

## زیست چینه نگاری و پالئو اکولوژی گذر سازند آب دراز به سازند آب تلخ در برشهای مزدوران و کلات

مرضیه نطقی مقدم<sup>۱\*</sup>، فاطمه هادوی<sup>۲</sup>، بهنام رحیمی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

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

تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۲

### چکیده

در پژوهش حاضر، زیست چینه نگاری و پالئو اکولوژی گذر سازند آب دراز به سازند آب تلخ در دو برش مزدوران و کلات مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پس از برداشت نمونه‌ها و آماده سازی آنها به روش اسمیر اسلاید، فسیلها عکس برداری و شمارش گردیده‌اند. مطالعات تاکسونومیکی نانوفسیلهای آهکی در بخشهای مورد مطالعه به شناسایی ۲۴ جنس و ۳۸ گونه در برش مزدوران و ۲۹ جنس و ۴۷ گونه در برش کلات منجر گردیده است. بر مبنای نانوفسیلهای شناسایی شده ۲ بایوزون CC20 و CC21 از زون بندی Sissingh (1977) در برش مزدوران و سه بایوزون CC20، CC21 و CC22 از زون بندی Sissingh (1977) در برش کلات پیشنهاد می‌گردد. بر مبنای این بایوزونها سن ضخامت مطالعه شده در برش مزدوران انتهای کامپانین پیشین تا آغاز کامپانین پسین و سن ضخامت مورد مطالعه در برش کلات انتهای کامپانین پیشین تا انتهای کامپانین پسین می‌باشد. به دنبال این نتایج و بر اساس حضور زون CC21 در مرز، سن مرز سازندهای آب دراز و آب تلخ در هر دو برش آغاز کامپانین پسین تعیین می‌شود. مطالعات پالئو اکولوژیکی انجام شده نشان می‌دهد که سازندهای آب دراز و آب تلخ در هر دو برش در عرضهای جغرافیایی پایین و در قسمتهای کم عمق حوضه نهشته شده‌اند و عمق حوضه از سازند آب دراز به سمت سازند آب تلخ افزایش می‌یابد. همچنین بر اساس گونه‌های نانوفسیل شناسایی شده، دمای نسبتاً گرم و تولیدات مواد غذایی پایین برای حوضه پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** پالئو اکولوژی، آب دراز، آب تلخ، مزدوران، کلات.

### مقدمه

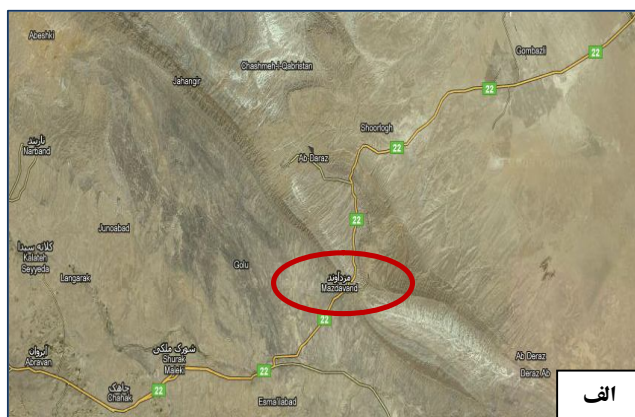
کپه‌داغ در زمانهای مختلف یکسان نبوده است، ولی در کرتاسه رسوب گذاری در این منطقه به گونه‌ای بوده که سبب شده ردیفهای کرتاسه کپه‌داغ یکی از کاملترین و ستبرترین نهشته‌های کرتاسه ایران باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

کپه‌داغ منطقه‌ای کوهستانی است که در شمال و شمال شرق ایران واقع است و در اثر آخرین فازهای چین خوردگی آلپی و فرسایشهای پی‌آمد آن سیمای فعلی را به خود گرفته است (افشار حرب، ۱۳۷۳). رسوب گذاری در حوضه

باند سنگ آهک چاکی است، ولی در غرب جاده درگز - قوچان تنها از سنگ آهک چاکی تشکیل شده است. با وجود این در هر دو رخساره سیمای عمومی سازند سفید مایل به خاکستری است (آقابات، ۱۳۸۳) و از محل برش الگو به سمت غرب ضخامت سازند افزایش می‌یابد (افشارحرب، ۱۳۷۳).

برش الگوی سازند آب تلخ در ادامه برش الگوی سازند آب دراز در حدود یک کیلومتری گردنه مزدوران اندازه‌گیری شده است. این سازند شامل شیلهای آهکی به رنگ خاکستری مایل به آبی تا سبز و کمی مارن بوده و نزدیک به سطح بالایی دارای لایه‌های نازک ماسه سنگ رس دار و سنگ آهک مارنی ماسه‌ای است (آقابات، ۱۳۸۳). سازند آب تلخ بهترین گسترش را در شرق کپه‌داغ دارد و به سوی غرب از ضخامت آن کاسته می‌شود (افشارحرب، ۱۳۷۳).

سازندهای آب‌دراز و آب‌تلخ از واحدهای سنگ چینه‌ای هستند که نرم فرسا و دره ساز بوده و دره‌ها، دشتهای کوچک و نواحی کم ارتفاع و پست را تشکیل می‌دهند (افشارحرب، ۱۳۷۳). در این پژوهش برای اولین بار با هدف بررسی دقیق زیست چینه‌نگاری و پالئوآکولوژی، فقط گذر سازند آب دراز به آب تلخ در برش مزدوران در نزدیکی روستای مزدوران (شکل ۱) و کلات در نزدیکی کلات نادری (شکل ۲)، نمونه برداری و به دنبال آن بررسیهای لازم انجام شده است. در ادامه به اختصار به ویژگیهای دو سازند و به دنبال آن مشخصات برشهای مورد مطالعه اشاره می‌شود. سازند آب دراز بر روی سازند آیتامیر و در زیر سازند آب تلخ قرار دارد. برش الگوی این سازند در حدود یک کیلومتری گردنه مزدوران واقع شده و از نظر سنگ شناسی دارای دو رخساره متفاوت است به طوری که در شرق جاده درگز- قوچان شامل شیلهای خاکستری روشن و سه تا چهار



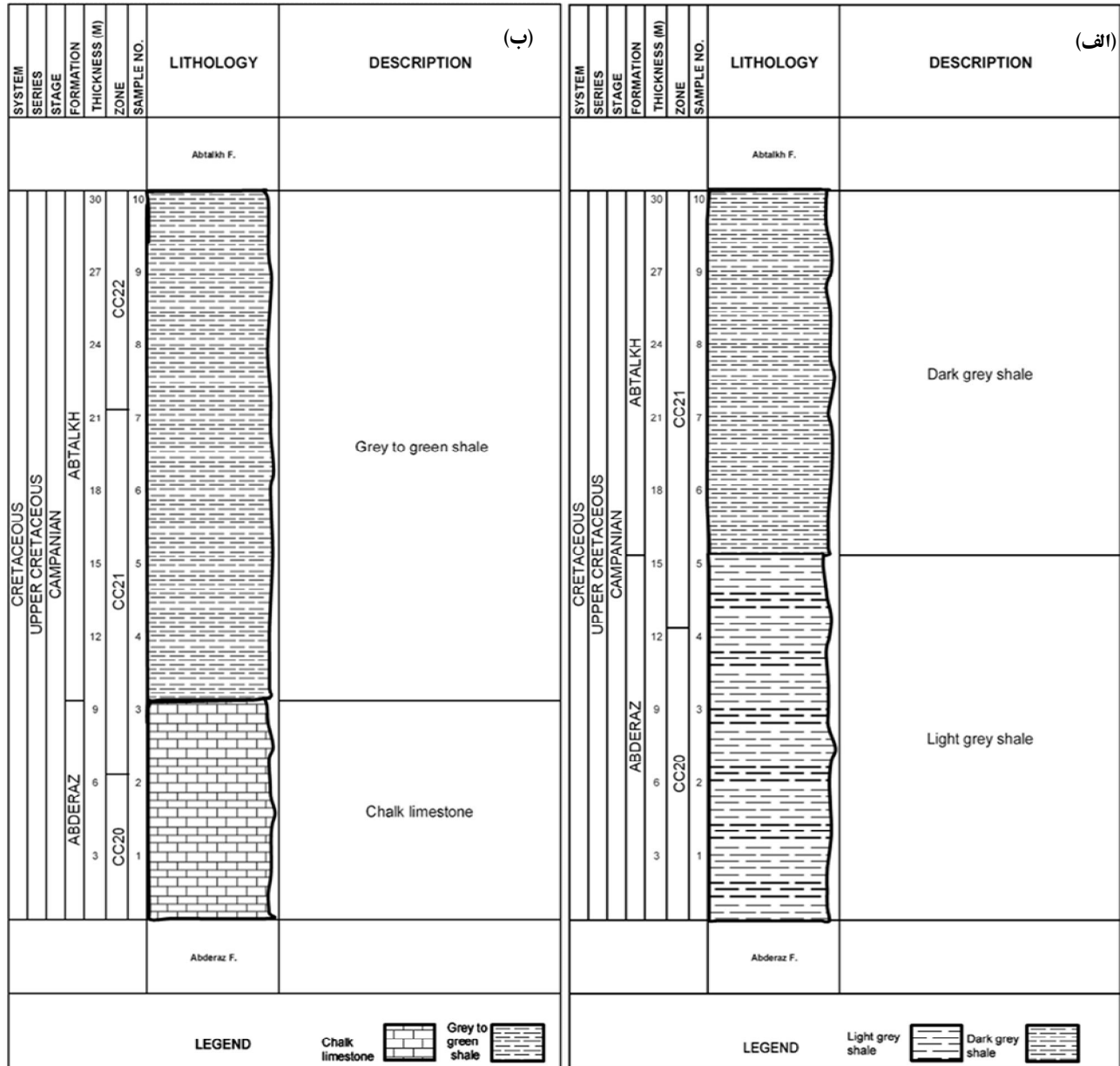
شکل ۱: الف) محل نمونه برداری مرز سازندهای مورد مطالعه در جاده سرخس (مزدوران)؛ ب) مرز سازند آب دراز و آب تلخ در برش مزدوران



شکل ۲: الف) محل نمونه برداری مرز سازندهای مورد مطالعه در جاده کلات؛ ب) مرز سازندهای آب دراز و آب تلخ در برش کلات

کلات شیلهای خاکستری تیره مایل به سبز است. تعداد ۱۰ نمونه با فاصله‌های ۳ متری در هر منطقه برداشت و بررسی گردید (شکل ۳).

بخش انتهایی سازند آب‌دراز در برش مزدوران شامل شیلهای خاکستری روشن و در برش کلات سنگ آهک چاکی بوده است و بخش ابتدایی سازند آب تلخ در برش مزدوران دربردارنده شیلهای خاکستری تیره و در برش



شکل ۳: الف) ستون چینه شناسی برش مورد مطالعه در منطقه مزدوران؛ ب) ستون چینه شناسی برش مورد مطالعه در منطقه کلات.

۳ متری بوده و در هر برش ۱۰ نمونه از گذر سازند آب‌دراز به آب تلخ برداشت گردید. نمونه‌های برداشت شده به روش اسمیراسلاید آماده شد. به دنبال آن با استفاده از میکروسکپ

### آماده سازی و مطالعه

به دلیل اهمیت غیر هوازده بودن نمونه‌ها، نمونه برداری از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری انجام شد. فواصل نمونه برداری

نوری المپوس مدل BH2 و با کمک روشهای شناسایی ارائه شده توسط Perch-Nielsen (1985) و Burnett (1998)، گونه‌های نانوفسیل آهکی موجود شناسایی و توسط دوربین دیجیتال عکس برداری شد (تصاویر گونه‌های شناسایی شده در پلیتهای ۱-۶ آورده شده است. لازم به ذکر است در پلیتهای ارائه شده M معرف تصویر گونه در مقاطع مربوط به برش مزدوران و K معرف تصویر گونه در مقاطع مربوط به برش کلات است). به منظور بررسی خصوصیات نانوفسیلها از دو نور موازی (PPL) و متقاطع (XPL) استفاده شده است. سپس برای انجام مطالعات پالئواکولوژی و ترسیم نمودارهای مربوط، گونه‌های موجود در هر مقطع تا ۳۰۰ فسیل شمارش گردید و برای بررسیهای آماری درصد همه گونه‌های شمارش شده محاسبه و نمودارهای مربوطه ترسیم شد.

### مطالعات فسیل شناسی انجام شده

تاکنون مطالعات فسیل شناسی متعددی بر روی سازندهای آب دراز و آب تلخ بر مبنای گروههای مختلف فسیلی صورت گرفته است. هادوی و علامه (۱۳۷۸) استراکودهای سازند آب‌دراز را بررسی نموده و سن کرتاسه پسین را برای این سازند معرفی نموده‌اند. طاهری و همکاران (۱۳۸۳) بر مبنای داینوفلاژله‌ها سن سازند آب دراز را کنیاسین - سانتونین و سن سازند آب تلخ را کامپانین - ماستریشتین تعیین نموده‌اند. افسری کهنه شهری و همکاران (۱۳۸۷) بر اساس داینوفلاژله‌ها برای سازند آب تلخ سن سانتونین پسین - ماستریشتین آغازین را تعیین و انجیدنی و همکاران (۱۳۸۸) نیز بر پایه روزن‌داران سن سازند آب تلخ را سانتونین پسین - انتهای کامپانین پسین معرفی نموده‌اند.

شایان ذکر است که مطالعات مربوط به ایکنوفسیلها نیز بر روی سازند آب دراز صورت گرفته که در این میان می‌توان به مطالعات فاتح بهاری و همکاران (۱۳۸۸) اشاره کرد که

تنها به معرفی ایکنوفسیلها پرداخته و تعیین سنی توسط آنها صورت نگرفته است. از طرفی مطالعات زیست چینه‌ای وسیعی بر مبنای نانوفسیلهای آهکی بر روی این دو سازند انجام شده است. هادوی و صنعتی (۱۳۷۷)، با بررسی سازند آب دراز در برش الگو سن کنیاسین پسین - مرز سانتونین پسین / کامپانین پیشین را برای آن ارائه نموده‌اند. هادوی و کرمی (۱۳۷۹)، سازند آب دراز در برش طاهرآباد را مطالعه و سن کامپانین آغازین - بخش آغازین کامپانین پسین را برای آن تعیین کرده‌اند. هادوی (۱۳۸۰) با مطالعه سازند آب تلخ در غرب روستای چهچهه، سن کامپانین - ماستریشتین را برای این سازند در نظر گرفته است. هادوی و خدادادی (۱۳۸۱)، با بررسی بخش انتهایی سازند آب تلخ در جاده مشهد - کلات، این بخش را به سن کامپانین پسین - ماستریشتین آغازین دانسته‌اند. هادوی و نطقی مقدم (۱۳۸۱)، بررسی زیرین سازند آب تلخ در جاده مشهد - کلات را انجام و سن سانتونین پسین / کامپانین آغازین - کامپانین آغازین را برای آن مناسب دانسته‌اند. هادوی و همکاران (۱۳۸۴)، با مطالعه سازند آب تلخ در برش الگو، سن سانتونین پسین / کامپانین آغازین - ماستریشتین آغازین را برای آن ارائه نموده‌اند. هادوی و پوراسماعیل (۱۳۸۶)، به بررسی پیوستگی مرز سازندهای آیتامیر و آب‌دراز پرداخته‌اند. Hadavi & Khodadadi (2002) با مطالعه بخش انتهایی سازند آب تلخ در برش حمام قلعه سن کامپانین - ماستریشتین را برای این قسمت در نظر گرفته‌اند. Hadavi & Notghi Moghaddam (2002) با بررسی آخرین باند سنگ آهکهای چاکی سازند آب دراز در برش حمام قلعه، سن سانتونین پسین / کامپانین آغازین تا کامپانین آغازین را برای آن معرفی نموده و بالاخره آخرین باند سنگ آهک چاکی سازند آب دراز و بخش انتهایی سازند آب تلخ در بیست کیلومتری کلات، سن

۱۳/۸۰، گونه *Calculites obscurus* با میانگین ۳/۶۳، گونه *Micula decussate* با میانگین ۸/۹۷ در برش کلات (شکل ۶) در تمامی نمونه‌ها دیده می‌شوند. از طرفی بعضی گونه‌ها مانند *Ceratalithoides sesquipedalis*، *Cylidralithus uniplanarius* و *Retecapsa angustiforata biarcus* *trifidus* منحصراً در برش کلات دیده شده‌اند. تعداد متفاوت نمونه‌ها در برشهای مورد مطالعه و حفظ شدگی بیشتر نمونه‌ها در برش کلات و همچنین وجود صلیبها، پلها و دیواره‌های کمابیش ضخیم‌تر در گونه‌های موجود در برش کلات، حاکی از شرایط محیطی مساعدتر جهت زیست نانوفسیلهای آهکی در این بخش از کپه‌داغ است.

### زیست چینه نگاری

در مطالعات زیست چینه‌ای انجام شده از زون بندی Sissingh (1977) استفاده شده است. در این زون بندی علامت اختصاری CC بیانگر کولیتهای کرتاسه (Cretaceous Coccolith) است و بر اساس اولین حضور گونه‌های شاخص و مجموعه فسیلهای همراه آنها زون بندی کاملی ارائه شده است. بدین ترتیب بر مبنای اولین حضور گونه‌های شاخص و فسیلهای همراه برای ضخامت مورد مطالعه در برشهای مزدوران و کلات به ترتیب از پایین به بالا دو و سه بایوزون پیشنهاد می‌گردد. بایوزونهای معرفی شده برش مزدوران CC20 و CC21 بوده و برش کلات شامل بایوزونهای CC20، CC21 و CC22 است. در زیر به توضیح هر یک از بایوزونها پرداخته شده است:

#### CERATOLITHOIDES ACULEUS ZONE (CC20)

این زون از ظهور *Ceratalithoides aculeus* تا ظهور *Uniplanarius sissinghii* را شامل می‌شود. در این زون انقراض *Eiffellithus eximius* رخ می‌دهد. سن این بایوزون انتهای کامپانین آغازین است.

ساتونین پسین / کامپانین آغازین - آغاز کامپانین پسین در این بخش پیشنهاد داده‌اند. در مورد بررسیهای پالئوآکولوژی به جز مطالعات هادوی و خدادادی (۱۳۸۸) و هادوی و نطقی مقدم (۱۳۸۸)، مطالعات منتشر شده‌ای که به صورت خاص به این موضوع پرداخته باشد و بر اساس داده‌های آماری دقیق وضعیت محیطی سازندهای آب دراز و آب تلخ را بررسی کرده باشد، در دسترس نیست. شایان ذکر است که نتایج بررسیهای پالئوآکولوژی صورت گرفته در برش حمام قلعه مشابه نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر است. لازم به ذکر است که در تمامی مطالعات انجام شده بر اساس نانوفسیلهای کل سازند پرداخته شده است، اما در پژوهش کنونی برای اولین بار مطالعات زیست چینه‌ای و بررسی شرایط رسوب گذاری بر مبنای عوامل پالئوآکولوژیکی، صرفاً روی گذر سازندهای آب دراز و آب تلخ متمرکز شده است.

### بحث

#### فراوانی نسبی نانوپلانکتونهای آهکی

نانوفسیلهای آهکی موجود در هر دو برش دارای حفظ شدگی بسیار خوب بوده و از گوناگونی نسبتاً خوبی برخوردارند. بر اساس مطالعات انجام شده، برش مزدوران دارای ۳۸ گونه نانوفسیل آهکی است. با توجه به حضور ۴۷ گونه نانوفسیلی در برش کلات می‌توان به تنوع بیشتر گونه‌ها در برش کلات اشاره نمود (شکل ۴). فراوانی گونه‌ها در گذر این دو سازند در برشهای مذکور نیز متفاوت است؛ به عنوان مثال گونه *Watznaueria barnesae* با میانگین ۴۸/۰۷، گونه *Lucianorhabdus cayeuxii* با میانگین ۱۳/۶۰، گونه *Calculites obscurus* با میانگین ۶/۱۳، گونه *Micula decussate* با میانگین ۶/۶۳ در برش مزدوران (شکل ۵) و گونه *Watznaueria barnesae* با میانگین ۴۷/۴۳، گونه *Lucianorhabdus cayeuxii* با میانگین




ABDE AZ			ABTALKH							FORMATION									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SAMPLE No.									
*			*		*		*	*	*	<i>Acuturris scotus</i>									
					*	*	*	*	*	<i>Arkhangelskiella specillata</i>									
			*				*	*	*	<i>Aspidolithus parvus constrictus</i>									
			*				*	*	*	<i>Aspidolithus parvus expansus</i>									
*	*		*	*	*		*	*	*	<i>Aspidolithus parvus parvus</i>									
*		*		*	*		*	*	*	<i>Braarudosphaera africana</i>									
*	*		*		*		*	*	*	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>									
	*		*		*		*	*	*	<i>Bukryaster hayi</i>									
		*	*	*	*		*	*	*	<i>Calcicalathina alta</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Calculites obscurus</i>									
*	*	*		*		*		*	*	<i>Calculites ovalis</i>									
*		*	*	*		*		*	*	<b>Ceratolithoides aculeus</b>									
								*	*	<i>Ceratolithoides arcuatus</i>									
								*	*	<i>Ceratolithoides sesquipetalis</i>									
	*			*				*	*	<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>									
						*	*	*	*	<i>Cylindralithus biarcus</i>									
*		*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Eiffellithus eximius</i>									
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Eiffellithus gorkae</i>									
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Eiffellithus turrisseffellii</i>									
		*	*					*	*	<i>Eprolithus moratus</i>									
			*	*	*		*	*	*	<i>Gartnerago segmentatum</i>									
			*	*	*	*	*	*	*	<i>Glaukolithus diplogrammus</i>									
			*		*		*	*	*	<i>Lithastrinus grillii</i>									
*	*	*		*		*		*	*	<i>Lithraphidites carniolensis</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Lucianorhabdus maleformis</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Microrhabdulus belgicus</i>									
*		*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Microrhabdulus decoratus</i>									
	*		*		*		*		*	<i>Micula concava</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Micula decussata</i>									
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Micula swastika</i>									
						*		*	*	<i>Prediscosphaera spinosa</i>									
*		*	*				*	*	*	<i>Quadrum gartneri</i>									
	*	*		*	*	*	*	*	*	<i>Quadrum gothicus</i>									
						*	*	*	*	<i>Reinhardtites anthophorus</i>									
					*	*	*	*	*	<i>Reinhardtites levis</i>									
				*	*	*	*	*	*	<i>Repagulum parvidentatum</i>									
				*	*	*	*	*	*	<i>Retecapsa angustiforata</i>									
		*		*	*	*	*	*	*	<i>Tranolithus orionatus</i>									
		*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Uniplanarius sissinghii</b>									
						*	*	*	*	<b>Uniplanarius trifidus</b>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Watznaueria barnesae</i>									
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<i>Watznaueria biporta</i>									
			*	*	*	*	*	*	*	<i>Zeugrhabdotus noeliae</i>									
			*	*	*	*	*	*	*	<i>Zeugrhabdotus scutula</i>									
				*	*	*	*	*	*	<i>Zeugrhabdotus spiralis</i>									
<i>C. aculeus</i>			<i>U. sissinghii</i>				<i>U. trifidus</i>			<b>BIOZONES</b>									
CC20			CC21				CC22			<b>NANNOFOSSIL ZONE</b> Sissingh (1977)									

شکل ۴: گسترش چینه شناسی نانوفسیلهای آهکی منطقه مورد مطالعه در برش مزدوران (سمت راست) و گسترش چینه شناسی نانوفسیلهای آهکی منطقه مورد مطالعه در برش کلات (سمت چپ)

CAMPANIAN										AGE
ABDERAZ					ABTALKH					FORMATION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SAMPLE No.
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00	<i>Acuturris scotus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	5.00	4.00	0.00	<i>Arkhangelskiella specillata</i>
0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	7.00	0.00	9.00	4.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus costrictus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	<i>Aspidolithus parvus expansus</i>
5.00	7.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	1.00	0.00	4.00	<i>Aspidolithus parvus parvus</i>
1.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	<i>Braarudosphaera africana</i>
0.00	2.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	<i>Bukryaster hayi</i>
3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	4.00	0.00	0.00	2.00	0.00	<i>Calcicalathina alta</i>
20.00	19.00	18.00	24.00	22.00	15.00	13.00	18.00	17.00	18.00	<i>Calculites obscurus</i>
5.00	4.00	4.00	0.00	9.00	6.00	5.00	7.00	0.00	2.00	<i>Calculites ovalis</i>
2.00	2.00	0.00	1.00	3.00	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00	<b><i>Ceratolithoides aculeus</i></b>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	<i>Ceratolithoides arcuatus</i>
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>
2.00	4.00	0.00	2.00	5.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00	<i>Eiffellithus eximius</i>
4.00	3.00	0.00	1.00	0.00	2.00	3.00	2.00	0.00	0.00	<i>Eiffellithus gorkae</i>
2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.00	0.00	1.00	<i>Eiffellithus turriseffellii</i>
0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Gartnerago segmentatum</i>
0.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	<i>Heteromarginatus bugensis</i>
1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	<i>Lithastrinus grillii</i>
2.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	<i>Lithraphidites carniolensis</i>
47.00	45.00	52.00	46.00	49.00	38.00	34.00	35.00	33.00	29.00	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>
3.00	5.00	4.00	0.00	4.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	<i>Lucianorhabdus maleformis</i>
1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	<i>Microrhabdulus belgicus</i>
0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	<i>Microrhabdulus decoratus</i>
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Micula concava</i>
7.00	14.00	15.00	6.00	10.00	21.00	19.00	25.00	39.00	43.00	<i>Micula decussata</i>
2.00	1.00	3.00	1.00	0.00	0.00	9.00	4.00	0.00	2.00	<i>Micula swastika</i>
12.00	0.00	0.00	12.00	5.00	0.00	8.00	6.00	0.00	3.00	<i>Quadrum gartneri</i>
3.00	0.00	3.00	8.00	11.00	4.00	0.00	0.00	7.00	6.00	<i>Quadrum gothicus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	7.00	0.00	0.00	0.00	3.00	<i>Reinhardtites anthophorus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	0.00	3.00	<i>Reinhardtites levis</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00	3.00	<i>Repagulum parvidentatum</i>
2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	<i>Tranolithus orionatus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	4.00	0.00	0.00	3.00	4.00	<b><i>Uniplanarius sissinghii</i></b>
151.00	160.00	155.00	152.00	149.00	142.00	140.00	133.00	131.00	129.00	<i>Watznaueria barnesae</i>
23.00	31.00	33.00	30.00	21.00	33.00	42.00	29.00	51.00	42.00	<i>Watznaueria biporta</i>
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.00	0.00	0.00	<i>Zeugrhabdotus sigmoides</i>
<i>C. aculeus</i>					<i>U. sissinghii</i>					<b>BIOZONES</b>
<b>CC20</b>					CC21					<b>NANNOFOSSIL ZONE</b> Sissingh (1977)

شکل ۵: نمودار درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی برش مزدوران



CAMPANIAN										AGE
ABDE AZ			ABTALKH							FORMATION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SAMPLE No.
1.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.00	1.00	0.67	0.00	<i>Acuturris scotus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	1.33	1.00	1.33	1.67	<i>Arkhangelskiella specillata</i>
0.00	0.00	0.00	2.33	0.00	0.00	0.00	1.67	3.00	1.33	<i>Aspidolithus parvus costrictus</i>
0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	1.00	0.00	0.00	<i>Aspidolithus parvus expansus</i>
2.33	2.00	0.00	1.33	2.00	1.00	0.00	0.00	0.33	1.00	<i>Aspidolithus parvus parvus</i>
0.67	0.00	0.67	0.00	1.00	0.67	0.00	0.67	0.67	0.00	<i>Braarudosphaera africana</i>
1.00	1.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
0.00	1.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	<i>Bukryaster hayi</i>
0.00	0.00	1.33	0.67	0.67	0.00	1.00	1.00	0.00	0.67	<i>Calcicalathina alta</i>
5.33	5.00	6.00	3.33	2.67	3.67	3.00	3.00	2.33	2.00	<i>Calculites obscurus</i>
3.00	1.00	0.67	0.00	0.00	1.33	0.00	0.33	0.00	1.00	<i>Calculites ovalis</i>
1.33	0.00	1.00	0.33	1.00	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	<b>Ceratolithoides aculeus</b>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	<i>Ceratolithoides arcuatus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	<i>Ceratolithoides sesquipedalis</i>
0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.67	<i>Cylidralithus biarcus</i>
1.33	0.00	1.67	1.00	0.00	0.00	1.00	1.67	0.00	0.00	<i>Eiffelithus eximius</i>
0.00	1.67	0.00	2.00	0.00	0.67	1.33	0.00	0.00	1.00	<i>Eiffelithus gorkae</i>
0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.33	1.00	0.00	<i>Eiffelithus turriseffellii</i>
0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Eprolithus moratus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.33	0.00	<i>Gartnerago segmentatum</i>
0.00	0.00	0.33	0.67	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	<i>Glaukolithus diplogrammus</i>
0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	1.00	0.00	0.33	0.33	<i>Lithastrinus grillii</i>
0.67	1.33	1.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	<i>Lithraphidites carniolensis</i>
11.67	14.33	15.67	13.67	18.00	15.67	13.33	11.67	12.33	11.67	<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i>
1.33	2.00	1.00	0.00	0.00	1.33	0.33	1.67	0.00	0.67	<i>Lucianorhabdus maleformis</i>
1.33	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	<i>Microrhabdulus belgicus</i>
2.33	0.00	0.00	1.33	1.00	0.67	0.00	0.00	1.00	0.00	<i>Microrhabdulus decoratus</i>
0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	<i>Micula concava</i>
3.33	6.00	6.33	8.00	12.00	9.33	10.00	9.67	11.00	14.00	<i>Micula decussata</i>
0.00	1.67	1.33	0.67	0.00	3.67	1.00	0.00	1.00	0.00	<i>Micula swastika</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	<i>Prediscosphaera spinosa</i>
4.33	0.00	5.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	0.00	<i>Quadrum gartneri</i>
0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.33	2.00	0.00	4.00	2.67	<i>Quadrum gothicus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	1.33	<i>Reinhardtites anthophorus</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.67	0.00	0.67	<i>Reinhardtites levis</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.67	0.67	0.00	0.00	1.00	<i>Repagulum parvidentatum</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	0.33	<i>Retecapsa angustiforata</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	<i>Srtaulolithites ellepticus</i>
0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	<i>Tranolithus orionatus</i>
0.00	0.00	1.33	2.00	1.00	0.00	0.00	1.67	0.00	1.00	<b>Uniplanarius sissinghii</b>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.33	1.33	<b>Uniplanarius trifidus</b>
53.67	53.00	49.00	45.67	45.00	46.67	47.00	46.33	44.33	43.67	<i>Watznaueria barnesae</i>
5.33	5.67	4.67	10.33	11.00	6.67	12.00	8.67	7.33	10.67	<i>Watznaueria biporta</i>
0.00	0.00	0.00	1.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	<i>Zeugrhabdotus noeliae</i>
0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	<i>Zeugrhabdotus scutula</i>
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	<i>Zeugrhabdotus spiralis</i>
<i>C. aculeus</i>		<i>U. sissinghii</i>					<i>U. trifidus</i>			<b>BIOZONES</b>
										
CC20		CC21					CC22			<b>NANNOFOSSIL ZONE</b> Sissingh (1977)

شکل ۶: نمودار درصد فراوانی نانوفسیلهای آهکی برش کلات



*ovalis, Ceratolithoides aculeus, Ceratolithoides aculeus, Eiffellithus gorkae, Eiffellithus turriseffellii, Micula decussate, Quadrum gothicus, Watznaueria barnesae, Watznaueria biporta.*

کامپانین پسین و سن ضخامت بررسی شده در کلات انتهایی کامپانین آغازین تا انتهایی کامپانین پسین پیشنهاد می‌گردد. همچنین ادامه زون CC21 از بالاترین بخش سازند آب‌دراز به سازند آب‌تلخ، مؤید رسوب گذاری پیوسته برای مرز این دو سازند در هر دو ضخامت بررسی شده است. همچنین بر اساس وجود زون CC21 در مرز این دو سازند، سن گذر سازند آب‌دراز به سازند آب‌تلخ، آغاز کامپانین پسین است. از این رو سن دقیق نمونه ۶ در برش مزدوران و سن نمونه ۴ در برش کلات که هر دو بر اساس شواهد فسیل‌شناسی به عنوان قاعده سازند آب‌تلخ پیشنهاد می‌شوند، آغاز کامپانین پسین می‌باشد.

### پالئوآکولوژی

پالئوآکولوژی نانوفسیلهای مزوزوییک و به ویژه کرتاسه پسین توسط افراد مختلفی مانند Erba (2004, 2006)، Bornemann et al. (2003)، Shamrock et al. (2009) و دیگران بررسی شده است. خاطر نشان می‌شود که تغییرات تکاملی نانوفسیلهای آهکی مزوزوییک مرتبط با تغییرات بیوسفر، هیدروسفر، ژئوسفر و اتمسفر بوده است (Erba, 2006).

بر اساس آمار و ارقام به دست آمده از شمارش گونه‌ها و با توجه به تغییرات فراوانی گونه‌ها، عوامل پالئوآکولوژیکی مختلفی بررسی شده است که در زیر به شرح آنها پرداخته می‌شود:

زون مذکور در برش مزدوران ضخامت ۱۲ متر و در برش کلات ضخامت ۶ متر از نهشته‌های مورد مطالعه را دربرمی‌گیرد. فسیلهای همراه این زون عبارتند از:

*Aspidolithus parvus constrictus, Aspidolithus parvus parvus, Calculites obscures, Calculites*

#### UNIPLANARIOUS SISSINGHII ZONE (CC21)

این زون از ظهور *Uniplanarius sissinghii* تا ظهور *Uniplanarius trifidus* بوده و سنی معادل آغاز کامپانین پسین را دارد. این بایوزون در برش مزدوران ۱۸ متر ضخامت و در برش کلات ۱۵ متر ضخامت را شامل می‌شود. مجموعه فسیلهایی که همراه آن دیده می‌شود شامل موارد زیر است:

*Aspidolithus parvus constrictus, Aspidolithus parvus parvus, Ceratolithoides aculeus, Ceratolithoides arcuatus, Microrhabdulus belgicus, Microrhabdulus decorates, Micula decussate, Quadrum gothicus, Uniplanarius sissinghii, Watznaueria barnesae, Watznaueria biporta.*

#### UNIPLANARIOUS TRIFIDUS ZONE (CC22)

این بایوزون از ظهور *Uniplanarius trifidus* تا انقراض *Reinhardtites anthophorus* را در بر می‌گیرد. سن این زون انتهایی کامپانین پسین است. این زون در برش مزدوران مشاهده نشد ولی در برش کلات با ضخامت ۹ متر در ۳ نمونه انتهایی مقطع مورد مطالعه شناسایی گردید. فسیلهای همراه این زون عبارتند از:

*Ceratolithoides aculeus, Ceratolithoides arcuatus, Microrhabdulus belgicus, Microrhabdulus decorates, Micula decussate, Quadrum gothicus, Reinhardtites anthophorus, Reinhardtites levis, Uniplanarius sissinghii, Watznaueria barnesae, Watznaueria biporta.*

بر اساس بایوزونهای شناسایی شده سن ضخامت مورد مطالعه در برش مزدوران انتهایی کامپانین آغازین تا آغاز

## حفظ شدگی

انحلال و دیاژنز از مؤلفه‌هایی هستند که می‌توانند حفظ شدگی نانوفسیلهای آهکی را به شدت تحت تأثیر قرار دهند. از طرفی میزان حفظ شدگی گونه‌های مختلف از عوامل مهمی است که در تفسیر و بازسازی شرایط محیطی گذشته کاربرد فراوان دارد. Honjo (1976)، Steinmetz (1994)، Andruleit (1997) و Bown & Young (1998) بیان داشتند که رشد ثانویه که ممکن است در طی دیاژنز رخ دهد به صورت ویژه‌ای بر حفظ شدگی مؤثر است. به علاوه درصد فراوانی گونه‌های مقاوم در برابر انحلال نسبت به گونه‌های نامقاوم در برابر انحلال می‌تواند بیانگر رخداد انحلال در محیط باشد (Williams & Bralower, 1995).

گونه‌های موجود در هر دو برش مطالعه شده از حفظ شدگی بسیار خوبی برخوردارند به طوری که صلیب ناحیه مرکزی در گونه‌های مختلف جنس *Eiffellithus*، حفرات موجود در ناحیه مرکزی در *Cribrosphaerella ehrenbergii* و پلهای ناحیه مرکزی در گونه‌های مختلف جنس *Reinhardtites* با وضوح خوبی دیده می‌شوند. از طرفی با توجه به فراوانی *Micula decussate* که گونه‌ای مقاوم در برابر انحلال است، نسبت به فراوانی گونه‌های نامقاوم در برابر انحلال مانند *Watznaueria barnesae* و *Calculites obscurus* مشخص است که انحلال در منطقه تأثیری روی نانوفسیلهای نداشته است؛ چون اگر انحلال رخ می‌داد باید تعداد *Micula decussata* نسبت به تعداد *Watznaueria barnesae* بیشتر می‌بود در حالی که چنین نیست و این امر مؤید عدم تأثیر انحلال بر تجمعات نانوفسیلی این منطقه است.

## عرض جغرافیایی

از آن جایی که برخی از گونه‌های نانوفسیل در عرضهای جغرافیایی خاصی یافت می‌شوند یا در عرضهای خاصی

فراوانترند، نانوفسیلهای آهکی از گروههای فسیلی بسیار مناسب جهت تعیین عرض جغرافیایی قدیم هستند. مطالعات Wind & Wise (1981)، Thierstein (1973) و Bukry (1983) و Watkins (1996) نشان می‌دهد *Gartnerago obliquum* و *octoradiata Watznaueria* نسبت به عرضهای پایین فراوانترند. از طرفی *barnesae* در عرضهای بالا حضور ندارد و شاخص عرضهای جغرافیایی پایین است؛ از این رو با توجه به شواهد فسیلی موجود یعنی حضور *Watznaueria barnesae* با فراوانی بالا و نبود گونه‌های شاخص عرضهای بالا، می‌توان نتیجه گرفت که سازندهای آبدراز و آب‌تلخ در زمان نهشته شدن در مناطق با عرضهای جغرافیایی پایین تا متوسط قرار داشته‌اند.

## عمق

نتایج بررسیهای Thierstein (1976) بیانگر این مطلب است که فراوانی *Watznaueria barnesae* با عمق نسبت عکس و فراوانی *Micula decussata* با عمق نسبت مستقیم دارد. در هر دو برش مورد مطالعه از پایین به بالا تعداد *Micula decussata* افزایش و تعداد *Watznaueria barnesae* کاهش می‌یابد و این شواهد مبنی بر عمیق شدن حوضه از سمت سازند آب دراز به سمت سازند آب‌تلخ است (شکل‌های ۷ و ۸).

تغییرات در تنوع و فراوانی گونه‌ها علاوه بر بیان تغییرات عمق حوضه، می‌تواند به مشخص نمودن مکان مرز نیز منجر شود، بدین صورت که بر اساس مشاهده افزایش تنوع و فراوانی برخی از گونه‌ها و کاهش *Watznaueria barnesae* در نمونه ۶ برش مزدوران و کاهش گونه مذکور در نمونه ۴ برش کلات پیشنهاد می‌شود که نمونه ۶ در برش مزدوران و نمونه ۴ در برش کلات نشانگر قاعده سازند آب تلخ با سن آغاز کامپانین پسین در برشهای مطالعه شده

است که کوکولیت در آن دما قادر به زیست است؛ همچنین کربنات کلسیم در محیطهای پلاژیک با دمای بالا از فراوانی خوبی برخوردار است. با توجه به این مطالب و با عنایت به این که نانوفسیلهای موجود در هر دو برش دارای دیواره‌های ضخیم بوده و پلها و صلیب ناحیه مرکزی آنها در جنسهای *Eiffellithus* و *Zeugrhabdotus* کامل و ضخیم است، می‌توان به مقادیر بالای کربنات کلسیم در محیط پی برد که موجود توانسته آنها را به خوبی جذب کند. از سوی دیگر مطالعات Watkins (1996) نشان می‌دهد که گونه‌های *Uniplanarius trifidus* و *Uniplanarius sissinghii* شاخص آب و هوای گرم می‌باشند و در محیطهای سرد یافت نمی‌شوند. لذا حضور این دو گونه شاخص آب و هوای گرم نیز دلیل دیگری بر آب و هوای گرم حوضه در زمان ته نشینی این دو سازند است.

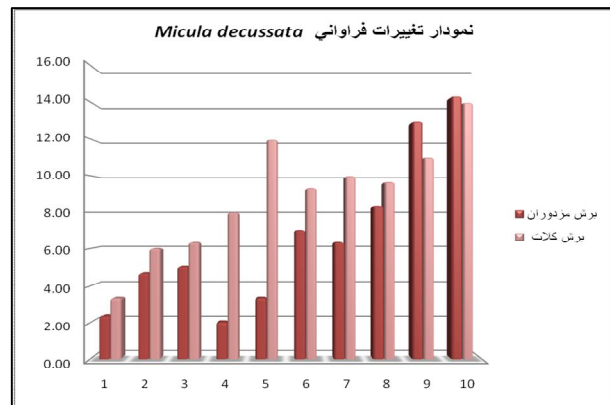
### دوری و نزدیکی به ساحل

هولو کوکولیتها در محیطهای ساحلی فراوانترند و با دور شدن از ساحل از تعداد آنها کاسته می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). هولو کوکولیتها موجود در این دو برش مانند *Lucianorhabdus cayeuxii* و *Calculites obscures* در بخشهای پایینی فراوانترند و به سمت بخشهای بالایی از تعداد آنها کاسته می‌شود (شکلهای ۹ و ۱۰). این مطلب بیانگر افزایش عمق و دور شدن از ساحل از سازند آب‌دراز به سمت سازند آب‌تلخ است. به عبارتی سازند آب‌تلخ در عمق بیشتری نهشته شده است.

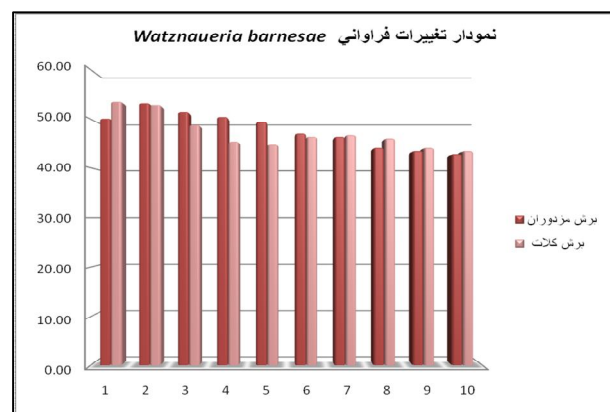
### مواد غذایی

نانوفسیلهای آهکی مزوتروفیک تا الیگوتروفیک هستند و تنوع آنها عموماً منعکس کننده رژیم تروفیک در آبهای سطحی است. مواد مغذی قابل دسترس در سطح آب از مؤلفه‌هایی است که بر روی ترکیب و پراکندگی

است. از طرفی علاوه بر تغییرات فراوانی نانوفسیلهای، شواهد رسوبی موجود مانند وجود مقادیر متفاوت کربنات کلسیم در نمونه‌های مذکور نسبت به بقیه در برشهای مطالعه شده نیز، مؤید این مطلب است.



شکل ۷: نمودار فراوانی *Micula decussata*



شکل ۸: نمودار فراوانی *Watznaueria barnesae*

### دما

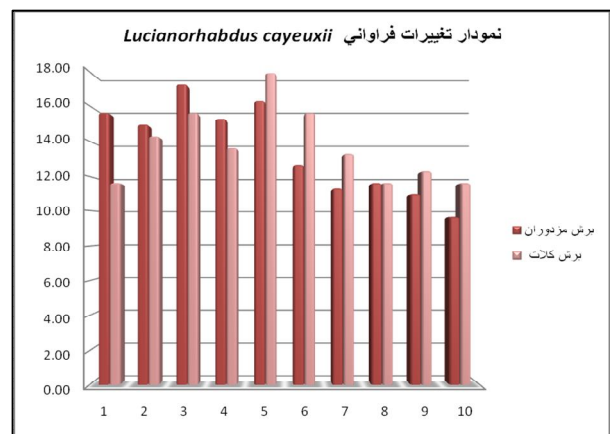
نانوفسیلهای آهکی نسبت به تغییرات دمایی بسیار حساسند و مجموعه‌های نانوفسیلی موجود در آبهای سرد اقیانوسهای کنونی متفاوت از مجموعه‌های موجود در آبهای گرم است و این مسأله برای اقیانوسهای مزوزوئیک نیز صادق می‌باشد. برای پی بردن به وضعیت دمای گذشته با کمک نانوفسیلهای می‌توان از چگونگی ساختار کوکولیتها و حضور یا عدم حضور گونه‌های شاخص آب و هوایی استفاده کرد. کوکولیتها حاوی کربنات کلسیم کریستالی می‌باشند و عمل کلسیتی شدن در دمایی انجام می‌گیرد که ۲ تا ۳ برابر دمایی

### نتیجه گیری

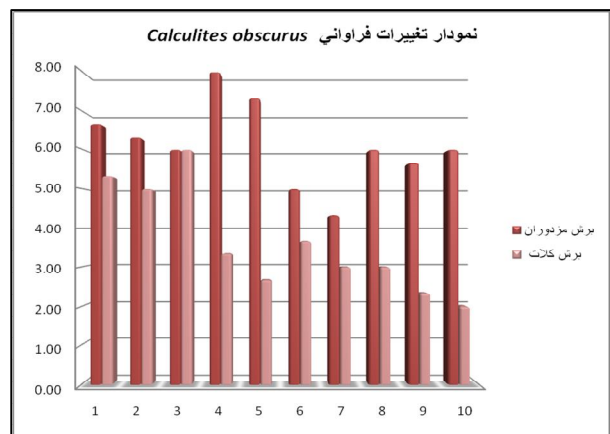
نانوفسیلهای آهکی موجود در هر دو برش مورد مطالعه از تنوع و فراوانی نسبتاً خوبی برخوردار بوده و دارای حفظ شدگی مطلوبی هستند و این مطلب مؤید وجود شرایط مساعد محیطی است. بررسیهای کنونی به شناسایی ۲۴ جنس و ۳۸ گونه در برش مزدوران و ۲۹ جنس و ۴۷ گونه در برش کلات منجر گردیده است. بر اساس گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده، زمان زمین شناسی پیشنهاد شده برای نهشته‌های مورد مطالعه در برش مزدوران، انتهای کامپانین پیشین تا آغاز کامپانین پسین است و در برش کلات سن نهشته‌ها انتهای کامپانین پیشین تا انتهای کامپانین پسین پیشنهاد می‌گردد. بر مبنای بازه زمانی فوق، نهشته‌های مورد مطالعه مربوط به انتهایی ترین بخش سازند آبدراز و ابتدایی ترین بخش سازند آبتلخ در هر دو برش با بایوزونهای استاندارد جهانی مقایسه شده‌اند که در برش مزدوران مطابق بایوزونهای CC20 و CC21 و در برش کلات مطابق با بایوزونهای CC20، CC21 و CC22 از زون بندی Sissingh (1977) هستند. بر پایه وجود بایوزون CC21 در بالاترین بخش سازند آبدراز و نیز در پایین ترین بخش سازند آبتلخ، رسوب گذاری پیوسته و سن آغاز کامپانین پسین در هر دو ضخامت مطالعه شده، برای مرز این دو سازند پیشنهاد می‌گردد.

حضور گونه‌های نانوفسیلی و تغییرات فراوانی گونه‌ها در این دو برش ناشی از تغییرات شرایط محیطی بوده است و این تغییرات بیانگر وجود دمای گرم و تولیدات مواد غذایی پایین حوضه رسوبی آبدراز و آبتلخ می‌باشد. از طرفی، از بررسی تغییرات فراوانی گونه‌ها نتیجه می‌شود که حوضه رسوب گذاری مورد نظر در مناطق با عرض جغرافیایی پایین قرار داشته است و حوضه از سازند آبدراز به سمت سازند آبتلخ در هر دو برش، عمیق تر می‌شود.

نانوفسیلهای یک منطقه تأثیرگذار است (Herrle et al., 2003). تنوع نانوفسیلهای با سطح پایین مواد غذایی موجود ارتباط تنگاتنگ دارد به طوری که حاصل خیزی بالا در نتیجه جریانهای روبه بالا یا ورودی زیاد مواد از طریق رودخانه‌های اطراف به حوضه‌ها شرایط محیطی را ناپایدار کرده و تنوع نانوفسیلهای را به شدت کاهش می‌دهد (Erba, 2006). مطالعات Roth & Krumbach (1986)، Erba et al. (1992) و Williams & Bralower (1995) نشان می‌دهد که گونه *Watznaueria barnesae* به عنوان شاخص تولیدات مواد غذایی پایین مطرح است. در این مطالعه، حضور *Watznaueria barnesae* و نبود گونه‌های شاخص تولیدات مواد غذایی بالا نشانگر تولیدات مواد غذایی پایین حوضه است.



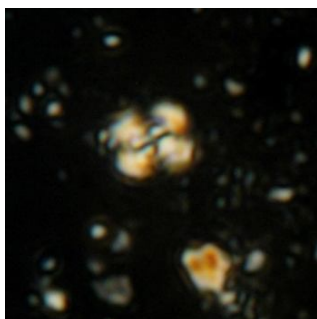
شکل ۹: نمودار فراوانی *Lucianorhabdus cayeuxii*



شکل ۱۰: نمودار فراوانی *Calculites obscurus*

## Plate 1

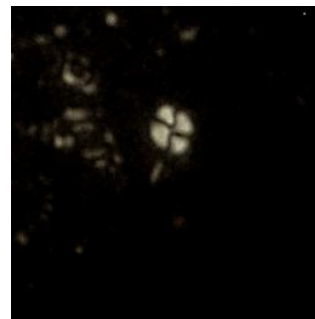
All Figures light micrographs magnified X2500



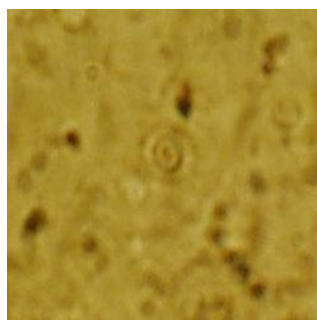
*Watznaueria biporta*  
Image # Abderaz 4 (M)



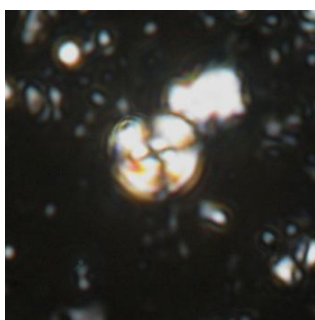
*Watznaueria biporta*  
Image # Abderaz 4 (M)



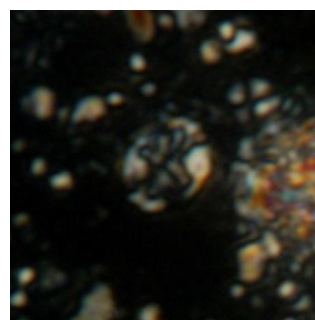
*Watznaueria barnesae*  
Image # Abtalkh 7 (K)



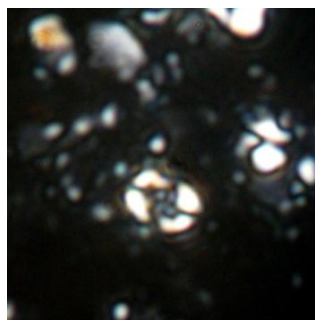
*Watznaueria barnesae*  
Image # Abtalkh 7 (K)



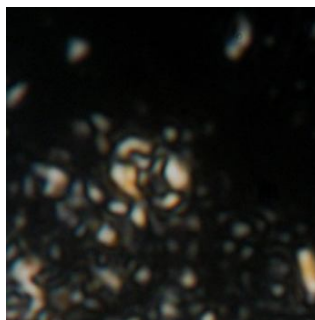
*Watznaueria barnesae*  
Image # Abderaz 3 (M)



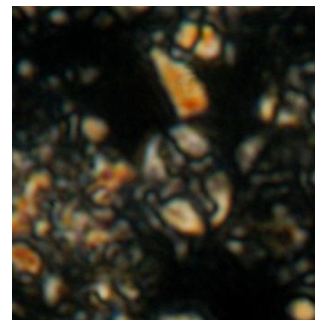
*Eiffellithus turriseffelii*  
Image # Abtalkh 8 (K)



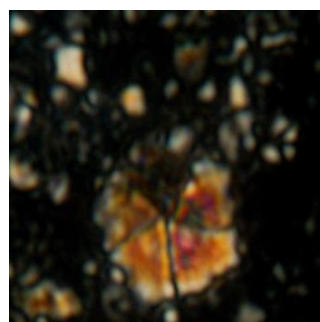
*Eiffellithus gorkae*  
Image # Abderaz 2 (K)



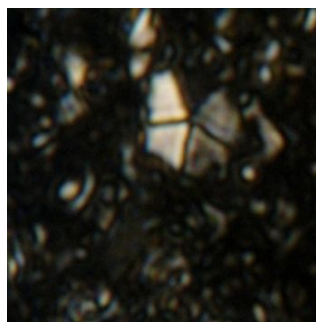
*Eiffellithus gorkae*  
Image # Abtalkh 7 (M)



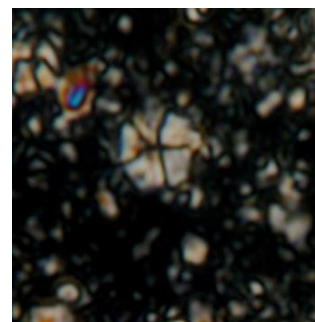
*Eiffellithus eximius*  
Image # Abderaz 4 (M)



*Braarudosphaera bigelowii*  
Image # Abderaz 2 (K)



*Braarudosphaera africana*  
Image # Abderaz 1 (M)

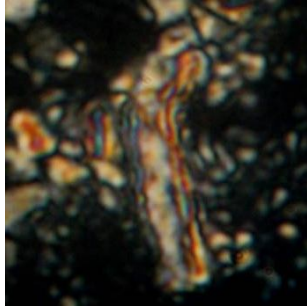


*Braarudosphaera africana*  
Image # Abtalkh 9 (K)

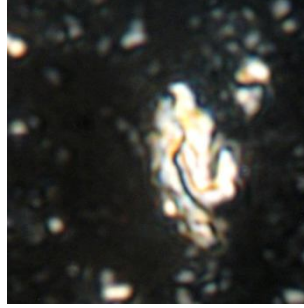


## Plate 2

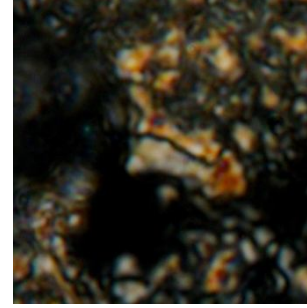
All Figures light micrographs magnified X2500



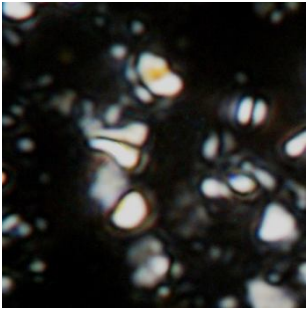
*Lucianorhabdus cayeuxii*  
Image # Abderaz2 (K)



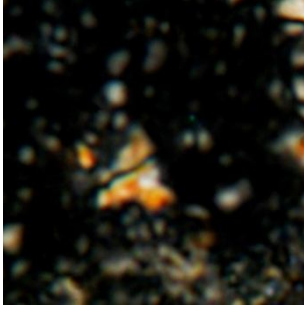
*Lucianorhabdus cayeuxii*  
Image # Abtalkh5 (M)



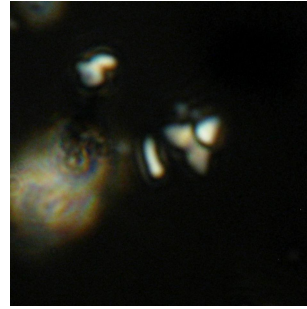
*Lucianorhabdus cayeuxii*  
Image # Abtalkh9 (M)



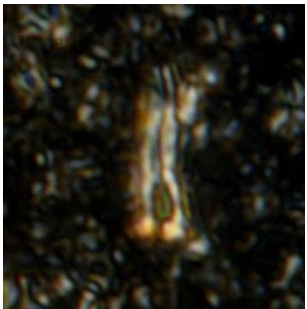
*Lucianorhabdus maleformis*  
Image # Abderaz2 (M)



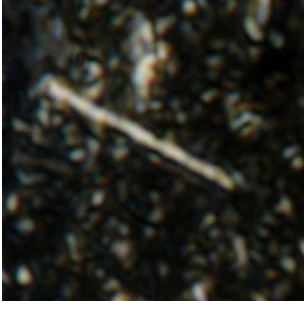
*Lucianorhabdus maleformis*  
Image # Abtalkh7 (K)



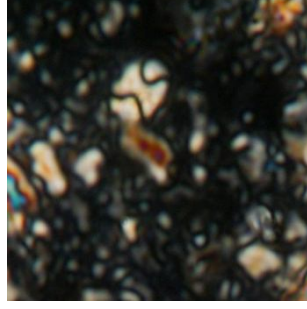
*Uniplanarius trifidus*  
Image # Abtalkh9 (K)



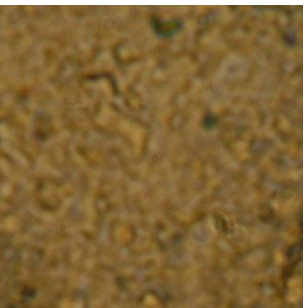
*Acuturris scotus*  
Image # Abtalkh6 (K)



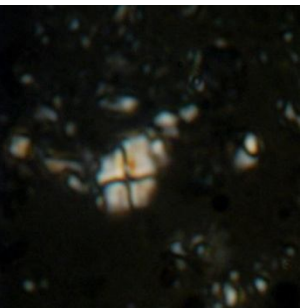
*Lithraphidites carniolensis*  
Image # Abderaz3 (M)



*Calculites obscurus*  
Image # Abtalkh10 (M)



*Calculites obscurus*  
Image # Abtalkh10 (M)



*Calculites ovalis*  
Image # Abderaz 2 (K)

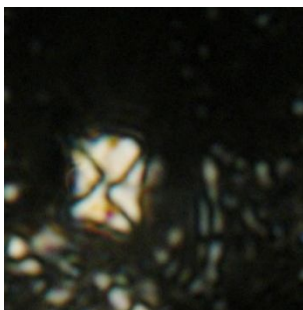


*Calculites ovalis*  
Image # Abderaz 2 (K)

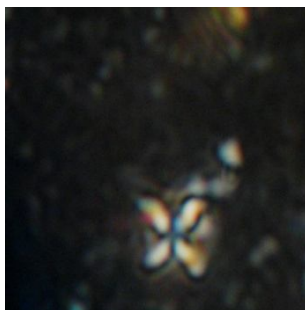


### Plate 3

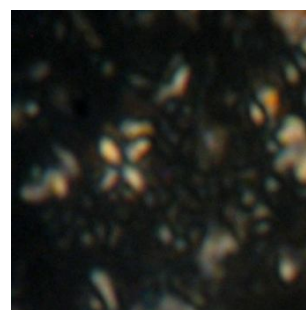
All Figures light micrographs magnified X2500



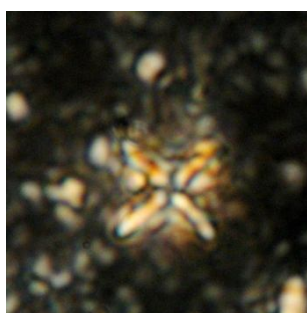
*Micula. swastica*  
Image # Abtalkh6 (K)



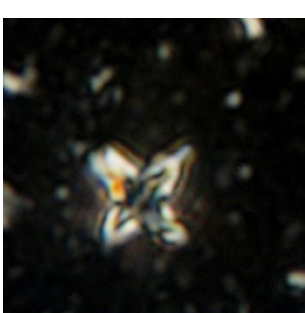
*Micula decussata*  
Image # Abderaz4 (M)



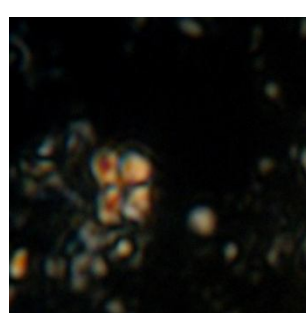
*Micula decussata*  
Image # Abtalkh9 (K)



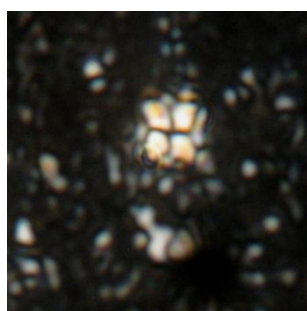
*Micula decussata*  
Image # Abderaz3 (M)



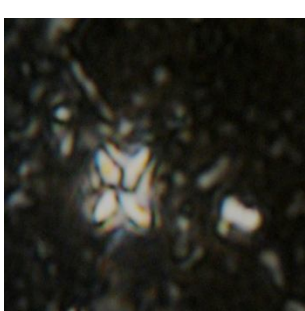
*Micula decussata*  
Image # Abtalkh8 (K)



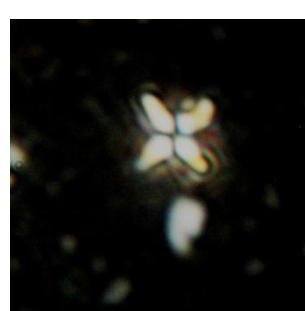
*Quadrum garneri*  
Image # Abderaz1 (M)



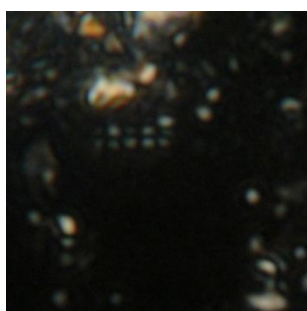
*Quadrum gothicus*  
Image # Abderaz2 (K)



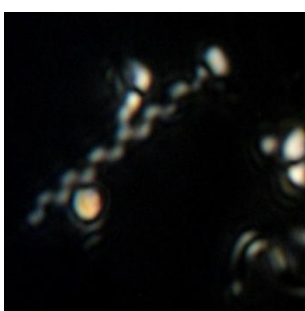
*Uniplanarius sissinghii*  
Image # Abderaz3 (K)



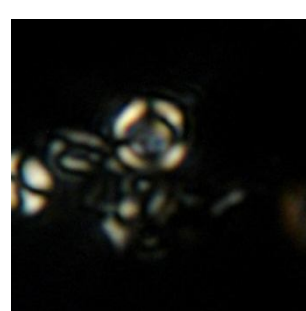
*Uniplanarius sissinghii*  
Image # Abtalkh6 (M)



*Microrhabdulus belgicus*  
Image # Abtalkh9 (K)



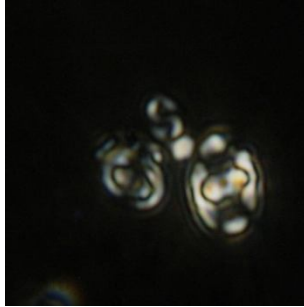
*Microrhabdulus decoratus*  
Image # Abderaz 4 (M)



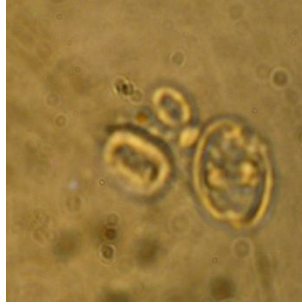
*Cylidralithus biarcus*  
Image # Abtalkh7 (K)

## Plate 4

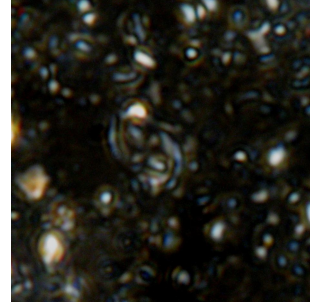
All Figures light micrographs magnified X2500



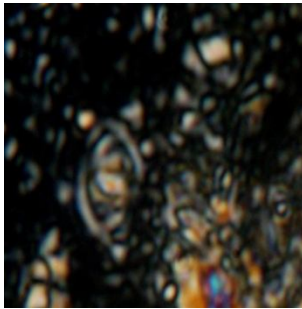
*Zeugrhabdotus sigmoides*  
Image # Abtalkh7 (M)



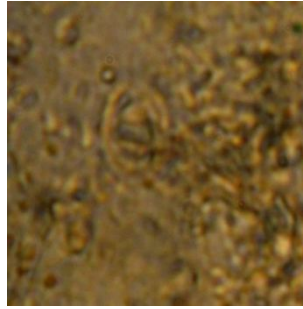
*Zeugrhabdotus sigmoides*  
Image # Abtalkh7 (M)



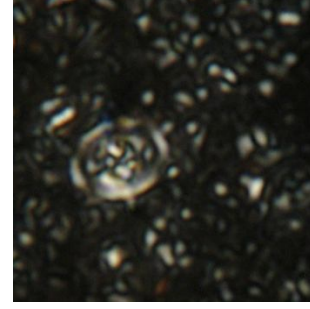
*Gartnerago segmentatum*  
Image # Abderaz3 (M)



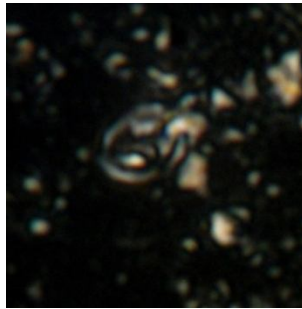
*Zeugrhabdotus spiralis*  
Image # Abtalkh9 (K)



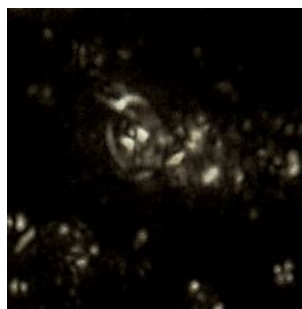
*Zeugrhabdotus spiralis*  
Image # Abtalkh 9 (K)



*Zeugrhabdotus noeliae*  
Image # Abtalkh8 (K)



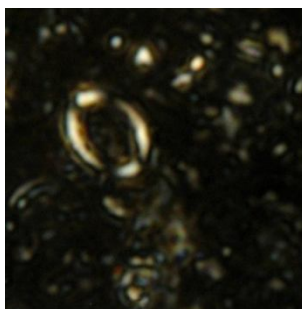
*Zeugrhabdotus scutula*  
Image # Abtalkh7 (K)



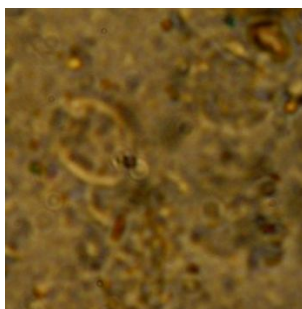
*Reinhardtites anthophorus*  
Image # Abtalkh9 (K)



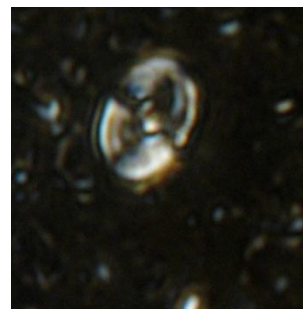
*Reinhardtites levis*  
Image # Abtalkh10 (M)



*Cribrosphaerella ehrenbergii*  
Image # Abtalkh8 (M)



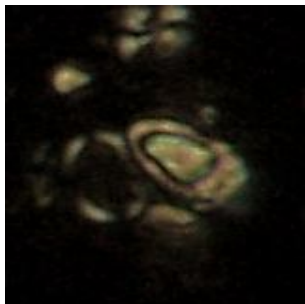
*Cribrosphaerella ehrenbergii*  
Image # Abtalkh8 (M)



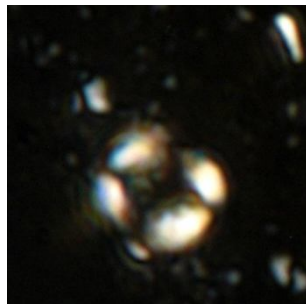
*Reinhardtites levis*  
Image # Abtalkh6 (K)

## Plate 5

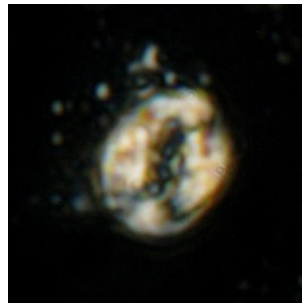
All Figures light micrographs magnified X2500



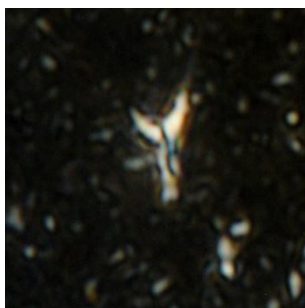
*Aspidolithus parvus expansus*  
Image # Abtalkh7 (M)



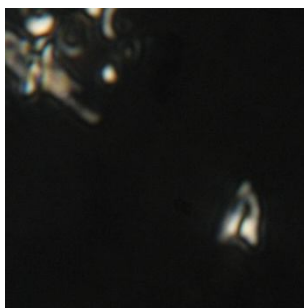
*Aspidolithus parvus parvus*  
Image # Abderaz1 (K)



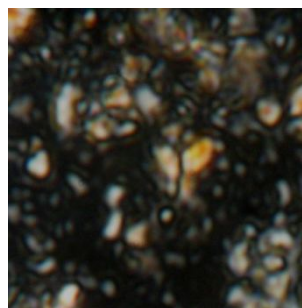
*Aspidolithus parvus constrictus*  
Image # Abtalkh6 (M)



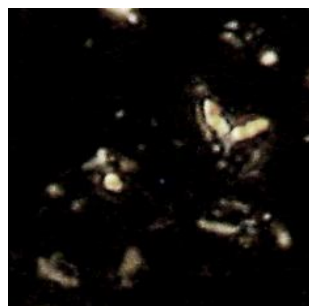
*Ceratolithoides sesquipedalis*  
Image # Abtalkh8 (K)



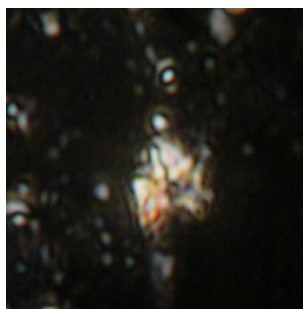
*Ceratolithoides aculeus*  
Image # Abtalkh7 (K)



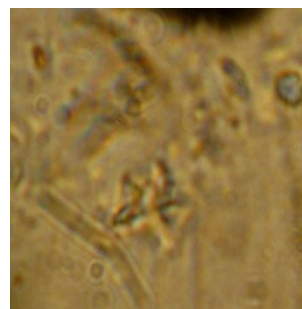
*Ceratolithoides aculeus*  
Image # Abderaz1 (M)



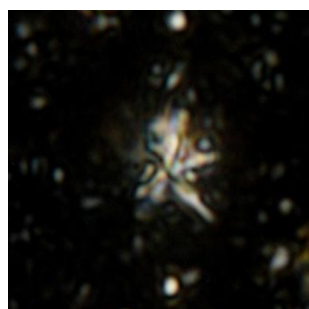
*Ceratolithoides arcuatus*  
Image # Abtalkh7 (M)



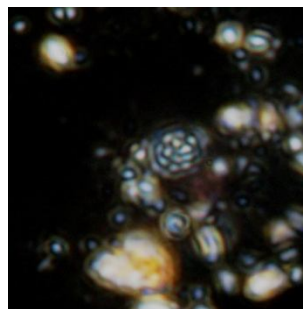
*Bukryaster hayi*  
Image # Abtalkh8 (K)



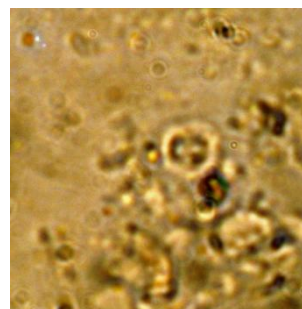
*Bukryaster hayi*  
Image # Abtalkh8 (K)



*Bukryaster hayi*  
Image # Abderaz1 (M)



*Prediscosphaera spinosa*  
Image # Abtalkh10 (K)

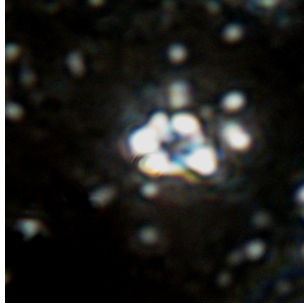


*Prediscosphaera spinosa*  
Image # Abtalkh10 (K)

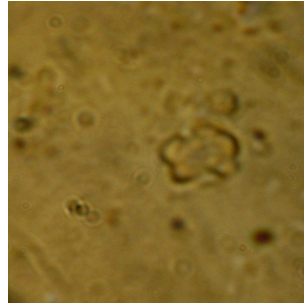


## Plate 6

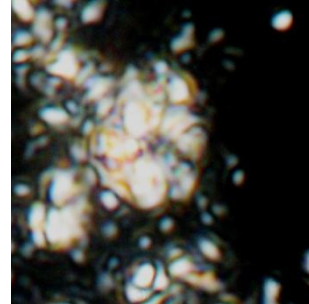
All Figures light micrographs magnified X2500



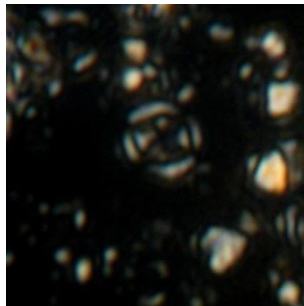
*Eprolithus moratus*  
Image # Abderaz3(K)



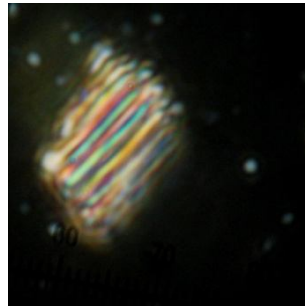
*Eprolithus moratus*  
Image # Abderaz3 (K)



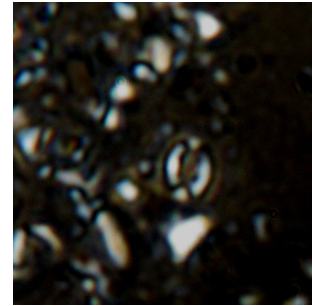
*Lithastrinus grillii*  
Image # Abderaz4 (M)



*Arkhangelskiella specillata*  
Image # Abtalkh8 (K)



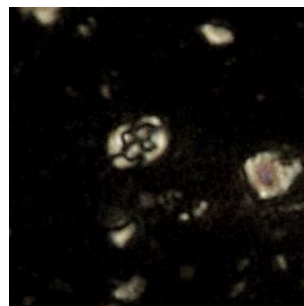
*Calcicalathina alta*  
Image # Abderaz3 (K)



*Repagulum parvidentatum*  
Image # Abtalkh9 (M)



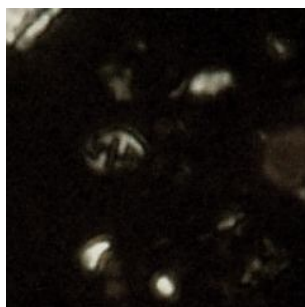
*Tranolithus orionatus*  
Image # Abderaz3 (M)



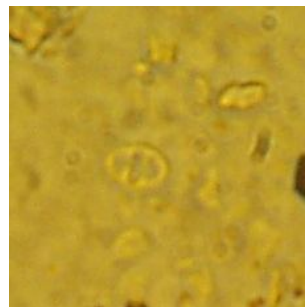
*Staurolithites ellipticus*  
Image # Abtalkh6 (K)



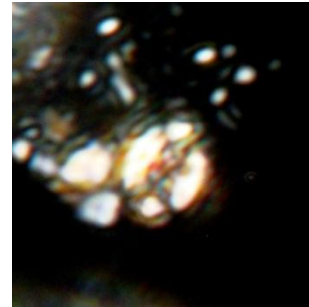
*Retecapsa angustiforata*  
Image # Abtalkh7 (K)



*Glaukolithus diplogrammus*  
Image # Abtalkh7 (K)



*Glaukolithus diplogrammus*  
Image # Abtalkh7 (K)



*Heteromarginatus bugensis*  
Image # Abderaz2 (M)

## منابع

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ ص.
- افسری کهنه شهری، س.، علامه، م.، آریایی، ع.ا.، ۱۳۸۷. پالینوزوناسیون سازند آب تلخ برش حمام قلعه بر اساس داینوفلاژله. دومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، صص ۱۸-۲۲.
- انجیدنی، ف.، آریایی، ع.ا.، عاشوری، ع.ر.، ۱۳۸۸. زیست چینه نگاری سازند آب تلخ در برش حمام قلعه بر اساس میکروفسیل‌های پلانکتونیک. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۳۵-۳۹.
- طاهری، ع.، وزیری مقدم، ح.، ۱۳۸۳. بایواستراتیگرافی داینوفلاژله در سازندهای آب دراز، آب تلخ و چهل کمان در مقطع تیپ ایتامیر. هشتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود، صص ۶۷۷-۶۸۶.
- فاتح بهاری، ل.، محمودی قرایی، م.ح.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۸. ایکنوفسیل *Scolicia* و بررسی حفظ شدگی آن در رسوبات گل سفیدی سازند آب دراز، برش چینه شناسی پادها. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص. ۳۶۱.
- هادوی، ف.، ۱۳۸۰. نانوفسیلهای سازند آب تلخ در غرب روستای چهچهه (جاده مشهد - کلات)، بیستمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۳۶۳-۳۶۴.
- هادوی، ف.، پوراسماعیل، ا.، ۱۳۸۶. بررسی گذر سازندهای تیرگان، سرچشمه، سنگانه، ایتامیر و آبدراز بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع جاده مشهد - سرخس یازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۶۲۸.
- هادوی، ف.، خدادادی، ل.، ۱۳۸۱. بایواستراتیگرافی قسمت فوقانی سازند آب تلخ بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در جاده مشهد - کلات. بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۳۹۷-۳۹۸.
- هادوی، ف.، خدادادی، ل.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۸۴. بایواستراتیگرافی سازند آب تلخ بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع تیپ (کپه داغ). بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۲۶۶.
- هادوی، ف.، خدادادی، ل.، ۱۳۸۸. پالئوآکولوژی نهشته‌های بخش بالایی سازند آب تلخ بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در جاده مشهد - کلات. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۸۷-۹۱.
- هادوی، ف.، صنعتی، ا.، ۱۳۷۷. بایواستراتیگرافی سازند آب دراز بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع تیپ. دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۵۳۲-۵۳۶.
- هادوی، ف.، علامه، م.، ۱۳۷۸. استراکودهای سازند آب دراز. سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه شیراز، صص ۶۸۹-۶۹۲.
- هادوی، ف.، کرمی، ز.، ۱۳۷۹. زیست چینه شناسی سازند آب دراز بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در برش طاهرآباد (جاده مشهد- کلات). چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تبریز، صص ۱۵۰-۱۵۵.
- هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۸۱. بایواستراتیگرافی قسمت تحتانی سازند آب تلخ بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در جاده مشهد - کلات. بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۴۱۸-۴۱۹.

- هادوی، ف.، نظقی مقدم، م.، ۱۳۸۸. بررسی شرایط رسوب گذاری گذر سازند آب دراز به آب تلخ بر اساس نانوپلانکتونهای آهکی در برش حمام قلعه. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صص. ۳۲۲-۳۲۷.
- Andrulleit, H., 1997. Coccolithophore fluxes in the Norwegian- Greenland Sea, seasonality and assemblage alterations. *Mar. Micropaleontol.*, 31: 45-64.
- 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., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Br. Micropalaeontol. Soc. Publ.*, pp: 16-28.
- Bukry, D., 1973. Coccolith stratigraphy Eastern Equatorial Pacific, Leg 16 DSDP. *Init. Rep. DSDP.*, 16: 611-653.
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R., (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall /Kluwer Academic Publishers*: pp. 132-199.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marin micropaleontology Journal*, 52: 85-106.
- Erba, E., 2006. The first 150 million years history of calcareous nannoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeo. Journal.*, 232: 237- 250.
- Erba, E., Castradori, D., Guasti, G., & Ripepe, M., 1992. Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Formation (southern England). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 93: 47-69.
- Hadavi, F., & Khodadadi, L., 2002. Calcareous nannoplankton of the Campanian- Maastrichtian of NE Iran. *J. Nannoplankton Res.*, 24: 109.
- Hadavi, F., & Notghi Moghaddam, M., 2002. Calcareous nannofossils from the Chalky Limestone in the Kopet- Dagh range, NE Iran. *J. Nannoplankton Res.*, 24: 110.
- Hadavi, H., & Notghi Moghaddam, M., 2010. Calcareous nannofossils from chalky limestone of upper Abderaz Formation and lower part of Abtalkh Formation in the Kopet-Dagh range NE Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 10: 52-61.
- 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.*, 399- 426.
- Honjo, S., 1976. Coccoliths : production, transportation and sedimentation. *Mar. Micropaleontol.*, 1: 65-79.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (Eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press.*, 329-426.
- Roth, P.H., & Krumbach, K.R., 1986. Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian oceans: implications for paleoceanography. *Mar. Micropaleontol.*, 10: 235-266.
- Shamrock, J.L., & Watkins, D.K., 2009. Evolution of the Cretaceous calcareous nannofossil genus *Eiffellithus* and its biostratigraphic significance. *Cretaceous Research*, 30: 1083-1102.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en mijnbouw*, 56: 37-65.
- Steinmetz, J.C., 1994. Stable isotopes in modern coccolithophores. In: Winter, A., & Siesser, W.G., (Eds.), *Coccolithophores. Cambridge University Press, Cambridge.* pp: 219- 229
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic Calcareous Nannoplankton. *Micropaleontology*, 1: 325-362.
- 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 Spec. Pub.* 32: 355-394
- Watkins, D.K., Wise, S.W., Jr., Pospichal, J.J., & Crux, J., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. In: Mokuilevsky, A., & Whatley, R., (eds.), *Microfossils and Oceanic Environments. Univ. of Wales (Aberystwyth Press)*, 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. 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, V.A., et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Govt. Printing Office, Washington, 551-563.*

---

# **Diagenetic history of chalky-marl couplets in Ab-Deraz Formation, East Kopet-Dagh Basin**

**Notghi Moghaddam, M.,\*<sup>1</sup> Hadavi, F.,<sup>2</sup> Rahimi, B.<sup>3</sup>**

1- Ph.D. Student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, 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 the present study, two sections (Mozduran and Kalat sections), at the boundary between Abderaz and Abtalkh formations has been chosen and studied. After preparation, with smear-slide method, samples were photographed and counted. Taxonomical studies of calcareous nannofossils in this studied led to identification of 24 genera and 38 species in Mozduran section and 29 genera and 47 species in Kalat section. Based on identified nannofossils, 2 biozones (CC20- CC21) of Sissingh (1997) for the Mozduran section and 3 biozones (CC20- CC21- CC22) of Sissingh (1997) for the Kalat section have been suggested. According to these biozones, age of the studied sections in the Mozduran is Late Early Campanian - Early Late Campanian and in the Kalat is Late Early Campanian - Late Late Campanian. Follow these results and continuously of CC21 in the boundary, age of the boundary between Abderaz and Abtalkh formation in both sections is Early Late Campanian. On the basis of paleoecological interpretation, Abderaz and Abtalkh Formations in two sections were deposited in shallow marine environment in relatively low latitude and it is deepening from Abderaz toward Abtalkh Formations. Based on species of nannofossils that were identified, warm temperature and low productivity for this basin were suggested too.

**Keywords:** Paleaocology, Abderaz, Abtalkh, Mozduran, Kalat.