



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 39, Issue 3, No. 92, Autumn 2023, pp 103-122
Received: 17.10.2023 Accepted: 04.03.2024

Research Paper

Palynostratigraphy of the Upper Cretaceous deposits (K3) in the Central Alborz Basin (Dare-zar section)

Elahe Zarei * 

Assistant Professor, School of Geology, Damghan University, Damghan, Iran
ezarei@du.ac.ir

Fariba Foroughi

Assistant Professor, School of Geology, College of science, University of Tehran, Tehran, Iran
f.foroughi@ut.ac.ir

Farahnaz Akbarzade

MSC in School of Geology, College of science, University of Tehran, Tehran, Iran
bita.akbarzadehbita@gmail.com

Abstract

To investigate the Upper Cretaceous deposits in the Central Alborz Basin, a 100-meter thick stratigraphic section was chosen in the southwest of Dareh Zar village in the east of Tehran. In this study, a total of 75 species, belonging to 44 dinocyst genera, and 10 species from seven spore genera were identified. Consequently, two biozones—*Dinogymnium acuminatum* and *Carpatella cornuta*—have been determined. The association of the *Dinogymnium acuminatum* biozone with index planktonic foraminifers such as *Contusotruncana contusa*, *Globotruncana arca*, and *Globotruncana ventricosa* at the base of the studied section confirms the Late Cretaceous age. Furthermore, the presence and abundance of the *Carpatella cornuta* biozone in sample 44 indicate the beginning of the Paleocene. The presence of this biozone with typical dinocysts such as *Damassadinium californicum*, *Thalassiphora delicate*, and *Tectatodinium* sp. suggests the upper Paleocene age range for the end of the stratigraphic section. The presented biozones based on dinocysts are consistent with those in eastern Europe and northwestern Tethys, indicating a marine connection between these regions in the Late Cretaceous.

Keywords: Palynostratigraphy, Dinocyst, Upper Cretaceous, Central Alborz

Introduction

Cretaceous strata in the Alborz region have long fascinated paleontologists, prompting investigations by European geologists who have documented their findings in geological maps. To further explore the Upper Cretaceous strata of the Alborz basin, address existing uncertainties, and precisely map the Cretaceous outcrops and their stratigraphy, a specific stratigraphic section was chosen in the southwest of Dareh Zar village, located in the central Alborz basin. Notably, this area had not been previously studied for palynomorphs. Therefore, efforts were made to conduct palynostratigraphic studies and age determination of these deposits by examining marine palynomorphs noted for their significant diversity and abundance in the selected section.

Material & Methods

The section under examination is located to the southwest of Dere Zar village, which is situated 80 km from Tehran and 13 km south of Mehrabad city. The geographical coordinates of the area being studied are 35°36'52.1"N and 51°53'31.5"E (Fig 1). This stratigraphic section, with a thickness of approximately 100 meters, consists of grey to olive green marls with interspersed layers of cream-colored argillaceous limestones. These layers are discontinuously overlaying the limestones of the K2 unit. Towards the end of the section, the red polymictic conglomerate of the Fajan Formation, indicating a mix of origins, was observed. For palynostratigraphic study in this section, 89 samples were collected from various parts of the succession, and palynological slides were prepared using the Travers method

*Corresponding author

Zarei E. Foroughi F. & Akbarzade F. (2023). Palynostratigraphy of the Upper Cretaceous deposits (K3) in the Central Alborz Basin (Dare-zar section). Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 39(3):103-122.



2423-8007 / © 2023 University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<https://doi.org/10.22108/jssr.2024.139477.1271>

(Travers 2007). These prepared slides were then examined under an optical microscope using 40x and 60x magnification lenses.

Discussion of Results & Conclusions

The study section contains a variety of palynoflora, including dinocysts, spores, pollen, acritarchs, scolecodonts, and foraminifera test lining. A total of about 75 species of 44 dinocyst genera and 10 species of seven spore genera were identified. Upon examination of the slides from this section, it was observed that dinocysts exhibit relatively higher diversity, abundance, and preservation compared to other palynomorphic groups. Consequently, the palynostratigraphic analysis in this section was primarily based on dinocysts. To determine the exact age, charts from Williams et al. (2004), Williams (1978), and Williams and Bujak (1985) were utilized.

Dinogymnium acuminatum Interval zone

The *Dinogymnium acuminatum* Interval zone is delineated from the first occurrence of *Dinogymnium acuminatum* to the initial appearance of the indicator species *Carpatella cornuta*. This particular species is recognized as one of the most significant Late Cretaceous dinoflagellate species found in marine sediments globally, a distinction introduced by William et al. in 2004. Powell (1992a) classified this species as a Late Cretaceous (early Maastrichtian) dinocyst. Furthermore, various researchers have positioned the genus within the middle Maastrichtian age range (Wilson 1971; Schrank 1987; Marcheinecke 1992; Schiøler & Wilson 1993; Williams et al. 2004). This biozone has also been identified as a local biozone in the Zagros region, specifically in Ilam (Rabani et al. 2009) and Khuzestan (Zarei 2005). Associated dinocysts include:

Spiniferites ramosus, *Conifera tabulasa*, *Hystrichodinium pucherum*, *Trithyrodinium castanea*, *Odontochitina costat*, *Odotochitina* spp., *Trithyrodinium suspectum*, *spiniferites echinodinium*, *Phelodinium tricupsus*, *senegalium bicavatum*, *Deflandera galeata*, *Trithyrodinium evittii*, *Cannosphaeropsis utinensis*, *Fibrocysta ovalis*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Xenaxus ceratiopsis*

Carpatella cornuta Taxon range zone

The *Carpatella cornuta* Taxon range zone encompasses the occurrence range of *Carpatella cornuta*, signifying the Paleocene age range. This biozone has been documented in the Gurpi Formation located in the northeast of Khuzestan, with a Late Paleocene age (Zarei 2005), and in the Gurpi Formation in the southeast of Ilam, spanning from the early Danian to the early Selandian (Rabani et al. 2009). The

appearance of this species in New Zealand has been assigned to the Early Paleocene (Willumsen 2006), in Morocco (Mancini et al. 1996) and Georgia (Frith 1987), it has been documented in the Early Paleocene. The Lower Paleocene and its last appearance have been correlated with the Lower Paleocene–Upper Paleocene (Danian) boundary. However, in the northern hemisphere, the appearance of this species at mid-latitudes is considered Danian, with its last occurrence in the Selandian (Williams et al. 2004). The presence and abundance of *Carpatella cornuta* in sample 44 of the studied section indicate the onset of the Paleocene. Associated fossils in this zone include:


Cannosphaeropsis utinensis, *Spiniferites ramosus*, *Manumella seelandica*, *Araucariacites australis*, *Dinogodinium* sp., *Manumella drugii*, *Sentusidinium* sp., *Dinogymnium wetzeli*, *Kleithrisphaeridium* sp., *Operculidinium* sp., *Phelodinium magnificum*, *Carpatella cornuta*, *Hystrichosphaeridium* sp., *Impagidium* sp., *Achomosphaera* sp., *Deflandrea magnifica*, *Coronifera oceanica*.

The presence of typical dinocysts such as *Damassadinium californicum*, *Talassiphora delicate*, and *Tectatodinium* spp. in this biozone suggests a Late Paleocene age range. However, due to the poor preservation of palynomorphs in the final 37 meters of the studied section, it's challenging to precisely determine the age of these sections. To address this issue and refine age determination, planktonic foraminifers present in the sediments were analyzed. Studies have revealed the appearance of key foraminifers such as *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana ventricosa*, and *Hedbergella* spp. at the base of the studied section, confirming a Late Cretaceous age (Postuma 1971).

To sum up, the study of dinocysts has led to the identification of two distinct biozones, *Dinogymnium acuminatum* and *Carpatella cornuta*. Consequently, the age of the studied unit in the Dere Zar Valley section is estimated to span from the Maastrichtian to the end of the Danian/Titanian, with the Cretaceous–Paleocene boundary positioned within the gray marls of sample No. 44. These biozones, as determined in the studied section, align with those established from the Late Cretaceous and Paleocene epochs in various regions of Iran and globally. Notably, the proposed biozones in the central Alborz basin demonstrate the highest compatibility with biozones observed in eastern Europe and Australia. Furthermore, a comparison of the diversity, abundance, and characteristics of biozones across different parts of Iran reveals a significant similarity between the studied region and samples from the Zagros area.

مقاله پژوهشی

پالینوستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه بالایی (واحد K3) در حوضه البرز مرکزی (برش چینه‌شناسی روستای دره زر)

الهه زارعی* , استادیار، گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

ezarei@du.ac.ir

فریبا فروغی، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران، تهران، ایران

f.foroughi@ut.ac.ir

فرحناز اکبرزاده، کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران، تهران، ایران

bita.akbarzadehbita@gmail.com

چکیده

برای مطالعه رسوبات کرتاسه بالایی در حوضه البرز مرکزی، یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۰۰ متر در جنوب غربی روستای دره زر در شرق تهران انتخاب شد. پالینومورف‌های آن بررسی و در مجموع حدود ۷۵ گونه از ۴۴ جنس داینوسیست، ۱۰ گونه از ۷ جنس اسپور شناسایی شد. براساس ظهور ۲ داینوسیست شاخص دو زون محلی به نام‌های *Dinogymnium acuminatum* و *Carpatella cornuta* ارائه شد. بایوزون *Dinogymnium acuminatum* و همراهی آن با فرامینیفرهای پلانکتون شاخص چون *Globotruncana ventricosa*، *Contusotruncana fornicata*، *Globotruncana arca*، سن کرتاسه پسین‌اند. همچنین ظهور بایوزون *Carpatella cornuta* در نمونه ۴۴ نشان‌دهنده شروع پالئوسن است. ظهور داینوسیست‌های شاخصی چون *Damassadinium californicum*، *Talassiphora delicate*، *Tectatodinium* sp. در انتهای برش مطالعه‌شده، نشان‌دهنده محدوده سنی پالئوسن پسین است. بایوزون‌های ارائه‌شده بر مبنای داینوسیست‌ها، با بایوزون‌های ارائه‌شده در شرق اروپا و شمال غرب تیس مطابقت دارد که این موضوع، وجود ارتباط دریایی در محدوده زمانی کرتاسه پسین بین این مناطق را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پالینوستراتیگرافی، داینوسیست، کرتاسه پسین، البرز مرکزی.

* نویسنده مسئول

زارعی، ا.؛ فروغی، ف. و اکبرزاده، ف. (۱۴۰۲). پالینوستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه بالایی (واحد K3) در حوضه البرز مرکزی (برش چینه‌شناسی روستای دره زر). پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۹(۳): ۱۰۳-۱۲۲.



مقدمه

(2004; Darvishzadeh 2004; Riviere 1934 رساله دکتراي خود را با عنوان «زمین‌شناسی البرز» منتشر و سازندهای موجود در منطقه را بررسی کردند. (Dellenbach 1964) زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی ناحیه دماوند و اطراف آن را توصیف و توالی کرتاسه بالایی را به واحدهای لیتواستراتیگرافی بدون نام تقسیم‌بندی کرده است که با علامت‌های K2a, K2b, K2c و K3 مشخص شده‌اند. Steiger 1966 در مطالعات خود در منطقه غرب فیروزکوه توالی کرتاسه بالایی را به نام‌های C2, C3 و C4 از سنومانین تا مائستریشتین معرفی کرده است. (Clapp 1940) نکاتی از ویژگی‌های زمین‌شناسی البرز را شناسایی کرد. (Gansser & Huber 1962) مشاهدات زمین‌شناسی خود را در غرب و جنوب غرب کلاردشت به رشته تحریر درآورده‌اند. (Darvishzadeh 2004) تأثیر فازهای کوهزایی بر حوضه البرز و رسوبات کرتاسه پسین را بررسی کرده است که معمولاً از کنگلومرا با سیمان آهکی، ماسه‌سنگ آهکی و آهک مارنی تشکیل شده است. این رسوبات در اطراف تهران در نواحی کوه‌های بی‌بی شهربانو و کوه‌های سه پایه، ناحیه دماوند و ناحیه دربندک دیده می‌شوند. (Keshani 1997) رساله کارشناسی ارشد خود را با عنوان «نگرشی نوین»، درباره مرز ژوراسیک - کرتاسه در حوضه البرز مرکزی (محور دماوند - فیروزکوه) و مطالعه بیواستراتیگرافی آن انجام داده است. (Ghiyassi 1993) با مطالعه میکرواستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه بالایی براساس فرامینیفیرهای پلانکتونیک در شرق و شمال شرق تهران (جنوب رودهن - ناحیه لار)، سن این رسوبات را سانتونین بالایی - کامپانین بالایی گزارش داده است. (Khorasani 2010) با مطالعه رسوبات کرتاسه بالایی در برش پل زغال (جنوب چالوس) براساس فرامینیفیرها و پالینومورف‌ها، سن کرتاسه پسین از کنیاسین تا مائستریشتین را برای آن ارائه کرده است. (Nori 2003) نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه بالایی را در منطقه علمده - گلندرود بررسی کرده است. (Azvajei 2001) میکرواستراتیگرافی رسوبات کرتاسه بالایی را براساس

رسوبات کرتاسه در البرز، از دیرباز همواره مورد توجه دیرینه‌شناسان بوده است و در این راستا هم زمین‌شناسان اروپایی، مطالعاتی را در قالب نقشه‌های زمین‌شناسی انجام داده‌اند. از آن زمان تا کنون، محققان و دانشجویان ایرانی مطالعات متعددی را انجام داده‌اند. حاصل این بررسی‌ها، تنظیم و پیشنهاد یکسری از واحدهای لیتواستراتیگرافی با نام‌های مختلف است که هنوز ارزش و اعتبار این واحدها، سن دقیق آنها، ارتباط این واحدها با یکدیگر در نقاط مختلف منطقه و بسیاری از دیگر جزئیات چینه‌شناسی این رسوبات نامشخص باقی مانده است (Aghanabati 2004; Darvishzadeh 2004). برای رفع ابهامات موجود و بررسی رخنمون‌های رسوبات کرتاسه، نمونه‌برداری سیستماتیک و بررسی‌های دقیق چینه‌شناسی به‌ویژه میکرواستراتیگرافی، امری ضروری به نظر می‌رسد. از این رو برای مطالعه رسوبات کرتاسه پسین در حوضه البرز و روشن‌تر شدن ابهاماتی که درباره این حوضه و شناسایی دقیق رخنمون‌های کرتاسه و چینه‌شناسی آن وجود دارد، یک برش چینه‌شناسی در جنوب غربی روستای دره زر در حوضه البرز مرکزی انتخاب شد. با توجه به اینکه تا کنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای براساس پالینومورف‌ها در این منطقه انجام نشده است، سعی شد پالینوستراتیگرافی و تعیین سن این نهشته‌ها از طریق مطالعه پالینومورف‌های دریایی انجام شود که بیشترین تنوع و فراوانی را در برش مطالعه‌شده دارند.

تاریخچه موضوع و پیشینه پژوهش

مطالعات پیشین در این منطقه، در قالب برداشت‌های زمین‌شناسی برای تهیه نقشه زمین‌شناسی بوده است. براساس گزارش‌ها، رسوبات کرتاسه پسین در پهنه ایران زمین در حوضه‌های متفاوت، با توجه به شرایط حاکم در زمان تشکیل، ظاهراً یکنواخت نبوده است؛ به‌طوری که واحدهای سنگ چینه‌ای کرتاسه پسین ایران، به‌استثنای زاگرس و کپه داغ، نام‌گذاری نشده‌اند و یا نام‌های محلی دارند (Aghanabati

مواد سنگین دیگر انجام شد. اسلایدهای تهیه‌شده با میکروسکوپ نوری و با لنزهای ۴۰ و ۶۰ مطالعه شدند.

بحث و تحلیل یافته‌های پژوهش

پالینوستراتیگرافی

برای مطالعه پالینوستراتیگرافی در برش مطالعه‌شده، ۸۹ نمونه به‌جهت مطالعه کلی برش زره-در برداشت شد. برش مطالعه‌شده حاوی پالینوفلورای متنوعی از جمله داینوسیست‌ها، اسپور و پولن، آکریتارک‌ها، اسکلوکودونت‌ها و آستر داخلی فرامینیفرهاست که در مجموع حدود ۷۵ گونه از ۴۴ جنس داینوسیست ۱۰ گونه از ۷ جنس اسپور شناسایی شد. با بررسی اسلایدهای این برش مشخص شد که داینوسیست نسبت به دیگر گروه‌های پالینومورفی از تنوع، فراوانی و حفظ‌شدگی نسبتاً بالاتری برخوردارند؛ در نتیجه اساس کار پالینوستراتیگرافی در این برش، بر مبنای داینوسیست‌ها قرار گرفت.

برخی از مهم‌ترین داینوسیست‌ها این برش در شکل ۳ آمده است. با توجه به اینکه تا کنون کالیراسیون جامع و کاملی درباره داینوفلاژله‌های کرتاسه ارائه نشده است، بنابراین برای پالینوزوناسیون و تعیین سن لایه‌ها از منابع و مقالاتی استفاده شد که محققان مختلف بر داینوسیست‌های کرتاسه منتشر کردند. از مهم‌ترین مطالعاتی که انجام شده است، عبارت‌اند از: در مناطق قطبی (Arctic) Davies and Overs (1980); Davies and Norris 1980; و در مناطق بورئال (Boreal) Davey 1971; Duxbury 1977; Fisher and Riely (1976). همچنین Helby et al. 1987; Morgan 1977; Norwick and Burger 1976 هم مطالعاتی را در استرالیا انجام داده‌اند. در حوضه تئیس (Tethyan) به مطالعات (Habib 1970, 1975, 1982; Antonescu and Avram 1980) اشاره می‌شود. علاوه بر مقالات ذکر شده، برای تعیین سن دقیق از چارت‌های (Williams et al. 2004; Williams 1978) و (Williams and Bujak 1985) استفاده شد.

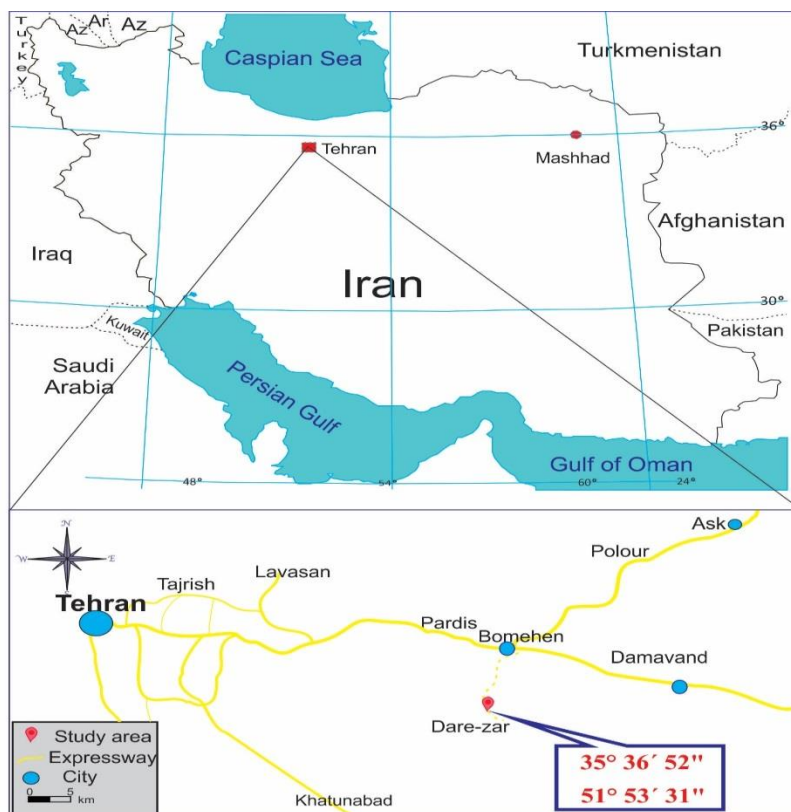
نانوپلانکتون‌های آهکی در ناحیه کلاردشت مطالعه و بررسی کرده است. (Yari-Nejad et al. 2005) مطالعات خود را بر توالی سنگ‌های رسوبی به سن رسوبات کرتاسه بالایی در نواحی شمالی البرز مرکزی در دو برش گلندرود و زیرآب انجام داده است. برش چینه‌شناسی گلندرود بیانگر رسوب‌گذاری بدون وقفه دریای کرتاسه پسین از سانتونین تا انتهای مائستریشتین است و برش زیرآب هم محدوده کامپانین تا مائستریشتین بالایی را نشان می‌دهد. همچنین (Foroughi et al. 2022) نانوفسیل‌های آهکی واحد k3 در البرز مرکزی را مطالعه و رسوبات کرتاسه پسین تا قسمتی از دانین پیشین را ناپیوسته گزارش کرده‌اند. این رسوبات در زیر سازند فجن با سن پالئوسن قرار می‌گیرند.

راه‌های دسترسی به برش دره زر

برش مطالعه‌شده در جنوب غربی روستای دره زر است. این روستا در ۸۰ کیلومتری استان تهران و در ۱۳ کیلومتری جنوب شهرستان مهرآباد واقع شده است. منطقه مطالعه‌شده، مختصات جغرافیایی $51^{\circ} 53' E$ و $35^{\circ} 36' 52.1'' N$ (شکل ۱). این برش با ضخامت حدود ۱۰۰ متر از مارن‌های خاکستری تا سبز زیتونی با میان‌لایه‌های آهک آرژیلیتی کرم‌رنگ تشکیل شده است که با ناپیوستگی بر رسوبات آهکی واحد K2 قرار می‌گیرد. در قسمت انتهای برش مطالعه‌شده، کنگلومرای پلی مکتیت (چند منشأیی) قرمز رنگ سازند فجن مشاهده می‌شود. (شکل ۲).

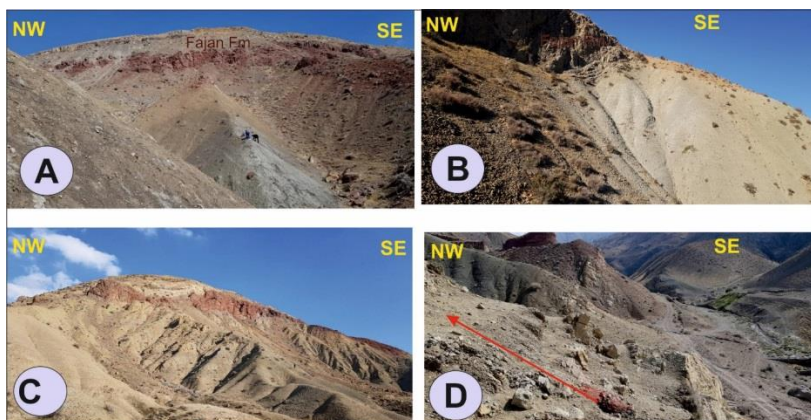
روش کار و شیوه انجام مطالعه

به‌منظور مطالعات پالینوستراتیگرافی در برش مطالعه‌شده، ۸۹ نمونه از نقاط مختلف این برش برداشت شد و اسلایدهای پالینولوژیکی با روش تراورس (Travers 2007) آماده‌سازی شدند. به این منظور، ۵۰ گرم از هر نمونه را در داخل بشر پلاستیکی ریخته و بعد از اضافه کردن اسید کلریدریک و اسید فلوریدریک ۳۰ درصد و مراحل خنثی‌سازی به‌وسیله محلول سنگین کلریدروی ($ZnCl_2$)، عمل جداسازی پالینومرف‌ها از



شکل ۱- راه دسترسی به برش مطالعه‌شده

Fig 1- location map of the studied section.



شکل ۲- نمایی از رخنمون مطالعه‌شده A: نمونه‌برداری به روش سیستماتیک و با فواصل مشخص در مارن‌های خاکستری تا سبز زیتونی با میان‌لایه‌های آهک آرژیلیتی در برش دره زر (نگاه به سمت شمال); B: انتهای برش مطالعه‌شده ماسه‌سنگ و کنگلومرای پلی میکتیت قرمز رنگ سازند فجن که در تصویر مشخص شده است (نگاه به سمت شمال); C: نمایی از برش مطالعه‌شده (نگاه به سمت شمال); D: قاعده برش مطالعه‌شده (نگاه به سمت شمال شرق).

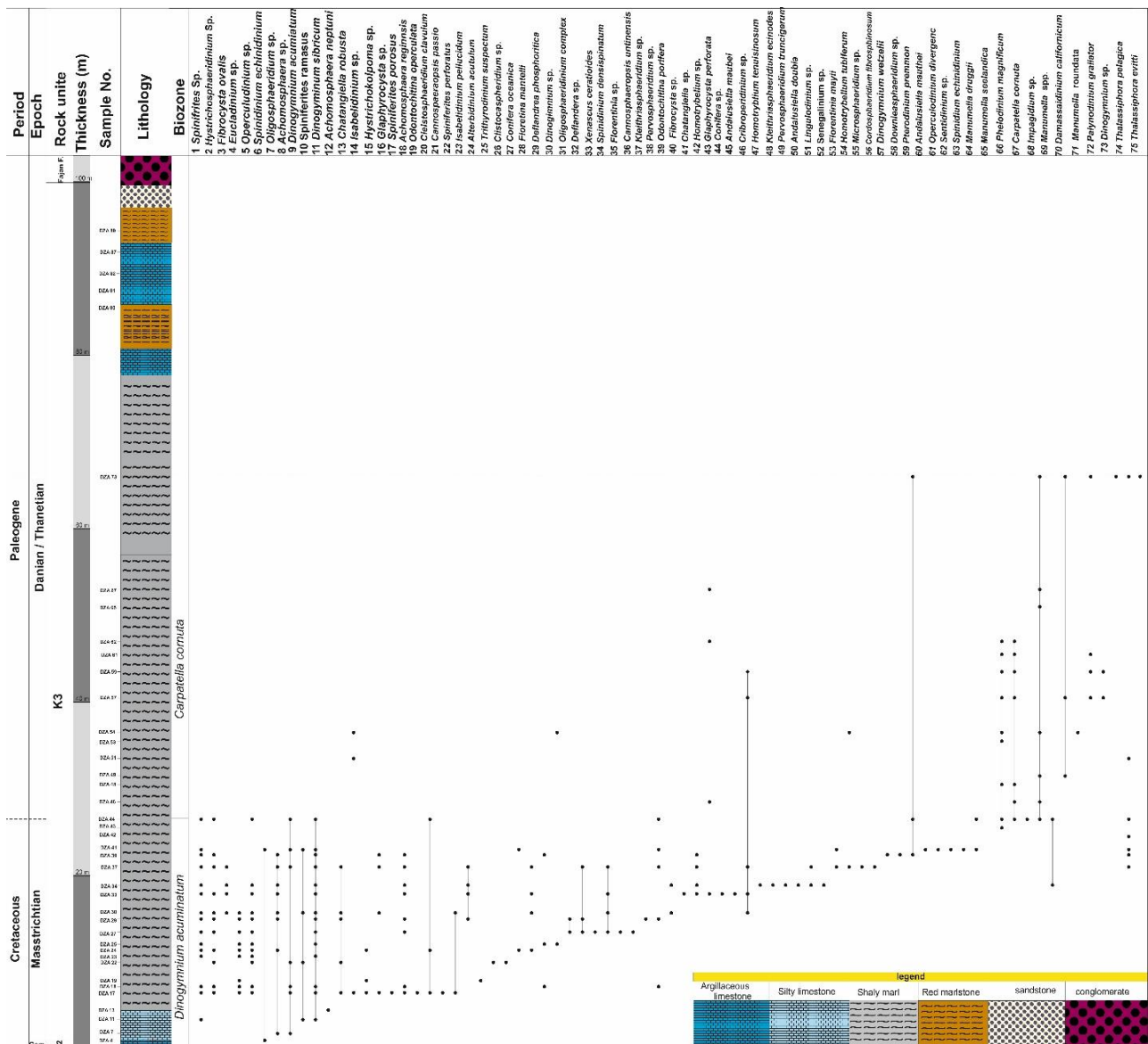
Fig 2- Fieldwork overview: A: Examining the outcrop systematically, with sampling at specific intervals in gray to olive-green marls and interlayers of argillite limestone in the Dareh Zar section (northward view). B: Concluding the study section with sandstone and red polymictite conglomerate of the Fajan Formation, highlighted in the image (northward view). C: Another perspective of the studied section (northward view). D: Observing the base of the studied section (northeastward view).

اولین رخدادها

Dinogymnium acuminatum

اولین ظهور این گونه در نمونه شماره ۳ از قاعده برش و آخرین محدوده ظهور این گونه در نمونه شماره ۶۳ است (شکل ۴). اولین ظهور این گونه در نیمکره شمالی (Williams and Bujak 1985) تورنین و آخرین ظهور آن مائستریشتین بالایی بیان شده است، ولی ظهور آن را در نیمکره جنوبی کنیاسین میانی و آخرین ظهور آن را مائستریشتین بالایی گزارش کرده‌اند (Williams et al. 2004). محدوده ظهور این

گونه را در فلسطین اشغالی (Helenes and Tellez-Duarte 2002)، مائستریشتین و در مراکش (Hansen 1977) مائستریشتین بالایی تعیین کرده‌اند. (Haq 1987) محدوده حضور این جنس را از ابتدای کنیاسین تا انتهای مائستریشتین گزارش کرده است. 1992 Costa & Davey و Williams et al. 2004 آخرین حضور این جنس را در نیمکره شمالی، انتهای مائستریشتین گزارش کرده‌اند.



شکل ۳- محدوده گسترش داینوسیست‌های نهشته‌های کرتاسه پسن در برش چینه‌شناسی دره زر

Fig 3 - Range chart of dinocysts of the Upper Cretaceous deposits in the Dare-Zar section.

(شکل ۴).

Andulasiella doubia

این گونه در نمونه شماره ۳۴ در ۲۳ متری از قاعده برش مشاهده می‌شود (شکل ۴). 2001 yepes در ونزوئلا و کلمبیا آن را از بالاترین قسمت مائستریشتین (Upper Most Maastrichtian) دانسته‌اند و همچنین این گونه از انتهای کمپانین Schrank 2005 در ناحیه مصر گزارش شده است.

Hystrihokolpoma bulbosum

اولین ظهور این گونه در نمونه شماره ۳۶ در ۲۵ متر و ۵۰ سانتی‌متری برش قرار می‌گیرد (شکل ۴). (Schioler & Wilson 1998) ظهور آن را در مائستریشتین پسین می‌داند. Aurisano 1984 این گونه را شاخص مرز کمپانین- مائستریشتین (C/M) معرفی می‌کند.

Florentinia mayii

اولین ظهور این گونه در نمونه شماره ۳۷ در ۲۵ متری از قاعده و آخرین ظهور این گونه در نمونه شماره ۴۴ از برش دره‌زر است. 2004 Williams et al. اولین ظهور این گونه را کمپانین میانی و آخرین ظهور آن را ابتدای مائستریشتین می‌دانند.

Cordosphaeridium fibrospinosum

این گونه از نمونه ۳۹ برش چینه‌شناسی ظاهر می‌شود و تا نمونه ۵۹ ادامه پیدا می‌کند. این گونه از هند از رسوبات انتهای مائستریشتین گزارش شده است (Jain 1977). همچنین yepes 2001 آن را از جنوب شرق نیجریه به‌عنوان شاخص انتهای مائستریشتین گزارش کرده است. این گونه از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، شاخص مرز کمپانین- مائستریشتین (Schrank 1987; Jain 1977; Salami 1986, 1988) گزارش شده است.

Manumeilla seelandica

اولین ظهور این گونه در نمونه شماره ۴۴ در ۳۱ متری از

آخرین ظهور این گونه تا مرز کرتاسه-ترشیری (K/T) گزارش شده است (Brinkhuis and Zachariasse 1988; Oboh-Ikuenobe et al. 1998; Stover 1963) اما El Beialy 1994 ظهور این گونه را ابتدای مائستریشتین گزارش کرده است. 1985 Williams et al. در هند، محدوده حضور این گونه را ابتدای مائستریشتین- ابتدای دانین گزارش کرده است.

Chatangella robusta

این گونه از مائستریشتین پایینی را 1992 Schioler گزارش کرده است. همچنین در آمریکا 1976 Benson از پایین‌ترین قسمت مائستریشتین (Lower part of Maastrichtian) گزارش کرده است. این گونه در نمونه شماره ۱۷ در ۱۲ متری از قاعده برش مطالعه شده مشاهده شد (شکل ۴).

Florentinia mantellii

(Yepes 2001) در ونزوئلا و کلمبیا، ظهور این گونه را مائستریشتین زیرین گزارش کرده‌اند، ولی در نیمکره شمالی عرض جغرافیایی متوسط (Williams et al. 2004)، ظهور این گونه کامپانین میانی و آخرین ظهور آن کامپانین بالایی تعیین شده است. آخرین ظهور این گونه در زومایا شمال اسپانیا (Riegali 1987) مائستریشتین زیرین بیان شده است. این گونه از نمونه شماره ۱۸ در ۱۳ متری از ابتدای برش تا نمونه شماره ۳۹ مشاهده شده است (شکل ۴).

Trithyrodinium suspectum

Powell 1992a این گونه را از فرم‌های شاخص کامپانین فوقانی می‌داند و بیشترین فراوانی این گونه را متعلق به کامپانین می‌داند. این گونه در انگلستان، فرانسه و هلند، شاخص انتهای کمپانین در نظر گرفته شده است (Powell 1992b). این گونه در نیمکره شمالی محدوده سنی انتهای سنومانین-انتهای مائستریشتین را نشان می‌دهد (William et al. 2004). این گونه در نمونه شماره ۲۲ در ۱۷ متری از قاعده برش مشاهده شد

داین معرفتی کرده‌اند. Brinkhuis and Zachariasse 1988 در مقطع تیپ تونس (Elkef) و Habib et al. 1992 در جنوب مرکزی آلباما پیدایش این گونه را بعد از مرز کرتاسه - ترشیری می‌دانند.

Trithyrodinium evitii

این گونه از نمونه شماره ۷۳ از ۶۶ متری از قاعده برش مشاهده می‌شود (شکل ۴). این گونه از انتهای کمپانین از جنوب غرب فرانسه معرفی شده است (Antonescu and Avaram 1980). همچنین این گونه به‌عنوان ابتدای مائستریشتین از عرض میانه را William et al. 2004 گزارش کرده‌اند.

آخرین رخدادها

Odontochitina operculata

اولین ظهور این گونه در نمونه شماره ۱۷ و آخرین ظهور آن در نمونه شماره ۴۴ در ۳۱ متری قاعده برش دره - زر مشاهده شد (شکل ۴). این گونه Cookson 1956 معرفی شده است و یکی از مهم‌ترین گونه‌های داینوسپست برای بایواستراتیگرافی رسوبات کرتاسه است. جنس *Odontochitina* را Williams et al. 2004 و Powell 1992b به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم جهانی (Cosmopolatation event) معرفی کرده‌اند. Costa & Davey 1992 در شمال غرب اروپا، آخرین ظهور این گونه را ابتدایی‌ترین قسمت مائستریشتین مطرح کرده‌اند. انقراض این جنس را نویسندگان مختلف در بسیاری از نقاط، شاخص مرز کمپانین - مائستریشتین (C/M) در نظر گرفته‌اند (Corradini 1973; May 1980; Krich 1991; Williams and Bujak 1985; Schioler & Wilson 1993). آخرین حضور این جنس در نیمکره شمالی، یک حادثه جهانی نزدیک مرز کمپانین - مائستریشتین (C/M) گزارش شده است (Wilson 1971; May 1980; Krisch 1991; Williams & Bujak 1985; Costa & Davey 1992; Schrank & Ibrahim 1995). آخرین حضور این گونه در فرانسه (Schioler & Wilson 1998) و فلسطین اشغالی (Hoek et al. 1996) از بالاترین قسمت

برش مشاهده شد. این گونه شاخص انتهای مائستریشتین گزارش شده است (Brinkhuis and Schioler 1996; Slimani et al. 1987; Firth 1987; Wilson 1974; Helby et al. 1995). گونه *Manumeilla druggi* را مترادف *Manumeilla seelandica* در نظر گرفته است. Firth 1993 در جنوب جورجیا، محدوده سنی انتهای مائستریشتین را برای آن در نظر می‌گیرد.

Carpatella cornuta

Carpatella cornuta گونه شاخص ابتدای داینین است که Grigorvitch 1969 آن را معرفی کرده و به تعداد معدود در نمونه شماره ۴۴ و به فراوانی در نمونه شماره ۵۴ از برش دره زر مشاهده شدنی است (شکل ۴). Powell 1992b و Williams et al. 2004 این گونه را شاخص‌های جهانی معرفی کرده‌اند که محدوده سنی ابتدای داینین - انتهای داینین را نشان می‌دهد. در نیوزلند (Willumsen 2006)، مراکش (Slimanie et al. 1995)، جنوب جورجیا از ایالت‌های آمریکا (Firth 1987, 1993) و در دریای شمال دانمارک (Schoilar & Wilson 1993)، شمال غرب اروپا در ناحیه آذربایجان، ارمنستان، اکراین (Wall and Evitt 1975) ظهور این گونه به سن ابتدای داینین گزارش شده است.

Damassadinium californicum

ظهور این گونه در نمونه ۵۴ مشاهده می‌شود (شکل ۴). Williams et al. 2004 ظهور این گونه را ابتدای داینین بیان می‌کنند. ظهور این گونه در نیوزلند (Wilson 1974)، جنوب جورجیا (Firth 1993) و کالیفرنیا (McMinn 1988) از ابتدای داینین گزارش شده است. Powell 1992b با مطالعاتی که از شمال غرب اروپا و تونس انجام داده است، سن این گونه را ابتدای داینین تعیین کرده است. افراد مختلفی چون Haq et al. 1987 و Hansen 1977 و Brinkhuis 1994، Slimani et al. 1995 و Costa & Manum 1988 ظهور این گونه را ابتدای

Williams et al. 1971 انقراض این گونه را از انتهای کمپانین و Roncaglia & Costa & Davey 1992، al. 2004، Corradini 1997 انقراض این گونه را در ابتدای مائستریشتین بعد از انقراض *Odontochitina* spp. گزارش کرده‌اند. Williams & Bujak 1985 انقراض این گونه را ابتدای مائستریشتین و Powell 1992a انقراض این گونه را در طول مائستریشتین می‌داند. همچنین در ایالت بورئال (Krisch 1991)، شمال آمریکا (Tocher 1991; May 1980) و در استرالیا (Mc Minn 1988)، آن را شاخص مرز کرتاسه - ترشیری (C/M) معرفی می‌کنند. همچنین Yepes 2001 در ونزوئلا و کلمبیا، انقراض آن را در انتهای کمپانین - ابتدای مائستریشتین مطرح می‌کند و همچنین این نویسنده در فلسطین اشغالی نیز آخرین حضور آن را در ابتدای مائستریشتین بیان کرده‌اند. Costa and Davy 1992 این گونه را از رسوبات سانتونین - مائستریشتین از انگلستان گزارش کرده‌اند (شکل ۴).

بر مبنای مطالعاتی که بر داینوسیت‌های شاخص در منطقه مطالعه شده انجام شد، ۲ بایوزون به صورت محلی در نظر گرفته می‌شود.

زون‌های داینوسیستی برش مطالعه شده

Dinogymnium acuminatum Interval zone

این بایوزون از ظهور گونه *Dinogymnium acuminatum* تا اولین ظهور گونه شاخص *Carpatella cornuta* در نظر گرفته شده است. این گونه جزء مهم‌ترین گونه‌های داینوفلاژله‌های کرتاسه پسین در رسوبات دریایی سرتاسر جهان است که William et al. 2004 آن را معرفی کرده است. همچنین بسیاری از محققان در عرض میانه، محدوده سن مائستریشتین را برای این جنس در نظر می‌گیرند (Schioler & Wilson 1993, Williams et al. 2004; Schrank 1987; Wilson 1971). این بایوزون به عنوان بایوزون محلی، از مناطق زاگرس ایلام (Rabani et al. 2009) و خوزستان (Zarei 2005) نیز گزارش شده است. داینوسیست‌های همراه آن عبارت‌اند از:

Spiniferites ramosus, *Conifera tabulasa*, *Hystrichodinium pucherum*, *Trithyrodinium castanea*,

کمپانین گزارش شده است. مطالعات نشان می‌دهد که در نیمکره شمالی این جنس، رنج آن به بالاتر از ابتدای مائستریشتین نرسیده است. این گونه در نیمکره جنوبی (Helby et al. 1987)، استرالیا (Riegali 1987) و آتلانتیک (Mohr 1997) (Roncaglia & Mao 1997) اقیانوس جنوبی و نیوزلند (Roncaglia and Corradini 1997) معمولاً به ابتدای مائستریشتین می‌رسد. این گونه در رسوبات آپتین - مائستریشتین به وسیله افراد مختلفی چون Williams and Bujak 1985 و Williams et al. 2004 گزارش شده است. Costa and Davey 1992 آخرین حضور این گونه را به مائستریشتین پیشین در شمال غرب اروپا نسبت می‌دهند.

Cannosphaeropsis utinensis

آخرین حضور از این گونه در نمونه شماره ۲۹ در ۲۱ متری قاعده برش مشاهده می‌شود. آخرین حضور این گونه در مجارستان از انتهای مائستریشتین گزارش شده است (Stover 1996; Stanley 1965). این گونه در جنوب آلمان (Krisch 1991) ابتدای مائستریشتین، در شمال دانمارک (Schioler & Wilson 1993) مائستریشتین پسین گزارش شده است. Williams 1978 محدوده مائستریشتین و سال ۲۰۰۴ (Williams et al. 2004) محدوده ظهور این گونه را ابتدای کمپانین - انتهای مائستریشتین بیان می‌کند. همچنین Haq et al. 1987 آخرین حضور این گونه را در نیمکره شمالی ابتدای مائستریشتین پسین گزارش کرده است. او معتقد است که این گونه در قسمت‌های جوان‌تر وجود ندارد. مشاهده‌های حاضر نشان می‌دهد که لایه‌های بالایی آخرین حضور *Cannosphaeropsis utinensis* در برش مطالعه شده، سن مائستریشتین را دارند.

Xenascus ceratioides

آخرین حضور گونه *Xenascus ceratioides* در نمونه شماره ۳۷ در ۲۷ متری از قاعده برش زره در قرار می‌گیرد. Wilson

در نیمکره شمالی عرض جغرافیایی متوسط ظهور این گونه داین و آخرین حضور آن سلان‌دین گزارش شده است (Williams et al. 2004). ظهور و فراوانی گونه *Carpatella cornuta* در نمونه ۴۴ از برش مطالعه‌شده، نشان‌دهنده شروع پالئوسن است. فسیل‌های همراه در این زون، عبارت‌اند از:

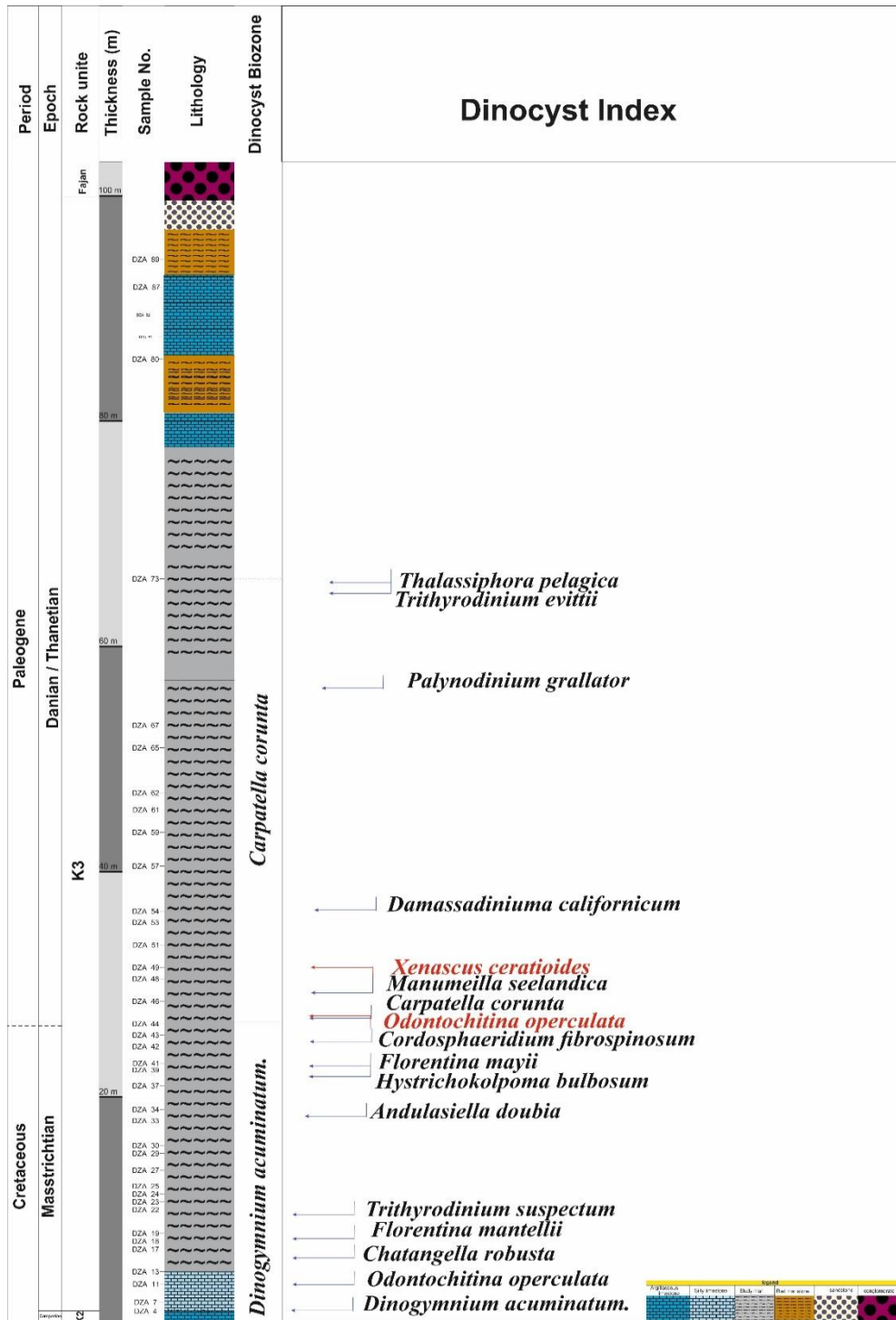
Cannosphaeropsis utinensis, *Spiniferites ramosus*, *Manumella seelandica*, *Araucariacites australis*, *Dinogodinium* spp., *Manumella drugii*, *Sentusidinium* sp., *Dinogymnium wetzelli*, *Kleithriasphaeridium* sp., *Operculidinium* sp., *Phelodinium magnificum*, *Carpatella cornuta*, *Hystrichosphaeridium* sp., *Impagidium* sp., *Achomosphaera* spp., *Deflandrea magnifica* *Coronifera oceanica*.

ظهور و همراهی این بایوزون با داینوسیست‌های شاخصی چون *Damassadinium californicum*, *Talassiphora* *delicate*, *Tectatodinium* spp. نشان‌دهنده محدوده سنی پالئوسن فوقانی است. به دلیل حفظ‌نشده‌گی پالینومورف‌ها در ۳۷ متر انتهای برش مطالعه‌شده، امکان تعیین سن دقیق برای قسمت‌های انتهایی وجود ندارد.

Odontochitina costat, *Odotochitina* spp., *Trithyrodinium suspectum*, *spiniferites echinodinium*, *Phelodinium tricupsus*, *senegalium bicavatum*, *Deflandera galeata*, *Trithyrodinium evittii*, *Cannosphaeropsis utinensis*, *Fibrocyta ovalis*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Xenasus ceratiopsis*

***Carpatella cornuta* Taxon range zone**

این بایوزون گستره ظهور *Carpatella cornuta* را شامل می‌شود که محدوده سنی پالئوسن را نشان می‌دهد. این بایوزون در سازند گورپی در شمال شرق خوزستان با سن پالئوسن فوقانی (Zarei 2005) و در سازند گورپی در جنوب شرق ایلام ابتدای داین تا ابتدای سلان‌دین (Rabani et al. 2009) گزارش شده است. ظهور این گونه در نیوزلند (Willumsen 2006) پالئوسن زیرین و در مراکش (Mancini et al. 1996) و جورجیا آمریکا (Frith 1987) داین بیان شده است. ظهور این گونه را در نیمکره شمالی (Brinkhuis and Biffi 1993) مرز کرتاسه پسین - پالئوسن زیرین و آخرین حضور آن را مرز پالئوسن زیرین - پالئوسن بالایی (داین) تعیین کرده‌اند، ولی

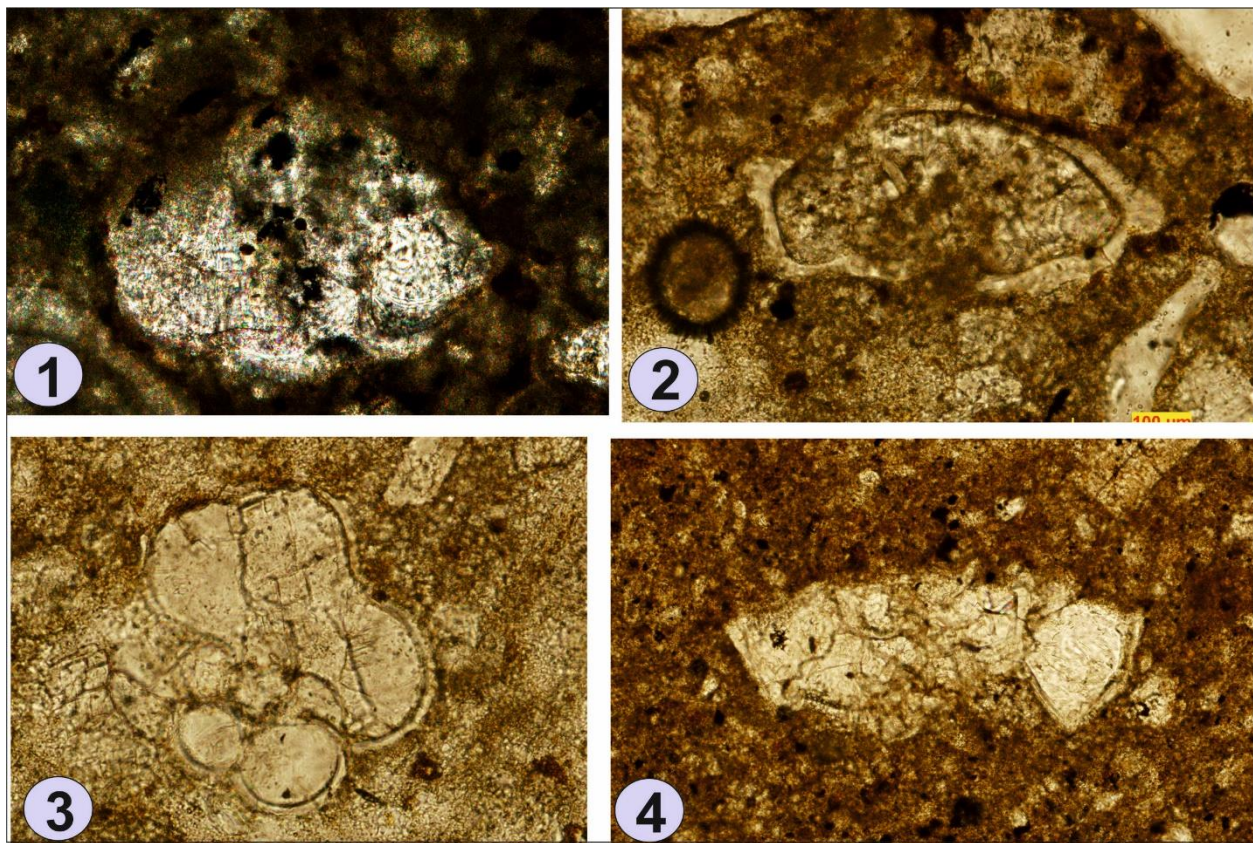


شکل ۴- ظهور و انقراض داینوسیست‌های شاخص در برش مطالعه‌شده

Fig 4- The appearance and disappearance of index dinocysts in the studied section

Globoruncana lapparenti *Globotruncana arca*,
 موجود در رسوبات استفاده شد. مطالعات نشان می‌دهد که ظهور
Hedbergella spp. در قاعده برش مطالعه‌شده، تأییدکننده سن
 کراتاسهٔ پسین است (Postuma 1971) (شکل ۵).

برای مطالعه و تعیین سن دقیق‌تر از فرامینفرهای پلانکتون
 موجود در رسوبات استفاده شد. مطالعات نشان می‌دهد که ظهور
 فرامینفرهای شاخص چون *Contusotruncana fornicata*,



شکل ۵- فرامینفرهای پلانکتون شاخص در برش مطالعه‌شده

Fig 5- Index plankton foraminifers in the studied section

1- *Contusotruncana fornicata* Cushman, 1928, Axial section, $\times 100$; 2--*Globotruncana arca* Cushman 1928, Axial section, $\times 100$; 3- *Hedbergella* sp., Axial section, $\times 100$; 4- *Globotruncana lapparenti* White 1928, Axial section, $\times 100$ Fig 5: Index plankton foraminifers in the studied section, 1- *Contusotruncana fornicata* Cushman 1928, Axial section, $\times 100$; 2--*Globotruncana arca* Cushman 1928, Axial section, $\times 100$; 3- *Hedbergella* sp., Axial section, $\times 100$; 4- *Globotruncana lapparenti* White 1928, Axial section, $\times 100$

مائستریشیتین زیرین تا ابتدای مائستریشیتین بالایی، *Thalassipjora pelagica* به سن انتهای مائستریشیتین بالایی و *Tanyosphaeridium magdaliunum* به سن انتهای مائستریشیتین بالایی را معرفی کرده‌اند.

استرالیا: Helby et al. 1987 چهار بایوزون *Nalsoniella aceras* به سن انتهای سانتونین تا ابتدای کامپانین زیرین، *Xenikoon australis* به سن انتهای کامپانین زیرین، *Isabelidinium korojonense* به سن انتهای کامپانین میانی تا ابتدای کامپانین بالایی و *Manumiella drugii* به سن مائستریشیتین بالایی گزارش کرده‌اند و Roncaglia and Corradini 1997 در شمال شرق ایسلند جنوبی نیوزلند، پنج بایوزون *Satyrodinium haumuriense* به سن کامپانین زیرین تا

تطابق بایوزون‌های منطقه مطالعه‌شده با بایوزون‌های کرتاسه پسین و پالتوسن دیگر نقاط جهان و ایران

اروپا: در شمال دانمارک (Schjølter & Wilson 1993)، پنج بایوزون *Triblustrula utinensis* به سن اواسط مائستریشیتین زیرین تا ابتدای مائستریشیتین بالایی *Isabelidinium cooksonia* به سن اواسط مائستریشیتین بالایی، *Palaeocystodinium denticulatum* به سن اواسط مائستریشیتین بالایی، *Hystrihostrogylon borisii* به سن انتهای مائستریشیتین بالایی و *Palynodinium grallator* به سن انتهای مائستریشیتین بالایی و پنج زیرزون *Eatonicysta hapala* به سن اواسط مائستریشیتین زیرین، *Alterbidinium acutulum* به سن انتهای مائستریشیتین زیرین، *Cannosphaeropsis utinensis* به سن انتهای

میانی، *Isabelidium korojonense* به سن کامپانین میانی، *Isabelidium pellucidum* به سن کامپانین بالایی، *Alterbidinium acutum* به سن مائستریشتین زیرین و *Manumieela seelandica* به سن مائستریشتین بالایی و پنج زیرزون *Trithyrodinium suspectum* به سن ابتدای کامپانین زیرین، *Vozzhennikovia spinulosa* به سن انتهای کامپانین زیرین، *Canninginopsis bretonica* به سن ابتدای کامپانین میانی، *Cerodinium diebelii* به سن ابتدای مائستریشتین زیرین و *Palaeocystodinium granulatum* به سن انتهای مائستریشتین زیرین معرفی کرده‌اند (شکل ۶).

آمریکا: Williams and Bujak 1985 در دریای جنوب شرقی کانادا دو بایوزون *Odontochitina operculata* به سن کامپانین و *Cerodinium diebelii* به سن مائستریشتین تعیین کرده‌اند و در جنوب شرق گرینلند (Helenes and Tellez-Duarte 2002) سه بایوزون *Cerodinium diebelii* به سن انتهای مائستریشتین زیرین، *Wodehouseia spinata* به سن مائستریشتین بالایی، *Palaeocystodinium bulliforme* به سن انتهای دانین و *Palaeoperidinium pyrophorum* به سن انتهای سلاندین را تفکیک کرده است.

ایران: سازند آب تلخ از حوضه کپه داغ را Ghasemi-Nejad & Allameh 2016 مطالعه و چهار بایوزون *Odontochitina costata* به سن انتهای سانتونین تا ابتدای کامپانین، *Xenikoon australis* به سن ابتدای کامپانین، *Isabelidium korojonense* به سن اواسط تا انتهای کامپانین و *Cerodinium diebelii* به سن انتهای کامپانین تا ابتدای مائستریشتین مطرح کرده‌اند. همچنین در این محدوده زمانی از حوضه زاگرس، سازند گورپی در جنوب شرق خوزستان را Zarei 2005 مطالعه و سه بایوزون *Odontochitina porifera* به سن کامپانین فوقانی، *Dinogymnium acuminatum* به سن مائستریشتین و *Carpatella cornuta* را به سن پالتوسن فوقانی معرفی کرد. Rabani et al. 2009 سه بایوزون *Odontochitina operculata* به سن انتهای سانتونین تا انتهای کامپانین،

Dinogymnium acuminatum به سن انتهای کامپانین تا ابتدای دانین و *Carpatella cornuta* به سن ابتدای دانین تا ابتدای سلاندین از سازند گورپی در جنوب شرق ایلام معرفی کرده است. Amiri and zarei 2019 سه بایوزون *Odontochitina operculata* به سن کامپانین میانی و *Cerodinium diebelii* به سن مائستریشتین، *Carpatella cornuta* به سن پالتوسن فوقانی از سازند گورپی را در جنوب ایلام گزارش کرده‌اند (شکل ۶).

بر این اساس بایوزون‌های تعیین شده در برش مطالعه شده با بایوزون‌های معرفی شده از کرتاسه پسین و پالتوسن دیگر نقاط ایران و جهان تطابق داده شد. بایوزون‌های مطرح شده در حوضه البرز مرکزی با بایوزون‌های حوضه زاگرس و حوضه کپه داغ شباهت دارد (شکل ۶).

نتیجه

برای مطالعه رسوبات کرتاسه پسین و روشن‌تر شدن ابهاماتی که درباره این حوضه و شناسایی دقیق رخنمون‌های کرتاسه و چینه‌شناسی آن وجود دارد، یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۰۰ متر در جنوب غربی روستای دره زر در حوضه البرز مرکزی انتخاب شد. با توجه به حفظ‌شدگی خوب پالینومورف‌ها در رسوبات و فراوانی و تنوع بالای پالینومورف‌های خشکی و دریایی، پالینواستراتیگرافی بر مبنای داینوسیست‌ها در برش مطالعه شده انجام شد.

بر مبنای مطالعه داینوسیست‌های شاخص، دو بایوزون *Dinogymnium acuminatum* و *Carpatella cornuta* تفکیک شد که بر این اساس سن واحد مطالعه شده در برش دره زر مائستریشتین تا انتهای دانین/تیتانین تخمین زده می‌شود و مرز کرتاسه پالتوسن در نمونه شماره ۴۴ در بین مارن‌های خاکستری‌رنگ آن قرار می‌گیرد. بر این اساس بایوزون‌های تعیین شده در برش مطالعه شده با بایوزون‌های معرفی شده از کرتاسه پسین و پالتوسن دیگر نقاط ایران و جهان تطابق داده شد. بر این اساس بایوزون‌های مطرح شده در حوضه البرز مرکزی، بیشترین انطباق را با بایوزون‌های اروپای شرقی و

استرالیا دارد و مقایسه تنوع و فراوانی و نوع بایوزون‌ها در نقاط مختلف ایران، شباهت منطقه را با نمونه‌های زاگرس نشان می‌دهد.

Cretaceous				Paleogene	System	Country of study area
Upper cretaceous				Palaeocene	Series	
Santonian	Campanian	Masstrichtian		Danian	Stage	
	<i>Arcoligera coronata</i>	<i>Spindinium clavum?</i>	<i>Cerodinium diebelii</i> <i>Tanospheeridium xanthopyrides</i> <i>Palaeocystodinium galzanoiense</i>	<i>Arcoligera meuseiiformis</i> <i>Hystriosphaeeropsis quastcrhrata</i> <i>Glaphrocysta expansa</i>	Roncaglia & corradini 1997	Italy
			<i>Trihasnula ulmensis</i> <i>Eatonicysta hapida</i>	<i>Thalassiphora pelagica</i> <i>Tanospheeridium magdalinum</i> <i>Hystriosphaeeropsis kortsii</i> <i>Palaeocystodinium denticalatum</i> <i>Isabelidium cooskonice</i>	Schioler & Wilson 1993	Danish
	<i>Odontochitina costata</i>	<i>Xenascus ceratioides</i>	<i>Diphyes colligerum</i>	<i>Cerodinium diebelii</i>	Hoek et al. 1966	Palestine
<i>Odontochitina porifera</i>	<i>Isabelidium oretaceum</i> <i>Xenikoon australis</i>	<i>Nelsonella oerens</i> <i>Isabelidium korojonense</i>		<i>Mammitella druggii</i>	Helby et al. 1997	Australia
	<i>Odontochitina operculata</i>		<i>Dinogymnium euclaensis</i>		Bujak & Williams 1978	Canada
<i>Odontochitina costata</i>	<i>Xenikoon australis</i>	<i>Isabelidium korojonense</i>	<i>Cerodinium diebelii</i>		Ghasemi nejad & Allameh 2015	Kope-Daghe
	<i>Odontochitina operculata</i>		<i>Dinogymnium acuminatum</i>	<i>Carpatella coronata</i>	Rabbani 2009	Iran Zagros
	<i>Odontochitina operculata</i>		<i>Dinogymnium acuminatum</i>	<i>Carpatella coronata</i>	zarei 2005	
	<i>Odontochitina operculata</i>		<i>Cerodinium diebelii</i>	<i>Carpatella coronata</i>	Amiri and zarei 2019	
			<i>Dinogymnium acuminatum</i>	<i>Carpatella coronata</i>	This study	

شکل ۶- مقایسه زون‌های تفکیک‌شده بر مبنای داینوفلاژله‌ها در برش مطالعه‌شده با بایوزون‌های کرتاسه پسین و پالتوسن ایران و دیگر نقاط جهان

Fig 6- Comparing the dinocyst biozonation in the studied section with Upper Cretaceous and Paleocene biozonation of Iran and other parts of the world

Reference

- Antonescu E. and Avaram E. 1980. Correlation des dinoflagelles avec les zones d ammonites et de capionelles du Cretace Inferieur de Svinita- Banat. *Annuaire de l Institut de Geologie et de Geophysique*, 56 : 97-132.
- Amiri M. and Zarei E. 2019. Palynostratigraphy of the Gurpi Formation in Bishederaz section, south of Ilam. The 12th Conference of the Paleontology Society of Iran, Mashhad, Iran, Directorate General of Geology and Mineral Exploration of the Northeast Region.
- Aghanabati S.A. 2004. Geology of Iran. Geological Survey of Iran. 606 p. [In Persian]
- Aurisano R. W. 1984. Three New Dinoflagellate species from the subsurface Upper Cretaceous Atlantic Coastal Plain of New Jersey. *Journal of Paleontology*, 58: 1-8.
- Azvajei N. 2001. Microstratigraphy of Upper Cretaceous at Northeastern of Kellardasht, Master's thesis of Shahid-Beheshti University. 142 p.
- Benson G. D. 1976. Dinoflagellate biostratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary, Round Bay, Maryland. *Tulane Study Geology. Paleontology*, 12(4): 169-228.
- Brinkhuis H. 1994. Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 107: 121-163.
- Brinkhuis H. and Zachariasse W. J. 1988. Dinoflagellate cysts, sea level changes and planktonic foraminifers across the Cretaceous-Tertiary boundary at El Haria, northwest Tunisia. *Marine Micropaleontology*, 13: 153-191.
- Brinkhuis H. and Biffi U. 1993. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Eocene/Oligocene transition in central Italy. *Marine Micropaleontology*, 22: 131-183.
- Brinkhuis H. and Schiøler P. 1996. Palynology of the Geulhemmerberg Cretaceous/Tertiary boundary section (Limburg, Netherlands). *Geol. Mijnbouw*, 75:193-213.
- Clapp F.G. 1940. Geology of eastern Iran, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 51(1): 1-102.
- Cookson I.C. 1956. Additional microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 7:183-191.
- Corradini D. 1973. Non-calcareous microplankton from the Upper Cretaceous of the northern Apennines. *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 11:119-197.
- Costa L.I. and Manum S.B. 1988. The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1-D15) and the Miocene (D16-D20), In: Vinken R. (Ed.): The northwest European Tertiary basin: results of the International Geological Correlation Programme, Project No. 124, *Geologisches Jahrbuch, Reihe A*, 100: 321-330.
- Costa L.I. and Davey R.J. 1992. Dinoflagellate cyst of the Cretaceous System, 99-132. In: Powell, A.J. (Ed.) A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. Chapman & Hall, London.
- Darvishzadeh A. 2004. Geology of Iran: Stratigraphy, Tectonic, Metamorphism and Magatism. AmirKabir Publication, Tehran, 473 p.
- Davies E.H. and Norris G. 1980. Latitudinal variation in encystment modes and species diversity in Jurassic dinoflagellates. In: Strangway D.W. (Ed.). The Continental Crust and its Mineral Deposits. Special Paper, Geological Association of Canada 20: 361-373.
- Davis O.K. and Overs J. 1984. Archeological Palynology: An International Perspective. Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series. vol. 29, 221 p.
- Davey R. J. 1971. Palynology and Paleo-environmental studies with special reference to continental shelf sediments of South Africa, In: Farissacci A. 1970 (Ed.) proceeding of the II planktonic Conference Roma, PP 331-347.
- Dellenbach J. 1964. Contribution a l'etude geologique de la region situee a l'est de Teheran (Iran). Thesis, Univ. of Strasbourg (France) 17p.
- Duxbury S. 1977. A palynostratigraphy of the Berriasian to Barremian of the Speeton Clay of Speeton, England. *Palaeontographica, Abteilung B*, 160(1-3): 17-67, 1-15.
- El Beialy S.Y. 1994. Campanian-Maastrichtian palynomorphs from the Duwi (Phosphate) Formation of the Hamrawein and Umm El Hueitat mines, Red Sea Coast, Egypt. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 85: 303-317.
- Foroughi F. Ghadim Khatoon Abad H. and Kamyabi Shadan H. 2022. Biostratigraphy of Paleocene strata based on calcareous nannofossils at Zard-Darreh Section, southern central Alborz Mountains, Northern Iran. *Geopersia Journal*. 12 (2): 299-316.
- Firth J.V. 1993. Dinoflagellate assemblages and sea level fluctuations in the Maastrichtian of southwest Georgia. *Review of Paleobot. and Paleynol.* 79:179-204.
- Firth J.V. 1987. Dinoflagellate biostratigraphy of the Maastrichtian to Danian interval in the U.S. Geological survey Albany core, Georgia, U.S.A. *Palynology*. 11:199-216.
- Fisher M.J. and Riley L.A. 1976. The stratigraphic distribution of dinoflagellate cysts at the boreal Jurassic-Cretaceous boundary. 4th International Palynology Conference, Lucknow, India, December-January, 1976-1977, Abstracts, p.52.
- Gansser A. and Huber H. 1962. Geological observation in central Alburz, Iran. *Schweizerische Mineralogische und petrographische Mitteilunge*, 42(4): 583-630.
- Ghasemi-Nejad E. and Allameh M. 2016. Palynology and Palynofacies of Santonian-Maastrichtian strata (Abtalkh Fm.) in eastern Kopeh-Dagh Basin, NE

- of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(3): 73-105.
- Ghiyasi M. 1993. Investigation of the microstratigraphy of Upper Cretaceous deposits in the east and northeast of Tehran (south of Roudhen-Lar district). Master's thesis of Shahid-Beheshti university. 315 p.
- Grigorovich A.S. 1969. A new genus *Carpatella* (Dinoflagellata) from Danian-Paleocene deposits of Carpathians. *Paleontologicheskii Gbormik*, 6: 74-75 [In Russian].
- Habib D. 1970. Middle Cretaceous palynomorph assemblages from clays near the Horizon Beta deep-sea outcrop. *Micropaleontology*, 16: 345-379.
- Habib D. 1975. Neocomian dinoflagellate zonation in the western north Atlantic. *Micropaleontology*, 21: 373-392.
- Habib D. 1982. Sedimentary supply origin of North Atlantic Cretaceous black shales, In: Schlanger S.O. and Cita M.B. (Eds.), *Nature and origin of Cretaceous Carbon- Rich Facies*, Academic Press, London, 113-27 p.
- Habib D. Moshkovitz S. and Kramer C. 1992. Dinoflagellate and calcareous nannofossil response to sea-level change in Cretaceous-Tertiary boundary sections. *Geology*, 20: 165-168.
- Hansen J.M. 1977. Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. *Bull. Geol. Soc. Den.*, 26:1-26
- Haq B.U. Hardenbol J. and Vail P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235: 1156-1166.
- Helby R. Morgan R. and Partridge A.D. 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: Jell P.A. (Ed.), *Studies in Australian Mesozoic palynology. Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists*, 4: 1-94.
- Helenes J. and Tellez-Duarte M. A. 2002. Paleontological evidence of the Campanian to Early Paleocene paleogeography of Baja California. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 186: 61-80.
- Hoek R. P. Yoram E. and Ahuva Almogi-Labin. 1996. Dinoflagellate cyst zonation of Campanian-Maastrichtian sequences in Israel. *Micropaleontology*, 42:125-150.
- Jain K.P. 1977. Additional dinoflagellates and acritarchs from Grey Shale Member of Dalmiapuram Formation, south India. *Palaeobotanist*, 24:170- 194.
- Keshani F. 1997. A new perspective on the Jurassic-Cretaceous boundary in central Alborz (Damavand-Firouzko axis) and its biostratigraphy study. Master's thesis of Tehran university. 156 p.
- Khorasani S. 2010. Lithostratigraphy and biostratigraphy of Upper Cretaceous in Pol Zoghal (south of Chalous). Master's thesis of Research Institute of Earth Sciences, Organization of Geology and Mineral Exploration of Iran. 214 p.
- Kirsch K.H. 1991. Dinoflagellaten-Zysten aus der Oberkreide des Helvetikums und Nordultrahelvetikums von Oberbayern. *Münchener Geowiss. Abh., Reihe A, Geol. Palaeontol.*, 22:1-306.
- Mancini E.A. Puckett T.M. and Tew B.H. 1996. Integrated biostratigraphic and sequence stratigraphic framework for Upper Cretaceous strata of the eastern Gulf Coastal Plain, USA. *Cretaceous Research*, 17: 645-669.
- May F.E. 1980. Dinoflagellate cysts of the Gymnodiniaceae, Peridiniaceae, and Gonyaulacaceae from the Upper Cretaceous Monmouth Group, Atlantic Highlands, New Jersey. *Palaeontographica Abteilung B* 172:1-116.
- McMinn A. 1988. Outline of a Late Cretaceous dinoflagellate zonation of northwestern Australia. *Alcheringa*, 12:137-156.
- Mohr B.A.R. and Mao S. 1997. Maastrichtian dinocyst floras from Maud Rise and Georgia Basin (southern ocean): their stratigraphic and paleoenvironmental implications. *Palynology*, 21:41-65.
- Morgan R. 1977. Palynostratigraphy of the Australian Early and Middle Cretaceous. *Quarterly Notes of the Geological Survey of New South Wales*, 28:10-18.
- Nori M. 2003. Investigation of Upper Cretaceous calcareous nannofossils in Alameda-Glandroud region. Master's thesis of Shahid-Beheshti University. 137 p.
- Norwick M.S. and Burger D. 1976. Palynology of the Cenomanian of Bathurst Island; in *Palynology of Cenomanian of Bathurst Island, Northern Territory, Australia. Australian Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bulletin*, 151: 21-113.
- Oboh-Ikuenobe F. E. Yepes O. and Gregg J. M. 1998. Palynostratigraphy, palynofacies, and thermal maturation of Cretaceous-Paleocene sediments from the Cote D'Ivoire-Ghana Transform Margin. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 159: 277-318.
- Postuma, J.A. 1971. *Manual of Planktonic Foraminifera*; Elsevier, Amsterdam, London 397 p.
- Powell A.J. 1992a. Dinoflagellate cysts of the Tertiary System. In: Powell A.J. (Ed.), *A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*: London (Chapman and Hall), 155-251.
- Powell A.J. 1992b. *A stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*. Chapman and Hall. 289 p.
- Rabani J. Ghasemi-Nejad E. Amini A. 2009. Lithostratigraphy and sequence stratigraphy of Gurpi Formation in Dareh-Shahr. Southeastern of Ilam. *Iranian Geology Quarterly*, 10: 3-13.
- Riegali M.S.P. 1987. O gênero *Afropollis*, Doyle, Jardiné et Doerenkamp, 1982 e sua distribuição no Cretáceo do Brasil. *Anais X Congr. Bras. Paleontol.*, 2: 625-635.
- Riviere A. 1934. Contribution an l'etude g'eologique de l Elburz (perse). *R'evue de g'eologique physique et de g'eologie Dynamique*, 7 (1-2): 194 p.

- Roncaglia L. and Corradini D. 1997. Upper Campanian to Maastrichtian dinoflagellate zonation in the northern Apennines, Italy. *Newsletters on Stratigraphy* 35(1): 29–57.
- Salami M.B. 1986. Some dinoflagellate cysts and acritarchs from the Late Cretaceous and Paleogene sediments of the Benin (ex-Dahomey) Embayment in southwestern Nigeria. *Ife J. Science*, 1: 11-21.
- Salami M.B. 1988. Petrography and palynology of the Upper Maastrichtian Abeokuta Formation of southwestern Nigeria. *Nigerian J. Sci.*, 22: 127-142.
- Schioler P. and Wilson G.J. 1993. Maastrichtian dinoflagellate zonation in the Dan Field, Danish North Sea. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 78: 321-351.
- Schioler P. 1992. Dinoflagellate cyst from the Arnager Limestone Formation (Coniacian, Late Cretaceous), Bornholm, Danmark. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 72: 1-25.
- Schioler P. and Wilson G. 1998. Dinoflagellate biostratigraphy of the Middle Coniacian-Lower Campanian (Upper Cretaceous) in south Marlborough, New Zealand. *Micropaleontology*, 44: 313-349.
- Schrank E. 1987. Palaeozoic and Mesozoic palynomorphs from Northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates. *Berliner Geowiss., Abh.*, 75: 249-310.
- Schrank E. 2005. Dinoflagellate cysts and associated aquatic palynomorphs from the tendaguru beds (Upper Jurassic-Lower Cretaceous) of Southeast Tanzania. *Palynology*, 29: 49-85.
- Schrank E. and Ibrahim M.I.A. 1995. Cretaceous (Aptian-Maastrichtian) palynology of foraminiferated wells (KRM-1, AG-18) in northwestern Egypt. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 177: 1-44.
- Slimani H. 1995. Les dinokystes des craies du Campanien au Danien à Hallembaye et Turnhout (Belgique) et à Beutenaken (Pays-Bas): Biostratigraphie et Systématique [thèse doctorat]. *Univ. Gent*, 37: 1-173.
- Stanley E.A. 1965. Upper Cretaceous and Paleocene plant microfossils and Paleocene dinoflagellates and hystrichosphaerids from northwestern South Dakota. *Bull. Am. Paleontol.*, 49:179-384.
- Steiger R. 1966. Die Geologie der west- Finukuh-area (Zentral elburg) Mitt. Geol. Inst. ETHU.Univ. Zürich. N. F. N.S. 145 P.
- Stover L.E. 1963. Some Middle Cretaceous palynomorphs from West Africa. *Micropaleontology*, 9: 85-94.
- Stover L. E. 1996. Mesozoic, Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 2: 641-750.
- Tocher A.B. 1991. Late Cretaceous dinoflagellate cysts from the southern Kergelen Platea, Site 738. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 119: 201- 300.
- Traverse A. 2007. *Paleopalynology. Topics in Geobiology*, second ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 813 pp.
- Wall D. and Evitt W.R. 1975. A comparison of the modern genus *Ceratium* Schrank, 1793, with certain Cretaceous marine dinoflagellates. *Micropaleontology*, 21: 14- 44.
- Williams G.L. 1978. Palynological biostratigraphy, Deep Sea Drilling Project, Sites 367 and 370. In: Lancelot Y. Seibold E. et al., *Init. Repts. DSDP, 38-41 (Suppl.)*: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 783-815.
- Williams G.L. and Bujak J.P. 1985. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In: Bolli H.M. Saunders J.B. and Perch-Nielsen K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge (Cambridge Univ. Press), 847-964.
- Williams G. L. Brinkhuis H. Pearce M. A. Fensome R. A. and Weegink J. W. 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events Compared: Index events for the Late Cretaceous-Neogene. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, p: 189.
- Willumsen P. S. 2006. *Palynodinium minus* sp. Nov., a new dinoflagellate cyst from the Cretaceous–Paleogene transition in New Zealand; Its significance and palaeoecology. *Cretaceous Res.* 27: 954–963.
- Wilson G.J. 1971. Observations on European Late Cretaceous dinoflagellates cysts. *Proceedings of the Second Planktonic Conference, Roma 1970(2)*: 1259-1276.
- Wilson G.J. 1974. Upper Campanian and Maastrichtian dinoflagellate cysts from the Maastricht region and Denmark. *Department of Geology, University of Nottingham (Nottingham)*: 1-601 (unpubl. PhD thesis).
- Yari-nejad A. Darvishzadeh B. Norozi M. Partoazar H. 2005. Systematic study of Rosita species of Upper Cretaceous age in the northern slopes of Central Alborz. *The 24th Earth Sciences Conference*.
- Yepes O. 2001. Maastrichtian – Danian dinoflagellate cyst biostratigraphy and biogeography from two equatorial sections in Colombia and Venezuela. *Palynology*, 25: 217-249.
- Zarei E. 2005. Palynology, biostratigraphy and paleoecology of the Gurpi Foramtion in type section. Master's thesis of Tehran University. 151p. [In Persian]

Plate 1:



Plate 1

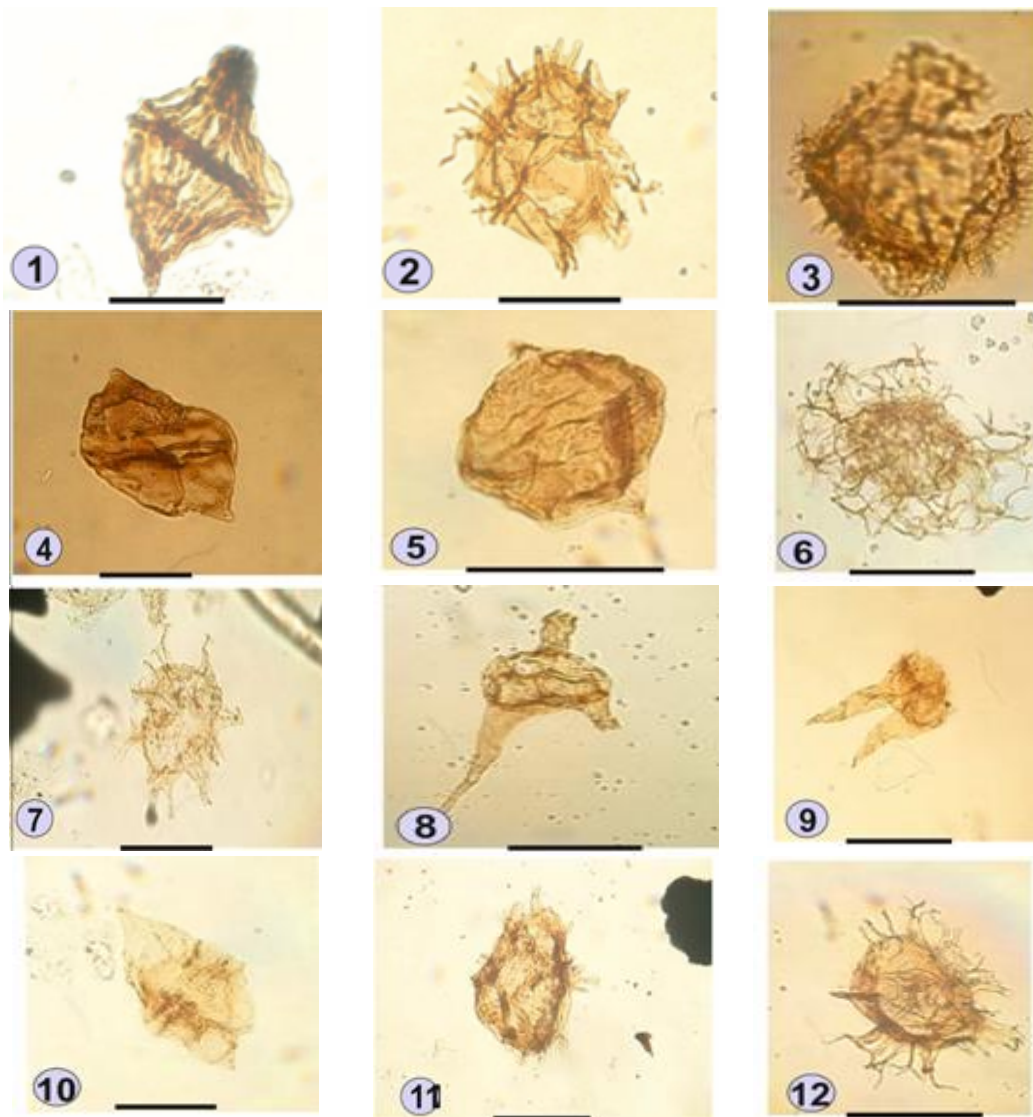


Plate 1: Palynomorphs from the studied section. scale bar for all samples is 50 μm . 1- *Dinogumnium acuminatum* Evitt et al. 1967; 2- *spiniferites ramosus granosus* (Ehrenberg 1838); 3- *Glaphyrocysta perforata* Hultberg and Malmgren 1985; 4 - *Carpatella corunata* Griagorovich 1969 ; 5- *Trithyrodinium suspectum* (Manum and Cookson 1964) Davey 1969b; 6- *Cannosphaeropsis* sp. ; 7- *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg 1838) Deflandre 1937b; 8- *Odontochitina operculata* (Wetzel 1933) Deflandre and Cookson 1955; 9- *Odontochitina porifera*; Deflandre and Cookson 1955; 10- *Isabelidinium pellucidum*; Lentin and Williams 1977; 11- *Damassadinium californicum* (Drugg) Fensome F. Taylor G. (Wharton & G.L.Williams 2002); 12- *Xenascus ceratioides* (Deflandre 1937b) Lentin and Williams 1973.

Plate 2

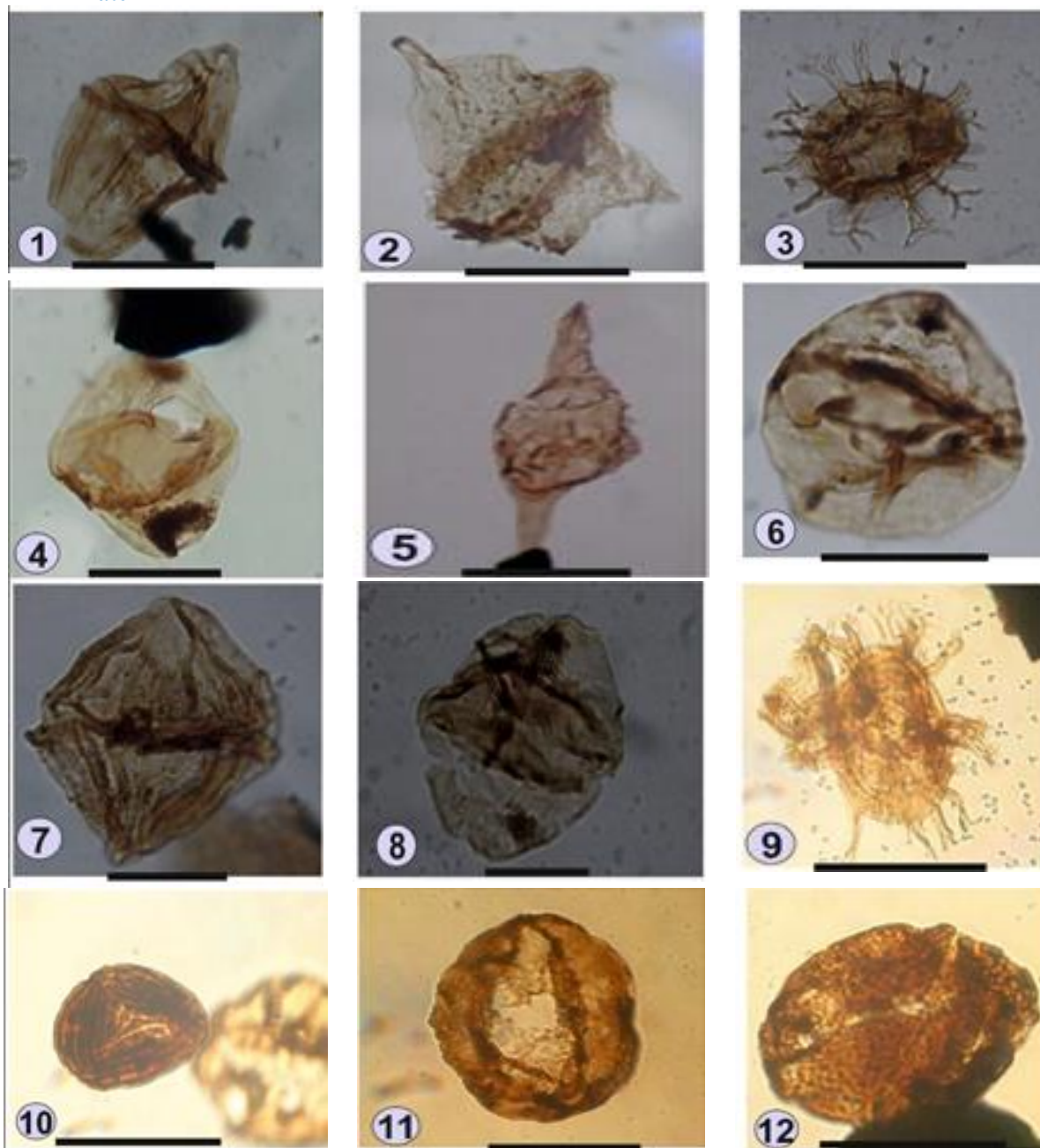


Plate 2 - Palynomorphs from the studied section. scale bar for all samples is 50 μm . 1- *Dinogymnium sibiricum* (Vozzhennikova 1967) Lentin and Williams 1973; 2- *Chatangella robusta* Lentin and Williams 1977; 3- *Achomosphaera neptunii* (Eisenack 1958a) Davey and Williams, 1966a. ;4- *Manumiella drugii* stover 1974; 5- *Andalusiella mauthei* Riegel, 1974; 6- *Manumiella rotunda* stover 1974; 7- *Dinogymnium witzeli* Evit et al. 1967; 8- *Manumiella seelandica* (Lange 1967) Bujak and Davies 1983; 9- *pervosphaeridium pseudhystrichodinium* Lentin and Williams 1973; 10- *Cicatricosisporites* sp. Potonié & Gelletich, 1970 ; 11- *Chasmatosporites major* Nilsson 1958; proximal focus; 12- *Araucariacites australis* Cookson 1947.