

## ریز رخساره‌های رسوبی و جغرافیای زیستی دیرینه "گذر سازند چهل کمان به سازند خانگیران (پالئوژن)"، شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ

علی اصغر ثیاب‌قدسی<sup>۱\*</sup>، میرامیر صلاحی<sup>۲</sup> و بتول ریوندی<sup>۳</sup>

۱ و ۲- دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی  
۳- دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی

\* A.siabeghodsy@urmia.ac.ir

دریافت: ۹۲/۱/۲۴ پذیرش: ۹۲/۷/۲۷

### چکیده

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال و شمال‌شرقی ایران قرار گرفته و سازندهای چهل کمان و خانگیران از جمله مهم‌ترین سازندهای پالئوژن این حوضه محسوب می‌شوند. بخش فوقانی سازند چهل کمان در مکان برش الگو شامل سنگ آهک‌های ماسه‌ای، مارن و سنگ آهک است که با گذر تدریجی به شیل‌های سازند خانگیران تبدیل می‌شود. در این مطالعه شرایط رسوبگذاری بخش فوقانی سازند چهل کمان و قاعده سازند خانگیران در ارتباط با فونای گاستروپودی و اثرات فسیلی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. اثر فسیل‌های شناسایی شده (تالاسینوئیدس و افیومورفا) در ارتباط با رخساره‌های پهنه جزر و مدی و لاگونی بوده که بیانگر تشکیل در بخش‌های کم عمق حوضه است. هم‌چنین در این مطالعه گاستروپودهای Ampullinid از جنس Globularia برای اولین بار از حوضه رسوبی کپه‌داغ شناسایی شدند که با توجه به قرارگیری آن‌ها در رخساره مربوط به لاگون، می‌توانند نشان دهنده بخش‌های کم عمق پلت فرم کربناته از نوع رمپ برای قسمت فوقانی سازند چهل کمان باشند. مطالعه دیرینه زیست‌شناسی آن‌ها نشان دهنده تعلق حوضه رسوبی کپه‌داغ به قلمرو تیس می‌باشد. این جنس تاکنون از بخش‌های مختلفی از آسیای مرکزی، اروپای شرقی، مرکزی و غربی نیز گزارش گردیده است. با توجه به حضور این جنس در بخش فوقانی سازند چهل کمان (پالئوسن پسین، ائوسن پیشین) حوضه رسوبی کپه‌داغ، پیشنهاد می‌شود حضور این جنس در لایه‌های به سن بعد از ائوسن پیشین به سمت اروپا، نشان دهنده مسیر مهاجرت جنس مزبور از شرق به غرب بوده که می‌توان حوضه توران را شرقی‌ترین نقطه حضور این تاکسا در نظر گرفت که در طی آن حوضه آناتولی ترکیه نیز در وسط این مسیر قرار گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** حوضه رسوبی کپه‌داغ، سازند چهل کمان، سازند خانگیران، اثرات فسیلی، گاستروپودهای Ampullinid

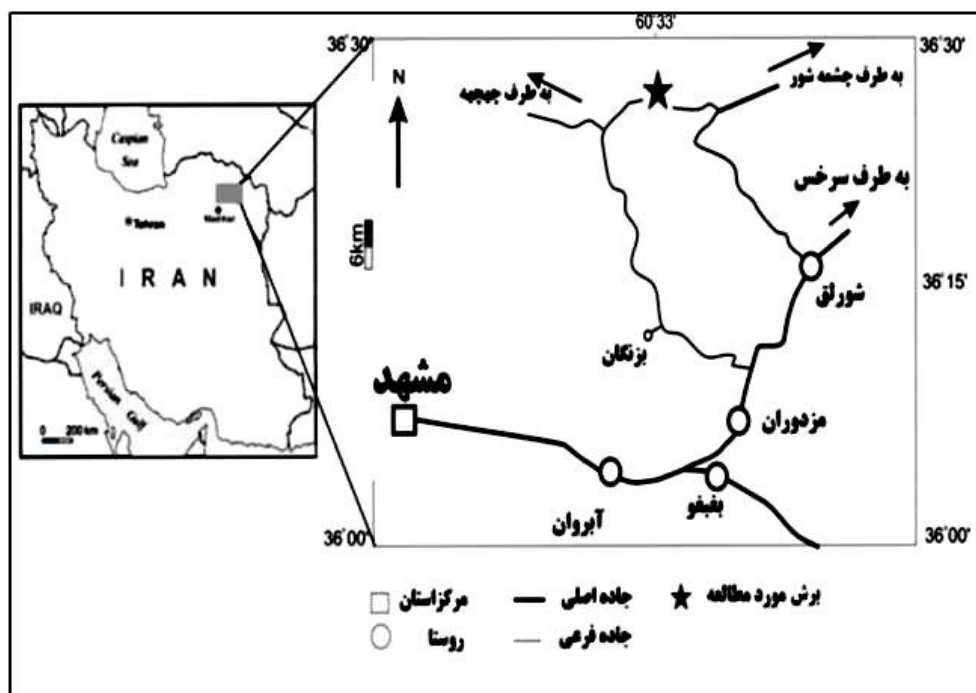
### مقدمه

برش‌هایی است که در آن سازند چهل کمان و سازند خانگیران از رخنمون خوبی برخوردار هستند.

#### موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی:

منطقه سرخس شامل بخشی شرقی حوضه رسوبی کپه‌داغ می‌باشد. برای رسیدن به برش مورد مطالعه بایستی در جاده اصلی مشهد به سمت سرخس حرکت کرد تا به روستای شورلق رسید. پس از طی حدود ۳۰ کیلومتر در جهت شمال‌غرب و رسیدن به ناودیس چهل کمان، می‌توان برش مورد مطالعه را در داخل ناودیس و در نقطه‌ای به مختصات طول جغرافیایی  $۳۶^{\circ} ۳۶' ۵۶''$  شرقی و عرض جغرافیایی  $۳۶^{\circ} ۳۳' ۱۶''$  شمالی ملاحظه کرد (شکل ۱).

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاور ایران پس از برخورد صفحه ایران با صفحه توران در مزوزویک پسین و بسته شدن دریای هرسینین در شمال خاور ایران تشکیل شده است [۱۱]. سنگ‌های رسوبی ترشیری در این حوضه شامل رسوبات قاره‌ای و دریایی است که رسوبات دریایی منحصر به زمان پالئوژن بوده و شامل سازندهای چهل کمان و خانگیران می‌باشد [۱]. به علت فرسایش عمیق واحدهای سنگی پالئوژن کپه‌داغ در ایران، سازندهای چهل کمان و خانگیران در نواحی بسیار محدود و معدودی باقی‌مانده است که از جمله رخنمون‌های کامل آن می‌توان به جنوب و جنوب غربی دشت سرخس اشاره کرد [۱]. برش ناودیس چهل کمان واقع در جنوب غربی دشت سرخس نیز از جمله



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

## روش کار

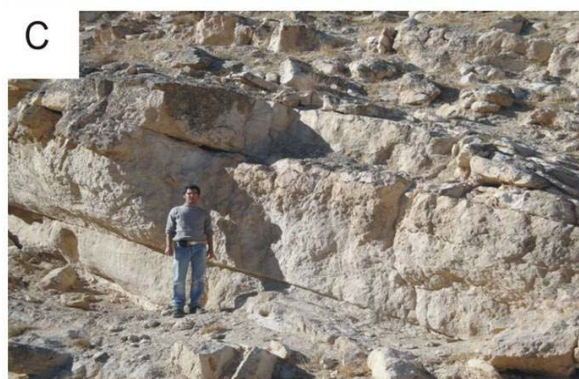
در این تحقیق به منظور بررسی دقیق مرز بین سازندهای آهکی چهل کمان و شیلی خانگیران نمونه‌برداری بصورت سیستماتیک و با فواصل نزدیک از مرز فوق صورت گرفت. در ادامه از نمونه‌های برداشت شده سنگی سازند چهل کمان ۲۲ مقاطع نازک تهیه گردید و نمونه‌های شیلی سست سازند خانگیران نیز به منظور بررسی محتوای فسیلی مورد شستشو در الک‌های ۵۰، ۱۲۰ و ۲۳۰ میکرون قرار گرفتند. جهت شناسایی رخساره‌های رسوبی و بررسی تغییرات رخساره‌ای، برش‌های نازک تهیه شده توسط میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفت. نامگذاری سنگ‌های کربناته در صحرا به روش گرابو [۲۹] و برای نامگذاری رخساره‌ها از روش دانهام [۲۱] استفاده شده است. برای تفکیک دولومیت از کلسیت در مقاطع نازک، نمونه‌ها توسط محلول آلزارین قرمز و به روش دیکسون [۲۰] رنگ‌آمیزی شدند. تعداد ۵ نمونه شیلی از قسمت تحتانی سازند خانگیران به منظور بررسی محتوای فسیلی و تعیین شرایط رسوبگذاری به روش زپدا [۵۳] شسته شد و توسط میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه قرار گرفت. جهت بررسی شرایط تشکیل رخساره‌های شناسایی شده، این رخساره‌ها با رخساره‌های استاندارد فلوگل [۸] مقایسه شده‌اند. فونای گاستروپودی نیز بر

اساس هارزهاوسر [۹]، اکان و هوشگور [۱۰] و اثر فسیل‌های موجود بر اساس زیلاخر [۱۱] شناسایی و توصیف شده‌اند.

## واحدهای سنگ چینه‌ای

واحدهای سنگ چینه‌ای در این منطقه منحصراً شامل سازندهای چهل کمان و خانگیران می‌باشند. لیتواستراتیگرافی سازند چهل کمان در این منطقه توسط محبوبی و همکاران [۳۷] مورد مطالعه قرار گرفته است. بر این اساس سازند چهل کمان در این برش چینه‌شناسی از ۴ واحد سنگی تشکیل شده است که به طور کلی از سنگ آهک، دولومیت، مارن، ماسه سنگ آهکی و شیل تشکیل شده است. فونای فسیلی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، در رسوبات انتهایی واحد چهارم این سازند و در ۴۵ متر انتهایی این سازند قرار دارد. این رسوبات عمدتاً از سنگ آهک‌های متوسط لایه کرم تا خاکستری روشن تشکیل شده‌اند که توسط سنگ آهک‌های ماسه‌ای نازک تا متوسط لایه کرم ادامه می‌یابد (شکل ۲، A). اثر فسیل‌ها در مرز مشترک این دو لیتولوژی به فراوانی مشاهده می‌شود. فونای گاستروپود نیز در بخش انتهایی سنگ آهک و هم‌چنین در سنگ آهک‌های ماسه‌ای بالای آن گسترده شده‌اند. یک میان

نخودی رنگ (شکل ۲، C) قرار دارند که در نهایت به شیل‌های سبز زیتونی سازند خانگیران ختم می‌شود که با توجه به ترکیب سنگ‌شناسی خود، ریخت‌شناسی پست‌تر و تپه ماهوری را به وجود آورده است.



(شکل ۲) تصاویر صحرایی از بخش انتهایی سازند چهل کمان (A) نمای کلی از سنگ آهک‌های خاکستری رنگ قسمت انتهایی سازند چهل کمان. (B) مارن قرمز رنگ که به ضخامت ۹ سانتی متر دیده می‌شود. (C) آهک‌های دولومیتی بخش انتهایی که به شیل‌های خانگیران منتهی می‌گردد.

است و به صورت تک بلور و دارای خاموشی مستقیم تا کمی موجی هستند.

#### رخساره B (دولومادستون)

این زیررخساره حاوی دولومیت ریزبلوردر اندازه ۲۰ تا ۳۰ میکرون در زمینه ماتریکس آهکی است (شکل ۳، D). این رخساره در سطح زمین به صورت کلسی‌لوتایت‌های نازک لایه خاکستری روشن دیده می‌شود.

#### رخساره C (پکستون پلوئیدی)

این رخساره دارای ۴۰٪ پلوئید در اندازه ۰.۲ تا ۰.۳ میلی‌متر است. پلوئیدها دارای جورشدگی خوب و شکل یکنواختی هستند (شکل ۳، B). زمینه به طور کامل از گل آهکی تشکیل شده است. این رخساره در سطح زمین به صورت کلسی‌لوتایت‌های نازک لایه با رنگ خاکستری متمایل به کرم قابل مشاهده است.

#### مجموعه ریز رخساره‌های سنگی

ریز رخساره‌های رسوبی منعکس کننده شرایط حاکم بر محیط رسوبی هستند و به همین دلیل مطالعه آن‌ها در این مقاله منجر به تعیین شرایط پالئواکولوژیکی و پالئوبیوژئوگرافیکی شده است [۱۲].

مطالعه ۲۲ مقطع نازک تهیه شده از رسوبات انتهایی سازند چهل کمان و ۵ نمونه شیلی از قسمت تحتانی سازند خانگیران در مرز این دو سازند و مقایسه رخساره‌های شناسایی شده با رخساره‌های استاندارد ویلسون (۱۹۷۵) و فلوگل [۸] منجر به شناسایی ۴ رخساره کربناته و یک رخساره آواری (شیل) شده است که ویژگی‌های هر یک از آن‌ها به شرح زیر است:

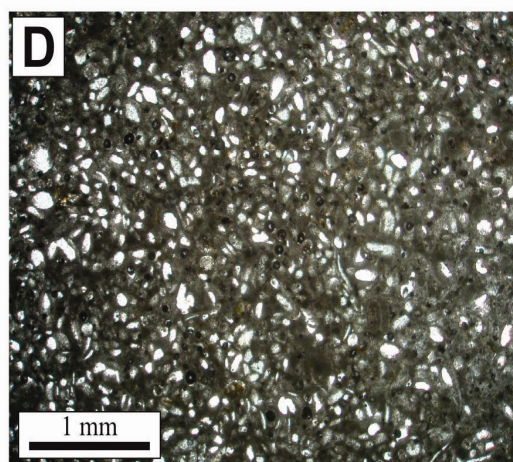
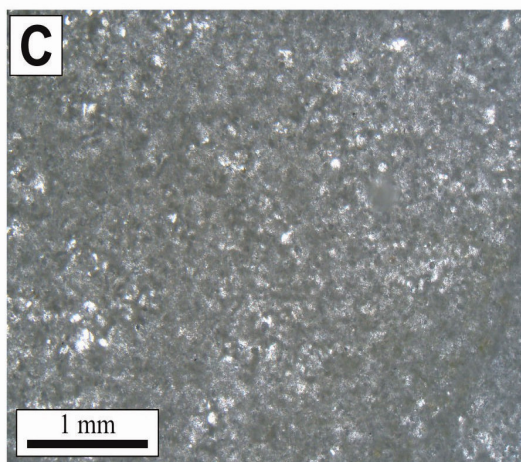
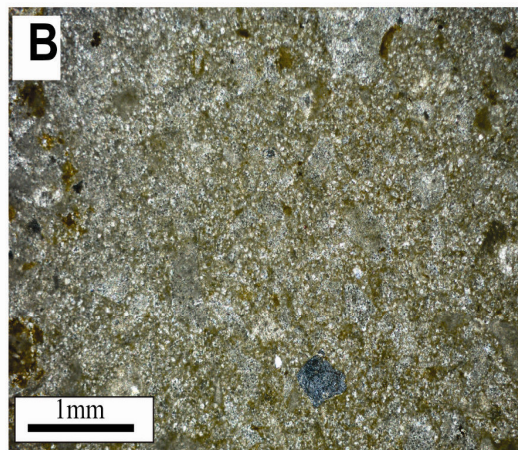
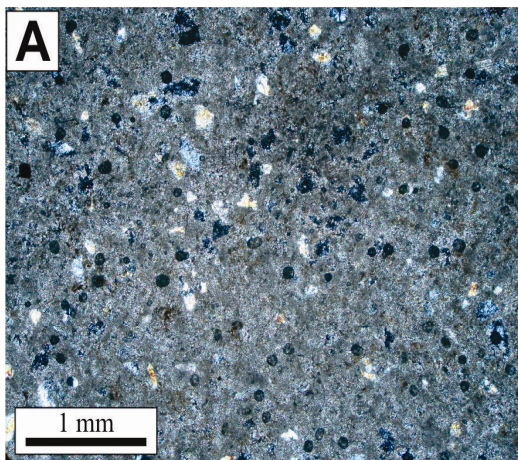
#### رخساره A (مادستون کوارتز دار)

فراوانی دانه‌های کوارتز موجود در این رخساره به حدود ۲۰٪ می‌رسد (شکل ۳، A) که در زمینه گل آهکی پراکندگی دارند. اندازه دانه‌های کوارتز در حد سیلت

رخساره دیده می‌شود. برخی از این حجرات توسط سیلیس پر شده است و بقیه به صورت تخلخل درون دانه‌های باقی مانده‌اند (شکل ۳، C).

### رخساره E شیلی

این رخساره که مربوط به قسمت تحتانی سازند خانگیران می‌باشد از شیل‌های آهکی سبز روشن تا سبز زیتونی تشکیل شده است که حاوی فرامینیفرهای پلانکتون *Globanomalina*، *Chiloguembelina*، *Acarinina*، *Parasobbotina* و *Pseudohastigerina* است. اندازه فرامینفرها حدود  $20\ \mu\text{m}$  و فراوانی آن‌ها ۳۵٪ است. وجود لیتولوژی شیلی بیانگر تشکیل این رخساره در شرایط کاملاً کم انرژی و آرام است. از طرفی حضور فرامینیفرهای پلانکتون مانند *Acarinina*، *Pseudohastigerina*، *wilcoxensis*، *esnaensis* تأیید کننده تشکیل این رخساره در شرایط دریای باز است [۴۰].



شکل ۳. رخساره‌های سنگی شناسایی شده در قسمت فوقانی سازند چهل کمان (A) مادستون کوارتزار، دانه‌های کوارتز زاویه‌دار با خاموشی مستقیم در زمینه گل آهکی. (B) دولومادستون، این رخساره حاوی دولومیت ریزبلوردر اندازه ۲۰ تا ۳۰ میکرون در زمینه گل آهکی می‌باشد. (C) پکستون پلوئیدی، بخش زیادی از مقطع را ذرات غیر اسکلتی پلوئید در زمینه گل آهکی تشکیل داده اند. (D) پکستون ائیدی کوارتزار، ائیدها حالت انحلال داشته و تنها قالب آن‌ها باقی مانده است.

### رخساره D (پکستون ائیدی کوارتزار)

این رخساره از ۳۰٪ ائید با قطر متوسط حدود ۲ میلی‌متر تشکیل شده است. ائیدها حالت انحلالی داشته و تنها قالب آن‌ها باقی مانده است به همین دلیل فابریک آن‌ها قابل شناسایی نیست. این رخساره در صحرا به صورت کالکارنایت‌های الییتی با طبقه‌بندی مورب دیده می‌شود. حفظ شدگی ساختمان داخلی ائیدها نشان دهنده ترکیب کانی‌شناسی پایدار (کلسیت با منیزیم پایین) و از بین رفتن این ساختمان‌ها می‌تواند حاکی از ترکیب ناپایدار (آراگونیت یا کلسیت با منیزیم بالا) آن‌ها باشد. از آنجا که در پالئوژن ترکیب کانی‌شناسی کربنات‌های تشکیل شده آراگونیتی بوده است [۴۵] انحلال ائیدها را می‌توان به ترکیب کانی‌شناسی اولیه ناپایدار آن‌ها نسبت داد [۱۵]. در این رخساره شبکه‌ای از جلبک نیز دیده می‌شود که دارای حجرات مدور تا بیضی شکل است. انحلال ذرات بایوکلاستی به وفور در این

### شرایط رسوبگذاری سازند چهل کمان

بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی سازند چهل کمان، محیط رسوبی این سازند به صورت یک رمپ کربناته هموکلینال با پشته سدی تفسیر شده است که شامل زیر محیط‌های پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته سدی و دریای باز است [۲، ۳۷، ۳۸]. با توجه به رخساره‌های توصیف شده، از آنجا که ورود مقادیر بالای رسوبات سیلیسی آواری نشان دهنده تاثیر آب شیرین در محیط‌های نزدیک به ساحل است [۶ و ۹]، و همچنین وجود مقادیر بالای گل آهکی و پلوئید که حاکی از حضور یک محیط کم انرژی و آرام بوده و عدم حضور اجزاء اسکلتی نیز بیانگر شرایط نامناسب زیستی برای موجودات است [۴، ۴۶، ۴۳] به همراه تفاسیر مربوط به محیط رسوبی این سازند در سایر مطالعات، می‌توان بخش‌های نزدیک به ساحل و لاگونی را برای رسوبات مورد بررسی در این مطالعه در نظر گرفت. همچنین نتایج مطالعات چینه‌نگاری سکانشی انجام شده توسط محبوبی و همکاران [۳۷ و ۳۸] در برش مورد مطالعه بیانگر حضور ۳ سکانس رسوبی رده سوم در این سازند است که رسوبات مورد بررسی در این مطالعه، در سکانس سوم و در بخش انتهایی دسته رخساره سیستم تراکت تراز بالا (HST=Highstand System Tract) قرار دارد (شکل ۴).

### فونای گاستروپودی

در آخرین واحدهای آهکی سازند چهل کمان رخساره A تجمع قابل توجهی از صدف‌های گاستروپود دیده می‌شود که حفظ‌شدگی آن‌ها ضعیف و تماما مربوط به گاستروپودهای Ampullinid هستند. آن‌ها جزء فسیل‌های شناخته شده و معروف در سازندهای پالئوژن تتیس هستند که تاکنون از کشورهای فرانسه، ایتالیا، آلمان، بلغارستان، رومانی، لهستان، ترکیه و همچنین دیگر مناطق شرقی آلپ گزارش شده‌اند [۳]. این گروه از گاستروپودها که دارای ارزش پالئوکولوژیکی و پالئوبیوژئوگرافیکی مهمی در پالئوژن می‌باشند، تاکنون در پالئوژن حوضه رسوبی کپه‌داغ مورد مطالعه قرار نگرفته است و در ایران فقط از رسوبات الیگوسن منطقه اصفهان و سیرجان واقع در ایران مرکزی گزارش شده است [۳۰]. این جنس به دلیل اهمیت خاصی که دارد

توسط افراد مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است [۳۳، ۴۱، ۲۷، ۳۹ و ۵۱]. پارامترهای مورد استفاده در شناسایی این جنس شامل ارتفاع صدف (H)، ماکزیمم عرض یا ماکزیمم قطر صدف (D)، ارتفاع پیچش آخر ( $H_1$ )، ارتفاع دهانه ( $H_d$ )، ماکزیمم قطر پروتوکونک ( $D_p$ )، قطر هسته در پروتوکونک (N) و همچنین تعداد پیچش‌های تلئوکونک است (شکل ۵).

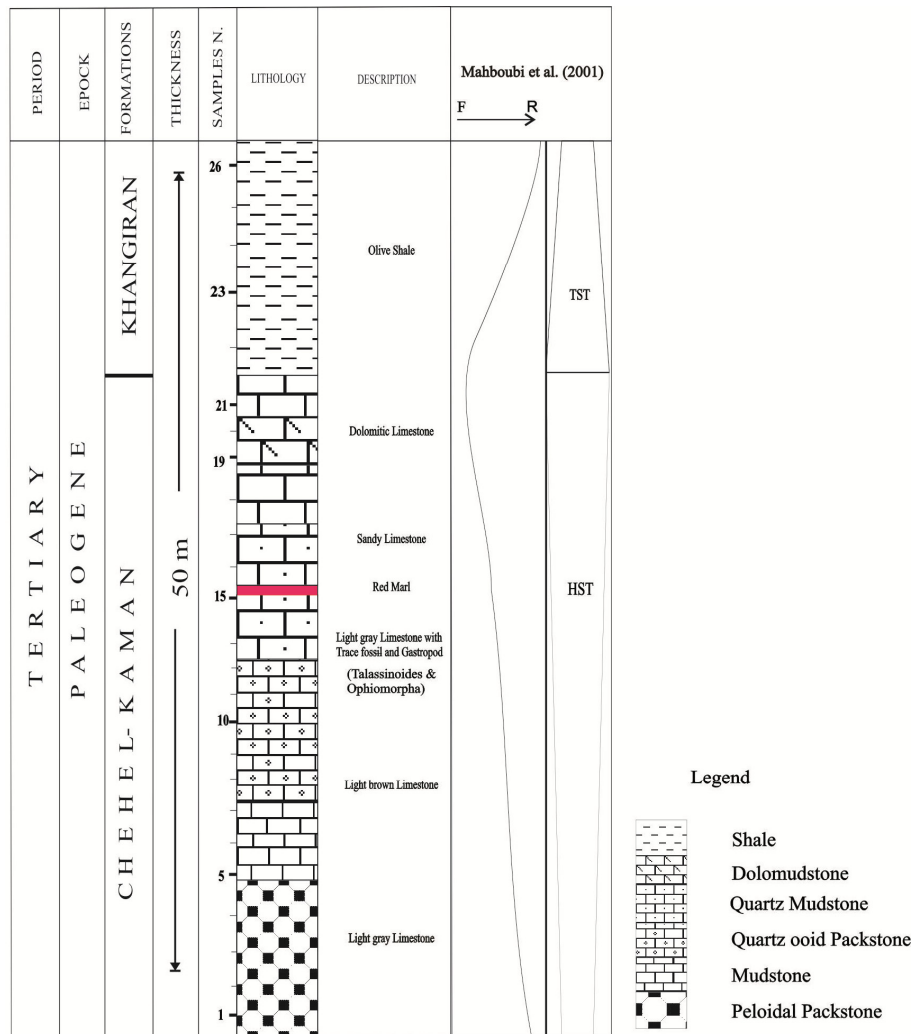
### سیستماتیک

- Class Gastropoda Cuvier, 1797
- Subclass Orthogastropoda Ponder & Lindberg, 1995
- Superordo Caenogastropoda Cox, 1960
- Ordo Architaenioglossa Haller, 1892
- Superfamily Ampullinoidea Cossmann, 1918
- Family Ampullinidae Cossmann, 1918
- Genus *Globularia* Swainson, 1840
- *Globularia* sp

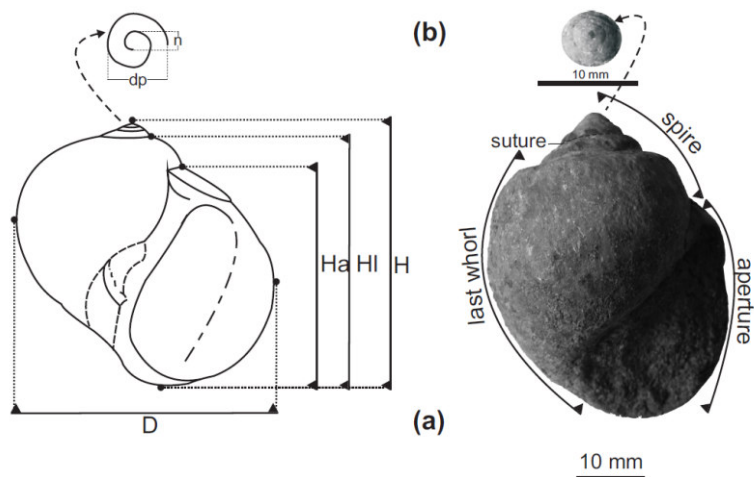
**توصیف:** صدف به شکل حلزونی است که به صورت قالب داخلی بیضوی شکل با پیچ حلزونی کوتاه (Convolute) بدون تزئینات در سطح و در این جنس پیچش نهایی بزرگ بوده بخش اصلی صدف را تشکیل می‌دهد که با پهلوی گردی دیده می‌شود. دهانه در این جنس نسبتا بزرگ و گرد بوده و یا حالت بیضوی دارد، آپکس نامشخص است و پیچ‌های ابتدایی بعد از آپکس بخوبی دیده می‌شوند و خط درز بین آن‌ها عمیق است (شکل ۶). بوم‌شناسی دیرینه و جغرافیای زیستی و دیرینه گاستروپود ذکر شده مطابق زیر می‌باشد.

### بوم‌شناسی دیرینه

گونه‌های زیادی از این جنس از لایه‌های مختلف پالئوژن در قلمرو تتیس گزارش و توصیف شده‌اند [۷]. گاستروپودهای Ampullinid جزء فسیل‌های بنتیک مهم در محیط‌های دریایی کم عمق و محیط‌های دریایی لب شور در طی پالئوژن محسوب می‌شوند. خانواده Ampullinidae و مخصوصا جنس *Globularia* جزء تاکسهای عمومی در ناحیه شلف داخلی است [۳۵]. این گاستروپود بصورت فراوانی در رخساره‌های آهکی، مارنی و ماسه‌سنگی مشاهده می‌شود. این گروه از گاستروپودها نماینده و نشان دهنده محیط‌های آبی لب شور و نسبتا گرم و کم عمق مناطق گرمسیری تا نیمه گرمسیری می‌باشند [۳۰]. این گروه در رخساره‌های مادستون محیط لاگونی دیده می‌شود.



شکل ۴. ستون تغییرات سنگ‌شناسی بخش فوقانی سازند چهل کمان در گذر تدریجی به سازند خانگیران (در محل برش الگو)



شکل ۵. تصویر شماتیکی از پارامترهای مهم در شناسایی جنس *Globularia* (اقتباس با کمی تغییر از [۳۰]).



شکل ۶. گاستروپودهای *Ampullinid* از جنس *Globularia* در آخرین لایه‌های آهکی بخش فوقانی سازند چهل کمان.

#### جغرافیای زیستی دیرینه

این جنس دارای محدوده گسترده‌گی چینه‌شناسی از پالئوسن پسین تا الیگوسن پیشین است (شکل ۷). بنظر می‌رسد *Ampullinid* ها ظاهراً داخل ایالت پالئوبیوژئوگرافی تتیس منشاء گرفته‌اند و بیش‌ترین تنوع گونه‌ای و ثبت زمین‌شناسی آن مربوط به قلمرو تتیس است [۷]. این تاکسا از لایه‌های پالئوژن مناطق متنوعی در داخل و حاشیه ایالت تتیس ثبت و گزارش شده است که شامل آفریقا [۵]، اروپای غربی [۱۰، ۱۳، ۱۷ و ۱۸]، اروپای مرکزی و شرقی [۱۰، ۳۹ و ۴۱]، آسیای مرکزی [۳، ۳۰، ۳۲] و مناطق هیمالیا [۳۱] می‌باشد.

جنس *Globularia* دارای مسیر مهاجرتی از شرق به غرب بوده است که در طی آن افرادی از این جنس از بخش‌هایی از آسیای مرکزی به سمت اروپا مهاجرت کرده‌اند و در این بین حوضه‌ی آناتولی مرکزی ترکیه بر روی مسیر اصلی مهاجرت فونای پالئوسن پسین و ائوسن پیشین قرار گرفته است (شکل ۹) [۳۰]. مسیر خیلی طولانی مهاجرت و پراکندگی سریع لارو گاستروپودها می‌تواند توجیه کننده حضور چینه‌شناسی خیلی زودتر جنس *Globularia* در بخش‌های شرقی تتیس (آسیای مرکزی) باشد، که به سمت بخش‌های شرقی و غربی اروپا

حضور آن را از ائوسن پیشین تا الیگوسن پسین داریم [۳۰]. در نتیجه با توجه به حضور این تاکسا در طی پالئوسن پسین - ائوسن پیشین در حوضه رسوبی کپه‌داغ می‌توان استنباط نمود که حوضه مزبور و به عبارت دیگر دریای توران می‌تواند به عنوان شرقی‌ترین نقطه حضور این تاکسا تلقی گردد. دریایی که گونه‌های *Globularia* در آن حضور داشته‌اند از توران به سمت اروپای شرقی، مرکزی و غربی گسترده شده بوده و در آن محیط‌های متنوعی ایجاد شده است، که مورد دلخواه برای مهاجرت گونه‌های *Globularia* بوده و به این ترتیب توزیع جغرافیایی و چینه‌شناسی *Ampullinid* ها توسط این دریا کنترل گردیده است.

#### اثر فسیل‌های همراه فونای گاستروپودی

با توجه به این که آثار فسیلی از ساخت‌های برج‌ها به شمار می‌آیند، بنابراین می‌توانند از شواهدی باشند که در تفسیر محیط رسوبی گاستروپودهای *Globularia* از آن‌ها استفاده می‌شود [۴۸]. برخی از این آثار فسیلی در سطح زیرین لایه تشکیل شده و برخی عمود بر سطح لایه‌بندی در اثر حفاری موجودات ایجاد می‌شوند. مانند جنس *Ophiomorpha*

آن‌ها در سطح بالایی لایه‌ها به شکل کانال‌های درهم ظاهر می‌شوند. طول این کانال‌ها از ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند و قطرشان تا ۱ سانتی‌متر است. بر اساس مطالعات کرایمز و فری و گولدرینگ [۱۹ و ۲۶] این آثار توسط موجودات، در محیطی با انرژی متوسط تشکیل می‌شوند [۱۹ و ۲۶] و یا ممکن است در محیط‌های جزرومدی و هم‌چنین منطقه زیر خط اثر امواج تشکیل شود [۲۵ و ۱۴]. هم‌چنین بر اساس مطالعات شولتز و هوبارد (۲۰۰۵)، امکان تشکیل این اثر فسیل‌ها در محیط‌های عمیق که جریان‌های آشفته حاکم است نیز وجود دارند. بنابراین چنین استنباط می‌شود که بر اساس رخساره‌های مطالعه شده و هم‌چنین ایکنوفسیل‌های شناسایی شده، محیط تشکیل محیط‌های جزرومدی بوده و احتمالاً شرایط رسوبی ناآرامی در منطقه حاکم بوده و رسوبات تحت تأثیر آن نهشته شده‌اند. این اثرات فسیلی در دسته رخساره‌های لاگون نزدیک به ساحل دیده می‌شود [۴۹].

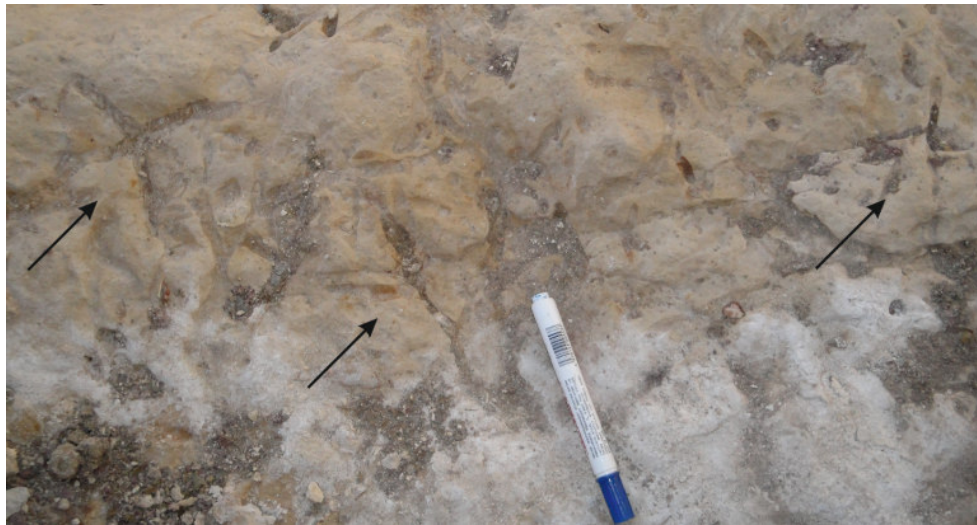
در برش مورد مطالعه که در لایه‌های سنگ‌آهک ماسه‌ای بخش فوقانی سازند چهل‌کمان با ضخامت متغیر از ۵۰ سانتی‌متر تا ۳ متر ایکنوفسیل *Ophiomorpha* حضور دارد (شکل ۷). این آثار حفر تک کانالی، با طول ۴ تا ۷ سانتی‌متر و به قطر ۱ سانتی‌متر می‌تواند از تونل‌های مستقیم تا تونل‌های پرپیچ و خمیده و به هم پیوسته تشکیل شده باشد [۷۴]. که به طور قائم و یا مایل منفرد، سطح لایه‌های آهکی ماسه‌ای را قطع کرده‌اند. اندرسون محیط تشکیل این ایکنوفسیل را در مواردی که بصورت قائم تا مایل باشد محیطی پرانرژی تفسیر نموده است [۸]. با توجه به حضور اثر جنس فوق در قسمت فوقانی سازند چهل‌کمان می‌توان رخساره مربوط به محیط سدی رو به لاگون را برای آن در نظر گرفت.

اثر جنس دیگری از نوع تغذیه‌ای و بنام *Thalassinoides* است که در بخش فوقانی سازند چهل‌کمان و در یکی از لایه‌های آهک ماسه‌ای بصورت فراوانی وجود دارد (شکل ۸). این اثر جنس بصورت Y و T شکل مشاهده می‌شود.



شکل ۷. آثار فسیلی افیومورفا موجود در بخش فوقانی سازند چهل‌کمان.





شکل ۸. آثار فسیلی تالاسینوئیدس موجود در بخش فوقانی سازند چهل کمان، آثار Y شکل در تصویر با فلش نشان داده شده است.



شکل ۹. نقشه جغرافیای دیرینه پالئوسن پسین - ائوسن پیشین، اقتباس با کمی تغییر از [۵۰ و ۳۰]، علامت ستاره موقعیت حوضه رسوبی کپه‌داغ و فلش مسیر مهاجرت و انتقال افراد *Globularia* را از شرق تیس به غرب تیس نشان می‌دهد.

#### نتیجه‌گیری

در این مطالعه بخش فوقانی سازند چهل کمان و بخش تحتانی سازند خانگیران بر مبنای تعیین ریز رخساره‌ها، اثرات فسیلی و فونای گاستروپودی مورد مطالعه قرار

گرفت که بر این اساس ۴ ریز رخساره سنگی A، B، C و D تشخیص داده شد که نشان‌دهنده تبدیل قسمت‌های کم عمق (پهنه جزرومدی و لاگون) به محیط دریایی باز است. اثر فسیل‌های شناسایی شده در این رسوبات شامل

- [5] Adegoke, O.S (1977) Stratigraphy and paleontology of the Ewekoro Formation (Paleocene) of southwestern Nigeria. *Bulletins of American Paleontology* 71, 5–291.
- [6] Alsharhan, A.S., Kendall, C.G.St.C (2003) Holocene coastal carbonates and evaporites of the southern Arabian Gulf and their ancient analogues: *Earth-Science Reviews*, 61 .191–243.
- [7] Amitrov, O.V (1994) Changes in composition of the Gastropods in the western Eurasian seas at the Eocene–Oligocene Boundary. *Paleontological Journal* 28, 19–30.
- [8] Anerson, B. G (1994) A new approach to utilizing geometric configurations of *Ophiomorpha nodosa* in facies analyses: An example from the Eocene Torrey Sandstone, southern California. *G.S.A. Cordilleran Section Guidebook, TRIP 3*. 60-63
- [9] Bachmann, M., Hirsch, F (2006) Lower Cretaceous carbonate platform of the eastern Levant (Galilee and the Golan Heights): stratigraphy and second-order sea-level change., *Cretaceous Research*. 27, 487- 512.
- [10] Bayan, F (1873) Notes sur quelques fossiles tertiaires. Savy, Paris. BELLARDI, L. 1852. Catalogue raisonne des fossiles nummulitiques du comte de Nice. *Memoires de la Societe geologique de France* 2, 205–300.
- [11] Berberian, M., King, G.C.P (1981) Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science* 18, 210–265.
- [12] Boussac, J (1911) Etudes paleontologiques sur le Nummulitique Alpin. Paris.
- [13] Brigantini, T (1985) Cypreidi, Naticidi, e Olividi (Gasteropodi) del Cenozoico Nell'Italia Nordorientale. *Memorie di Scienze Geologiche* 37, 407–422.
- [14] Bromly, R.G (1990) Trace fossils: Biology and Taphonomy. Unwin Hyman, Boston. 280 p.
- [15] Cantrell, D. L (2006) Cortical fabrics of Upper Jurassic ooids, Arab Formation, Saudi Arabia: Implications for original carbonate mineralogy *Sedimentary Geology*, 186, p. 157–170.
- [16] Colombie, C., and Strasser A (2005) Facies, cycles, and controls on the evolution of a keep-up carbonate platform (Kimmeridgian, Swiss Jura): *Sedimentology*, 52, 1207–1227
- [17] Cossmann, M (1889) Catalogue illustre des coquilles fossiles de l'Eocene des environs de Paris. *Annales Societe royale Malacologique de Belgique* 24, 7–385.
- [18] Cossmann, M. and Pissarro, G (1911) *Iconographie complete des coquilles fossiles*

افیومورفا و تالاسینوئیدس می‌باشند که در رسوبات حاوی رخساره‌های کم عمق (جزر و مدی و لاگونی) تشکیل شده‌اند.

در این مطالعه گاستروپوئیدهای Ampullinid از جنس *Globularia* برای اولین بار از حوضه رسوبی کپه‌داغ گزارش شده است. این جنس در رخساره‌های لاگونی شناسایی شده و جغرافیای زیستی دیرینه آن نشان دهنده تعلق حوضه کپه‌داغ به قلمرو تتیس می‌باشد. حضور این جنس در بخش فوقانی سازند چهل‌کمان (پالتوسن پسین- ائوسن پیشین) در حوضه رسوبی کپه‌داغ و ظهور آن در لایه‌های به سن بعد از ائوسن پیشین در اروپا، نشان‌دهنده مسیر مهاجرت جنس مزبور از شرق به غرب بوده که می‌توان حوضه توران را شرقی‌ترین نقطه حضور این تاکسا در نظر گرفت که در طی آن حوضه آناطولی ترکیه نیز در وسط این مسیر قرار گرفته است.

#### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از داوران این نوشتار به جهت ارائه نظرات سازنده ابراز می‌دارند. هم‌چنین از مدیریت گروه زمین‌شناسی دانشگاه‌های ارومیه و فردوسی مشهد به دلیل ایجاد زمینه و بستر لازم جهت انجام تحقیقات مناسب کمال تشکر و سپاس را دارند.

#### منابع

- [۱] افشار حرب، ع (۱۳۷۳) زمین‌شناسی کپه‌داغ. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، شماره ۱۱، ۲۷۶ صفحه.
- [۲] حیدری، ا (۱۳۸۶) بررسی چینه‌نگاری سکانشی سازندهای پسته‌لیق و چهل‌کمان در ناودیس شیخ کپه‌داغ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۹۱ صفحه.
- [3] Abich, H (1882) *Geologische Forschungen in den Kaukasuslandern. II. Geologie des Armenischen Hochlandes. I. Westhalfe. A. Holder, Wien.*
- [4] Adachi, N., Ezaki, Y. and Liu, J (2004) The origins of peloids immediately after the end-permian extinction, Guizhou Province, South China: *Sedimentary Geology*, 164, p. 161-178.

- Geologo-Razvedocinovo Obeinenia SSSR. Leningrad- Moscova.
- [33] Karagiuleva, J.D (1964) Les Fossiles de Bulgarie Paleogene Mollusca. Academie des Sciences de Bulgarie, p. 270.
- [34] Kranz, W (1910) Das Tertiär zwischen Castelgomberto Montecho Moggiore Creazzo und Montevia in Vicentin. Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie 29, 180–268.
- [35] Kaunhowen, F (1898) Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. *Palaeontologische Abhandlungen* (neue Folge), 4 (1): 1-132.
- [36] MacEachern, J.A, Bann, K.L. Pemberton S.G. and Gingras, M.K (2007) The ichnofacies paradigm: High-resolution paleoenvironmental interpretation of the rock record. In: McIlroy, D. (ed.), *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*, Geological Society, London, Special Publication, v 228, p. 179-212.
- [37] Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Lasemi, Y. and Brenner, R.L (2001) Sequence stratigraphy and sea level history of the upper Paleocene strata in the Kopet-Dagh basin, northeastern Iran, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 85, p. 839-895.
- [38] Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Brenner, R.L. and Gonzalez, L.A (2002) Diagenetic history of the Late Paleocene potential carbonate reservoir rocks, Kopet- Dagh Basin, NE Iran. *Petroleum Geology*, 25, 465-484.
- [39] Meszaros, N (1957) Fauna de moluste a depositelor palaeogene din nordvestul Transilvaniei, București.
- [40] Miller, K.G. and Snyder, Liu, Ch., Browning, J., Olsson, K (1997) Upper Cretaceous to Miocene planktonic foraminifera biostratigraphy, Scientific results, Proc, ODP, Vol.150 X,
- [41] Moiescu, V (1972) Mollusques et Echinides Stampiens et Egeriens de la Region de Cluj-Huedin-Romanași (Nord-Ouest de la Transylvanie). *Institut Geologie*, p. 152.
- [42] Okan, Y. and Hoşgör, İ (2008) The Ampullinid Gastropod *Globularia* (Swainson 1840) from the Late Thanetian-Early Ilerdian of Kirkkavak Formation (Polatlı-Ankara) of the Tethyan Realm. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 785-801.
- [43] Palma, R., López-Gómez, J. and Piethé, R (2007) Oxfordian ramp system (La Manga Formation) in the Bardas Blancas area (Mendoza Province) Neuquén Basin, Argentina: Facies and depositional sequences *Sedimentary Geology*, 195, p. 113–134.
- [44] Popescu-Voitești, I (1910) Contributions a l'Etude Stratigraphique du Nummulitique de la Depression Getique (Roumanie de l'Eocene des environs de Paris. Hermann, Paris.
- [19] Crimes, T.P (1977) Trace fossils of an Eocene deep sea fan, northern Spain. In: Crimes, T. P., Harper, J. C. (Eds.), *Trace fossils 2: Geological Journal, Special Issue 9*, Seel House Press, p. 71-90.
- [20] Dickson, J.A.D (1966) Carbonate identification and genesis as revealed by staining: *Sedimentary Petrology*. 36, 441-505.
- [21] Dunham, R.M (1962) Classification of Carbonate Rock according to Deposition Texture: AAPG Memoir 1, 108- 121.
- [22] Eames, F.E (1952) A contribution to the study of the Eocene in western Pakistan and western India C. The description of the Scaphopoda and Gastropoda from Standard sections in the Rakhi Nala and Zinda Pir areas of the western Punjab and in the Kohat district. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences* 236, 1–168.
- [23] Flugel, E (2010) *Microfacies of Carbonate Rocks- Analysis Interpretation and Application*: Springer- Verlag Berlin, 967 pp.
- [24] Frey, R. W., Howard, J. D., and Pryor, W. A (1978) Ophiomorpha: its morphologic taxonomic and environmental significance. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 23: 199-229
- [25] Frey, R.W., Pemberton, S. G. and Saunders, T. D. A (1990) Ichnofacies and bathymetry: a passive relationship: *Journal of Paleontology*, 64, 155-158.
- [26] Frey, R. W. and Goldring, R (1992) Marine events beds and reconlonization surfaces are revealed by trace fossil analysis: *Geological Magazine*, 129, 325-335.
- [27] Furon, R. & Soyer, R (1947) *Catalogue des fossiles tertiaires du Bassin de Paris*. Paris.
- [28] Gocev, P (1933) Paleontologische und stratigraphische Untersuchungen über das Eocan von Varna. *Zeitschrift der Bulgarischen Geologischen Gesellschaft* 5, 1–82.
- [29] Grabau, A.W (1904) On the classification of sedimentary rocks. *American Geologists*, 33, p. 228-247.
- [30] Harzhauser, M (2004) Oligocene Gastropod Faunas of the Eastern Mediterranean (Mesohellenic Trough/Greece and Esfahan-Sirjan Basin/Central Iran. *Courier Forschungsinst Senckenberg* 248, 93–181.
- [31] Iqbal, M.W.A (1973) Biostratigraphy of the Tiyon Formation (Middle Eocene) of Sind, Pakistan. *Records of the Geological Survey of Pakistan* 22, 1–40.
- [32] Isaeva, A.I (1933) Fauna Gastropoda ahaltihskovo eocena in Trudi Bsesoiuznovo

- Occidentale). Theses, la Faculte des Sciences de Paris.
- [45] Sandberg, P.A (1983) An oscillating trend in Phanerozoic non-skeletal carbonate mineralogy, *Nature*, 305, p. 19–22.
- [46] Sandullia, R., and Raspinib, A (2004) Regional to global correlation of lower Cretaceous (Hauterivian- Barremian) shallow-water carbonates of the southern Sedimentary Geology, 165, 117-153.
- [47] Seilacher, A (1981) Towards an evolutionary stratigraphy. *Acta Geologica Hispanica*, 16: 39-44.
- [48] Seilacher, A (2007) *Trace Fossil Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 226 pp.
- [49] Shultz, M.R., Hubbard, S.M (2005) Sedimentology, stratigraphic architecture, and ichnology of gravity-flow deposits partially ponded in a growth-fault-controlled slope minibasin, Tres Pasos Formation (Cretaceous), southern Chile. *Journal of Sedimentary Research*, 75, 440-453.
- [50] Smith, A., & Funnell, B (1994) *Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines*. Cambridge University Press, 1–99.
- [51] Vlaicu-Ttrim, N (1963) *Stratigrafia Eocenului din Regiunea de la Sud- Vest de Cluj*. Editura Academiei Republicii Populare Romine.
- [52] Wrigley, A (1946) English Eocene and Oligocene Ampullinids. *London*, 88–104.
- [53] Zepeda, M. A (1998) Planktonic foraminiferal diversity, equitability and biostratigraphy of the uppermost Campanian-Maastrichtian; ODP Leg 122, Hole 762, Exmouth Plateau, NW Australia, eastern Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 19: 117-152.