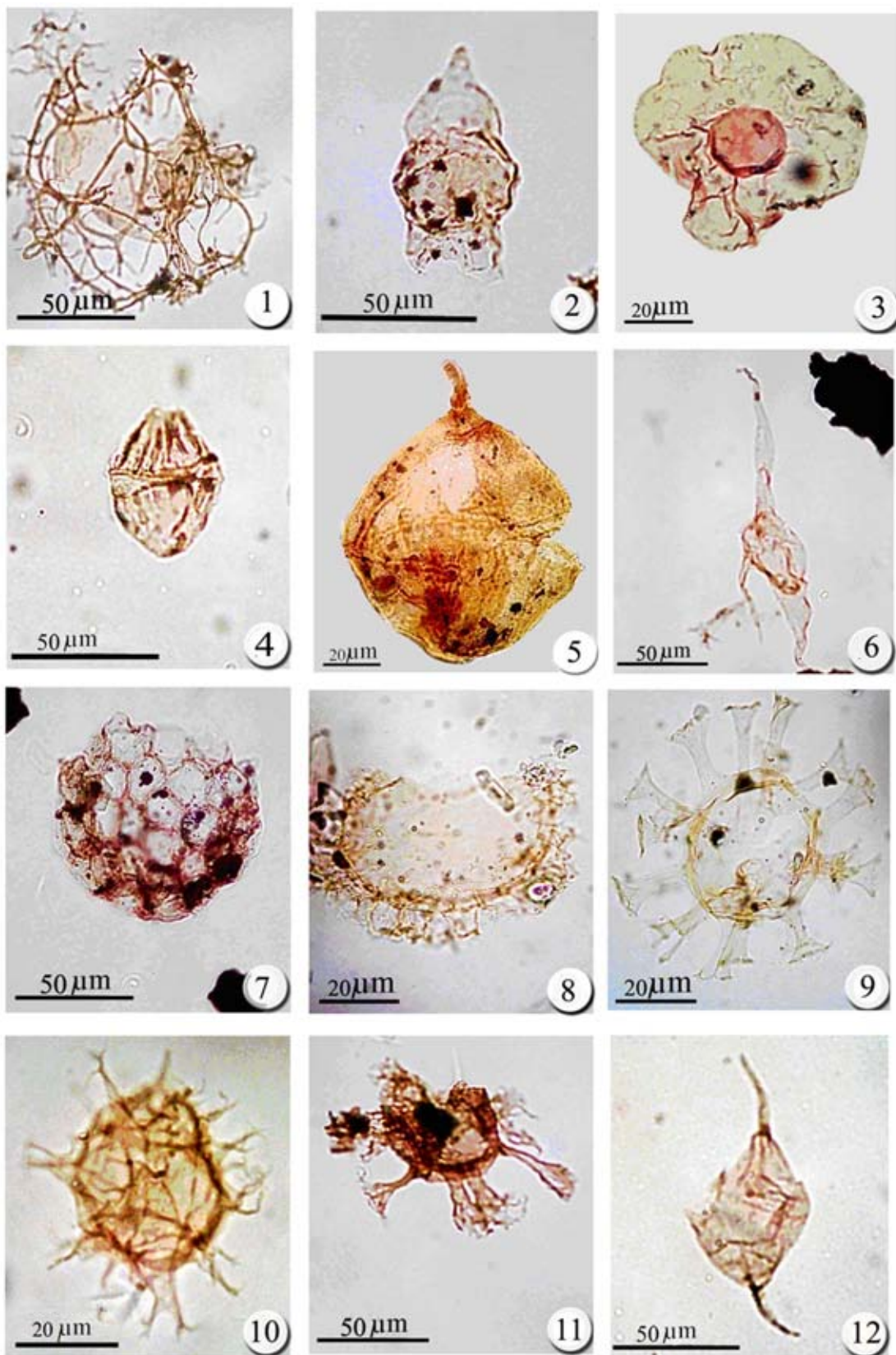


Plate 1: 1-*Cannosphaeropsis utinensis*, 2-*Chatangiella packhamii*, 3-*Thalassiphora pelagica*, 4-*Dinogymnium wesralium*, 5-*Cribroperidinium orthoceras*, 6-*Odontochitina costata*, 7-*Palambages morulosa*, 8-*Glaphyrocyst* sp., 9-*Oligosphaeridium* sp., 10-*Spiniferites perforatus*, 11-*Oligosphaeridium albertense* 12-*Paleocystodinium bulliforme*.

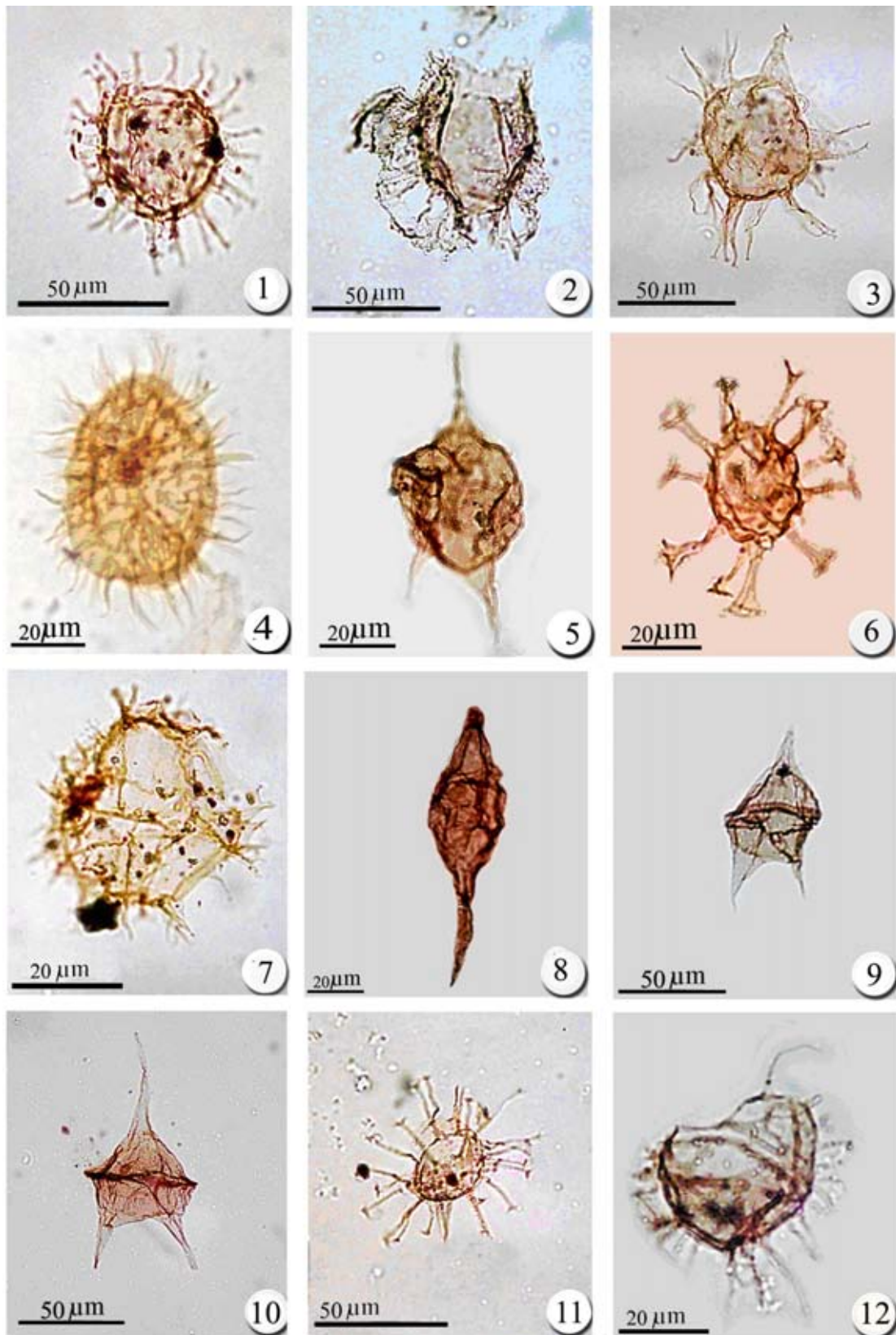


PLATE 2: 1- *Cleistosphaeridium solidum*, 2- *Glaphrocyst* sp., 3- *Pervosphaeridium monasteriens*, 4- *Hystrichosphaeridium echinatum*, 5- *Cerodinium speciosum*, 6- *Oligosphaeridium pulchrum*, 7- *Spiniferites* sp., 8- *Paleocystidinium denticulate*, 9- *Cerodinium* sp., 10- *Cerodinium diebeli*, 11- *Hystrichosphaeridium bowerba*, 12- *Hystrichodinium pulchrum*