

زیست چینه نگاری و دیرینه بوم شناسی مرز پایینی سازند نیزار بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در برشهای دوبرادر، کلات و چهچه

* مرزیه نطقی مقدم، استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
فاطمه هادوی، استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
بهنام رحیمی، دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۱

پست الکترونیک: m.n.moghaddam@gmail.com

چکیده

در بررسیهای انجام شده در این پژوهش، تنوع و فراوانی نسبی نانوفسیلهای آهکی مرز سازندهای آب تلخ و نیزار در برشهای دو برادر، کلات و چهچه مطالعه شده است. بررسی تاکسونومیکی نانوفسیلهای آهکی در بخشهای مورد مطالعه به شناسایی ۲۴ گونه در برش دوبرادر، ۲۷ گونه در برش کلات و ۳۲ گونه در برش چهچه منجر گردیده است. با توجه به این نانوفسیلهای آهکی و بایوزونهای شناسایی شده بر اساس آنها، سن گستره مورد بررسی در هر یک از برشها، انتهای کامپانین پسین تا ماستریشتین پیشین می باشد. در این میان، حضور *Watznaueria barnesae* و نبود *Biscutum constans* نشان دهنده تولیدات غذایی پایینی است و افزایش قابل توجه در *Micula decussata* مؤید شرایط محیطی پراسترس در این حوضه می باشد.

واژه های کلیدی: دیرینه بوم شناسی؛ زیست چینه نگاری؛ آب تلخ؛ نیزار.

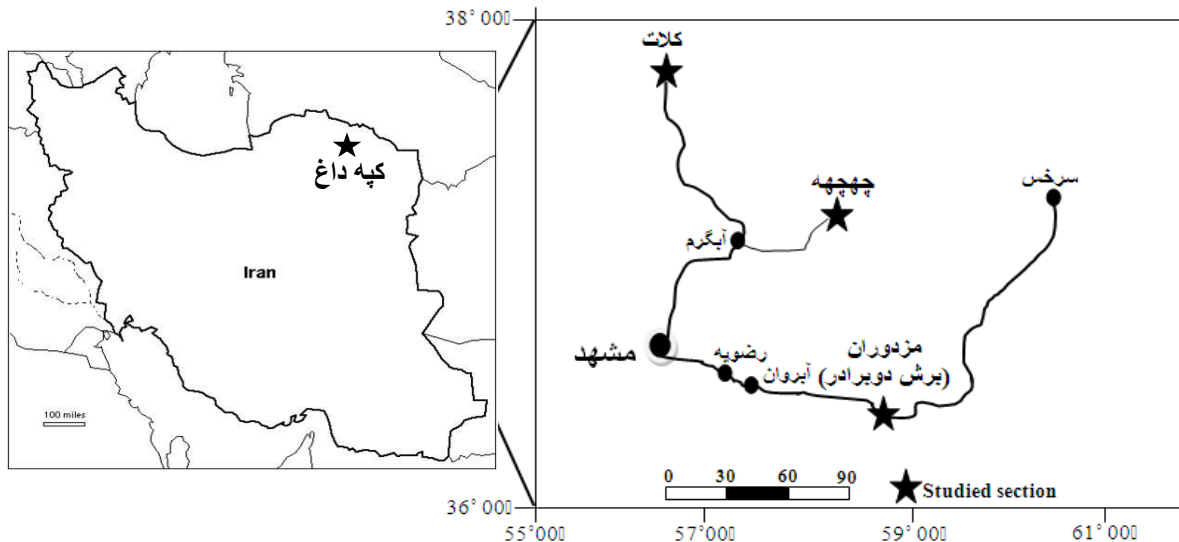
مقدمه

سازند بر روی سازند آب تلخ و در زیر سازند کلات قرار گرفته و از نظر سنگ شناسی بیشتر شامل ماسه سنگهای ریز تا متوسط دانه است (درویش زاده، ۱۳۷۰). با عنایت به این که سازند نیزار سنگواره های بسیار کمی دارد، لذا مطالعات فسیل شناسی انجام شده بر روی این سازند نسبت به سایر سازندهای کرتاسه بالایی حوضه کپه داغ، کمتر است. در میان محدود گزارشهای ارائه شده از نانوفسیلهای آهکی سازند نیزار، می توان به مطالعات هادوی و عامل (۱۳۸۱) در برش چهچه اشاره نمود که سن ماستریشتین پسین را سازند نیزار در این منطقه پیشنهاد نموده اند. همچنین، هادوی و پوراسماعیل (۱۳۸۵) سن

کپه داغ منطقه ای کوهستانی است که به صورت باریکه طولی در شمال خراسان قرار داشته و ادامه بخش شمالی تا ترکمنستان ادامه یافته است (درویش زاده، ۱۳۷۰). در این حوضه، نهشته های ژوراسیک تا میوسن، با ضخامت تقریبی ۸۰۰۰ متر بدون نبود چینه شناسی مهم، ولی با رخساره های متنوع روی هم انباشته شده است. در این میان ردیفهای کرتاسه یکی از کامل ترین و ستبرترین نهشته های کرتاسه ایران است و واحدهای سنگ چینه ای مختلفی در آن معرفی شده اند (آقنابتی، ۱۳۸۳). سازند نیزار یکی از واحدهای سنگ چینه ای کپه داغ است که گسترش وسیعی در جنوب شرقی حوضه دارد. این

تمامی مطالعات انجام شده پیشین بر اساس نانوفسیلها و سایر گروههای فسیلی، بررسی کل سازند مورد نظر بوده در حالی که در پژوهش حاضر، زیست چینه نگاری و شرایط رسوب گذاری بر مبنای عوامل زیست محیطی، صرفاً روی مرز زیرین سازند نیزار در سه برش دو برادر، کلات و چهچهه، متمرکز شده است (شکلهای ۱ و ۲).

سازند را در محل برش الگوی آن در تنگ نیزار ماستریشترین پسین تعیین نموده‌اند. در مورد بررسیهای دیرینه بوم شناختی، مطالعات منتشر شده‌ای که به صورت خاص به این مسأله پرداخته و بر اساس داده‌های آماری شرایط محیطی سازند نیزار را بررسی کرده باشند، در دسترس نمی‌باشد. لازم به ذکر است در



شکل ۱: موقعیت کپه داغ و محل برشهای مورد مطالعه

زیست چینه نگاری آنها پیشنهاد سن انتهایی‌ترین بخش کامپانین پسین و ماستریشترین پیشین برای گذر مذکور در برشهای مورد مطالعه است.

آماده سازی و مطالعه

پس از شناسایی محل اولیه برش به کمک نقشه‌های زمین شناسی، نمونه برداری از لایه‌های مناسب از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری انجام شد. فواصل نمونه برداری ۳ متری بوده و ۱۰ نمونه از گذر سازند آب تلخ به نیزار در هر سه برش برداشت گردید. نمونه‌های برداشت شده به روش اسمیراسلاید آماده شدند. جهت مطالعه نانوفسیلها از میکروسکپهای نوری پلاریزان و الکترونی استفاده گردید. سپس بر مبنای روشهای شناسایی ارائه شده توسط Perch-Nielsen (1985) و Burnett (1998)، نانوفسیلهای آهکی موجود شناسایی و عکس برداری شدند

جهت مطالعه مرز زیرین سازند نیزار در هر برش، ۱۰ نمونه با فواصل ۳ متری از بالاترین بخش سازند آب تلخ و تعدادی نیز از پایین ترین بخش سازند نیزار با ویژگیهای سنگی زیر برداشت گردید:

برش دو برادر شامل ۶ نمونه از شیل‌های خاکستری تیره متعلق به سازند آب تلخ و ۴ نمونه از ماسه سنگهای متوسط تا ریز دانه سبز رنگ سازند نیزار بوده است. در برش کلات ۶ نمونه از شیل و مارنهای آهکی خاکستری رنگ انتهایی‌ترین بخش سازند آب تلخ و ۴ نمونه از ماسه سنگهای درشت دانه خاکستری تیره و سبز رنگ ابتدایی‌ترین بخش سازند نیزار برداشت گردید و در برش چهچهه نمونه‌ها به طور مساوی از شیل‌های مارنی خاکستری سازند آب تلخ و ماسه سنگهای سبز رنگ ریزدانه سازند نیزار بوده است (شکل ۳). نمونه‌های برداشت شده پس از آماده سازی مطالعه شدند و نتیجه بررسیهای

حفظ شدگی مجموعه نانوفسیلهای آهکی

حفظ شدگی نانوفسیلهای آهکی به دست آمده در این مطالعه در تمامی برشها نسبتاً خوب است و تغییراتی که نشانگر بروز اختلالات در حفظ شدگی آنها باشد، در ساختمان نانوفسیلهها وجود ندارد. به طور کلی انحلال و دیاژنز از عواملی هستند که می‌توانند قویاً حفظ شدگی مجموعه‌های نانوفسیلی را تحت تأثیر قرار دهند. همچنین درصد فراوانی گونه‌های مقاوم نسبت به گونه‌های نامقاوم در برابر انحلال می‌تواند بیانگر رخداد انحلال در محیط باشد (Williams & Bralower, 1995). در انتهای کامپانین و در طول ماستریشتین *Micula decussata* به عنوان گونه‌ای مقاوم در برابر انحلال شناخته شده است. در مطالعه مجموعه‌های نانوفسیلی مقاوم در برابر انحلال، *Micula concava* و *Micula decussata* و *Micula swastika* به دلیل تشابه اندازه و ریخت شناسی در یک گروه با نام *Micula spp.* و به عنوان گروهی مقاوم در برابر انحلال در نظر گرفته می‌شوند (Thierstein, 1980). از طرفی در میان گونه‌های نانوفسیلی موجود، *Watznaueria barnesae* به عنوان گونه‌ای نامقاوم نسبت به انحلال معرفی شده است (Hill, 1975؛ Thierstein, 1980). در این مطالعه، فراوانی *Watznaueria barnesae* کاهش چشمگیری را نشان نمی‌دهد. حضور این گونه در کنار سایر گونه‌های نامقاوم در برابر انحلال همچون *Prediscosphaera*، *Cribrosphaerella ehrenbergii* و *spinosa* و *Prediscosphaera cretacea* از یک طرف و وضوح ساختمانهای موجود در ناحیه مرکزی در گونه‌های مختلف جنس *Eiffellithus* و *Reinhardtites* از طرف دیگر مؤید عدم تأثیر پدیده انحلال روی مجموعه‌های نانوفسیلی مطالعه شده است.

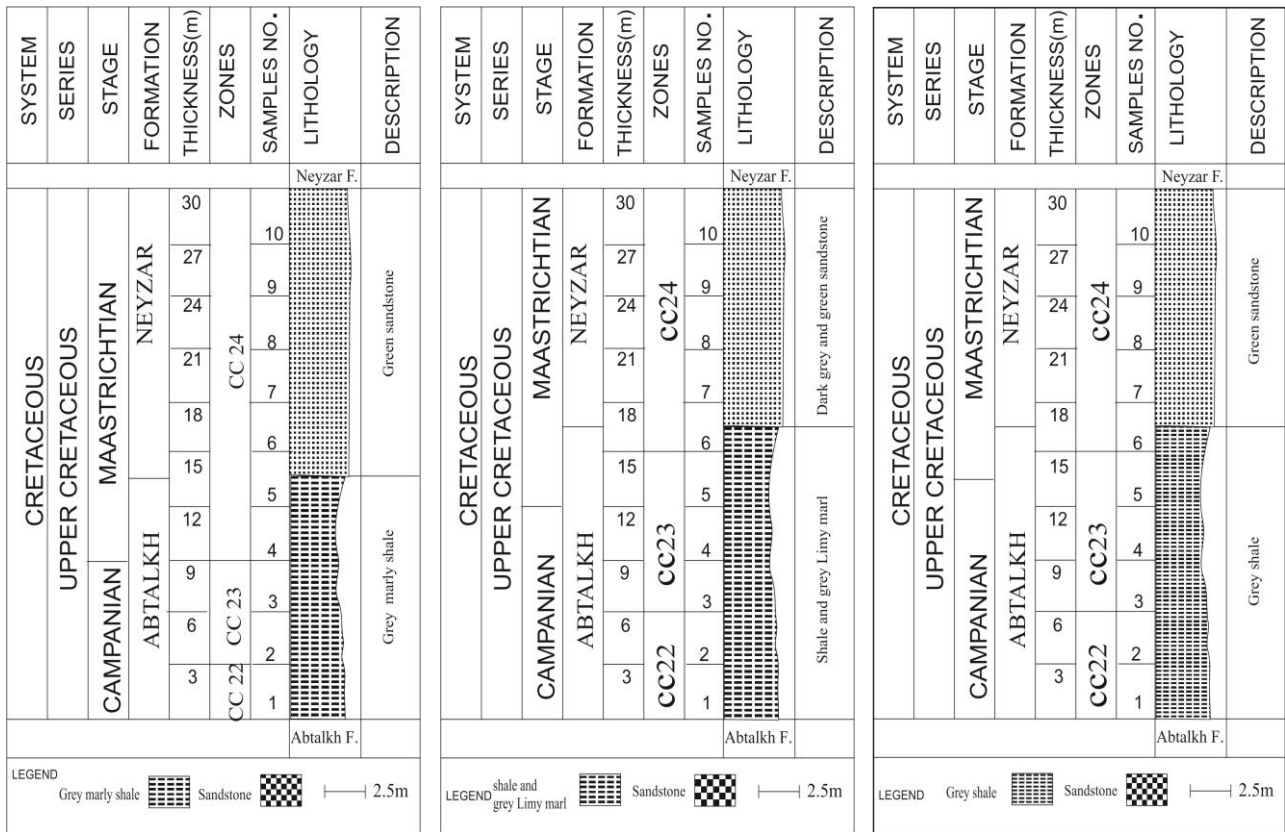
نانوفسیلهای آهکی

در میان نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در بررسی گذر سازند آب تلخ به نیزار، مجموعه تاکسای غالب شامل *Lucianorhabdus spp.*، *Calculites spp.*، *Micula spp.* و *Watznaueria barnesae* می‌باشند. در این میان، گونه

(تصاویر گونه‌های شناسایی شده در پلیتهای ۱ تا ۴ آمده است). لازم به ذکر است در پلیتهای ارائه شده D معرف گونه‌های مربوط به برش دوبرادر، K معرف گونه‌های مربوط به برش کلات و Ch معرف گونه‌های مربوط به برش چهجه است. سپس جهت انجام مطالعات دیرینه بوم شناسی و ترسیم نمودارهای مربوط، گونه‌های موجود در هر مقطع در ۲۰ میدان دید شمارش گردید و درصد همه گونه‌های شمارش شده محاسبه شد. در ادامه و بر اساس درصد فراوانی گونه‌های نانوفسیلی، بررسیهای دیرینه بوم شناختی صورت گرفته است (جدولهای ۱ تا ۳).



شکل ۲: مرز سازند آب تلخ و سازند نیزار در الف) برش دوبرادر، ب) برش کلات، پ) برش چهجه



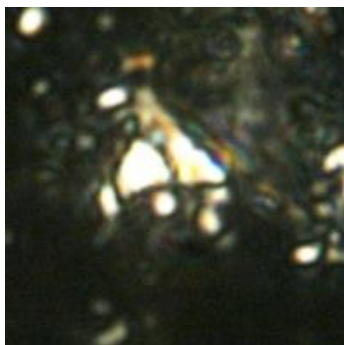
شکل ۳: ستون چینه شناسی ضخامت مورد مطالعه در برشهای دوبرادر (راست)، کلات (وسط) و چهچهه (چپ)

نانوفسیلهای شناسایی شده، مشاهده نشدند. نانوفسیلهای آهکی موجود در هر سه برش نسبتاً متنوعند. با توجه به مطالعات انجام شده، برش دو برادر دارای ۲۴ گونه نانوفسیل آهکی، برش کلات دارای ۲۷ گونه و برش چهچهه ۳۲ گونه نانوفسیلی دارد. فراوانی گونه‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه در برشهای مذکور یکسان نیست به طوری که گونه‌هایی مثل *Watznaueria barnesae*، *Calculites obscurus*، *Lucianorhabdus cayeuxii* و *Micula decussata* در تمامی نمونه‌ها دیده می‌شوند. از طرفی، بعضی گونه‌ها مانند *Uniplanarius sissinghii* و *Uniplanarius trifidus* در بخشهای خاصی از برش حضور دارند. برخی از گونه‌ها نیز مانند *Reinhardtites anthophorus* و *Tranolithus phacelosus* در ابتدای برش دیده شده و از آن به بعد ناپدید می‌شوند. در میان برشهای مورد مطالعه، تعداد و تنوع گونه‌ها در برش چهچهه نسبت به برشهای دو برادر و کلات بیشتر است.

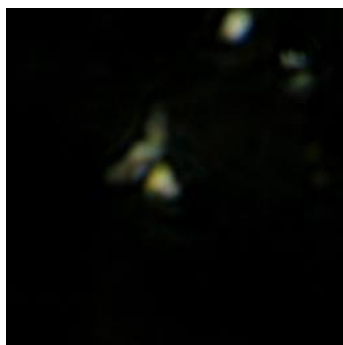
Watznaueria barnesae گونه‌ای جهان‌گستر بوده که معمولاً در مناطق گرمسیری عرضهای جغرافیایی پایین وجود دارد (حدود ۳۰ درصد) و در عرضهای بالا به میزان اندکی مشاهده می‌شود (کمتر از ۱۰ درصد). بنابراین افراد مختلف این گونه را شاخص آبهای گرم و عرضهای جغرافیایی پایین می‌دانند (Doeven, 1983؛ Watkins, 1996؛ Watkins & Self-Trail, 2005). سایر گونه‌های معمول در مجموعه نانوفسیلی شناسایی شده شامل گونه‌های مختلف *Prediscosphaera*، *Eifellithus* و *Uniplanarius* هستند که در عرضهای جغرافیایی پایین فراوانترند. لازم به ذکر است در مطالعه این گذر، گونه‌های معرفی شده از عرضهای جغرافیایی بالا (Bukry, 1973؛ Wind & Wise, 1979؛ Thierstein, 1981؛ Wind, 1983؛ Watkins, 1996؛ Pospichal & Wise, 1990؛ Lees, 2002) همچون *Ahmullerella octoradiata* و *Gartnerago* spp. در میان

Plate 1

All Figures light micrographs magnified X1250



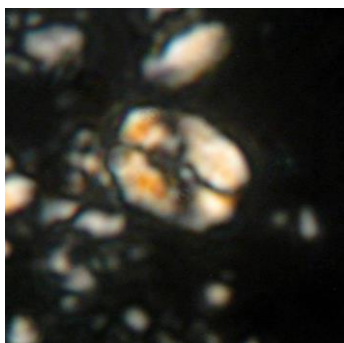
Uniplanarius trifidus
Image # Abtalkh 1 (D)



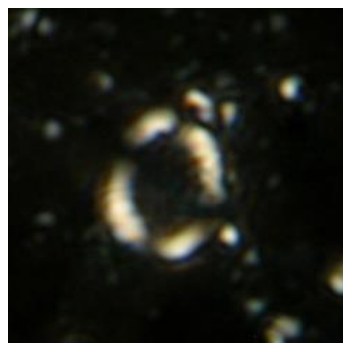
Uniplanarius trifidus Image #
Abtalkh 3 (K)



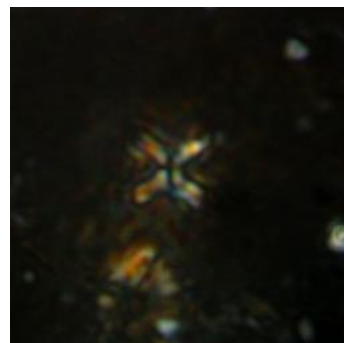
Uniplanarius sissinghii Image #
Abtalkh 3 (Ch)



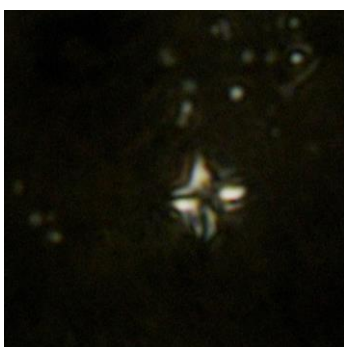
Aspidolithus parvus constrictus
Image # Abtalkh 2 (D)



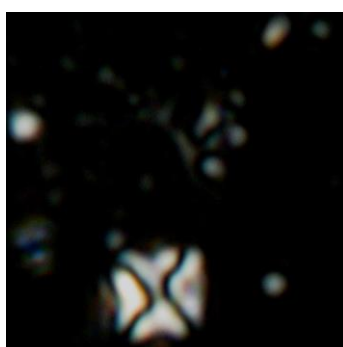
Aspidolithus parvus expansus
Image # Abtalkh 1 (Ch)



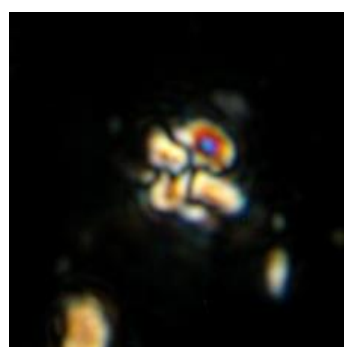
Micula decussata
Image # Neyzar 9 (Ch)



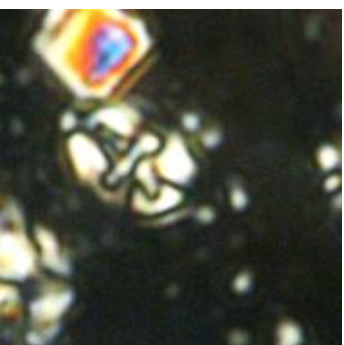
Micula concava
Image # Neyzar 9 (D)



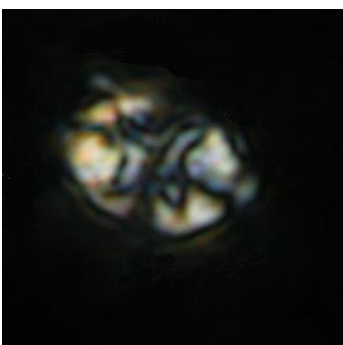
Micula swastika
Image # Neyzar 8 (Ch)



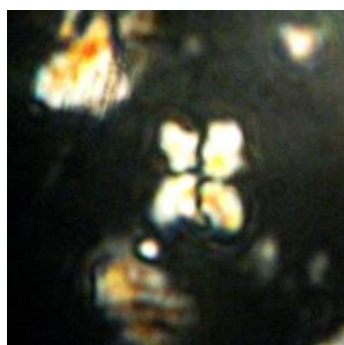
Micula premurus
Image # Neyzar 7 (Ch)



Eiffellithus gorkae
Image # Abtalkh 3 (K)



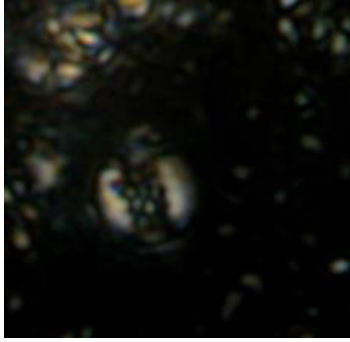
Eiffellithus turriseiffelii
Image # Abtalkh 4 (D)



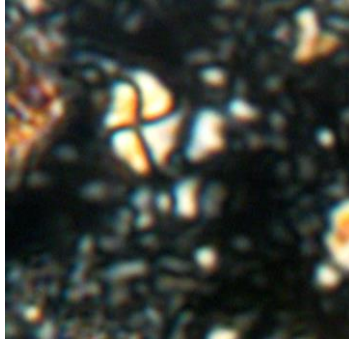
Quadrum gothicus
Image # Abtalkh 2 (K)

Plate 2

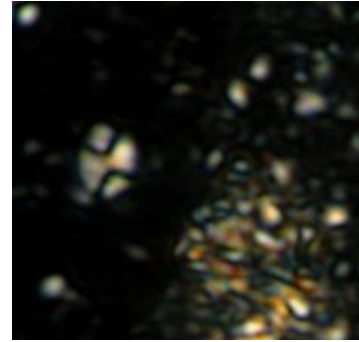
All Figures light micrographs magnified X1250



Retecapsa angustiforata
Image # Neyzar 10 (K)



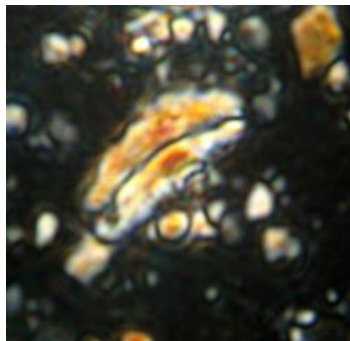
Calculites ovalis
Image # Abtalkh 1 (Ch)



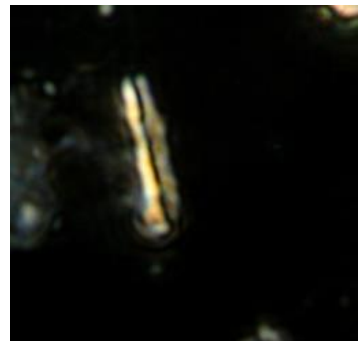
Calculites obscurus
Image # Neyzar 9 (D)



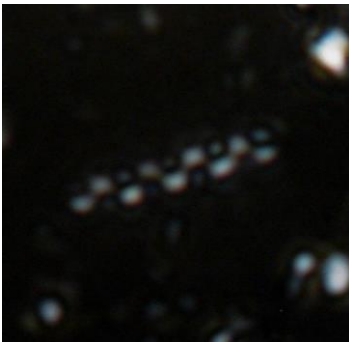
Lithraphidites carniolensis
Image # Neyzar 7 (K)



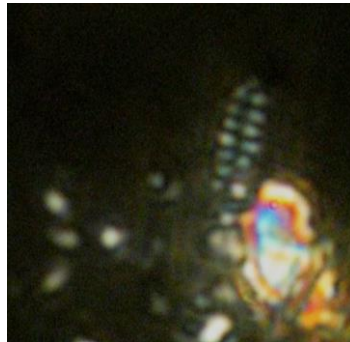
Lucianorhabdus cayeuxii
Image # Neyzar 7 (D)



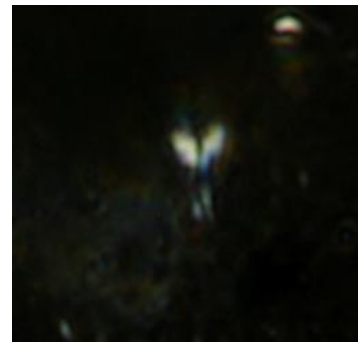
Acuturris scotus
Image # Abtalkh 3 (K)



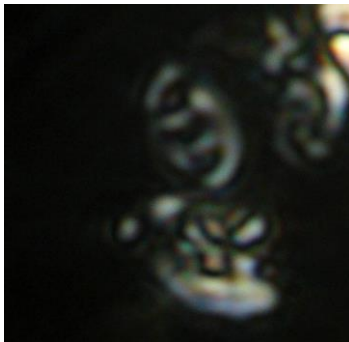
Microrhabdulus decoratus
Image # Neyzar 9 (D)



Microrhabdulus belgicus
Image # Abtalkh 4 (Ch)



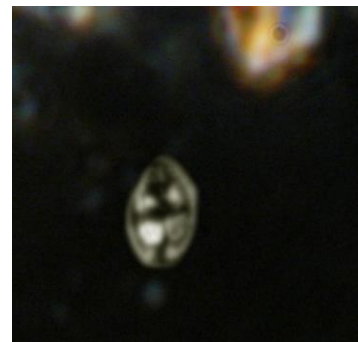
Ceratolithoides aculeus Image #
Abtalkh 3 (D)



Tranolithus phacelosus Image #
Abtalkh 3 (K)



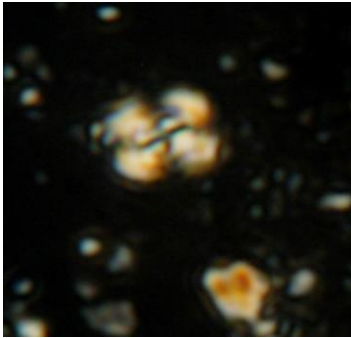
Tranolithus phacelosus Image #
Abtalkh 3 (K)



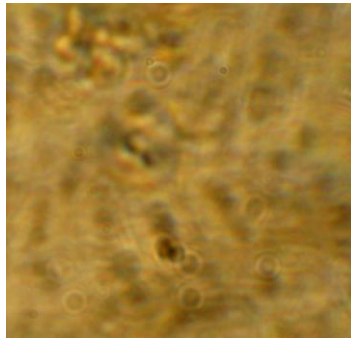
Tranolithus orionatus
Image # Abtalkh 1 (Ch)

Plate 3

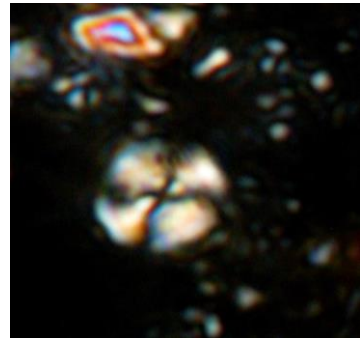
All Figures light micrographs magnified X1250



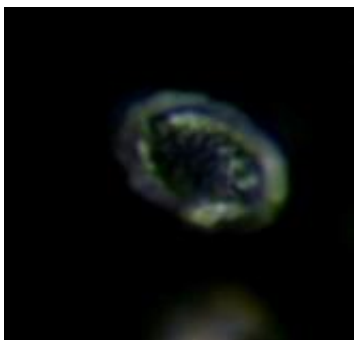
Watznaueria biporta
Image # Abtalkh 1 (Ch)



Watznaueria biporta
Image # Abtalkh 1 (Ch)



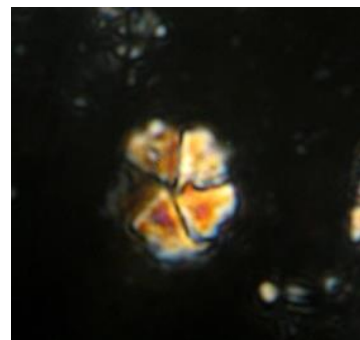
Watznaueria barnesae
Image # Neyzar 8 (K)



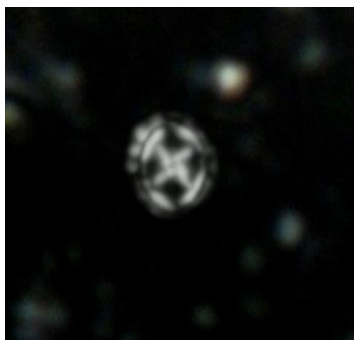
Cribrosphaerella ehrenbergii
Image # Neyzar 10 (D)



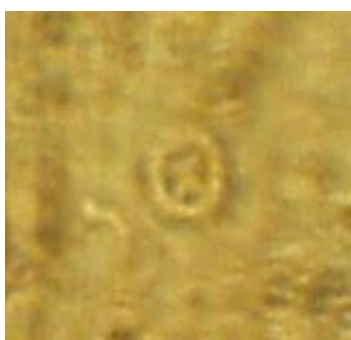
Cribrosphaerella ehrenbergii
Image # Neyzar 10 (D)



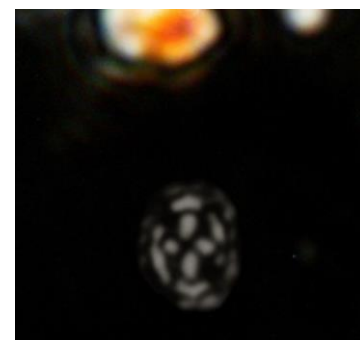
Braarudosphaera bigelowii
Image # Abtalkh 4 (Ch)



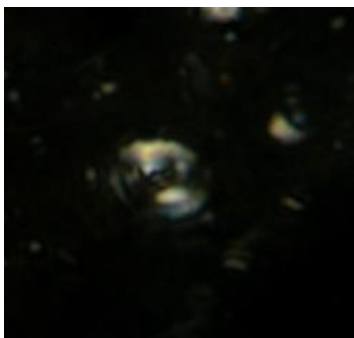
Prediscosphaera cretacea
Image # Neyzar 7 (K)



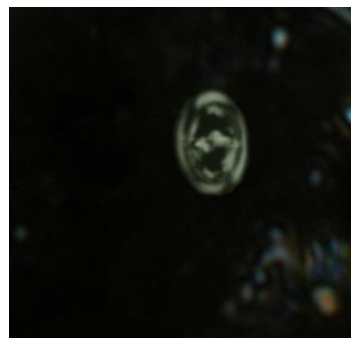
Prediscosphaera cretacea
Image # Neyzar 7 (K)



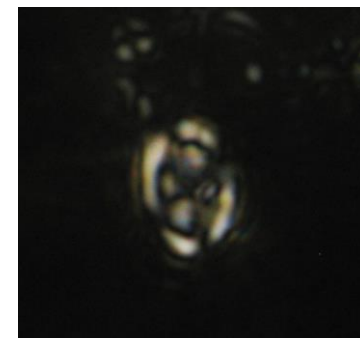
Prediscosphaera spinosa
Image # Neyzar 9 (Ch)



Reinhardtites levis
Image # Abtalkh 3 (K)



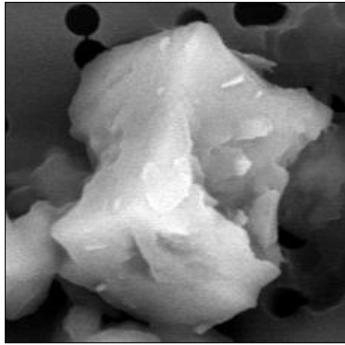
Reinhardtites anthophorus
Image # Abtalkh 1 (Ch)



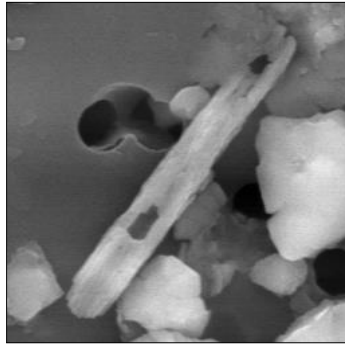
Arkhangelskiella specillata Image #
Neyzar 8 (Ch)

Plate 4

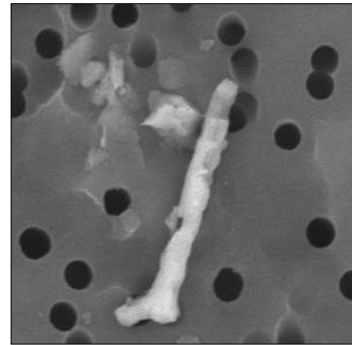
All Figures scanning micrographs magnified X10000



Micula decussata
Image # Neyzar 8 (K)



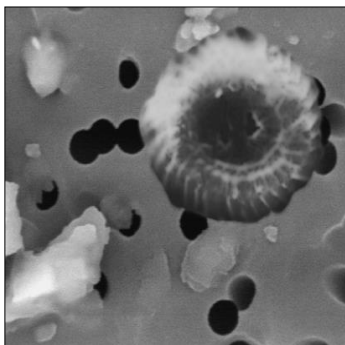
Lithraphidites carniolensis
Image # Neyzar 8(Ch)



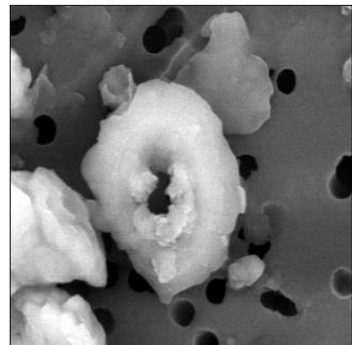
Acuturris scotus
Image # Abtalkh 1 (Ch)



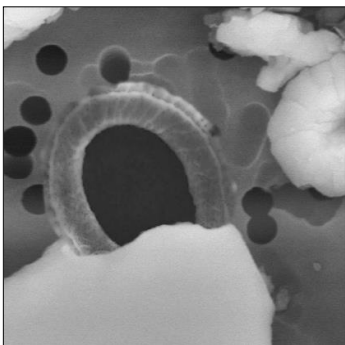
Watznaueria barnesa
Image # Neyzar 8 (K)



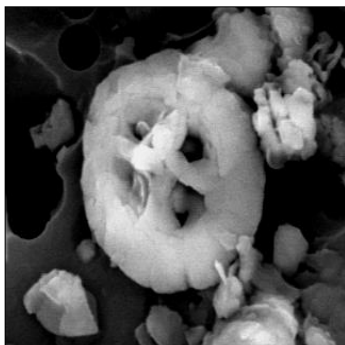
Watznaueria biporta
Image # Abtalkh 1 (Ch)



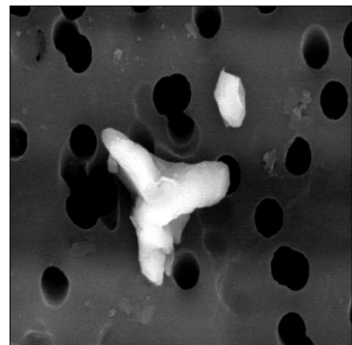
Watznaueria biporta
Image # Abtalkh 2 (K)



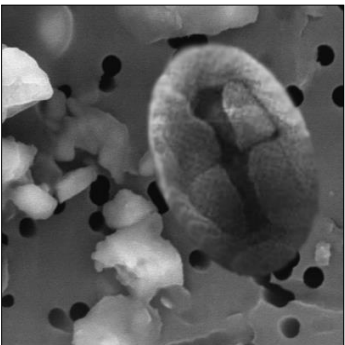
Manivitella pemmatoidea
Image # Abtalkh 2(Ch)



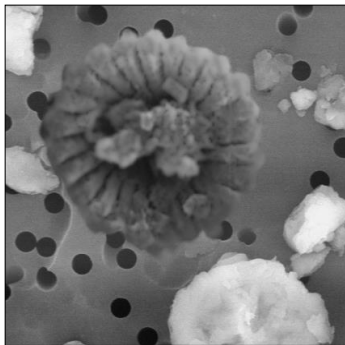
Prediscosphaera spinosa
Image # Neyzar 8(Ch)



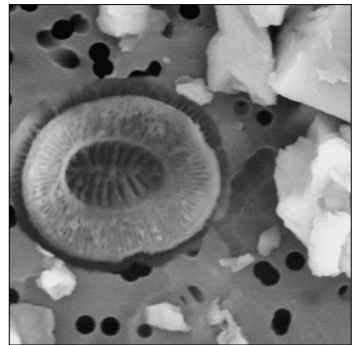
Uniplanarius trifidus
Image # Abtalkh 2 (K)



Tranolithus orionatus
Image # Abtalkh 1 (Ch)



Cyclaglossosphaera margerelii
Image # Neyzar 8 (K)



Repagulum parvidentatum
Image # Neyzar 8 (Ch)

جدول ۱: درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی برش دوبرادر

Campanian			Maastrichtian						Age	
Abtalkh			Neyzar						Formation	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sample no.
0.00	1.16	1.85	0.00	1.33	1.59	0.00	2.82	1.47	0.00	<i>Acuturris scotus</i>
0.00	1.16	0.00	3.03	0.00	4.76	1.43	1.82	0.00	1.49	<i>Arkhangelskiella specillata</i>
3.08	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus constrictus</i>
1.54	1.16	0.00	0.00	2.67	1.59	1.43	0.00	0.00	2.99	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
12.31	11.63	20.37	19.70	16.00	15.87	15.71	16.90	20.59	22.39	<i>Calculites obscurus</i>
3.08	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Calculites ovalis</i>
1.54	0.00	1.85	1.52	0.00	0.00	1.43	1.41	0.00	0.00	<i>Ceratolithoides aculeus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>
1.54	3.49	0.00	6.06	1.33	4.76	0.00	1.41	1.47	0.00	<i>Eiffellithus gorkae</i>
1.54	2.33	0.00	4.55	6.67	3.17	0.00	2.82	1.47	1.49	<i>Eiffellithus turriseffellii</i>
1.54	0.00	1.85	0.00	1.33	0.00	4.29	1.41	1.47	0.00	<i>Lithraphidites carniolensis</i>
10.77	9.30	11.11	13.64	13.33	17.46	18.57	19.72	17.65	18.40	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>
1.54	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.49	<i>Microrhabdulus decoratus</i>
0.00	1.16	1.85	0.00	1.33	0.00	2.86	0.00	2.94	0.00	<i>Micula concava</i>
33.85	27.91	40.59	31.82	29.67	34.92	30.00	28.17	30.88	29.85	<i>Micula decussata</i>
1.54	1.16	3.70	0.00	1.33	0.00	4.29	4.23	0.00	0.00	<i>Micula swastika</i>
0.00	1.33	0.00	4.55	5.33	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00	<i>Quadrum gothicus</i>
1.54	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Reinhardtites anthophorus</i>
1.54	1.16	0.00	0.00	1.33	0.00	2.86	0.00	1.47	0.00	<i>Reinhardtites levis</i>
0.00	0.00	1.85	0.00	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Tranolithus phacelosus</i>
1.54	1.16	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius sissinghii</i>
3.08	2.49	0.00	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius trifidus</i>
10.23	10.14	11.26	12.12	12.00	15.87	17.14	14.49	19.12	20.90	<i>Watznaueria bamesae</i>
8.23	10.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Watznaueria biporta</i>
<i>U. trifidus</i>		<i>Lo. R. anthophorus</i>			<i>LO. T. phacelosus</i>			Biozones		
CC22		CC23			CC24			Nannofossil zone (Sissingh1977)		

بایوزونهای معرفی شده در برش های مطالعه شده شامل CC22، CC23 و CC24 می باشند که در ذیل به توضیح هر یک از این بایوزونها پرداخته شده است.

QUADRUM TRIFIDUM ZONE (CC22)

این بایوزون از ظهور *Uniplanarius trifidus* تا انقراض *Reinhardtites anthophorus* را شامل می شود. سن این بایوزون انتهای کامپانین پسین است. بایوزون مذکور در برش دو برادر ۶ متر ضخامت، در برش کلات ۶ متر ضخامت و در برش چهچهه ۳ متر از نهشته های مورد مطالعه را در برمی گیرد. فسیلهای همراه این بایوزون عبارتند از:

Aspidolithus parvus constrictus, *Calculites obscures*, *Calculites ovalis*, *Ceratolithoides aculeus*, *Eiffellithus gorkae*, *Eiffellithus turriseffellii*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Micula decussata*,

زیست چینه نگاری

از آن جا که نانوفسیلهای آهکی در محیطهای رسوبی مناطق استوایی و نیمه استوایی دارای تنوع زیاد، فراوانی نسبی، محدوده سنی کوتاه و اندازه بزرگ هستند، لذا اهمیت فراوانی در چینه شناسی زیستی دارند. در این مطالعه، جهت انجام بررسیهای زیست چینه ای از زون بندی Sissingh (1977) استفاده شده است. در این زون بندی علامت اختصاری CC معرف واژه کوكولیت های کرتاسه (Cretaceous Coccolith) است. شناسایی بایوزونها در این مطالعه بر اساس اولین ظهور و یا ناپدید شدن گونه های شاخص و مجموعه فسیلهای همراه آنها، انجام شده است. بدین ترتیب برای ضخامت مورد مطالعه در برشهای دو برادر، کلات و چهچهه به ترتیب از پایین به بالا سه بایوزون پیشنهاد می گردد.

شکل ۵: درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی برش کلات

Campanian		Maastrichtian							Age	
Abtakh		Neyzar							Formation	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sample no.
1.23	0.00	2.59	1.45	0.00	1.71	1.43	0.00	0.00	1.35	<i>Acuturris scotus</i>
1.23	0.00	1.29	2.90	0.00	1.71	0.00	0.00	2.93	0.00	<i>Arkhangelskiella specillata</i>
1.23	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus constrictus</i>
1.47	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus expansus</i>
0.00	3.50	1.29	0.00	0.00	1.71	1.43	0.00	0.00	1.35	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
11.11	11.67	10.36	10.14	12.90	15.36	15.71	19.16	21.95	21.62	<i>Calculites obscurus</i>
3.70	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Calculites ovalis</i>
0.00	1.96	2.91	0.00	0.00	0.99	0.00	0.99	1.96	0.00	<i>Cyclaglosphaera margerelii</i>
0.00	1.17	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	<i>Ceratolithoides aculeus</i>
1.47	0.00	3.88	5.80	0.00	0.00	0.00	3.19	0.00	1.35	<i>Eiffellithus gorkae</i>
0.00	0.00	1.29	1.45	1.61	1.71	4.29	0.00	0.00	1.35	<i>Eiffellithus turrisseffellii</i>
0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	1.71	1.43	0.00	0.00	0.00	<i>Lithraphidites camiolensis</i>
9.88	8.17	11.65	14.49	17.74	17.07	17.14	22.36	19.02	20.27	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>
8.64	0.00	3.88	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	1.35	<i>Microrhabdulus decoratus</i>
1.23	0.00	0.00	1.45	1.61	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	<i>Micula concava</i>
31.10	29.18	32.95	37.68	38.71	39.26	31.43	33.54	32.19	27.03	<i>Micula decussata</i>
1.23	1.17	2.59	1.45	1.61	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	<i>Micula swastika</i>
0.00	0.00	1.29	1.45	0.00	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	<i>Prediscosphaera cretacea</i>
1.23	6.00	3.88	4.35	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	<i>Quadrum gothicus</i>
1.23	0.00	0.00	0.00	1.61	0.00	2.86	0.00	0.00	1.35	<i>Retecapsa angustiforata</i>
1.23	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Reinhardtites anthophorus</i>
0.00	2.33	1.29	0.00	3.23	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	<i>Reinhardtites levis</i>
1.23	0.00	2.59	0.00	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Tranolithus phacelosus</i>
1.23	2.50	0.00	2.90	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius sissinghii</i>
1.23	1.17	2.59	0.00	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius trifidus</i>
10.41	11.34	12.06	13.04	16.13	18.78	17.14	17.57	20.49	21.62	<i>Watznaueria barnesae</i>
8.64	11.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Watznaueria biporta</i>
<i>U. trifidus</i>	<i>Lo. R. anthophorus</i>		<i>LO. T. phacelosus</i>						Biozones	
CC22	CC23		CC24						Nannofossil zone (Sissingh1977)	

REINHADTITES LEVIS ZONE (CC24)

این بایوزون از انقراض *Tranolithus phacelosus* تا انقراض *Reinhardtites levis* را در برمی گیرد. بازه زمانی این بایوزون ماستریشتین پیشین است. در تمامی برشهای مورد مطالعه، بخش پایینی این بایوزون شناسایی شده، ولی بخش بالایی آن و انقراض *Reinhardtites levis* مشاهده نشد. این بایوزون در برش دو برادر با ضخامت ۱۵ متر، در برش کلات با ضخامت ۱۵ متر و در برش چهچهه با ضخامت ۲۱ متر شناسایی گردید. فسیلهای همراه این بایوزون عبارتند از:

Calculites obscures, Ceratolithoides aculeus, Lucianorhabdus cayeuxii, Microrhabdulus belgicus, Microrhabdulus decorates, Micula decussata, Quadrum gothicus, Uniplanarius trifidus, Watznaueria barnesae.

Quadrum gothicus, Uniplanarius sissinghii, Watznaueria barnesae, Watznaueria biporta.

TRANOLITHUS PHACELOSUS ZONE (CC23)

این بایوزون از انقراض *Reinhardtites anthophorus* تا انقراض *Tranolithus phacelosus* بوده و سنی معادل انتهایی ترین بخش کامپانین تا ماستریشتین پیشین را دارد. این بایوزون در برش دو برادر ۹ متر، در برش کلات ۹ متر و در برش چهچهه ۶ متر ضخامت دارد. مجموعه فسیلهایی که همراه این بایوزون دیده می شود شامل تاکسای زیر می باشند:

Calculites obscures, Ceratolithoides aculeus, Lucianorhabdus cayeuxii, Micula decussata, Quadrum gothicus, Uniplanarius trifidus, Watznaueria barnesae.

شکل ۶: درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی برش چهچهه

Campanian		Maastrichtian								Age
Abtalkh		Nezhar								Formation
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sample no.
2.22	0.00	1.49	1.69	0.00	1.82	2.94	0.00	1.49	1.43	<i>Acuturris scotus</i>
0.00	0.00	1.49	0.00	1.72	0.00	0.00	1.45	0.00	1.43	<i>Arkhangelskiella specillata</i>
5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus costrictus</i>
4.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus expansus</i>
2.22	0.00	0.00	1.69	0.00	0.00	1.47	1.45	0.00	0.00	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
0.00	1.82	2.99	0.00	1.72	3.64	1.47	0.00	1.49	0.00	<i>Calcicalathina alta</i>
8.89	16.36	10.45	10.17	12.07	14.55	14.71	15.94	14.93	17.14	<i>Calculites obscurus</i>
2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Calculites ovalis</i>
2.22	1.82	0.00	1.69	1.72	0.00	2.94	1.45	0.00	1.43	<i>Ceratolithoides aculeus</i>
0.00	3.64	0.00	6.78	0.00	1.82	0.00	1.45	1.49	0.00	<i>Eiffelithus gorkae</i>
1.11	0.00	2.99	1.69	1.72	0.00	1.47	0.00	2.99	0.00	<i>Eiffelithus turriseffeli</i>
1.11	0.00	2.99	1.69	1.72	1.82	0.00	2.90	0.00	1.43	<i>Lithraphidites carniolensis</i>
6.67	12.73	7.46	10.17	12.07	14.55	13.24	11.00	13.93	15.71	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>
0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	<i>Manivitella pemmatoidea</i>
1.11	0.00	1.99	1.69	0.00	1.82	0.00	2.90	1.49	0.00	<i>Microhrabdulus belgicus</i>
3.33	1.82	0.00	1.69	5.17	0.00	1.47	1.45	0.00	1.43	<i>Microhrabdulus decoratus</i>
0.00	1.82	1.49	1.69	3.45	0.00	1.47	0.00	1.49	0.00	<i>Micula concava</i>
23.78	43.64	38.81	42.37	40.38	41.82	36.76	32.78	34.33	31.43	<i>Micula decussata</i>
0.00	0.00	0.00	1.69	0.00	0.00	1.47	1.45	0.00	1.43	<i>Micula premurus</i>
1.11	1.82	0.00	3.39	0.00	1.82	0.00	1.45	2.99	1.43	<i>Micula swastika</i>
0.00	1.64	0.00	1.69	0.00	1.82	0.00	1.45	2.99	0.00	<i>Prediscosphaera cretacea</i>
1.11	0.00	1.49	1.69	0.00	0.00	1.47	1.00	1.49	0.00	<i>Prediscosphaera spinosa</i>
1.11	0.00	4.48	0.00	6.90	0.00	1.47	1.45	0.00	1.43	<i>Quadrum gothicus</i>
2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Reinhardtites anthophorus</i>
1.11	0.00	4.48	0.00	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	2.86	<i>Reinhardtites levis</i>
1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	<i>Repagulum parvidentatum</i>
1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Tranolithus orionatus</i>
1.11	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Tranolithus phacelosus</i>
1.11	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius sissinghii</i>
1.11	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Uniplanarius trifidus</i>
10.78	10.91	11.94	7.47	10.34	13.55	16.18	18.44	17.91	21.43	<i>Watznaueria barnesae</i>
12.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Watznaueria biporta</i>
<i>U. trifidus</i> Lo. <i>R. anthophorus</i> Lo. <i>T. phacelosus</i>										Biozones
CC22	CC23	CC24								Nannofossil zone (Sissingh1977)

دیرینه بوم شناسی گذر سازند آب تلخ به نیزار در شرق کپه داغ

نانوپلانکتونهای آهکی در دریا‌های عهد حاضر بسیار فراوانند. نانوفسیلهای در طول دوران مزوزوئیک از نظر جغرافیایی گسترش وسیعی داشته‌اند به طوری که رسوبات مارنی و شیلی کرتاسه پسین نیز نانوفسیلهای بسیار فراوان و متنوعی دارند. افزایش درجه حرارت و شرایط زیستی مساعد در این زمان باعث ایجاد فراوانی در نانوفسیلهای آهکی شده است (هادوی، ۱۳۷۷)، اما در انتهای کرتاسه و به ویژه در انتهای کامپانین و ماستریشتین، به دنبال

بر اساس بایوزونهای شناسایی شده سن ضخامت مورد مطالعه در هر سه برش انتهای کامپانین پسین تا ماستریشتین پیشین پیشنهاد می‌گردد. همچنین ادامه بایوزون CC24 از بالاترین بخش سازند آب تلخ به سازند نیزار در برشهای مورد مطالعه مؤید رسوب‌گذاری پیوسته برای مرز این دو سازند در هر سه برش می‌باشد. سن گذر سازندهای آب تلخ و نیزار در برشهای مورد مطالعه با توجه به وجود بخش پایینی بایوزون CC24 و ناپیدی گونه *Tranolithus phacelosus* در مرز این دو سازند، ماستریشتین پیشین پیشنهاد می‌گردد.

ویژه در انتهای ترین نمونه‌های سازند آب تلخ و نمونه‌های ابتدای سازند نیزار، می‌تواند مؤید شرایط پُرتنش و نامساعد محیطی به خصوص در بازه زمانی ماستریشتین باشد که به از بین رفتن تعداد زیادی از گونه‌های نانوفسیلی منجر شده است.

شاخصهای دمایی

نانوفسیلهای آهکی نسبت به تغییرات دمای سطح آب بسیار حساسند به طوری که حضور و فراوانی آنها تحت تأثیر رژیمهای گرمایی و سرمایی آب است. در میان گونه‌های مختلف نانوفسیل آهکی در کرتاسه پسین، *Gartnerago Ahmuellerella octoradiata* *Kamptnerius Prediscosphaera stoveri segmentatum* *Nephrolithus frequens* و *magnificus* شاخص آبهای سرد بوده و در عرضهای جغرافیایی پایین دیده نمی‌شوند (Thierstein, 1980, 1981؛ Wind, 1979؛ Pospichal & Lees, 1990؛ Lottaroli, & Catrullo, 2000؛ Wise, 1990). برخلاف گونه‌های ذکر شده *Uniplanarius sissinghii* و *Uniplanarius trifidus* محدود به آبهای گرم هستند و در عرضهای جغرافیایی بالا به ندرت یافت می‌شوند (Thierstein, 1970؛ Worsley & Martini, 1970؛ Lees, 1981؛ Watkins, 1996؛ Lees, 2002). همچنین بر اساس مطالعات Doeven (1983)، Watkins (1996)، *Watznaueria barnesae* Self-Trail & (2005)، گونه شاخص آبهای گرم و عرضهای جغرافیایی پایین است. در این مطالعه، از میان گونه‌های شناسایی شده نمونه‌هایی که شاخص آب و هوای سرد باشند مشاهده نشده است. همه این یافته‌ها از وجود آب و هوای گرم در منطقه حکایت دارند، ولی کاهش چشمگیر تعداد گونه‌های مختلف از یک سو و کاهش محسوس در تعداد کل نانوفسیلهای آهکی در نمونه‌های مطالعه شده از سوی دیگر، مؤید روند رو به کاهشی دما در انتهای کامپانین و ابتدای ماستریشتین است.

سردشدگی هوا و پایین افتادن سطح آب تعداد زیادی از جنسها و گونه‌های نانوپلانکتونی منقرض شده و یا کاهش چشمگیری در تعداد آنها مشاهده می‌شود (Bown, 1991). شرایط دیرینه بوم شناختی نانوفسیلهای مزوزوئیک و به ویژه کرتاسه پسین به وسیله افراد مختلفی مانند Bown (1998)، Bornemann et al. (2003)، Erba (2006)، Shamrock & Watkins (2004) و ... بررسی شده است. مطالعات صورت گرفته روی گذر سازند آب تلخ به نیزار معرف داده‌های نانوفسیلی جدیدی از این گذر است که در ادامه ارائه می‌شود:

Micula decussata شاخص حفظ شدگی، شاخص دما یا معرف محیط پُرتنش

با این که ارزش دیرینه بوم شناختی *Micula decussata* تاکنون به درستی مشخص نشده است، ولی این گونه جهت انجام بررسیهای دیرینه بوم شناختی مانند شرایط حفظ شدگی، تعیین عمق، دما و ... یکی از گونه‌های مهم در میان مجموعه‌های نانوفسیلی کرتاسه پسین است. بر مبنای مطالعات Hill (1975) و Thierstein (1980) می‌توان این گونه را به عنوان شاخصی برای حفظ شدگی در نظر گرفت. از سوی دیگر، بررسیهای دیرینه زیست جغرافیایی مؤید فراوانی این تاکسون در مجموعه‌های مربوط به محیطهای گرمسیری و نیمه گرمسیری بوده و لذا گونه‌ای جهان گستر معرفی شده است که افزایش عمق به افزایش تعداد افراد آن منجر می‌شود. به عبارتی تعداد این گونه با عمق نسبت مستقیم دارد (Wind, 1979؛ Thierstein, 1981؛ Henriksson & Thibault & Malmgren, 1997؛ Lees, 2002). همچنین Gardin (2007) نیز گونه *Micula decussata* را به عنوان گونه‌ای که شاخص آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری است و گسترش جهانی دارد، معرفی می‌کنند. Eshet et al. (1992) و Tantawy (2002) حضور این گونه را معرف وجود شرایط پُرتنش محیطی می‌دانند. در بررسی نمونه‌های کنونی، تغییرات فراوانی گونه‌های نانوفسیلی و حضور تعداد بیشتر این گونه در مقایسه با سایر گونه‌ها به

شاخصهای باروری (حاصل خیزی)

برخی از نانوفسیلهای آهکی نشانه‌های خوبی برای نمایش میزان باروری آبهای سطحی هستند به طوری که برخی گونه‌ها شاخص باروری پایین و برخی دیگر نشانه باروری بالا هستند. بررسیهای صورت گرفته روی گونه‌های نانوفسیلی به خصوص در زمان کرتاسه میانی و پسین، نشان دهنده فراوانی گونه‌های *Zeugrhabdotus erectus* و *Biscutum constans* در شرایطی است که حاصل خیزی آبهای سطحی رو به افزایش است (Erba, 1992؛ Erba et al., 1992؛ Williams & Bralower, 1995؛ Fisher & Hay, 1999).

از میان نانوفسیلهای کرتاسه، گونه‌های مربوط به جنسهای *Eiffellithus*، *Prediscosphaera* (به جز *Prediscosphaera stoveri*) و *Lithraphidites* را به عنوان شاخصهای باروری پایین معرفی می‌کنند. در این مطالعه، حضور نانوفسیلها و الگوی تغییرات فراوانی آنان به ویژه حضور گونه‌های *Prediscosphaera spinosa*، *Prediscosphaera gorkae*، *Eiffellithus eximius*، *cretacea*، *Lithraphidites*، *Eiffellithus turriseiffelii* و *caroliensis* مؤید شرایط باروری پایین برای برشهای مورد مطالعه است.

مواد غذایی

تنوع نانوفسیلهای آهکی عموماً منعکس کننده رژیم غذایی در آبهای سطحی است. مواد غذایی قابل دسترس در سطح آب از عاملهایی هستند که بر روی ترکیب و پراکندگی نانوفسیلهای یک منطقه تأثیرگذار است (Herrle et al., 2003). تنوع نانوفسیلها با سطح پایین مواد غذایی موجود ارتباط تنگاتنگ دارد به طوری که حاصل خیزی بالا در نتیجه جریانهای رو به بالا یا ورودی زیاد مواد از طریق رودخانه‌های اطراف به حوضه‌ها، شرایط محیطی را ناپایدار نموده و تنوع نانوفسیلها را به شدت کاهش می‌دهد (Erba, 2006). از این رو فراوانی و ترکیب مجموعه‌های

نانوفسیلی نشانگر میزان مواد غذایی آبهای سطحی در خلال انتهای کامپانین و ماستریشتین است. مطالعات (Erba et al., 1992)، (Roth & Krumbach, 1986) و (Fisher & Hay, 1995) Williams & Bralower (1999) نشان می‌دهد گونه‌های *Watznaueria barnesae* و *Lithraphidites carniolensis* شاخص تولید مواد غذایی پایین و نشانگر شرایط مزوتروفیک هستند در حالی که *Biscutum* spp. شاخص شرایط یوتروفیک می‌باشند. در مطالعه حاضر، نبود گونه‌های شاخص تولید مواد غذایی بالا و حضور *Watznaueria barnesae* و *Lithraphidites carniolensis* نشانگر تولید مواد غذایی پایین در حوضه می‌باشد.

نتیجه گیری

داده‌های نانوفسیلهای آهکی موجود در گذر سازند آب تلخ به نیزار نشان دهنده شرایط رسوب گذاری این گذر در کرتاسه پسین است. تغییرات محیطی و به ویژه تغییر در دما و میزان مواد غذایی موجود، روی حضور و فراوانی گونه‌های مختلف تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در تمامی برشهای مورد مطالعه دارای حفظ شدگی نسبتاً خوب و با فراوانی نه چندان بالایی مشهود می‌باشند. بر اساس گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده در برشهای دو برادر، کلات و چهچهه، سن پیشنهاد شده برای این نهشته‌ها انتهای کامپانین پسین - ماستریشتین پسین پیشنهاد شده است. بازه زمانی مورد اشاره، برای نهشته‌های مربوط به انتهای ترین بخش سازند آب تلخ و ابتدایی ترین بخش سازند نیزار در هر سه برش است که با بایوزونهای استاندارد جهانی مقایسه شده و در هر سه برش معادل با بایوزونهای CC22، CC23 و CC24 از زون بندی Sissingh (1977) است. سن گذر سازند آب تلخ به نیزار در برشهای مورد مطالعه، بر اساس وجود بخش پایینی بایوزون CC24، ماستریشتین پسین است. همچنین وجود بخش پایینی بایوزون CC24 در بالاترین بخش سازند آب تلخ و ادامه این بایوزون و حضور آن در

پایین ترین بخش سازند نیزار در برشهای مورد مطالعه مؤید رسوب گذاری پیوسته برای مرز این دو سازند در هر سه برش می باشد. نبود گونه های آب سرد و حضور گونه های آب گرم در برشهای مورد مطالعه، نشان دهنده آب و هوای گرم حوضه در زمان نهشته شدن این دو سازند می باشد. نبود گونه های شاخص تولید مثل بالا (*Biscutum constans* و *Zeughrabdotus erectus*) و حضور گونه های شاخص تولید مثل پایین (*Lithraphidites carniolensis* و *Eiffelithus* spp.)

پایین ترین بخش سازند نیزار در برشهای مورد مطالعه مؤید رسوب گذاری پیوسته برای مرز این دو سازند در هر سه برش می باشد. نبود گونه های آب سرد و حضور گونه های آب گرم در برشهای مورد مطالعه، نشان دهنده آب و هوای گرم حوضه در زمان نهشته شدن این دو سازند می باشد. نبود گونه های شاخص تولید مثل بالا (*Biscutum constans* و *Zeughrabdotus erectus*) و حضور گونه های شاخص تولید مثل پایین (*Lithraphidites carniolensis* و *Eiffelithus* spp.)

منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰. زمین شناسی ایران. انتشارات امیرکبیر، ۹۰۱ ص.
- هادوی، ف.، ۱۳۷۷. میکروپالئونتولوژی: فرامینیفرها، نانوپلانکتونهای آهکی، استراکودها (جلد اول). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۸۱ ص.
- هادوی، ف.، پوراسماعیل، ا.، ۱۳۸۵. زیست چینه شناسی سازند نیزار بر پایه نانوپلانکتونهای آهکی در برش الگو واقع در تنگ نیزار. فصلنامه علوم زمین، ۶۵: ۳۶-۴۷.
- هادوی، ف.، عامل، ع.، ۱۳۸۱. بایواستراتیگرافی بخش فوقانی سازند نیزار و بخش تحتانی سازند کلات بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در برش چهچهه واقع در جاده مشهد - کلات. مجله علوم دانشگاه فردوسی مشهد، ۴ (۲): ۷۴-۶۵.
- Bornemann, A., Aschwer, U., & Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic - Cretaceous boundary. *Palaeo Journal*, 199: 187- 228.
- Bown, P.R., 1991. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *Kluwer Academic Publishers*, 314 p.
- Bown, P.R., 1998. Calcareous nannofossil biostratigraphy. *British Micropaleontology Society Publication Series. Chaman and Hall*, Cambridge, 328 p.
- Bukry, D., 1973. Coccolith stratigraphy, eastern equatorial Pacific, Leg 16 In: Van Andel, T.H., Heath, G.R., et al., (eds.), Deep Sea Drilling Project. *Deep Sea Drilling Project Initial Reports*, Washington (U.S. Govt. Printing Office), 16: 653-711.
- Burnett, J.A. 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R., (ed.), Calcareous Nannofossils Biostratigraphy. *Chapman & Hall*, London, pp.132-199.
- Doeven, P.H., 1983. Cretaceous nannofossil stratigraphy and paleoecology of the Canadian Atlantic Margin. *Bulletin of Geological Survey of Canada*, 356: 1-70.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-Geosphere interactions. *Palaeo Journal*., 232: 237- 250.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marin micropaleontology Journal*. 52: 85- 106.

- Erba, E., Castradori, F., Guasti, G., & Ripepe, M., 1992. Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Gault Clay Formation (southern England). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 93: 47–69.
- Erba, E., 1992. Middle Cretaceous calcareous nannofossils from the western Pacific (Leg 129): evidence for paleoequatorial crossings. *Proceedings of the Ocean Drilling Program - Scientific Results*, 129: 189–196.
- Eshet, Y., & Almogi-Labin, A., 1996. Calcareous nannofossils as paleoproductivity indicators in Upper Cretaceous organic-rich sequences in Israel. *Marine Micropaleontology*, 29: 37–61.
- Eshet, Y., Moshkovitz, S., Habib, D., Benjamini, C., & Margaritz, M., 1992. Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy across the Cretaceous-Tertiary boundary at Hor Hahar, Israel. *Marine Micropaleontology*, 18: 199–228.
- Fisher, C.G., & Hay, W.W., 1999. Calcareous nannofossils as indicators of mid-Cretaceous paleofertility along an ocean front, U.S. Western Interior. In: Barrera, E., & Johnson, C.C., (eds.), Evolution of the Cretaceous Ocean–Climate System. *Geological Society of America, Special Paper*, 332: 161–180.
- Herrle, J., Pross, J., Friedrich, O., Kobler, P., & Hemleben, C., 2003. Forcing mechanisms for mid-Cretaceous black shale formation: evidence from the Upper Aptian and Lower Albian of the Vocontian Basin (SE France). *Palaeo Journal*, 190: 399–426.
- Henriksson, A.S., & Malmgren, B.A., 1997. Biogeographic and ecologic patterns in calcareous nannoplankton in the Atlantic and Pacific Oceans during the terminal Cretaceous. *Studia Geologica Salmanticensia*, 33: 17–40.
- Hill, M.E., 1975. Selective dissolution of mid-Cretaceous (Cenomanian) calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, 21: 227–235.
- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossils biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23: 537–634.
- Lottaroli, F., & Catrullo, D., 2000. The calcareous nannofossil biostratigraphic framework of the Late Maastrichtian–Danian North Sea chalk. *Marine Micropaleontology*, 39: 239–263.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, pp. 329–426.
- Pospichal, J.J., & Wise Jr., S.W., 1990. Calcareous nannofossils across the K–T boundary, ODP Hole 690C, Maud Rise, Weddell Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program - Scientific Results*, 113: 515–532.
- Roth, P.H., & Krumbach, K.R., 1986. Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian oceans: implications for paleoceanography. *Marine Micropaleontology*, 10: 235–266.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Calcareous Nannoplankton. *Geologie En Mijnbouw*, 56: 37–65.
- Shamrock, J.L., & Watkins, D.K., 2009. Evolution of the Cretaceous calcareous nannofossil genus *Eiffellithus* and its biostratigraphic significance. *Cretaceous Research*, 30: 1083–1102.
- Tantawy, A.A.A.M., 2002. Calcareous nannofossil biostratigraphy and palaeoecology of the Cretaceous–Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt. *Marine Micropaleontology*, 47: 323–356.
- Thibault, N., & Gardin, S., 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, 65: 163–184.
- Thierstein, H.R., 1980. Selective dissolution of Late Cretaceous and Earliest Tertiary calcareous nannofossils: experimental evidence. *Cretaceous Research*, 2: 165–176.
- Thierstein, H.R., 1981. Late Cretaceous Nannoplankton and the change at the Cretaceous–Tertiary boundary. In: Warme, J.E., Douglas, R.G., Winterer, E.L., (eds.), The Deep Sea Drilling Project of progress. *SEPM Special Publication*, 32: 355–394.

- Watkins, D.K., & Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, 20: 1-9.
- Watkins, D.K., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Ocean. In: Mokuilevsky, A., & Whatley, R., (eds.), *Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales Aberystwyth Press*, pp. 355-381.
- Williams, J.R., & Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10: 815- 839.
- Wind, F.H., & Wise, S.W., 1983. Correlation 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, V.A., et al., (eds.), *Deep Sea Drilling Project. Deep Sea Drilling Project Initial Reports*, Washington (U.S. Govt. Printing Office), 71: 551-563.
- Wind, F.H., 1979. Maestrichtian-Campanian nannofloral provinces of the southern Atlantic and Indian Oceans. In: Talwani, M., Hay, W.W., Ryan, W.B.F., (eds.), *Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margins and Paleoenvironment. AGU, Maurice Ewing Series*, 3: 123–137.
- Worsley, T., & Martini, E., 1970. Late Maastrichtian Nannoplankton Provinces. *Nature*, 225: 1242–1243.

Biostratigraphy and paleoecology of the lower boundary of Neyzar Formation based on calcareous nannofossils in Dobaradar, Kalat and Chahchaheh sections

Notghi Moghaddam, M.^{1*}, Hadavi, F.², Rahimi, B.³

1- Assistant Professor, Department of Geology, Payam Noor University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*E-mail: m.n.moghaddam@gmail.com

Abstract

In present study, diversity and relative abundance of calcareous nannofossils of the boundary between Abtalkh and Neyzar Formations in Dobaradar, Kalat and Chahchaheh sections were studied. Taxonomical studies of calcareous nannofossils in the studied areas led to identification of 24 species in Dobaradar, 27 species in Kalat and 32 species in Chahchaheh sections. Based on identified nannofossils and biozones, the age of the studied portions in each of sections is late Late Campanian- Early Maastrichtian. The present of *Watznaueria barnesae* and absence of *Biscutum constans* suggest low productivity and the significant increases of *Micula decussata* show high-stress environmental conditions in this basin.

Keywords: Paleoecology; biostratigraphy; Abtalkh; Neyzar.