



پالینولوژی و محیط دیرینه سازند کلات در شرق موضعی رسوبی کپه داغ

ممسن علامه^{۱*}، ابراهیم قاسمی نژاد^۲، عبدالله سعیدی^۳

۱) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی و عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۲) دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران

۳) پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور

* عهده دار مکاتبات

چکیده

حوضه رسوبی کپه داغ به صورت باریکه‌ای طولی در شمال شرق ایران قرار گرفته و شامل رسوباتی به سن ژوراسیک تا عهد حاضر می‌باشد. سازند کلات یکی از واحدهای این حوضه، با سن کرتاسه پسین و لیتولوژی آهک ماسه‌ای و شیل از شرق به غرب گسترش دارد. به منظور مطالعات پالینولوژی، سه برش از این سازند در مناطق چهچهه، تنگ نيزار و پدلی نمونه برداری و آماده سازی گردید. نمونه‌های شیلی غنی از پالینومورف‌های دریایی (داینوفلاژله‌ها) بوده و ۴۰ گونه، متعلق به ۲۹ جنس از آن‌ها مورد شناسایی قرار گرفت. مطالعات پالینوفاسیس سازند کلات نشان می‌دهد که این واحد در محیط دریایی کم عمق تا دریایی باز با انرژی متوسط تا نسبتاً زیاد نهشته شده است.

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

Palynology and paleoenvironmental study of the Kalat Formation in the east of the Kopet – Dagh sedimentary basin

M. Allameh¹, E. Ghasemi-Nejad² & A. Saeidi³

1) Department of Geology, Sciences & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran, and
Department of Geology, Faculty of Basic Science, Islamic Azad University, Mashhad branch, Mashhad, I.R.Iran

2) Department of Geology, Tehran University, Tehran, I.R.Iran

3) Geological survey of Iran, Teheran

Abstract

The Kopet–Dagh sedimentary basin stretches in northeastern Iran as narrow and long ranges and contains sediments of the Jurassic to recent ages. One of the lithostratigraphic units in this basin is the Kalat Formation with an age of the latest Cretaceous. The Formation is made up of sandy limestones and shales. In order to study the palynology, palynofacies and paleoenvironment of these Formations three sections, Chahchahe, Tange–Neyzar and Padly, were sampled palynologically and the samples were prepared and studied. Some of the samples proved to be rich in dinoflagellates and some 40 species belonging to 29 genera were recorded. Palynofacies studies show that the Formation was deposited in a shallow- open marine environment with moderate to high energy conditions.

Key words: Depositional paleoenvironment, Dinoflagellate, Kalat Formation, Kopet Dagh, Palynology, palynofacies.

۱- مقدمه

چسبانده شد (Matsuoka & Fukuyo 2000).

توجه: به دلیل خطرناک بودن کلیه‌ی مراحل تهیه‌ی اسلایدهای پالینولوژیکی، لازم است تمامی مراحل در آزمایشگاه مجهز به هود قوی و با استفاده از ماسک، روپوش، عینک و دستکش و با احتیاط کامل انجام شود. 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 شد. در عکس برداری توسط لنز ۱۰۰ از روغن ایمرسیون استفاده گردید.

۳- مینه‌شناسی سازند کلات

نام این سازند از ناودیس کلات گرفته شده و برش الگوی آن در تنگ‌نیزار و در کنار راه اصلی مشهد - سرخس قرار دارد. سنگ‌آهک‌های این سازند به صورت دیواره‌ای قائم آن را به صورت قلعه‌ای طبیعی درآورده است که تنها محل ورود و خروج آن، رودخانه کلات می‌باشد. لیتولوژی سازند کلات در برش الگو از ۲۷۷ متر سنگ‌آهک و شیل تشکیل شده است که به صورت پنج بخش شامل بخش سنگ‌آهکی زیرین، بخش شیل زیرین، بخش سنگ‌آهک میانی، بخش شیل فوقانی و بخش سنگ‌آهک فوقانی قابل تفکیک هستند. از پنج بخش موجود در محل برش الگوی این سازند فقط بخش زیرین در تمام منطقه گسترش یافته است و بخش‌های دیگر به سوی شرق و غرب نازک شده و ناپدید می‌گردند (افشار حرب ۱۳۷۳). در محل برش الگو سطح تماس این سازند با سازند زیرین (نیزار) هم‌شیب و با سازند بالایی (پسته‌لیق) نیز هم‌شیب است.

۴- راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه

۴-۱- برش چهچه

این برش در مسیر جاده‌ی مشهد به کلات نادری و در فاصله‌ی تقریبی ۷۳ کیلومتری از مشهد و در غرب پاسگاه مرزی سنگانه و در شمال شرق روستای چهچه واقع شده است. مختصات قاعده‌ی برش "۲۲/۴۴، ۲۰، ۶۰ طول شرقی و "۳۹/۳۰، ۳۷، ۳۶ عرض شمالی است (تصویر ۱).



تصویر ۱- نقشه‌ی راه‌های دسترسی به برش‌های مطالعه شده
(۱۱: برش چهچه، ۱۲: برش تنگ‌نیزار، ۱۳: برش پدلی)

حوضه‌ی رسوبی کپه‌داغ به صورت باریکه‌ای طویل در شمال شرق ایران امتداد دارد و قسمت زیادی از آن نیز در ترکمنستان و افغانستان واقع گردیده است. مختصات جغرافیایی آن ۳۰' و ۳۵° تا ۱۵' و ۳۸° عرض شمالی و ۵۵' و ۵۴° تا ۱۳' و ۶۱° طول شرقی و وسعت این حوضه حدود ۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع، معادل ۳/۳ درصد مساحت کل کشور، می‌باشد. مورفولوژی ناحیه‌ی کپه‌داغ بیشتر توسط سازندهای مزدوران به سن ژوراسیک پسین، تیرگان به سن کرتاسه پیشین، کلات به سن کرتاسه پسین و چهل‌کمان به سن پالئوسن کنترل می‌شود (افشار حرب ۱۳۷۳).

۲- روش مطالعه

ضمن بازدید از مناطق مختلف سازند کلات بارخمنون‌های خوب، به ترتیب از غرب به شرق برش‌های چهچه، تنگ‌نیزار و پدلی انتخاب، ۳۳ نمونه از قسمت‌های شیلی آن سازند برداشت و نمونه‌ها در آزمایشگاه پالینولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به شرح ذیل آماده‌سازی شدند.

۱- حدود ۱۰۰ گرم از هر نمونه، به قطعات کوچک (حدود یک سانتی متر) خرد، در بشر پلاستیکی قرار داده و آب شویی شدند.

۲- برای از بین بردن رسوبات کربناته، روی هر نمونه زیر هود آزمایشگاه به اندازی لازم و به صورت بسیار آرام اسید کلریدریک (HCL) اضافه شد و سپس برای خنثی شدن نمونه‌ها از اسید کلریدریک، از آب استفاده شد.

۳- در زیر هود قوی به آرامی به نمونه‌ها اسید فلئوئوریدریک (HF) اضافه گردید، تا سیلیس موجود در آن کاملاً حل شود. سپس برای خنثی شدن اسید فلئوئوریدریک، نمونه‌ها آب شویی شدند.

۴- نمونه‌ها از الک ۲۰۰ میکرون عبور داده شدند.

۵- برای از بین بردن ژل سیلیسی به وجود آمده، نمونه‌ها به ظرف پیرکس منتقل داده شدند و اسید کلریدریک رقیق (۱۰ درصد) به آن اضافه و به مدت نیم ساعت جوشانده شد. در پایان برای خنثی سازی اسید، نمونه‌ها مجدداً آب شویی گردیدند.

۶- مقدار ۳۰ CC از محلول زینک کلراید را درون لوله‌های مخصوص سانتی‌فیوژ ریخته و به هر لوله نمونه اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه، سانتی‌فیوژ گردیدند. بعد از عمل سانتی‌فیوژ سه لایه محلول در لوله‌ی آزمایش به وجود می‌آید. لایه میانی حاوی پالینومرف است. با قطره چکان لایه میانی جدا و جمع‌آوری گردید.

۷- نمونه را از الک ۲۰ میکرون عبور داده و محتوی روی الک که حاوی پالینومرف است، جمع‌آوری شد.

۸- ذرات روی الک ۲۰ میکرون توسط آب‌فشان به لوله‌ی آزمایش منتقل گردید. یک یا دو قطره از این محلول که حاوی پالینومرف است روی لام ریخته و پس از خشک شدن، توسط چسب کانادا بالزام، لام به لام



تصویر ۲- نمایی از باندهای آهکی دوم و سوم سازند کلات و شیل‌های بین آن‌ها در برش چچهه

۲-۴- برش تنگ‌نیزار

این برش در مسیر جاده‌ی مشهد به سرخس و در فاصله‌ی ۱۲۲ کیلومتری مشهد و در محل تنگ‌نیزار قرار دارد. جاده‌ی اصلی از برش مورد نظر عبور می‌نماید. مختصات قاعده‌ی برش "۶۰° ۳۳' ۲۳/۶۶" طول شرقی و "۵۷' ۳۴ ۱۷' ۳۶°" عرض شمالی است (تصویر ۱).

۳-۴- برش پدلی

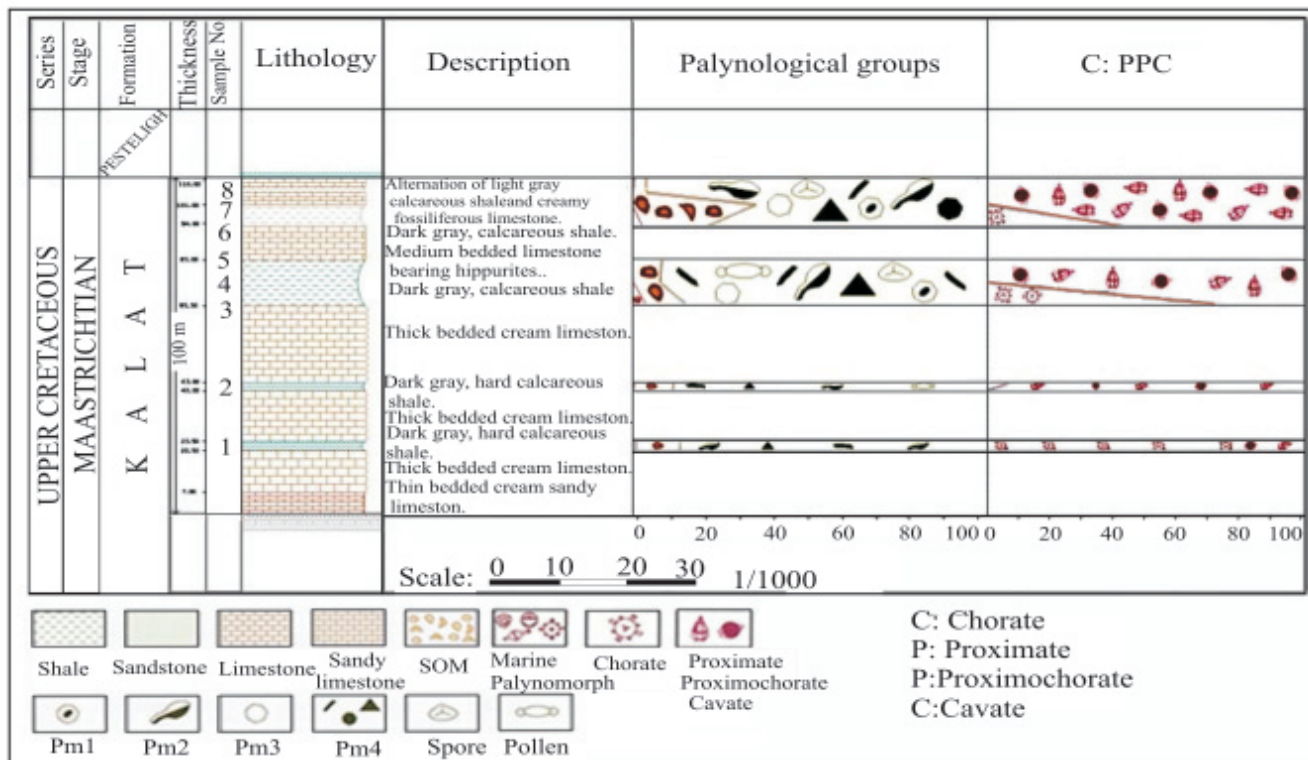
این برش در مسیر جاده‌ی مشهد - سرخس در بالاترین قسمت گردنه‌ی مزدوران و پس از طی ۳۷ کیلومتر جاده خاکی واقع شده است. محل برش در شمال روستای پدلی قرار دارد. مختصات قاعده‌ی برش "۵۵' ۱۳/۷۷" طول شرقی و "۳۶° ۳' ۲۰/۹۲" عرض شمالی است (تصویر ۱).

۵- چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه

۱-۵- برش چچهه

در این برش سازند کلات به ضخامت ۱۱۰ متر و به‌طور هم‌شیب روی سازند نیزار و زیرسازند پسته‌لیق قرار دارد (تصاویر ۲ و ۳). تعداد زیادی نمونه از این سازند برداشت شد، اما فقط هشت نمونه دارای پالینومرف، خصوصاً داینوفلاژله‌ها می‌باشند (علامه ۱۳۸۵). لیتولوژی آن شامل قسمت‌های زیر است:

- ۱- آهک نازک لایه کمی ماسه‌ای و کرم رنگ (۷ متر)
- ۲- آهک ضخیم لایه، کرم رنگ (۱۳/۵ متر)
- ۳- شیل آهکی بسیار سخت، به رنگ خاکستری تیره (۳ متر)
- ۴- آهک بسیار ضخیم لایه و کرم رنگ (۱۶/۵ متر)
- ۵- شیل آهکی سخت، به رنگ خاکستری تیره (۳ متر)



تصویر ۳- ستون چینه‌شناسی درصد انواع خرده‌های پالینومرفی (ماسرال، داینوفلاژله‌ها، مواد آلی بدون ساختمان) و تعیین نسبت C:PPC سازند کلات در برش چچهه



تصویر ۴- نمای کلی سازند کلات در برش تنگ‌نیزار

به ۲۳ جنس از داینوفلاژله‌ها شناسایی شدند (Plate 1-2) که عبارتند از:

ramosus, *Spinferites* sp., *Tanyosphaeridium* sp.,
fucatum, *Senoniasphaera* sp., *Spinferites*
 sp., *Rhaphidodinium*
Pervosphaeridium monasteriense, *Protoellipsodinium*
O.complex, *Paleocystodinium buliforme*, *P.lidiae*,
corrugatum, *Oligosphaeridium asterigerum*,
 cf. *echinatum*, *H. tubiferum*, *Kleithriasphaeridium*
Hystrichodinium pulchrum, *Hystrichosphaeridium*
mantelli, *Glaphyrocysta marlboroughensis*,
galeata, *D. damasii*, *Florentinia*
 cf. *membraniphorum*, *Dedf landrea*
 sp., *Cyclonephelium*
compactum, *Cribroperidinium*
aceras, *Cribroperidinium*
 sp., *Cribroperidinium*
Chatangiella sp., *Cleistosphaeridium*
striatum, *Chatangiella packhamii*,
Cerodinium speciosum, *Cerodinium*
Cerodinium diebelli, *Cerodinium* sp.,
fenestratum, *A. major*, *Areoligera* sp.,
ramulifera, *Amphorosphaeridium*
Achomosphaera

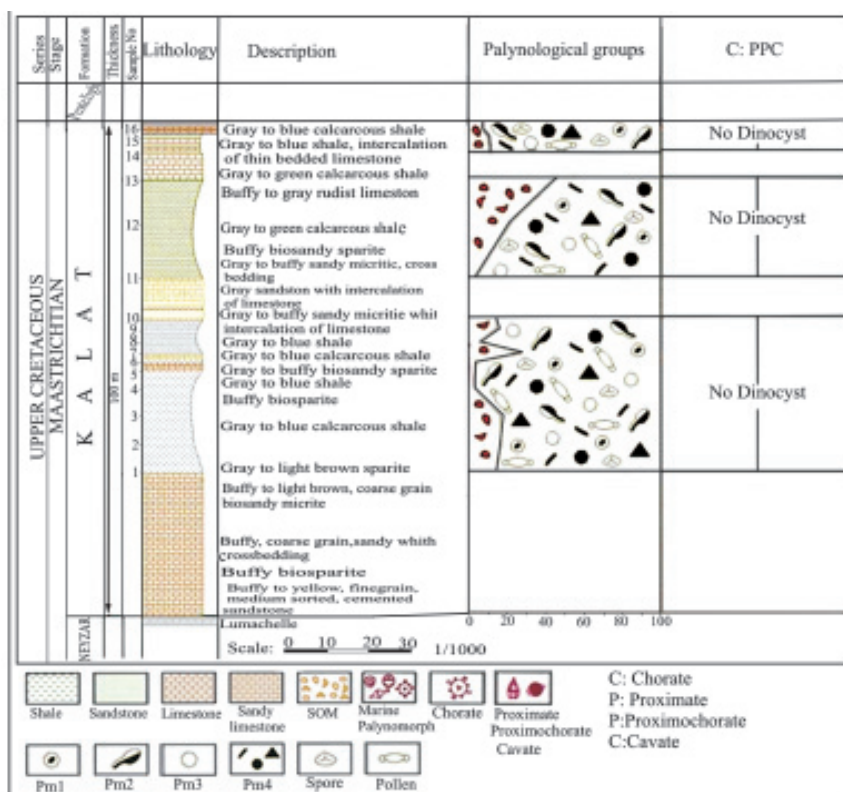
از میان نمونه‌های ثبت شده در اسلایدها، فراوان‌ترین آن‌ها متعلق به جنس‌های زیر می‌باشند:

Spiniferites, *Thalassiphora*.

- ۶- آهک ضخیم لایه کرم رنگ (۲۵ متر)
 ۷- شیل آهکی خاکستری تیره (۱۵ متر)
 ۸- آهک با لایه بندی متوسط دارای فسیل هیپوریتس (۱۱ متر)
 ۹- شیل آهکی خاکستری روشن (۷ متر)
 ۱۰- تناوبی از شیل آهکی به رنگ خاکستری روشن و آهک کرم رنگ (۹ متر)

۵-۲- پالینولوژی

در این برش از هشت نمونه‌ی غنی از پالینومرف‌ها، تعداد ۲۴ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه و بررسی‌های دقیق ۳۰ گونه متعلق



تصویر ۵- ستون چینه‌شناسی درصد انواع خرده‌های پالینومرفی (ماسرال، داینوفلاژله‌ها، مواد آلی بدون ساختمان) و تعیین نسبت C:PPC سازند کلات در برش تنگ‌نیزار

- ۱۱- شیل آهکی به رنگ خاکستری مایل به آبی (۱۹ متر).
 ۱۲- ماسه‌سنگ به رنگ خاکستری نخودی با سیمان آهکی (۵ متر).
 ۱۳- شیل آهکی خاکستری مایل به آبی (۲ متر).
 ۱۴- ماسه‌سنگ خاکستری با سیمان آهکی (۳ متر).
 ۱۵- سنگ آهک خاکستری نخودی - ماسه‌ای - دارای لایه‌بندی متقاطع و فسیل‌دار (۱۱ متر).

- ۱۶- شیل آهکی خاکستری مایل به سبز (۵۳ متر).
 ۱۷- سنگ آهک نخودی تا خاکستری با رودیست فراوان (۱۳ متر).
 ۱۸- شیل آهکی خاکستری مایل به سبز (۶ متر).
 ۱۹- شیل خاکستری مایل به سبز (۵ متر).
 ۲۰- شیل خاکستری مایل به آبی با باندهای آهکی نازک لایه در بین آن‌ها (۶ متر).

در این برش از ۱۶ نمونه دارای پالینومورف دریایی، تعداد ۳۴ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه سه جنس و یک گونه از داینوفلاژله‌ها شناسایی شدند (Plate 1-2) که عبارتند از:

sp., Eucladinium sp., Oligosphaeridium sp.

Alterbidinium

فراوان‌ترین نمونه در این سازند *Thalassiphora pelagica* می‌باشد که تا نمونه‌ی ۲۹ دیده می‌شود. از نمونه‌ی ۲۹ به بعد یعنی تا نمونه‌ی ۴۰ هیچ‌گونه داینوفلاژله‌ای مشاهده نمی‌شود.

اگر نرخ رسوب‌گذاری بالا باشد پالینومورف‌های دریایی بهتر حفظ می‌شوند و با کاهش نرخ رسوب‌گذاری، پالینومورف‌ها کمتر حفظ شده و به مواد آلی بدون ساختمان (SOM, Structureless organic matter) شفاف تبدیل می‌شوند. (Waveren & Visscher 1994) پائین بودن توام میزان اکسیژن و ریتم رسوب‌گذاری نیز باعث عدم حفظ پالینومورف‌های دریایی و تبدیل آن‌ها به مواد آلی بدون ساختمان شفاف می‌گردد. اگر میزان اکسیژن بالا و ریتم رسوب‌گذاری پایین باشد پالینومورف‌های دریایی تغییر شکل

Oligosphaeridium, Paleocystodinium, Cyclonephelinm, Hystriochosphaeridium, Cerodinium,

از دیگر پالینومورف‌های موجود در این نمونه‌ها می‌توان پولن‌های دو باله، آسترهای داخلی پوسته فرامینیفرها، اسپور و بدنه‌ی قارچ‌ها را نام برد که بسیار نادر می‌باشند.

۵-۳- برش تنگ‌نیزار

در این برش سازند کلات به‌طور هم‌شیب روی سازند نیزار و زیر سازند پسته‌لیق قرار گرفته (تصاویر ۴ و ۵) و ۲۶۱/۱ متر ضخامت دارد. تعداد زیادی نمونه هم از این سازند برداشت شد (علامه ۱۳۸۵)، اما فقط ۱۶ نمونه آن دارای پالینومورف دریایی (خصوصاً داینوفلاژله) می‌باشند. لیتولوژی سازند در این برش شامل واحدهای زیر است:

- ۱- صدف سنگ از دوکفه‌ای‌ها (۱۰ سانتی‌متر).
 ۲- ماسه‌سنگ به رنگ زرد نخودی، دانه‌ریز، با جورشدگی متوسط، با سیمان آهکی (۱۰ متر).

۳- سنگ آهک بیواسپارایت، نخودی‌رنگ (۱۲ متر).

۴- سنگ آهک، نخودی‌رنگ، دانه‌درشت، کمی ماسه‌ای، آلیتی، دارای لایه‌بندی متقاطع (۲۶ متر).

۵- سنگ آهک بیومیکرایت، نخودی مایل به قهوه‌ای روشن - دانه‌درشت، کمی ماسه‌ای (۲۱ متر).

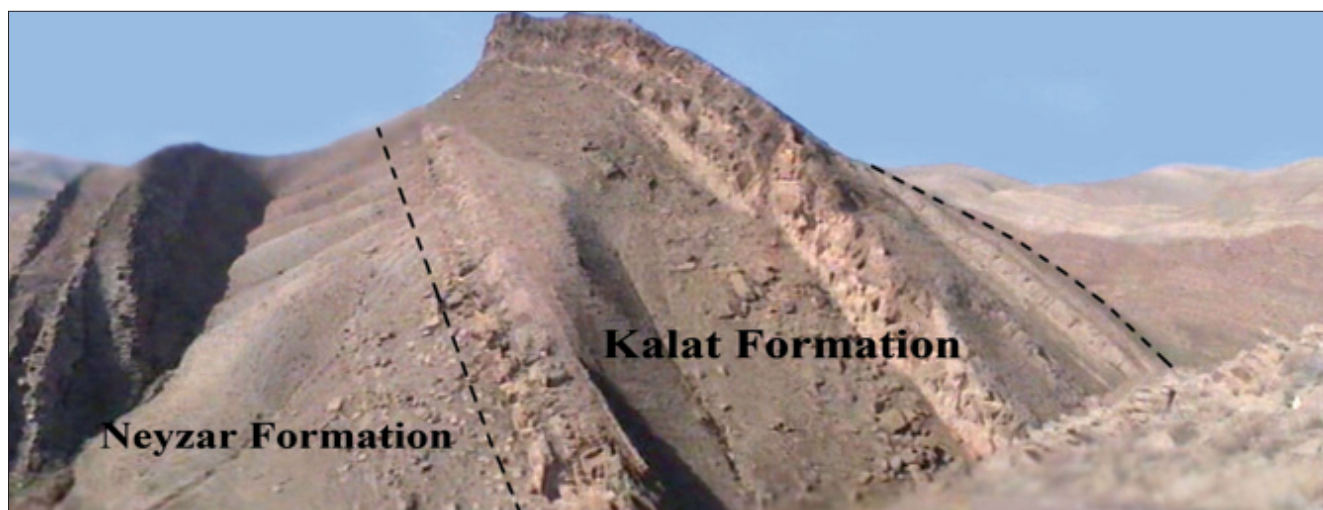
۶- سنگ آهک اسپارایت خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن (۶ متر).

۷- شیل آهکی به رنگ خاکستری مایل به آبی (۵۵ متر).

۸- سنگ آهک بیواسپارایت به رنگ زرد نخودی، ماسه‌ای و دارای لایه‌بندی متقاطع (۳ متر).

۹- شیل آهکی به رنگ خاکستری مایل به آبی (۳ متر).

۱۰- سنگ آهک بیواسپارایت به رنگ خاکستری مایل به آبی (۲ متر).



تصویر ۶- نمای کلی سازند کلات در برش پدلی

داده و به مواد آلی بدون ساختمان تیره تبدیل می‌شوند، & Gorin 2000, Bombardiere (Tyson 1993, Zonneveld et al. 1997). داینوفلاژل‌ها در این نمونه‌ها احتمالاً مربوط به عدم حفظ شدگی آن‌ها می‌باشد. از طرفی وجود جریان‌ات آب شیرین در این قسمت از حوضه‌ی رسوبی کپه‌داغ محیط نامناسب برای زیست آن‌ها را به وجود آورده است و در اثر تغییر در شرایط پالئوکولوژی، داینوفلاژل‌ها به محیط‌های دیگر مهاجرت کرده‌اند.

۴-۵- **برش پدلی**

در این برش سازند کلات به‌طور هم‌شیب روی سازند نیزار و زیر سازند پسته‌لیق قرار گرفته است (تصاویر ۶ و ۷) و ۱۰۲ متر ضخامت دارد که تعداد زیادی نمونه هم از این سازند برداشت شد (علامه ۱۳۸۵)، اما فقط نه نمونه دارای پالینومورف دریایی (خصوصاً داینوفلاژل) می‌باشد. لیتولوژی سازند در این برش شامل قسمت‌های زیر است:

۱- سنگ آهک بیواسپاری نخودی رنگ، دانه متوسط تا درشت، با لایه‌بندی متوسط (۱۶ متر).

۲- شیل قرمز رنگ (۳ متر).

۳- شیل ماسه‌ای خاکستری تیره که در قسمت‌های بالایی دارای میان

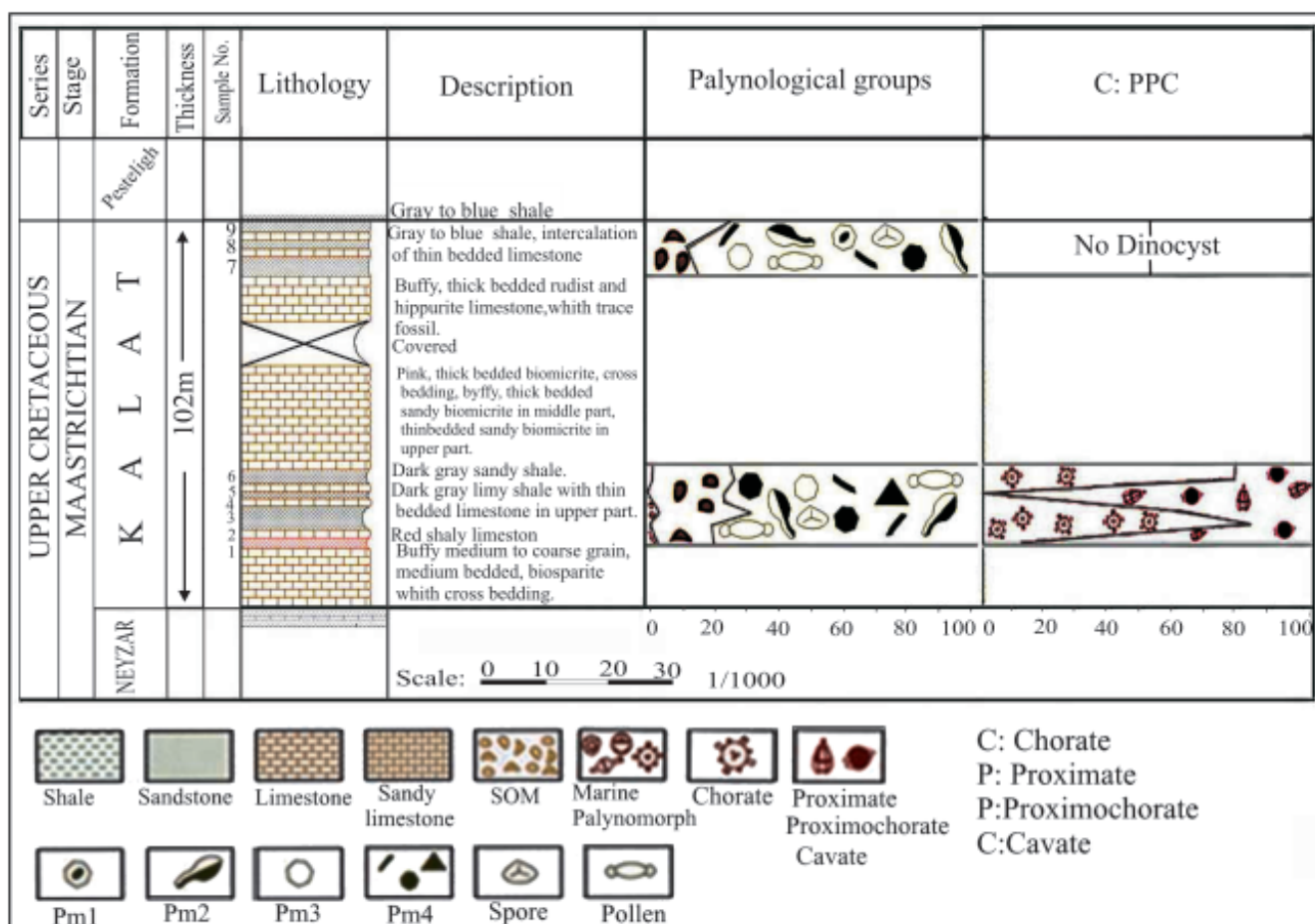
۶- پوشیده (۱۲ متر).

۷- آهک ضخیم لایه به رنگ نخودی دارای ریپل مارک و اثر فسیل (Trace fossil)، مقدار کمی فسیل‌های هیپوریتس و رودیست فراوان (۱۲ متر).

۸- شیل خاکستری متمایل به آبی با میان لایه‌هایی از آهک نازک لایه (۱۵ متر).

در این برش از ۹ نمونه دارای پالینومورف دریایی، تعداد ۲۷ اسلاید پالینولوژیکی تهیه گردید که پس از مطالعه‌ی دقیق ۱۲ جنس و ۱۴ گونه از داینوفلاژل‌ها شناسایی شدند (Plate 1-2) که عبارتند از:

Spiniferites perforatus, *S. ramosus*, *Spiniferites sp. australinum*, *protoellipsoidinum sp.*, *diluculum*, *O. totum*, *Paleocystodinium Impagidinium cf. cristatum*, *Oligosphaeridium striolata*, *Hystriochosphaeridium tubiferum*,



تصویر ۷- ستون چینه‌شناسی درصد انواع خرده‌های پالینومرفی (ماسرال، داینوفلاژل‌ها، مواد آلی بدون ساختمان) و تعیین نسبت C:PPC سازند کلات در برش پدلی

گرجستان، مراکش، ونزوئلا و کلمبیا گزارش شده و *T. pelagica* که در ونزوئلا و کلمبیا و دریای شمال دانمارک به عنوان شاخص ماستریشتین فوقانی معرفی شده است تقریباً در تمامی قسمت‌های سازند کلات مشاهده می‌شود. *Cerodinium pannuceum* با محدوده‌ی سنی کامپانین - ماستریشتین نیز در نمونه‌های تمامی برش‌های مورد مطالعه مشاهده شده است. *Paleocystodinium denticulatum* که معرف محدودی ماستریشتین پسین می‌باشد نیز در نمونه‌ها ثبت شده است. گونه‌های شاخص فوق در سازند کلات در برش‌های مورد مطالعه مشاهده و بنابراین سن سازند ماستریشتین تعیین می‌گردد.

۷- 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 جابه‌جایی صورت گرفته است. این عناصر از خارج به داخل حوضه‌ی 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 شکل نامنظم و قهوه‌ای نارنجی.
۳. پالینوماسرال نوع ۳ (PM3) یا مواد ارگانیکی کم‌رنگ 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 جز ماسرال‌ها به حساب می‌آیند.

ب. قطعات برج (Autochthonous): شامل داینوسیست‌ها، آکریتارش، جلبک‌های سبز دریایی و پوسته‌های داخلی میکروفرامینیفرها و میزان مواد ارگانیکی بدون ساختمان می‌باشند (Van der Zwan 1990). فاکتورهای دیگری نیز در تعیین چگونگی محیط دیرینه مهم هستند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

فاکتور تغییرپذیری (Lability) یا نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای (b) به ماسرال‌های اپک (OP): به این ترتیب که هر چه نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای بر اپک بیشتر باشد فاکتور تغییرپذیری بیشتر خواهد بود و حفظ‌شدگی خوبی را نشان می‌دهد. ماسرال‌های قهوه‌ای وابسته به گیاهان خشکی بوده و

Bourkidinium granulatum, Coronifera

فراوان‌ترین جنس‌های شناسایی شده سازند کلات در برش پدلی عبارتند از: *Protoellipsodinium, Spiniferites.*

Hystichosphaeridium,

از دیگر پالینومرف‌های شناسایی شده در این سازند می‌توان به اسپور، پولن دو باله و بدنه‌های قارچ اشاره نمود که به تعداد بسیار کم مشاهده شده‌اند.

۶- پالینوزوناسیون سازند کلات در برش‌های مورد مطالعه

آشکوب‌های تورونین تا ماستریشتین (یا قاعده دانین) با دارا بودن مجموعه‌های خاصی از داینوفلاژله‌ها در سوپرزون *Isabelidinium* (et al. 1987) (Helby) قرار می‌گیرند. یکی دیگر از زون‌بندی‌های ماستریشتین فوقانی، زون‌بندی هانسن (Hansen 1977) بر اساس داینوفلاژله‌ها است. او قسمت‌های بالای آشکوب ماستریشتین را بر اساس *grallator Palynodinium* به دوزیر زون تقسیم کرد:

1- *Tanyosphaeridium magdali*

2- *Thalassiphora pelagica*

از طرفی *T. pelagica* طبق زون‌بندی شیولر و ویلسون (Wilson 1993) (Schioler & Danish North Sea) در دریای شمال دانمارک و همچنین در ونزوئلا و کلمبیا (Yepes 2001) به عنوان شاخص ماستریشتین معرفی شده است. در شمال غرب اروپا نیز زون‌بندی و مطالعاتی بر روی آشکوب ماستریشتین توسط افراد زیر انجام شده است: (1983, Herngreen et al. 1986, Costa & Davey 1992). *Foucher & Robaszynski 1977, Foucher & Verdier 1976, Kjellstrom 1973, Davey* تمامی این افراد معتقدند که برای زون‌بندی رسمی ماستریشتین به مطالعات گسترده‌تر و بیشتری نیاز است و هنوز زون‌بندی دقیقی انجام نشده است. سازند کلات در برش‌های مورد مطالعه به دلیل این که فقط محدود به آشکوب ماستریشتین می‌باشد و با توجه به محتوای پالینولوژی ثبت شده برای آن و با توجه به فراوانی گونه شاخص *T. pelagica* فقط در زیر زون *T. pelagica* قرار می‌گیرد.

۶-۱- 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 (Roncaglia & Corradini 1997) و در فرانسه و دریای شمال از بالاترین قسمت کرتاسه بالایی گزارش شده است. در ناحیه‌ی استرالیا از کامپانین میانی تا ماستریشتین آغازی مشاهده گردید. این فسیل در قسمت‌های مختلف سازند کلات دیده می‌شود.

همچنین *Paleocystodinium australinum* که بیشتر در رسوبات ماستریشتین و دانین در نواحی مختلف شمال غرب اروپا، آلاباما،

جدول ۱- نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه‌های برش چهچه

PMF	PMI	PMII	PMI	PM	SOM	M.P	N.D	Sample No.
۵۳/۲۸	۱۰	۱۱/۳۲	۳/۲۸	۸۰	۲۰	۰	۰	۱۰
۷۲/۵۷	۵/۱۴	۵/۷۱	۳/۵۷	۸۸	۱۲	۰	۰	۹
۷۱/۱۴	۵/۱۴	۶/۵۷	۳/۷۱	۸۶/۵۷	۱۳/۳۲	۰	۰	۸
۲۳/۷۱	۷/۷۱	۱۲/۸۵	۲۹/۳۲	۷۳/۷۱	۲۳/۲۸	۲	۷	۷
۵۳/۷۱	۷/۱۴	۵/۱۴	۱۰	۷۶	۲۲/۵۷	۱/۳۲	۵	۶
۷۰	۱/۷۱	۲/۵۷	۱/۳۲	۷۸/۵۷	۲۱/۳۲	۰	۰	۵
۵۳/۴۲	۴/۸۵	۴/۸۵	۷/۴۲	۷۰/۵۷	۲۷/۴۲	۲	۳	۴
۶۰/۸۵	۶/۵۷	۲/۴۲	۶/۸۵	۷۷/۷۱	۱۸/۵۷	۳/۷۱	۱۳	۳
۷۱/۳۲	۳/۳۲	-/۸۵	۷/۱۴	۸۲/۵۸	۱۶/۵۷	-/۵۷	۵	۲
۴۷/۷۱	۴	۲	۶/۵۷	۶۰/۸۵	۳۵/۷۱	۳/۳۲	۷	۱

جدول ۲- نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه‌های برش ننگ‌بازار

PMF	PMI	PMII	PMI	PM	SOM	M.P	N.D	Sample No.
۸/۵۷	۱/۳۲	۸	۲/۵۷	۹۲/۵۷	۷/۳۲	۰	۰	۱۷
۷۲/۲۸	۳/۸۵	۶/۵۸	۳/۱۴	۸۹/۱۴	۱۰/۸۵	۰	۰	۱۶
۷۶/۵۷	۲/۸۵	۶/۵۸	۱/۷۱	۸۸	۱۲	۰	۰	۱۵
۳۰/۵۷	۵/۷۱	۲/۸۵	۲/۵۷	۵۲/۷۱	۴۶/۲۸	۰	۰	۱۴
۷۰/۵۷	-/۸۵	۳/۵۷	۲	۷۸	۲۱/۷۱	-/۲۸	۰	۱۳
۹۲/۵۷	۲/۵۷	۱/۱۴	-/۲۸	۹۶/۵۷	۳/۳۲	۰	۰	۱۲
۷۵/۳۲	-/۵۷	۸/۸۵	-/۸۵	۸۵/۳۲	۱۳/۲۸	۰	۰	۱۱
۶۱/۱۴	۶/۵۸	۱۳/۷۱	۲/۸۵	۸۴/۵۷	۱۵/۳۲	۰	۰	۱۰
۸۲	۲	۸	۱/۷۱	۹۳/۷۱	۶/۲۸	۰	۰	۹
۴۸	۸/۵۷	۴/۲۸	۱/۱۴	۹۲	۳۵/۳۲	۲/۵۷	۰	۸
۷۳/۷۱	۱/۳۲	۱۲/۸۵	۸	۹۶	۱۳/۱۴	۳/۸۵	۰	۷
۷۲/۲۸	۲/۲۸	۱۳/۷۱	۶	۹۶/۲۸	۱۳/۱۴	-/۵۷	۱	۶
۸۲/۸۵	۱/۷۱	۶	۶/۸۵	۹۷/۳۲	۳/۲۸	-/۲۸	۱	۵
۷۱/۷۱	۱/۷۱	۷/۱۴	۲/۲۸	۸۲/۸۵	۱۷/۱۴	۰	۳	۴
۷۸/۲۸	۱/۷۱	۲/۵۷	-/۲۸	۸۲/۸۵	۱۷/۱۴	۰	۲	۳
۸۰/۲۸	۲/۵۷	۱/۱۴	۱/۷۱	۸۵/۷۱	۱۳/۲۸	۰	۲	۲
۶۲/۸۵	۲/۵۷	۲/۲۸	۲/۵۷	۷۰/۲۸	۲۹/۳۲	-/۲۸	۲	۱

جدول ۳- نمایش درصد انواع قطعات پالینولوژیکی در نمونه‌های برش بدلی

PMF	PMI	PMII	PMI	PM	SOM	M.P	N.D	Sample No.
۱۰/۸۵	۱۲/۸۵	۲۰/۵۷	۵۱/۳۲	۹۵/۷۱	۲/۷۱	-/۵۷	۱۱	۸
۲۰	۹/۳۲	۱۰/۲۸	۲۴/۸۵	۶۴/۵۷	۳۵/۷۱	-/۲۸	۹	۷
۵۹/۳۲	۱۰/۵۷	۴/۵۷	۳/۷۱	۷۸/۲۸	۱۸/۸۵	۲/۸۵	۱۲	۶
۸۷/۱۴	۱/۱۴	۱/۷۱	۱/۳۲	۹۱/۳۲	۸/۵۷	۰	۰	۵
۱۰/۲۸	۱۲/۵۷	۳۳/۱۴	۳۶	۹۲	۷/۷۱	-/۲۸	۴	۴
۶۸/۲۸	۹/۳۲	۲/۵۷	۳/۷۱	۸۲	۱۲	۲	۴	۳
۶/۸۵	۱۱/۳۲	۳۵/۷۱	۲۳/۲۸	۸۸/۲۸	۱۱/۳۲	-/۲۸	۳	۲
۱۷/۱۴	۹/۱۴	۳۰	۲۰	۸۶/۲۸	۱۲/۵۷	۱/۱۴	۳۴	۱

شمارش پالینومرف‌های دریایی (ME) (خصوصاً داینوفلاژله‌ها) و خشکی (CE) و تعیین نسبت CE/ME به عنوان ضریب K یعنی نسبت پالینومرف‌های خشکی به دریایی در نظر گرفته می‌شود (هرچه میزان K بیشتر باشد، محیط به خط ساحل نزدیک‌تر می‌باشد).

افزایش فرم‌های کوریت به مجموع فرم‌های پروکسیمیت، پروکسیموکوریت و کوریت نشان‌دهنده‌ی افزایش عمق آب می‌باشد (Nejad et al. 1999- Ghasemi) که در سازند کلات در برش‌های چهچه، تنگ‌نیزار و بدلی در تصاویر ۳، ۵ و ۷ نشان داده شده است. سیستم‌های داینوفلاژله‌ها با دیواره‌ی ضخیم و اشکال کوریت، پروکسیمیت و پروکسیموکوریت با شرایط انرژی بالا و دریای کم عمق مطابقت دارد، در حالی‌که فرم‌های کوریت بیشتر ساکن محیط‌های آرام و کم انرژی می‌باشند. تنوع بالای سیستم‌های داینوفلاژله‌ها نشان‌دهنده‌ی جریان‌های بالارونده است و محیط دریایی باز و عمیق را نشان می‌دهد، بنابراین برای تفسیر محیط گذشته و پسروری و پیشروی دریا در دوره‌های گذشته داینوفلاژله‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند.

شناخت و تعیین درصد میزان مواد ارگانیکی بدون ساختمان که به دو دسته‌ی تیره و روشن تقسیم می‌شوند نیز در تعیین چگونگی شرایط محیطی بسیار مهم است. هرچه نسبت درصد مواد آلی بدون ساختمان تیره به روشن زیاد باشد، اکسیژن در محیط بیشتر بوده و تجزیه‌ی مواد ارگانیکی را به دنبال خواهد داشت. بالا رفتن مقدار مواد آلی بدون ساختمان روشن به عقیده‌ی گورین و استفان (Gorin & Steffan 1990) نشان‌دهنده‌ی محیط آرام، ساکن و عمیق با انرژی بسیار کم می‌باشد.

اسپوره‌های قارچی و ریف‌های قارچی در مقابل شرایط اکسیژن دار مقاوم بوده و نشان‌دهنده‌ی محیط گرم و کم عمق می‌باشند. شوری نیز یکی از عوامل اصلی کنترل‌کننده‌ی تبدلات اسمزی در میکروارگانیسم‌ها می‌باشد و نقش بسیار مهمی در توزیع و گسترش داینوفلاژله‌ها دارد.

برای تعیین محیط رسوبی سازند کلات در برش‌های مورد مطالعه از فاکتورهای متعدّد مذکور، استفاده شد. برای به دست آوردن نتایج بهتر از روش‌های آماری، نموداری، ترسیمی و عکس برداری نیز استفاده شد. در هر اسلاید پالینولوژی، به‌طور تصادفی تعداد ۳۵۰ عنصر پالینولوژیکی شمارش و در جداولی جداگانه به‌صورت درصد ارائه گردید (جدول ۱-۳).

در شیل‌های سازند کلات در برش چهچه درصد بسیار کمی از داینوسیت‌ها وجود دارد و محیط نامساعد برای آن‌ها را نشان می‌دهد. درصد ماسرال‌ها به شدت افزایش یافته و تا ۹۵ درصد می‌رسد (جدول ۱ و تصویر ۳) و پسروری شدید و عمق کم حوضه را تأیید می‌کند. در نمونه‌های یک و دو یعنی شروع سازند کلات، شرایط محیطی کم عمق است و کاهش فاکتور تغییرپذیری در نمونه‌ی سه و چهار، کاهش حفظ‌شدگی پالینومرف‌ها را به دنبال دارد. همچنین مقدار درصد مواد ارگانیکی بدون ساختمان به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. در نمونه‌ی پنج مقدار ماسرال‌های ایک به شدت افزایش می‌یابد و حاکی از تجزیه‌ی مواد ارگانیکی و تبدیل آن‌ها به

نشان‌دهنده‌ی محیط نزدیک ساحل هستند. ماسرال‌های ایک محیط نیمه اکسیک - نیمه آرام را نشان می‌دهند و در محیط دور از ساحل زیاد می‌شوند. تعیین درصد اسپور و پولن‌های گیاهان: با تعیین درصد اسپور و پولن‌های موجود در نمونه‌ها می‌توان در تفسیر محیط رسوبی استفاده کرد. 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 دریا را نشان می‌دهند.

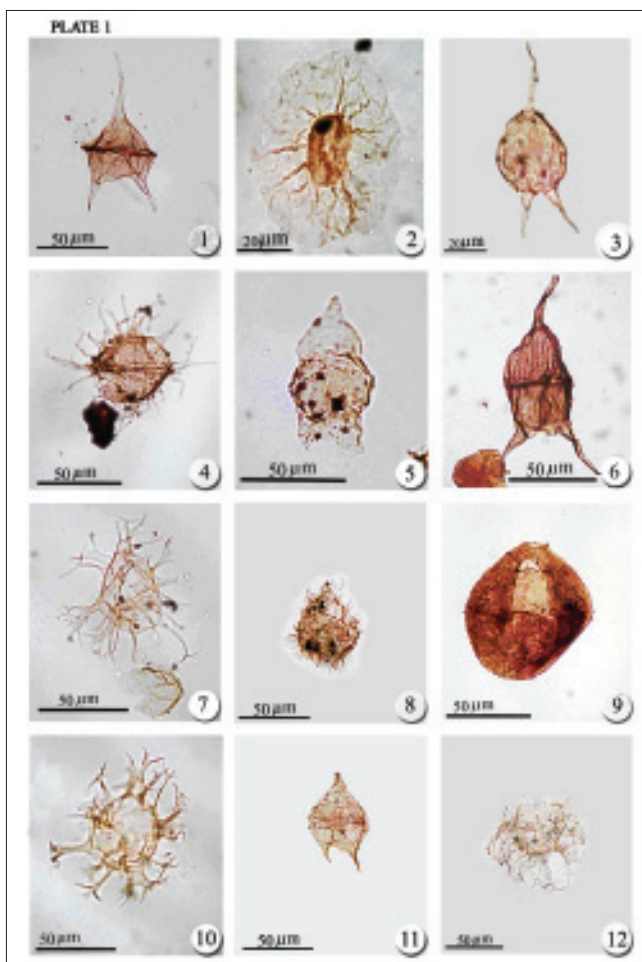


Plate 1:

1. *Cerodinium diebelli*, (Alberti 1959) Lentin & Williams 1987
2. *Thalassiphora pelagic*, (Eisenack 1954) Eisenack & Gocht 1960.
3. *Cerodinium speciosum*, (Alberti 1959b) Lentin & Williams 1987.
4. *Hystrichodinium pulchrum*, Deflander 1935.
5. *Chatangiella packhamii*, Marshall 1990a.
6. *Cerodinium striatum*, Drugg 1967, Lentin & Williams 1987.
7. *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre 1937b) Yan Hye-su 1981.
8. *Protoellipsodinium* sp.
9. *Cribroperidinium aceras* (Eisenack 1985) comb. Nov.
10. *Oligosphaeridium complex* (White 1842) Davey & Williams 1966.
11. *Deflandrea damasii* (Lejeune – Carpentier 1942).
12. *Glaphyrocysta marlboroughensis* (Cookson 1965) Stover & Evitt 1978.

اسپور قارچ‌ها ثبت گردید که شرایط محیط گرم را تأیید می‌کنند. در نمونه‌های یک تا هفده (غیر از *T. pelagica* که فقط تا نمونه‌ی هفت دیده می‌شود)، هیچ‌گونه داینوسیست دیگری مشاهده نمی‌شود، اما *T. pelagica* که مقاومت خیلی زیادی در برابر تغییرات اکسیژن دارد و در مقابل تخلیه‌ی اکسیژن محیط تا اندازه‌ای مقاومت می‌کند، تا نمونه‌ی هفت دیده می‌شود. در نتیجه محیط رسوبی قسمت‌های شیلی سازند کلات در برش تنگ‌نیزار در زمان انباشت محیطی ساحلی با انرژی کم و مقدار اکسیژن خیلی کم پیشنهاد می‌شود. در برش پدلی از قاعده‌ی سازند کلات به سمت بالا فاکتور تغییرپذیری کاهش می‌یابد و این کاهش همراه با کاهش در تعداد و تنوع داینوفلاژله‌هاست، به نحوی که در نمونه‌های آخر سازند کلات تعداد پالینومرف‌ها به صفر می‌رسد (جدول ۳ و تصویر ۷) و حفظ‌شدگی مواد ارگانیکی کم است. مواد آلی بدون ساختمان موجود در محیط بیشتر از نوع تیره است و به سمت بالای سازند نسبت تیره به روشن کاهش می‌یابد و مقدار اکسیژن کم می‌شود. ماسرال‌های اپک از قاعده‌ی سازند به سمت بالای آن افزایش می‌یابند و اکثراً هم بعد و با اندازه‌ی متوسط تا درشت می‌باشند که دلیل بر عدم جابه‌جایی زیاد آن‌هاست. ضمناً در هیچ‌کدام از نمونه‌های سازند کلات آستر آلی فرامینیفرها (*Foraminiferal test lining*) پیدا نشده است تا دلیل بارزی بر شرایط کاملاً اکسیژن دار محیط باشد.

در نمونه‌های شماره‌ی ۱، ۳، ۴، ۷، ۸، ۹ تعداد پالینومرف‌ها بسیار کم شده و تا حد صفر می‌رسند. هم‌زمان میزان مواد آلی بدون ساختمان بسیار کم شده و مقدار درصد ماسرال‌ها، خصوصاً ماسرال‌های اپک بسیار افزایش یافته که دلیل بر تجزیه‌ی شدید مواد ارگانیکی و تبدیل آن‌ها به ماسرال‌های اپک می‌باشد و همین عوامل باعث کم‌شدگی میزان حفظ‌شدگی شده‌اند. اندازه ماسرال‌ها متوسط تا درشت است که عدم جابه‌جایی زیاد ماسرال‌ها و محیطی اکسیژن دار را نشان می‌دهد.

در تمامی نمونه‌های یاد شده بدنه‌ی قارچ (*Fungal body*) مشاهده می‌شود که نشان دهنده‌ی شرایط محیطی گرم است. در نمونه‌ی شماره‌ی پنج سازند درصد پالینومرف‌های دریایی و مواد آلی بدون ساختمان بسیار کم است. از طرفی ماسرال‌ها به شدت افزایش یافته‌اند که در این بین ماسرال‌های نوع چهار از همه بیشتر است و دلیل بر وجود اکسیژن و تجزیه‌ی مواد ارگانیکی و تبدیل آن‌ها به ماسرال‌های اپک می‌باشد. حضور *Spiniferites* به همراه تنوع کم داینوسیست‌ها، نشان دهنده‌ی محیط بسیار کم عمق است. وجود *Cribroperidinium* بیانگر محیط نریتیک داخلی است. در این نمونه اسپور و پولن دو باله نیز ثبت گردیده است. در تمامی نمونه‌های یاد شده *T. pelagica* دیده می‌شود که مقاومت بسیار زیادی در برابر تغییرات شوری و اکسیژن از خود نشان می‌دهد.

مجموعه عوامل و فاکتورهای مورد بحث نشان می‌دهد که به‌طور کلی محیط رسوبی قسمت‌های شیلی سازند کلات در برش پدلی در زمان رسوب‌گذاری، محیط کم عمق با انرژی زیاد و گرم بوده است.

۸- استفاده از دیاگرام سه گانه‌ی تایسون برای تعیین محیط رسوبی سازند کلات

برای تعیین محیط رسوبی سازند کلات علاوه بر موارد بالا از دیاگرام سه‌گانه‌ی تایسون (Tyson 1989) استفاده گردید. اجزاء مورد استفاده در این دیاگرام مثلی شامل مواد آلی بدون ساختمان، فیتوکلاست‌ها (Phytoclast) و پالینومرف‌های دریایی (Marine Palynomorph) هستند که قبلاً شمارش شده‌اند (جدول‌های ۱-۳). مواد آرگانیکی به دلیل ثبت نوسانات و تغییرات سطح آب و نرخ رسوب‌گذاری و اکسیژن برای تفسیر شرایط محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۸- برش چهچهه

با توجه به درصد مواد آلی بدون ساختمان، فیتوکلاست و پالینومرف‌هایی که در جدول ۱ آمده است، دیاگرام سه‌گانه‌ی تایسون (تصویر ۸) برای سازند کلات در برش چهچهه به صورت زیر است:
 نمونه‌های ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶ در فاسیس II قرار می‌گیرند که حوضه‌ی حاشیه‌ای بدون عمل اکسیدشدن یا دارای اکسیداسیون خیلی کم (basin Marginal dysoxic-anoxic) را نشان می‌دهد. نمونه‌ی ۲۷ در فاسیس VI قرار می‌گیرد، که محیطی کم عمق و ساحلی (Proximal proximal shelf or basin) است. نمونه‌ی ۲۸ در فاسیس I قرار می‌گیرد، که فلات قاره یا حوضه‌ی خیلی نزدیک به ساحل (Higly) است.

۲-۸- برش تنگ‌نیزار

با توجه به درصد مواد آلی بدون ساختمان، فیتوکلاست و پالینومرف‌هایی که در جدول ۲ آمده است، دیاگرام سه‌گانه‌ی تایسون (تصویر ۸) برای سازند کلات در برش تنگ‌نیزار به صورت زیر است:
 نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶ در فاسیس II قرار می‌گیرند که حوضه‌ی حاشیه‌ای بدون عمل اکسیدشدن یا دارای اکسیداسیون خیلی کم را نشان می‌دهد. نمونه‌های ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۱ در فاسیس I قرار می‌گیرند که محیط فلات قاره یا حوضه‌ی خیلی نزدیک به ساحل است و بالاخره نمونه‌ی ۱۳ در فاسیس VI قرار می‌گیرد که محیطی کم عمق و ساحلی می‌باشد.

۳-۸- برش پدلی

نمونه‌های سازند کلات در برش پدلی بر اساس درصد مواد آلی بدون ساختمان، فیتوکلاست و پالینومرف‌ها (جدول ۳) در دیاگرام سه‌گانه‌ی تایسون (تصویر ۸) تماماً در فاسیس II قرار می‌گیرند که محیط حوضه‌ی حاشیه‌ای بدون عمل اکسیدشدن یا دارای اکسیداسیون خیلی کم را بیان می‌کند.

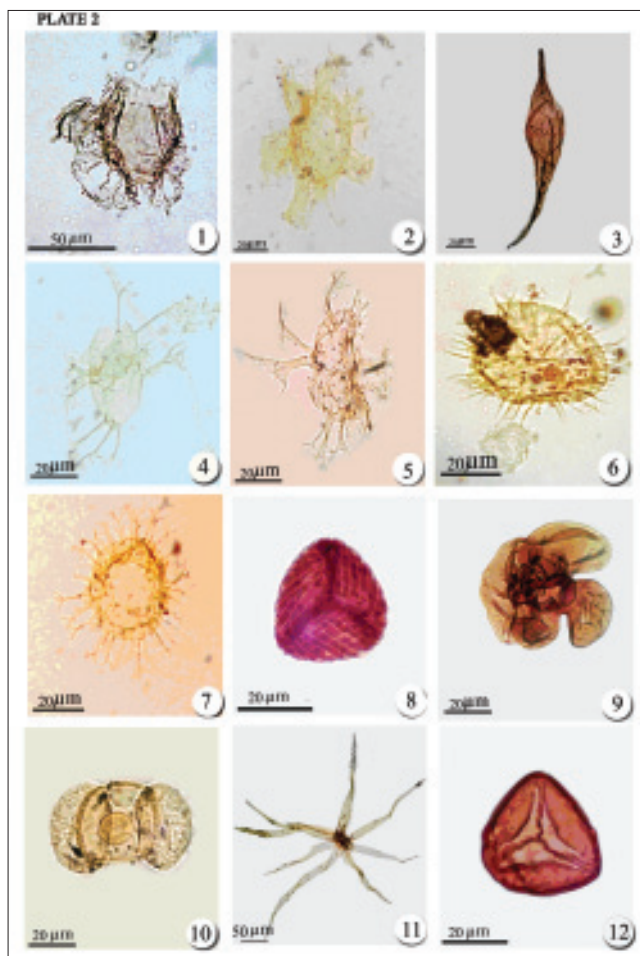


Plate 2:

1. *Cyclonephelium membraniphorum* Cookson & Eisenack 1962.
2. *Kleithriasphaeridium corrugatum* Davey 1974.
3. *Paleocystodinium lidiae* (Gorka 1963) Davey 1969b.
4. *Bourkidinum granulatum* Morgan 1975.
5. *Oligosphaeridium diluculum* Davey 1982.
6. *Coronifera striolata* (Defander 1937b) Stover & Evitt 1978.
7. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg 1938) Mantell 1951.
8. *Cicatricosisporites australiensis*, (Cookson) Potonie 1956, Backhouse 1978.
9. Foraminiferal test lining.
10. Bisaccaten pollen 11-Fungl body.
12. Trilete spore.

مراجع

افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳، "زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه‌داغ"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۲۷۵ ص.

علامه، م.، ۱۳۸۵، "پالینواستراتیگرافی سازندهای نيزار و کلات در حوضه رسوبی کپه‌داغ"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، رساله‌ی دکتری، ۳۱۳ ص.

Bombardiere, L. & Gorin, G. E., 2000, "Stratigraphical and lateral distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic carbonates of SE France", *Sed. Geol., Vol. 132: 177-203*.

Costa, L. I. & Davy, R. J., 1992, "Dinoflagellate cysts of the Cretaceous system", In: A. J. Powell (Editor), *A stratigraphic index of dinoflagellate cysts, Chapman and Hall, London, 99-154*.

Davy, R. J. & Verdier, J. P., 1976, "A review of certain non-tabulate Cretaceous hystrichospherid dinocysts", *Rev. Palaeobot. Palynol., Vol. 22: 307-335*.

Foucher, J. C. & Robaszynski, F., 1977, "Microplankton des silex du bassin de Mons (Belgique) (dinoflagelles Cretaces et Daniens)", *Ann. Paleontol. (Invertebr), Vol. 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, 10-12 Octobre, 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", *Schweizerische Palaeontologische Abhandlungen, Vol. 119: 69 textpages, 57 figures, 29 plates, 3 tables, 5 appendices*.

Gorin, G. E. & Steffan, 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)", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 85: 303-320*.

Herngreen, 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., Vol. 48: 1-70*.

Hansen, J. M., 1977, "Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark", *Bull. Geol. Soc. Den., Vol. 26: 1-26*.

Helby, R., Morgan, R. & Partridge, A. D., 1987, "A palynological zonation of the Australian Mesozoic", In: *Jell, P.A. (Ed.): Studies in Australian Mesozoic Palynology, Mem. Assoc. Australas. Palaeontol., Vol. 4: 1-94*.

Kjellstrom, G., 1973, "Maastrichtian microplankton from the Hollviken borehole, no.1 in Scania, Southern Sweden", *Sver.*

با توجه به توضیحات فوق اکثر نمونه‌ها در هر سه برش در فاسیس‌های I و II قرار می‌گیرند (I = فلات قاره یا حوضه خیلی نزدیک به ساحلی و II = حوضه‌ی حاشیه‌ای بدون عمل اکسیدشدن یا دارای اکسیداسیون خیلی کم). تنها دو برش در فاسیس VI قرار می‌گیرند که گویای محیطی کم عمق و ساحلی می‌باشند.

نمونه‌های سازند کلات در برش چهجهه اکثراً در فاسیس III و در برش تنگ‌نیزار در فاسیس I و II و در برش پدلی در فاسیس II قرار می‌گیرند و محیط II در هر سه برش این سازند مشترک می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده به‌طور کلی محیط رسوبی سازند کلات در زمان انباش رسوبات محیط بسیار کم عمق تا دریای باز با انرژی متوسط تا زیاد در نظر گرفته شده است.

۹- نتیجه‌گیری

۱- بر اساس مطالعات پالینولوژیکی که برای اولین بار در سازند کلات در سه برش چهجهه، تنگ‌نیزار و پدلی صورت گرفته است تعداد ۲۹ جنس و ۴۰ گونه داینوفلاژله شناخته شد.

۲- در مجموع در سازند کلات در برش‌های مطالعه شده انواع چهارگانه‌ی داینوفلاژله‌ها شامل فرم‌های کوریت، کاویت، پروکسیمیت و پروکسیموکوریت مشاهده شد و از نمونه‌های ابتدایی سازند به سمت نمونه‌های انتهایی از تعداد فرم‌های کوریت کاسته می‌شود.

۳- علاوه بر داینوفلاژله‌ها تعداد دیگری از پالینومرف‌ها از جمله: spore test lining, Fungal spore, Fungal body, Trilete Bisaccate pollen, Foraminiferal شناسایی و ثبت گردید.

۴- با توجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده، سن سازند کلات در هر سه برش چهجهه، تنگ‌نیزار و پدلی ماستریشتین تعیین گردید که با سنی که قبلاً توسط فرامینیفرها تعیین شده بود، مطابقت دارد.

۵- بر مبنای مطالعات پالینولوژیکی و شناسایی داینوفلاژله‌های شاخص و مقایسه‌ی آن‌ها با بیوزون‌های ارائه شده‌ی جهانی در آشکوب ماستریشتین، سازند کلات در هر سه برش مطالعه شده در زیر قرار می‌گیرد.

۶- محیط رسوبی سازند کلات 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 و بسیار کم عمق تا دریای باز و با انرژی متوسط تا زیاد تعیین گردید.

۷- وجود پالینومرف‌هایی مانند اسپور فارچ و بدنه‌ی فارچ و نیز برخی از پالینومرف‌های شاخص آب و هوای گرم در اسلایدهای پالینولوژیکی مبین وجود آب و هوای گرم در زمان انباش رسوبات می‌باشد.

Geol. Undersokning, Afhandlingar och Uppsatser, Vol. 7: 1-59.

Matsuoka, K. & Fukuyo, Y., 2000, "Technical guide for modern dinoflagellate cyst study", *WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC, Japan Society for the Promotion of Science, 17figures, 7tables, 22plates, 29 p.*

Roncaglia, L. & Corradini, D., 1997, "Correlation of key dinoflagellate events with calcareous nannoplankton and planktonic foraminifera zones in the Solignano Formation (Maastrichtian, Late Cretaceous) northern Apennines, Italy", *Rev. Palaeobot. Palynol., Vol. 97: 177- 196.*

Schioler, P. & Wilson, G. J., 1993, "Maastrichtion dinoflagellate zonation in the Dan Field, Danish North Sea", *Rev. Palaeobot. Palynol., Vol. 78: 321-351.*

Sluijs, A., Pross, J. & Brinkhuis, H., 2005, "From greenhouse to icehouse, organic-walled dinoflagellat cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene", *Earth Sci. Rev., Vol. 68: 281-315.*

Tyson, R. V., 1989, "Late Jurassic palynofacies trends, Piper and Kimmeridge clay Formations, UK onshore and northern North Sea", *In: Batten, D. J. & Keen, M. C., (Eds.), Northwest European micropalaeontology and Palynology, New York, Halsted Press: 135-172.*

Tyson, R. V., 1993, "Palynofacies analysis", *In: Jenkins, D. G. (Ed.), 1993, Applied micropaleontology, Boston, Kluwer Academic Pub., Dordrecht, the Netherlands, p: 153-191.*

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., Vol. 62: 157-186.*

Waveren, I. & Visscher, H., 1994, "Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surfical deep-sea sediments from a high- productivity area (Bandasa, Indonesia)", *Paleo III, 112: 85-111.*

Yepes, O., 2001, "Maastrichtian-Danian dinoflagellate cysts biostratigraphy and biogeography from two equatorial sections in Colombia and Venezuela", *Palynology, Vol. 25: 217- 249.*

Zonneveld, K., Versteegh, G. & Lange, G., 1997, "Preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in different oxygen regimes: a 10000 yr natural experiment", *Marine Micropalaeontology, Vol. 29: 393-405.*

