

روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان در برش‌های طاهرآباد و اشلیبر (خاور حوضه رسوبی کپه‌داق): محدودیت‌ها و کاربردهای آن‌ها در مطالعات زیست‌چینه‌ای

سهیل همتی^۱، عباس قادری^{۲*}، علیرضا عاشوری^۳، مرتضی طاهرپور خلیل‌آباد^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

*پست الکترونیک: aghaderi@um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۶

چکیده

به منظور انجام مطالعات ریز دیرینه‌شناسی بر روی سازند تیرگان، دو برش چینه‌شناسی از این سازند در باختر روستای طاهرآباد و نیز در تاق‌دیس اشلیبر، در خاور حوضه رسوبی کپه‌داق انتخاب و نمونه‌برداری شده‌اند. سازند تیرگان در این برش‌های چینه‌شناسی عمدتاً متشکل از سنگ آهک‌های حاوی روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی فراوان همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل‌های آهکی می‌باشد. سازند تیرگان در برش‌های طاهرآباد و تاق‌دیس اشلیبر با گذر پیوسته و هم‌شیب، به ترتیب با سازند شوربچه در زیر و سازند سرچشمه در بالا دربر گرفته شده است. مطالعات ریز دیرینه‌شناسی انجام شده بر روی این سازند در برش طاهرآباد به شناسایی ۱۷ جنس و ۲۱ گونه از روزن‌داران کفزی و ۱۶ جنس و ۲۰ گونه از جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان و همچنین در برش تاق‌دیس اشلیبر به شناسایی ۱۷ جنس و ۱۹ گونه از روزن‌داران کفزی و ۱۲ جنس و ۱۶ گونه از جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان منجر شده است. بر این اساس سه بیوزون *Kopetdagaria* و *Balkhanian balkhanica* subzone، *Palorbitolina lenticularis* Range zone و *sphaerica* subzone در برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر معرفی شده‌اند که مؤید زمان بارمین پسین - آپتین پیشین می‌باشند. در شرایط نبود یا کمبود فونای اوربیتولینیدی مناسب و شاخص، بایوزون‌های فوق کارکرد خوبی در تعیین سن طبقات سازند تیرگان و تعیین مرزهای زمانی پیرامون آن به‌ویژه در کپه‌داق خاوری دارند.

واژه‌های کلیدی: سازند تیرگان؛ طاهرآباد؛ تاق‌دیس اشلیبر؛ روزن‌داران کفزی؛ جلبک‌های آهکی؛ کپه‌داق.

مقدمه

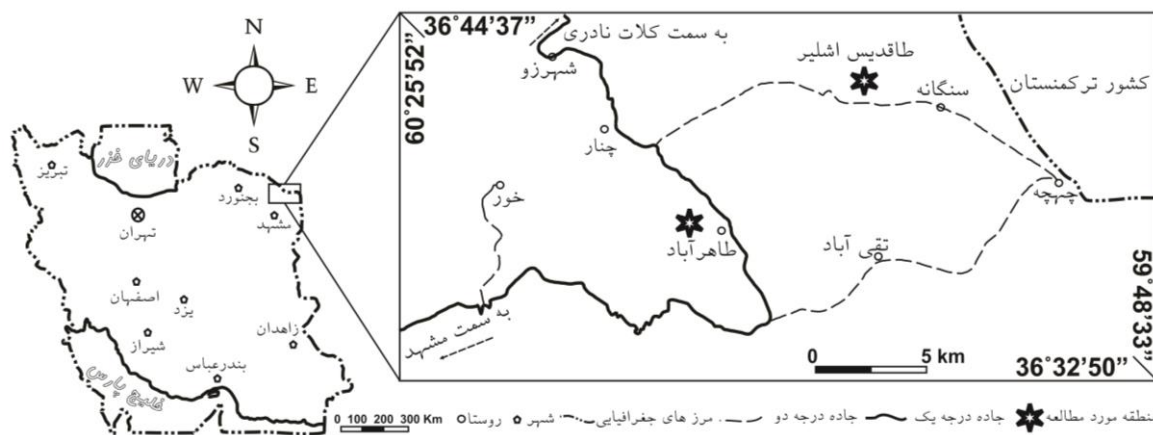
کپه‌داق نوشته شده است)، مدنظر این پژوهش قرار گرفته است. سازند تیرگان یکی از واحدهای کربناته این حوضه ساختاری - رسوبی است که با گذر نسبتاً تدریجی بر روی نهشته‌های سرخ‌رنگ آواری سازند شوربچه قرار گرفته و

مطالعه توالی‌های رسوبی سازند تیرگان به عنوان یکی از واحدهای چینه‌شناسی چهره‌ساز، ستبرالایه و مهم حوضه کپه‌داق (کپه‌داق واژه‌ای با ریشه ترکی و به معنای کوه‌های تپه مانند است که در ادبیات زمین‌شناسی ایران به غلط

نظیر اووئیدهاست. جایگاه سنی توالی‌های سازند تیرگان موضوع بحث مقالات متعددی بوده است (به عنوان مثال: Rahaghi, 1976؛ Kalantari, 1969؛ محقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ خدادادی و هادوی، ۱۳۹۱؛ Taherpour et al., 2010, 2013؛ همتی و همکاران، ۱۳۹۴) و در هر یک از این مطالعات تقریباً سن متفاوتی برای این سازند ارائه شده است. این امر سبب شده تا علاوه بر مواجهه با داده‌های متنوع، پیچیدگی‌های چینه نگاری زیستی و زمانی این سازند نیز افزایش یابد. هدف پژوهش حاضر معرفی این مشکلات و تلاش برای ارائه راهکار مناسبی برای تعیین سن این توالی‌ها حداقل در بخش خاوری کپه‌داق است. بر این اساس، محتوای روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان در سوی خاوری این حوضه مورد ارزیابی قرار گرفته و علاوه بر مقایسه آن با دیگر مطالعات مرتبط انجام شده در این حوضه و حوضه‌های مجاور، ابزار فسیل‌شناسی جدیدتری برای امر بایوزوناسیون در کپه‌داق خاوری آزموده شده است. در این راستا، دو برش چینه‌شناسی در باختر روستای طاهرآباد و تاقدیس اشلیر، به ترتیب در فاصله تقریبی ۷۵ و ۹۵ کیلومتری شمال خاور مشهد انتخاب و مورد اندازه‌گیری و نمونه‌برداری قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

خود به صورت تدریجی و هم‌شیب با نهشته‌های شیلی دریایی سازند سرچشمه پوشیده می‌شود. این سازند با داشتن توالی‌هایی متعلق به زمان کرتاسه پیشین، به‌عنوان یکی از سنگ مخزن‌های احتمالی هیدروکربورهای حوضه کپه‌داق نیز شناخته شده و از این حیث به‌عنوان یکی از واحدهای رسوبی مهم و ارزشمند در شمال خاور ایران محسوب می‌شود (افشار حرب، ۱۳۷۳).

نام سازند تیرگان از نام روستای تیرگان، واقع در ۹۱ کیلومتری جنوب خاور درگز گرفته شده و محل برش الگوی این سازند در فاصله ۵ کیلومتری غرب روستای تیرگان واقع شده است. ضخامت سازند تیرگان در برش الگو ۷۷۸ متر و بیشترین گسترش سطحی آن در کوه تیرگان است که به سوی خاور و جنوب خاوری از ضخامت این سازند کاسته می‌شود، به طوری که در برش شوراب دارای کمترین ستبرای (حدود ۲۰ متر) می‌باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳). به دلیل عدم امکان دسترسی مناسب به برش الگو در کوه تیرگان، برش مرجعی در جنوب خاوری روستای جوزک توسط افشارحرب (۱۳۷۳) تعیین گردیده که ضخامت سازند تیرگان در آن ۳۱۵ متر می‌باشد. از مشخصه‌ها و ویژگی‌های بارز این سازند در سرتاسر پهنه ساختاری - رسوبی کپه‌داق، وجود سنگ آهک‌های حاوی روزن‌داران اوریتولینید فراوان و آلوکم‌های غیراسکلتی



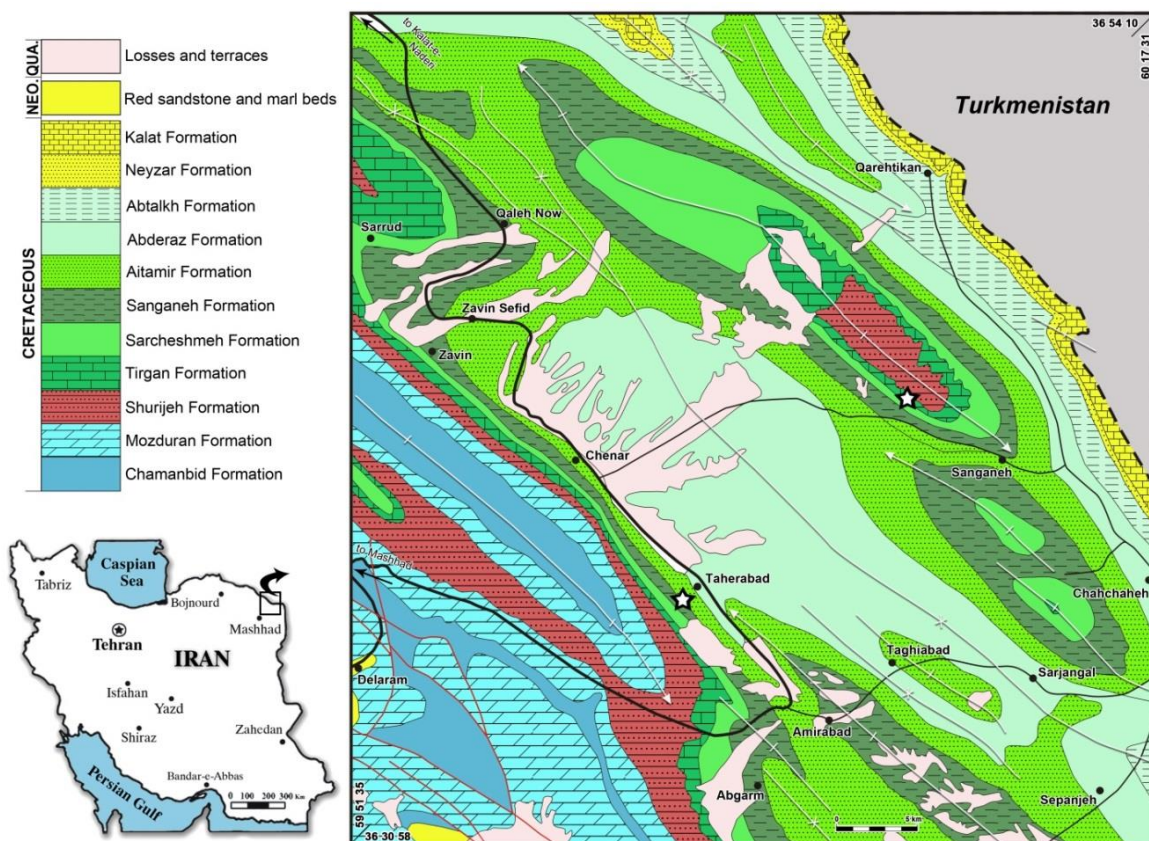
روش مطالعه

به منظور انجام مطالعات چینه‌شناسی و ریزدیرینه‌شناسی در توالی‌های سنگی سازند تیرگان، نمونه‌برداری سیستماتیک دقیقی بر روی دو برش چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر صورت گرفت. این نمونه‌برداری در فواصل مشخص و با توجه به تغییرات سنگ‌شناسی و رخساره‌ای انجام و در نهایت تعداد ۴۰ نمونه سنگی از برش طاهرآباد و ۶۰ نمونه سنگی از برش اشلیبر برداشت شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه آماده‌سازی فسیل دانشگاه فردوسی مشهد، بیش از ۱۵۰ مقطع نازک در جهات مختلف تهیه و محتوای فسیلی آن مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفت. مطالعه و شناسایی روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی موجود در مقاطع نازک تهیه شده عمدتاً بر اساس منابعی همچون Vanneau & Silva, (1987) Granier & Michaud (1995) Bachmann & Bucur & Sasaran, (2005) Herisch (2006) Husinec & Sokac, (2006)

(2009) Husinec *et al.*, (2008) Hosseini & Conrad Schroeder *et al.*, (2010) Ivanova & Kolodziej (2010), Taherpour Khalil Abad *et al.*, (2010) Rami *et al.*, (2011, 2013) Bucur *et al.*, (2013) Carevic *et al.*, (2012) Granier, (2013) و (2013) Grainer *et al.* (2014) بوده است.

چینه‌شناسی عمومی برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه

دو برش چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر که مدنظر این پژوهش بوده‌اند، از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی به ترتیب در ریال‌های جنوبی و شمالی ناودیس مرکب بزرگی قرار گرفته‌اند که در جنوب منطبق بر ریال شمالی تاقدیس شمال خور و در شمال منطبق بر ریال جنوبی تاقدیس اشلیبر است (شکل ۲). هر یک از این واحدهای چینه‌شناسی به شرح زیر هستند:

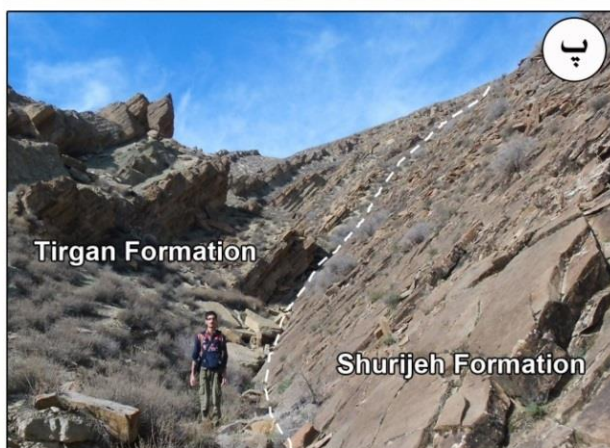
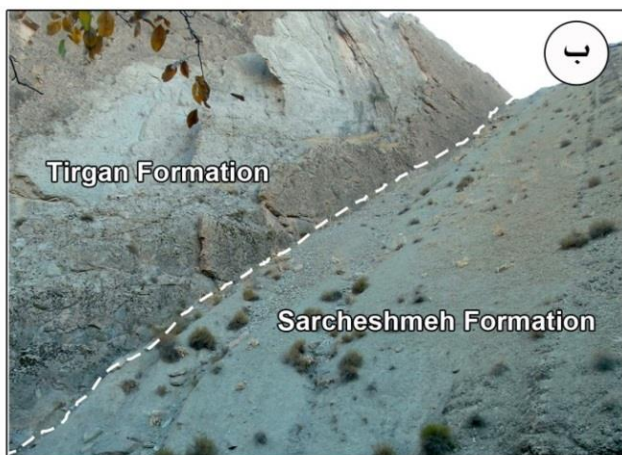


شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه؛ برگرفته از چهارگوش زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ مشهد (Aghanabati, 1986) و چهارگوش زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ سرخس (Afshar-Harb, 1982) مکان و موقعیت برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر با علامت ستاره مشخص گردیده است.

برش چینه‌شناسی طاهرآباد

این برش چینه‌شناسی در باختر روستای طاهرآباد، واقع در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال خاور مشهد، با مختصات جغرافیایی قاعده برش "۳۶°۳۶'۵۶/۸۵" عرض شمالی و "۶۰°۰۲'۵۵/۰۳" طول خاوری می‌باشد (شکل ۱). ضخامت برداشت شده این برش ۹۵ متر بوده که از این میان ۱۹/۷۰

متر متعلق به سازند شوریه، ۷۰/۴۰ متر متعلق به سازند تیرگان و ۳/۶۰ متر متعلق به سازند سرچشمه می‌باشد. سازند تیرگان در برش طاهرآباد با گذر تدریجی و هم‌شیب بر روی سازند شوریه قرار گرفته و خود توسط سازند سرچشمه به صورت پیوسته و هم‌شیب پوشیده می‌شود (شکل ۳ الف - ب).



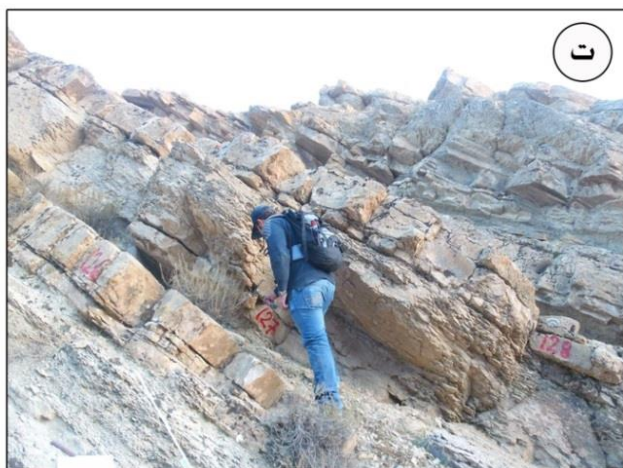
شکل ۳: الف) حد بالایی سازند تیرگان و سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی طاهرآباد (دید به سمت باختر); ب) حد پایینی سازند تیرگان با سازند شوریه در برش چینه‌شناسی طاهرآباد که با تبدیل ماسه سنگ به شیل و سپس سنگ آهک، روندی نسبتاً تدریجی دارد (دید به سمت باختر); پ) حد بالایی سازند تیرگان و سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی اشلیر (دید به سمت خاور); ت) حد پایینی سازند تیرگان با سازند شوریه در برش چینه‌شناسی اشلیر که کاملاً واضح و ناگهانی است (دید به سمت خاور).

تیرگان، از ویژگی‌های خاص برش طاهرآباد است (شکل ۴ الف - ب). توالی سنگ‌شناسی سازند تیرگان در برش طاهرآباد در جدول ۱ نشان داده شده است. از مهم‌ترین جنس‌ها و گونه‌های روزن‌داران کف‌زی شناسایی شده در برش طاهرآباد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (پلیت‌های ۱ و ۲):

فراوانی ساختمان‌های رسوبی همچون طبقه‌بندی مورب، ریپل مارک و ساختمان‌های شیاری در بخش‌های بالایی سازند شوریه، روند کاملاً تدریجی تبدیل این سازند به سازند تیرگان با تغییر آرام سنگ‌شناسی از ماسه‌سنگ به شیل و سنگ آهک، وجود سنگ آهک‌های لوماشلی در قاعده سازند تیرگان و محتوای شیلی نسبتاً زیاد سازند

Nautiloculina oolithica, *Neotrocholina aptiensis*,
Orbitolinids, *Palorbitolina lenticularis*,
Quinqueloculina sp., *Rumanoloculina robusta*,
Rumanoloculina cf. *pseudominima*, *Rumano-*
loculina sp., *Torinosuella peneropliformis*,
Vercorsella scarsellai.

Andersenolina alpina, *Balkhania balkhanica*,
Charentia cuvillieri, *Comaliamma* sp.,
Dictyoconus sp., *Haplophragmoides joukowskyi*,
Haplophragmoides sp., *Istriloculina eliptica*,
Istriloculina sp., *Lenticulina* sp., *Mayncina*
bulgarica, *Melathrokerion valserinensis*,



شکل ۴: الف) سنگ آهک لوماشلی غنی از پوسته دوکفه‌ایهای در سنگ آهکهای ابتدایی سازند تیرگان در برش طاهرآباد؛ ب) سنگ آهک‌های زیست آواری ضخیم لایه در نیمه بالایی سازند تیرگان در برش اشلیبر (دید به سمت جنوب خاور)؛ پ) تناوب لایه‌های سنگ آهکی میکرایتی و نازک لایه با میان لایه‌های شیلی در بخش میانی سازند تیرگان در برش طاهرآباد که تفاوت مقاومت آن‌ها در مقابل فرسایش منجر به سیمای خاصی و منحصر به فردی در لایه‌های سازند تیرگان در این منطقه شده است (دید به سمت جنوب خاور). ت) تناوب سنگ آهک و شیل‌های خاکستری رنگ در نیمه پایینی برش اشلیبر (دید به سمت جنوب خاور).

جدول ۱: توالی سنگ شناسی سازند تیرگان در برش طاهرآباد

ضخامت	رنگ	سنگ شناسی	جایگاه
۲۷/۵۰ متر	خاکستری روشن تا تیره	سنگ آهک نازک تا متوسط لایه همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک نودولار و شیل (جدیدترین بخش)	۵
۸/۲۰ متر	خاکستری روشن تا تیره	شیل با میان لایه‌هایی از سنگ آهک نودولار	۴
۱۴/۲۵ متر	خاکستری روشن تا تیره، سبز تیره	سنگ آهک نازک لایه همراه با میان لایه‌هایی از شیل و سنگ آهک‌های نودولار همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک دولومیتی و شیل	۳
۶/۳۰ متر	خاکستری تیره	سنگ آهک ضخیم لایه	۲
۱۴/۱۵ متر	خاکستری تیره تا روشن، قهوه‌ای، سبز زیتونی و ارغوانی	ماسه سنگ‌های دارای طبقه‌بندی مورب و ریپل مارک همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک حاوی دوکفه‌ای فراوان و شیل (قدیمی‌ترین بخش)	۱

متر ابتدایی آن متعلق به سازند شوربچه، ۹۵/۶ متر آن مربوط به سازند تیرگان و ۲/۴۰ متر بالایی آن نیز به سازند سرچشمه تعلق دارد. همچون برش طاهرآباد، طبقه‌بندی‌های مورب و ریپل مارک‌ها مهم‌ترین ساختمان‌های رسوبی موجود در ماسه سنگ‌های بخش بالایی سازند شوربچه در برش تاقدیس اشلیر هستند. علاوه بر این، در برش فوق سنگ آهک‌های لوماشلی غنی از دوکفه‌ای‌ها، اثر فسیل‌های نسبتاً فراوان و همچنین محتوای شیلی زیاد نیز دیده می‌شود (شکل ۴ پ - ت). از مهم‌ترین روزن‌داران کفزی شناسایی شده در برش اشلیر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (پلیت‌های ۳ و ۴):

Andersenolina alpina, *Balkhania balkhanica*, *Charentia cuvillieri*, *Dictyoconus* sp., *Haplophragmoides joukowskyi*, *Istriloculina eliptica*, *Istriloculina* sp., *Lenticulina* sp., *Mayncina bulgarica*, *Melathrokerion valserinensis*, *Nautiloculina oolithica*, *Neotrocholina aptiensis*, *Novallesia cf. producta*, Orbitolinids, *Palorbitolina lenticularis*, *Quinqueloculina* sp., *Rumanoloculina robusta*, *Torinosuella peneropliformis*, *Vercosella arenata*, *Vercorsella scarsellai*.

همچنین از مهم‌ترین جنس‌ها و گونه‌های جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان شناسایی شده در برش مورد مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

مهم‌ترین جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان شناسایی شده در برش طاهرآباد نیز عبارت‌اند از:

Acicularia sp., *Arabicodium* sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Cayeuxia* sp., *Carpathoporella* sp., *Coptocompylodon* sp., *Deloffrella* sp., *Deloffrella quercifoliipora*, *Girvanella* sp., *Halimedaceae*, *Holosporella* sp., *Kopetdagaria sphaerica*, *Marinella lugeoni*, *Montiella? elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*, *Terquemella* sp.

محتوای فسیلی فوق، سن بارمین پسین - آپتین پیشین را برای سازند تیرگان در برش طاهرآباد پیشنهاد می‌نماید (شکل ۵).

برش چینه‌شناسی اشلیر

این برش چینه‌شناسی در یال جنوبی تاقدیس اشلیر و شمال باختر روستای سنگانه، در ۹۵ کیلومتری شمال خاور مشهد واقع شده و مختصات جغرافیایی قاعده آن ۵۷/۲۲" ۴۲' ۳۶° عرض شمالی و ۴۲/۹۹" ۱۱' ۰۶° طول خاوری می‌باشد (شکل ۱). مرز پایینی سازند تیرگان با سازند شوربچه در این برش چینه‌شناسی، برخلاف برش طاهرآباد به صورت هم‌شیب، اما ناگهانی و مشخص است در حالی که حد بالایی آن با سازند سرچشمه پیوسته و هم‌شیب می‌باشد (شکل ۳ پ - ت). این برش ۱۰۰ متر ستبراً دارد (جدول ۲) که ۲

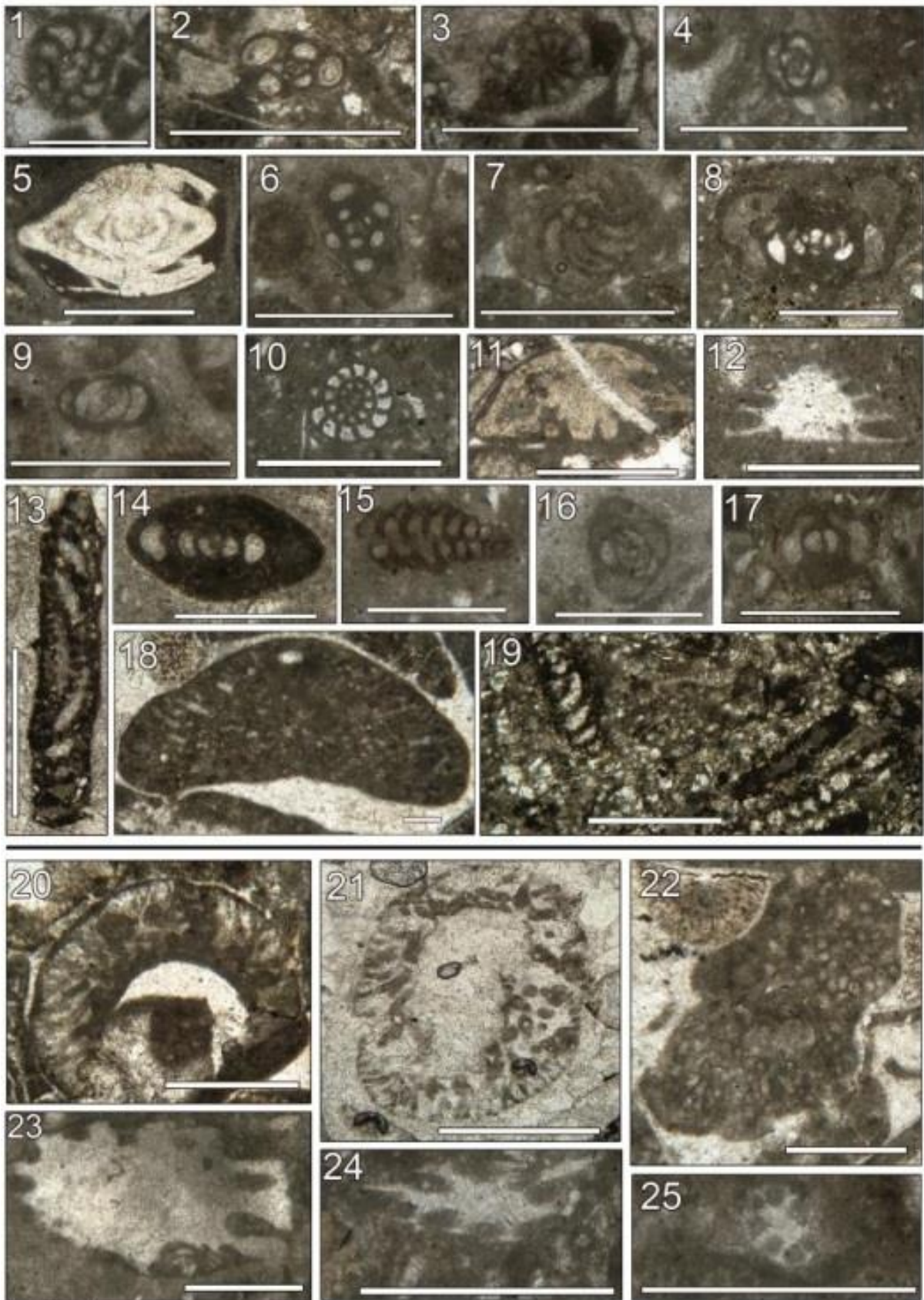


Plate 1: Benthic foraminifera and calcareous algae from the Tigran Formation in Taher-Abad section (Scale bar is 500 μ); 1. *Mayncina bulgarica*; 2. *Rumanoloculina* sp.; 3. *Haplophragmoides* sp.; 4, 16. *Quinqueloculina* sp.; 5. *Lenticulina* sp.; 6. *Rumanoloculina* cf. *pseudominima*; 7. *Torinosuella peneropliformis*; 8. *Melathrokerion valserinensis*; 9. *Istriloculina elliptica*; 10, 14. *Nautiloculina oolithica*; 11. *Neotrocholina aptiensis*; 12. *Andersenolina alpine*; 13, 19. *Balkhania balkhanica*; 15. *Vercorsella scarsellai*; 17. *Charentia cuvillieri*; 18. *Palorbitolina lenticularis*; 20. *Boueina* sp.; 21. *Arabicodium* sp.; 22. *Cayeuxia* sp.; 23. *Carpathoporella* sp.; 24. *Coptocampylodon* sp.; 25. *Acicularia* sp.

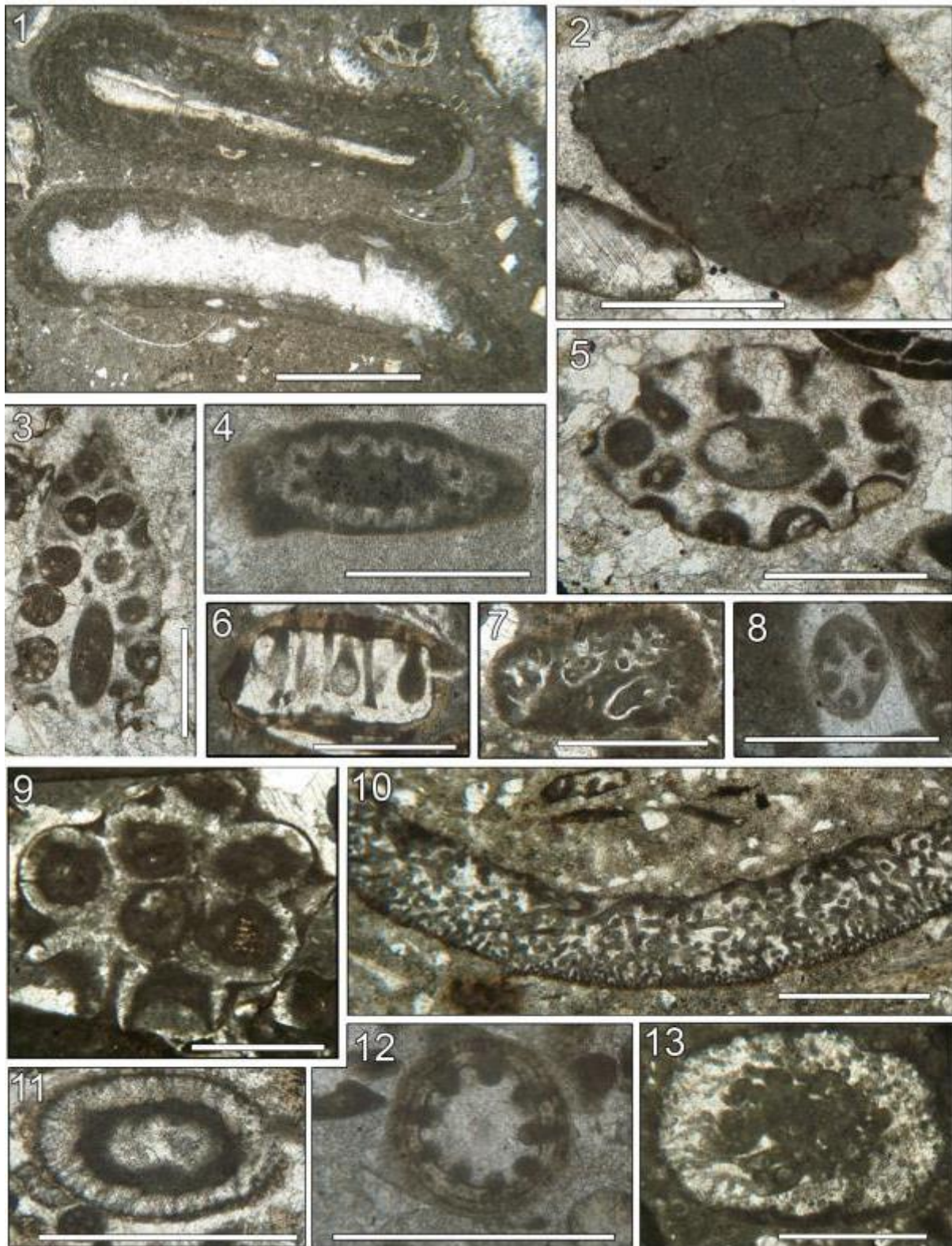
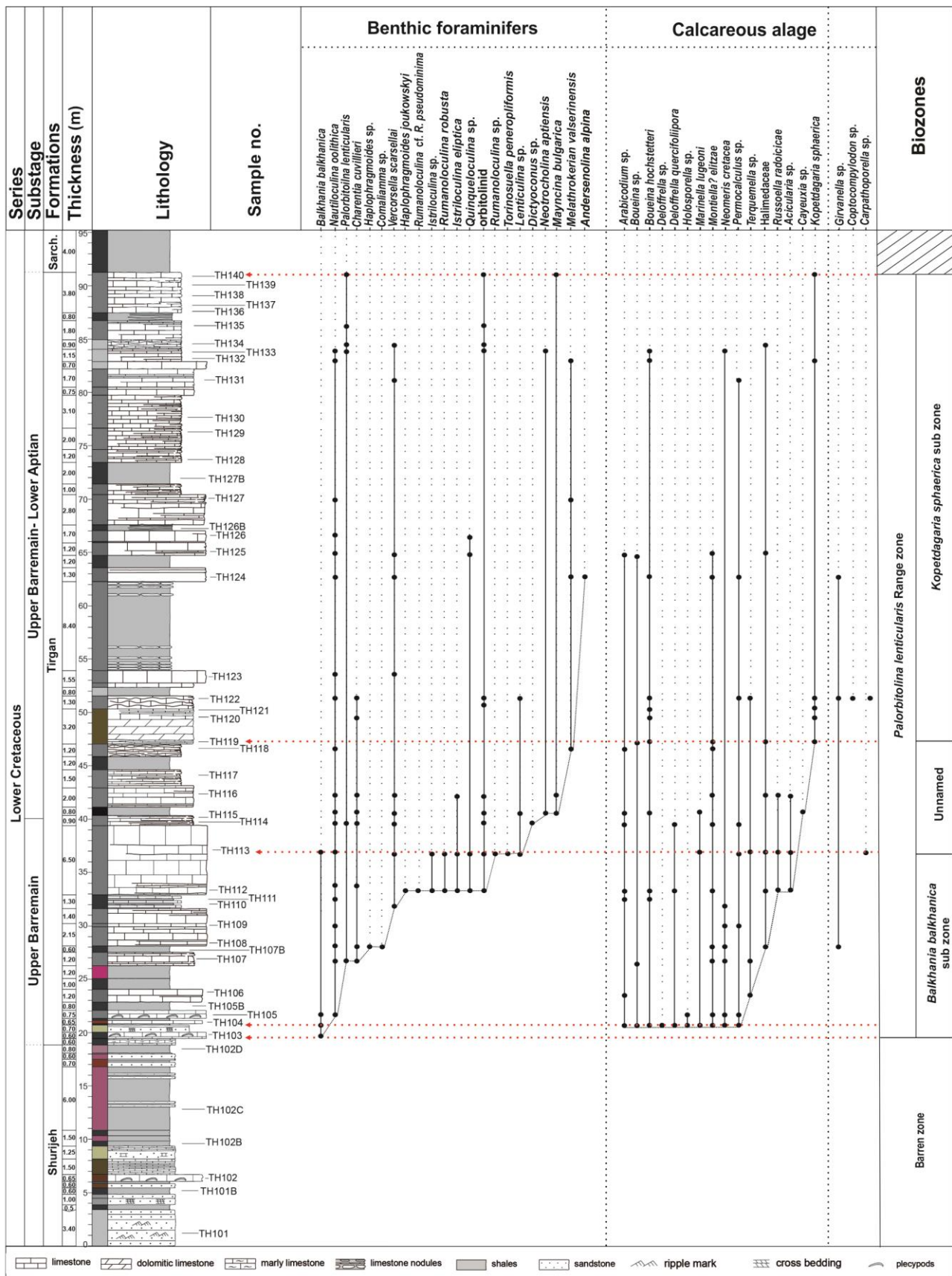


Plate 2: Calcareous algae form the Tiran Formation in Taher-Abad section (Scale bar is 500 μ); 1. *Girvanella* sp.; 2. *Marinella lugeoni*; 3. *Monticella? elitzae*; 4. Indet Algae; 5. *Holosporella* sp.; 6. *Neomeris cretacea*; 7. *Deloffrella quercifoliopora*; 8. *Acicularia* sp.; 9. *Kopetdagaria sphaerica*; 10. *Permocalculus* sp.; 11. *Arabocodium* sp., 12. *Terquemella* sp.; 13. *Boueina hochstetteri*.



شکل ۵: ستون چین‌نگاری، نمودار پراکنده‌گی روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی و بایوزون‌های شناسایی شده در سازند تیرگان در برش طاهرآباد

محتوای فسیلی فوق، سن بارمین پسین - آپتین پیشین را برای سازند تیرگان دربرش اشلیبر پیشنهاد می‌نماید (شکل ۶).

Acicularia sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Coptocampylodon* sp., *Deloffrella* sp., *Deloffrella quercifoliipora*, *Halimedaceae*, *Holosporella* sp., *Kopetdagaria sphaerica*, *Marinella lugeoni*, *Montiella? elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*, *Terquemella* sp.,

جدول ۲: توالی سنگ‌شناسی سازند تیرگان در برش اشلیبر

ضخامت	رنگ	سنگ شناسی	جایگاه
۲۷/۹۰ متر	خاکستری	سنگ آهک متوسط لایه، سنگ آهک شیلی همراه با میان لایه‌هایی از شیل آهکی (جدیدترین بخش)	۹
۶ متر	خاکستری	سنگ آهک نودولار	۸
۶/۶۵ متر	خاکستری	سنگ آهک متوسط لایه حاوی اثر فسیل، سنگ آهک مارنی همراه با میان لایه‌هایی از شیل	۷
۵/۹۰ متر	خاکستری	شیل با میان لایه‌هایی از سنگ آهک در بخش بالایی	۶
۱۵/۳۰ متر	خاکستری	سنگ آهک نازک تا متوسط لایه، سنگ آهک نودولار با طبقه‌بندی مورب همراه با میان لایه‌هایی از شیل و شیل آهکی	۵
۱۵ متر	خاکستری تا زیتونی	شیل با میان لایه‌هایی از سنگ آهک حاوی دوکفه‌ای، سنگ آهک مارنی حاوی اثر فسیل	۴
۵/۵ متر	خاکستری	سنگ آهک نازک تا متوسط لایه	۳
۴ متر	خاکستری روشن	سنگ آهک مارنی	۲
۱۰/۴۰ متر	خاکستری، خاکستری مایل به قهوه‌ای	سنگ آهک نازک تا متوسط لایه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک ماسه‌ای، شیل مارنی و شیل (قدیمی‌ترین بخش)	۱

روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی موجود، به سن بارمین - آپتین پیشین دانسته شده است. Taherpour Carevic et al. و (2010, 2013) Khalil-Abad et al. (2013) نیز با توجه به محتوای روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان در برش‌های تخت ارکان، سیساب و علی‌آباد در کپه‌داق باختری، سن سازند را بارمین پسین - آپتین پیشین در نظر گرفته‌اند؛ اگرچه Bucur et al. (2013)، با توجه به اوربیتولینیدهای *Palaorbitolina lenticularis* و *Praeorbitolina cormyi* در توالی‌های سازند تیرگان در باختر بجنورد (البرز خاوری - کپه‌داق باختری) سن این سازند را به آپتین پیشین نسبت داده‌اند.

زیست‌چینه‌نگاری سازند تیرگان: پیشینه، پیچیدگی‌ها و راهکارها

اولین مطالعات فسیل‌شناسی بر روی سازند تیرگان توسط Kalantari (1969) انجام شده است. وی با توجه به محتوای روزن‌داران موجود در برش الگو، سن نئوکومین تا آپتین را برای این سازند در نظر گرفته است. رهقی در نوشته افشارحرب (۱۳۷۳) نیز با مطالعه روزن‌داران موجود در برش مرجع سازند تیرگان (خاور روستای جوزک) سن نئوکومین - آپتین را برای این برش تأیید نموده است. برش جوزک بعدها نیز توسط ریوندی و همکاران (۱۳۸۹) از دیدگاه فسیل‌شناسی بازبینی شده و با توجه به مجموعه

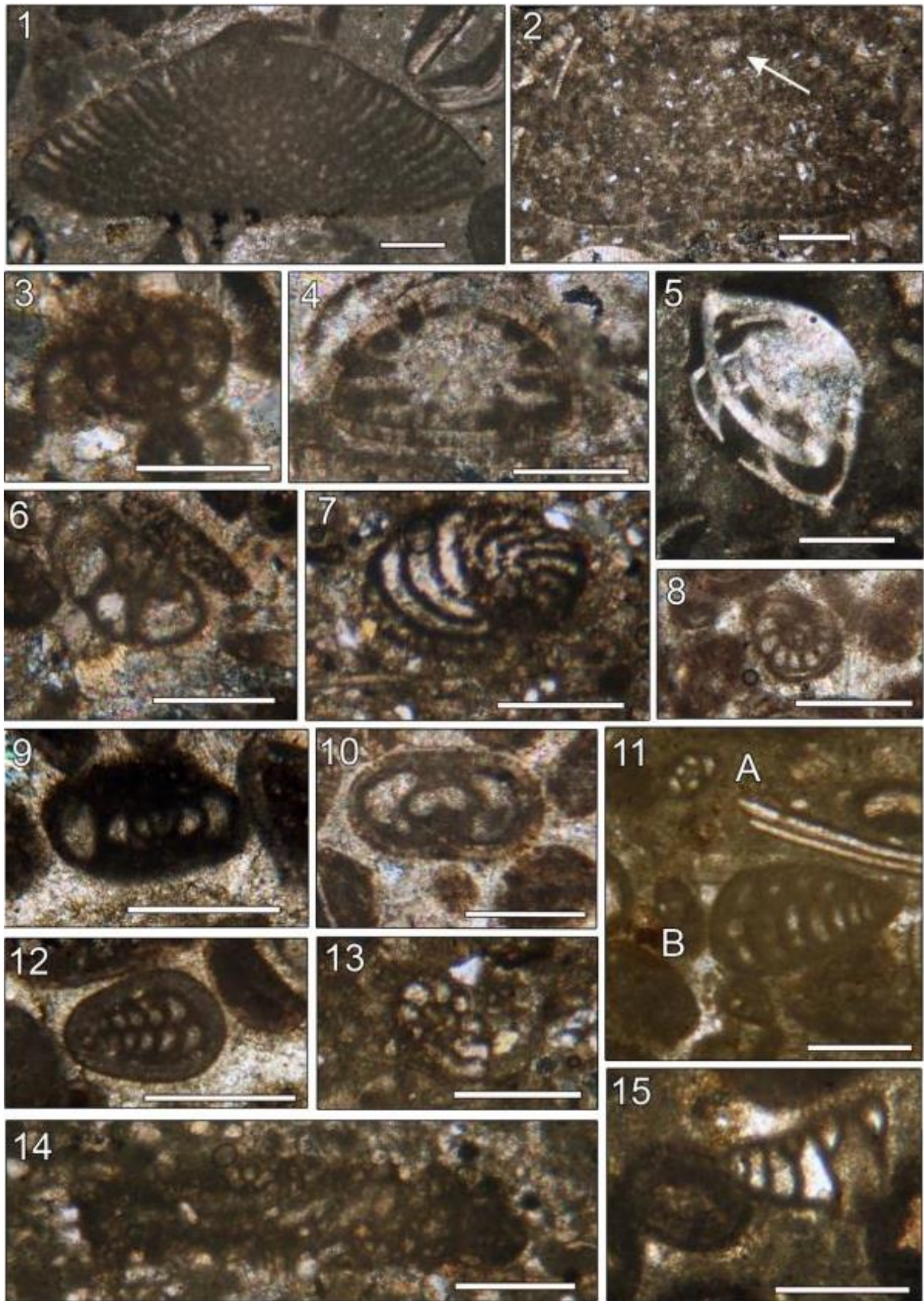


Plate 3: Benthic foraminifera from the Tirgan Formation in Eshlir section (Scale bar is 500 μ); 1. *Orbitolind* indet.; 2. *Palorbitolina lenticularis*; 3. *Haplophragmoides joukowskyi*; 4. *Andersenolina alpine*; 5. *Lenticulina* sp.; 6. *Nezzazatinella* cf. *picardi*; 7. *Torinosuella peneropliformis*; 8, 13. *Mayncina bulgarica*; 9. *Nautiloculina oolithica*; 10. *Charentia cuvillieri*; 11-A. *Quinqueloculina* sp.; 11-B. *Vercosella laurentii*; 12. *Vercosella scarsellai* 14. *Balkhania balkhanica*; 15. *Novallesia* cf. *producta*.

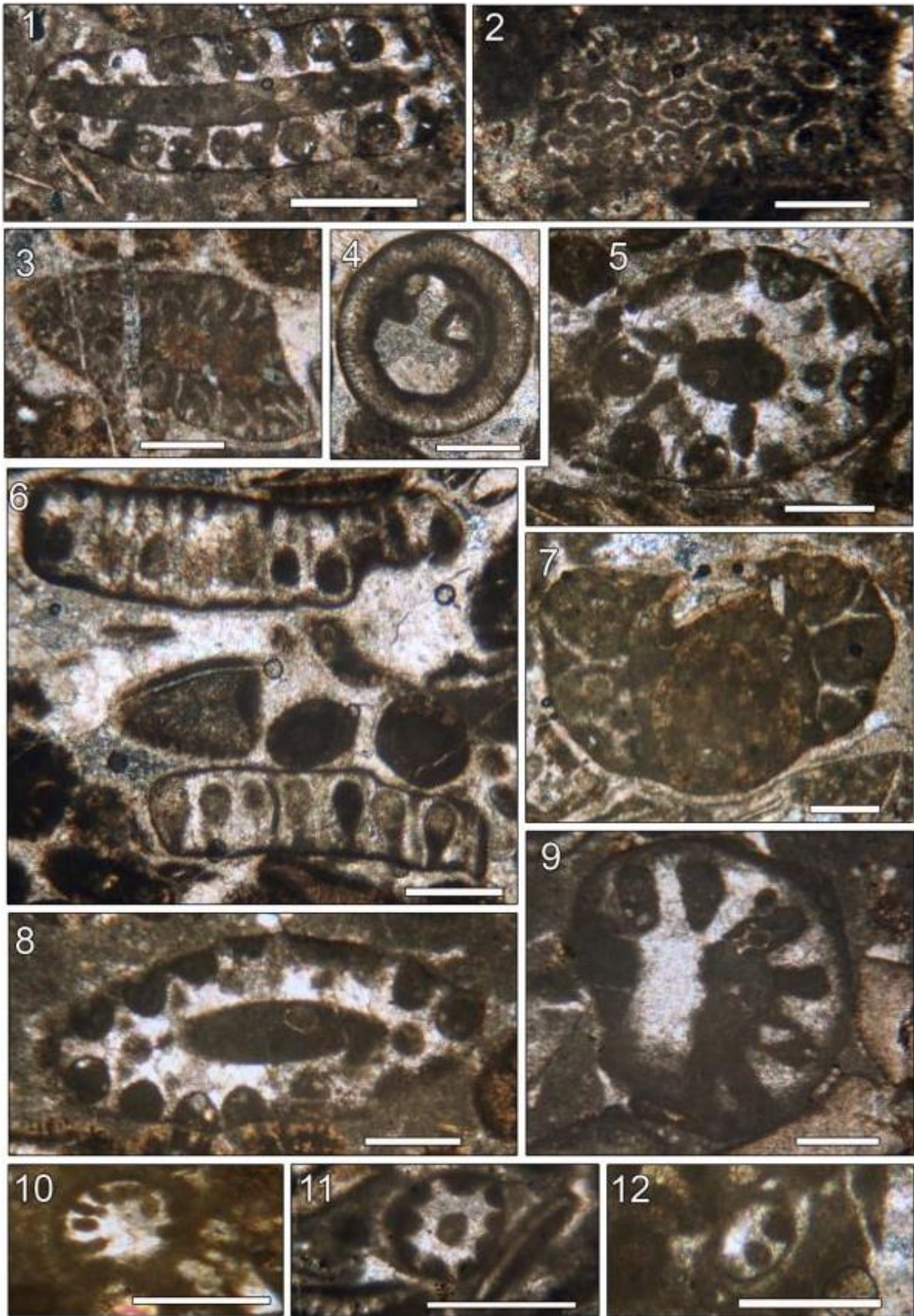
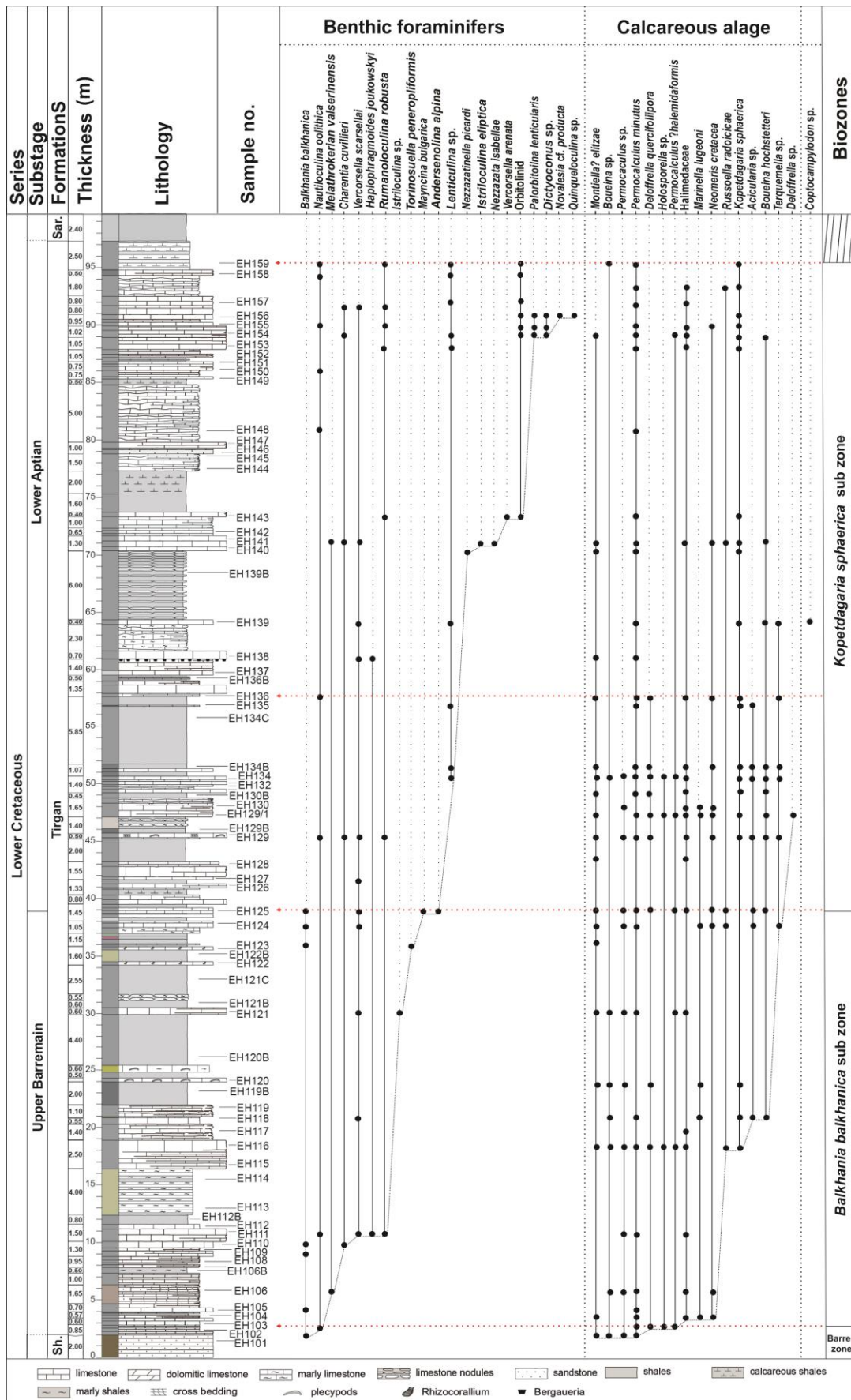


Plate 4: Calcareous algae and coral from the Tirgan Formation in Eshlir section (Scale bar is 500 μ). 1, 5. *Montiella? elitzae*; 2, 3. *Deloffrella quercifoliipora*; 4. *Permocalculus* sp.; 6. *Neomeris cretacea*; 7. *Terquemella* sp.; 6. *Neomeris cretacea*; 7. *Kopetdagaria sphaerica*; 8. *Holosporella* sp.; 9. Coral; 10. *Acicularia* sp.; 11. *Coptocampylodon* sp.; 12. *Russoella*.



شکل ۶: ستون چینه‌نگاری، نمودار پراکندگی روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی و بایوزون‌های شناسایی شده در سازند تیرگان در برش چینه‌شناسی اشلیبر

سازند تیرگان به کمک دیگر گروه‌های فسیلی نیز مورد مطالعه و سن سنجی قرار گرفته است. در این راستا، هاشمیان و آریایی (۱۳۸۶) با مطالعه خارپوستان به دست آمده از سازند تیرگان در برش شترپا، سن اواخر کرتاسه آغازین را برای این سازند معرفی کرده‌اند. محقی و همکاران (۱۳۹۰) نیز حد بالایی سازند تیرگان و محل گذر آن به سازند سرچشمه را در برش قلعه زو (باختر کپه‌داق) با توجه به نانوفسیل‌های آهکی مورد مطالعه قرار داده و سن این مرز را آپتین پسین - آلبین پیشین در نظر گرفته‌اند. خدادادی و هادوی (۱۳۹۱) مرز پایینی سازند تیرگان را بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در دو برش چینه‌شناسی مزدوران و کلات (خاور حوضه رسوبی کپه‌داق) مورد ارزیابی قرار داده و محدوده زمانی هوتریون پسین - بارمین آغازین را برای محل گذر سازند شوربجه به سازند تیرگان در نظر گرفته‌اند. داوطلب و همکاران (۱۳۹۳) نیز محتوای پالینولوژیکی سازند تیرگان در برش‌های گله‌وار و باغک (شرق حوضه کپه‌داق) را مطالعه و ضمن معرفی چهار رخساره پالینولوژیکی در سازند تیرگان، با استناد به محتوای روزن‌داران موجود در برش‌های مورد مطالعه خود، سن سازند را بارمین - آپتین گزارش کرده‌اند. آن چه در اغلب این مطالعات نمایان است، عدم تشریح جایگاه مرز بین دو اشکوب بارمین و آپتین است. علاوه بر مطالعات فوق، از دیدگاه رسوب‌شناسی نیز بررسی‌های بسیاری بر روی این سازند انجام شده که به دلیل طولانی بودن از ذکر آن‌ها خودداری می‌گردد.

این پیشینه مطالعاتی نسبتاً مفصل، گویای اختلاف نظر در جایگاه سنی این سازند از دیدگاه‌های مختلف فسیل‌شناسی و پراکنندگی جغرافیایی در انتخاب برش‌های چینه‌شناسی طی بررسی‌های صورت گرفته قدیمی‌تر است. نبود فونای پلاژیک مناسب از روزن‌داران و آمونیت‌ها، فراوانی و غلبه فونا و فلورای کفزی و بعضاً عدم شناسایی صحیح و

مناسب این میکروفسیل‌ها، مهم‌ترین دلایل بروز این اختلاف دیدگاه‌ها در تعیین سن سازند تیرگان است. در این شرایط و با توجه به محیط رسوبی محل تشکیل توالی‌های این سازند که یک محیط کم‌عمق حاوی فونا و فلورای کفزی فراوان و عموماً با رخساره‌های لاگونی، سدی و جلوی سد رو به دریای باز را دربرمی‌گیرد (موسوی زاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ جوانبخت و همکاران، ۱۳۹۲) و نیز جایگاه جغرافیایی دیرینه آن به عنوان حوضه‌ای برقراره‌ای در شمال اقیانوس نئوتتیس (افشارحرب، ۱۳۷۳؛ Stampfli *et al.*, 2002) و یا بخش‌های دریایی کم‌عمق حاشیه شمالی اقیانوس نئوتتیس (Wilmsen *et al.*, 2015)، به نظر می‌رسد سودمندترین ابزار برای زیست چینه‌نگاری و تعیین سن چنین توالی‌هایی، استفاده از روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی و تعریف بایوزون‌های محلی باشد. اگرچه این فسیل‌ها نیز عمدتاً به دلیل وابستگی به رخساره برای تطابق چینه‌شناسی در محیط‌های دور از هم خیلی مناسب نیستند (Yadav, 2003)، اما در حوضه نسبتاً محدودی همچون حوضه کپه‌داق می‌توانند برای تعیین سن، تطابق و حتی زون بندی در مقیاس محلی (به‌عنوان مثال: Bachmann & Herisch, 2006) به کار روند. یقیناً شناخت دقیق محیط رسوبی و البته شناسایی صحیح این فسیل‌ها در انجام تطابق‌های چینه‌شناسی امری ضروری و مهم است.

عمده مطالعات انجام شده بر روی روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان معطوف به بخش‌های باختری حوضه است و برش‌های خاوری به جز چند مورد نادر، کمتر مورد توجه بوده است. طاهرپور و همکاران (۱۳۹۴) برش چینه‌شناسی سیساب واقع در جنوب خاوری شهرستان بجنورد (باختر حوضه کپه‌داق) را مورد مطالعه قرار داده و سن سازند تیرگان در برش مذکور را بارمین پسین - آپتین پیشین (بدولین) گزارش کرده‌اند. ایشان پنج

بایوزون مختلف شامل دو بایوزون گستره‌ای محلی *Balkhania* و *Kopetdagaria sphaerica* range zone و *balkhanica* sub range zone، دو بایوزون با گستره جهانی *Palorbitolina lenticularis* Range zone و *Montseciella arabica* Range zone و یک زیرزون گستره‌ای جهانی *Praeorbitolina cormyi* Subzone را در این برش معرفی نموده‌اند. مهم‌ترین مشکلات استفاده از این زون بندی در خاور کپه‌داق، کمبود فونای اوربیتولینید مناسب حاوی حجرات جنینی سالم در رخنمون‌های سازند تیرگان است (به عنوان مثال اوربیتولینیدهای معرفی شده از برش ناودیس خور و قشقه). بنابراین، به دلیل کم‌عمق‌تر بودن سوی خاوری حوضه کپه‌داق در زمان رسوب‌گذاری سازند تیرگان و لذا کمبود اوربیتولینیدهای فراوان و شاخص با حجرات جنینی واضح و مشخص در آن (طاهرپور خلیل آباد و همکاران، ۱۳۹۴)، استفاده از این بایوزون‌های اوربیتولینیدی در برش‌های طاهرآباد و اشلیبر با محدودیت مواجه است.

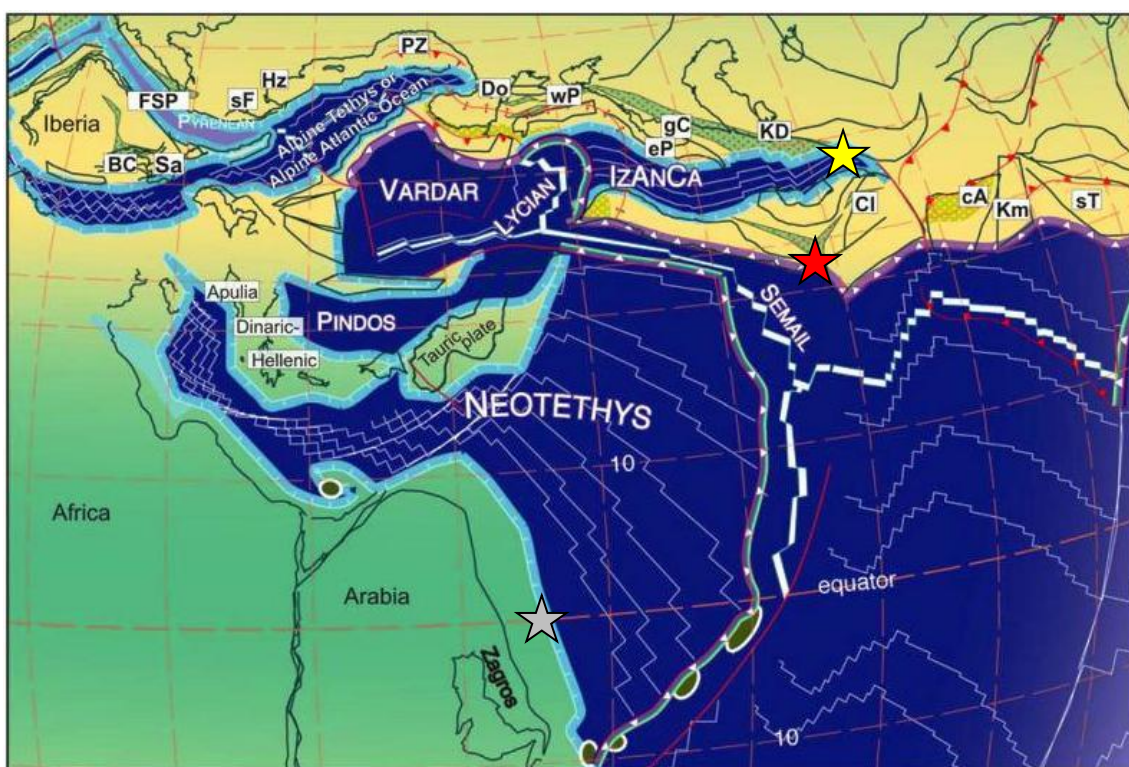
ریوندی و همکاران (۱۳۸۹) بر مبنای مجموع محتوای روزن داران کفزی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان در برش مرجع (جنوب خاوری روستای جوزک)، بایوزون تجمعی *Nautiloculina oolithica-Salpingoporella muehlbergii-Haplophragmoides* sp. Assemblage Zone را در نیمه پایینی سازند و بایوزون تجمعی *Nautiloculina* sp.-*Nezzazata* sp.-*Dictyoconus arabicus-Orbitolina* spp. Assemblage Zone را در نیمه بالایی آن معرفی نموده و با توجه به این بایوزون‌ها، سن بارمین پسین - آپتین پیشین را برای سازند تیرگان در برش جوزک پیشنهاد داده‌اند. این زون بندی به دلیل استفاده از فسیل‌های غیرشاخص با محدوده حضور طولانی همچون *Nautiloculina oolithica* با گستره سنی زیاد از ژوراسیک پیشین تا آپتین (Kollmann & Peza, 1997)،

استفاده از واژه منسوخ *Dictyoconus arabicus* Henson در نام بایوزون در شرایطی که این گونه پیش‌تر توسط Schroeder *et al.* (2002) بازنگری و نام آن به *Montseciella arabica* (Henson 1948) تغییر یافته بود، کارآمد نبودن مفهوم *Orbitolina* spp. و استفاده از اوربیتولینیدهای فاقد حجره جنینی در حالی که اساساً مطالعه اوربیتولینیدها وابسته به بررسی حجرات جنینی است (Schroeder *et al.*, 2010)، عدم ارائه اطلاعات بیومتریکی گونه‌های جلبکی به ویژه گونه *Salpingoporella muehlbergii* و شناسایی آن بر اساس شکل ظاهری در حالی که از آن به عنوان یک گونه بیوزون ساز استفاده شده است و بالاخره استفاده از میکروفسیل‌های *Dictyoconus arabicus* و *Nautiloculina oolithica* برای تعیین جایگاه مرز بارمین پسین - آپتین پیشین که با توصیف بالا در خصوص این دو فسیل مورد سؤال و تردید است، چندان کاربردی به نظر نمی‌رسد و جدای از اشکالات ساختاری موجود در تعریف آن‌ها، امکان ردیابی آن‌ها در برش‌های خاور حوضه نظیر برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر که مدنظر این پژوهش بوده‌اند، وجود ندارد. نبود اوربیتولینیدهای با حجرات جنینی بزرگ و مشخص در دیگر برش‌های چینه‌شناسی موجود در کپه‌داق خاوری (طاهرپور خلیل آباد، ۱۳۹۲)، مؤید این عدم کاربردی مناسب باشد.

توالی‌های بارمین - آپتین در دیگر نقاط ایران همچون بلوک یزد در ایران مرکزی (به عنوان مثال: Yazdi- Moghadam & Amiri, 2010؛ Bucur *et al.*, 2012) و حوضه زاگرس (James & Wynd, 1965؛ Parvaneh Nejad Shirazi, 2009؛ Shirazi, 2009) نیز تاکنون بارها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند. با این حال، مقایسه و مطابقت زیست چینه‌ای آن‌ها با

(2010) و نیز با علم به این که فونا و فلورای کفزی به دلیل وابستگی زیاد به رخساره‌ها و میل به بومی شدن کاربرد خود را برای تطابق زیست چینه‌ای در فواصل دور از دست می‌دهند (Schroeder *et al.*, 2010)، لذا استفاده از زون بندی‌های انجام شده در این مناطق در حوضه برقراره‌ای همچون کپهداق (شکل ۷) و به ویژه بخش‌های خاوری‌تر و کم‌عمق‌تر این حوضه کارکرد مناسب ندارد.

توالی‌های مشابه سازند تیرگان در کپهداق (به ویژه بخش خاوری حوضه) قدری مشکل و پیچیده است. به دلیل قرار گرفتن منطقه بلوک یزد در عرض‌های جنوبی‌تر محدوده نئوتتیس شمالی (Wilmsen *et al.*, 2015) و نیز قرارگیری پهنه زاگرس در حاشیه جنوبی نئوتتیس و در عرض‌های جغرافیایی کمتر از ۱۰ درجه شمالی طی بازه زمانی بارمین - آپتین (Stampfli & Borel, 2002؛ Schroeder *et al.*,



شکل ۷: نقشه دیرینه جغرافیای حوضه نئوتتیس در زمان آپتین و موقعیت حوضه‌های رسوبی کپهداق (ستاره زرد)، جنوب بلوک یزد (ستاره سرخ) و زاگرس (ستاره خاکستری) در آن (برگرفته از Stampfli & Borel, 2004)

نگاهی به دیگر بیوزون‌های مشابه معرفی شده از سایر نقاط جهان نیز حاکی از ضرورت استفاده از یک زون بندی محلی در حوضه کپهداق است. Husinec & Sokac (2006) برش‌های چینه‌شناسی واقع در جنوب کرواسی در جنوب سکوی آدریاتیک (حاشیه شمالی اقیانوس نئوتتیس) را مورد ارزیابی قرار داده و با توجه به محتوای جلبک‌های آهکی و روزن‌داران کفزی، یک بیوزون بینایی *Salpingoporella melitae* - *Salpingoporella muhlbergii* Interval Zone یک بیوزون تجمعی

با یوزون فراوانی *Salpingoporella dinarica* و یک *Bacinella irregularis* Assemblage Zone را برای بازه زمانی بارمین - آپتین گزارش نموده‌اند. با توجه به فونا و فلورای یافت شده در برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیر در خاور کپهداق و نبود یا کمبود گونه‌های بیوزون‌ساز فوق، مشخصاً امکان استفاده از چنین زون بندی برای این بخش از حوضه میسر نیست.

Bachmann & Hirsch (2006) نیز نهشته‌های بارمین پسین تا آپتین پسین خاور سوریه و سرزمین‌های اشغالی را مطالعه و بر اساس فاصله پیدایش تا انقراض گونه‌های روزن‌داران کفزی، بایوزون *Palorbitolina lenticularis* - *Choffatella decipiens* را برای بازه زمانی بارمین میانی - پسین تا پایین‌ترین قسمت آپتین و بایوزون *Palorbitolina lenticularis* را برای بخش پایینی آپتین پیشین در نظر گرفته‌اند. همان‌طور که مشخص است، اساس این زون‌بندی نیز بر گونه *Palorbitolina lenticularis* استوار است که متأسفانه در برش‌های طاهرآباد و اشلیبر مدنظر این پژوهش کمیاب و نادرند، ضمن این‌که گونه *Choffatella decipiens* نیز تاکنون از حوضه کپه‌داق به میزان بسیار اندک و با علامت سؤال گزارش شده است.

Schoroder *et al.* (2010) هم با مطالعه برش‌های چینه‌شناسی واقع در خاور صفحه عربی و همچنین شمال خاور صفحه افریقا (حاشیه جنوبی اقیانوس ثتوتیس)، بایوزون‌هایی را بر اساس اوربیتولینیدها در محدوده زمانی بارمین پیشین - آلبین پیشین ارائه نموده‌اند. این بایوزون‌ها شامل دو بایوزون بینایی جهانی *Eopalorbitolina transiens Zone* و *Palorbitolina lenticularis Zone*، یک بایوزون گستره‌ای جهانی *Praeorbitolina cormyi Zone*، یک زیرزون گستره‌ای محلی *Palorbitolinoides cf. orbiculata Subzone* و یک زیرزون بینایی محلی *Palorbitolina ultima Subzone* می‌باشند. از آن‌جا که اساس این زون‌بندی نیز بر روزن‌داران اوربیتولینیدی استوار است، استفاده از آن‌ها در برش‌های مورد مطالعه در این پژوهش امکان‌پذیر نیست. به علاوه این زون‌بندی بیشتر برای بخش‌های میانی و جنوبی حوضه تئیس کاربرد دارد که این خود نیز بر مشکلات زون‌بندی در محدوده کرتاسه پیشین حوضه رسوبی کپه‌داق افزوده است.

همان‌طور که از توضیحات فوق برمی‌آید، تعیین سن و زون‌بندی زیستی توالی‌های سازند تیرگان در گستره حوضه کپه‌داق و نیز مقایسه آن با توالی‌های هم‌ارز و مشابه در دیگر نقاط ایران و جهان سخت و پیچیده است. این مشکلات به‌ویژه در کپه‌داق خاوری که فاقد فونای اوربیتولینید مناسب است، بیشتر خودنمایی می‌کنند. در این پژوهش، تلاش شده تا از ابزار دیگری در کنار اوربیتولینیدها برای زون‌بندی استفاده شود. این ابزار، گستره حضور گونه کمتر شناخته شده *Balkhania balkhanica* Mamontova, 1966 از روزن‌داران کفزی غیراوربیتولینیدی و نیز گستره حضور گونه *Kopetdagaria sphaerica* Maslov, 1960 از جلبک‌های آهکی می‌باشد. برخلاف اوربیتولینیدهایی همچون *Palorbitolina lenticularis* که به‌ندرت در برش‌های موجود در کپه‌داق خاوری یافت می‌شوند، گونه‌های فوق به‌وفور در برش‌های چینه‌شناسی یاد شده و حتی دیگر برش‌های چینه‌شناسی دورتر تا سوی باختری کپه‌داق (Taherpour Khalil Abad *et al.*, 2013) حضور دارند.

همان‌طور که اشاره شد، در میان نمونه‌های شناسایی شده گونه‌های شاخصی همچون *Palorbitolina lenticularis* از خانواده مهم اربیتولینیده و *Balkhania balkhanica* از روزن‌داران کفزی، *Kopetdagaria sphaerica* و *Deloffrella quercifoliipora* از جلبک‌های آهکی در مقاطع تهیه شده در برش طاهرآباد یافت شده‌اند. با توجه به گستره حضور گونه مهم و بایوزون ساز *Palorbitolina lenticularis* در این برش چینه‌شناسی، یک بایوزون اصلی در برش طاهرآباد و اشلیبر معرفی شده که مؤید زمان بارمین پسین - آپتین پیشین می‌باشد. همچنین با توجه به گستره حضور گونه‌های شاخص *Balkhania balkhanica* و *Kopetdagaria sphaerica* و اهمیت آن‌ها در تعیین مرز

از گونه‌های بایوزون ساز شاخص بارمین پسین - آپتین پیشین شناخته شده و از آن به عنوان یکی از ابزارهای مناسب زیست چینه نگاری برای تعیین سن نهشته‌های کرتاسه زیرین در گزارش‌هایی مانند Bachman & Schroeder (2006) Hirsch، بابازاده و همکاران (۱۳۸۹)، Iba et al. (2010) et al. (2010) و طاهرپور خلیل آباد و همکاران (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) استفاده شده است. گونه *Palorbitolina lenticularis* در برش چینه‌شناسی طاهرآباد حضوری سرتاسری در توالی‌های کربناته داشته و این پدیده سبب گردید تا گستره حضور گونه فوق به صورت یک بایوزون اصلی تعریف گردد (جدول ۳).

بارمین پسین - آپتین پیشین، دو زیرزون محلی در محدوده بایوزون اصلی مورد بحث نیز تعریف شده است. ویژگی‌های هر یک از این بایوزون‌ها به شرح زیر است:

1. *Palorbitolina lenticularis* Range zone

این بایوزون گستره‌ای دربردارنده اولین و آخرین حضور گونه شاخص *Palorbitolina lenticularis* می‌باشد (Schroeder et al., 2010). گونه *Palorbitolina lenticularis* نسبتاً بزرگی بوده و طول آن در حدود ۱ تا ۱۰ میلی‌متر است. حجرات جنینی این گونه از یک پرولوکولوس و یک دوتروکونک و تعداد زیادی حجرات اپی‌امبریونیک تشکیل شده است. این گونه به عنوان یکی

جدول ۳: بایوزون‌های ارائه شده بر مبنای روزن‌داران کفزی و جلبک‌های آهکی در سازند تیرگان و مقایسه آن‌ها با سایر بایوزون‌های سازند مذکور

Sisab Section (West of Kopet-Dagh Basin)			Jozak section (Reference section) (West of Kopet-Dagh Basin)			Taher-abad Section (East of Kopet-Dagh Basin)			Eshlir Section (East of Kopet-Dagh Basin)		
Series	Substage	Formations	Series	Substage	Formations	Series	Substage	Formations	Series	Substage	Formations
Lower Cretaceous	Lower Aptian	Sar.	Lower Aptian	San.	Abd.	Lower Aptian	Sar.	Tirgan	Lower Cretaceous	Lower Aptian	Sar.
	Upper Barremain		Barremain		Upper Barremain	Lower Aptian		Upper Barremain		Lower Aptian	
	Shu.		Neo. Shu.		Shu.		Shu.		Upper Barremain		Shu.
Biozones			Biozones			Biozones			Biozones		
<i>Montseciella arabica</i> Range Zone <i>Balkhania balkhanica</i> range zone <i>Palorbitolina lenticularis</i> Range Zone <i>Palorbitolina lenticularis</i> Range Zone <i>Praxibolina cornyi</i> Subzone <i>Kopetdagaria sphaerica</i> range zone			<i>Nautiloculina</i> sp., <i>Nezzazata</i> sp., <i>Dictyoconus arabicus</i> , <i>Orbitolina</i> spp. Assemblage Zone <i>Nautiloculina oolithica</i> , <i>Salpingoporella muehlbergii</i> , <i>Haplophragmoides</i> sp. Assemblage Zone			<i>Kopetdagaria sphaerica</i> sub zone (Calcareous Alage) Unnamed <i>Balkhania balkhanica</i> sub zone (Benthic Foraminifera) Barren zone			<i>Kopetdagaria sphaerica</i> sub zone (Calcareous Alage) <i>Balkhania balkhanica</i> sub zone (Benthic Foraminifera) Barren zone		
Taherpour et al. (In press)			Rivandi et al. (2010)			This study			This study		

خانواده اربیتولینده به ویژه این گونه در بخش‌های بالایی برش فراهم شده است. با توجه به عدم کارایی بایوزون *Palorbitolina lenticularis* Range zone در برش تاقدیس اشلیر، دو بایوزون محلی به شرح زیر به عنوان جایگزین برای این بایوزون جهانی معرفی شده است که در هر دو برش طاهرآباد و اشلیر کاربرد دارد:

در برش اشلیر برخلاف برش طاهرآباد، گستره حضور گونه *Palorbitolina lenticularis* به صورت سرتاسری نبوده و تنها در نمونه‌های متعلق به بخش‌های انتهایی برش (حدوداً ۱۰ متری انتهایی برش اشلیر)، حجرات جنینی گونه مورد بحث شناسایی شد. در این برش، از آن جا که تمرکز رسوبات شیلی و شیل آهکی در بخش‌های زیرین بیش از طبقات سنگ آهکی می‌باشد، بنابراین شرایط زیست

فونای روزن‌داران گستره بایوزون *Balkhania balkhanica* در برش تاقدیس اشلیبر از تنوع کمتری نسبت

به برش طاهرآباد برخوردار بوده و شامل موارد زیر است:

Charentia cuvillieri, *Haplophragmoides joukowskyi*, *Istriloculina* sp., *Mayncina bulgarica*, *Melathrokerion valserinensis*, *Nautiloculina oolithica*, *Rumanoloculina robusta*, *Vercorsella scarsellai*.

مهم‌ترین گونه‌های جلبک‌های آهکی همراه این بایوزون

در برش طاهرآباد نیز شامل موارد زیر می‌باشند:

Acicularia sp., *Arabicodium* sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Carpathoporella* sp.,

Deloffrella sp., *Deloffrella quercifoliipora*, *Girvanella* sp., *Halimedaceae*, *Holosporella* sp., *Marinella lugeoni*, *Montiella? elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*.

مهم‌ترین جلبک‌های آهکی همراه بایوزون *Balkhania*

balkhanica در برش اشلیبر عبارت‌اند از:

Acicularia sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Deloffrella quercifoliipora*, *Halimedaceae*, *Holosporella* sp., *Kopetdagaria sphaerica*, *Marinella lugeoni*, *Montiella? elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*, *Terquemella* sp.

3- *Kopetdagaria sphaerica* subzone

این بایوزون کل محدوده حضور گونه *Kopetdagaria*

sphaerica Maslov, 1960 در برش‌های مورد مطالعه را

با ارزش چینه‌شناسی بارمین پسین - آپتین پیشین (بدولین)

دربرمی‌گیرد. گونه *Kopetdagaria sphaerica* جلبکی

آهکی با تالوس نیمه کروی همراه با بازشدگی در یک

سمت و انشعابات اولیه نیمه کروی و گودال مانند است.

انشعابات با سطح داخلی و خارجی تالوس متصلند و در

برش‌های مماسی آن، برش‌های ۵ ضلعی از انشعابات با ابعاد

بسیار بزرگ مشاهده می‌شوند (Maslov, 1960). ضخامت

2- *Balkhania balkhanica* subzone

این بایوزون که فاصله کامل ظهور تا انقراض گونه شاخص

Balkhania balkhanica را در برمی‌گیرد، در قالب یک

بایوزون محلی معرفی شده است. گونه *Balkhania*

balkhanica از روزن‌داران با پوسته بزرگ آزاد

مگالوسفریک و پرولو کولوس بیضوی و صفحه‌ای شکل

است و طول آن ممکن است به بیش از ۱۵ میلی‌متر نیز

برسد. بیش از ۳۰ حجره کاملاً حلقوی داشته و دیواره آن

آهکی با لایه خارجی بدون منفذ و شبکه زیر پوستی

شوفاتلوئید است (Loeblich & Tappan, 1988). بایوزون

Balkhania balkhanica دارای ارزش انطباق زیست

چینه‌ای منطقه‌ای بوده و نشان دهنده محدوده زمانی بارمین

پسین می‌باشد، هرچند ممکن است پایان آن دقیقاً منطبق بر

پایان بارمین نباشد. ضخامت بایوزون *Balkhania*

balkhanica در برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و اشلیبر به

ترتیب ۲۰/۶۵ و ۳۷ متر بوده و شامل واحدهای کربناته

بخش پایینی سازند تیرگان در این دو برش است.

این بایوزون پیش‌تر، توسط طاهرپور خلیل‌آباد (۱۳۹۲) و

طاهرپور خلیل‌آباد و همکاران (۱۳۹۳) در برش

چینه‌شناسی سیساب از سازند تیرگان معرفی شده است.

جدول ۴، مقایسه بایوزون‌های سه گانه فوق با دیگر مناطق

شناخته شده حوضه نئوتیس را نشان می‌دهد. مهم‌ترین

روزن‌داران همراه این بایوزون در برش طاهرآباد مشتمل بر

گونه‌های زیر هستند:

Charentia cuvillieri, *Comaliamma* sp.,

Haplophragmoides joukowskyi,

Haplophragmoides sp., *Istriloculina eliptica*,

Istriloculina sp., *Lenticulina* sp., *Nautiloculina*

oolithica, *Orbitolinids*, *Palorbitolina lenticularis*,

Quinqueloculina sp., *Rumanoloculina* cf.

pseudominima *Rumanoloculina robusta*,

Rumanoloculina sp., *Torinosuella*

peneropliformis, *Vercorsella scarsellai*.

علاوه بر همه موارد فوق، نتایج حاصل از بررسی محتوای پالینومورف‌های موجود در بخش‌های شیلی دو برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، حاکی از وجود داینوفلاژله‌های شاخصی همچون *Cribroperidinium cf. tenuiceras*، *Odontochitina operculata* و *Muderongia staurota* در اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه شده است. محدوده سنی این گونه‌ها در گزارش‌هایی مانند Helby et al. (2004)، Oosting et al. (2006) و Deaf et al. (2015) بارمین پسین - آپتین پیشین بوده که با سن ارائه شده بر اساس گونه‌های شاخص روزن‌داران و جلبک‌های آهکی همخوانی خوبی دارد (پلیت ۵).

یکی از موارد قابل توجه در برش‌های مورد مطالعه، وجود گونه *Deloffrella quercifoliipora* از راسته داسی‌کلاداسه آمی‌باشد. این گونه متعلق به خانواده Triploporellaceae با انتشار چینه‌شناسی کیمریجین - آپتین، از گونه‌های مهم در تعیین سن توالی‌های بخش شمالی حوضه تتیس می‌باشد، اگرچه در اغلب مقالات و گزارش‌های منتشر شده، آخرین حضور این گونه بارمین پسین در نظر گرفته شده است (به عنوان مثال: Bucur, 2002a, 2008, 2011). از این رو آخرین حضور این گونه نیز می‌تواند به منظور تعیین مرز بارمین - آپتین پیشنهاد شود.

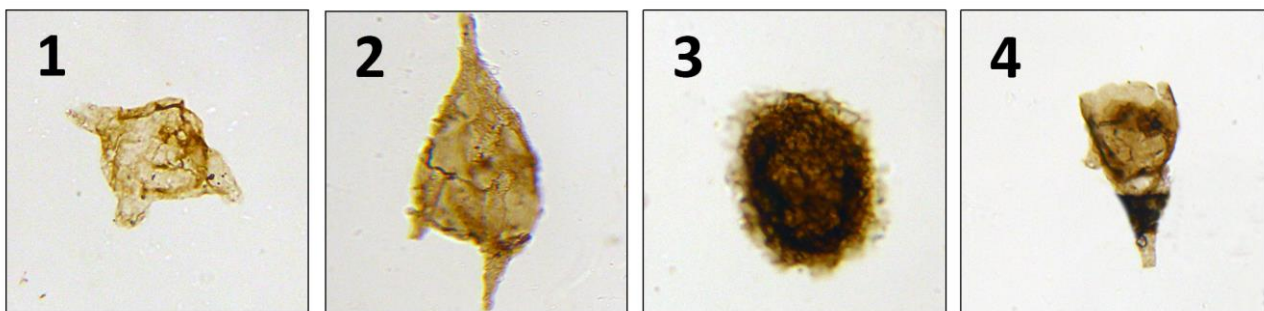


Plate 5: Dinoflagellate from the Tigran Formation in the Eshlir section (Scale bar is 40X); 1. *Muderongia staurota*; 2. *Pseudoceratium pelliferum*; 3. *Cribroperidinium cf. tenuiceras*; 4. *Odontochitina operculata*

Balkhania و *Kopetdagaria sphaerica* subzone

balkhanica subzone شناسایی گردید که تماماً مؤید سن بارمین پسین - آپتین پیشین برای برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌باشد. این سن، با نتایج به دست آمده از مطالعه داینوفلاژله‌های به دست آمده از چند نمونه شیلی برداشت شده از این دو برش همخوانی دارد. بایوزون‌های *Balkhania* و *Kopetdagaria sphaerica* subzone *balkhanica* subzone می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای زون بندی برش‌های چینه‌شناسی فاقد روزن‌داران اوریتولینیدی در حوضه کپه‌داق، به‌ویژه در بخش‌های خاوری که کم‌فسیل تر هستند، به کار روند.

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات ریزدیرینه‌شناسی سیستماتیک صورت گرفته بر روی ۱۰۰ نمونه سنگی برداشت شده از برش‌های چینه‌شناسی طاهرآباد و تاقدیس اشلیبر، ۱۷ جنس و ۲۱ گونه از روزن‌داران کفزی و ۱۶ جنس و ۲۰ گونه از جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان در برش طاهرآباد و ۱۷ جنس و ۱۹ گونه از روزن‌داران کفزی و ۱۲ جنس و ۱۶ گونه از جلبک‌های آهکی و ریزمرجانیان در برش تاقدیس اشلیبر شناسایی شده است. با توجه به گستره حضور گونه‌های *Kopetdagaria*، *Palorbitolina lenticularis*، *Balkhania balkhanica* و *sphaerica* سه بایوزون *Palorbitolina lenticularis* Range zone

منابع

- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران: زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۲۷۵.
- آقناباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶.
- جوانبخت، م.، موسوی حرمی، س. ر.، محبوبی، ا.، ۱۳۹۲. تاریخچه رسوبگذاری و چینه نگاری سکانسی سازند تیرگان (بارمین - آپسین) در نواحی غربی و مرکزی کپه داغ، شمال شرق ایران. *رخساره‌های رسوبی*، ۶(۲): ۱۶۲-۱۸۵.
- خدادای، ل.، هادوی، ف.، ۱۳۹۱. نانواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی گذر سازندهای تیرگان و سرچشمه در دو برش مزدوران و طاهرآباد (شرق حوضه کپه داغ). *نشریه علمی - پژوهشی رخساره‌های رسوبی*، ۵(۲): ۱۹۶-۲۱۰.
- داوطلب، ا.، قاسمی نژاد، ا.، وحیدی نیا، م.، عاشوری، ع. ر.، ذیبهی، ف.، ۱۳۹۳. زیست چینه نگاری سازند تیرگان براساس پالینومورف‌ها و روزنداران کفزی در شرق حوضه رسوبی کپه داغ. *هشتمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه زنجان*، ۴۴.
- ریوندی، ب.، نجفی، م.، موسوی حرمی، س. ر.، محبوبی، ا.، وحیدی نیا، م.، ۱۳۸۹. چینه نگاری زیستی سازند تیرگان در دو ناحیه جوزک و چمن بید واقع در غرب حوضه رسوبی کپه داغ. *نشریه علمی - پژوهشی پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی*، ۲۶(۴): ۸۹-۱۱۰.
- طاهر پور خلیل آباد، م.، وزیر، س. ح.، عاشوری، ع. ر.، ۱۳۹۴. معرفی گونه *Palorbitolina lenticularis* (Blumenbach, 1805)، تاکسون شاخص حوضه تیتس به همراه ویژگی‌های زیستی آن از حوضه رسوبی کپه‌داغ، شمال خاور ایران. ۲۴(۹۲): ۱۳۴-۱۲۱.
- طاهر پور خلیل آباد، م.، وزیر، س. ح.، آریایی، ع. ا.، عاشوری، ع. ر.، ۱۳۹۳. کاربرد روزن بران کف زی و جلبک‌های آهکی در تعیین مرز توالی‌های بارمین پسین - آپتین پیشین (مطالعه موردی سازند تیرگان در غرب حوضه رسوبی کپه داغ). *دوفصل نامه علمی - پژوهشی دیرینه‌شناسی (تحت چاپ)*.
- طاهر پور خلیل آباد، م.، ۱۳۹۲. چینه نگاری سنگی و ریز چینه نگاری زیستی (روزن‌داران و جلبک‌های آهکی) سازند تیرگان در حوضه رسوبی کپه داغ، شمال شرق ایران. رساله دکتری تخصصی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ص ۴۱۷.
- محقق، م.، هادوی، ف.، رحیمی، ب.، ۱۳۹۰. نانواستراتیگرافی مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه دربرش قلعه زو (غرب کپه داغ). *نشریه علمی - پژوهشی رخساره‌های رسوبی*، ۴(۱): ۱۲۴-۱۰۸.
- موسوی زاده، س. م. ع.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، س. ر.، نجفی، م.، ۱۳۸۷. رخساره‌های رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند تیرگان در برش‌های جوزک و چمن بید در غرب حوضه رسوبی کپه داغ و انطباق با نواحی شرق حوضه. *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)*، ۳۲: ۵۶-۳۳.
- هاشمیان، ن.، آریایی، ع. ا.، ۱۳۸۶. معرفی گونه‌های از خارپوستان سازند تیرگان. *اولین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست کشور، تهران*.

همتی، س.، عاشوری، ع.ر.، قادری، ع.، طاهر پور خلیل آباد، م.، ۱۳۹۴. روزن داران کف زی و جلبک‌های آهکی سازند تیرگان در برش چینه‌شناسی طاهرآباد (خاور حوضه رسوبی کپه داغ). نهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۵-۱۵۰.

- 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.
- Bucur, I.I., 2011. Early Barremian dasycladalean algae from Serre de Bleyton (Drôme, SE France). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A*, 619-653.
- Bucur, I.I., Majidifard, M.R., & Senowbari-Daryan, B., 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the eastern Alborz and western Kopet Dagh (northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeont. Romaniae*, 9 (1): 23-37.
- Bucur, I.I., Rashidi, K., & Senowbari-Daryan, B., 2011. Early Cretaceous calcareous algae from central Iran (Taft Formation, south of Aliabad, near Yazd). *Facies*, 58 (4): 605-636.
- Bucur, I.I., Sasaran, E., 2005. Relationship between algae and environment: an Early Cretaceous case study, Trascau Mountains, Romania. *Facies*, 51: 274-286
- Carevic, I., Taherpour Khalil Abad, M., Ljubovic-Obradovic, D., Vaziri, S.H., Mirkovic, M., Aryaei, A.A., Stejic, P., & Ashouri, A.R., 2013. Comparisons between the Urgonian platform carbonates from eastern Serbia (Carpatho-Balkanides) and northeast Iran (Kopet-Dagh Basin): Depositional facies, microfossils, biostratigraphy, palaeoenvironments and palaeoecology. *Cretaceous Research*, 40: 110-130.
- Granier, B., & Michaud, F., 1987. *Deloffrella quercifoliipora* n. gen. n. sp., une Algue Dasycladacée nouvelle du Kimméridgien et du Portlandien du Sud-Est du Mexique. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (8ème série), III (6): 1089-1096.
- Granier, B., 2013. *Dissocladella hauteriviana* MASSE in MASSE *et al.*, 1999 (*non* MASSE, 1976), another lower Urgonian Dasycladalean alga revisited. *Carnets de Géologie*, Letter 2013/07 (CG2013-L07): 1-9.
- Granier, B., Clavel, B., Charllois, J., & Weidmann, M., 2014. Latest Jurassic – Early Cretaceous Dasycladalean algae (Chlorophyta) from the Morand Drilling at Montricher (Canton of Vaud, Switzerland). *Acta Palaeontologia Romaniae*, 10 (1-2): 25-38.
- Henson, F.R.S., 1948. Larger Imperforate Foraminifera of Southwestern Asia: Families Lituolidae, Orbitolinidae and Meandropsinidae. British Museum (Natural History), 127 p.
- Hosseini, S.A., Conrad, M., 2008. Calcareous algae, foraminifera and sequence stratigraphy of the Fahliyan Formation at Kuh-e-Surmeh (Zagros Basin, SW of Iran). *Geologia Croatica*, 61 (2-3): 215-237.
- Husinec, A., & Sokac, B., 2006. Early Cretaceous benthic associations (foraminifera and calcareous algae) of a shallow tropical-water platform environment (Mljet Island, southern Croatia). *Cretaceous Research*, 27: 418-441.
- Husinec, A., Velić, I., Sokač, B., 2009. Diversity patterns in mid-Cretaceous benthic foraminifera and dasyclad algae of the southern part of Mesozoic Adriatic Platform, Croatia. In: Demchuk, J., & Gary, A., (eds.), *Geologic Problem Solving with Microfossils*, *SEPM Special Publication* 93: 153-170.
- Ivanova, D., & Kolodziej, B., 2010. Late Jurassic-Early Cretaceous foraminifera from Stramberk-type limestones, Polish Outer Carpathians, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 55 (2): 3 – 31
- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the middle-Jurassic-Cretaceous successions of Kopet-Dagh region (N.E. IRAN). Tehran, NIOC. *Geol.Laboratories, Publication*. no.3, Ph.D. thesis, London University.
- Loeblich, A.R., & Tapan, H., 1988. Foraminiferal Genera and Their Classification. *Van Nostrand Reinhold Company*: New York, pp. 66-336.
- Parvaneh Nejad Shirazi, M., 2009. Green algae from the Lower Cretaceous carbonates of northern Shiraz (Zagros Mountains, SW Iran). *Historical Biology*, 21: 91-98.
- Parvaneh Nejad Shirazi, M., Amiri Bakhtiar, H., Mostatabi, M., Armon, A., 2013. Lithostratigraphy and Biostratigraphy of Gadvan and Dariyan formations in Gachsaran Oilfield by

- Investigation of Wells Number 55 and 83. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3 (12): 56-63.
- Rahaghi A., 1976, Contribution a l'etude de quelques Grands Foraminifers de l' Iran part, pt 1-3, *N.I.O.C.*, Publication no: 6, p. 1-68.
- Rami, M., Vaziri, M.R., Taherpour Khalil Abad, M., Hosseini, S.A., Carevic, I., Allameh, M., 2012. Microbiostratigraphy of the Lower Cretaceous strata from the Bararig Mountain, SE Iran. *Revista Mexicana de ciencias Geologicas*, 29 (1): 63-75.
- Ruttner, A.W., 1993. Southern borderland of Triassic Laurasia in northeast Iran. *Geol. Rund.*, 82: 110-120.
- Schroeder, R., van Buchem, F.S.P., Cherchi, A., Baghbani, D., Vincent, B., Immenhauser, A., Granier, B., 2010. Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian –Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations. *GeoArabia Special Publication 4* (1): 49-96.
- Stampfli, G. M., Borel, G. D., Marchant, R. & Mosar, J. 2002. Western Alps geological constraints on western Tethyan reconstructions. In: Rosenbaum, G. and Lister, G. S. 2002. Reconstruction of the evolution of the Alpine-Himalayan Orogen. *Journal of the Virtual Explorer*, 8: 77 - 106.
- Stampfli, G.M., & Borel, G.D., 2004. The TRANSMED transects in space and time: constraints on the paleotectonic evolution of the Mediterranean domain. In: Cavazza W., Roure F., Spakman W., Stampfli G.M., Ziegler P.A. (eds.), *The TRANSMED Atlas: The Mediterranean region from crust to mantle*. Springer Berlin Heidelberg, 53-80.
- Taherpour Khalil Abad, M., Conrad, M.A., Aryaei, A.A. & Ashouri, A.R., 2010. Barremian-Aptian dasycladalean algae, new and revisited, from the Tirgan Formation in the Kopet Dagh, NE Iran. *Carnets de Géologie*, Art 2010/05 (CG2010-A05): 1-13.
- Taherpour Khalil Abad, M., Schlagintweit, F., Vaziri, S.H., Aryaei, A.A., & Ashouri, A.R., 2013. *Balkhania balkhanica* Mamontova, 1966 (benthic foraminifera) and *Kopetdagaria sphaerica* Maslov, 1960 (dasycladalean alga) from the Lower Cretaceous Tirgan Formation of the Kopet Dagh mountain range (NE Iran) and their paleobiogeographic significance. *Facies*, 59 (1): 267–285.
- Taherpour Khalil-Abad, Aryaei, A.A., Ashouri, A.R., & Hosseini, A., 2010. Benthic foraminiferal assemblages in Tirgan formation (Urgonien facies type), West of Kopet-Dagh sedimentary basin, NE of Iran. *The 1 st International Applied Geological Congress, Islamic Azad University-Mashad Branch*, pp. 1027-1032.
- Vanneau, A.A., Silva, I.P., 1995. Biostratigraphy and systematic description of benthic Foraminifera from mid-cretaceous shallow-water platform sediment at site 878 and 879 (Mit and Takuyo-Daisan Guyots). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 144: 1-21.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., & Majidifard, M.R., 2015. An overview of the Cretaceous stratigraphy and facies development of the Yazd Block, western Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 102: 73–91.
- Yadav, P.R. 2003. Fossils. *Discovery Publishing House*, p. 30.
- Yazdi moghadam, A. Amiri, F., 2010. Lower Cretaceous Agglutinating Larger Benthic Foraminifera from the Sarvestan Section, south of Esfahan, Iran. *The 1st International Applied Geological Congress, Islamic Azad University-Mashad Branch*, pp. 976-980.

Applications and limitations of benthonic foraminifera and calcareous algae in biozonation of the Tirgan Formation: examples from Taher-Abad and Eshlir stratigraphic sections in the Eastern Kopet-Dagh

Hemmati, S.¹, Ghaderi, A.^{2*}, Ashouri, A.R.³, Taherpour Khalil Abad, M.⁴

1- M.Sc. in Paleontology & Stratigraphy, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Young Researchers and Elite Club, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

*E-mail: aghaderi@um.ac.ir

Introduction

The Tirgan Formation, as a cliff forming carbonate stratigraphic unit, consists of medium to thick bedded gray limestone with some thin intercalations of shales, considered as a probable hydrocarbons reservoir rock in the Kopet-Dagh basin (Robert *et al.*, 2014). Throughout the basin, this formation overlaid the red siliciclastic succession of the Shurijeh Formation and overlain by the gray shales of the Sarcheshmeh Formation. Relative age of the Tirgan Formation, especially on the western Kopet-Dagh sections, have been discussed in a lot of publications (*e.g.*, Kalantari, 1969; Rivandi *et al.*, 2010; Khodadadi & Hadavi, 2012; Carevic *et al.*, 2013; Bucur *et al.*, 2013; Taherpour *et al.*, 2013). However the provided results are not practical for many of the sections particularly in the eastern parts of the basin. The outcomes of different biostratigraphical tools such as orbitolinids and calcareous nannofossils are dissimilar and it is not possible to find them in all paleoenvironments, especially in the shallower settings. Embryonic chambers of orbitolinids as the most important characters of their taxonomy (Schroeder *et al.*, 2010) are absent in most of specimens, not possible to find them even in the serial sections. The previously introduced biozones based on the foraminifera are problematic and the name of some biozone maker fossils had been chosen in a wrong way (for example *Dictyoconus arabicus* in Rivandi *et al.*, 2010). In addition, pelagic macrofauna like ammonites as the fundamental biostratigraphic tool for dating of the Cretaceous marine environments are invisible in the eastern outcrops of the Tirgan Formation. Due to these limitations, we try to use a new tool for biostratigraphy and provide a suitable explanation for relative age of the sequences at least in the Taher-Abad and Eshlir anticline sections, east of Kopeh-Dagh. These two stratigraphic sections are respectively located at the distance of 75 and 95 kilometers northeast of Mashhad City. Totally, more than 150 thin sections belong to 100 limestone samples have been prepared. Furthermore, 25 shale samples for palynological investigations were taken and studied.

Results and Discussion

Micropaleontological studies on the Tirgan Formation is led to identification of 17 genera and 21 species of the benthonic foraminifera and 16 genera and 20 species of the calcareous algae in the Taher-Abad section. They are as follow: *Andersenolina alpina*, *Balkhaniania balkhanica*, *Charentia cuvillieri*, *Comaliamma* sp., *Dictyoconus* sp., *Haplophragmoides joukowskyi*, *Haplophragmoides* sp., *Istriloculina eliptica*, *Istriloculina* sp., *Lenticulina* sp., *Mayncina bulgarica*, *Melathrokerion valserinensis*, *Nautiloculina oolithica*, *Neotrocholina aptiensis*, Orbitolinids, *Palorbitolina lenticularis*, *Quinqueloculina* sp., *Rumanoloculina robusta*, *Rumanoloculina* cf. *pseudominima*, *Rumano-loculina* sp., *Torinosuella peneropliformis*, *Vercorsella scarsellai*, *Acicularia* sp., *Arabicodium* sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Cayeuxia* sp., *Carpathoporella* sp., *Coptocompylodon* sp., *Deloffrella* sp., *Deloffrella quercifoliipora*, *Girvanella* sp., Halimedaceae, *Holosporella* sp., *Kopetdagaria sphaerica*, *Marinella lugeoni*, *Montiella? elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*, *Terquemella* sp.. In addition, 17 genera and 19 species of benthonic foraminifera and 12 genera and 16 species of calcareous algae are recognized in the Eshlir section. They comprise *Andersenolina alpina*, *Balkhaniania balkhanica*, *Charentia cuvillieri*, *Dictyoconus* sp., *Haplophragmoides joukowskyi*, *Istriloculina eliptica*, *Istriloculina* sp., *Lenticulina* sp., *Mayncina bulgarica*,

Melathrokerion valserinensis, *Nautiloculina oolithica*, *Neotrocholina aptiensis*, *Novallesia* cf. *producta*, Orbitolinids, *Palorbitolina lenticularis*, *Quinqueloculina* sp., *Rumanoloculina robusta*, *Torinosuella peneropliformis*, *Vercosella arenata*, *Vercorsella scarsellai*, *Acicularia* sp., *Boueina* sp., *Boueina hochstetteri*, *Coptocampylodon* sp., *Deloffrella* sp., *Deloffrella quercifoliipora*, Halimedaceae, *Holosporella* sp., *Kopetdagaria sphaerica*, *Marinella lugeoni*, *Montiella?* *elitzae*, *Neomeris cretacea*, *Permocaculus* sp., *Russoella radoicicae*, *Terquemella* sp.

The mentioned microfossils characterized three biozones in the sections: *Palorbitolina lenticularis* Range zone, *Kopetdagaria sphaerica* local zone and *Balkhania balkhanica* local zone. *Palorbitolina lenticularis* Range zone contains the first to last occurrences of the nominal species, demonstrates the Late Barremian – Early Aptian ages (Bachman & Hirsch, 2006) for the Taher-Abad section. This biozone is equivalent to two shorter local zones of *Balkhania balkhanica* and *Kopetdagaria sphaerica*. The first zone includes the entire existence of the *Balkhania balkhanica*, has a regional biostratigraphic value for the Late Barremian. The thickness of *Balkhania balkhanica* zone in the Taher-Abad and Eshlir sections is respectively 20.65 and 37 meters, includes the carbonate units of the lower part of the Tirgan Formation. The second zone comprises the whole range of *Kopetdagaria sphaerica* in the studied sections, confirms the Late Barremian to Earlier Aptian (Bedoulian). Because of the incompleteness of *Palorbitolina lenticularis* Range zone in the Eshlir section, it is not possible to simply use of that. Instead, the later defined shorter *Balkhania balkhanica* and *Kopetdagaria sphaerica* biozones are appropriately useful in the Eshlir section. This biozone has a thickness of 43.35 and 39.65 meters in Taher-Abad and Eshlir, occupies a major upper part of the carbonate rocks of these two sections.

Conclusion

In the absence of proper orbitolinid fauna as the index benthonic fossils of the Early Cretaceous (Late Barremian – Early Aptian), the *Balkhania balkhanica* and *Kopetdagaria sphaerica* biozones have a worthy performance in the age dating of the Tirgan Formation, particularly in the eastern Kopet-Dagh. These ages have been examined by palynological contents of the shaly intervals. Some species such as *Cribroperidium* cf. *tenuiceras*, *Muderongia staurota*, *Odontochitina operculata* and *Pseudoceratium pelliferum* which formerly reported from the Late Barremian – Early Aptian strata of Australia and Egypt (e.g., Oosting *et al.*, 2006; Deaf *et al.*, 2015) confirm the proposed age by foraminifera and calcareous algae.

Key words: Tirgan Formation; Eshlir anticline; Taher-Abad; benthonic foraminifera; calcareous algae; Kopet-Dagh.

References

- 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.
- Bucur, I.I., Majidifard, M.R., Senowbari-Daryan, B., 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the eastern Alborz and western Kopet Dag (northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeont. Romaniae*, 9 (1): 23-37.
- Carevic, I., Taherpour Khalil Abad, M., Ljubovic-Obradovic, D., Vaziri, S.H., Mirkovic, M., Aryaei, A.A., Stejic, P., & Ashouri, A.R., 2013. Comparis ons between the Urgonian platform carbo nates from eastern Serbia (Carpatho-Balk anides) and northeast Iran (Kopet-Dagh Basin): Depositional facies, microfacies, biost ratigraphy, palaeoenvironments and palae oecology. *Cretaceous Research*, 40: 110-130.
- Deaf, A. S., Harding, I. C., & Marshall, J. E. (2015). Early Cretaceous palynostratigraphy of the Abu Tunis 1x borehole, northern Western Desert, Egypt, with emphasis on the possible palaeoclimatic effect upon the range of *Dicheiropollis etruscus* in North Africa. *Palynology*, 1-29.
- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the middle-Jurassic-Cretaceous successions of Kopet Dag region (N.E. IRAN). Tehran, NIOC. *Geol.Laboratories, Publication*. no.3, Ph.D. thesis, London University.
- Khodadadi, L., & Hadavi, F., (2012). Nannostratigraphy and palaeoecology of Tirgan and Sarcheshmeh Formations in Taher-Abad and Mozduran sections (East of Kopeh-Dagh), *Sedimentary Facies*, 5 (2): 196-210.

- Oosting A.M., Leereveld H., Dickens G.R., Henderson R.A., Brinkhuis H., 2006. Correlation of Barremian-Aptian (mid-Cretaceous) dinoflagellate cyst assemblages between the Tethyan and Austral realms. *Cretaceous Research*, Vol. 27, P. 792-813.
- Rivandi, B., Najafi, M., Mousavi Harami, S.R., Mahboubi, A., Vahidinia, M., 2010. Biostratigraphy of the Tirgan Formation at Jozak and Chaman-bid areas, west of Kopet-Dagh basin. *Journal of Stratigraphy and Sedimentary Researches*, 26 (4): 89-110 [In Farsi].
- Robert, A.M.M., Letouzey, J., Kavooosi, M.A., Sherkati, S., Müller, C., Vergés, J., & Aghababaei, A., 2014. Structural evolution of the Kopet Dagh fold-and-thrust belt (NE Iran) and interactions with the South Caspian Sea Basin and Amu Darya Basin. *Marine and Petroleum Geology*, 57: 68-87.
- Schroeder, R., van Buchem, F.S.P., Cherchi, A., Baghbani, D., Vincent, B., Immenhauser, A., Granier, B., 2010. Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian –Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations. *GeoArabia Special Publication 4* (1): 49-96.
- Taherpour Khalil Abad, M., Schlagintweit, F., Vaziri, S.H., Aryaei, A.A., & Ashouri, A.R., 2013. *Balkhania balkhanica* Mamontova, 1966 (benthic foraminifera) and *Kopetdagaria sphaerica* Maslov, 1960 (dasycladalean alga) from the Lower Cretaceous Tirgan Formation of the Kopet Dagh mountain range (NE Iran) and their paleobiogeographic significance. *Facies*, 59 (1): 267–285.