

دیرینه‌بوم‌شناسی نهشته‌های کرتاسه پیشین شمال غرب قاین براساس نانوفسیل‌های آهکی

مرضیه نطقی مقدم^{۱*}، فرح جلیلی^۲، محسن جلالی‌خواه^۳

۱- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

۲- دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳- کارشناسی ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی

Email: notghi.m@pnu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش دیرینه‌بوم‌شناسی بخشی از نهشته‌های کرتاسه پیشین بلوک لوت براساس نانوفسیل‌های آهکی در برش چینه‌شناسی ماله‌آباد، بررسی شد. نهشته‌های مورد مطالعه در این برش با ضخامت ۳۴۸ متر، متشکل از مارن‌های سیلتی خاکستری می‌باشد. تغییرات فراوانی گونه‌های شاخص نانوفسیلی مانند *Watznaueria barnesia*، *Nannoconus* spp. و *Zeugrhabdotus* spp. موید عمق نسبتاً کم حوضه همراه با افزایش از ابتدا به سمت انتهای برش است و نشان‌دهنده آب و هوای گرم با شرایط الیگوتروفیک در زمان نهشته‌شدن رسوبات متعلق به توالی مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: دیرینه‌بوم‌شناسی، کرتاسه، نانوفسیل‌های آهکی، قاین.

Paleoecology of the lower Cretaceous deposits of the northwest Qaen based on calcareous nannofossils

Marziyeh Notghi Moghaddam^{1*}, Farah Jalili², Mohsen Jalalikhah³

1- Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Ph.D. in Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, University of Birjand, Iran

3- Ms in stratigraphy and paleontology

Email: notghi@pnu.ac.ir

Abstract

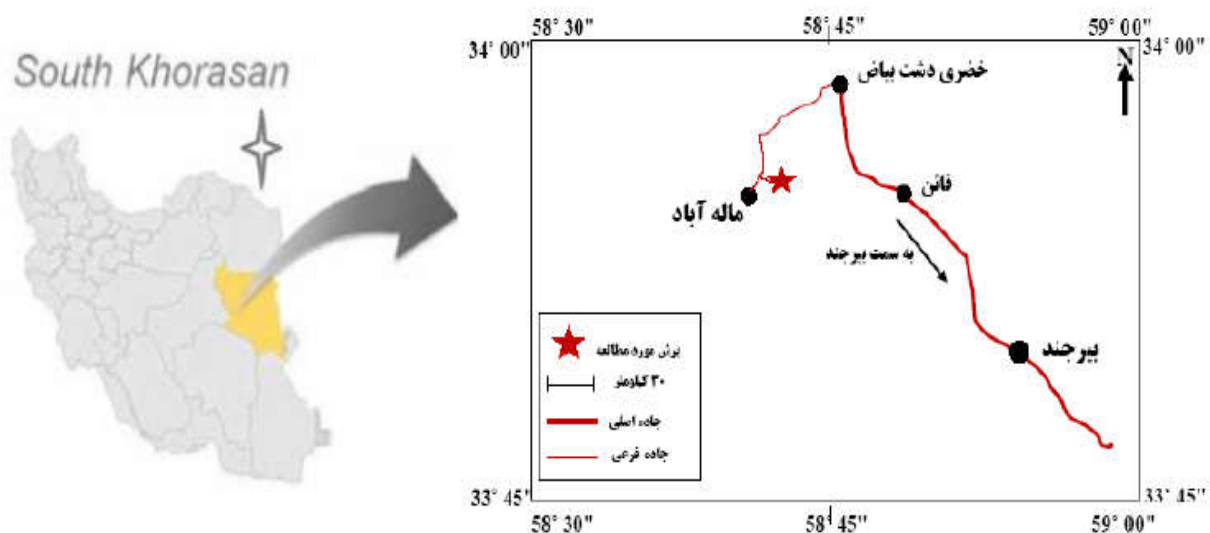
In this research, paleoecology of a part of the early Cretaceous deposits of the Lut Block was investigated based on calcareous nannofossils in the Malehabad stratigraphic section. The studied deposits in this section, with a thickness of 348 m, consist of gray silty marls. Changes in the abundance of nannofossil index species such as *Watznaueria barnesia*, *Nannoconus* spp. and *Zeugrhabdotus* spp. confirm the relatively shallow depth of the basin with an increase from the beginning to the end of the section and indicate a warm climate with oligotrophic conditions during the deposition of the sediments belong to the studied sequence.

Keywords: Paleoecology, Cretaceous, Calcareous nannofossils, Qaen.

مقدمه

بلوک لوت با درازایی حدود ۹۰۰ کیلومتر به عنوان شرقی‌ترین بخش خرده قاره ایران مرکزی دارای مرز شمالی با فروافتادگی جنوب کاشمر بوده و مرز جنوبی آن به فرونشست جازموریان بسته می‌شود. این بلوک توسط Stocklin (1968) به دو بخش شرقی و غربی تقسیم شده که با رشته‌کوه‌های شتری از یکدیگر جدا می‌شوند. وضعیت چینه‌ای بلوک لوت بسیار نزدیک با سایر نواحی خرده قاره ایران مرکزی است، لکن به دلیل فعالیت‌های ماگمایی، چین‌خوردگی‌ها و گسل‌های موجود، متفاوت از سایر نواحی است و مطالعات میکروفسیلی آن با چالش‌هایی روبه روست. با این وجود مطالعات چندی بر روی نهشته‌های رسوبی بلوک لوت از منظر فسیل‌ها و حتی نانوفسیل‌ها (هادوی و همکاران، ۱۳۹۳، ۱۳۹۴،

(۱۳۹۵) انجام شده است. پژوهش حاضر به بررسی نانوفسیل‌های آهکی بخشی از حوضه رسوبی بلوک لوت، واقع در شمال غرب قاین در برش ماله‌آباد می‌پردازد. در این منطقه رخنمون مناسبی از نهشته‌های کرتاسه وجود دارد که حاوی میکروفسیل‌ها هستند. لکن مطالعات میکروفسیلی بر روی آن‌ها انجام نشده و تنها گزارش در دسترس، زیست‌چینه‌نگاری این نهشته‌ها با استفاده از نانوفسیل‌های موجود و تعیین سن نهشته‌ها است (نظقی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۵). در این مطالعه، به بازسازی شرایط محیطی دیرینه حوضه براساس این گروه میکروفسیلی پرداخته شده است. مختصات برش مورد مطالعه $56^{\circ}41'00''$ عرض شمالی و $58^{\circ}44'18.6''$ طول شرقی می‌باشد. برش ماله‌آباد در محدوده چهار گوش $1:250000$ قاین و چهار گوش $1/100000$ گریمونج قرار دارد. برای دسترسی به منطقه مورد نظر در مسیر جاده آسفالتی بیرجند-قاین حرکت کرده و بعد از گذشتن از قاین از جاده فرعی قاین-ماله‌آباد و در نزدیکی روستای ماله‌آباد، نهشته‌های مورد بررسی قابل دسترسی است (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی و موقعیت برش ماله‌آباد

توالی مورد مطالعه در این برش با ضخامت ۳۴۸ متر متشکل از مارن‌های سیلنتی خاکستری کم‌رنگ می‌باشد که بر روی یک واحد کنگلومرای و در زیر سنگ آهک‌های دارای رودیست‌های کوچک نهشته شده است (شکل ۲). از این توالی ۵۸ نمونه جهت مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی برداشت و به روش اسمیراسلاید (Bown & Young, 1998) آماده‌سازی و سپس مطالعه و شمارش شد (شکل ۲).

بحث

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در بازسازی شرایط محیطی دیرینه و مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی اهمیت ویژه‌ای دارد (Linnert et al., 2010). در میان نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش مورد مطالعه، گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* (با حداقل فراوانی ۱۱.۳۳ درصد و بیشترین فراوانی ۴۳.۳۳ درصد) گونه‌ی غالب مجموعه نانوفسیلی است. این گونه دارای پراکندگی جهانی بوده و در تمام دوران مزوزوئیک از نهشته‌های مختلف سراسر دنیا گزارش شده است.

حضور این گونه با فراوانی بالا که مقاوم در برابر انحلال و دیاژنز است، نشان‌دهنده برقراری شرایط الیگوتروفیک آب‌های سطحی است (Premoli Silva et al., 1989). علاوه بر آن در شرایطی که حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی متوسط باشد، فراوانی بیش از ۴۰ درصد این گونه نشانگر پدیداری تغییرات دیاژنتیکی و انحلال ساختارهای گونه‌های نانوفسیلی نامقاوم در برابر انحلال است (Williams & Bralower, 1995; Tremolada et al., 2006).

همراه با *Watznaueria barnesiae* حضور گونه‌ی *Lithraphidites carniolensis* (با حداقل فراوانی ۱.۳۳ درصد و بیشترین فراوانی ۱.۳۳ درصد) مشهود است که از نانوفسیل‌های جهانی کرتاسه زیرین بوده و براساس مطالعات Watkins & Self-Trail (2005)، از گونه‌های شاخص آب‌های گرم واقع در عرض‌های جغرافیایی پایین بوده و شرایط الیگوتروفیک را ترجیح می‌دهد (Linnert et al., 2010). علاوه بر این *Lithraphidites bollii* و *Diadorhombus rectus*، *Calcicalathina oblongata*، *Nannoconus* spp. گزارش شده‌اند (Mutterlose, 1992).

گونه‌های ترموفیل و مربوط به آب گرم واقع در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط همچون *Nannoconus* spp. (Street & Bown, 2000;) و *Watznaueria* spp. (Mutterlose et al., 2005) و (Michalik et al., 2009) که در برش مورد مطالعه معمول و با فراوانی قابل ملاحظه مشاهده می‌شوند، نشان‌دهنده آب‌های سطحی نسبتاً گرم در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط می‌باشند. علاوه بر گونه‌های ذکر شده، طبق مطالعات Roth & Krumbach (1986)، حضور گونه‌های متعلق به جنس *Zeugrhabdotus* با فراوانی بالا، موید دمای پایین آب‌های سطحی با مواد مغذی بالا می‌باشد. گونه‌های متعلق به این جنس در توالی مورد مطالعه با حداکثر فراوانی ۰.۶۷ در مقایسه با گونه‌های آب گرم، از فراوانی پایینی برخوردارند (شکل ۳).

نانوکونوس‌ها که برای اولین بار در مرز ژوراسیک-کرتاسه ظاهر شده‌اند و از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده رسوبات تیتونین-بارمین هستند (Busson & Tremolada, 2004; Erba & Tremolada, 2004; Bornemann et al., 2003; Erba, 1994; Noël, 1991)، در نمونه‌های مطالعه شده با تنوع نسبتاً خوبی حضور دارند. این گروه از نانوفسیل‌ها برای حیات در پایین زون نوری حدود ۲۰۰-۸۰ متری سازش یافته و در محیط‌های با آشفستگی کم فراوان بوده‌اند (Erba, 1994). نانوکونوس‌ها تحت تأثیر عمق nutricline هستند و فراوانی زیاد آن‌ها احتمالاً نشان‌دهنده فراوانی تولید بالا در پایین زون نوری است (Mutterlose et al., 2005; Erba, 1994).

این گروه نانوفسیلی مبتنی بر گزارش Bown & Concheyro (2004) از شاخص‌های سودمند برای شناسایی محیط‌های اپی‌کنتینتال و کم عمق‌اند.

شایان ذکر است تغییرات فراوانی *Watznaueria barnesiae* و *Nannoconus* spp. می‌تواند برای تعیین نوسانات عمق نیز مورد استفاده قرار گیرد. همان‌طور که در شکل‌های ۲ و ۴ مشهود است، تغییرات فراوانی گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* و *Nannoconus* spp. در برش ماله‌آباد، موید افزایش عمق از قاعده به سمت انتهای توالی مورد بررسی در برش ماله‌آباد است.

بنابراین به طور کلی با توجه به مجموعه‌ی نانوفسیلی شناسایی شده، عمق حوضه، نسبتاً کم بوده و همچنین با توجه به روند تغییرات فراوانی گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* و *Nannoconus* spp. می‌توان اذعان داشت که در برش مورد مطالعه، عمق حوضه در زمان نهشته شدن رسوبات مورد مطالعه از ابتدا به سمت انتهای برش، علی‌رغم نوسانات محدود در حال افزایش بوده است.

نتیجه‌گیری

بدنبال بررسی‌های انجام شده بر روی نانوفسیل‌های آهکی نهشته‌های کرتاسه در برش ماله‌آباد و شمارش گونه‌های نانوفسیلی، تغییرات فراوانی گونه‌های شاخص نشانگر قرارگیری حوضه در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط با آب و هوای گرم است. علاوه بر آن، فراوانی گونه‌های نانوفسیلی و به ویژه تغییرات فراوانی گونه‌ی *Watznaueria barnesiae* و *Nannoconus* spp. در توالی بررسی شده، گویای شرایط محیطی الیگوتروف با آب‌های سطحی دارای مواد مغذی متوسط تا پایین در بازه زمانی هوتروپین پیشین تا بارمین پیشین بوده است.

منابع

نطقی مقدم، م.، هادوی، ف.، خدادادی، ل.، ۱۳۹۵. نانواستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه پیشین در برش ماله‌آباد، یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، ص. ۱۹۶

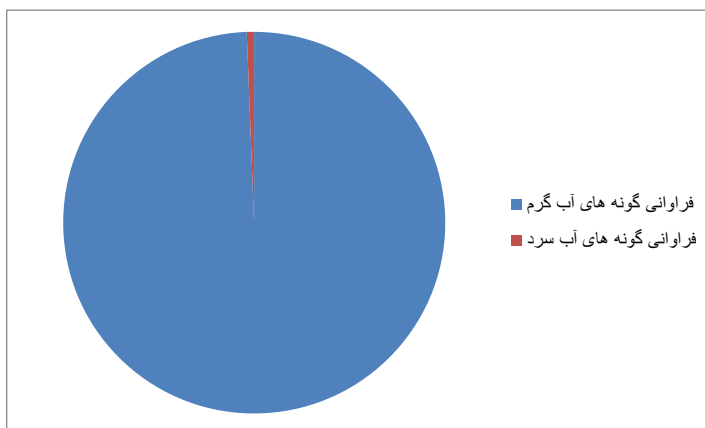
هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خدادادی، ل.، رضازاده، ف.، ۱۳۹۳. نانو استراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه پیشین در فتح آباد (شمال غرب قاین)، سی و سومین گردهمایی ملی علوم زمین.

هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خدادادی، ل.، رضازاده، ف.، ۱۳۹۴. بررسی شرایط رسوبگذاری نهشته‌های هوتروین براساس نانوفسیل‌های آهکی در برش فتح آباد (شمال غرب قاین)، نهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، مشهد، صص. ۱۴۰-۱۴۴.

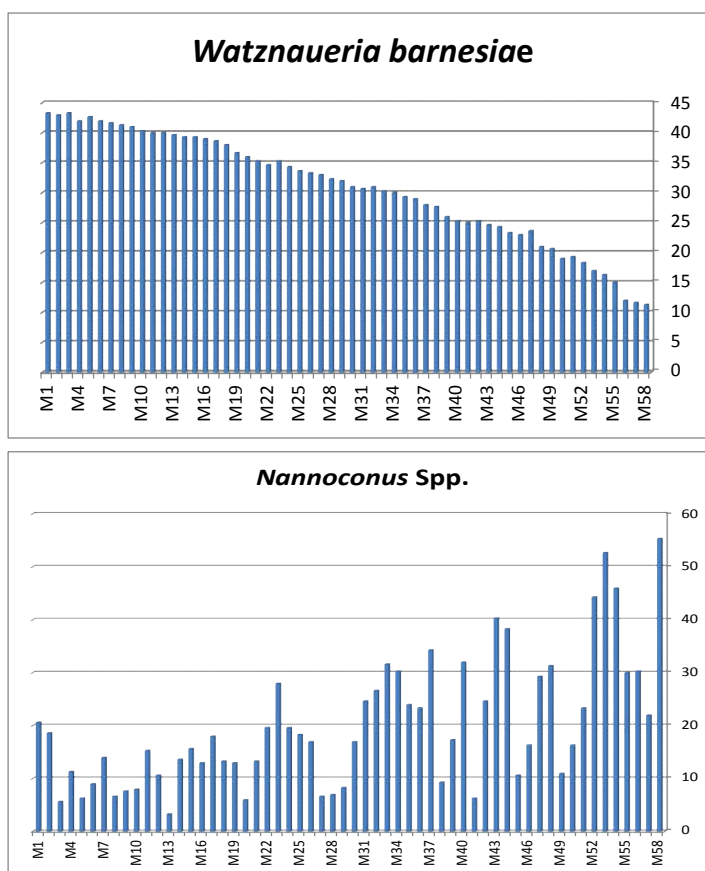
هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خدادادی، ل.، ۱۳۹۵. بوم‌شناسی دیرین نهشته‌های کرتاسه پیشین در برش رمشتیک (جنوب غرب قاین، بلوک لوت)، دهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، نیشابور، صص. ۴۹-۵۳.

- Bornemann, A., Aschwer, U & Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 199(3): 187-228.
- Bown, PR & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R. Ed. *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. British Micropalaeontological Society Publication, 1: 16- 28.
- Bown, PR & Concheyro, A., 2004. Lower Cretaceous calcareous nannoplankton from the Neuquen Basin, Argentina. *Marine Micropaleontology*, 52: 51-84.
- Busson, G & Noël, D., 1991. Les nannoconides indicateurs environnementaux oceans etmers épicontinentales du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur. *Oceanologica Acta*, 14: 333-356.
- Erba, E., 1994. Nannofossils and superplumes: The Early Aptian "nannoconid crisis". *Paleoceanography*, 9 (1994): 483-501.
- Erba, E & Tremolada, F., 2004. Nannofossil carbonate fluxes during the Early Cretaceous: phytoplankton response to nutrification episodes, atmospheric CO₂, and anoxia. *Paleoceanography*, 19.
- Linnert, C., Mutterlose, J & Erbacher, J., 2010. Calcareous nannofossils of the Cenomanian/Turonian boundary interval from the Boreal Realm (Wunstorf, northwest Germany). *Marine Micropaleontology*, 74: 38-58.
- Michalík, J., Reháková, D., Halášová, E & Lintnerová, O., 2009. The Brodno section—a potential regional stratotype of the Jurassic/Cretaceous boundary (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 60(3): 213-232.
- Mutterlose, J., 1992. Lower Cretaceous nannofossil biostratigraphy off northwestern Australia (Leg 123). In: Gradstein, FM; Ludden, JN; et al. (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 123: 343-368.
- Mutterlose, J., Bornemann, A & Herrle, J.O., 2005. Mesozoic calcareous nannofossils – state of the art. *Paläontologische Zeitschrift*, 79 (1): 113–133.
- Premoli Silva, I., Erba, E & Tornaghi, M., 1989. Paleoenvironmental signals and changes in surface fertility in mid Cretaceous Corg-rich pelagic facies of the Fucoid Marls (Central Italy). *Geobios*, 11: 225-236.
- Roth, PH & Krumbach, K.R., 1986. Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian oceans: implications for paleoceanography. *Marine Micropaleontology*, 10 (1-3): 235-266.
- Stocklin, J., 1968. Structural History and Tectonic of Iran: A Review. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin, USA*, 52: 1229-1258.
- Street, C & Bown, P.R., 2000. Palaeobiogeography of Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology*, 39 (s 1-4): 265–291.
- Tremolada, F., Erba, E & Bralower, T. J., 2006. Late Barremian to early Aptian calcareous nannofossil paleoceanography and paleoecology from the Ocean Drilling Program Hole 641C (Galicia Margin). *Cretaceous Research*, 27: 887-897.
- Watkins, DK & Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, 20, PA3006.
- Williams, JR & Bralower, T. J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10: 815-864.

SYSTEM	SERIES	STAGE	STUDIED SECTION	SAMPLE NO	THICKNESS (m)	<i>Lithophilidites carniolensis</i>	<i>Nannoconus abundans</i>	<i>Nannoconus bermudezi</i>	<i>Nannoconus boneti</i>	<i>Nannoconus borealis</i>	<i>Nannoconus bronimannii</i>	<i>Nannoconus bucheri</i>	<i>Nannoconus circularis</i>	<i>Nannoconus concavus</i>	<i>Nannoconus cornuta</i>	<i>Nannoconus dolomiticus</i>	<i>Nannoconus dislocatus</i>	<i>Nannoconus elongatus</i>	<i>Nannoconus globulus</i>	<i>Nannoconus kamptneri</i>	<i>Nannoconus minutus</i>	<i>Nannoconus oviformis</i>	<i>Nannoconus steinmannii</i>	<i>Nannoconus wassallii</i>	<i>Watznaueria barnesiae</i>	<i>Watznaueria biporta</i>	<i>Zeugrhabdonus embergeri</i>	<i>Zeugrhabdonus erectus</i>	<i>Zeugrhabdonus diplogrammus</i>	Other species	Lithology			
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	L4	10																										Limestone			
				L3																														
				L2																														
				L1	0																													
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC5	late Hauterivian-early Barenian	M58	1.33	0	0	0	2.33	0	0	10.33	0	0	10.67	9.67	0	7.67	7.67	0	0	7	11.33	8	0.33	0	0	0	24			
						M57	1.33	0	5	0	0	0	0	0	0	0	10.33	0	0	0	0	0	0	6.67	11.67	7.33	0	0	0	0	57.67			
						M56	1.67	0	4.67	8	1.67	0	8.67	0	0	0	0	9.33	0	0	0	0	0	0	12	6.67	0	0	0	1	48.32			
						M55	0	1.67	0	5.67	1.33	0	8.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	15	3.33	0	0	0	0	51.67			
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M54	0	0	0	5.33	0	0	8.33	9.33	0	0	0	0	9	0	7.33	0	6.67	0	16.33	7.67	0	0	0	30.01				
						M53	1	0	4.33	0	0	0	9.67	0	0	0	10	8.67	0	7	7	0	6	0	17	3.67	0.67	0	0	24.99				
						M52	0	2.33	4	0	0	0	0	9.33	0	0	0	9.67	0	6.67	6.67	0	5.67	18.33	16	0	0	0	21.33					
						M51	0	0	3.67	5	0	0	0	0	0	0	9.33	0	0	0	0	0	5.33	19.33	10	0	0.67	0	46.67					
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M50	1.33	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8.33	0	0	0	0	0	19	12.33	0	0	1	50.01					
						M49	0	0	0	4.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.33	0	0	20.67	10	0.33	0.33	0	0	57.67					
						M48	0	2.67	0	4.33	0	0	0	9	0	0	9	0	6.33	0	0	0	21	12	0	0	0	0	35.67					
						M47	0	1.33	3.33	4	0	0	0	0	0	0	8.67	0	6	6	0	0	23.67	4.67	0	0	0	0	42.33					
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.33	8	0	0	0	0	23	2	0	0	0	58.67						
						M45	1.33	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7.67	0	0	0	0	23.33	7.33	0.67	0	1	55.67						
						M44	1.67	0	2.67	0	0	0	7.67	8.67	0	0	0	7.33	0	6	0	6	24.33	5.67	0.33	0.33	0	29.33						
						M43	0	1.33	0	3.67	0	0	7.33	8.33	0	0	0	7	7	0	0	5.67	0	24.67	2	0	0.33	0	32.67					
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M42	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	6.67	0	5.67	5.33	0	0	25.33	12	0	0	0	38						
						M41	2.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.33	0	0	0	0	0	25	23	0	0	0	43.34						
						M40	1.67	0	0	0	0	0	7.67	0	6.67	0	6.67	0	5.33	0	5.67	0	25.33	10.67	0	0.67	0	29.65						
						M39	1.33	1.33	0	3.33	0	0	0	7.33	0	0	0	0	5.33	0	0	0	26	10.33	0	0	0	45.02						
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M38	0	2.67	0	0	0	0	6.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.67	4.67	0	0.67	0	57.65						
						M37	0	0	2.33	0	0	0	6	0	0	6.33	0	6.33	8	0	0	5.33	0	28	8.33	0.33	0.33	0	28.69					
						M36	0	0	2.67	0	0	0	0	0	0	0	5.67	0	5	5	5	5	29	2	0	0.33	0	45.33						
						M35	1	3.33	2.33	3	0	0	0	0	0	6	0	0	4.67	4.67	0	0	29.33	4.33	0	0	0	41.34						
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M34	1	0	0	0	0	0	6.67	0	5.67	0	6	7.67	4.33	0	0	30	7.67	0	0	0	30.99							
						M33	1.33	0	2	0	0	5.33	6.33	0	0	0	5.33	5.33	7.33	0	0	0	30.33	3.67	0	0	1	32.02						
						M32	0	0	0	0	0	5	5.67	0	0	0	5	7	0	0	4	0	31	12	0	0	0	30.33						
						M31	1.33	0	0	3	0	0	0	5	0	0	4.67	0	4	4.33	0	3.67	0	30.67	4.67	0	0	0	38.66					
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M30	2.67	0	1.33	2.67	0	0	0	0	0	5.33	0	0	3.67	4	0	0	31	7	0	0	0	42.33						
						M29	1.33	0	1.67	2.33	0	4.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	2.67	0.67	0	1	54						
						M28	0	0	0	2.33	0	4.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.33	3.33	0	0.33	0	57.01							
						M27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.67	0	0	0	33	6.67	0	0.33	1	52.33							
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M26	1.67	0	0	0	0	4.33	0	0	5	0	4.33	0	0	3.33	0	0	33.33	14	0	0	0	34.01						
						M25	0	0	0	0	0	4.67	0	0	0	0	6.33	3.67	3.67	0	0	33.67	11	0	0	0	36.99							
						M24	1.33	0	0	0	0	4	4.33	0	4.67	0	0	0	3.33	3.33	0	34.33	11	0	0	0	33.68							
						M23	2.33	0	2	2.67	0	0	4	0	0	0	4	6	3.33	3	0	3	35.33	10	0	0	1	23.94						
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M22	1.33	0	0	2.33	0	0	3.67	0	4.33	0	3.67	0	5.67	0	0	0	34.67	9.67	0.33	0	0	34.33						
						M21	0	0	0	0	0	0	3.33	0	4	0	0	0	3	3	0	0	35.33	8	0	0	0	43.94						
						M20	0	0	0	2.33	0	0	0	0	0	3.67	0	0	0	0	0	0	36	7.67	0	0	0	50.33						
						M19	1.67	0	1	0	0	0	3	0	0	0	3.33	0	3	2.67	0	0	36.67	4	0	0	1	43.66						
Cretaceous	BIOZONE (Shawigh, 1977)	-2	-2	CC4	early Hauterivian	M18	0	0	0	0	0	0	2.67	0	0	0	0	5.33	2.67	0	0	2.67	0	38	5	0	0.67	0	42.99					
						M17	1.67	0	0	2	0	0	3.67	2.67	0	0	3	4.33	0	0	2.33	0	38.67	6.33	0	0.33	0	35						
						M16	0	0	0	1.67	0	0	3	2.33	0	0	0	0	4	0	0	2	0	39	10	0	0	38						
						M15	0	0	0	2	0	0	2.67	2.67	0	0	4	2.67	0	0	1.67	0	38.33	12										



شکل ۳: مقایسه درصد فراوانی گونه‌های آب گرم و سرد در برش ماله‌آباد



شکل ۴: تغییرات درصد فراوانی گونه *Watznaueria barnesiae* و *Nannoconus spp.* در برش ماله‌آباد
(محور افقی: شماره نمونه و محور عمودی: درصد فراوانی گونه)