



<http://ui.ac.ir/en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
35th Year, Vol. 74, No. 1, Spring 2019
pp. 23-36
Received: 09.10.2018 Accepted: 16.12.2018

Biostratigraphy of the Tirgan Formation in the Kopet-Dagh basin: Stratigraphic sections of the Tirgan village and Amirabad

Masoumeh Gheiasvand

Ph.D Student, Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Ali Reza Ashouri*

Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Seyed Ali Aghanabati

Associate Professor, Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Morteza-TaherpourKhalil-Abad

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

Abbas Ghaderi

Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author, e-mail: ashouri@um.ac.ir

Abstract

The Lower Cretaceous successions of the NE Iran in the sedimentary Kopet-Dagh basin are result from transgression of the Berriasian-Barremian marine, which are deposited after first erosional cycle (Late Jurassic-Early Cretaceous). In this research, two stratigraphic sections of these successions, including the Tirgan Formation, described and studied in detail, and is provided a biostratigraphic framework for them. The new paleontological results of the Tirgan Formation are based on the benthic foraminifera. Some of them are reported for the first time (e.g. *Conorbinella azerbaijanica*, *Cuneolina composaurii*, *Feurtillia gracilis* and *Orbitolinopsis cf. nikolovi*). *Feurtillia gracilis* taxon range zone offers the Valanginian age for the base parts of the Tirgan Formation as well genera and species; *Balkhanian balkhanica*, *Dictyoconus pachymarginalis* and *Orbitolinopsis cf. nikolovi* confirm Late Barremian-Aptian age for the upper parts of this Formation. This study shows a diachrony in the age of base of the Tirgan Formation, so that transgressive successions start with Valanginian age (or probably Berriasian) in the Tirgan village section, however the Amirabad section shows Late Barremian age at the beginning of transgression.

Keywords: Kopet-Dagh basin, Tirgan Formation, Valanginian age.

Introduction

In Iran, Lower Cretaceous carbonate successions occur in different regions such as in the Zagros and Alborz Mountains, Kopet-Dagh basin, and Central Iran (Afshar-Harb 1994; Davoudzadeh 1997). In this research, we describe two sections through Lower Cretaceous sediments (Tirgan Formation) from the Kopet-Dagh basin (northern Tethys margin), which are located in the Khorasan-e-Razavi province. The first one is the Tirgan village section, placed in 3 km south of the Tirgan village (37° 07' 11" N and 59° 18' 45" E). The second investigated section is Amirabad section, which is located in 80 km northeast of the Mashhad city, about 20 km east of the Gojgi (36° 33' 40" N and 60° 04' 02" E). Here, we provided a new biostratigraphic framework for these sections using thin sections.

Material and Methods

In the Tirgan village and Amirabad sections, a total of 392 samples were collected and processed. In this study we examined the distribution of foraminifera using thin sections.

Discussion of Results and Conclusions

The Tirgan village section is approximately 640 m thick. This section is subdivided into four units. These lithostratigraphic divisions are separated by prominent surfaces, which can laterally be followed on Google Earth map. Lithologically, Tirgan village section is dominated by oolitic and bioclastic limestones, which includes partly reworked components and which are rich in bryozoans. Limestone rich in macrofossils, dolomitized limestone, nodular and marly limestone, marl, and fine sandstone beds, are further lithologies present in the section. At the Tirgan village section, unit 1 overlies clastic and evaporitic sediments (gypsum) of the Shourijeh Formation. The boundary between the Shourijeh and Tirgan formations is very irregular and erosive. This interval of the Tirgan Formation is marked by approximately 30 m of grey to buff, massive, limestone, without visible stratification. The sediments of this unit are barred by a dam and are unfortunately not accessible and could not be sampled. The Tirgan Formation also underlies shaly sediments of the Sarcheshmeh Formation. The second section, Amirabad section, is approximately 80 m thick, and is subdivided into

three units, which can also be followed on Google Earth map. These units are named; carbonate platform facies, hemiplegic carbonates and shales and marls of the Sarcheshmeh Formation. The Tirgan Formation in the Amirabad section is mostly composed of fossiliferous limestones, gray argillaceous and marly limestone and shale. Like the Tirgan section, the Tirgan Formation is restricted here between the conglomerates and sandstones of the Shourijeh Formation and green shales of the Sarcheshmeh Formation.

The new paleontological results of the Tirgan Formation are based on the benthic foraminifera assemblages. Some of them are reported for the first time (e.g. *Conorbinella azerbaijanica*, *Cuneolina composaurii*, *Feurtillia gracilis* and *Orbitolinopsis cf. nikolovi*), and taxon range zones of benthic foraminifera are used to obtain a first-order age control in the Tirgan village section (Neagu and Cîrnaru 2002). *Feurtillia gracilis* taxon range zone offers the

Valanginian age for the base parts of the Tirgan Formation as well genera and species; *Balkhania balkhanica*, *Dictyoconus pachymarginalis* and *Orbitolinopsis cf. nikolovi* confirm Late Barremian–Aptian age for the upper parts of this Formation. Overall, the benthic foraminifera allowed to distinguish two distinct time intervals: 1) the *Feurtillia gracilis* range zone (Valanginian); 2) the Orbitolinid assemblage zone (Aptian). This study shows a diachrony in the age of base of the Tirgan Formation, so that transgressive successions start with Valanginian age (or probably Berriasian) in the Tirgan village section, however the Amirabad section shows Late Barremian age at the *beginning* of *transgression*, so this diachrony in the age of base of the Tirgan Formation suggests the effect of a long-term subsidence in the Kopet-Dagh Basin during the Early Cretaceous, following probably the Cimmerian phase of orogenesis.

زیست‌چینه‌نگاری سازند تیرگان در حوضه کپه‌داق: برش‌های چینه‌شناسی روستای تیرگان و امیرآباد

معصومه غیاثوند، دانشجوی دکتری چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه

فردوسی مشهد، مشهد، ایران

علیرضا عاشوری، استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران*

علی آقائباتی، دانشیار، گروه زمین‌شناسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مرتضی طاهرپور خلیل‌آباد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

عباس قادری، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

توالی‌های کرتاسه پایینی شمال‌شرق ایران در حوضه رسوبی کپه‌داق نتیجه پیشروی دریای بریازین - بارمین هستند که پس از نخستین چرخه فرسایشی ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین نهشته شده‌اند. در پژوهش حاضر، دو برش چینه‌شناسی از این توالی‌ها شامل سازند تیرگان با جزئیات دقیق توصیف و مطالعه شدند و چارچوب زیست‌چینه‌نگاری جدیدی برای آنها فراهم شد. یافته‌های دیرینه‌شناختی جدید از سازند تیرگان بر اساس شناسایی روزن‌داران کفزی هستند که برخی از آنها نظیر *Conorbinella azerbaijanica*, *Cuneolina composaurii*, *Feurtillia gracilis* و *Orbitolinopsis cf. nikolovi* برای نخستین بار گزارش می‌شوند. بر اساس *Feurtillia gracilis* zone سن والانزینین برای بخش‌های قاعده‌ای سازند تیرگان تعیین می‌شود. همچنین جنس‌ها و گونه‌های *Balkhanian balkhanica* و *Dictyoconus pachymarginalis* و *Orbitolinopsis cf. nikolovi* سن بارمین پسین - آپتین را برای بخش‌های بالایی سازند تأیید می‌کنند. مطالعه حاضر نشان می‌دهد شروع توالی‌های سازند تیرگان هم‌زمان نیست؛ به طوری که در برش روستای تیرگان، نهشته‌های پیش‌رونده با سن والانزینین (یا احتمالاً بریازین) شروع می‌شوند و در برش امیرآباد، شروع این پیشروی را بارمین پسین نشان می‌دهد. واژه‌های کلیدی: حوضه کپه‌داق، سازند تیرگان، سن والانزینین

مقدمه

سن بارمین را برای این پیشروی پیشنهاد کرده است. افرادی از جمله Taherpour Khalil Abad, Kalantari 1969, 1986, Bucur et al. 2013, Carević et al. 2013, et al. 2010a, b, Rivandi et al. 2010 و Davtalab Zarghi 2010 فسیل‌شناسی میکروسکوپی کربنات‌های آب‌های کم‌عمق کرتاسه پایینی را در حوضه کپه‌داق انجام داده‌اند. این زمین‌شناسان سازند تیرگان را به بارمین (یا بارمین بالایی) - آپتین ارجاع داده‌اند و (Kalantari (1986) مرز بین سازندهای شوربجه و تیرگان را برابر با مرز نئوکمین - بارمین دانسته است. در تمام مطالعه‌های یادشده مرزهای سازند ناهم‌زمان در نظر گرفته شده‌اند؛ درحالی‌که در برخی دیگر مرزهای سازند هم‌زمان فرض شده‌اند و سازند تیرگان تنها به بارمین ارجاع داده شده است (Raisossadat and Moussavi-Harami 2000; Raisossadat and Shokri 2011).

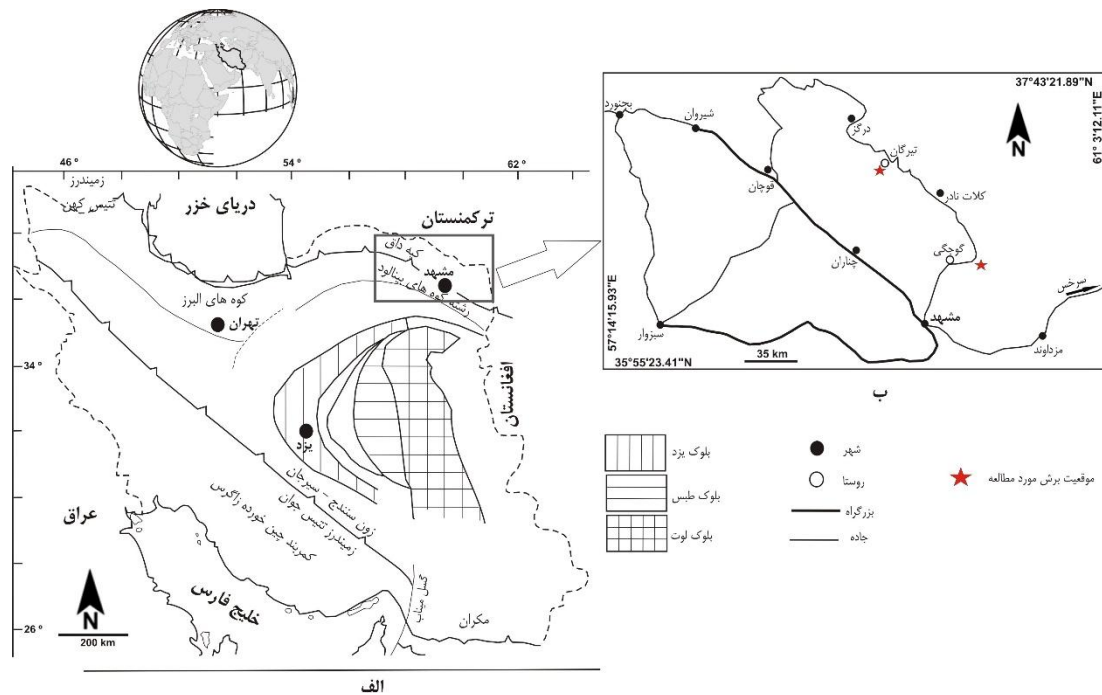
موقعیت جغرافیایی

برش چینه‌شناسی روستای تیرگان در استان خراسان رضوی و در ۳ کیلومتری جنوب روستای تیرگان واقع شده است. موقعیت جغرافیایی آن $11^{\circ} 07' 37''$ عرض شمالی و $59^{\circ} 18' 45''$ طول شرقی است. برش امیرآباد دومین برش چینه‌شناسی بررسی‌شده در مطالعه حاضر است که در ۸۰ کیلومتری شهر مشهد و حدود ۲۰ کیلومتری شرق روستای گوجگی با موقعیت جغرافیایی $40^{\circ} 33' 36''$ عرض شمالی و $60^{\circ} 04' 03''$ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱).

مطالعه پلت‌فرم کربناته کرتاسه پیشین در حاشیه شمالی و جنوبی تیس با روش‌های مؤثر و کارآمدی تجدیدنظر شده است و نتایج آن در قالب نوشته‌های متعدد و فراوانی ارائه شده‌اند (برای نمونه Föllmi et al. 1994, 2006, Schlagentweit, 2011, Masse et al. 2009, Arnaud-Vanneau 2006, and Ebli 1999, Godet et al. 2010, و Stein et al. 2012, Schlagentweit, 2011). مطالعه‌های بخش شمالی تیس غربی نشان می‌دهند پلت‌فرم‌های کربناته ژوراسیک و کرتاسه پیشین بخشی از یک پلت‌فرم وسیع بوده و بیش از دوهزار کیلومتر گسترش یافته است (Föllmi et al. 1994; Rosenbaum et al. 2004; Carević et al. 2013). توالی‌های کربناته کرتاسه زیرین در ایران به‌عنوان بخشی از تیس شرقی گسترده و بسیار ضخیم هستند و در نواحی مختلفی از زاگرس، البرز، کپه‌داق و ایران مرکزی دیده می‌شوند (Afshar-Harb 1994; Davoudzadeh 1997). در پژوهش حاضر، ردیف رسوبات سازند تیرگان از این توالی‌ها بررسی شد؛ به‌طوری‌که تجمع‌های فسیل‌های میکروسکوپی موجود در آن برای بایوزوناسیون کپه‌داق مرکزی و شرقی (بخشی از حوضه‌ای که طی زمان کرتاسه در حاشیه شمالی دریای نئوتیس گسترده شده است) استفاده شدند.

مروری اجمالی بر پیشینه پژوهش

نخستین بررسی‌های سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری گسترده را Clapp (1940) و Afshar-Harb (1969, 1979) در حوضه کپه‌داق انجام داده‌اند و (Afshar-Harb (1969) نام سازند تیرگان را برای نهشته‌های اربیتولین‌دار بارمین - آپتین پیشین پیشنهاد کرده است. مطالعه‌های Stampfli (1978) نشان می‌دهند سنگ‌آهک‌های اربیتولین‌دار مناطق خزر جنوبی نسبت به سایر نواحی ایران قدمت بیشتری دارند و پیشروی دریای کرتاسه از حوضه خزر جنوبی و کپه‌داق به سایر نواحی ایران (شرقی و مرکزی) انجام شده است؛ او



شکل ۱- الف. نقشه ساختاری ایران (Wilmsen et al. 2009) با ترسیم دوباره، ب. نمایش برش‌های چینه‌شناسی مطالعه‌شده در کهداق

بحث

برش چینه‌شناسی روستای تیرگان

برش روستای تیرگان حدود ۶۴۰ متر ضخامت دارد و برای نخستین بار به‌طور جزئی نمونه‌گیری می‌شود. این برش از نظر سنگی غالباً شامل سنگ‌آهک‌های زیستی و الیتی و به‌طور بخشی شامل شیل و سنگ‌آهک مارنی و ندولار است. در مطالعه حاضر، مرزهای سازندی بین لایه‌های ژیبس (سازند شوربچه)، سنگ‌آهک‌ها (سازند تیرگان) و شیل‌ها (سازند سرچشمه) قرار داده شدند و سنگ‌آهک‌های سازند تیرگان به ۴ واحد تقسیم شدند (شکل ۲). تقسیم‌بندی یادشده با سطوحی شناسایی می‌شود که روی تصویر گوگل‌ارث قابل پیگیری هستند.

واحد ۱: قاعده سازند تیرگان با ۳۰ متر سنگ‌آهک‌های توده‌ای خاکستری تا نخودی‌رنگ مشخص می‌شود که بدون لایه‌بندی‌اند. این واحد پشت سد قرار گرفته است و از آنجا که گسترش جانبی ندارد در دسترس نیست و بنابراین نمونه‌ای از این ضخامت در دست نیست؛

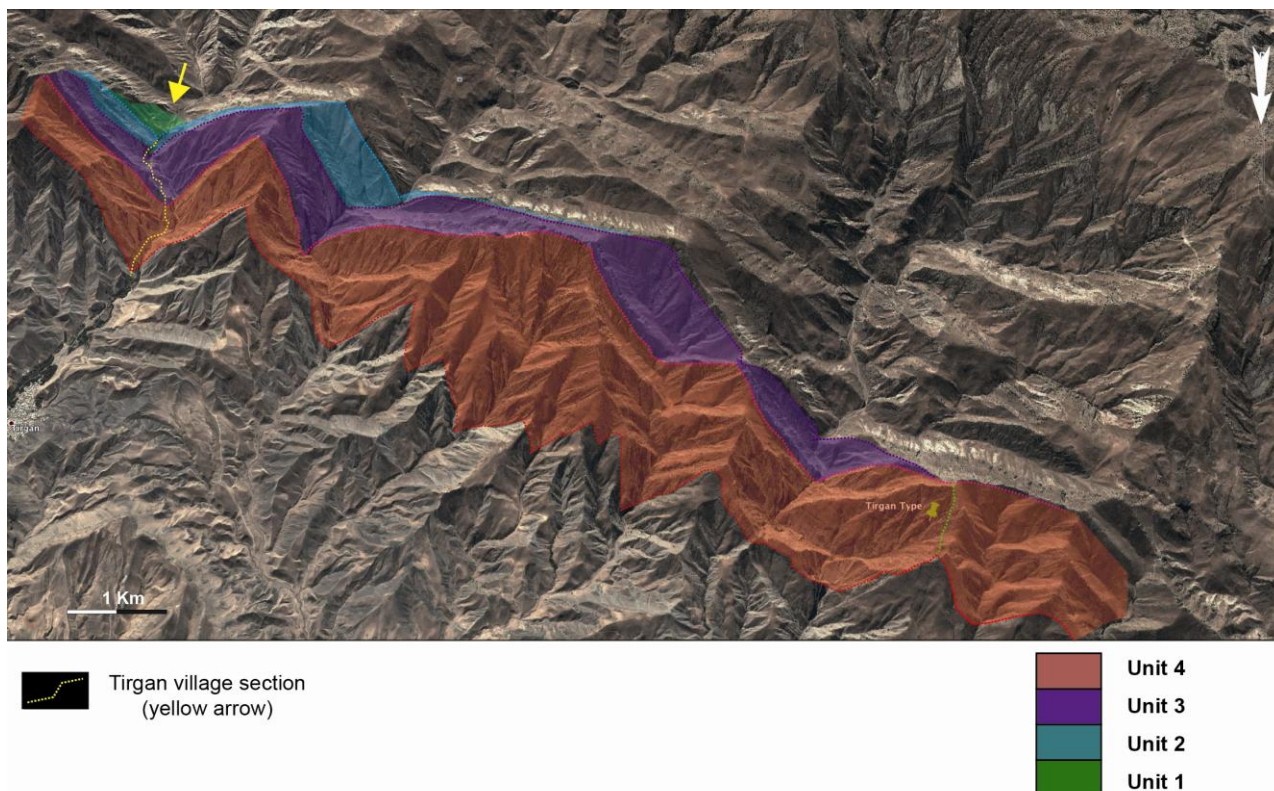
واحد ۲: ۵۵ متر سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه خاکستری تا نخودی‌رنگ حاوی الیت و بیوکلاست‌ها بالای واحد ۱ وجود دارد. این ضخامت به‌وسیله شیل‌های خاکستری با بین‌لایه‌های سنگ‌آهک دنبال می‌شود. واحد ۲ دارای بریزوآی فراوان است و در نهایت با شیل‌های خاکستری حاوی براکیوپودها و اسفنج‌های آهکی پایان می‌یابد.

واحد ۳: در آغاز واحد ۳، لایه‌های شیل خاکستری واحد ۲ با حدود ۱۱۵ متر سنگ‌آهک ندولار و مارنی از تناوب شیل‌های سبز تا ارغوانی جدا می‌شوند. روزن‌داران کفزی اجزای زیستی غالب این ضخامت هستند. در قاعده این واحد ۲۳ متر از سنگ‌آهک‌های ندولار مانند واحد ۲ دارای بریزوآی است هرچند به فراوانی واحد ۲ نیست. این توالی با سنگ‌آهک‌های حاوی تالاسینوئیدس ادامه می‌یابد. در ادامه واحد ۳، شیل‌های سبز تا خاکستری با بین‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک مارنی و مارن قرار دارند. این ضخامت به‌طور بخشی پوشیده شده و از نظر فسیلی فقیر است و عمدتاً با

سطحی از نخستین ظهور اربیتولینیده‌ها پوشیده شده‌اند. حدود ۱۵۰ متر از بخش بالایی برش شامل لایه‌های حاوی اربیتولینیده‌ها است و با بخشی شروع می‌شود که عمدتاً از جنس سنگ‌آهک ندولار است و از نظر براکیوپود و دوکفه‌ای‌ها غنی است. اربیتولینیده‌ها به سمت بالای برش دیده می‌شوند.

سنگ‌آهک‌های خاکستری در سطحی غنی از بریوزوا پایان می‌یابد.

- واحد ۴: نهشته‌های بارمین تناوبی از سنگ‌آهک، سنگ‌آهک مارنی، شیل، مارن و لایه‌هایی از سنگ‌آهک‌های ندولار و سیلتی هستند که به‌طور بخشی دولومیتی شده‌اند و با



شکل ۲- تصویر گوگل‌ارث از تکامل جانبی واحدهای سازند تیرگان در منطقه

روزن‌داران کفزی

به‌منظور تعیین سن نسبی برش روستای تیرگان مطالعه زیستی ۳۰۰ مقطع نازک انجام شد (شکل ۳). محدوده چین‌شناسی روزن‌داران کفزی معرفی شده بر اساس مطالعه‌های Neagu and Cîrmaru 2002 است. جنس و گونه‌هایی مانند *Everticyclammina pachymarginalis*، «*Dictyoconus*»، *Montsalevia salevensis* و *Feurtillia gracilis kelleri* شاخص‌هایی‌اند که محدوده‌های زمانی مشخصی دارند و ابزارهای مهمی برای زیست‌چینه‌نگاری به شمار می‌آیند. این

گروه توصیف سنی جدیدی در مقایسه با مطالعه‌های قبلی در حوضه کپه‌داق ارائه می‌دهد که سن والانزینین تا آپتین را تأیید می‌کند؛ علاوه‌بر مطالب یادشده، گزارشی از انواعی مانند *Feurtillia gracilis* و *Cuneolina composaurii* نخستین‌بار از این توالی ارائه می‌شود. در مطالعه حاضر برای تعیین سن نسبی طبقه‌ها از محدوده زمانی *Feurtillia gracilis* استفاده شد که با ظهور و ناپدیدشدن آن تعریف می‌شود؛ از این رو، به‌طور غیررسمی یک تاکسون رنج‌زون و یک اسمبلیج‌زون تعریف شد که در ادامه شرح داده می‌شود:

می‌شوند. اربیتولینیده‌ها به سمت بالای برش همچنان وجود دارند؛ هرچند ما بخش بالایی این محدوده زمانی را با توجه به گونه شاخص *pachymarginalis* «Dictyoconus» محدود کردیم و ضخامت ۴۸۷ تا ۵۸۷ متری از برش روستای تیرگان را به آن اختصاص دادیم که شامل بخش‌هایی از واحد ۴ است. با نگاهی به موقعیت چینه‌شناسی، ضخامت ۴۴۲ تا ۴۸۷ متری این برش به سن بارمین بالایی مشخص می‌شود.

تشخیص مرز بارمین - آپتین بر اساس اربیتولینیده‌های مشاهده شده غیرممکن است؛ اما حضور گونه شاخص یاد شده تعیین می‌کند این محدوده زمانی جوان‌تر از بخش پایینی آپتین پسین نیست و ما قاعده نهشته‌های آپتین را در ضخامت ۴۸۷ متری برش قرار دادیم که معادل با ظهور نخستین اربیتولینیده‌ها است. گفتنی است حضور گونه *Balkhania balkhanica* از برخی نواحی مانند افغانستان میانی و شمال شرق ایران در بارمین - آپتین گزارش شده است (Schroeder and de Lapparent 1967). در مطالعه حاضر، حضور این گونه بین ضخامت ۴۸۰ تا ۴۹۰ متری سن بارمین - آپتین را تأیید می‌کند. از جمله روزن‌داران کفزی عبارتند از:

Ammodiscus cf. *glabratus*, *Balkhania* cf. *balkhanica*, *Cuneolina* sp., *Debarina hahounerensis*, *Dictyopsella* sp., *Gaudryna* sp., *Iraqia* cf. *hensoni*, *Meandrospira favrei*, *Montseciella* sp., *Neotrocholina friburgensis*, *N. sabbati*, *Patellina* sp., *Praeorbitolina?* *P. transiens?*, *Pseudocyclamina hedbergi*, *Simplorbitolina* sp., *Valserina* sp.?

***Feurtillia gracilis* Rang Zone**

این محدوده زمانی با گونه *Feurtillia gracilis* تعریف می‌شود. محدوده زمانی *Feurtillia gracilis* بر اساس Neagu and Cîrnaru (2002) در بریازین پسین تا والانژینین جای می‌گیرد؛ به طوری که سن جوان‌تر از والانژینین را مشخص نمی‌کند. این گونه به تعداد کمی وجود دارد و برای نخستین بار تنها در سه مقطع نازک (نمونه‌های K3.109, K3.138 و K3.149) از شمال شرق ایران گزارش می‌شود که حاوی برش‌هایی عرضی و طولی از این گونه‌اند و آن را به خوبی توصیف می‌کنند؛ در نتیجه، این محدوده زمانی سن والانژینین را برای ضخامت ۱۳۸ تا ۲۳۰ متری برش روستای تیرگان تعیین می‌کند که شامل بخش‌هایی از واحد ۳ (۱۱۵ تا ۴۲۰ متری) است. با توجه به موقعیت چینه‌شناسی، ضخامت زیرین این محدوده احتمالاً به سن بریازین؟ تا والانژینین زیرین؟ مشخص می‌شود.

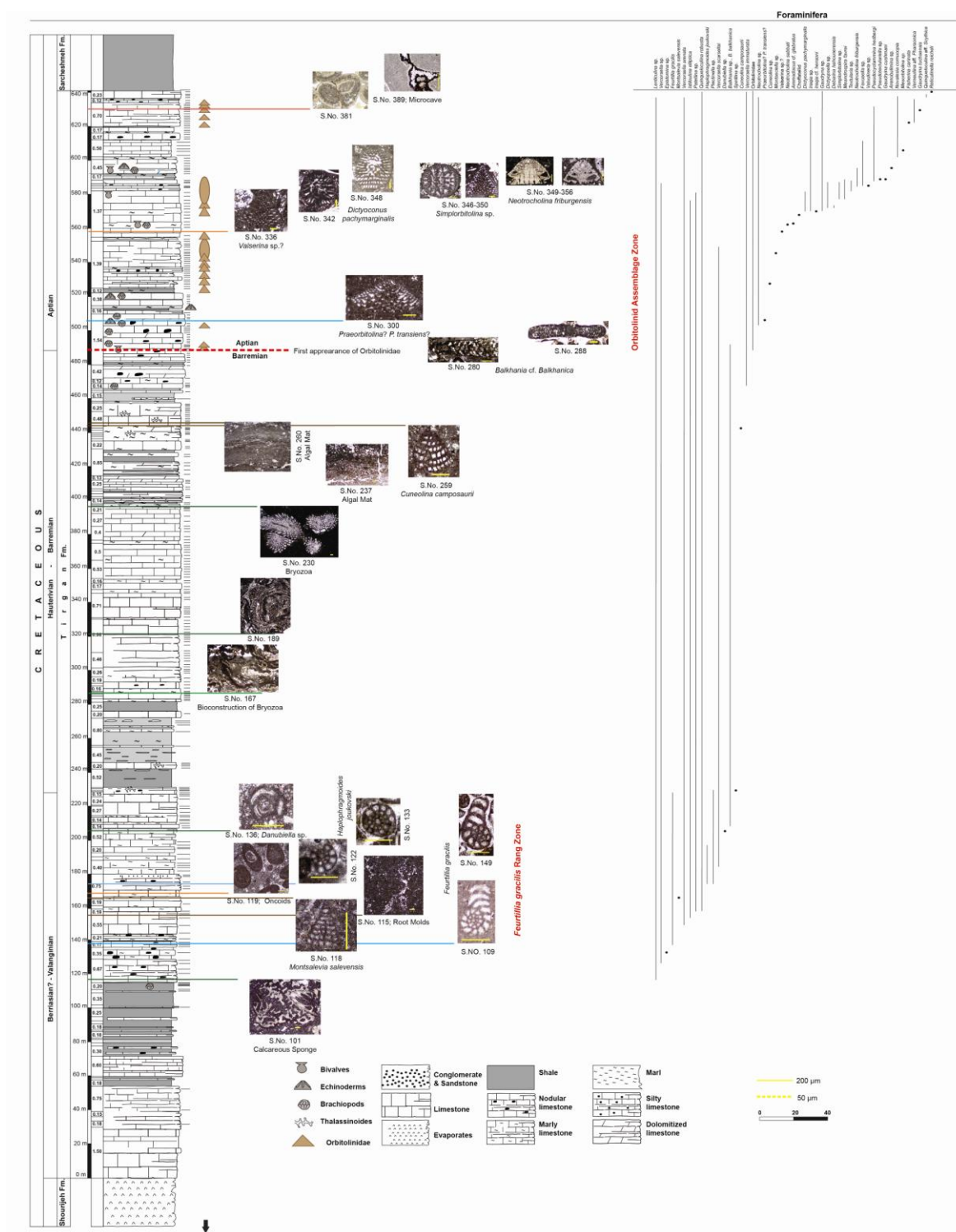
تجمع‌های همراه: در بین روزن‌داران کفزی به نمونه‌های

زیر اشاره می‌شود:

Danubiella sp., *Epistomina* sp., *Haplophragmoides joukovski*, *Montsalevia salevensis*

Orbitolinid Assemblage Zone

این محدوده زمانی با نخستین ظهور اربیتولینیده‌ها مشخص می‌شود و بخشی از سن آپتین (آپتین پیشین و میانی) را پوشش می‌دهد. تعداد فراوانی از فسیل‌های بزرگ به‌ویژه براکیوپودها، دوکفه‌ای‌ها و اکینودرم‌ها در این محدوده دیده



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی و گسترش روزن‌داران کفزی در طول برش روستای تیرگان

غالباً شامل سنگ‌آهک‌های زیستی، آرژیلی و مارنی به همراه لایه‌های شیلی - مارنی سازند سرچشمه است. مرزهای سازندی همانند برش روستای تیرگان بین لایه‌های ماسه‌سنگی و

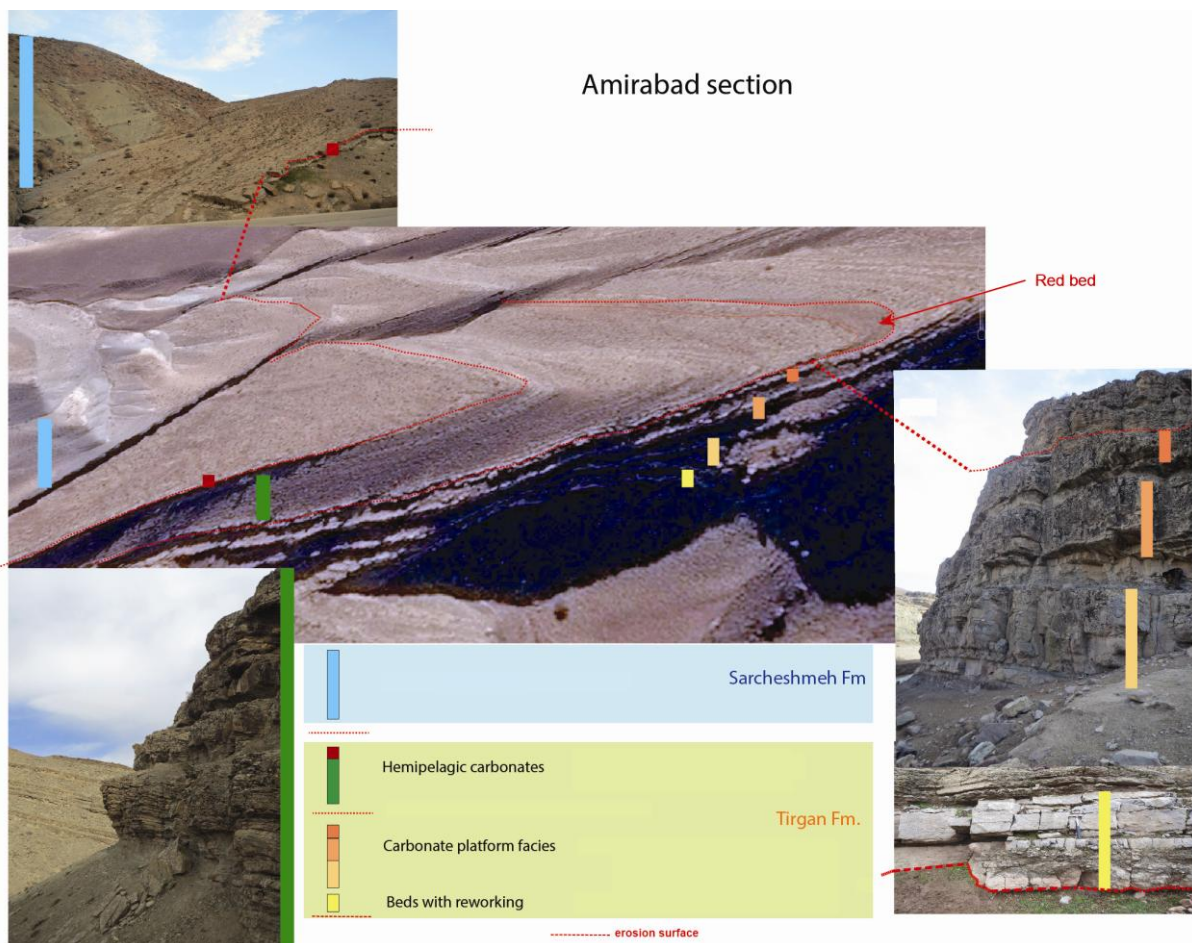
برش چینه‌شناسی امیرآباد
برش امیرآباد حدود ۸۰ متر ضخامت دارد و شامل سازند تیرگان و بخش قاعده‌ای سازند سرچشمه است. این برش از نظر سنگی

- واحد ۲: همان‌طور که در شکل (۴) دیده می‌شود لایه قرمز رنگ (خاک قدیمی) روی سطح فرسایشی این واحد قرار گرفته است و در ادامه با توالی‌ای از شیل و مارن خاکستری با بین‌لایه‌های سنگ‌آهک نازک‌لایه دنبال می‌شود و در نهایت با ضخامتی از لایه‌های سنگ‌آهک مارنی و آرژیلی پایان می‌یابد. واحد ۲ کربنات‌های همی‌پلاژیک نامیده می‌شود زیرا دارای رسوبات دانه‌ریز همراه با بقایایی از قطعه‌های موجودات شناور است.

- واحد ۳: سطح بالایی سازند تیرگان همانند برش روستای تیرگان با پیشروی شیل‌ها و مارن‌های سازند سرچشمه مشخص می‌شود. بخشی از سازند سرچشمه واحد ۳ را شامل می‌شود.

کنگومریت (سازند شوربیجه)، سنگ‌آهک‌ها (سازند تیرگان) و شیل‌ها (سازند سرچشمه) قرار داده شدند و ۳ واحد برای سنگ‌آهک‌های سازند تیرگان تعریف شد (شکل ۴):

- واحد ۱: واحد ۱ که رخساره پلت‌فرم کربناته نامیده می‌شود تناوبی از سنگ‌آهک‌های نازک تا ضخیم‌لایه‌ای است که شامل حدود ۱/۶ متر لایه‌های شیل، سنگ‌آهک و سنگ‌آهک آرژیلی در بخش قاعده‌ای است. با توجه به مطالعه‌های میکروسکوپی، اجزای اسکلتی و غیراسکلتی لایه‌های قاعده‌ای، بیشتر حمل‌شده‌اند. روزن‌داران کفزی اجزای زیستی غالب این ضخامت‌اند؛ همچنین در بالاترین بخش این واحد، خروج از آب و کارستی شدن وجود دارد که به شکل کارست همراه با حفره‌های ریز (Microcave) دیده می‌شود و سطح فرسایشی را مشخص می‌کند.



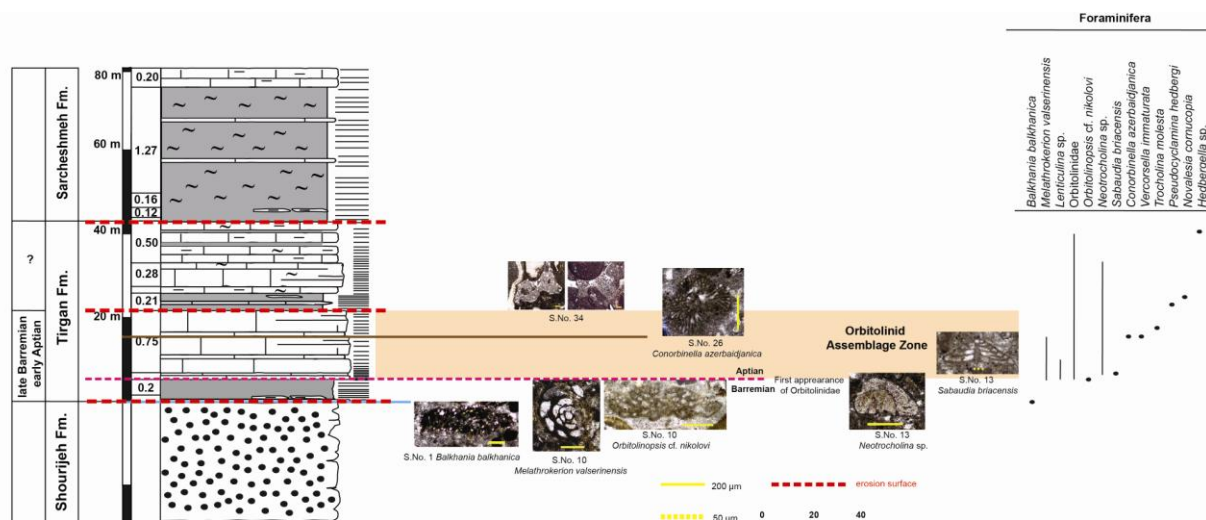
شکل ۴- نمایی از واحدهای معرفی شده برش امیرآباد

روزن‌داران کفزی

Orbitolinid Assemblage Zone

این محدوده زمانی همانند برش روستای تیرگان با نخستین ظهور اربیتولینیده‌ها مشخص می‌شود و سن آپتین پیشین را پوشش می‌دهد. همچنین حضور گونه *Balkhania balkhanica* از قاعده برش به سن بارمین پسین گزارش می‌شود. اربیتولینیده‌ها به سمت بالای برش همچنان وجود دارند اگرچه ما بخش بالایی این محدوده را با در نظر گرفتن سطح فرسایشی موجود در بالاترین بخش واحد ۱ محدود کردیم و ضخامت حدود ۱۷ متر از سازند تیرگان را به آن اختصاص دادیم. در بین روزن‌داران کفزی گونه شاخص *O. nikolovi* از پایین‌ترین بخش این محدوده زمانی دارای اهمیت در بایوزوناسیون است. (Hfaiedh et al. 2013). فسیلی شاخص برای آپتین پیشین است (Hfaiedh et al. 2013). حضور این گونه همراه با روزن‌داران دیگر مانند *Paleodictyoconus* sp.، *Conorbinella azerbaijanica* و *Sabaudia briacensis* سن آپتین پیشین را تأیید می‌کند.

مطالعه فسیلی حدود ۶۶ مقطع نازک از سازند تیرگان در برش امیرآباد انجام شد (شکل ۵). همچنین ۲۶ نمونه نرم از سازند سرچشمه شستشو و مطالعه شدند. نتایج به شناسایی محدوده‌های سنی برای سازند تیرگان منجر شدند؛ در حالی که نمونه‌های سازند سرچشمه دارای انواع شاخص برای تعیین سن نبودند. روزن‌دارانی مانند *Balkhania balkhanica* و *Orbitolinopsis* cf. *nikolovi* شاخص‌هایی هستند که محدوده‌های زمانی مشخصی دارند و ابزارهای مهمی برای زیست‌چینه‌نگاری به شمار می‌آیند. این گروه سن بارمین پسین تا آپتین را تأیید می‌کند. همچنین برای نخستین بار گزارشی از برخی جنس و گونه‌ها مانند *Conorbinella azerbaijanica* و *Orbitolinopsis* cf. *nikolovi* از این توالی ارائه می‌شود. در مطالعه حاضر به‌طور غیررسمی یک اسمبلیج‌زون تعریف شد که شرح داده می‌شود:



شکل ۵- تصاویر میکروسکوپی و گسترش روزن‌داران کفزی در طول برش امیرآباد

نتایج

پایینی حوضه کپه‌داق نمونه‌گیری و مطالعه شدند. با توجه به مطالعه‌های فسیل‌شناسی، یافته‌های جدید از روزن‌داران

در پژوهش حاضر، دو توالی کربناته از نهشته‌های کرتاسه

- College, University of London, England, 316 p.
- Arnaud-Vanneau A. 2006. Biogeographic distribution of large shallow-water benthic foraminifers during the Early Cretaceous. *Anuario do Instituto de Geociências* 29 (1) (Forams 2006). 694 p.
- Bucur I. I. Majidifard M. R. and Senowbari-Daryan B. 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the eastern Alborz and western Kopet Dagh (northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeontologica Romaniaica*, 9(1): 23-37.
- Carević I. Taherpour Khalil Abad M. Obradovi D. L. Vaziri S. H. Mirkovi M. Aryaei A. A. Steji P. Ashouri A. R. 2013. Comparisons between the Urganian platform carbonates from eastern Serbia (Carpatho-Balkanides) and northeast Iran (Kopet-Dagh Basin): Depositional facies, microfacies, biostratigraphy, palaeoenvironments and palaeoecology. *Cretaceous Research*. 40: 110-130.
- Clapp. F. G., 1940. Geology of eastern Iran. Geological Society of America. Bulletin 51, 1-102.
- Davoudzadeh M. 1997. Iran. In: Moores, E.M., Fairbridge (Eds.), *Encyclopedia of European and Asian Regional Geology*, 384-404.
- Davtalab Zarghi E. 2010. Palynostratigraphy and Palynofacies Sarcheshmeh Formation at Anjirbolagh section (NE Mashhad). Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad, 122 p. (In Persian).
- Föllmi KB. Weissert H. Bisping M. and Funk H. 1994. Phosphogenesis, carbon-isotope stratigraphy, and carbonate platform evolution along the Lower Cretaceous northern Tethyan margin. *Geological Society of America Bulletin*. v. 106, 729-746.
- Föllmi K. B. Godet A. Bodin S. and Linder P. 2006. Interactions between environmental change and shallow-water carbonate build-up along the northern Tethyan margin and their impact on the Early Cretaceous carbon-isotope record, *Paleoceanography*, 21: PA4211.
- Godet A. Föllmi K. B. Bodin S. de Kaenel E. Matera V. and Adatte T. 2010. Stratigraphic, sedimentological and palaeoenvironmental constraints on the rise of the Urganian platform in the western Swiss Jura. *Sedimentology*, Wiley. 57(4): 1088-1125.
- Godet A. Hfaiedh R. Arnaud-Vanneau A. Zghal I. Arnaud and H. Ouali J. 2014. Aptian palaeoclimates and identification of an kffzy do محدوده زمانی را مشخص می‌کنند که عبارتند از: *Feurtillia gracilis* range zone (Valanginian) و Orbitolinid assemblage zone (Aptian).
- برش روستای تیرگان توالی‌های کاملی از نهشته‌های کرتاسه پایینی را نشان می‌دهد. مقایسه این برش با برش چینه‌شناسی دیگر (برش امیرآباد) در حوضه کهداق (محتوای فسیلی و تصاویر گوگل‌ارث) نشان می‌دهد شروع این توالی‌ها هم‌زمان نیست؛ به طوری که در برش روستای تیرگان نهشته‌های پیش‌رونده روی دره قدیمی قرار گرفته‌اند و احتمالاً از بریازین شروع می‌شوند و در برش امیرآباد، بخش‌های مرتفع‌تری از منطقه تحت پیشروی قرار گرفته‌اند و شروع این پیشروی را بارمین پسین نشان می‌دهد؛ احتمالاً این نتیجه‌ای از فرونشینی‌های بلندمدت حوضه کهداق طی کرتاسه پیشین است که در پی فاز کوه‌زایی‌های سیمیرین ایجاد شده است. همچنین، برش چینه‌شناسی روستای تیرگان دید جامعی از سازند تیرگان به دست می‌دهد و زمینه را برای مطالعه‌های بهتر و کامل‌تر نهشته‌های کرتاسه پایینی در شمال‌شرق ایران فراهم می‌کند.

سپاسگزاری

نویسنده اول از حمایت و مشاوره استادان گرامی خانم دکتر Karl B. Föllmi و آقای پروفسور Annie Arnaud-Vanneau در راستای پیشبرد پروژه حاضر سپاسگزاری می‌کند.

References

- Afshar-Harb A. 1969. A brief history of geological exploration and geology of the Sarakhs area and the Khangiran field. *Bulletin of the Iranian Petroleum Institute*. 37(2): 86-96. (In Persian).
- Afshar-Harb A. 1994. Geology of Iran: Geology of kopet dagh. Tehran: Geological Survey of Iran, 275 p. (In Persian).
- Afshar Harb A. 1979. The Stratigraphy, Tectonics and Petroleum Geology of the Kopet Dagh Region, Northern Iran. PhD thesis, Imperial

- Rosenbaum G. Lister G. S. Duboz C. 2004. Mesozoic and Cenozoic motion of Adria (central Mediterranean): a review of constraints and limitations. *Geodinamica Acta*, 17: 125-139.
- Schlagintweit F. Ebli O. 1999. New results on microfacies, biostratigraphy and sedimentology of Late Jurassic-Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. *Abh Geol Bundesanst*, 56:379-418.
- Schlagintweit F. 2011. The dasycladalean algae of the Plassen carbonate platform (Kimmeridgian-Early Berriasian): taxonomic inventory and palaeogeographical implications within the platform-basinsystem of the Northern Calcareous Alps (Austria, p.p. Germany). *Geologia Croatica*, 64 (3): 185-206.
- Schröder, R. 1964: Orbitoliniden-Biostratigraphie des Urgons nordöstlich von Teruel (Spanien). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 8: 462-474, Stuttgart.
- Schroeder R. de Lapparent AF. 1967. Orbitolinides du Crétacé d'Afghanistan. *C R Soc géol France*. 3: 94-96.
- Stampfli G.M. 1978. Etud géologique générale de l'Elbourz oriental au S de Gonbad-e-Qabus, Iran N-E. PhD thesis, Université de Genève., 329 p.
- Stein M. Westermann S. Adatte T. Matera V. Fleitmann D. Spangenberg J. E. and Föllmi K. B. 2012. Late Barremian-Early Aptian palaeoenvironmental change: The Cassis-La Bédoule section, southeast France: *Cretaceous Research*, v. 37, 209-222.
- Taherpour Khalil Abad M. Aryaei A. A., Ashouri A. R. and Hosseini S. A. 2010a. Benthic foraminiferal assemblages in Tirgan Formation (Urgonien facies type), West of Kopet-Dagh sedimentary basin, NE of Iran. 1st Int Applied Geol Congr Dept of Geol, Islamic Azad Univ Mashad Branch, Iran, 1027-1031.
- Taherpour Khalil Abad M. Conrad M. A. Aryaei A. A. and Ashouri A. R. 2010b. Barremian-Aptian Dasycladalean algae, new and revisited, from the Tirgan Formation in the Kopet Dagh, NE Iran. *Carnets Géol/Notebooks Geol*, Art 2010/05 (CG2010-A05): 1-13.
- Wilmsen M. Fürsich F. T. Seyed-Emami K. Majidifard M. R. Taheri J. 2009. The Cimmerian Orogeny in northern Iran: tectonostratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*. 21: 211-218.
- OAE1a equivalent in shallow marine environments of the southern Tethyan margin: Evidence from Southern Tunisia (Bir Oum Ali section, Northern Chott Chain). *Cretaceous Research*, 48: 110-129.
- Hfaiedh R. Arnaud-Vanneau A. Godet A. Arnaud H. Zghal I. Ouali J. Latil J-L and Jallali H. 2013. Biostratigraphy, palaeoenvironments and sequence stratigraphy of the Aptian sedimentary succession at Jebel Bir Oum Ali (Northern Chain of Chotts, South Tunisia): Comparison with contemporaneous Tethyan series. *Cretaceous Research*. 46: 177-207.
- Kalantari A. 1969. Foraminifera from the Middle Jurassic-Cretaceous successions of the Koppet-Dagh region (N.E. Iran). *Nat Iran Oil Company Geol Lab Publ*. 3:1-298.
- Kalantari A. 1986. Microfacies of carbonate rocks of Iran. Ministry of Oil, National Iranian Oil Company Geological Laboratory Publication 11, 287 p.
- Masse J.-P. Villeneuve M. Leonforte E. and Nizou J. 2009. Block tilting of the North Provence early Cretaceous carbonate margin: stratigraphic, sedimentologic and tectonic data. *Bull. Soc. G eol. France*, 180: 105-115.
- Neagu Th. and Cîrnaru P. 2002. New species of *Ammomarginulina* and *Feurtillia* in the Lower Cretaceous deposits from Cernavoda-Aliman area, Southern Dobrogea, Romania. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geologia*, v. 1, 245-254.
- Raisossadat S.N. and Moussavi-Harami R. 2000. Lithostratigraphic and facies analyses of the Sarcheshmeh Formation (Lower Cretaceous) in the eastern Kopet Dagh basin, NE Iran. *Cret Res*, 21: 507-516.
- Raisossadat S.N. 2006. The ammonite family Parahoplitidae in the Saganeh Formation of the Kopet Dagh Basin, north-eastern Iran. *Cret Res*, 27: 907-922.
- Raisossadat S.N. and Shokri M.H. 2011. Biostratigraphic studies of the Lower Cretaceous (upper Barremian-lower Aptian) Sarcheshmeh and Sanganeh formations in the Kopet Dagh basin, NE Iran: an integration of calcareous nannofossil and ammonite stratigraphies. *Stratigr Geol Corr*, 19: 188-204.
- Rivandi B. Najafi M. Moussavi-Harami R. Mahboubi A. and Vahidinia M. 2010. Biostratigraphy of the Tirgan formation in two areas; Jozak and Chaman-bid, placed at the western Kopet-Dagh sedimentary basin. *Stratigraphy and Sedimentology Researches*. 4: 89-110.

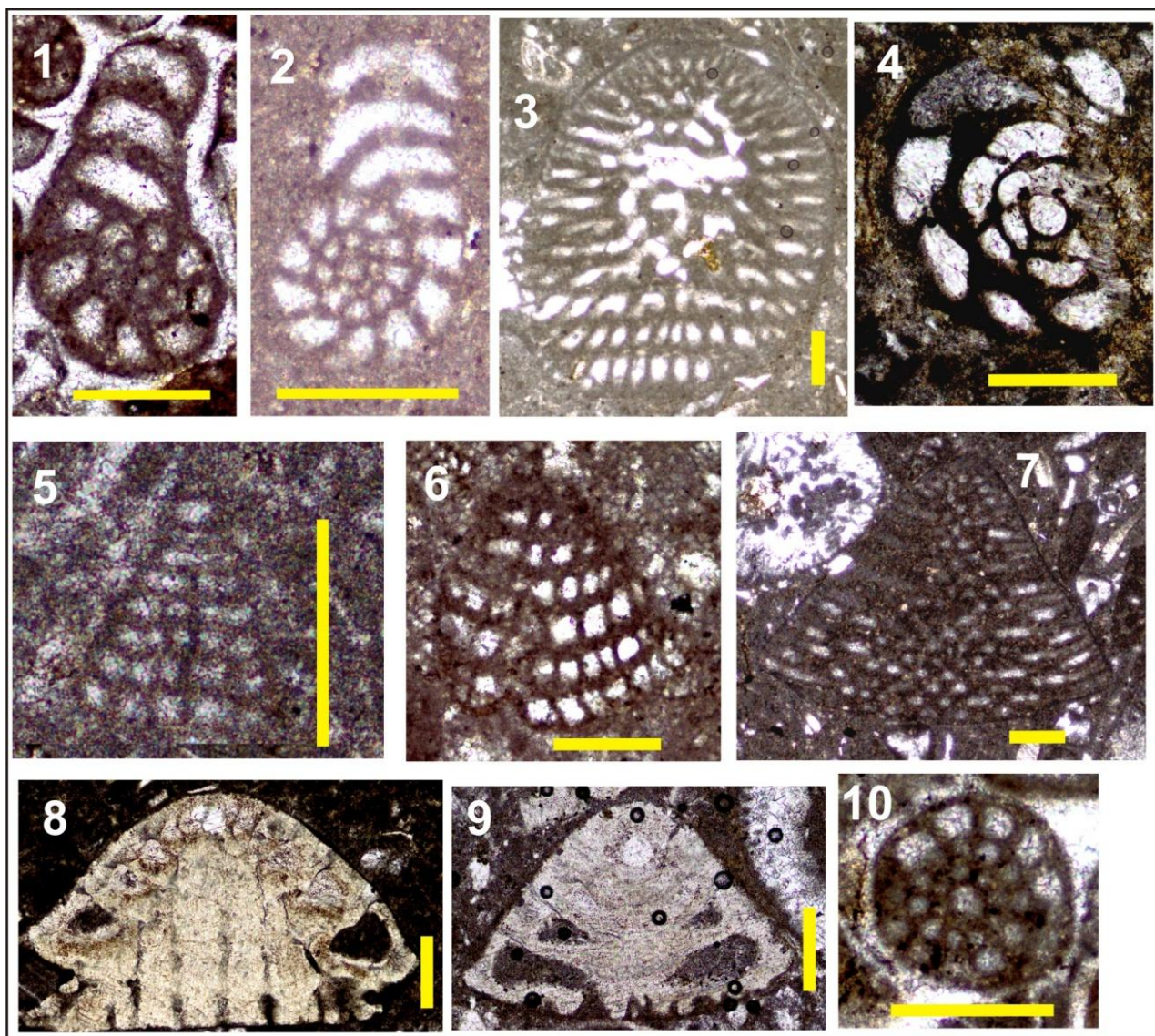


Plate 1

Fig. 1 and 2: *Feurtillia gracilis*; 1 (K3.149) and 2 (K3.109). Fig. 3: *Dictyoconus pachymarginalis*, K3.348. Fig. 4: *Melathrokerion valserinensis*, K2.10. Fig. 5: *Montsalevia salevensis*, K3.118. Fig. 6: *Cuneolina camposaurii*, K3. 259. Fig. 7: *Valserina* sp.?, K3.336. Fig. 8 and 9: *Neotrocholina friburgensis*; 8 (K3.353) and 9 (K3.349). Fig. 10: *Haplophragmoides joukovski*, K3.133. Scale; 200 μ m.

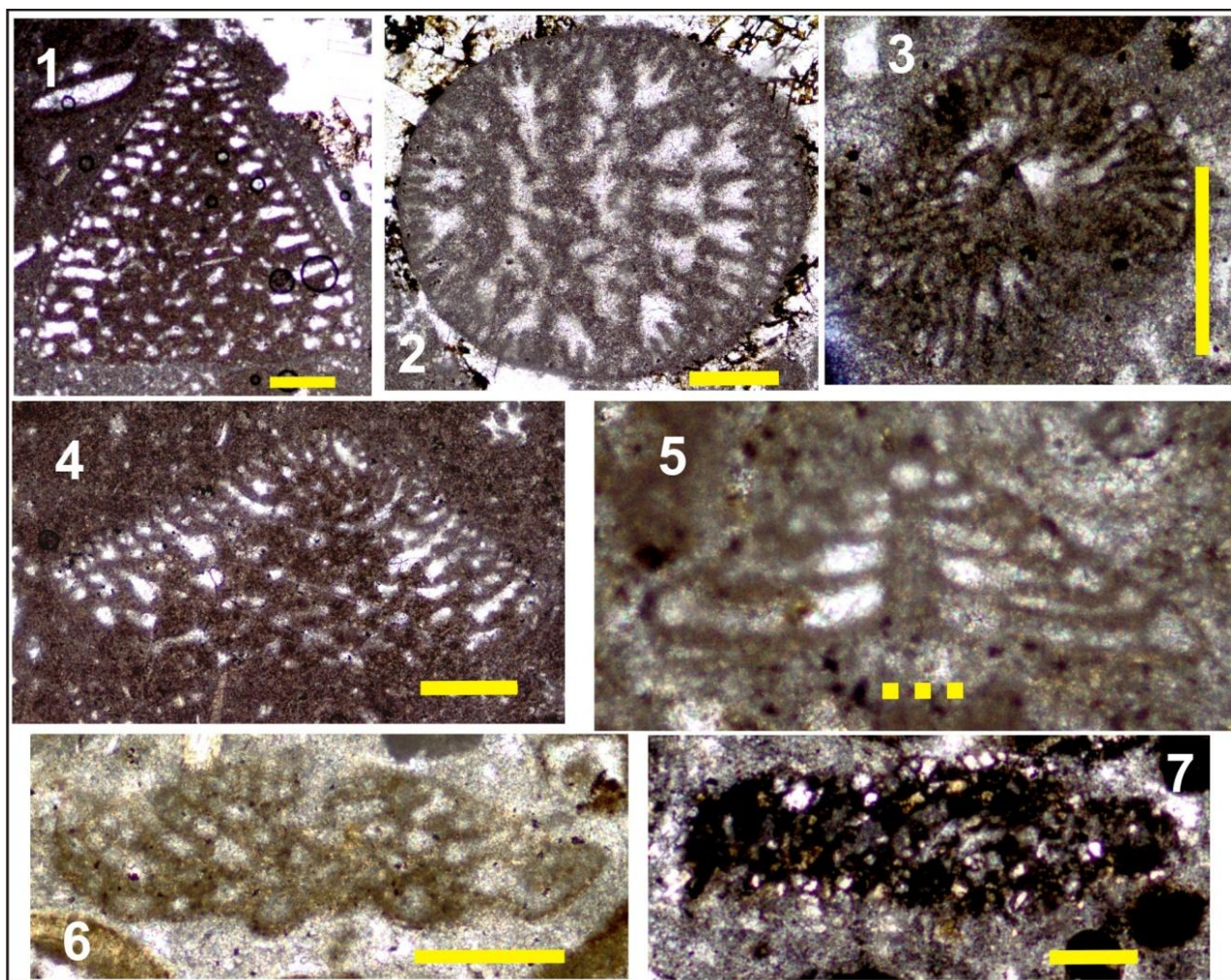


Plate 2

Fig. 1 and 2: *Simplorbitolina* sp., K3.346. Fig. 3: *Conorbinella azerbaijanica*, K2.26. Fig. 4: *Praeorbitolina?* *P.transiens?*, K3.300. Fig. 5: *Sabaudia briacensis*, K2.13. Fig. 6: *Orbitolinopsis* cf. *nikolovi*, K2.10. Fig. 7: *Balkhania balkhanica*, K2.1. Scale; 200 μ m, dashed line; 50 μ m.