رخساره‌های رسوبی، تابستان ۱۳۸۹
۳ (۱): ۷۰-۶۱

Sedimentary Facies, Summer 2010
3 (1): 61-70

میکروبایواستراتیگرافی مرز سنومانین ــ تورونین در برش شوراب (شرق حوضه کپه داغ)

مهرانه عبدالشاهی[1*]، محمد وحیدی‌نیا[2]، علیرضا عاشوری[3]، بهنام رحیمی[2]

۱ـ کارشناس ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲ـ عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۳ـ قطب فسیل شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*پست الکترونیک: mehrane.abdoshahi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۷ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۳**

چکیده

توالی رسوبات مرز سنومانین ـ تورونین در برش شوراب واقع در شرق حوضه رسوبی کپه داغ، دربرگیرنده لایه‌های پایانی سازند آیتامیر و لایه‌های آغازین سازند آب‌دراز می‌باشد. این توالی شامل شیل و ماسه سنگ گلوکونیت‌دار و تناوب شیل و مارنهای خاکستری تا سفید است. بر اساس مطالعات زیست چینه‌ای بر مبنای روزن داران در این برش۴ بایوزون شناسایی شده است:

1. *Rotalipora reicheli* Total range zone (Late Cenomanian)
2. *Rotalipora cushmani* Total range zone (Late Cenomanian)
3. *Whiteinella archaeocretacea* Partial range zone (Cenomanian-Turonian)
4. *Marginotruncana schneegansi* Interval zone (Middle Turonian)

در مطالعه حاضر، مرز بین سازند آیتامیر با سازند آب دراز درون *Whiteinella archaeocretacea* zone درنظر گرفته شده است. در بخش بالایی این بایوزون (بخش B به ضخامت ۴ متر) کاهش شدید فونا دیده می‌شود. این کاهش بیانگر تغییرات زیستی و پالئواکولوژیکی بوده و احتمالاً با تحولات جهانی در این بازه زمانی مرتبط است. بنابراین به احتمال زیاد بخش B به عنوان قاعده سازند آب دراز بوده و مرز C/T در این بخش واقع است.

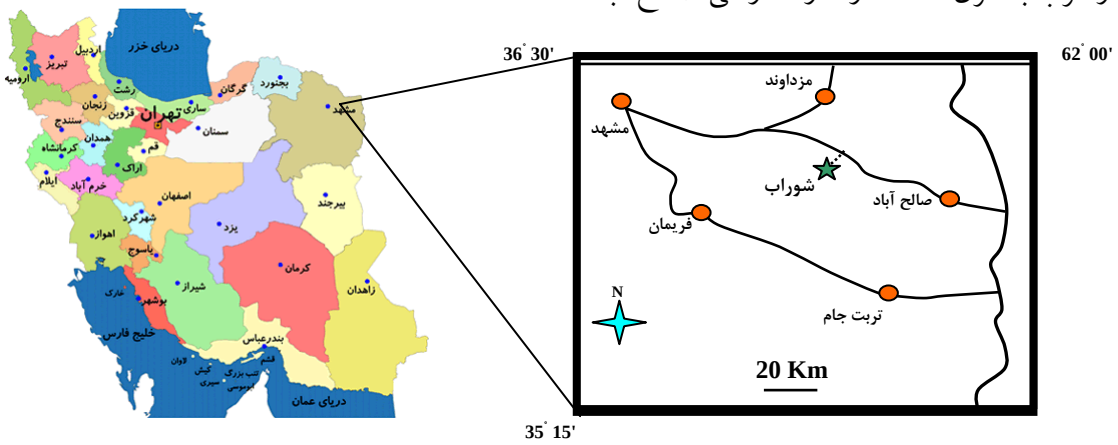
واژه‌های کلیدی: سازند آب‌دراز، کپه‌داغ، سنومانین ـ تورونین، شوراب، روزن‌داران.

مقدمه

گذر جهانی سنومانین ـ تورونین یا مرز تحولی C-T و تشخیص رویدادی که در این مقطع زمانی به وقوع پیوسته و به از بین رفتن فونای موجود انجامیده است از موضوعات با اهمیتی است که شناخت آن نیاز به مطالعات ژئوشیمی، کانی شناسی رسوبی و انقراض دریایی در گروههای مختلف ماکروفسیل و میکروفسیل دارد (کلر، ۲۰۰۱). لذا به منظور تعیین این مرز، آخرین افقهای شیلی سازند آیتامیر و اولین افقهای شیلی ـ مارنی قاعده سازند آب‌دراز در برش شوراب برداشت و مورد مطالعات دقیق زیست چینه‌ای قرار گرفته است. از آن جا که این برش در شرقی ترین بخش حوضه رسوبی کپه داغ قرار گرفته است، مطالعات زیست چینه‌ای بر روی آن می‌تواند در بازسازی محیط رسوبی این بخش حوضه مفید واقع شود.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

برش شوراب زیر پوشش ورقه زمین شناسی آق دربند، در شمال استان خراسان و در محدوده طول شرقی ″۳۴ ′۳۶ °۶۰ و عرض شمالی ″۱۶ ′۵۶ °۳۵ جای دارد. مهمترین راه ارتباطی در این منطقه جاده آسفالته مشهد ـ صالح آباد است که از غرب به شرق امتداد دارد. از سه راهی صالح آباد ۳۲ کیلومتر تا جاده فرعی و از جاده فرعی حدود ۳ کیلومتر تا برش مورد نظر فاصله است. برش مورد مطالعه در هسته ناودیس شوراب واقع در ۵ کیلومتری روستای شوراب قرار گرفته و تاکنون مطالعات بایواستراتیگرافی بر اساس روزن‌داران بر روی آن انجام نشده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برش شوراب (علامت ستاره)

روش مطالعه

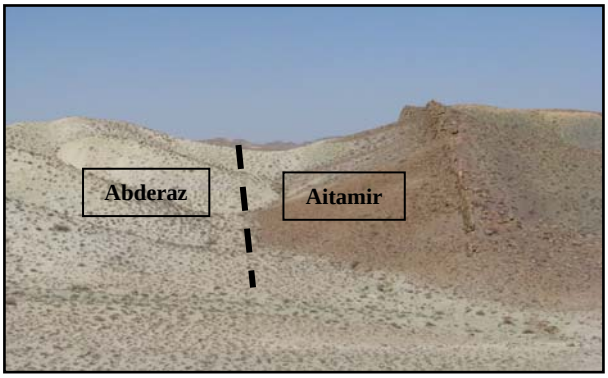
در این مطالعه تعداد ۴۳ نمونه سست و نرم از رسوبات رأس سازند آیتامیر و قاعده سازند آب دراز جمعاً به ضخامت ۱۷۰ متر برداشت گردید. پس از انجام مراحل آماده سازی شامل خیساندن رسوبات توسط آب اکسیژنه و شست‌وشو در الکهای ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ مش و خشک کردن نمونه‌ها، روزن‌داران موجود در نمونه‌ها از رسوبات جدا گشته و در سلولهای مخصوص جمع‌آوری و مطالعه شدند. نمونه‌های آماده سازی شده جهت عکس‌برداری با میکروسکپ الکترونی به آزمایشگاه منتقل شدند.

بر اساس تغییرات سنگ شناسی و فسیل شناسی مشاهده شده، محدوده چینه‌ای مورد مطالعه به ۳ بخش A، B و C تقسیم شده است:

بخش زیرین A: این بخش در برگیرنده توالی رسوبات زیرین محدوده مرز سنومانین ـ تورونین است و شامل آخرین افقهای شیلی رسوبات رأس سازند آیتامیر در برش شوراب بوده و ۴۰ متر ضخامت دارد. ترکیب سنگ شناسی کلی این بخش شامل ماسه سنگ و شیلهای سبز رنگ حاوی گلوکونیت، کانی پیریت و مقادیر زیاد فسیلهای روزن‌داران بنتیک و پلانکتونیک است.

بخش میانی: این بخش در برگیرنده رسوباتی است که مرز سنومانین ـ تورونین در آن واقع است و شامل ۴ متر شیلهای سبز روشن تا خاکستری متمایل به سفید با میزان بسیار اندک گلوکونیت است. این بخش از نظر فسیلی فقیر بوده و فقط فسیل *Hedbergella* sp. در آن دیده شده است. به نظر می‌رسد در این فاصله رویداد مهم پالئواکولوژیک مرز سنومانین ـ تورونین به وقوع پیوسته است که مطالعات دقیق ژئوشیمی و کانی شناسی را می‌طلبد. شکل ۲ مرز سازندهای آیتامیر و آب‌دراز در برش شوراب را نشان می‌دهد.

بخش بالایی C: این بخش در برگیرنده توالی رسوبات زبرین مرز مورد مطالعه بوده و شامل اولین توالی شیل و مارنهای خاکستری رنگ سازند آب‌دراز با ضخامت ۱۵۹ متر می‌باشد. بر روی این توالی، اولین باند سنگ آهک گل سفیدی قرار دارد. به منظور بررسی محدوده مرز مورد مطالعه ۵۰ متر اولیه این توالی به دقت مطالعه و در نمودار پراکندگی قائم روزن‌داران نشان داده شده است. از نظر فسیل شناسی، این بخش حاوی فسیلهای دوکفه‌ای اینوسراموس، براکیوپود، قطعات اسپیکول اسفنج، خارپوست و مقادیر زیاد روزن‌دار می‌باشد.



شکل ۲: مرز بین سازند آیتامیر و سازند آب دراز در برش شوراب (نگاه به سمت شمال شرق). خط چین مرز بین دو سازند را نشان می دهد.

زیست چینه نگاری

بر اساس انتشار چینه شناسی فسیلهای مطالعه شده در برش چینه شناسی شوراب، ۴ بایوزون اصلی در بازه زمانی سنومانین ـ تورونین شناسایی شده است. در این بخش از زون بندی کرون (۱۹۸۵) استفاده شده است. بایوزونهای تفکیک شده از پایین به بالا به شرح زیر می‌باشند:

بایوزون ۱ (*Rotalipora reicheli*- Total range zone)

این بایوزون ۱۹ متر ضخامت داشته و در بخش A قرار دارد. بازه زمانی آن از اولین حضور *Rotalipora reicheli* تا اولین حضور *Rotalipora cushmani* مشخص می‌شود. سن این بایوزون سنومانین میانی تا پسین تعیین شده و مهمترین فسیلهای آن عبارتند از:

Anomalina tennesensis, Cibicides subcarinatus, Globigerinelloides blowi, Gyroidinoides globosa, Hedbergella delrioensis, Hedbergella planispira, Heterohelix russi, Marginulina jarvisi, Preglobotruncana gibba, Rotalipora brotzeni, Rotalipora reicheli.

بایوزون ۲ (*Rotalipora cushmani*- Total range zone)

طبق تعریف کرون (۱۹۸۵)، بخش زیرین این زون با اولین حضور *Whiteinella baltica* و بخش بالایی آن با حضور گونه‌های *Preglobotruncana prehelvetica*، *Whiteinella archaeocretacea* و *Whiteinella paradubia* مشخص شده است. همچنین حد بالایی این زون با انقراض گونه‌های *Rotalipora* نیز مشخص می‌شود. بر این اساس سن این بایوزون سنومانین پسین تعیین شده است. مهمترین فسیلهای شناسایی شده عبارتند از:

Anomalia bentonensis, Globorotalia micheliana, Gyroinioides nitida, Hedbergella simplex, Robulus munsteri, Rotalipora cushmani, Whiteinella archaeocretacea, Whiteinella paradobia.

این بایوزون ۱۴ متر ضخامت داشته و منطبق بر طبقات شیلی و ماسه سنگهای گلوکونیت‌دار بخش A است.

بایوزون ۳ (*Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone)

بازه زمانی این بایوزون از آخرین حضور *Rotalipora cushmani* با سن سنومانین پسین تا اولین حضور *Marginotruncana schneegansi* با سن تورونین میانی تعیین می‌شود. مهمترین فسیلهای شناسایی شده در این بایوزون عبارتند از:

Hedbergella delrioensis, Hedbergella planispira, Whiteinella archeocretacea, Whiteinella paradobia.

ضخامت این بایوزون ۱۰ متر بوده و منطبق بر شیلهای خاکستری رنگ بخش بالایی A و بخش B است.

بایوزون ٤ (*Marginotruncana schneegansi* Interval Zone)

این بایوزون از اولین حضور *Marginitruncana schneegansi* شروع شده و تا اولین حضور *Dicarinella primitiva* ادامه می‌یابد. براین اساس سن این بایوزون تورونین میانی تا پسین تعیین شده است. مهمترین فسیلهای شناسایی شده این بایوزون عبارتند از:

Dicarinella canaliculata, Gyriodinoides nitida, Hedbergella delrioensis, Hedbergella planispira, Heterohelix globosa, Lenticulina navaroensis, Marginotruncana marginata, Marginotruncana psedolinneiana, Marginotruncana schneegansi, Marginulina cretacea, Marssonella oxycona, Whiteinella baltica, Whiteinella cf. *britoensis, Whiteinella inornata.*

این بایوزون ۱۱۹ متر ضخامت داشته و منطبق بر اولین توالی شیل و مارنهای سازند آب دراز در بخش بالایی C می‌باشد.

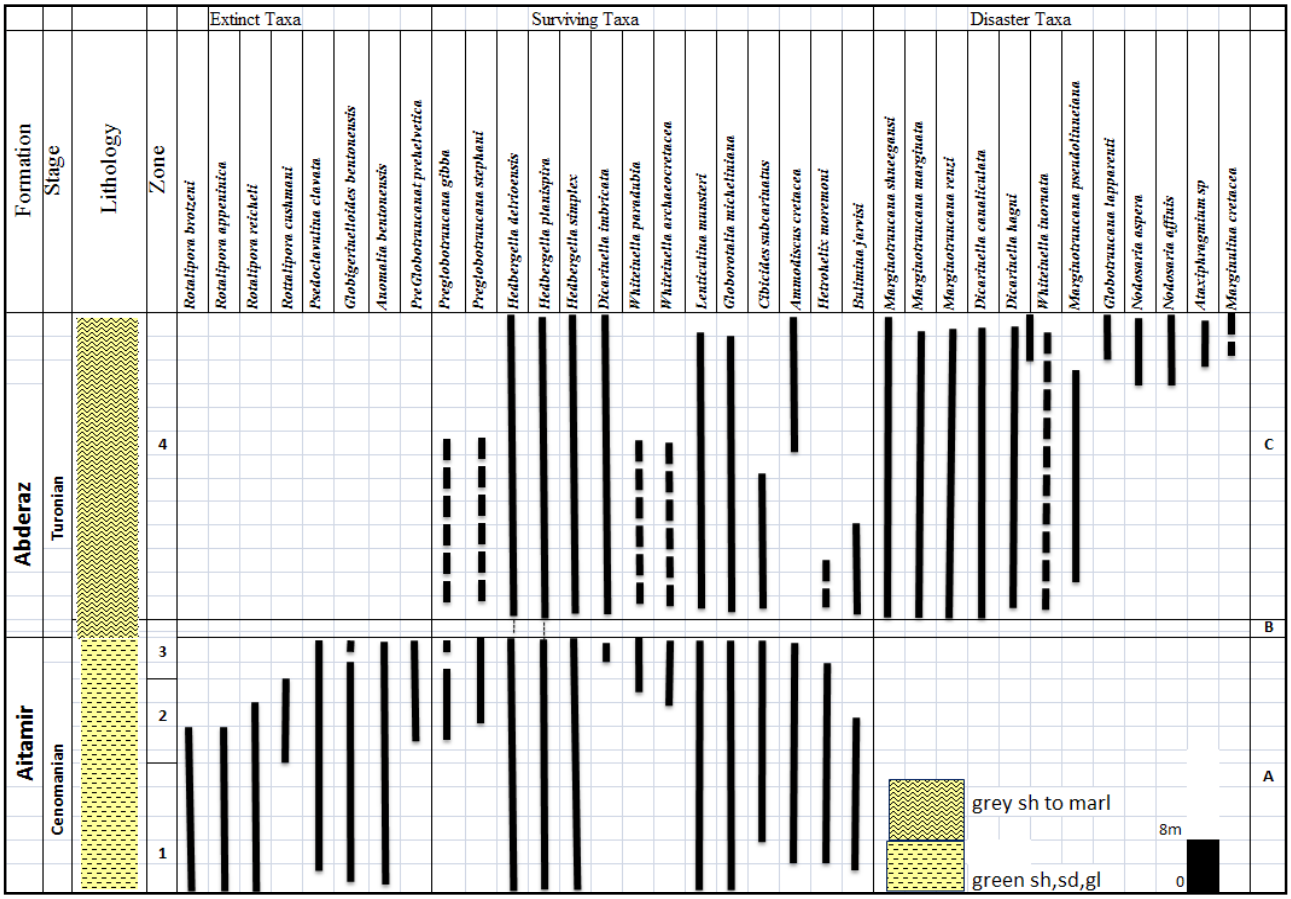
بحث

در طول دوره کرتاسه سه حادثه بی‌اکسیژنی یا آنوکسی (Oceanic Anoxic Event = OAE) رخ داده که از آپتین پیشین (OAE1) تا کامپانین (OAE3) ادامه داشته است. حادثه OAE2 که در مرز سنومانین ـ تورونین به وقوع پیوسته است، یکی از دو حادثه بزرگ آنوکسی اقیانوسی طی دوره کرتاسه است و ناشی از تغییرات زون حداقلی اکسیژن، تغییرات مثبت ایزوتوپ کربن، تغییرات سطح دریا و آب و هواست (جنکینز، ۱۹۸۰ و ۱۹۸۵؛ چلانجر و همکاران، ۱۹۸۷). این رویداد اغلب با گسترش نهشته‌های غنی از مواد ارگانیکی (شیلهای سیاه) همراه است (اسکوپلیتی و همکاران، ۲۰۰۸). رویداد OAE2 در مرز سنومانین ـ تورونین با انقراض گسترده فونای دریایی مشخص می‌شود. طی این رویداد سطح دریا به سرعت افزایش یافته و دمای جهانی نسبت به دمای امروزی به طور قابل توجهی گرمتر شده و به ۳۳ درجه در سطح دریاهای گرمسیری رسیده است (ویلسون و همکاران، ۲۰۰۲؛ بایس و همکاران، ۲۰۰۶). میزان انقراض روزن‌داران پلانتونیک به ۵۰ تا ۷۰ درصد و انقراض روزن‌داران بنتونیک نیز تا ۹۰ درصد افزایش یافته است. انقراض مهم روزن‌داران بنتونیک گسترش محیطی ناسازگار را در اثر حضور آبهای عمقی فقیر از اکسیژن نشان می‌دهد. روزن داران پلانتونیک و بنتونیک کاهش عمده‌ای را از نظر اندازه نشان می‌دهند (جارویس و همکاران، ۱۹۸۸؛ کایهو و هاسه‌گاوا، ۱۹۹۴؛ پل و همکاران، ۱۹۹۹).

موقعیت مرز سنومانین ـ تورونین به وسیله اولین حضور آمونیت *Watinoceras devonense* Wright & Kennedy که در برش الگوی استاندارد جهانی این مرز مشاهده شده است، تعیین می‌شود (بنگستون، ۱۹۹۶). این آمونیت در برخی از مکانها دیده نشده (برای مثال حوضه Gamba-Tingry در جنوب تبت از اقیانوس تتیس) و دیگر ماکروفسیلها نیز کمیاب می‌باشند، اما این نکته قابل توجه است که روزن‌داران پلانکتونی که در تطابق جهانی به خوبی گسترده شده‌اند در این مناطق هم به خوبی مشاهده شده‌اند (ژیاوکیائو و همکاران، ۲۰۰۳).

طبق مدل استاندارد جهانی، مرز سنومانین ـ تورونین درون بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* قرار گرفته و این سطح تغییرات اساسی را در مجموعه روزن‌داران این نواحی مشخص می‌کند (روبزینسکی و کرون، ۱۹۹۵؛ بنگستون، ۱۹۹۶). ابتدا یک دوره انقراض اساسی گونه‌های مختلف *Rotalipora* قبل از شروع این بایوزون مشاهده شده و پس از آن تنوع و فراوانی روزن‌داران به طور محسوسی درون بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* کاهش می‌یابد. سپس در بایوزون بینابینی بعدی، روزن‌داران مجدداً شکوفا می‌شوند. این روند تغییرات در برش شوراب نیز پس از رسم نمودار گسترش قائم روزن‌داران (شکل۳) به خوبی مشاهده

شده است. بر این اساس، گونه‌های روزن‌داران در سه مرحله انقراض، بقا و برگشت گونه‌ها و نیز مرحله شکوفایی و ظهور گونه‌های جدید تقسیم شدند. نتایج حاصل از مطالعه بر روی تطابق بین ناحیه‌ای و زیست پهنه بندی روزن‌داران بازه سنومانین ـ تورونین نواحی مختلف دنیا و مقایسه آن با بیوزوناسیون روزن‌داران مشابه در شرق حوضه کپه‌داغ نشان می‌دهد ناحیه مورد مطالعه از روند کلی زون بندی جهانی این بازه تبعیت کرده و با بخشهایی از نواحی حوضه‌های مدیترانه، اقیانوس تتیس و اروپا کاملاً مطابقت دارد (جدول۳).



شکل ۳: نمودار گسترش عمودی روزن‌داران شناسایی شده در محدوده مرز سازندهای آیتامیر و آب‌دراز در برش شوراب.
پراکندگی گونه‌های روزن‌داران نشان دهنده ۳ مرحله انقراض گونه‌ها، بقای گونه‌ها و ظهور گونه‌های جدید است.

بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* در برش مورد مطالعه، تغییراتی را در روند تکاملی روزن‌داران نشان می‌دهد بدین صورت که تنوع و فراوانی روزن‌داران تا اواسط بایوزون مشاهده شده و سپس در بخش بالایی این بایوزون، حذف ناگهانی اکثر گونه‌ها صورت می‌گیرد (شکل۳، بخش B) به طوری که از مجموع ۲۵ گونه موجود در بخش A فقط دو گونه بقای خود را در بخش B حفظ می‌کنند. کاهش ناگهانی مجموعه فونای فوق در بخش B می‌تواند به عنوان یکی از مؤلفه‌های زیستی حادثه OAE2 در نظر گرفته شود و لذا مرز سنومانین ـ تورونین به احتمال درون همین بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* و در قسمت بالایی این بایوزون قرار دارد. پس از این کاهش فونا و از ابتدای بایوزون شماره ۴ (بخش C)، شکوفایی مجدد روزن‌داران پلانکتونیک و بنتونیک شروع می‌شود. فراوانی بالای روزن‌داران پلانکتون‌کیل‌دار مثل *Marginotruncana*

نیز مؤید قرارگیری مرز سنومانین ـ تورونین در بخش B است.

از آن جا که در مطالعات چینه‌ای انجام گرفته در محدوده مرز مورد مطالعه هیچ گونه انقطاع رسوب‌گذاری مشاهده نشده است، لذا تعیین مرز سازندهای آیتامیر و آب دراز با استفاده از داده‌های زیست چینه‌ای روزن‌داران جهت مقایسه آن با الگوی استاندارد جهانی مرز سنومانین ـ تورونین، مطالعات ژئوشیمی بعدی و بررسی حوادث روی داده در این بازه زمانی در شرق حوضه کپه داغ حایز اهمیت است. براساس بایوزونهای شناسایی شده و مطابق جدول شماره ۴، سن سنومانین پسین برای افق A و سن تورونین میانی برای افق C تأیید شده است. سن افق B را به دلیل نبود روزن‌دار شاخص نمی‌توان به طور قطعی تعیین کرد، اما با توجه به مقایسه و تطابق صورت گرفته با نواحی مختلف دنیا و تشابهات موجود و محدوده سنی گونه‌های قبل و بعد این افق، بخش B متعلق به بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* با محدوده سنی سنومانین ـ تورونین می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات سنگ چینه‌ای و زیست چینه‌ای انجام شده بر روی توالی رسوبات محدوده مرز سازندهای آیتامیر و آب‌دراز در برش شوراب، شرقی‌ترین بخش حوضه کپه داغ، هیچ گونه نبود رسوب‌گذاری و چینه‌ای در این بازه مشاهده نگردید. مطالعات زیست چینه‌ای انجام شده بر اساس روزن‌داران در این برش به شناسایی ۴ بایوزون منجر گردید که عبارتند از :

1. *Rotalipora reicheli* Total range zone
2. *Rotalipora cushmani* Total range zone
3. *Whiteinella archaeocretacea* Partial range zone
4. *Marginotruncana schneegansi* Interval zone

مرز بین سازندهای آیتامیر و آب‌دراز درون بایوزون *Whiteinella archaeocretacea* zone قرار دارد. بر اساس روند تنوع و فراوانی روزن‌داران در این بایوزون و کاهش شدید فونا در بخش بالایی این بیوزون (بخش B)، به احتمال زیاد مرز سنومانین ـ تورونین در بخش B به ضخامت ۴ متر قرار دارد که با بخشهایی از نواحی مدیترانه و اقیانوس تتیس مطابقت دارد. این تشابهات بیانگر آن است که حوضه رسوبی کپه داغ هر چند یک حوضه محلی است، اما متأثر از تغییرات حوضه‌های جهانی بوده و تطابق زیست چینه‌ای این حوضه با استانداردهای جهانی می‌تواند کمک بزرگی به بازسازی این حوضه مهم بنماید.

Plate 1

1- *Rotalipora cushmani* , (a,b,c) spiral, ,umbilical lateral views,(450 x), Upper Cenomanian

2- *Rotalipora brotzeni*, (a,b,c), spiral, umbilical lateral, views,.,(500 x), Lower Cenomanian

3-*Rotalipora appenninica*,(a,b,c),spiral, umbilical, lateral views,(550 x), Cenomanian

4- *Preglobotruncana stephani*, (a,b,c), spiral, umbilical, lateral views, (550 x), Cenomanian

Plate 2

1-*Preglobotruncana gibba*, (a,b,c), spiral,umbilical, lateral views, (520 x), Upper Cenomanian

2- *Whiteinella archaeocretacea*,(a,b,c), spiral, umbilical,lateral views,(550x),Upper Cenomanian

3- *Rotalipora reicheli*, (a,b,c), spiral, umbilical, lateral views.(500 x),Upper Cenomanian

4- *Marginotruncana Schneegansi*, (a,b) spiral, lateral views,(510 x),Midlle Turonian

Stage	Wadi Ferian	Peublo(GSSP)	Standard Zone	Meditarane	Libya	Brazil	Europe	This study
	1	2	3	4	5	6	7	
Turonian	*Marginotruncana shneegansi*	-	*Marginotruncana sigali*	*Marginotruncana shneegansi*	-	-	-	-
	Helvetoglobotruncana helvetica	*Helvetoglobotruncana helvetica*	*Helvetoglobotruncana helvetica*	*Helvetoglobotruncana helvetica*	*Helvetoglobotruncana helvetica*	*Whiteinella aprica*	*Helvetoglobotruncana helvetica*	*Marginotruncana shneegansi*
	Whiteinella archaeocretacea / *Helvetoglobotruncana prehelvetica*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Whiteinella archaeocretacea* / *Hrterohelix reussi*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Whiteinella archaeocretacea*
Cenomanian	*Whiteinella archaeocretacea* / *Whiteinella beritonensis*	*Whiteinella archaeocretacea*	*Rotalipora cushmani*	*Rotalipora cushmani*	*Rotalipora cushmani*	*Whiteinella aprica* / *Globigerinelloides bentonensis*	*Rotalipora cushmani*	*Rotalipora cushmani*
	Rotalipora cushmani	*Rotalipora cushmani*	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*	*Whiteinella baltica*	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*
	Hedbergella planispira	-	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*	-	*Rotalipora reicheli*	*Rotalipora reicheli*

جدول ۳: تطابق زیست چینه‌ای روزنداران محدوده مرزی سازندهای آیتامیر و آب‌دراز در برش شوراب با نواحی شناخته شده در بازه سنومانین - تورونین در نقاط مختلف جهان. ۱ـ کاسب (۲۰۰۱)، ۲ـ بنگستون (۱۹۹۶)، ۳ـ کرون (۱۹۸۵)، ٤ـ روبزینسکی و کرون (۱۹۹۵)، ٥ ـ بار (۱۹۷۲)، ٦ ـ کوتساکوس و بنگستون (۱۹۹۳)، ۷ـ لوماندا (۱۹۹۷)

Plate 1

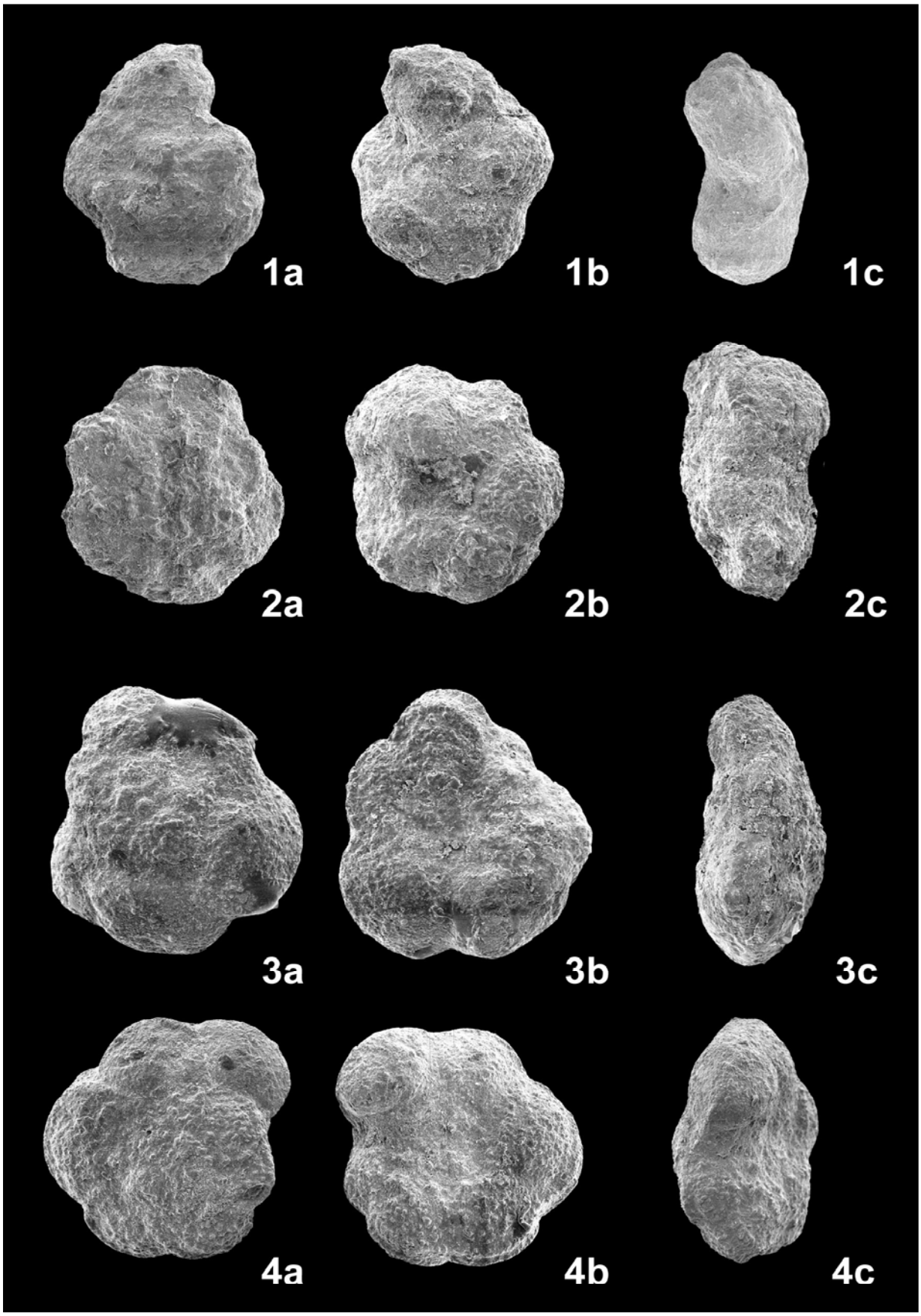
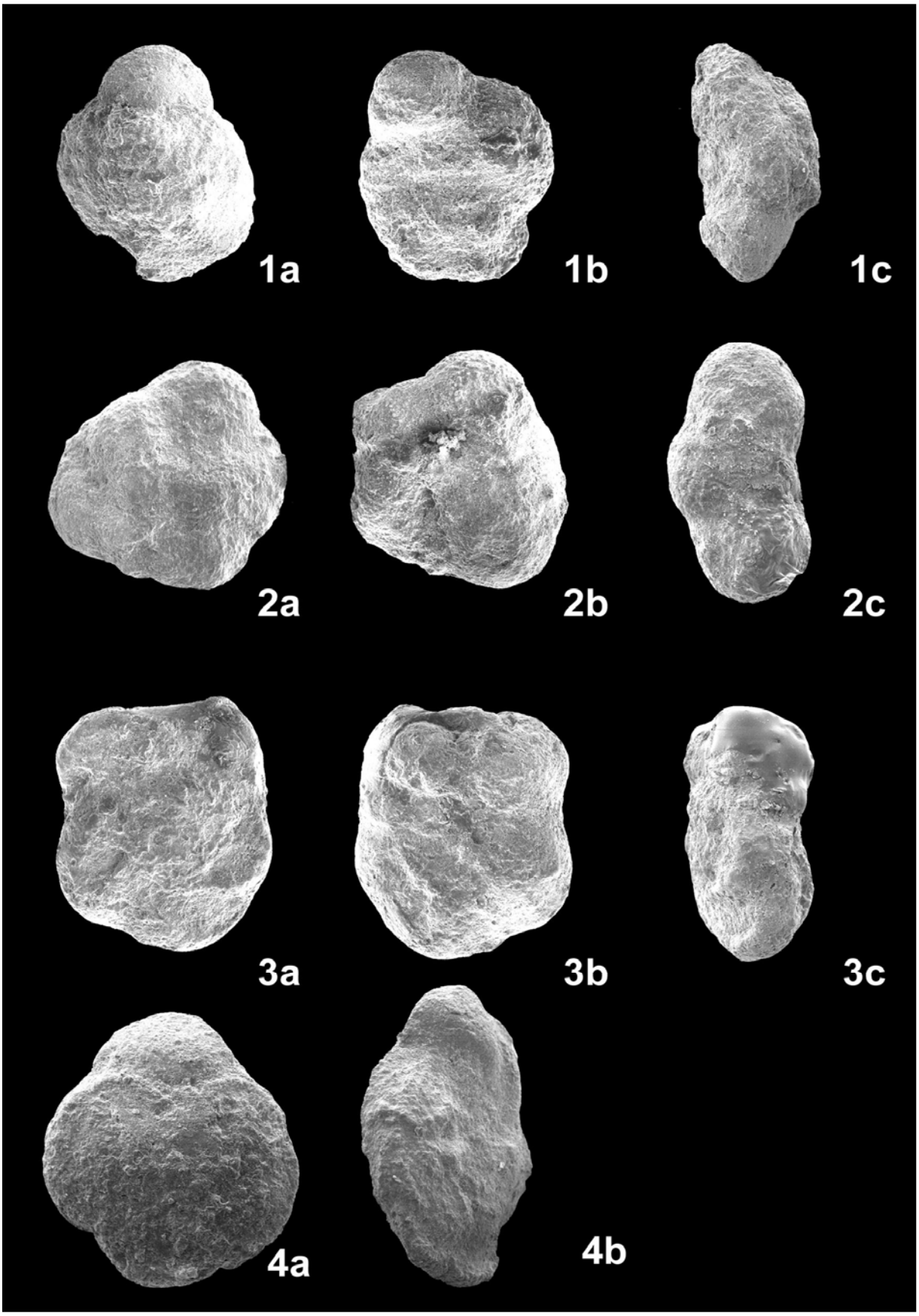


Plate 2



منابع

Barr, F.T., 1972. Cretaceous biostratigraphy and planktonic foraminifera of Libya. *Micropaleontology*, 18: 1-46.

Bengston, P., 1996. The Turonian stage and substage boundaries. *In*: Rawson, P.F., Dhondt, A.V., Hancock, J.M., & Kennedy, W.J., (Eds.). Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries. *Sciences de la Terre*, 66: 69-79.

Bice, K.L., Birgel, D., Meyers, P.A., Hinrichs, K.U., & Norris, R.D., 2006. A multiple proxy and model study of Cretaceous upper ocean temperatures and atmospheric CO_2 concentration. *Paleoceanography*, 21, doi: 10. 1029/2002PA002002.

Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifera. *In*: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (Eds.), Plankton stratigraphy. *Cambridge University Press*, pp. 17-86.

Jarvis, L., Carson, G., Hart, M., Leary, P., & Tocher, B., 1988. The Cenomanian-Turonian (late Cretaceous) anoxic event in SW England: evidence from Hooken Cliffs near Beer, SE Devon. *Newsletters in Stratigraphy*, 18: 147-164.

Kaiho, K., & Hasegawa, T., 1994. End – Cenomanian benthic foraminiferal extinction and oceanic dysoxic events in the northwestern Pacific Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 111: 29-43.

Kassab, A.S., & Obaidalla, N., 2001. Integration biostratigraphy and interregional correlation of the Cenomanian-Turonian deposite of Wadi Ferian, Sinai, Egypt. *Cretaceous Reaserch* 22: 105- 114.

Koutsoukos, E.A.M., & Bengtson, P., 1993. Towards an integrated biostratigraphy of the upper Aptian–Maastrichtian of the Sergipe Basin, Brazil. *Documentations de la Laboratoire de Géologie de Lyon*, 125: 241–262.

Keller, G., Han, Q., Adatte, T., & Burns, S.J., 2001. Paleoinvironment of The Cenomanian-Turonian transition at Eastbourne, England. *Cretaceous research*, 22: 391-422.

Paul, C.R., Lomanda, M.A., Mitchell, S.F., Vaziri, M.R., Gorostidi, A., & Marshall, G.D., 1999. The Cenomanian-Turonian boundary at Eastbourne (Sussex, UK): a proposed European reference section. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 150: 83-121

Postuma, J.A., 1971. Manual of planktonic foraminifera. *Elsevier Publishing, Co.*, Amsterdam, 420 p.

Robaszynski, F., & Caron, M., 1995. Foraminifers planktoniques du Cretace: commentaire de la zonation Europe- Mediteranee. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 166: 681-692

Scopelliti, G., Bellanca, A., Erba, E., Jenkyns, H.C., Neri, R., Tamagnini, P., Luciani, V., & Masetti, D., 2008. Cenomanian-Turonian carbonate and organic carbon isotope record, biostratigraphy and provenance of a key section in NE Sicily, Italy: Paleoceanographic and Palaeogeographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265: 59-77.

Takashima, R., Nishi, H., Okada, H., Kawahata, H., Yamanaka, T., Fernando, A., & Mampuku, M., 2009. Litho-bio and chemostratigraphy across the Cnomanian-Turonian boundary (OAE2) in the Vocontian Basin of southeastern France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 273: 61-74

Wilson, P.A., Norris, R.D., & Cooper, M.J., 2002. Testing the Cretaceous greenhouse hypothesis using glassy foraminiferal calcite frome the core of the Turonian tropics on Demerara Rise. *Geology* 30: 607-610.

Xiaoqiao, W., Wignall, P.B., Zhao, W., 2003. The Cenomanian-Turonian extinction and oceanic anoxic event: evidence from southern Tibet. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 199 (3-4): 283-298.