

## پالئواکولوژی سازند آبدراز در برش الگو براساس فرامینیفرها

مسعود اصغریان رستمی<sup>۱\*</sup> میثم شفیعی اردستانی<sup>۱</sup>

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\* masood.rostami@yahoo.com

دریافت: ۸۸/۱۲/۲۲ پذیرش: ۸۹/۸/۱۷

### چکیده

رسوبات سازند آبدراز در برش مورد مطالعه براساس فرامینیفرها پلانکتونیک متعلق به زمان کرتاسه پسین (تورونین میانی - اوایل کامپنین) و دارای ۳۰۰ متر ضخامت است. براساس شناسایی مورفوتایپ‌های فرامینیفرها پلانکتونیک و محاسبه نسبت فرامینیفرها پلانکتونیک نسبت به بنتیک (P/B) روند تغییرات نسبی عمق در منطقه مشخص گردید. در بخش دیگر این مطالعه نسبت فرامینیفرها بنتیک اینفونال به اپی فونال برای دستیابی به میزان مواد غذایی و اکسیژن دیرینه بررسی گردید. نسبت P/B و نمودارهای بدست آمده از مورفوتایپ‌های پلانکتونیک موثدا این مطلب است که در زمان تورونین میانی سطح آب دریا در منطقه پایین آمده که با کاهش نسبت P/B و تنوع پلانکتونیک‌ها همراه بوده است. در اواخر تورونین و مرز کنیاسین-سانتونین تنوع پلانکتونیک‌ها، نسبت P/B و مورفوتایپ سه افزایش می‌یابد که نشان دهنده پیشروی سطح آب است. در زمان کنیاسین نسبت P/B و مورفوتایپ سه کاهش نشان می‌دهد که موید پسروی آب است در بخش‌هایی سازند نسبت P/B کاهش و گروه مورفوتایپی یک در منطقه غالب می‌گردد که نشان دهنده پسروی آب می‌باشد. مطالعه آماری انجام شده در این منطقه موید همخوانی منحنی‌های مورفوتایپ و منحنی حاصل از نسبت (P/B) است.

با شمارش گونه‌های اپی فونا و اینفونا در این برش تغییرات نسبی مواد غذایی و اکسیژن دیرینه مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدای برش تعداد مورفوتایپ اپی فونا غالب بوده که نشان دهنده شرایط اکسیژن بالا و مواد غذایی کم است در میانه برش شرایط تغییر کرده و مورفوتایپ اینفونا بیشتر شده که نشان می‌دهد مواد غذایی بالا رفته و اکسیژن پایین است. و در انتهای برش شرایط ابتدای برش تکرار شده است. همچنین دو جنس *Fronicularia* و *Cibicidoides* (نشان دهنده شرایط اکسیژن بالا) مورد شمارش قرار گرفت که در ابتدا و انتهای برش بیشترین فراوانی را دارا هستند. با مقایسه فرامینیفرها پلانکتونیک از سازند آبدراز با ایالت‌های بیوژئوگرافی در زمان کرتاسه مشخص شد که ناحیه مورد مطالعه در زمان کرتاسه متعلق به ایالت تیس می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** سازند آبدراز، مورفوتایپ، فرامینیفرها پلانکتونیک، نسبت پلانکتونیک به بنتیک

### مقدمه

فرونشینی حوضه‌های رسوبی است [۲۹]. در این برش برای تعیین عمق و میزان مواد غذایی و اکسیژن دیرینه (از عوامل پالئواکولوژی) از مورفوتایپ‌های فرامینیفرها پلانکتونیک، نسبت فرامینیفرها پلانکتونیک به بنتیک، تنوع فرامینیفرها پلانکتونیک، بررسی نسبت بنتیک‌های اینفونال به اپی فونال استفاده شد و در نهایت پالئوژئوگرافی منطقه مشخص گردید (شکل ۲). در پایان در قالب دو پلیت، میکروفسیل‌های شاخص گروه-های مورفوتایپی فرامینیفرها پلانکتونیک و بنتیک‌های اینفونال به اپی فونال شناسایی شدند و در برش مورد مطالعه ارائه گردیدند (پلیت‌های ۲۰۱).

سازند آبدراز یکی از سازند‌های کرتاسه پسین در شمال شرق ایران در این برش دارای ضخامت ۳۰۰ متر و شامل ۱۱ واحد سنگ شناسی می‌باشد. استفاده‌ی گسترده از فرامینیفرها برای بازسازی محیط‌های دیرینه دریا به علت تنوع، فراوانی، گستره زمانی از (کامبرین تا عهد حاضر)، محدوده‌ی وسیع زیست آن‌ها (از آب‌های شور تا لب شور و عمق شناسی اقیانوس متداول است [۲۸]. تعیین عمق دیرینه از اهمیت زیادی در شناخت و آنالیز حوضه‌های رسوبی قدیمه برخوردار است. نتیجه اصلی این بررسی بازسازی تاریخچه‌ی بالا آمدگی و

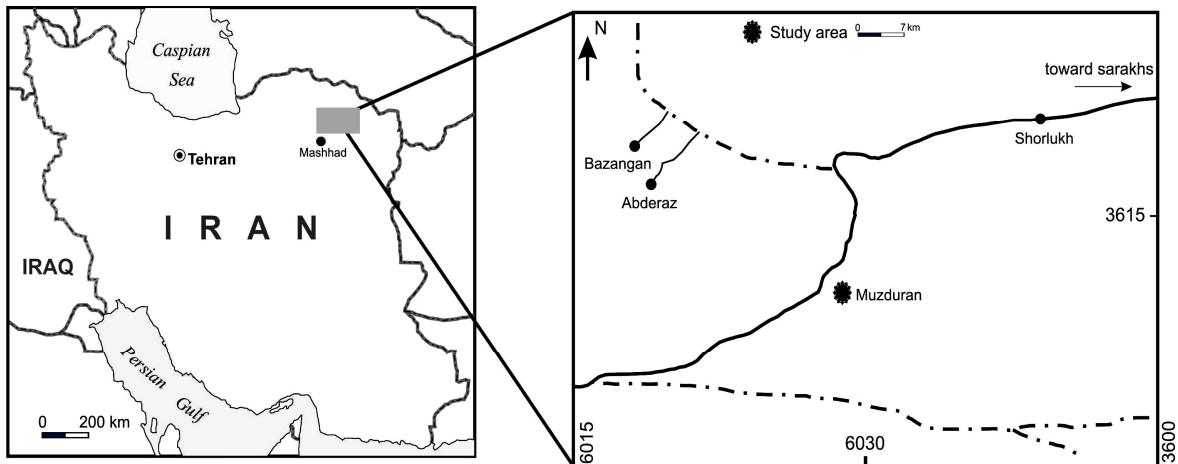
## پیشینه مطالعات

اشتوکلین و ستوده نیا [۲۶] در فرهنگ چینه‌شناسی ایران به نقل از افشار حرب [۳] ضخامت این سازند را از شرق حوضه کپه داغ تا شمال غرب (روستای طاهرآباد، واقع در دامنه شمالی تاقدیس خور) ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر گزارش کرده است. کرمی [۱۹] نیز در برش طاهرآباد، ضخامت این سازند را ۱۲۲ متر اندازه‌گیری و معرفی کرده است. کلانتری بر پایه وجود روزنه داران سن برش الگو را تورونین-کونیاسین گزارش نموده است [۴]. سن این سازند در برش‌های واقع در جنوب شرق برش الگو توسط کلانتری [۱۸] سنونین تعیین شده است. وی سن سازند در برش طاهرآباد را تورونین-سنونین گزارش نموده است. در پژوهش دیگری بر روی برش زنگلانلو سن ۳۵ متر از رسوبات واقع بر روی لایه‌های تورونین را با استفاده از روزنه‌داران کنیاسین گزارش شده است. بخش اعظم ستون سنگی در این برش را لایه‌هایی به سن سانتونین تشکیل داده اند [۴]. از آن-

جایی که مطالعات پالئوآکولوژی و پالئوژئوگرافی در سازند آبدراز تاکنون انجام نشده، این پژوهش به این موضوع پرداخته است.

## موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

مقطع تیپ سازند آبدراز در شمال شرق مشهد در مسیر جاده مشهد- سرخس در فاصله یک کیلومتری گردنه مزدوران واقع است. مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه  $36^{\circ} 33' 00''$  طول شرقی و  $10' 40''$  عرض شمالی می باشد. این برش در درون آبراه‌ای واقع است که روند شمالی- جنوبی دارد. برای رسیدن به این برش از گردنه مزدوران به سمت شرق حرکت کرده و پس از پیمودن حدود ۷۰۰ متر، در این راه آبراه‌ای به سمت شمال وجود دارد که به محل برش می رسد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه منطقه و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

## روش انجام کار

از سازند آبدراز (برش الگو) به ضخامت ۳۰۰ متر نمونه برداری بصورت سیستماتیک به فاصله‌ی میانگین ۲/۹۴ متری انجام گرفت. از این ضخامت ۱۳۰ نمونه برداشت گردید که از این تعداد ۱۰۲ نمونه قابل استفاده مورد مطالعه قرار گرفتند و برحسب نوع لیتولوژی، نمونه‌های واشینگ به دو روش تهیه شدند:

الف- نمونه‌های شیلی و مارنی: این نمونه‌ها را بصورت کامل خرد و سپس در محلول آب اکسیژنه ۱۰٪ به مدت یک شبانه روز قرار داده شدند و سپس با عمل شستشو از الک‌های ۱۲۵ و ۶۳ میکرون گذرانده شدند.

ب- نمونه‌های آهکی (گل سفید): در این مورد نمونه‌ها به طور کامل خرد و سپس در محلول  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  جوشانده و مانند مورد بالا از الک گذرانده شدند.

برای تعیین تغییرات پالئوآکولوژی در این برش تمامی ۱۰۲ نمونه، و از هر نمونه ۳۰۰ میکروفسیل بصورت تصادفی مورد شمارش قرار گرفت.

## نتیجه مطالعات برش سازند آبدراز

در این قسمت عوامل پالئوآکولوژی مانند تغییرات عمق، میزان اکسیژن و مواد غذایی و در نهایت پالئوژئوگرافی برش مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که به شرح زیر می‌باشد.

## ۱) تغییرات عمق

در این برش از دو روش ارزیابی عمق دیرینه که یکی استفاده از مورفوتایپ فرامینیفرهای پلانکتونیک و دیگری نسبت فرامینیفرهای پلانکتونیک به بنتیک (P/B) است در منطقه استفاده شد که در نهایت موجب ترسیم منحنی تغییرات نسبی سطح دریا گردید (شکل ۲).

الف: گروه‌های مورفوتایپ فرامینیفرهای پلانکتونیک در رابطه با عمق آب

سه گروه از مورفوتایپ‌های پلانکتون کرتاسه بر اساس عمق زندگی آنها تشخیص داده شده است [۲۰،۷] که عبارتند از:

## ۱- فونای مناطق کم عمق (۰-۵۰ متر)

نمونه‌های مربوط به این عمق دارای صدف مستقیم نظیر *Heterohelix* و یا تروکواسپیرال با حجرات کروی، بدون کارن، سبک و دارای تزیینات کم هستند [۲۳ و ۲۵].

## ۲- فونای آب‌های حدواسط (۵۰-۱۰۰ متر):

نمونه‌های مربوط به این عمق صدف‌های تروکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن‌های ابتدایی نظیر *Praeglobotruncana* و یا دارای صدف‌های با تزیینات مانند *Whiteinella* را در بر می‌گیرند.

## ۳- فونای آب‌های عمیق تر (پایین تر از ۱۰۰ متر):

نمونه‌های مربوط به این عمق دارای صدف تروکواسپیرال، حجرات فشرده و کارن همانند *Marginotruncanide* می‌باشند البته به استثنای گونه *Marginotruncana sinuosa* که در زون نوری هم‌زیست داینوفلاژله است [۹، ۲۲ و ۱۴]. تنوع و فراوانی اشکال کارن دار به سمت مناطق عمیق‌تر و به سمت مناطق ساحلی کم‌تر می‌شود [۱۱].

در منطقه مورد مطالعه در قاعده سازند عمق حوضه رسوبی متعلق به زمان تورونین میانی پایین بوده و غالباً اعضای گروه مورفوتایپ یک مانند موارد زیر غالب می‌باشند:

*Hedbergella delrioensis*,  
*Heterohelix globulosa*,  
*Heterohelix moremani*,  
*G lobigerinelloides ultramicrus*

ولی در انتهای تورونین اعضای گروه مورفوتایپ دو و سه غالب می‌شوند میکروفسیل‌هایی که در این زمان افزایش پیدا می‌کنند شامل:

*Marginotruncana sigali*,  
*Marginotryncana sinuosa*,  
*Marginotruncana schneegansi*,  
*Whiteinella baltica*,  
*Whiteinella paradubia*,  
*Dicarinella canaliculata* می‌باشند.

در ابتدای کنیاسن دوباره از عمق حوضه رسوبی کاسته شده و اشکال دو ردیفی فراوان شده و میزان تنوع و

### ۳) تعیین مواد غذایی و اکسیژن دیرینه

فرامینیفرهای بنتیک حساس ترین جانوران برای تعیین میزان تغییرات سطح اکسیژن اقیانوس ها می باشند. در این رابطه تفاوت‌های آشکاری بین پوسته فرامینیفرها در شرایط اکسیژن دار و کم اکسیژن مشاهده می شود [۲۸]. میزان مواد غذایی نیز تاثیر مهمی بر روی فراوانی و پراکندگی فرامینیفرهای بنتیک اعماق دریا دارد [۶ و ۲۷]. مورفوتایپ های مناطق عمیق براساس شکل پوسته و ماهیت یا نوع پیچش پوسته، الگوی مشخصی را با تغییرات اکسیژن و مواد غذایی نشان می دهند [۱۰]. گونه های اپی فونا بالاتر از ۱ cm رسوب زندگی می کنند و اغلب پلانوکانوکس و بایکانوکس بوده و پیچش تروکواسپیرال دارند. گونه های اینفونا که در عمق ۱ cm یا بیشتر در رسوب زندگی می کنند به صورت پلانیس پیرال، حاشیه گرد، پوسته های سیلندری و تخم مرغی و پیچش ۲ یا ۳ ردیفی هستند [۱۰]. به طور کلی فراوانی بالای مورفوتایپ های اینفونا شرایط یوتروفیک با مواد غذایی بالا و اکسیژن کم را نشان می دهد و غیبت اینفونا به طور کلی نشان دهنده شرایط الیگوتروفیک مواد غذایی کم و اکسیژن بالا است [۵].

با شمارش گونه های اپی فونا و اینفونا در این سازند تغییرات نسبی مواد غذایی و اکسیژن مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدای برش تعداد مورفوتایپ اپی فونا غالب بوده (۶۵ درصد) که نشان دهنده شرایط اکسیژن بالا و مواد غذایی کم است. در میانه برش شرایط تغییر کرده و مورفوتایپ اینفونا بیشتر می شود (حدود ۶۰ درصد) که نشان می دهد مواد غذایی بالا و اکسیژن کاهش یافته است. و در انتهای برش دوباره مورفوتایپ اپی فونا افزایش می یابد که نشان دهنده افزایش اکسیژن و کاهش مواد غذایی می باشد (شکل ۲).

تغییرات اکسیژن و مواد غذایی علاوه بر تاثیرگذاری روی مورفولوژی فرامینیفرهای بنتیک روی گونه و اجتماعات خاصی نیز تاثیر می گذارد. از جمله جنس هایی که تغییرات شرایط اکسیژن را نشان می دهد می توان به

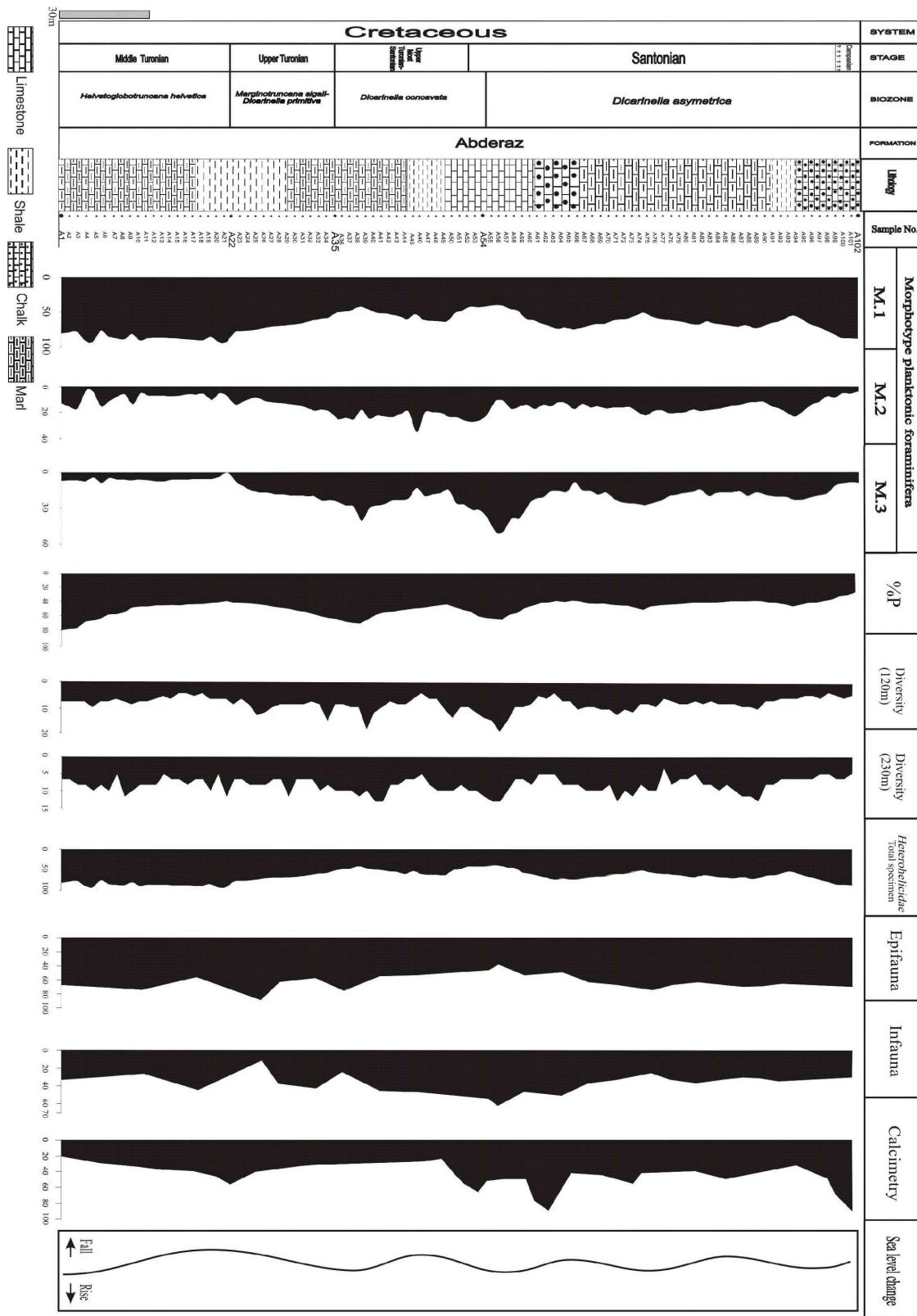
گروه های مورفوتایپی دو و سه کاسته و اشکال مورفوتایپی یک غالب می شود. در انتهای کنیاسین و ابتدای سانتونین با افزایش عمق حوضه رسوبی گلوبوترونکانا و گلوبوترونکانیتا که در این مرحله ظهور پیدا کرده اند افزایش پیدا می کنند (شکل ۲). در نهایت به سمت بالای مقطع (سانتونین پسین-اوایل کامپانین) با کم عمق شدن حوضه اشکال دو ردیفی هتروهللی-سیدس مربوط به مورفوتایپ یک در منطقه غالب می شوند (شکل ۲).

### ب: نسبت بین فرامینیفرهای پلانکتونیک و بنتیک

یکی دیگر از روش های تعیین عمق استفاده از نسبت بین فرامینیفرهای پلانکتونیک و بنتیک است [۱۶]. به طور کلی با افزایش عمق نسبت فرامینیفرهای پلانکتونیک به بنتونیک افزایش می یابد [۱، ۲ و ۱۳]. در زمان تورونین میانی، کنیاسین و انتهای سازند سطح آب دریا در منطقه پایین آمده که با کاهش نسبت (P/B) همراه بوده است. در اواخر تورونین و مرز کنیاسین-سانتونین نسبت P/B افزایش یافته که نشان دهنده بالا آمدن سطح آب دریا است. مطالعات انجام شده در منطقه موید هماهنگی کامل نسبت P/B با نمودارهای بدست آمده از مورفوتایپ های فرامینیفرهای پلانکتونیک است.

### ۲) بررسی تنوع فرامینیفرهای پلانکتونیک

به طور کلی با افزایش عمق تنوع فرامینیفرهای پلانکتونیک افزایش می یابد [۱۵]. در این برش میزان تنوع در هر دو اندازه مطالعه شده (۶۳ و ۱۲۵ میکرون) در زمان تورونین میانی، کنیاسین و انتهای سازند، کم بوده که می تواند به دلیل کاهش عمق در این زمان باشد. در اواخر تورونین و اواخر کنیاسین تا سانتونین هم‌زمان با افزایش عمق حوضه میزان تنوع نیز افزایش می یابد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه مورفوتایپ های پلانکتونیک

### نتیجه گیری

بررسی مورفوتایپ های پلانکتونیک به همراه نسبت P/B حاکی از این مطلب است که در زمان تورونین میانی، کنیاسین و انتهای سازند در طی سانتونین پسین حوضه رسوبی نسبتا کم عمق بوده است و در اواخر تورونین و اواخر کنیاسین تا ابتدای سانتونین عمق حوضه افزایش یافته می یابد. با محاسبه نسبت فرامینیفرهای بنتیک اینفونال به اپی فونال میزان مواد غذایی و اکسیژن دیرینه مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدای برش تعداد مورفوتایپ اپی فونا غالب بوده که نشان دهنده شرایط اکسیژن بالا و مواد غذایی کم است در میانه برش شرایط تغییر کرده و مورفوتایپ اینفونا بیشتر شده که نشان می دهد مواد غذایی بالا رفته و اکسیژن کاهش یافته است. و در انتهای برش دوباره مورفوتایپ اپی فونا افزایش می یابد که نشان می دهد دوباره اکسیژن افزایش و مواد غذایی کاهش یافته است. از مطالعه فرامینیفرهای پلانکتونیک بدست آمده از سازند آبدراز با ایالت های زیستی دوره کرتاسه می توان نتیجه گرفت که این برش متعلق به ایالت تتیس می باشد.

### منابع

- [1] Abramovich, S., Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Hottinger, L., Stueben, D., Berner, Z., Ramanivosoa, B., Randriamanan Tenasoa, A. (2002) Age and paleoenvironment of the Maastrichtian to Paleocene of the Mahajanga Basin, Madagascar: a multidisciplinary approach Marine, Micropaleontology 47, 17-70.
- [2] Abramovich, S., Keller, G., Stuben, D., Berner, Z. (2003) Characterization of late Campanian and Maastrichtian planktonic

جنس های *Fronidularia* و *Cibicidoidea* اشاره کرد. به طور کلی این دو جنس بیشترین فراوانی را در شرایط اکسیژن بالا دارند [ ۵ و ۱۷]. در ابتدا و انتهای برش این دو جنس بیشترین فراوانی را دارا هستند که دلیل دیگری بر بالا بودن اکسیژن در این دو بخش است.

### ۴) پالئوژئوگرافی

کرتاسه به عنوان شرایط آب و هوایی گرم معرفی می شود. به طور کلی تغییرات دمایی در کرتاسه بسیار ضعیف بوده است و اطلاعات ایزوتوپی نیز تغییرات دمایی کم را ثابت کرده است [ ۲۴]. در طول کرتاسه شیب گرمایی از قطب به استوا کمتر از امروز بوده و در اطلس شمالی فقط دو ایالت *Boreal* و *Tethyan* به وسیله کمر بند میانی و عمل جریانهای گرم آبهای سطحی از همدیگر جدا می شوند [ ۷]. نواحی سرد به وسیله فرم های فرامینیفرهای پلانکتونیک با حجره های گلوبولار و دیواره نازک شناخته می شود. از جمله این جنس ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

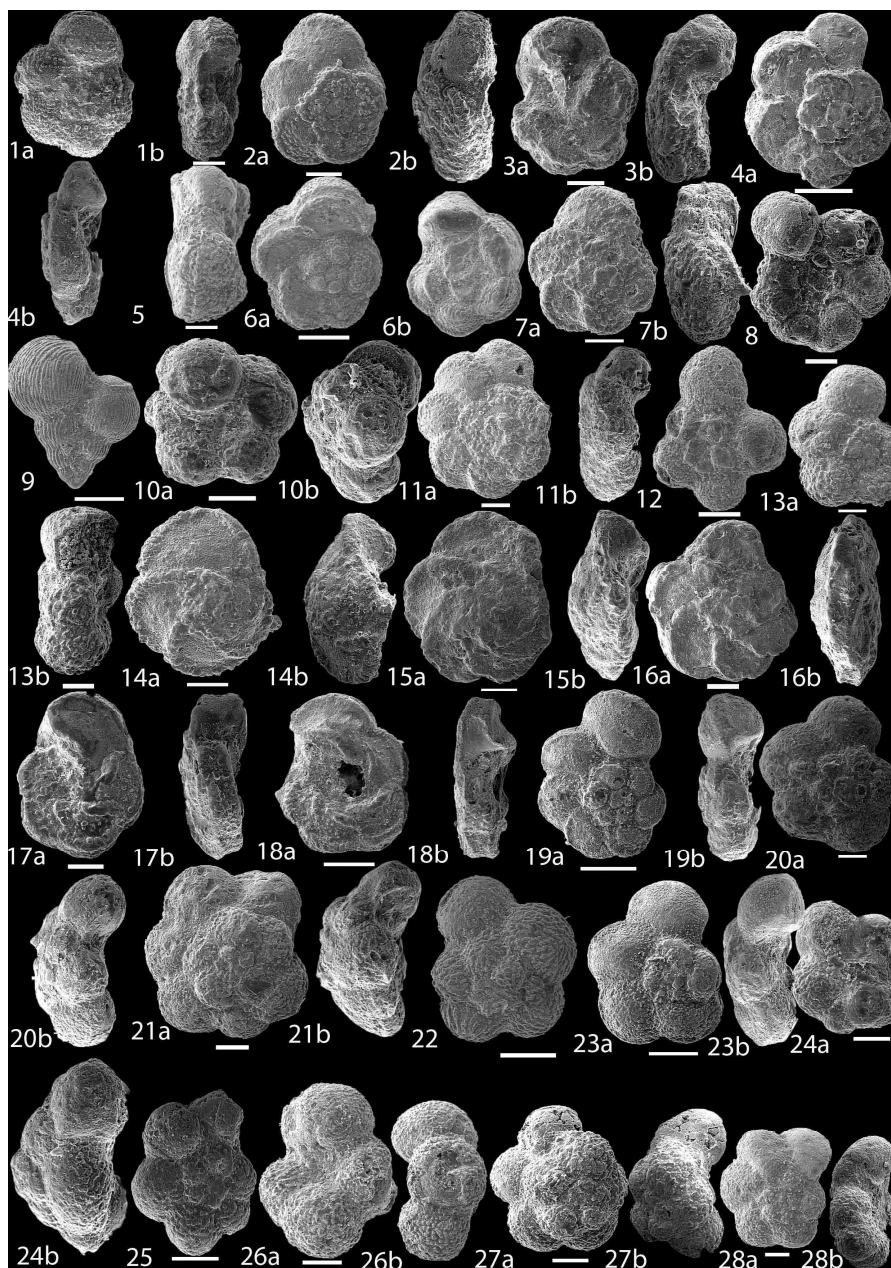
*Hedbergella*, *Globigerinelloides*,  
*Heterohelix*, *Whiteinella*,  
*Archaeoglobigerina*, *Rugoglobigerina*,  
*Globotruncanella*

نواحی آبهای گرم دارای ویژگی هایی هستند که با گونه های با دیواره ضخیم و مزین به کیل متمایز می باشند. گونه های *Globotruncana*, *Globotruncanita*, *Marginotruncana*, *Planomalina*, *Rotalipora* *Dicarinella*, *Contusotruncana* ناحیه *Tethyan* را اشغال می کنند. به طور کلی تفاوت بین ایالت های گرم و سرد بوسیله کاهش در تعداد و پیچیدگی گونه ها به سمت قطب ها نشان داده می شود [ ۹]. از مطالعه فرامینیفرهای پلانکتونیک بدست آمده از سازند آبدراز (اغلب جنس های *Globotruncana* با ایالت های *Dicarinella*, *Marginotruncana*) می توان نتیجه گرفت که برش مورد مطالعه از ناحیه مذکور در دوره کرتاسه متعلق به رسوبات دریایی ایالت تتیس با آب و هوای گرم می باشد.

- and ecological implications. *Geology*, 16, 716-719.
- [11] Douglas, R.G., Savin, S. M. (1975) Oxygen and Carbon isotope analysis of Tertiary and Cretaceous microfossils from Shastky Rise and others sites in the North Pacific Ocean, in Gardner, J.V. (ed.), Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, v. 32: Washington D.C., U.S. Government Printing Office, 509-520.
- [12] Eduardo A. M. , and Ivan D.K. (2000) Late Cretaceous foraminiferal biogeography (Families Bolivinidae, Buliminellidae, Gavelinellidae, Siphogenerinoididae, Turrilinae) in northeastern Brazilian shelf and central West African basins. *Cretaceous Research*, 21, 381-405.
- [13] Eijden, A. (1995) Morphology and relation frequency of planktonic foraminifera species in relation to oxygen isotopically depth habitats. *Paleo III*, 113, 267-301.
- [14] Emiliani, C. (1955) Pleistocene temperatures. *J. Geol.* 63, 538-578.
- [15] Frerichs, W.E. (1971) Evolution of planktic foraminifera and paleotemperature. *Journal of paleontology*, Tulsa, 45 (6) 963-968.
- [16] Jorissen, F. J., Fontanier, C. and Thomas, E. (2007) Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: *Proxies in Late Cenozoic Paleooceanography (Pt. 2): Biological tracers and biomarkers*, Elsevier, 843 p.
- [17] Kaiho, K. (1994) Benthic foraminiferal dissolved oxygen index and dissolved oxygen levels foraminifer's depth habites and vital activities based on stable isotopic. *Paleo III*, 202, 1-29.
- [3] Afshar Harb, A. (1969) A brief history of geological exploration and geology of the Sarakhs area & the Khangiran field. *Bulletin of the Iranian Petroleum Institute* 37, 86-93, In Persian.
- [4] Afshar-Harb, A. (1994) Geology of Kopet Dag. In *Treatise on the geology of Iran* (Chief ed. Hushmandzadeh, A.), 275 pp. (Geological Survey of Iran). In Persian.
- [5] Alegret, L., Molina, E., and Thomas, E. (2003) Benthic foraminiferal turnover across the Cretaceous/Paleogene boundary at Agost (southeastern Spain): paleoenvironmental inferences; *Marine Micropaleontology* 48, 251-279.
- [6] Altenbach A. V. (1992) Short term processes and patterns in the foraminiferal response to organic flux rates. *Marine Micropaleontology*, 19, 119-129.
- [7] Bailey, H. W., Hart M. B., (1979) The correlation of the early Santonian in Western Europe, IUGS ser.1, no.6, p.159-169.
- [8] Be, A., W.H. (1977) An ecological, zoogeographical and taxonomic review of recent planktonic foraminifera. In: Ramsay, A.T.S. (ed.) *Oceanic micropaleontology*, I, 1-100.
- [9] Caron, M., Homewood, P. (1983) Evolution of early planktic foraminifers. *Mar. Micropaleontol.* 7, 435-462.
- [10] Corliss, B.H., and Chen, C. (1988) Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera

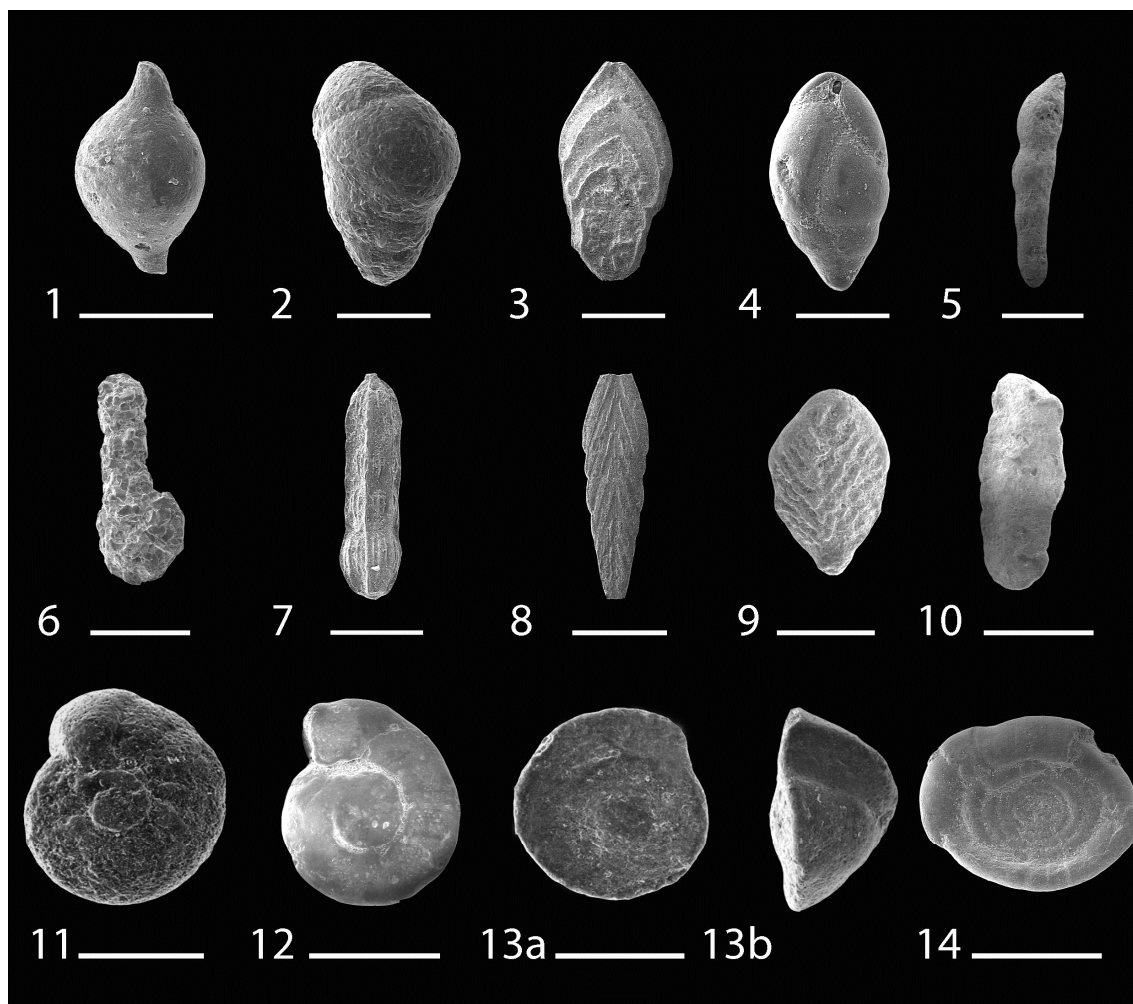
- [23] Leckie, R.M. (1987) Paleoecology of mid-Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean and Epicontinental Sea assemblages. *Micropaleontol.* 33, 164–176.
- [24] Nederbragt, A. (1998) Quantitative Biogeography of Late Maastrichtian Planktic foraminifera. *micropaleontology*, 4, 385-412.
- [25] Premoli Silva, I., Sliter, W.V. (1999) Cretaceous paleoceanography: evidence from planktonic foraminiferal evolution. *Geol. Soc. Am. Spec. Publ.*, 332, 301–328.
- [26] Stocklin, J. and Sotudenia, M. (1991) Iran stratigraphic dictionary, Record 18, 3.376, In Persian.
- [27] Van der Zwaan, G.J. (1982) Paleoecology of Late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropaleontol: Bull.*, 25, 202 p.
- [28] Van der Zwaan, G.J., Duijnste I.A.P., Den Dulk M., Ernst S.R., and Kouwenhoven, N.T. (1999) Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts; *Earth Sciences Reviews* 46, 213-236.
- [29] Van der Zwaan, G.J., Jorissen, F.J., and De Stigter, H.C. (1990) The depth-dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios; constraints and applications; *Marine Geology* 95, 1–16.
- in the modern ocean. *Geology* 22, 719–722.
- [18] Kalantari, A. (1986) Iranian fossils, publishing of National Iranian Oil Company (NIOC), Geological Laboratory Publication 9, Tehran, In Persian.
- [19] Karami, Z. (1999) Biozonation of Abderaz Formation according to Calcareous Nannoplankton at Taherabad section. University of Mashhad, Thesis, In Persian.
- [20] Keller, G. (1999) The Cretaceous-Tertiary Mass extinction in planktonic foraminifera: Biotic constraints for catastrophe theories, in: Macleod, N. and G.Keller, (ed.) *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: Biotic and environmental changes*, 49-83.
- [21] Koutsoukos, E.A.M., Leary, P.N., and Hart, M.B. (1990) Latest Cenomanian-earliest Turonian lowoxygen tolerant benthonic foraminifera: a case-study from the Sergipe Basin (N.E. Brazil) and the western Anglo-Paris basin (southern England), *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 77, 145–177.
- [22] Leary, P.N., Hart, M.B. (1989) The use of ontogeny of deep water dwelling planktic foraminifera to assess basin morphology, the development of water masses, eustasy and the position of the oxygen minimum zone in the water column. *Mesoz. Res.* 2, 67–74.





**Plate1:** Scale bar represents 100 $\mu$ m except for sample 6b which represents 200 $\mu$ m.

1- *Archeoglobigerina cretacea* ( Sample60), 2-*Dicarinella hagni* (Sample55), 3- *Dicarinella algeriana*, (Sample2),4-*Dicarinella primitiva* (Sample45), 5- *Dicarinella concavata*, (Sample45), 6- *Dicarinella asymetrica*, (Sample60), 7- *Dicarinella canaliculata*, (Sample12), 8- *Globigerinelloides bolli*, (Sample55), 9- *Heterohelix globulosa*, (Sample30), 10- *Hedbergella delrioensis* , (Sample4), 11- *Hedbergella planispira*, (Sample24), 12- *Hedbergella flandrini* , (Sample36), 13- *Helvetoglobotruncana helvetica*, (Sample7), 14-*Marginotruncana sigali*,(Sample24), 15-*Marginotruncana schneegnasi* (Sample23), 16-*Marginotruncana paraconcavata* (Sample55), 17- *Marginotruncana pseudolinneiana*, (Sample20), 18-*Marginotruncana sinuosa* (Sample31),19-*Marginotruncana marginata* (Sample54), 20- *Praeglobotruncana delrioensis*, (Sample16), 21- *Praeglobotruncana stephani*, (Sample26), 22- *Rugoglobigerina rugosa*, (Sample70), 23-*Whiteinella archaeocretacea* (Sample37), 24- *Whiteinella aumalensis*, (Sample18), 25- *Whiteinella aprica* ,(Sample14), 26-*Whiteinella baltica* (Sample1), 27-*Whiteinella paradubia* (Sample 30), 28- *whiteinella brittonensis* (Sample21).



**Plate2:** Scale bar represents 200  $\mu\text{m}$

**INFAUNAL:**

1: Spherical, 2: Elongate multilocular 3: Palmate 4: Cylindrical tapered 5, 6, 7, 8( *Fronicularia*), 9, 10: Flattened tapered

**EPIFAUNAL:**

11, Rounded trochospiral 12: (*Cibicidoides*) biconvex trochospiral 13: Planoconvex trochospiral 14: Coiled fattened