



ویژگیهای زیست چینه‌ای سازند کلات بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در روستای خشت، دهانه ورودی شهر کلات و روستای چهچه

نوشته: دکتر فاطمه هادوی* و محمد انور محقی*

Biostratigraphic Study of Calcareous Nannoplanktons of Kalat Formation, khesht village, entrance of Kalat City and Chahchaha -Village

By:Dr.F.Hadavi * and M.A.Moheghi*

چکیده

نانوفسیلهای 47 نمونه از سازند کلات از سه محل روستای چهچه، روستای خشت و دهانه ورودی شهرکلات برای مطالعات زیست چینه‌شناسی بررسی شده است. بر مبنای مطالعات انجام شده، زیست زونهای CC25 و CC26 که معادل ماستریختین بالایی و بالاترین بخش ماستریختین است، برای روستاهای خشت و چهچه و زیست زون CC25 با سن ماستریختین پسین برای دهانه وردی شهر کلات است.
کلید واژه‌ها: زیست چینه‌شناسی، سازند کلات، روستای چهچه، روستای خشت، دهانه ورودی شهر کلات، نانوپلانکتونهای آهکی

Abstract

A biostratigraphic study of calcareous nannofossils from Kalat Formation of Kopeh-dagh basin has allowed the recognition of the calcareous biozones of sissingh (1977) CC25 (Upper Maetrichtian) & CC26 (most Upper Maetrichtian) from Chahchaheh

And Khesht village and, CC25 (Upper Maastrichian) from entrance of Kalat city .

Keyword: Biostratigraphy, Kalat Formation, Chahchahah village, Khesht village, Entrance of Kalat city, Calcareous nannoplanktons

مقدمه

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال خاور ایران، پس از بسته شدن اقیانوس هرسی نین در اثر کوهزایی سیمیرین پیشین و در زمان تریاس میانی به وجود آمده است (بربریان و کینگ، 1981؛ روتر، 1991). این حوضه بین 30° تا 38°15' عرض شمالی و 54°0' تا 61°13' طول خاوری قرار دارد. وسعت منطقه 55000 کیلو متر مربع است (افشار حرب، 1373) که از شمال به صفحه توران، از خاور به گسل هریرود، از باختر به البرز خاوری و از جنوب به بینا لود می‌رسد. حوضه رسوبی کپه داغ، دارای رسوبات دریایی کاملی همراه با رسوبات تخریبی است. در باختر داغ، جنبشهای خشکی زایی نبود رسوبگذاری محلی را باعث شده است و در خاور آن نیز چنین وضعیتی در اوایل کرتاسه پسین مشاهده می‌شود.

پس از سنومانین و پیش از ماستریختین، جنبشهای نسبتاً مهمی در این حوضه رخ داده است. زیرا رسوبات کرتاسه بالایی به طور ناپیوسته روی کرتاسه پایینی قرار گرفته است. سن رسوبات این ناحیه از ژوراسیک پیشین تا کواترنر است. سازند کلات، آخرین سازند گزارش شده از کرتاسه در حوضه کپه داغ است و نام این سازند از شهرک کلات نادری گرفته شده است. برش الگوی آن در تنگ نیزاز در مسیر جاده مشهد-سرخس واقع است. در مطالعه حاضر، شیل‌های سازند کلات در برشهای مختلف (روستای خشت، دهانه ورودی شهر کلات و روستای چهچه) نمونه برداری و توسط میکروسکوپ نوری مطالعه و عکسبرداری گردید. تاکنون مطالعات فسیل شناسی انجام شده بر روی سازند کلات عمدتاً بر اساس





فرامینیفرها بوده است، ولی در این نوشتار، از نانوفسیلهای آهکی که ابزار بسیار سودمندی برای سن‌یابی و رده بندی زیست‌چینه‌ای هستند، برای اهداف زیر استفاده شده است:

- 1- مطالعه و معرفی نانوفسیلهای
- 2- رده بندی زیست چینه ای و تعیین سن
- 3- مقایسه زیست زونهای شناخته شده با زونهای استاندارد

چینه شناسی سازند کلات

سازند کلات در یک دریای پیشرونده تشکیل شده و دارای گسترش وسیعی است که بخش زیرین آن در تمامی مناطق گسترش دارد ولی بخشهای دیگر به سوی خاور و باختر نازک شده ویا ناپدید می‌گردد. بدین ترتیب، ضخامت سازند کلات در مناطق مختلف متفاوت و از 277 متر در برش الگو (تنگ نیزار) به 5 متر در ناحیه دره گز در برش کناروه، خاور روستای شمس خان کاهش می یابد (شکل 1).

برش الگوی سازند کلات در تنگ نیزار با مختصات جغرافیایی آن "11°، 33'، 60° طول شرقی و "16°، 47'، 36° عرض شمالی است. بیشترین ضخامت سازند در این محل مشاهده شده است (Afshar Harb, A.1979). سازند کلات در این محل از پنج بخش متمایز تشکیل شده (شکل 2) که از پایین به بالا به شرح زیر است:

- 1- سنگ آهک زیرین 85 متر
- 2- شیل زیرین 84 متر
- 3- سنگ آهک میانی 23 متر
- 4- شیل بالایی 53 متر
- 5- سنگ آهک بالایی 32 متر

از آنجا که سازند کلات بیشتر از آهکهای ماسه‌ای تشکیل شده است که برای مطالعه نانوفسیلهای آهکی مناسب نیستند، نمونه برداری تنها از بخشهای شیلی انجام گرفته است. موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای سنگ شناختی محل‌های نمونه برداری (شکل 3) به شرح زیر است:

1- روستای خشت

این مقطع در 25 کیلومتری شمال شهرکلات با مختصات جغرافیایی آن "59°، 47'، 59° طول خاوری" 2°، 3'، 37° عرض شمالی قرار دارد. از نظر سنگ‌شناسی بیشتر از سنگ آهک ماسه ای به رنگهای قهوه‌ای، زرد و خاکستری تشکیل شده است، و در قسمت بالایی آن تناوبی از آهک و شیل دیده می شود. 12 نمونه از 22 متر بخش بالایی این مقطع که تناوبی از شیل و آهک است، برداشت شده است (شکل 4).

2- دهانه ورودی شهر کلات

این مقطع در 151 کیلومتری جاده مشهد-کلات با مختصات جغرافیایی آن "14°، 43'، 59° طول خاوری و "29°، 59'، 36° عرض شمالی واقع است. ضخامت سازند کلات در این محل 5 / 159 متر است. سنگ‌شناسی این محل، بیشتر شامل سنگ آهکهای ماسه‌ای به رنگ قهوه‌ای روشن، خاکستری - زرد تا خاکستری روشن است. در قسمت بالایی، تناوبی، از شیلهای سبز خاکستری آهکهای قهوه ای تا زرد فسیل‌دار است. مقطع مذکور در دهانه ورودی شهر کلات قرار دارد و از این محل 15 نمونه برداشت شده است (شکل 5).

3- روستای چهجه

در 76 کیلومتری جاده مشهد-کلات، پس از ورود به یک راه فرعی در سمت راست جاده و طی 54 کیلومتر به سمت خاور، روستای چهجه قرار دارد. مقطع مطالعه شده در 8/5 کیلومتری شمال این روستا واقع است. مختصات این مقطع "36°، 20'، 60° طول شرقی و "2°، 39'، 36° عرض شمالی می باشد. سنگ‌شناسی سازند کلات در این مقطع، سنگ آهک ماسه ای به رنگهای خاکستری، قهوه ای و زرد، سنگ‌آهک هیپوریتی و شیل در مجموع با ضخامت 141/5 متر است. لایه‌های شیلی موجود در این منطقه، در بخشهای میانی و بالایی قرار دارد. شیلهای میانی بین دو لایه سنگ آهک هیپوریت‌دار واقع شده‌اند. نمونه‌های مطالعه شده از سنگهای مذکور برداشت شده‌اند. تعداد نمونه‌ها از بخش شیلی میانی 12 نمونه و از بخش بالایی 8 نمونه برداشت شده است (شکل 6).

روش نمونه برداری

معمولاً نانوفسیلهای آهکی در رسوبات دانه ریز پلاژیک مانند مارن، شیل و رس به همراه فرامینیفراهای پلانکتون به فراوانی یافت می شوند. این فسیلها، حتی در جاهایی که فرامینیفراهای پلانکتون هم وجود ندارند، دیده شده اند. باید یادآور شد که عواملی همچون دیاژنز، انحلال و تبلور دوباره بر روی حفظ شدگی نانوفسیلهای آهکی مؤثر است. به خاطر اندازه بسیار کوچک این فسیلها و جلوگیری از عوامل مخرب مانند هوازدگی و نیز جلوگیری از آلودگی، باید در نمونه برداری دقت زیاد مبذول شود. برای دستیابی به نمونه‌های تازه و نا هوازده، نمونه برداری باید از عمق صورت گیرد و سپس نمونه های برداشت شده به منظور جلوگیری از آلودگی، لازم است در کیسه پلاستیکی جای داده شوند و شماره و محل نمونه برداری روی کیسه یادداشت گردد.





مقدار نمونه لازم برای نانوفسیل بسیار کوچک و به اندازه یک حبه قند توصیه شده است.

روش آماده سازی و مطالعه

در آماده سازی نانوفسیلهای آهکی از روش smear slide استفاده شده که شامل مراحل زیر است:

- 1 - ابتدا حدود یک سانتی متر مکعب از نمونه با کارد مخصوصی تراشیده می شود تا میزان هوازدگی و آلودگی به حداقل برسد.
- 2 - بخشی از نمونه با چاقو تراشیده و روی لام ریخته می شود. سپس با افزودن قطره ای آب مقطر و به کمک یک خلال دندان، نمونه روی لام پهن شده و سپس با حرکات زیگزاک با خمیر دندان ضخامت های مختلف از نمونه روی لام ایجاد می شود و با کانادابالزام، لام و لامل به هم چسبانده می شوند.

برای مطالعه و عکس برداری نمونه های آماده شده در این روش، از میکروسکوپ پلاریزان و از عدسی های شینی 50 و ترجیحاً 100 استفاده می شود. مطالعه نمونه ها در هر دو نور PPL و XPL ضروری است. شایان ذکر است که برای مطالعات کنونی (نانوفسیلهای کرتاسه) در بسیاری از مواقع استفاده از عدسی های پلاریزه مقاطع کافی به نظر می رسد. هنگام به کارگیری عدسی شینی 100 استفاده از روغن غوطه ور ساز ضروری است.

حقیقت تاریخچه ای از نانوپلانکتونهای آهکی است. در این گزارش نیز افزون بر تاکسونومی، شرایط آب و هوایی، جغرافیایی و محیط دیرینه نیز مورد بررسی قرار می گیرد. مقاله Burnett در سال 1988 کامل ترین مجموعه از نانوفسیلهای آهکی معرفی شده تا کنون است. اما متأسفانه نانوفسیلهای تصفیه شده در این مقاله توصیف نشده اند. گزارش Perch-Nielsen (1985) مجموعه جامعی از نانوفسیلهای شناسایی شده تا سال 1985 است. وی در این مجموعه، به توصیف کامل تاکسونهای نانوفسیلی، تفاوت تاکسونها با یکدیگر و بازه سنی آنها می پردازد. بدین سبب، در مطالعات کنونی برای شناسایی گیاهی موجود، بیشتر از این گزارش استفاده شده است.

در مجموع 47 نمونه از بخشهای شیلی سازند کلات برای مطالعه نانوپلانکتونهای آهکی جمع آوری شد. ناوفسیلهای شناسایی شده، حفظ شدگی به نسبت خوب و گاه متوسط تا ضعیف دارند. با اینکه برخی از نمونه ها به صورت خرد شده مشاهده می شوند، اما در بسیاری از موارد، شناسایی آنها به آسانی انجام شده است.

اگر چه تعداد نانوفسیلهای یافت شده در مقاطع مورد مطالعه چندان زیاد نیست، اما انواع شناسایی شده برای تعیین سن سازند کلات کافی است. نانوفسیلهای گزارش شده عبارتند از:

Arkhangelskiella cymbiformis Vekshina (1959)
Broinsonia dentata Bukry (1969)
Aspidulites sparcus expansuse Perch-Nielsen (1984a)
Braarudosphaera africana Stradner (1961)
Braarudosphaera bigellowi (Gran & Braarud, 1935)
Deflandre (1947)
Calculites obscurus Deflandre, (1959) prins & Sissingh in Sissingh (1977)
Calculites ovalis (Stradner, 1963) Prins & Sissinghin Sissingh (1977)
Ceratolithoides ultimus Perch-Nielsen (1981)
Eiffelitus cf. E.gorkae Reinhardt (1965)
Eiffelitus gorkae Reinhardt (1965)
Eiffelitus turriseiffellii (Deflandre 1954) Reinhardt (1965)
Litraphidites quadratus Bramlette & Martini (1964)
Litraphidites cf. L. quadratus Bramlette & Martini (1964)
Lucianorhabdus cayeuxii Deflandre (1959)
Lucianorhabdus maleformis Deflandre (1959)
Lucianorhabdus sp1
Markalius inversus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Bramlette (1964)
Micula decussate Vekshina (1959)
Micula concava (Stradner in Martini & Stradner 1960)

مقدار نمونه لازم برای نانوفسیل بسیار کوچک و به اندازه یک حبه قند توصیه شده است.

روش آماده سازی و مطالعه

در آماده سازی نانوفسیلهای آهکی از روش smear slide استفاده شده که شامل مراحل زیر است:

- 1 - ابتدا حدود یک سانتی متر مکعب از نمونه با کارد مخصوصی تراشیده می شود تا میزان هوازدگی و آلودگی به حداقل برسد.
- 2 - بخشی از نمونه با چاقو تراشیده و روی لام ریخته می شود. سپس با افزودن قطره ای آب مقطر و به کمک یک خلال دندان، نمونه روی لام پهن شده و سپس با حرکات زیگزاک با خمیر دندان ضخامت های مختلف از نمونه روی لام ایجاد می شود و با کانادابالزام، لام و لامل به هم چسبانده می شوند.

برای مطالعه و عکس برداری نمونه های آماده شده در این روش، از میکروسکوپ پلاریزان و از عدسی های شینی 50 و ترجیحاً 100 استفاده می شود. مطالعه نمونه ها در هر دو نور PPL و XPL ضروری است. شایان ذکر است که برای مطالعات کنونی (نانوفسیلهای کرتاسه) در بسیاری از مواقع استفاده از عدسی های پلاریزه مقاطع کافی به نظر می رسد. هنگام به کارگیری عدسی شینی 100 استفاده از روغن غوطه ور ساز ضروری است.

نانوفسیلهای آهکی در مقاطع مطالعه شده

نانوپلانکتونهای، متعلق به هاپتوفیت و شامل صفحه های دیسکی شکل به نام کوکولیت هستند که به وسیله سلول زنده ایجاد می شوند. این گروه ریخته های متفاوتی دارند که در میان آنها می توان به نانولیتها، اشاره کرد، که قرابت آنها از نظر زیستی بخاطر عدم وجود انواع زنده، نامشخص است.

نانوپلانکتونهای آهکی در تریاس بالا ظاهر شده و در طول مزوزویک و سنوزویک متنوع شده و در دریا های امروزی به فراوانی یافت می شوند. بدلیل تنوع زیاد و فراوانی نسبی در محیط های رسوبی استوایی و نیم استوایی، محدوده سنی کوتاه و گسترش جغرافیایی وسیع، برای چینه شناسان زیستی اهمیت فوق العاده دارند. رسوبات مزوزویک بویژه کرتاسه بالا، نانوفسیلهای بسیار فراوانی دارند.

تاکنون مطالعات تاکسونومی زیادی بر روی نانوپلانکتونهای آهکی، به ویژه انواع مزوزویک انجام شده است که می توان به مطالعات Watkins, (1986, 1989, 1992, 1996) برای مناطق با عرض جغرافیایی بالا اشاره کرد (Wind & Wise, 1983) که نانوفسیلهای کامپانین- ماستریشتین آغازین در جنوب باختر اقیانوس اطلس را از دیدگاه زیست چینه شناختی و دیرینه بوم شناسی بررسی می کنند. گزارش Wise, (1988) در





می‌کند: Verbeek 1976

Sidrolites calcitrapoides; Rotalia sp; Miliolidae; bryozoa; Gyroidina globosa; Nummofallotia sp.; Loxostoma plaitum; Rotalia aff.tuberculifera; Globotruncana laparenti ; Hetrohelix globosa ; Globotalites micheliniana ; Hedbergella sp. ; Gavelinella sp.

به نظر افشار حرب (1373) کلانتری فرامینیفرهای Sidrolites sp. و Orbitoides sp. را از سازند کلات در ناودیس شیخ و رهقی انواع Sulcorbitoides sp. ، Rotalia sp Rotaliidae, Textulariida را از برش جوزک گزارش می‌کند.

سید امامی در برش تکل کوه در لایه صدف سنگ قاعده گونه آمونیت به نام Pachidiscus neubergicus را گزارش کرده است (افشار حرب 1373).

درویش زاده (1380) تنها به علت شباهت‌های سنگ شناختی و موقعیت چینه شناسی با سری مینیسک Meaninsk در ترکمنستان، سن سازند کلات را ماستریشتین معرفی کرده است.

تا کنون مطالعات فراوانی بر روی نانوفسیلهای آهکی در دنیا انجام شده و زون بتدیهای استاندارد در مقیاس جهانی توسط (Cepek and Perch-Nielson (1985) Hay (1969b), Sissingh (1977) Burnett (1998) بر مبنای آنها ایجاد شده‌اند.

نانوفسیلهای کرتاسه که داغ در سازندهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته اند و گزارش‌های منتشر شده ای در این مورد وجود دارد (هادوی، 1381)؛ هادوی و نطقی مقدم، 1381 و هادوی و خدادادی، (1381). در مطالعات اخیر، افزون بر بررسی زیست چینه‌ای نانوفسیلهای مذکور، به مطالعه دیرینه بوم شناختی این سازند پرداخته و آنها را با نانوپلانکتون‌های حوضه داکوتای جنوبی (Hadavi, 2002) مقایسه کرده‌اند. بر اساس این مقایسه، زیای یافت شده دارای شباهت زیادی با حوضه مذکور بوده که برخی از آنها در سازند کلات نیز مشاهده می‌شوند.

اما نانوفسیلهای سازند کلات برای نخستین بار معرفی و بررسی می‌شود. در مطالعات کنونی از زون بندی جهانی Sissingh (1979) استفاده شده است.

حاصل مطالعات زیست چینه‌شناسی سازند کلات برای مقاطع سه گانه در زیر وبه صورت مجزا بررسی می‌شود.

روستای خشت

نانوفسیلهای نسبتاً فراوانی در این مقطع مشاهده شده است (نمودار 1)؛ اما تنوع زیای مذکور چندان زیاد نیست. با توجه به این نمودار، گونه‌های L. quadratus و M. prinsii از

Micula praemurus (Bukr, 1973) Stradner & Steinmets, (1984)

Micula prinsii Perch – Nielsen (1979a)

Nannoconus sp1

Quadrum gartnari Prins & Perch - Nielsen in Manivit et al (1977)

Watznaueria barnesae Perch - Nielsen (1968)

Watznaueria biporta Bukry (1969)

Uniplanarius sissinghii Perch - Nielsen (1968b)

Uniplanarius gothicus (Hatner & Wise, 1980)

Uniplanarius trifidus (Strander in Strander and papp, 1961) Hattner and Wise, 1980

گسترش چینه‌شناسی نانوفسیلهای شناسایی شده در نمودارهای 1 تا 3 نشان داده شده است.

با توجه به شکل‌های بالا، گونه‌های M. decussata و W. barnesae که از گونه‌های مقاوم در برابر انحلال هستند، در هر سه مقطع مورد مطالعه و در بیشتر نمونه‌ها یافت شده‌اند. گونه‌های دیگری از جمله C. obscurus و گونه‌های متعلق به جنس‌های Eiffelitus و Lucianorhabdus در هر سه مقطع وجود دارند. در میان گونه‌های یافت شده M. prinsii که اهمیت ویژه‌ای در زیست چینه‌شناسی دارد، در هر دو محل روستای خشت و روستای چهچه مشاهده شده است که متاسفانه حفظ شدگی خوبی ندارند اما انتساب آنها به گونه M. prinsii آشکار است. وجود گونه‌های متعلق به جنس Lithraphidites و گونه U. trifidus نیز اهمیت خاص زیست چینه‌شناختی دارد.

مطالعات زیست چینه‌شناسی

تاریخچه مطالعات فسیل شناسی

تاکنون مطالعات فسیل‌شناسی اندکی بر روی سازند کلات انجام شده است. ماکروفسیلهای گزارش شده از این سازند عبارتند از شکم پایان، دوکفه‌ای، آمونیت و غیره. اصولاً به خاطر وجود رودیستها در سازند کلات و گسترش جهانی آنها در ماستریشتین عده‌ای سن این سازند را ماستریشتین معرفی می‌کنند که در این میان می‌توان به ریف رودیستی کرتاسه پسین در سکوی کم عمق خاور حوضه که داغ (محبوبی و دیگران 1376) اشاره کرد.

مطالعات میکروفسیل شناسی، بیشتر بر مبنای فرامینیفرها انجام شده است. رهقی در محل برش الگو سن این سازند را ماستریشتین تعیین کرده است. وی فرامینیفرهای زیر را در بخش‌های مختلف سازند کلات گزارش





. همان گونه که گفته شد پیدایش این فسیل شاخص زون CC26 از زون بندی (Sissingh (1977) است. از سوی دیگر، وجود گونه *U. trifidus* که تا ماستریشتین پسین وجود دارد، نشان دهنده وجود زون CC25 است. از این رو، سازند کلات در روستای چهچه معادل زونهای CC25-CC26 است. و سن آنها معادل ماستریشتین پسین - بالاترین بخش ماستریشتین است.

نتیجه گیری

در مطالعات کنونی، برای نخستین بار 14 جنس و 28 گونه از نانوفسیلهای آهکی معرفی و عکس برداری شده اند. بر اساس نانوفسیلهای شناخته شده، سن سازند مذکور در دو برش خشت و چهچه ماستریشتین پسین - بالاترین بخش ماستریشتین است که با زونهای CC25-CC26 همخوانی دارد و در برش دهانه ورودی شهر کلات زون CC25 مشاهده شده است که معادل ماستریشتین پسین پیشنهاد می شود. باید متذکر شد از آنجا که هنوز نانوفسیلهای سازند نیزار (سازند تختانی) مطالعه نشده اند، نمی توان بدروستی مشخص نمود که آیا ظهور نانوفسیلهای شاخص ذکر شده در سازند کلات، یا سازند نیزار بوده است، امید است با مطالعه سازند نیزار بتوان به نتیجه گیری دقیق تر رسید.

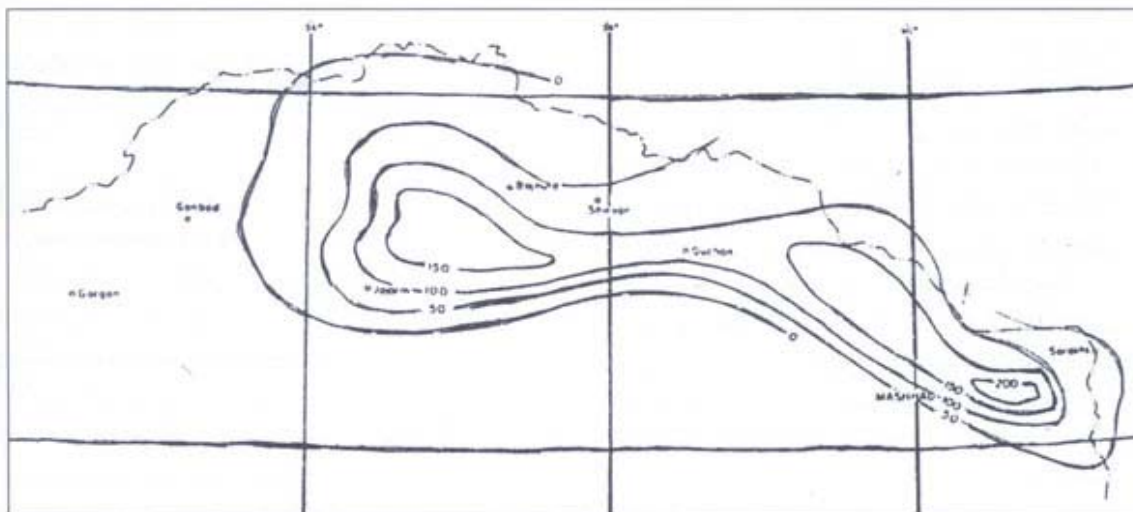
نظر مطالعات زیست چینه های اهمیت ویژه ای دارند. به نظر (Perch-Nielsen, K. (1985a) گونه *Perch-Nielsen, K. (1985a) quadratu* فقط در عرضهای جغرافیایی پایین یافت شده و شاخص بالاترین بخش ماستریشتین است. پژوهشگران زیادی افق در برگرنده *M. prinsii* را در مرز بین کرتاسه- ترشیری (T/K) معرفی می کنند. به دلیل وجود دو گونه، نامبرده، بخش مطالعه شده سازند کلات در روستای خشت دارای زیست زونهای CC25 و CC26 از زون بندی (Sissingh (1977) است که سن آن معادل ماستریشتین پسین - بالاترین بخش ماستریشتین پسین است.

2 - دهانه ورودی شهر کلات

نانو فسیلها در این محل نیز مانند دو محل دیگر فراوان است (نمودار 2). گونه *M. prinsii* در این مقطع مشاهده نشده است. اما وجود تجمعات موجود و نیز وجود گونه *L. quadratus* را معادل دانسته و سن این زیست زون را ماستریشتین پسین مشخص می کند.

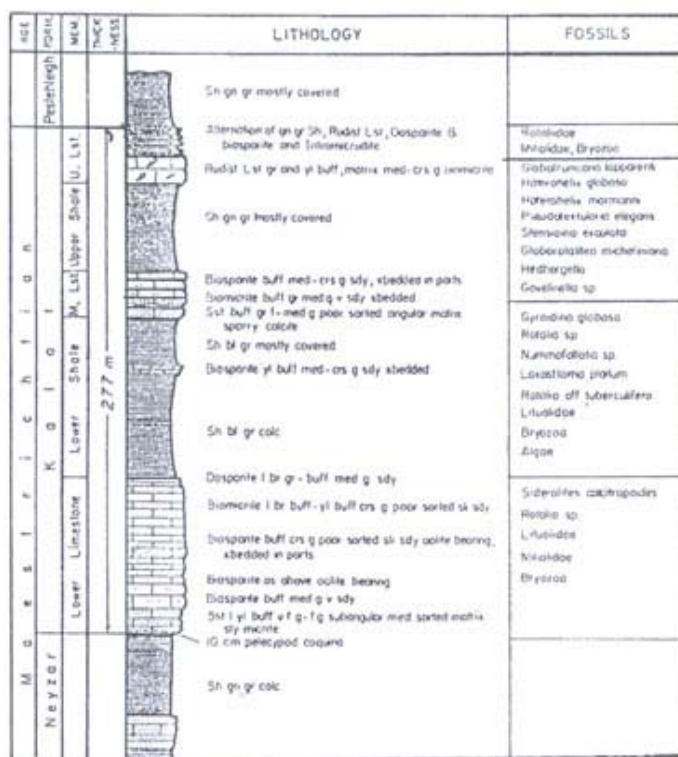
3- روستای چهچه

نانوفسیلهای آهکی در مقطع چهچه نیز فراوان است (نمودار 3). در این مقطع نیز گونه *M. prinsii* وجود دارد

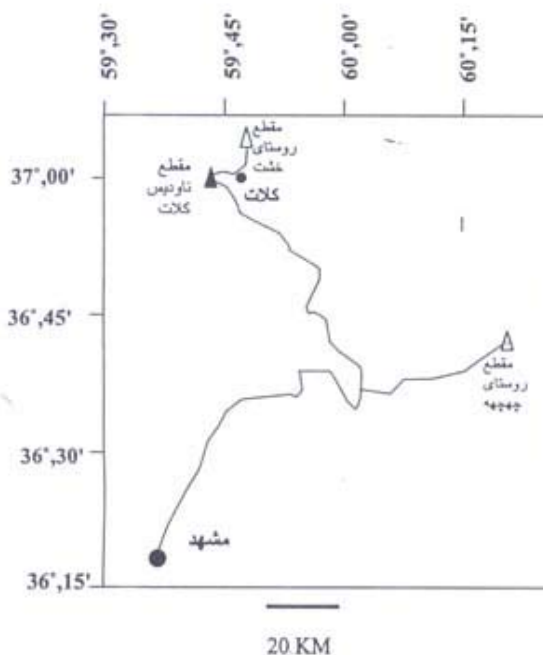


شکل 1- نقشه خطوط میزان ضخامت سازند کلات (اقتباس از افشار حرب 1373)





شکل 2- برش نمونه سازند کلات در خاور تنگ نیزار (اقتباس از افشار حرب 1373)



شکل 3- موقعیت جغرافیایی برشهای مورد مطالعه

THICKNESS	SYSTEM	SERIES	STAGE	FORMATION	UNIT TH.	SAMPLE NO.	LYTHOLOGY	DESCRIPTION
159.5 meter	CRETACEOUS	UPPER CRETACEOUS	UPPER MAASTRICHTIAN	K A L A T	PAL.	PER. FELDSE	alternation of gn sh& med bd brn Sst	
							alternation of med bd brn to yel Foss Ls&grysh gn sh	15 11
							Foss Ls, med bd, grysh yel	20.7 10
							Sdy Ls, thn bd to med bd, lt brn to yel, w/ Tr Foss	14.5 9
							Sdy Ls, thn bd, lt gry to brn,	13.7 8
							Ls, thn bd to med bd, gry to yel, w/ Tr Foss	6.8 7
							Ls, thk bd, yel to gry	13.7 6
							Sdy Ls, thn bd, lt gry to lt brn, w/ Tr Foss	23.5 5
							Ls, thn bd, gry	5.7 4
							Sdy Ls, thn bd, gry to yel	14.5 3
							Ls, med bd to thn bd, lt brn	12 2
							Sdy Ls, med bd, gry	19.4 1
							sh, lt gn	

شکل 5- ستون سنگ چینه شناسي سازند کلات در برش دهانه ورودی شهر کلات

Number of sample	Species
1	<i>Mastozoone burmanus</i>
2	<i>Mastozoone burmanus</i>
3	<i>Mastozoone burmanus</i>
4	<i>Mastozoone burmanus</i>
5	<i>Mastozoone burmanus</i>
6	<i>Mastozoone burmanus</i>
7	<i>Mastozoone burmanus</i>
8	<i>Mastozoone burmanus</i>
9	<i>Mastozoone burmanus</i>
10	<i>Mastozoone burmanus</i>
11	<i>Mastozoone burmanus</i>
12	<i>Mastozoone burmanus</i>

Age: Late Maastrichtian, Late Maastrichtian

Source: Sengul (1977)

نمودار 1- گسترش گونه‌های شاخص زیست زون‌بندی سازند کلات در برش روستای خشت

THICKNESS	SYSTEM	SERIES	STAGE	FORMATION	UNIT TH.	SAMPLE NO.	LYTHOLOGY	DESCRIPTION
113.5 meter	CRETACEOUS	UPPER CRETACEOUS	UPPER MAASTRICHTIAN	K A L A T	PAL.	PER. FELDSE	alt	alt Sh
							alternation of med bd brn to yel Foss Ls & gry sh	22.2
							Ls, thn bd to med bd, lt brn	9.3 10
							Foss Ls, med bd to thk bd, lt brn to yel	9 9
							Sdy Ls, med bd, gry to brn	5.4 8
							Ls, thn bd, yel to brn	4.8 7
							Foss Ls, thk bd, gry to lt gn	7.7 6
							Sdy Ls, thn bd, yel	15.4 5
							Ls, med bd, lt yel, w/ Tr foss	9 4
							Sdy Ls, y thn bd, yel to brn	9.9 3
							Sdy Ls, thn bd, gn	12.5 2
							Foss Ls, med bd, gry to yel	5.3 1
							Foss Ls, thn bd, gry to yel	
							alt	

شکل 4- ستون سنگ چینه شناسي سازند کلات در برش روستای خشت

THICKNESS	SYSTEM	SERIES	STAGE	FORMATION	UNIT TH.	SAMPLE NO.	LYTHOLOGY	DESCRIPTION
141.5 meter	CRETACEOUS	UPPER CRETACEOUS	UPPER MAASTRICHTIAN	K A L A T	PAL.	PER. FELDSE	alternation of Sdk Sh, brn to rd	
							lt brn to wh, thn bd w/ Tr Foss Ls, lt gn	5 13
							Hippuritic ls, crm, thk bd	6.5 14
							Ls, crm, thk bd	4.7 13
							Foss ls, yel, thk bd, w/ Tr Foss	9.5 12
								5.9 11
							Sh, lt gry	42.1 10
							Ls, yel, med bd	4.7 9
							Hippuritic ls, brn, thk bd	5.3 8
							Ls, gry, med bd	8.4 7
							Foss ls, brn to gry, thn bd	10.2 6
							Foss ls, gry, med bd	9.9 5
							lt, thn to med bd, brn to gry	9.3 4
							Foss ls, grysh gn, med bd	8.6 3
							Ls, gry, med bd paleo ls, gry, med bd	5.7 2
Foss mrl, gry, thk bd	4.3 1							

شکل 6- ستون سنگ چینه شناسي سازند کلات در برش روستای چهچه

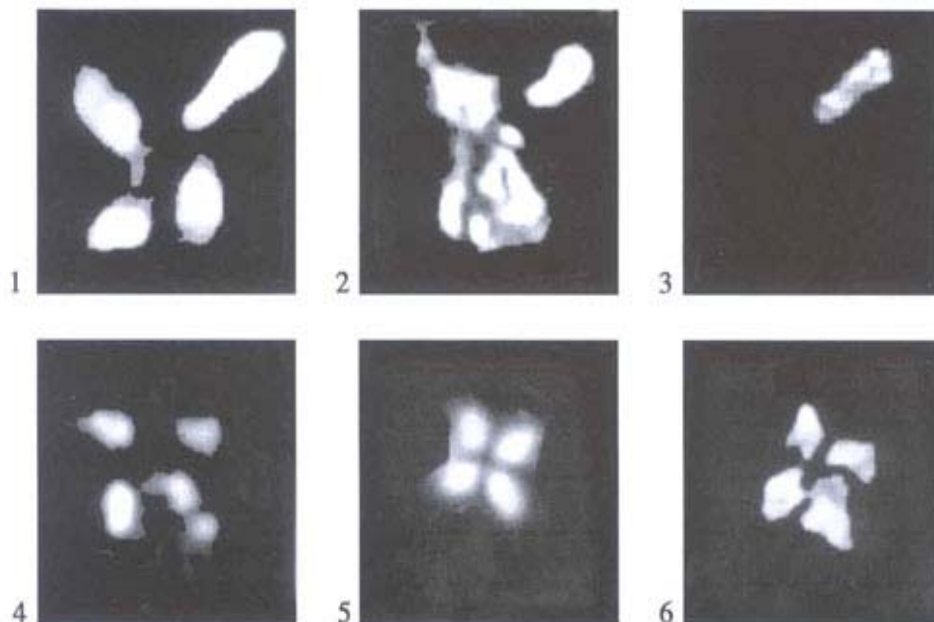
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		Number of sample
		<i>Micula prinsii</i>
		<i>Ceratostohia submissa</i>
		<i>Micula decussata</i>
		<i>Platymoneta formosa</i>
		<i>Platymoneta bipartita</i>
		<i>Micula prismatica</i>
		<i>Ceratostohia submissa</i>
		<i>Platymoneta vagabunda</i>
		<i>Ephelina gothica</i>
		<i>Ceratostohia multiplex</i>
		<i>Marialia mercurii</i>
		<i>Encephalobolus cavosus</i>
		<i>Quadrans gottardi</i>
Late Maastrichtian	Latest Maastrichtian	Age
CC 25	CC 26	Sissingh (1979)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15		Number of sample
		<i>Watsoniella formosa</i>
		<i>Watsoniella bipartita</i>
		<i>Micula decussata</i>
		<i>Caloclypeus obtusatus</i>
		<i>Brachydactylus apiculatus</i>
		<i>Ephelina eximia</i>
		<i>Chloroglyphis concolorata</i>
		<i>Brachydactylus apiculatus</i>
		<i>Quadrans gottardi</i>
		<i>Lecanorhabdus rufus</i>
		<i>Ceratostohia submissa</i>
		<i>Apollonia parva rufus</i>
		<i>Marialia mercurii</i>
		<i>Livrophidus quadratus</i>
Late Maastrichtian		Age
CC 25		Sinugh (1977)

نمودار 3- گسترش گونه‌های شاخص زیست زون بندی سازند کلات در برش روستای چهچه

نمودار 2- گسترش گونه‌های شاخص زیست زون بندی سازند کلات در برش ورودی شهر کلات

PLATE 1



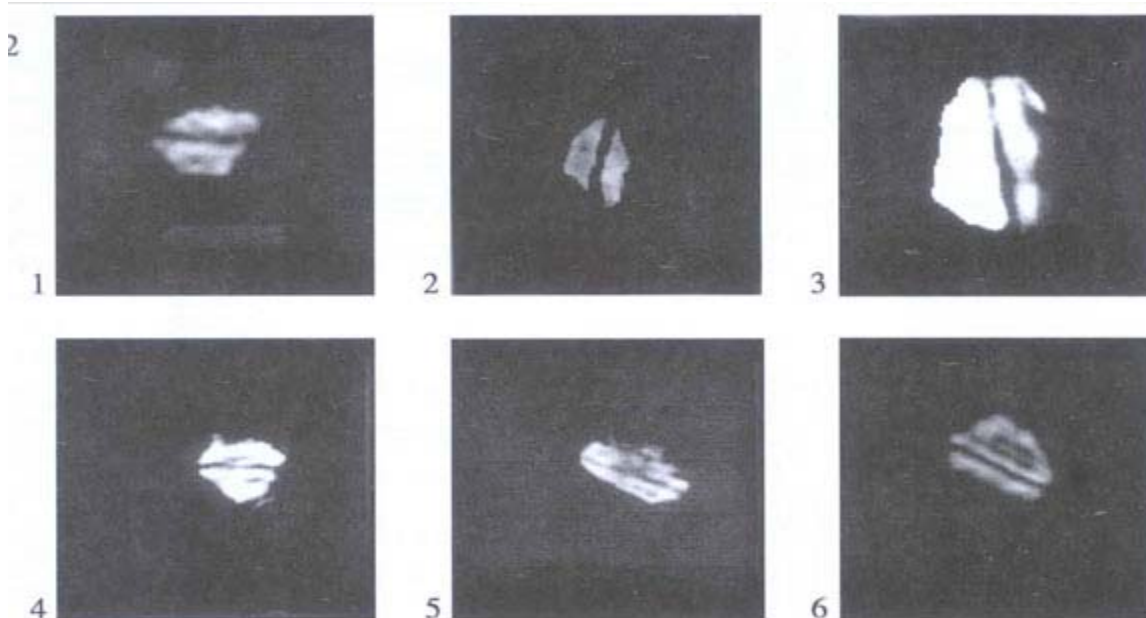
All figures light micrographs magnified x2500

Figs.1-3. *Micula prinsii* perch-Nielsen(1979)

Fig.4. *Micula* sp1

Figs.5-6. *Uniplanarius gothicus* (Deflander,1959)Hanter and wise,1980

PLATE 2



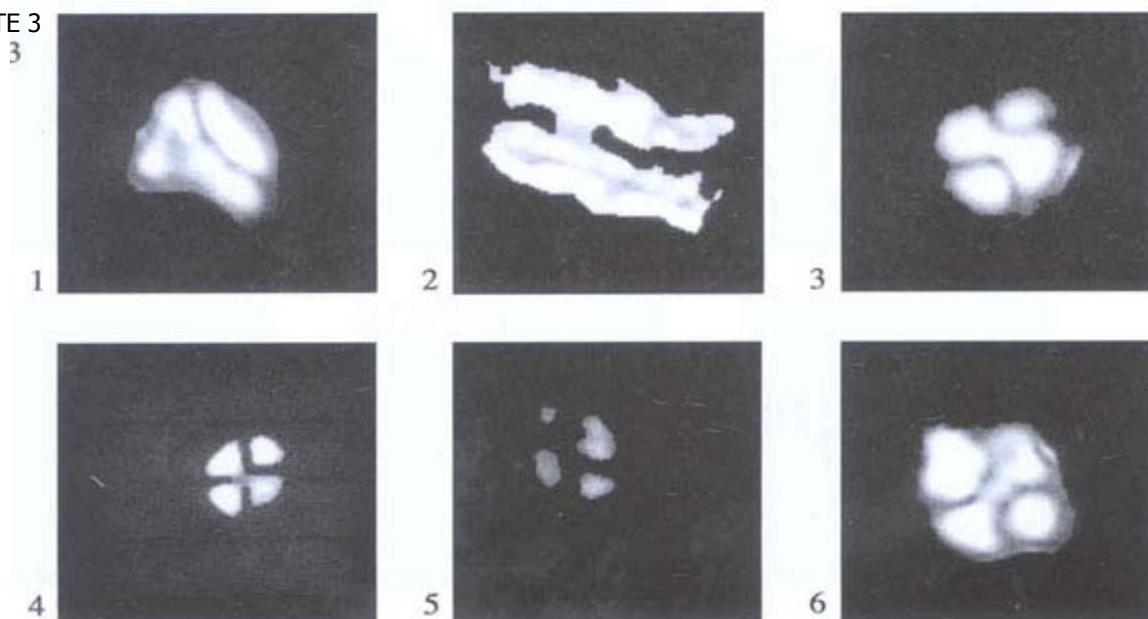
All figures light micrographs magnified x2500

Figs.1-2.Ceratolithoides ultimus Perch-Nielsen(1981)

Figs.3-4,6.Lithraphidites cf. quadratus Bramlette & Martini (1964)

Fig.5. Lithraphidites quadratus Bramlette & Martini (1964)

PLATE 3

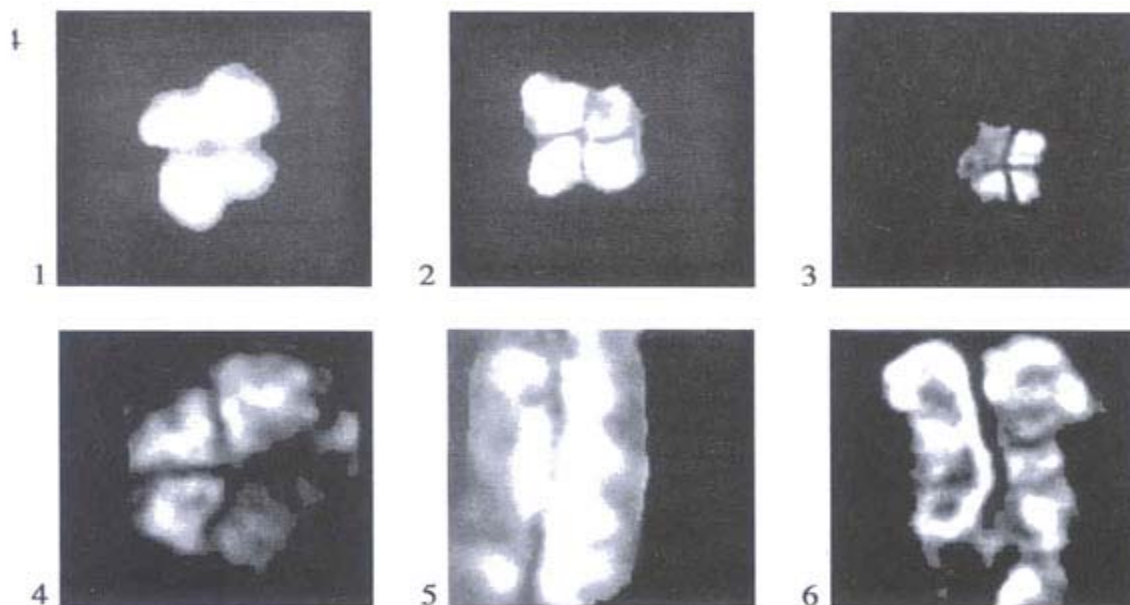


All figures light micrographs magnified x2500

Fig.1.Lucianorhabdus maleformis Reinhardt Fig.2.Lucianorhabdus SP1

Figs.3-6.Carulites obscurus (Deflandre,1959) prins & Sissingh in Sissingh (1977)

PLATE 4



All figures light micrographs magnified x2500

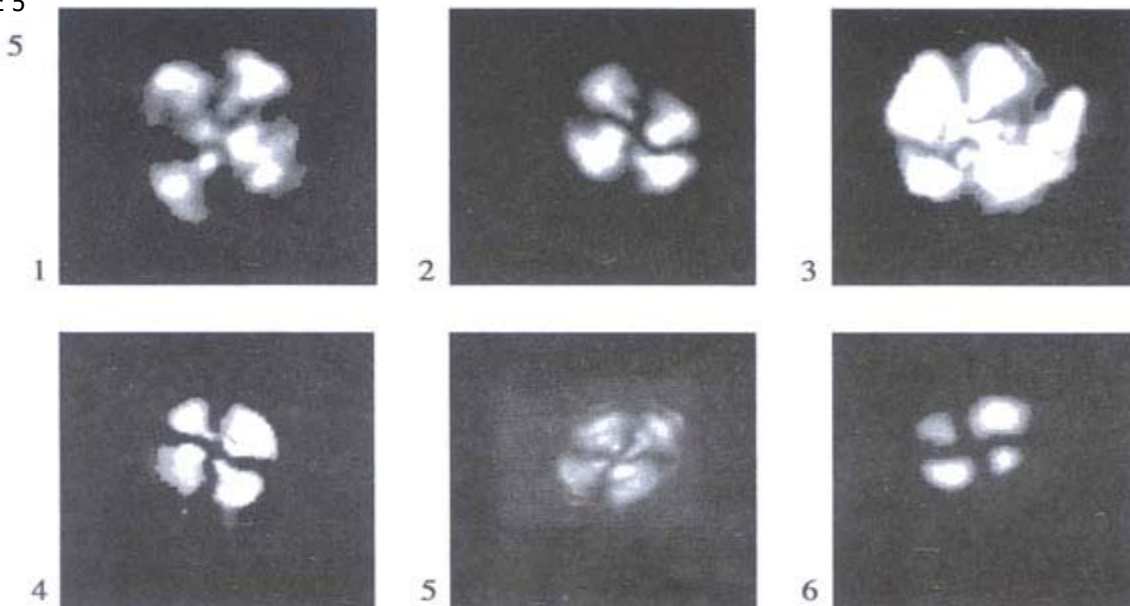
Figs.1-3. *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al.(1977)

Fig.4. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947)

Fig.5. *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre (1959)

Fig.6. *Nannoconus* sp1

PLATE 5

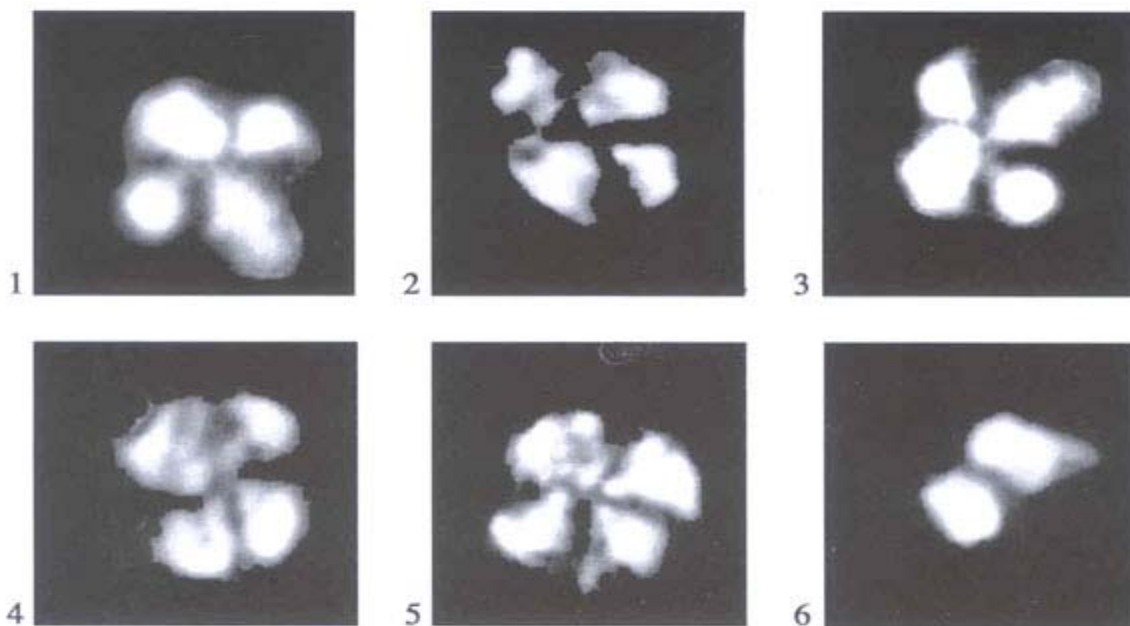


All figures light micrographs magnified x2500

Figs.1-5. *Watznaueria biporta* Bukry (1969)

Fig.6. *Micula praemurus* (Bukry,1973) Stradner & Steinmetz (1984)

PLATE 6



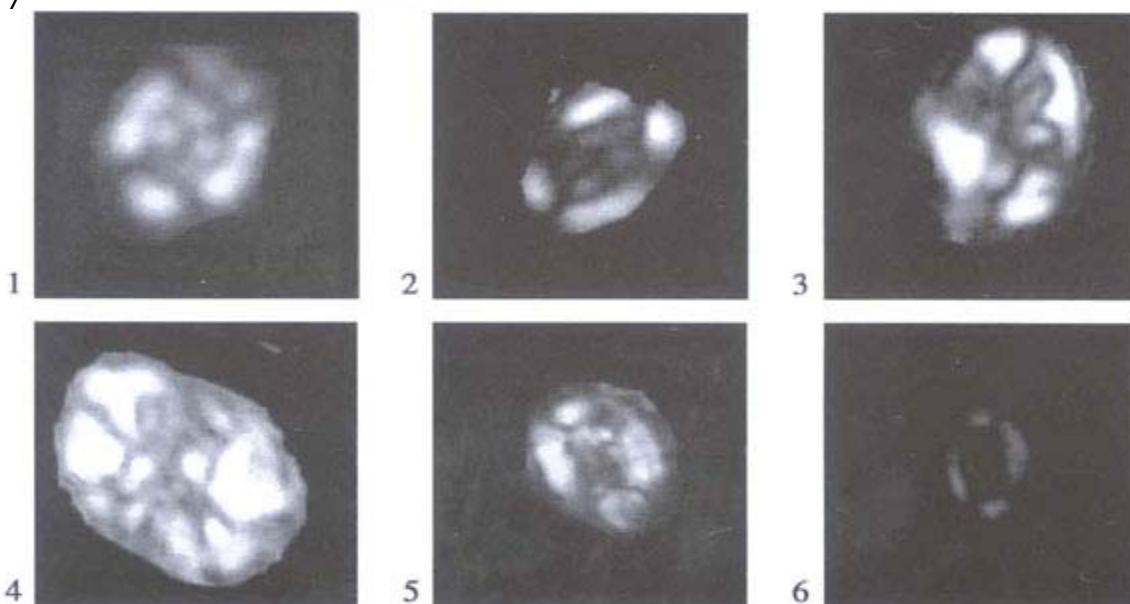
All figures light micrographs magnified x2500

Figs.1-3. *Watznaueria barnesae* Perch-Nielsen(1968)

Figs.4-5. *Watznaueria biporta* Bukry(1969)

Fig.6. *Uniplanareus trifidus* (Strander in Strander and papp,1961)Hattnerand wise,1980

PLATE 7



All figures light micrographs magnified x2500

Figs.1-2. *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina(1959)

Fig.3. *Eiffellithus gorkae* Reinhardt(1965)

Fig.4. *Eiffellithus cf. gorkae* Reinhardt(1965)

Fig.5. *Aspidolithus Parcus expansus* wise&Watkins in wise,1983

Fig.6. *Broinsonia dentata* Bukry(1969)

کتابنگاری

افشارحرب، ع.، 1373 - زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور
درویش زاده، ع.، 1380- زمین شناسی ایران، موسسه انتشارات امیر کبیر
محبوبی، ا.، خزاعی، ا. ر. و حرم، ر.، 1376- ریف رودیستی کرتاسه فوقانی در پلاتفرم کمعمق کریناته شرق حوضه کپه
داغ، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین، شماره 25-26
هادوی، ف.، 1373- میکروپالئونتولوژی، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
هادوی، ف.، 1381 نانوفسیلهای آهکی ایران (کپه داغ، ایران مرکزی، مکران)

References:

- Afshar Harb, A., 1979-The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the Kopet-Dogh region, northern Iran. Unpubl. PhD thesis, univ. of London.
- Afshar-Harb., 1983-Sarakhs. North East Iran. coloured map. Scale 1:250000 Nat. Iran. o.c., Tehran. Iran
- Burnett, J.A., 1998- Upper Cretaceous. In: P.R. Bown (Ed.). Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall/Kluwer Academic Publishers: 132-199.
- Cepek, P. and Hay, W.W., 1969b- Zonation of the Upper Cretaceous using calcareous nannoplankton: Paleobotanik, v.3, p.333-341.
- Davoudzadeh, M&Schmidt, k., 1984A- review of the Mesozoic paleogeography and paleotectonic evolution of Iran. N. j. Geol. palaont. Abh., 2/3:182-207.
- Hadavi, F., 2002 - Biostratigraphy and Palaeogeography of the Gregory Member (Campanian) of the Western Interior Basin. South Dakota. JNR. 24. 1. p. 9-13
- Hadavi, F& Notghi Moghaddam, M., 2002 - Calcareous nannoplankton of the Campanian-Maastrichtian of NE Iran, INA9. Parma.
- Hadavi, F& Khodadadi, L., 2002 - Calcareous nannoplankton of the Campanian-Maastrichtian of NE Iran. INA9, PARMA.
- Perch-Nielsen, K., 1984-Validation of new combination. INA Newsletter, 6, 42-46
- Stocklin, J., 1968- structural history and tectonics of Iran, A review. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 52, 58-129.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geol. Mijnbouw, 56: 37-65.
- Watkins, D.K., 1986- Calcareous nannofossil paleoceanography of the Cretaceous Greenhorn sea: Geological Society of America, Bulletin, v. 97, p. 1239-1249.
- Watkins, D.K., 1989- Nannoplankton productivity fluctuations and ritmically-bedded pelagic carbonates of Greenhorn Limestone (Upper Cretaceous): Paleogeography, Paleoclimatology. Paleoecology, v 74, P. 75-86
- Watkins, D.K., 1992- Upper cretaceous nannofossils from Leg 120, Kerguelen plateau, southern ocean. Proc. Ocean. drilling program, scientific results, v. 120.
- Watkins, D.K, et al, 1996- Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Ocean. In Alicia Moguilevsky and Robin Whatley (Eds.) Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales Aberystwyth- Press: 355-381.
- Wind, F.H., and Wise, S. W., 1983- Corelation of Upper Campanian-Lower Maestrichtian calcareous nannofossil assemblages in drill and lower piston cores from the Falkland plateau, Southwest Atlantic ocean. In Ludwig, W. J., Krashineninnikov, VA, et al., init. Repts DSDP, 71: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 551-563.
- Wise, S. W., Jr. 1988 - Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nannofossil in the region of the southern ocean. Palaeogeog. Palaeoclimatol., Palaeoecol., 67. 157-179.

* دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی *

* Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University, Mashad, Iran.