



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 37, Issue 1, No. 82, Spring 2021, pp. 45-66
Received: 19.09.2020 Accepted: 17.11.2020

Research Paper

Biological evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation in Kermanshah region

Mohammad Shalalvand

M.Sc, Department of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
m.shalalvand@mail.sbu.ac.ir

Mohammad Hossein Adabi 

Professor, Department of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
m-adabi@sbu.ac.ir

Afshin Zohdi

Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
Afshin.zohdi@znu.ac.ir

Abstract

In this paper, the biological evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation with Paleocene age in the Kermanshah region has been investigated in two stages (time interval) concentrating on fossil debris (such as algae, corals, and benthic foraminifera). For this purpose, two suitable stratigraphic sections of this formation in the south (Kaboutar Bala section) and southwest (Barikheh section) of Kermanshah were selected, sampled, and studied. For a broader view, the results of this study have been compared with other parts of Tethys basin around the world. The depositional environment of the studied deposits of the Taleh Zang Formation is a carbonate ramp and is probably a form a low gradient ramp due to underdeveloped coral constructions. The gradient of this platform increases from the northwest (Barikheh section) to the southwest (Kaboutar Bala section). Four biofacies were recognized in the studied successions, which include green algae, coral, green algae and benthic foraminifera as well as benthic foraminifera and green algal biofacies. In the lower parts of the Taleh Zang Formation, the presence of algal and coral biofacies (patch reefs) indicates the first stage of carbonate biological evolution of this formation, in that such biofacies has been identified in the Paleocene sequences of other Tethys sectors. Throughout the time and in the upper parts of the Taleh Zang Formation, corals have disappeared and the abundance of green algae is greatly reduced. By the presence of benthic foraminifera with low amounts of green algae, the second stage of the biological evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation in the Kermanshah region is formed. In the Early Eocene in Kermanshah region and in the studied successions, due to the seawater regression, the production of carbonates in the Taleh Zang Formation stopped and the detrital red sediments of the Kashkan Formation replaced the carbonates of the Taleh Zang Formation. However, the carbonate production of this formation continued in other areas of the Zagros sedimentary basin (Lorestan province) until the Middle Eocene.

Keywords: Biofacies, Carbonate platform biological evolution, Taleh Zang Formation, Paleocene, Kermanshah.

Introduction

During the Early Paleogene (Paleocene to Eocene), the major carbonate producers were algae, corals, and benthic foraminifera. At the end of the Early Paleogene due to the warming events such as the Paleocene–Eocene Thermal Maximum (PETM), the increase in temperatures in the oceans and CO₂ in the atmosphere led to the decline of corals and the expansion of benthic foraminifera (Bernaola et al. 2007; Zamagni et al. 2012; Zhang et al. 2018, 2020). At this time, larger benthic foraminifera, which could tolerate higher temperatures, progressively became one of the main

carbonate producers (Pujalte et al. 2003; Scheibner and Speijer 2008). During the Paleocene–Eocene, three biological evolutionary stages could be identified and separated in the carbonate platforms around the world (Scheibner and Speijer 2008; Zamagni et al. 2012; Martin et al. 2020). In stage one, Late Paleocene coralgal dominated platforms; in stage two, a transitional latest Paleocene platform stage with coralgal reefs dominating at middle palaeolatitudes and larger benthic foraminifera dominated platforms at low palaeolatitudes; and in stage three, Early Eocene larger foraminifera dominated platforms in all latitudes. One of the areas where Paleogene

*Corresponding author

Shalalvand M. Adabi M. Zohdi A. (2021). Biological evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation in Kermanshah region. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 37(1):45-66.



2423-8007 / © 2021

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<http://dx.doi.org/10.22108/jssr.2020.124937.1186>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1400.37.1.3.9>

carbonates can be abundantly identified and studied is SW Iran, where during the Paleogene, the Taleh Zang Formation has unique outcrops in Kermanshah and Lorestan provinces. Algae, corals, and benthic foraminifera, which are the main producers of the carbonates, have a significant abundance in the Taleh Zang Formation in the Kermanshah region (Shalalvand 2019; Shalalvand et al. 2019 a). Previous studies on this formation have focused mainly on biostratigraphy in the Lorestan Province (Maghfouri Moghaddam et al. 2008; Rajabi et al. 2013; Shojaei Nejad et al. 2018) and in some cases determining the sedimentary environment (Zohdi and Adabi 2008), none of which mention the existence of algal and coral biofacies. In this study, besides identifying the algae and corals, the possible relationship between the biofacies changes of the Taleh Zang Formation is compared with the biological evolution of the Paleocene–Eocene carbonate platform exposed in other parts of the Tethys Basin. This study makes an attempt to cover an important gap in knowledge at middle latitudes (20° to 30°) located between the northern and southern Tethys platform.

Materials and Methods

After studying the 1/250000 map of Kermanshah (Braud 1978) and 1/250000 map of Ilam-Kuhdasht (Llewellyn 1974), the areas were survived and the outcrops (Barikeh and Kaboutar Bala outcrop sections) were selected as parts of the Zagros Paleocene deposits. Considering the aim of study, accurate sampling on these two stratigraphic sections was performed systematically at two-meter intervals. Finally, 130 hand specimens from Barikeh and 33 samples from Kaboutar Bala sections were collected for petrographic studies. Articles published by various researchers were used to recognize and study the calcareous algae (Elliott 1968; Deloffre and Radoicic 1978; Barattolo 1998; Genot and Granier 2011; Granier et al. 2013; Sobhi and Ahmed 2015; Bucur et al. 2016; Barani et al. 2017; Granier et al. 2017; Bucur et al. 2018; Barattolo et al. 2019). The identification of corals in this paper was also based on studies of different researchers (Turnsek and Kosir 2004; Bernecker and Weidlich 2005; Zamagni et al. 2012; Baron-Szabo 2018). Besides, the biofacies present in this study were identified based on field observations and compared with standard microfacies introduced by Flugel (2010).

Discussion of Results and Conclusion

In this paper, four biofacies of green algae, coral, green algae and benthic foraminifera as well as benthic foraminifera and green algae biofacies were identified. The abundant presence of benthic foraminifera and fragments of green algae led to the biofacies being considered as separate biofacies from the latter. According to the identified facies, the Taleh Zang Formation in the Kermanshah region was deposited in a shallow carbonate ramp during Paleocene. At this time, which is the first stage of evolution of the Paleogene carbonate platform, algae and corals are very widespread in the Taleh Zang Formation. In this stage, two separate biofacies have been identified, which include the green algae

biofacies and the coral biofacies. These biofacies have also been identified in many Paleocene carbonate deposits of the Tethys Basin (Scheibner and Speijer 2008; Martin et al. 2020). During the Late Paleocene and in the Upper Thanetian, with the extinction of corals and most of the algae, the benthic foraminifera was very widespread. This is another stage (stage two) in the evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation. At this stage, two biofacies were identified and separated. These biofacies include the green algae and benthic foraminifera as well as benthic foraminifera and green algae biofacies. During the Early Eocene in Kermanshah region, in contrast to the other areas of the Zagros sedimentary Basin, the carbonate production of the Taleh Zang Formation disappears completely. At this time, Kashkan siliciclastic deposits including conglomerates and sandstones formed in a fluvial sedimentary environment (Rostami et al. 2019). In this paper, the obtained results are compared with other similar Tethyan sectors to build a broader view (Scheibner and Speijer 2008; Zamagni et al. 2012; Martin et al. 2020).

The carbonate platforms in the West Carpathians (W-Slovakia), the Pyrenean platform (France and Spain), and the Ionian Islands (Greece) are located in mid-latitudes (30°–45° N). In these platforms, the major organisms in the first and second evolutionary stages are composed of corallgal reefs (Accordi et al. 1998; Baceta et al. 2005). In these areas, in the third stage of biological evolution, benthic foraminifera plays an important role, except in the Carpathian Mountains. In the Carpathian region at the end of the Paleocene, the whole reef complex was destroyed and no younger strata were recorded (Kazmer et al. 2003; Bucek and Kohler 2017).

Carbonate platforms located in Tunisia, Western Morocco, Sirte Basin (Libya), and Zagros Basin in Kermanshah region with the presence of Taleh Zang Formation, are located at intermediate latitudes (20°–30° N). During the Paleocene, in some carbonate platforms (such as Morocco) of these areas, coral reefs and benthic foraminifera are absent. The absence of corals and benthic foraminifera makes this area different from other areas (Jorry et al. 2006; Scheibner and Speijer 2008; Martin et al. 2020).

Carbonate platforms in Oman, Northwest India, and Northwest Somalia are also characterized by low latitudes (0°–20° N). Coral reefs indicate the first stage of evolution of these platforms. In the second evolutionary stage, coral reefs and benthic foraminifera are generally present. In the Early Eocene, the abundant presence of benthic foraminifera in all regions describes the third stage (Carbone et al. 1993; Sarkar 2015; Tomas et al. 2016).

Overall, it can be concluded that only two biological evolutionary stages are present in the carbonate platform of the Taleh Zang Formation in the Kermanshah region. The first stage is quite similar to the platforms of the Carpathian, Pyrenean, Ionian Islands, Libya, Northwestern India, and Northwestern Somalia. The second stage of the biological evolution of the Taleh Zang Formation is also comparable to the platforms located in Libya and Oman.

مقاله پژوهشی

تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه

محمد شلالوند، کارشناس ارشد، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

m.shalavand@mail.sbu.ac.ir

محمدحسین آدابی*^{ID}، استاد، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

m-adabi@sbu.ac.ir

افشین زهدی، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

Afshin.zohdi@znu.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ به سن پالئوسن در ناحیه کرمانشاه با تمرکز بر اجزای فسیلی (نظیر جلبک‌ها، مرجان‌ها و فرامینیفرهای بنتیک) در دو مرحله (بازه زمانی) بررسی شده است. بدین منظور دو برش چینه‌شناسی مناسب از این سازند، یکی در جنوب (برش کبوتربالا) و دیگری در جنوب غرب (برش باریکه) کرمانشاه، انتخاب، نمونه‌برداری و مطالعه شد. برای دستیابی به دیدی وسیع‌تر، نتایج به دست آمده از این پژوهش با دیگر بخش‌های حوضه تیتیس در سرتاسر دنیا نیز مقایسه شد. محیط رسوبی نهشته‌های بررسی شده از سازند تله‌زنگ، یک رمپ کربناته است که به دلیل نبود ساختارهای ریفی گسترده و پیوسته، احتمالاً به صورت یک رمپ کربناته کم شیب است. شیب این پلتفرم کربناته از بخش‌های شمال غرب (برش باریکه) به سمت جنوب شرق (برش کبوتربالا) افزایش می‌یابد. در برش‌های بررسی شده، چهار رخساره زیستی شناسایی شد که به ترتیب عبارت‌اند از: رخساره زیستی جلبک سبز، رخساره زیستی مرجانی، رخساره زیستی جلبک سبز و فرامینیفر بنتیک و در نهایت رخساره زیستی فرامینیفر بنتیک و جلبک سبز. در بخش‌های پایینی سازند تله‌زنگ، حضور رخساره‌های جلبکی و مرجانی (ریف‌های وصله‌ای) بیان‌کننده نخستین مرحله از تکامل زیستی کربنات‌های این سازند است. نظیر چنین رخساره‌هایی در توالی‌های پالئوسن دیگر مناطق تیتیس نیز شناسایی شده است. در طول زمان و در بخش‌های بالایی سازند تله‌زنگ، مرجان‌ها حذف می‌شود و فراوانی جلبک‌های سبز به شدت کاهش می‌یابد که با حضور فرامینیفرهای بنتیک همراه با مقادیر کم جلبک‌های سبز، دومین مرحله از تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه شکل می‌گیرد. در منطقه کرمانشاه و در برش‌های مطالعه شده، در زمان ائوسن پیشین، در نتیجه پس‌روی آب دریا، تشکیل کربنات‌های سازند تله‌زنگ به طور کامل متوقف و رسوبات تخریبی قمرزنگ سازند کشکان جایگزین کربنات‌های سازند تله‌زنگ می‌شود؛ هرچند تشکیل کربنات‌های این سازند در دیگر مناطق حوضه رسوبی زاگرس (استان لرستان) تا ائوسن میانی ادامه می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: رخساره زیستی، تکامل زیستی پلتفرم کربناته، سازند تله‌زنگ، پالئوسن، کرمانشاه

* نویسنده مسئول

شلالوند، م؛ آدابی، م.ح و زهدی، ا. (۱۴۰۰). تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی،

۳۷(۱): ۴۵-۶۶.



مقدمه

مشخص می‌شود.

در همین زمان، پلتفرم‌های کربناته حوضه تیس در دو بخش قرار داشته‌اند؛ پلتفرم‌های واقع در بخش‌های شمالی که در عرض‌های جغرافیایی بالای ۳۰ درجه قرار گرفته‌اند و امروزه در اسلوواکی، یونان، فرانسه، اسپانیا، ایتالیا، کوه‌های آلپ و قسمتی از ترکیه دیده می‌شوند؛ پلتفرم‌های بخش‌های جنوبی که عمدتاً در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر از ۲۵ درجه هستند و در مصر، لیبی، شمال مراکش، شمال تونس، شمال غرب سومالی، شمال غرب هند، عمان و ایران رخمون دارند (Scheibner and Speijer 2008; Pomar et al. 2017). گفتنی است در این مطالعه، سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه در طول پالتوسن، در عرض جغرافیایی حدود ۱۹ درجه شمالی واقع شده است.

یکی از مناطقی که می‌توان در آن به‌وفور کربنات‌های پالتوزن را شناسایی و مطالعه دقیق رسوب‌شناسی کرد، ایران و حوضه رسوبی زاگرس است که در زمان پالتوزن در آن، سازند تله‌زنگ به‌صورت محلی در مناطق کرمانشاه و لرستان رخمون‌های بی‌نظیری دارد. این سازند در شمال غرب حوضه زاگرس (زیر حوضه لرستان) با لیتولوژی غالب سنگ آهک، محدوده سنی پالتوسن تا ائوسن دارد (Aghanabati 2010). مطالعات رسوب‌شناسی و محیط رسوبی سازند تله‌زنگ به‌ویژه در منطقه کرمانشاه بیان‌کننده یک محیط دریایی کم‌عمق برای این نهشته‌هاست (Shalalvand et al. 2019 a, b). جلبک‌ها، مرجان‌ها و فرامینفرهای بتتیک که از سازندگان اصلی سنگ‌های کربناتی هستند، در نهشته‌های سازند تله‌زنگ فراوانی و تنوع زیادی دارند.

مطالعات پیشین درباره این سازند در استان لرستان متمرکز بوده و عمدتاً به فسیل‌شناسی (Maghfouri Moghaddam et al. 2008; Rajabi et al. 2013; Shojaei Nejad et al. 2018) و در نمونه‌هایی به تعیین نوع محیط رسوبی (Zohdi 2008 and Adabi) مربوط بوده است. در هیچ‌کدام از این

در طول پالتوزن پیشین (پالتوسن تا ائوسن)، عمده ارگانسیم‌های سازنده کربنات‌ها شامل جلبک‌ها، مرجان‌ها و فرامینفرهای بتتیک بوده است. در اوایل این زمان، جلبک‌ها و مرجان‌ها غالب بوده و فرامینفرهای بتتیک بزرگ‌تر اهمیت کمتری داشته‌اند. پس از مدتی، به دلیل رخداد افزایش دمایی پالتوسن - ائوسن (Paleocene-Eocene Thermal Maximum)، با افزایش دمای اقیانوس‌ها و همچنین افزایش CO₂ (Bernaola et al. 2007; Zamagni et al. 2012; Zhang et al. 2020; Zhang et al. 2018)، ساختارهای ریفی در حوضه تیس کاهش یافته و از بین رفته‌اند. در این زمان، فرامینفرهای بتتیک به‌ویژه انواع بزرگ آنها که دمای بیشتری را تحمل می‌کنند، شکوفا و به یکی از تولیدکنندگان اصلی کربنات‌ها تبدیل شدند (Pujalte et al. 2003; Scheibner and Speijer 2008).

در زمان پالتوسن - ائوسن، سه مرحله تکاملی زیستی در پلتفرم‌های کربناته سرتاسر دنیا شناسایی و تفکیک شده است (Scheibner and Speijer 2008; Zamagni et al. 2012; Martin et al. 2020) که عبارت‌اند از:

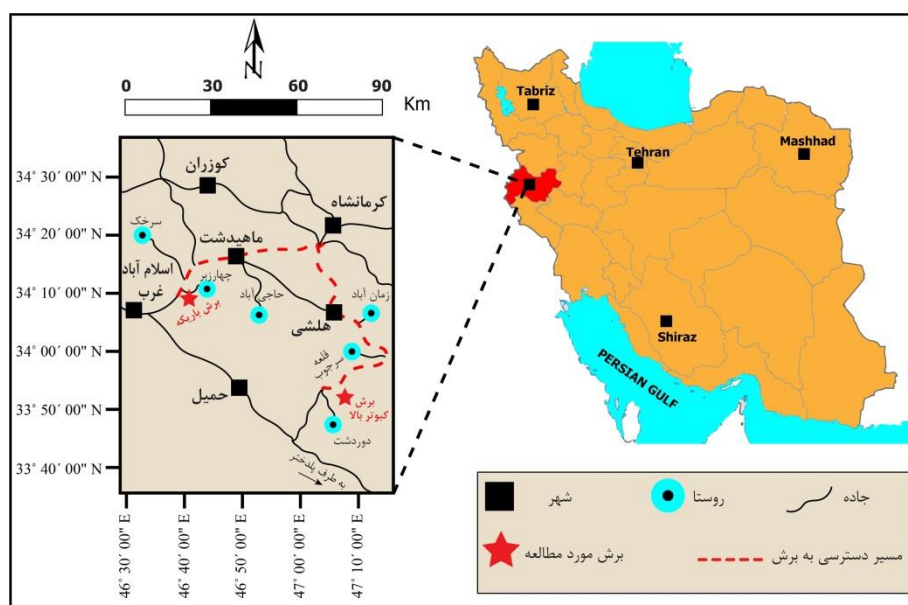
۱. مرحله تکاملی اول (Stage 1): این مرحله به اواخر پالتوسن مربوط است که با اجتماعات گسترده مرجانی-جلبکی مشخص می‌شود.
۲. مرحله تکاملی دوم (Stage 2): این مرحله به‌صورت مرحله گذر و حد واسط در نظر گرفته شده که به آخرین آشکوب‌های پالتوسن مربوط است. این مرحله با حضور ریف‌های مرجانی در عرض‌های جغرافیایی میانی و فرامینفرهای بتتیک بزرگ‌تر در دیگر عرض‌های جغرافیایی مشخص می‌شود.
۳. مرحله تکاملی سوم (Stage 3): آخرین مرحله است که به سری ائوسن زیرین متعلق است. این مرحله تقریباً در تمام عرض‌های جغرافیایی با تجمع فرامینفرهای بتتیک بزرگ

تعداد ۱۳۰ نمونه سنگی از برش باریکه و ۳۳ نمونه سنگی از برش کبوتربالا برداشت و از تمامی آنها مقطع نازک تهیه شد. به منظور تشخیص و تفکیک سنگ آهک از دولومیت و همچنین کربنات‌های آهن‌دار و بدون آهن، تمامی مقاطع نازک میکروسکوپی با محلول آلیزارین قرمز (Alizarin- Red- Stain) و فروسیانید پتاسیم (K. Ferricyanide) به روش Dickson 1965 رنگ‌آمیزی و به کمک میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شد. برای تشخیص و مطالعه جلبک‌های آهکی، از آنها تصاویر میکروسکوپی تهیه و از منابع و مقالات مرتبطی استفاده شد که پژوهشگران مختلف ارائه کردند (Elliott 1968; Deloffre and Radoicic 1978; Barattolo 1998; Genot and Granier 2011; Granier et al. 2013; Sobhi and Ahmed 2015; Bucur et al. 2016; Barani et al. 2017; Granier et al. 2017; Bucur et al. 2018; Barattolo et al. 2019). مرجان‌های حاضر در این پژوهش نیز برمبنای پژوهش‌های Turnsek and Kosir 2004; Bernecker and Weidlich 2005; Zamagni et al. 2012; Baron-Szabo 2018 بوده است. در شناسایی بافت رخساره‌های رسوبی از طبقه‌بندی‌های Dunham 1962; Embry and Klovan 1971 شناسایی رخساره‌های حاضر در این پژوهش برمبنای مشاهدات صحرایی و بررسی‌های آزمایشگاهی و روش Flugel 2010 انجام شده است.

مطالعات، به وجود رخساره‌های جلبکی و مرجانی اشاره نشده است؛ بنابراین در این مطالعه، علاوه بر شناسایی انواع جلبک‌ها و مرجان‌ها، ارتباط احتمالی بین تغییرات رخساره‌های زیستی سازند تله‌زنگ با تکامل زیستی پلتفرم کربناته طی پالئوسن- ائوسن در دیگر نقاط دنیا نیز بررسی شده است. مطالعه سازند تله‌زنگ در نواحی بررسی‌شده به تکمیل اطلاعات جهانی موجود در عرض‌های جغرافیایی میانی (۲۰ تا ۳۰ درجه) واقع در بین پلتفرم تیس شمالی و جنوبی کمک شایانی می‌کند.

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش، پس از مطالعه پژوهش‌های پیشین و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت (Llewellyn 1974) و ۱:۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه (Braud 1978)، توالی‌های رسوبی برش کبوتربالا و برش باریکه به دلیل سهولت دسترسی، تنوع لیتولوژیکی، عدم گسل‌خوردگی و مشخص بودن مرزهای زیرین و بالایی، به‌مثابه بخشی از نهشته‌های پالئوسن زاگرس انتخاب شد (شکل ۱). در راستای اهداف دنبال‌شده در این مقاله، این دو برش چینه‌شناسی (برش باریکه و کبوتربالا) به‌صورت سیستماتیک و در فواصل ۲متری نمونه‌برداری دقیق شد (در محل‌هایی که تغییرات رخساره‌ای شدید بود، نمونه اضافه برداشت شد). در انتها



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و مسیر دسترسی به برش‌های مطالعه‌شده.

Fig 1- Geographical location and access route to the studied sections.

در کیلومتر ۴۰ جاده اصلی کرمانشاه- اسلام‌آباد غرب در ارتفاعات گردنه چهارزبر با مختصات جغرافیایی $E: 46^{\circ} 41'$ و $N: 34^{\circ} 13' 00''$ واقع شده است. این برش ۲۸۲ متر ضخامت دارد که عمدتاً از سنگ‌های آهکی با لایه‌بندی نازک تا توده‌ای به همراه میان‌لایه‌هایی از مارن و همچنین دولومیت تشکیل شده است. سن سازند تله‌زنگ در برش باریکه، پالئوسن پسین در نظر گرفته شده است (Shalalvand 2019). این سازند در برش مطالعه‌شده به صورت پیوسته و هم‌شیب روی سازند آواری امیران قرار گرفته است. با توجه به حضور ماسه‌سنگ و کنگلومرای سازند کشکان در بخش انتهایی این برش، مرز بالا به صورت ناپیوسته و هم‌شیب در نظر گرفته شده است.

برش چینه‌شناسی کبوتربالا: این برش در ۶۰ کیلومتری جنوب شهرستان کرمانشاه (در بخش شمالی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت) قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی قاعده برش به صورت $E: 47^{\circ} 08' 00''$ و $N: 33^{\circ} 56' 00''$ است که در حاشیه جاده فرعی کرمانشاه- پلدختر رخنمون دارد. سازند تله‌زنگ در این برش نیز، محدوده سنی پالئوسن پسین دارد که با ۶۵ متر ضخامت

زمین‌شناسی و چینه‌شناسی عمومی برش‌های مطالعه‌شده

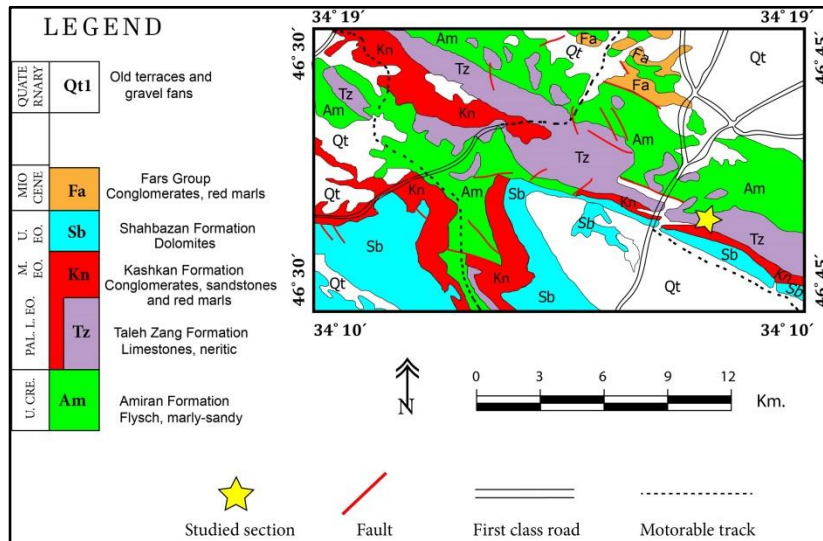
سازند تله‌زنگ در استان کرمانشاه، یکی از واحدهای کربناته حوضه لرستان است (Falcon 1961) که در نوار چین‌خورده زاگرس قرار گرفته است. با توجه به نقشه زمین‌شناسی، نواحی مطالعه‌شده از مجموعه‌ای از رسوبات کربناته و تخریبی سنوزوئیک و عمدتاً متعلق به محیط دریایی کم‌عمق تشکیل شده است (شکل‌های ۲ و ۳). در زمان پالئوسن پسین تا ائوسن، رسوبات زاگرس در یک حوضه پیش‌گودال باقی‌مانده در حاشیه شرقی صفحه عربی نهشته شده‌اند (Alavi 2004). با کاهش گسترش پیش‌گودال، این حوضه با یک پلتفرم کربناته جایگزین شده است. در این زمان به دلیل فعالیت‌های تکنونیک شدید، سیستم کربناته بارها توقف کرده و جای خود را به آواری‌ها داده است؛ در لرستان این آواری‌ها با سازند کشکان و کربنات‌ها با سازندهای شهبازان و تله‌زنگ شناخته می‌شوند (Janbaz et al. 2018).

در پژوهش حاضر، دو برش چینه‌شناسی از سازند تله‌زنگ با مرزهای مشخصی در بالا و پایین انتخاب و بررسی شده است:

برش چینه‌شناسی باریکه: در جنوب غرب کرمانشاه و

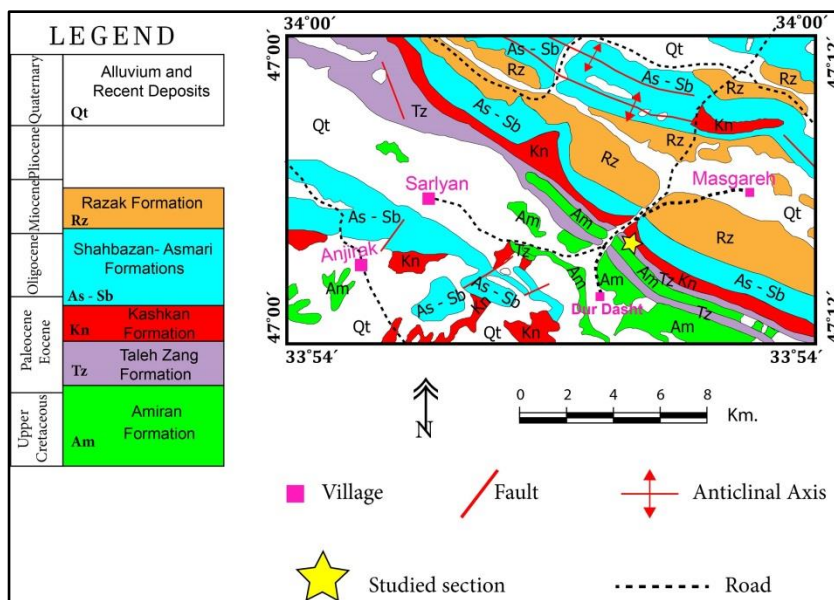
نایب‌oste و هم‌شیب با سازند کشکان مشخص می‌شود. تصاویر صحرایی سازند تله‌زنگ در برش‌های بررسی‌شده در شکل ۴ مشخص است.

عمدتاً از سنگ آهک و مقداری دولومیت تشکیل شده است (Shalalvand 2019). مرز زیرین و بالایی یرش کبوتربالا همانند برش باریکه به‌صورت پیوسته و هم‌شیب با سازند امیران و



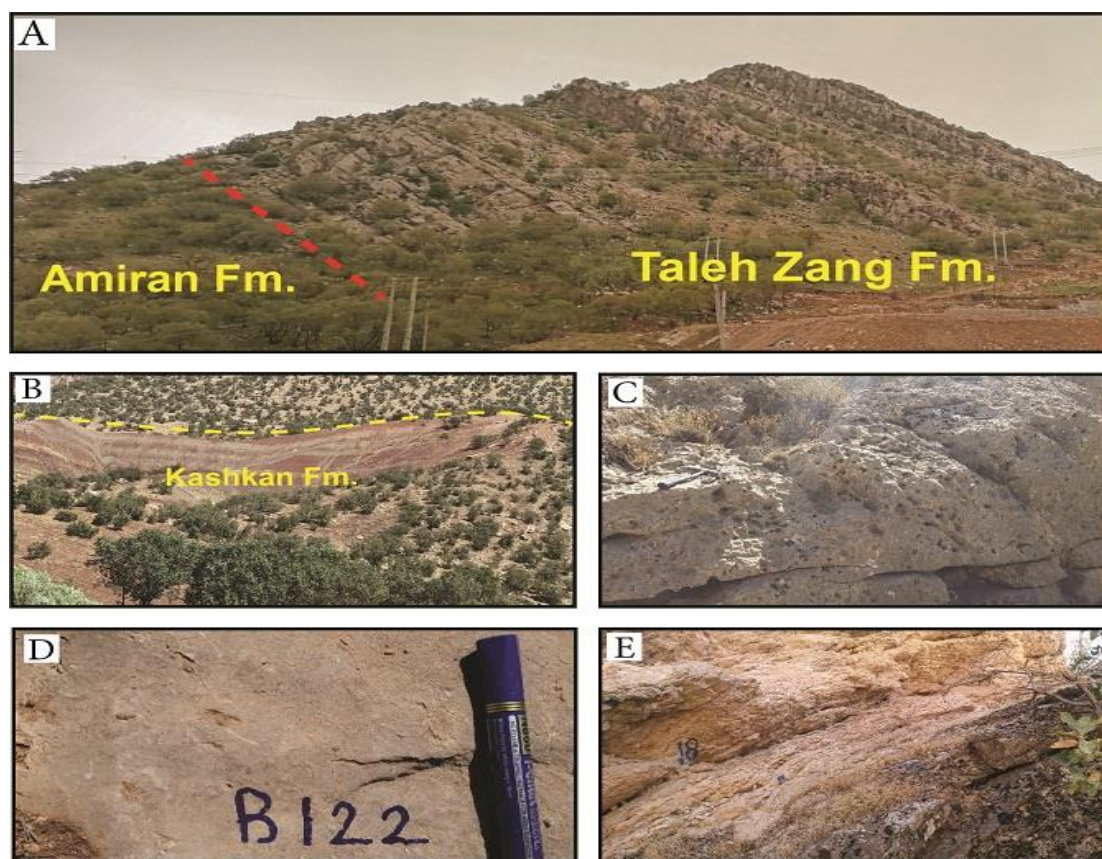
شکل ۲- قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه که محل برش مطالعه‌شده در آن مشخص شده است (Braud 1978؛ با ترسیم دوباره).

Fig 2- Part of the 1/250000 geological map of Kermanshah which the studied section is specified (Braud 1978; by redrawing).



شکل ۳- قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت که محل برش مطالعه‌شده در آن مشخص شده است (Llewellyn 1974؛ با ترسیم دوباره).

Fig 3- Part of the 1/250000 geological map of Ilam-Kuhdasht which the studied section is specified (Llewellyn 1974; by redrawing).



شکل ۴- تصاویر صحرایی از سازند تله‌زنگ در برش‌های مطالعه‌شده؛ A. مرز زیرین سازند تله‌زنگ با سازند امیران. جهت دید به سمت شرق؛ B. نمایی نزدیک از مرز بالایی سازند تله‌زنگ با سازند کشکان. جهت دید به سمت شمال؛ C. نمایی نزدیک از سنگ‌های آهک متوسط تا ضخیم‌لایه؛ D. نمایی نزدیک از سنگ‌های آهک حاوی رخساره‌های جلبک سبز در این سازند؛ E. نمایی نزدیک از تصاویر صحرایی رخساره‌های مرجانی در این سازند.

Fig 4- Field images of the Taleh Zang Formation in the studied sections. A) Lower boundary of the Taleh Zang Formation with the Amiran Formation (view to the east). B) Close view of the upper boundary of the Taleh Zang Formation with the Kashkan Formation (view to the north). C) Close view of medium to thick-bedded limestone. D) Close view of limestone containing green algal biofacies in this formation. E) Close view of the field images of coral biofacies in this formation.

صحرایی در داخل سنگ‌های آهک ضخیم‌لایه تا توده‌ای خاکستری‌رنگ مشاهده می‌شود. اصلی‌ترین جزء تشکیل‌دهنده این رخساره، جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ با فراوانی ۴۰ تا ۶۵ درصد هستند. بافت این رخساره با توجه به حضور جلبک‌های سبز در زمینه‌ای میکرایتی به صورت وکستون تا پکستون در تغییر است (شکل ۵). این جلبک‌ها در بسیاری از مواقع با توجه به ترکیب کانی‌شناسی آراگونیتی آنها، انحلال یافته و با سیمان کلسیت اسپاری پر شده‌اند. با توجه به حضور جلبک‌هایی از انواع *Cymopolia* sp., *Cymopolia edwardsi*, *Indopolia satyavanti*, *Clypeina*

رخساره‌های زیستی سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه

ذرات تشکیل‌دهنده سازند تله‌زنگ در جنوب و جنوب غرب کرمانشاه عمدتاً شامل مرجان‌ها، جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ و فرامینیفرهای بتتیک است. رخساره‌های زیستی شناسایی‌شده از برش‌های بررسی‌شده از بخش‌های پایین به سمت بالای توالی عبارت‌اند از:

۱. رخساره زیستی جلبک سبز (وکستون تا پکستون حاوی جلبک سبز): این رخساره به صورت عمده در بخش‌های ابتدایی تا میانی برش باریکه حضور دارد که در مشاهدات

مشاهدات صحرایی نیز شامل سنگ‌های آهک ضخیم‌لایه است. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این رخساره، جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ با فراوانی ۲۵ تا ۳۵ درصد و فرامینفر بتتیک میلیولید با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد است که همراه دیگر آلوکم‌ها (نظیر دوکفه‌ای‌ها، گاستروپودا و استراکودا) در زمینه‌ای میکرایتی با بافت وکستون و در نمونه‌هایی پکستون قرار گرفته‌اند (شکل ۷).

۴. رخساره زیستی فرامینفر بتتیک و جلبک سبز (وکستون حاوی فرامینفر بتتیک و جلبک سبز): این رخساره که منحصراً در قسمت‌های رأسی برش کبوتربالا دیده می‌شود، در بررسی‌های صحرایی به صورت سنگ‌های آهک متوسط تا ضخیم‌لایه خاکستری‌رنگ با بین لایه‌های مارنی مشاهده می‌شود. فرامینفرهای بتتیک (میسیلینا، میلیولید، روتالیا)، مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده این ریزرخساره‌اند که به همراه دیگر آلوکم‌ها از جمله دوکفه‌ای‌ها و گاستروپودها در زمینه‌ای میکرایتی با بافت وکستون قرار گرفته‌اند (شکل ۷). حضور فراوان و گسترده فرامینفرهای بتتیک و خرده‌هایی از جلبک سبز باعث شده است این رخساره، رخساره‌ای مجزا نسبت به رخساره شماره ۳ در نظر گرفته شود.

ستون چینه‌شناسی و تغییرات رخساره‌های زیستی حاضر در برش‌های بررسی‌شده در شکل ۸ ارائه شده است. در جدول ۱ نیز به طور کامل مشخصات و ویژگی‌های اصلی رخساره‌های شناسایی‌شده در سازند تله‌زنگ ارائه شده است.

rotella, *Acroporella chiapasis*, *Neomeris plagenesis*, *Uteria merienda* در برش باریکه، سن این برش از اوایل داین تا اواخر سلان‌دین (پالئوسن) است (Barattolo 1998; Bucur et al. 2016; Granier et al. 2017; Bucur et al. 2018; Barattolo et al. 2019).

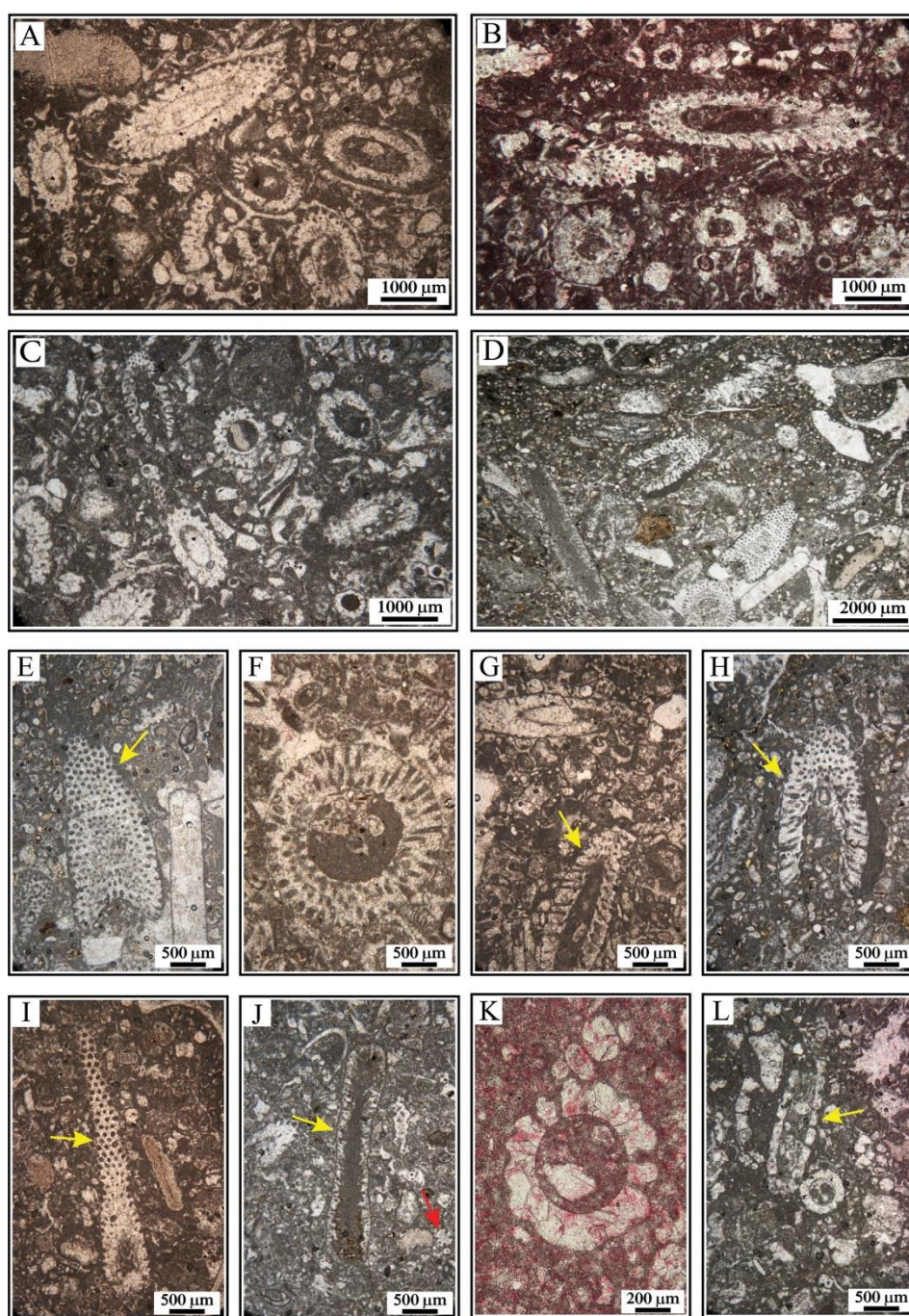
۲. رخساره زیستی مرجانی (باندستون تا فلوتستون حاوی مرجان): فقط در بخش‌های ابتدایی تا میانی سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا مشاهده می‌شوند و در برش باریکه حضور ندارند. این رخساره در مشاهدات صحرایی نیز در داخل سنگ‌های آهک ضخیم‌لایه خاکستری تا کرمی‌رنگ مشاهده می‌شود. قطعات درشت مرجان با فراوانی ۳۵ تا ۵۰ درصد، بخش بزرگی از این رخساره را تشکیل داده است. در این رخساره، تخلخل‌های رشدی فراوان و سیمانی‌شدن به‌وفور مشاهده می‌شود. اندازه درشت مرجان‌ها در این رخساره باعث شده است بافت این رخساره به صورت باندستون و در نمونه‌هایی به صورت فلوتستون مشاهده شود (شکل ۶). با توجه به مطالعات گسترده‌ای که روی مرجان‌ها انجام شده، انواع مرجان‌ها شامل *Oculina conferta*, *Bacarella vipavica*, *Dendrophyllia candelabrum*, *Actinacis cognata*, *Litharaea subepithecata*, *Goniopora* sp. هستند که سن این گونه‌ها، مؤید آخرین آشکوب‌های پالئوسن است (Zamagni et al. 2012; Weiss and Martindale 2019).

۳. رخساره زیستی جلبک سبز و فرامینفر بتتیک (وکستون تا پکستون حاوی جلبک سبز و فرامینفر بتتیک): این رخساره در بخش‌های میانی تا انتهایی برش باریکه دیده می‌شود و در

جدول ۱- خلاصه‌ای از مهم‌ترین مشخصات رخساره‌ای شناسایی‌شده در برش‌های مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ.

Table 1—A summary of the most important facies features identified in the studied sections of the Taleh Zang Formation.

نام رخساره	اجزای اصلی	اجزای فرعی	زیرمحیط رسوبی
وکستون تا پکستون حاوی جلبک سبز وکستون تا پکستون	جلبک‌های سبز داسی کلاداسه‌آ	پلوئید، گاستروپود	رمپ داخلی
حاوی جلبک سبز و فرامینفر بتتیک	جلبک سبز، میلیولید	دوکفه‌ای، گاستروپود، خرده‌های خارپوست	رمپ داخلی
باندستون تا فلوتستون مرجانی		مرجان	رمپ داخلی - ابتدای رمپ میانی
وکستون حاوی فرامینفر بتتیک و جلبک سبز		میلیولید، میسیلینا، خرده‌های جلبک سبز	روتالیا، خرده‌های خارپوست، ابتدای رمپ میانی استراکودا



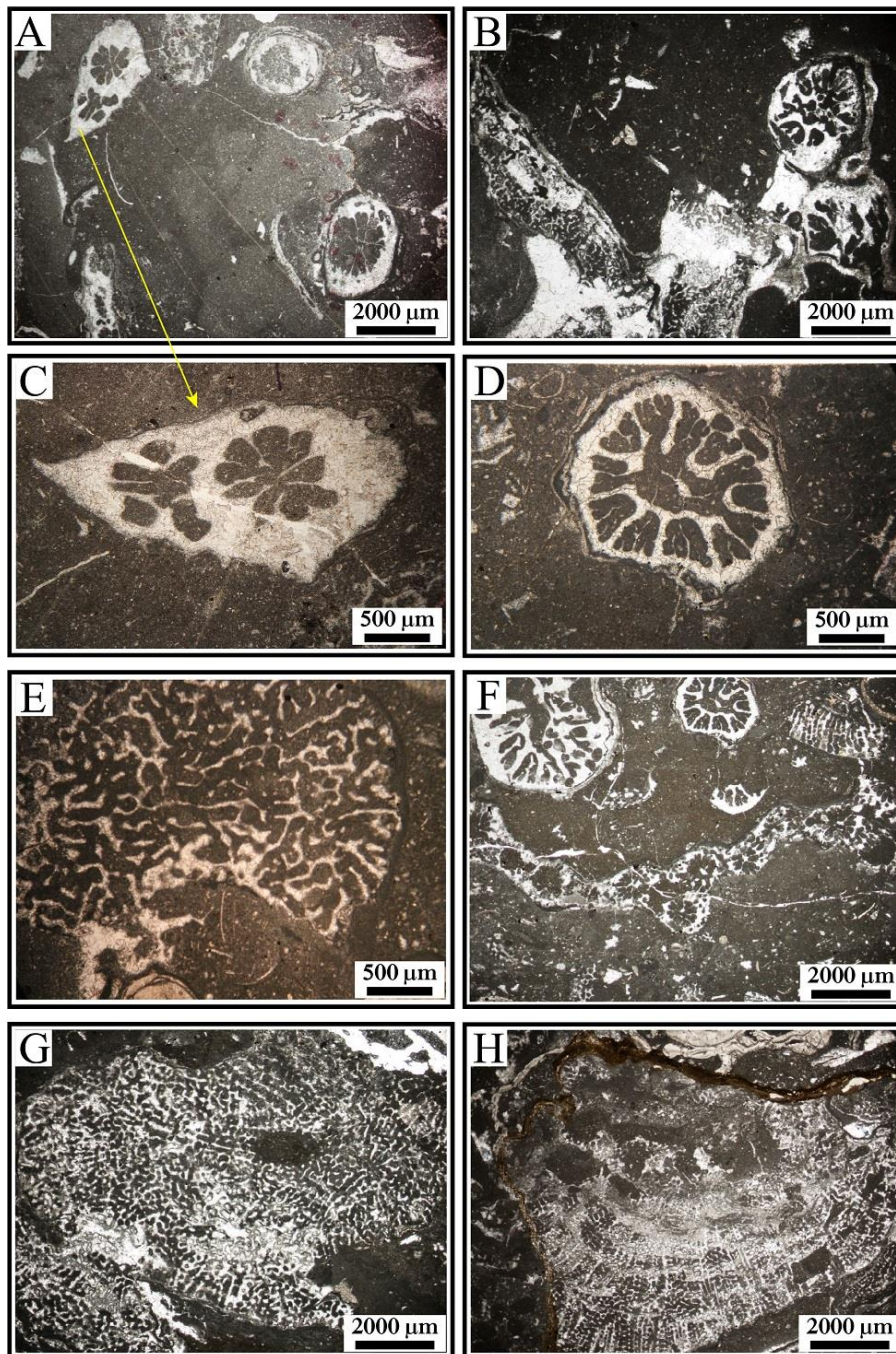
شکل ۵- رخساره زیستی جلبک سبز شناسایی شده در مرحله اول تکامل سازند تله‌زنگ. تصاویر A تا D. نمایی کلی از رخساره‌های جلبک سبز. نمایی نزدیک‌تر از انواع جلبک‌های سبز که عبارت‌اند از:

E) *Cymopolia edwardsi*, F) *Cymopolia* sp., G) *Cymopolia elongate*, H) *Indopolia satyavanti*, I) *Clypeina* aff. *occidentalis*, J) *Halimeda* cf. *fragiles*, K) *Cymopolia* aff. *Tibetica*, L) *Neomeris* cf. *plagensis*.

Fig 5- Green algal biofacies identified in the first stage of evolution of the Taleh Zang Formation.

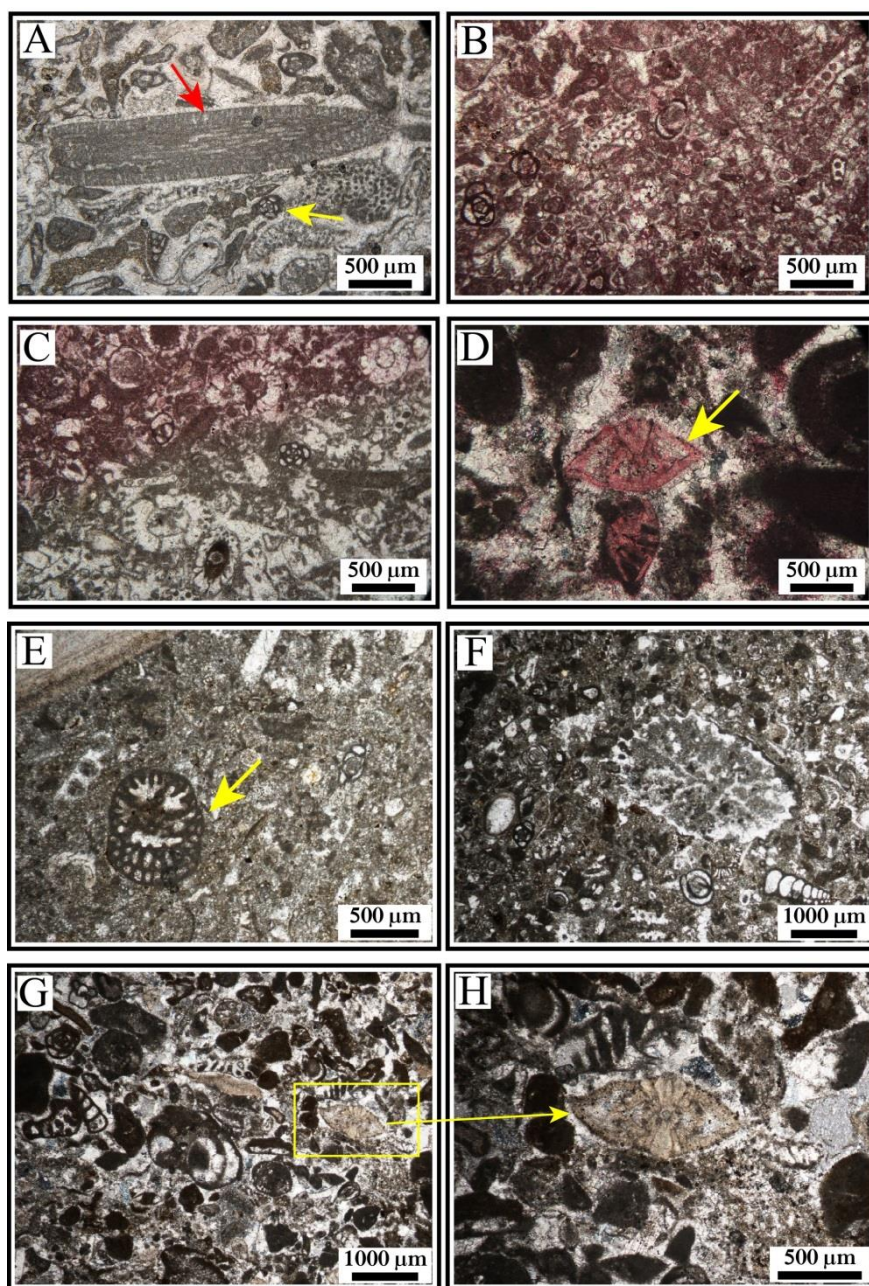
Figures A to D) Overview of green algal biofacies.

Figures E to L) Closer view of the green algae, which are: E) *Cymopolia edwardsi*, F) *Cymopolia* sp., G) *Cymopolia elongate*, H) *Indopolia satyavanti*, I) *Clypeina* aff. *occidentalis*, J) *Halimeda* cf. *fragiles*, K) *Cymopolia* aff. *tibetica*, L) *Neomeris* cf. *plagensis*



شکل ۶- رخساره زیستی مرجانی شناسایی شده در مرحله اول تکامل سازند تله‌زنگ.

انواع مرجان‌ها عبارت‌اند از: (A) *Dendrophyllia candelabrum*, (B) *Oculina conferta*, (C) *Acropora* sp., (D) *Oculina becki*, (E) *Goniopora* sp., (F) *Bacarella vipavica*, (G) *Actinacis* sp., (H) *Litharaea subepithicata*.



شکل ۷- رخساره زیستی جلبک سبز و فرامینیفر بنتیک (A, B, C). در شکل A، فلش قرمز رنگ، جلبک سبز از نوع *Halimeda nana* و فلش زرد رنگ فرامینیفر میلیولید را نشان می‌دهد.

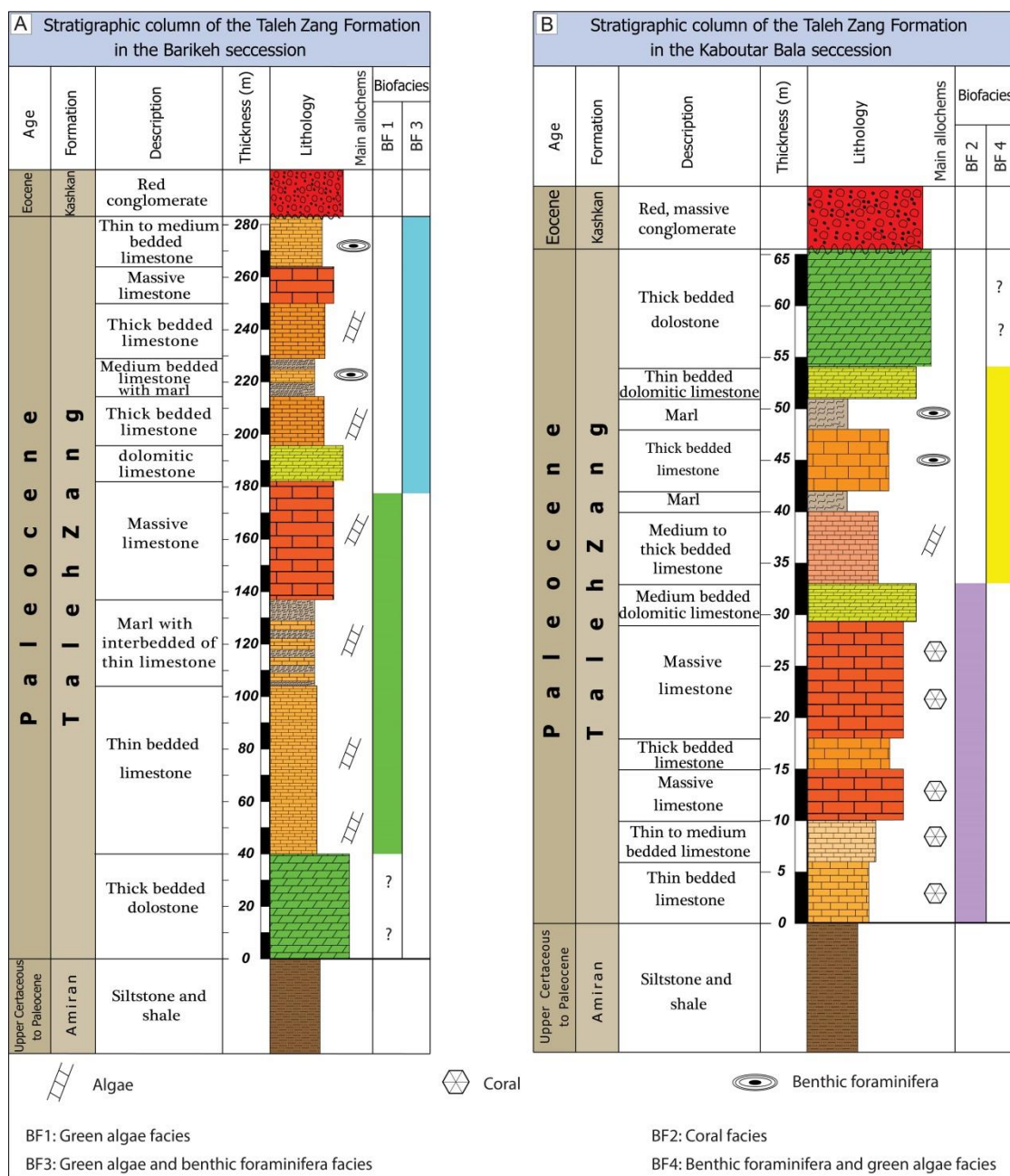
رخساره زیستی فرامینیفر بنتیک و جلبک سبز (D, E, F, G, H). فرامینیفرهای شناسایی عبارت‌اند از: شکل D) *Elazigina* sp. (شکل E) *Prerarhapidionina* sp. (شکل H) *Miscellana miscella*.

این دو رخساره با توجه به فراوانی فرامینیفرهای بنتیک و عمق نسبی برش‌های مطالعه‌شده از یکدیگر تفکیک شده‌اند.

Fig 7- Green algae and benthic foraminifera biofacies (A, B, C). In figure A, the red arrow shows the green algae *Halimeda nana*, and the yellow arrow shows the miliolid foraminifera.

Benthic foraminifera and green algae biofacies (D, E, F, G, H). Identifying foraminifera are: D) *Elazigina* sp., E) *Prerarhapidionina* sp., H) *Miscellana miscella*.

These two biofacies separated according to the abundance of benthic foraminifera and the relative depth of the studied sections.



شکل ۸- ستون چینه‌شناسی سازند تله‌زنگ در برش‌های بررسی‌شده؛ A: برش باریکه و B: برش کبوتربالا.

Fig 8- Stratigraphic column of the Taleh Zang Formation in the studied sections. A: Barikheh succession, and B: Kaboutar Bala succession.

نهشته شده و دربرگیرنده چهار رخساره زیستی است. سازند تله‌زنگ در طول پالئوسن، با توجه به تغییرات تدریجی رخساره‌ها، نبود آنکوئیدها و پیژوئیدها و همچنین نبود ساخت‌های ریزشی (اسلامپ‌ها)، برش‌ها و کلسی‌توریدات‌ها، یک شرایط دریایی کم‌عمق را در یک رمپ

تکامل زیستی سازند تله‌زنگ در حوضه رسوبی زاگرس در منطقه کرمانشاه

با توجه به رخساره‌های زیستی شناسایی‌شده در سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه، این سازند در برش‌های مطالعه‌شده در یک محیط دریایی کم‌عمق از نوع رمپ کربناته

خرده‌های خارپوست (رخساره زیستی مرجانی) مشخص می‌شود.

در زمان پالئوسن پسین و در بخش‌های بالایی آشکوب تانتین (Upper Thanetian)، با از بین رفتن مرجان‌ها و بخش عمده‌ای از جلبک‌ها، شاهد حضور فرامینفرهای بنتیک هستیم. این زمان که مرحله دوم از تکامل زیستی پلتفرم کربناته است، فرامینفرهای بنتیک گسترش یافته‌اند و در حال فزونی هستند. با توجه به عمق نسبی دو برش مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ، در این مرحله نیز دو رخساره زیستی شناسایی و تفکیک شده است. این رخساره‌ها شامل رخساره زیستی جلبک سبز و فرامینفر بنتیک و همچنین رخساره زیستی فرامینفر بنتیک و جلبک سبز هستند. گفتنی است با توجه به عمق نسبتاً بیشتر محیط رسوب‌گذاری در برش کبوتربالا نسبت به برش باریکه، فراوانی فرامینفرهای بنتیک بیشتر بوده، ولی در برش باریکه که کربنات‌ها در عمق کمتری نهشته شده‌اند، فراوانی جلبک سبز نسبت به فرامینفر بنتیک بیشتر است. همین موضوع موجب تفکیک دو نوع رخساره متفاوت در بخش‌های میانی تا انتهایی هر دو برش شده است. به‌طور خلاصه در هر یک از برش‌های مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه، شاهد حضور مراحل اول و دوم از تکامل زیستی پلتفرم کربناته در زمان پالئوسن هستیم.

در زمان ائوسن پیشین (Early Eocene) در منطقه کرمانشاه برخلاف دیگر مناطق حوضه رسوبی زاگرس، کارخانه تولید کربنات سازند تله‌زنگ در نتیجه ورود رسوبات تخریبی قرمز رنگ (عمدتاً کنگلومرایبی و ماسه‌سنگی) سازند کشکان به داخل حوضه به‌طور کامل از بین می‌رود. این تغییر واضح در لیتولوژی و اجزای تشکیل‌دهنده توالی‌ها، احتمالاً در نتیجه کاهش سطح آب دریاها یا به دلیل فعالیت‌های تکتونیکی زمان پالئوژن در منطقه کرمانشاه است که سبب جایگزین شدن محیط خشکی و رودخانه‌ای سازند کشکان (Rostami et al. 2019) به جای محیط دریایی سازند تله‌زنگ می‌شود. در شکل ۹ مدل شماتیکی از روند مراحل تکامل زیستی سازند تله‌زنگ در حوضه زاگرس ارائه شده است.

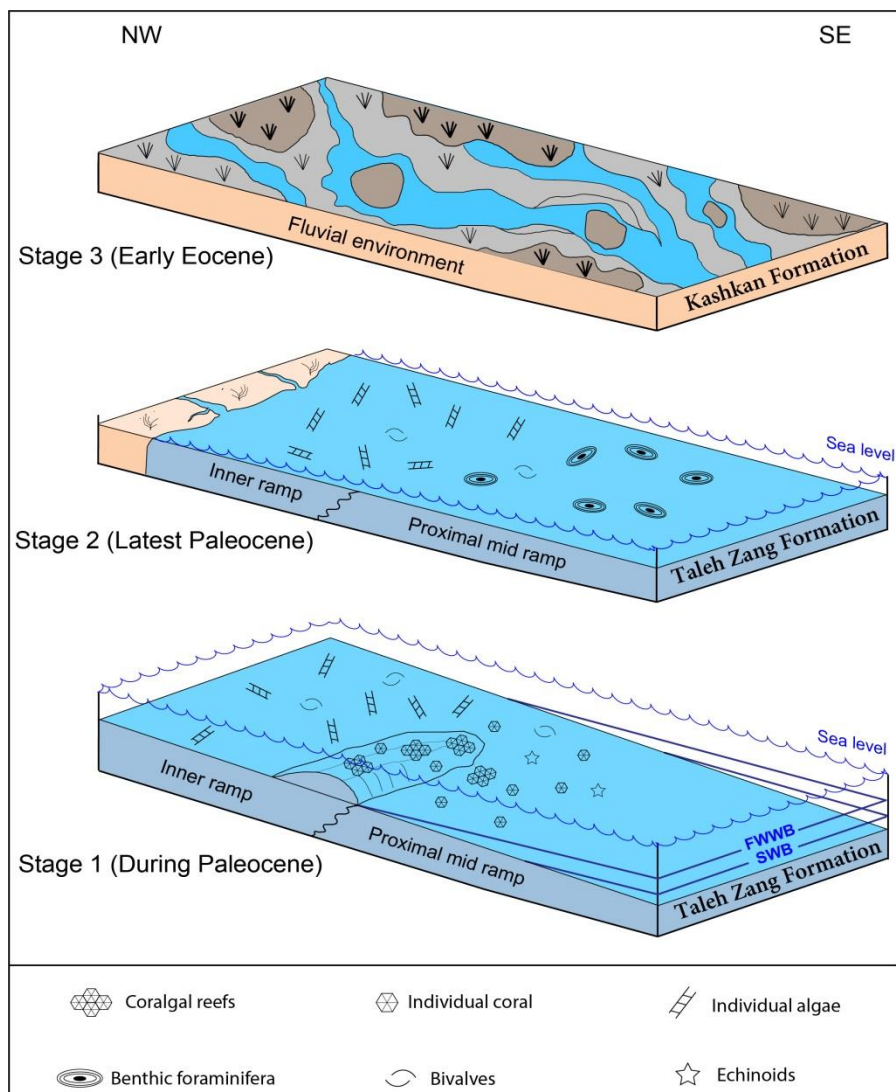
کربناته و بدون ساختارهای ریفی گسترده و پیوسته تجربه کرده است. در این پژوهش، تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در طول زمان و در دو منطقه (باریکه و کبوتربالا) بررسی شده است که به لحاظ عمق و شرایط رسوبی کاملاً متفاوت هستند. عمده آلوم‌های برش باریکه که در مناطق کم‌عمق‌تر پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ واقع شده، شامل جلبک‌های سبز و فرامینفرهای بنتیک کوچک از نوع میلیولید است. در برش کبوتربالا که در مناطقی با عمق رسوبی بیشتر واقع شده است، عمده ذرات تشکیل‌دهنده را مرجان‌ها و فرامینفرهای بنتیک از نوع میسیلینا و روتالیا تشکیل می‌دهد. همان‌گونه که بیان شد، تکامل زیستی این پلتفرم در طول زمان در هر دو منطقه به‌طور کامل بررسی شده است.

در زمان پالئوسن که نخستین مرحله تکامل زیستی پلتفرم کربناته پالئوژن است، جلبک‌ها و مرجان‌ها گسترش و فراوانی بسیار زیادی در سازند تله‌زنگ دارند. در این مرحله دو رخساره زیستی مجزا در سازند تله‌زنگ شناسایی شده که شامل رخساره زیستی جلبک سبز و رخساره زیستی مرجانی است. این رخساره‌های زیستی که مشخص‌کننده مرحله اول تکامل پلتفرم کربناته (Stage 1) سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه هستند، در بسیاری از نهشته‌های کربناته پالئوسن حوضه تیس نیز شناسایی شده‌اند (Scheibner and Speijer 2008; Martin et al. 2020)؛ اما همان‌گونه که بیان شد، اندازه و وسعت این ساختارهای مرجانی و جلبکی به حدی نبوده است که سدهای بزرگ و وسیعی را تشکیل دهد که در پشت آن یک محیط لاگون و محدود شکل بگیرد.

لازم به توضیح است با توجه به شیب حوضه و توزیع رخساره‌ها در دو برش مطالعه‌شده، از آنجایی که برش باریکه در بخش‌های کم‌عمق‌تر پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ قرار گرفته است، در این مرحله با فراوانی جلبک سبز و دوکفه‌ای (رخساره جلبک سبز) مشخص می‌شود؛ در صورتی که در برش کبوتربالا که در بخش‌های دور از ساحل پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ قرار گرفته است، با حضور گسترده مرجان‌ها و

می‌دهد و مرحله سوم با سازند آواری کشکان مشخص می‌شود.

همان‌طور که در شکل نیز مشخص است، سازند کربناته تله‌زنگ فقط مراحل اول و دوم تکامل را به خود اختصاص



شکل ۹- مدل مراحل تکامل زیستی سازند تله‌زنگ در حوضه زاگرس. همان‌گونه که مشخص است، در مرحله اول و در طول پالئوسن، عمده ارگانسیم‌ها شامل کلنی‌های جلبک و مرجان هستند. در این مرحله، در قسمت کم‌عمق، جلبک‌های منفرد نیز حضور دارند. در مرحله دوم و آخرین آشکوب پالئوسن، مرجان‌ها از بین رفته و فرامینیفرهای بتتیک جایگزین آنها شده‌اند. در این مرحله نیز تعدادی جلبک سبز در بخش‌های با عمق کم دیده می‌شود. در مرحله سوم و شروع ائوسن، کربنات‌های سازند تله‌زنگ جای خود را به سازند آواری کشکان داده‌اند.

Fig 9- Model of biological evolutionary stages of the Taleh Zang Formation in Zagros Basin. As it clear, in the first stage and during the Paleocene, the main organisms include algal and coral colonies. At this stage, individual algae are also present in the shallow part. In the second stage and in the latest Paleocene, corals destroyed and replaced by benthic foraminifera. At this stage, a number of green algae are also seen in shallow areas. In the third stage in Early Eocene, the carbonates of the Taleh Zang Formation replaced by the Kashkan siliciclastic Formation.

مقایسه سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه با دیگر مناطق

تتیس

در زمان پالئوژن پیشین سازند تله‌زنگ در حوضه رسوبی زاگرس در منطقه کرمانشاه در عرض جغرافیایی حدود ۱۹ درجه شمالی واقع شده است (Scheibner and Speijer 2008)؛ (شکل ۱۰). در این پژوهش سازند کربناته تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه با نتایج به دست آمده از دیگر بخش‌های پلتفرم تتیس در زمان پالئوسن - ائوسن مقایسه شده است که در سرتاسر دنیا رخنمون دارند (Scheibner and Speijer 2008; Zamagni et al. 2020; Martin et al. 2012)؛ (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

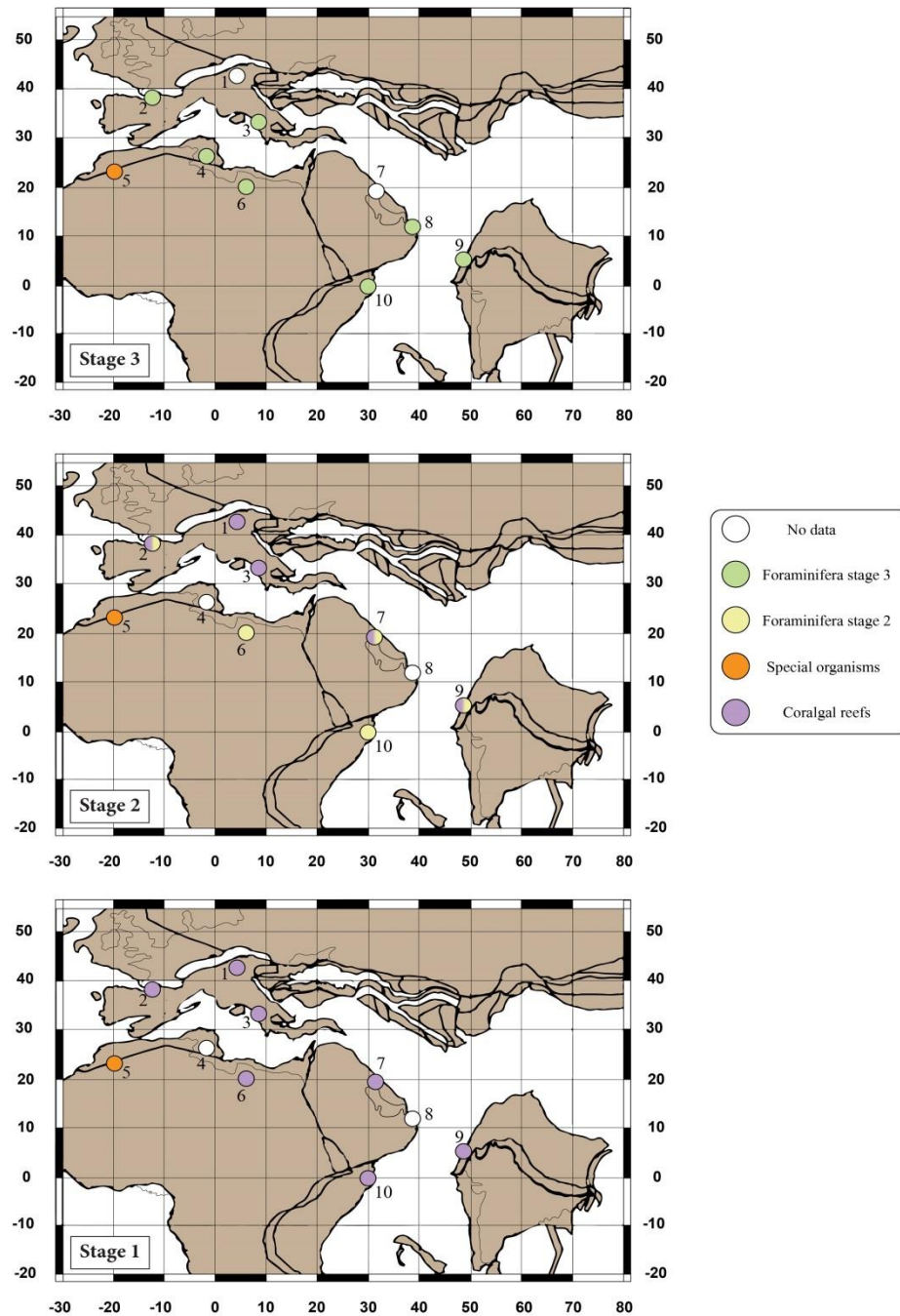
همان‌طور که در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نیز مشخص است، پلتفرم‌های کربناته واقع در کوه‌های کارپاتین در غرب اسلواکی (شماره ۱)، رشته‌کوه پیرنه در فرانسه و اسپانیا (شماره ۲) و مجمع‌الجزایر آیونی در یونان (شماره ۳) در عرض‌های جغرافیایی میانی (30°- 45° N) قرار گرفته‌اند. در این پلتفرم‌ها، عمده ارگانسیم‌های تشکیل‌دهنده مراحل تکاملی اول و دوم، متشکل از ریف‌های جلبکی - مرجانی است. در این مناطق، در مرحله سوم تکامل زیستی، فرامینیفرهای بتتیک بیشترین نقش را دارند (Accordi et al. 1998; Baceta et al. 2005)، جز کوه‌های کارپاتین در غرب اسلواکی. در منطقه کارپاتین در انتهای پالئوسن، ساختارهای ریفی به‌طور کامل از بین رفته و کربنات‌های جوان‌تر از پالئوسن پسین یافت نشده است (Kazmer et al. 2003; Bucek and Kohler 2017).

پلتفرم‌های کربناته واقع در تونس (شماره ۴)، غرب مراکش (شماره ۵)، حوضه سیرت در لیبی (شماره ۶) و حوضه زاگرس در منطقه کرمانشاه با حضور سازند کربناته تله‌زنگ (شماره ۷)، در عرض‌های جغرافیایی حد واسط

(20°- 30° N) واقع شده‌اند. در طول پالئوسن، پلتفرم‌های کربناته کم‌عمق در این مناطق مانند مراکش، ریف‌های مرجانی و فرامینیفرهای بتتیک ندارند. در این منطقه، ریف‌های اویستری در مرحله اول (Stage 1) و ریف‌های اویستری، بریوزو و خارداران در مرحله دوم (Stage 2) قرار دارند؛ در حالی که در اوایل ائوسن، مرحله سوم (Stage 3) از تکامل زیستی این پلتفرم با نبود فرامینیفرهای بتتیک مشخص می‌شود. نبود مرجان‌ها و فرامینیفرهای بتتیک، این منطقه را از سایر مناطق دیگر مجزا می‌کند (Jorry et al. 2006; Scheibner and Speijer 2008; Martin et al. 2020).

همچنین پلتفرم‌های کربناته عمان (شماره ۸)، شمال غرب هند (شماره ۹) و شمال غرب سومالی (شماره ۱۰) در عرض‌های جغرافیایی پایین (0°- 20° N) مشخص هستند. پلتفرم‌های حاضر در این عرض جغرافیایی، طی پالئوسن و مرحله تکاملی اول با حضور ریف‌های مرجانی مشخص هستند. در پالئوسن پسین و مرحله تکاملی دوم عموماً ریف‌های مرجانی و فرامینیفرهای بتتیک، این مرحله را نشان می‌دهند. در اوایل ائوسن نیز، حضور فراوان فرامینیفرهای بتتیک در تمام مناطق نشان‌دهنده مرحله سوم از تکامل زیستی پلتفرم کربناته است (Carbone et al. 1993; Sarkar 2015; Tomas et al. 2016).

به‌طور کلی مرحله نخست از تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه کاملاً مشابه با پلتفرم‌های کارپاتین، پیرنه، جزایر آیونی، لیبی، شمال غرب هند و شمال غرب سومالی است. مرحله دوم از تکامل زیستی سازند تله‌زنگ نیز قابل مقایسه با پلتفرم‌های واقع در لیبی و عمان است. نتایج حاصل از این مقایسه در شکل ۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱۰- نقشه دیرینه جغرافیای پالئوسن-ائوسن و توزیع ارگانسیم‌ها در میانه‌های پالئوسن (Stage 1)، پالئوسن پسین (Stage 2) و اوایل ائوسن (Stage 3). (برگرفته از Scheibner and Speijer 2008 و همچنین وبسایت https://www.ods.de/ods/services/paleomap/about_map.html با رسم دوباره و اعمال تغییرات). شماره‌های واقع در این تصویر براساس اطلاعات ارائه شده در متن و شکل ۱۱ است و به ترتیب عبارت‌اند از: 1) West Carpathians, 2) Pyreanean, 3) Ionian Islands, 4) Tunisia, 5) West Morocco, 6) Libya, 7) Zagros Basin (Kermanshah, Iran), 8) Oman, 9) NW India, 10) NW Somalia.

Fig 10- Paleogeographical map of Paleocene-Eocene and distribution of organisms in the mid-Paleocene (Stage 1), Late Paleocene (Stage 2) and Early Eocene (Stage 3). (Adapted from Scheibner and Speijer 2008 as well as https://www.ods.de/ods/services/paleomap/about_map.html by redrawing and applying changes). The numbers in this image are based on the information presented in the text and Fig 11 and are: 1) West Carpathians, 2) Pyreanean, 3) Ionian Islands, 4) Tunisia, 5) West Morocco, 6) Libya, 7) Zagros Basin (Kermanshah, Iran), 8) Oman, 9) NW India, 10) NW Somalia.

No.	Location	Paleo latitude	Stage 1	Stage 2	Stage 3	
1	West Carpathians	43° N			Destruction of platform	45°
2	Pyrenean	38° N				
3	Ionian Islands	32° N				30°
4	Tunisia	26° N	Shales, evaporates, phosphates	Shales, evaporates, phosphates		
5	West Morocco	23° N				20°
6	Sirte Basin (Libya)	19° N				
7	Zagros Basin (Kermanshah region)	19° N			Destruction of platform	
8	Oman	12° N	Without evidence			
9	NorthWest India	5° N				
10	NorthWest Somalia	0°				0°
Coralgal reefs Individual coral Individual algae Benthic foraminifera Oysters Echinoids Bryozoans						

شکل ۱۱- طرحی شماتیک از ارگانیزم‌های غالب مرتبط با مراحل سه‌گانه تکامل زیستی پلتفرم‌های کربناته تیتیس که در شکل ۱۰ ارائه شد (برگرفته از Scheibner and Speijer 2008 با رسم دوباره و اعمال تغییرات). حوضه‌های واقع در عرض‌های جغرافیایی میانی (۳۰-۴۵ درجه)، حد واسط (۲۰ تا ۳۰ درجه) و زیرین (پایین‌تر از ۲۰ درجه) با خطوط سیاه تیره از یکدیگر جدا شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ارگانیزم‌های غالب و رخساره‌های حوضه زاگرس در ناحیه کرمانشاه به‌طور کامل مشابه با مراحل اول از پلتفرم‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۹ و ۱۰ و مراحل دوم از پلتفرم‌های شماره ۶ و ۸ است.

Fig 11- A schematic picture of the dominant organisms associated with the three stages of biological evolution of the Tethys carbonate platforms as shown in Fig 10 (taken from Scheibner and Speijer 2008, with redrawing and modification). The thick black lines separate the basins at middle (30 - 45°), intermediate (20 - 30°) and low (below 20°) paleolatitudes. As it clear, the dominant organisms and biofacies of the Zagros Basin in Kermanshah region are completely similar to the first stages of platforms 1, 2, 3, 6, 9 and 10 and the second stages of platforms 6 and 8.

نتیجه

دی‌سی) و همچنین دکتر Dragica Turnsek (آکادمی علوم و هنر اسلونی)، به دلیل شناسایی مرجان‌های حاضر، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- Accordi G. Carbone F. and Pignatti J.S. 1998. Depositional history of a Paleogene carbonate ramp (Western Cephalonia, Ionian Islands, Greece). *Geologica Romana*. 34: 131- 205.
- Aghanabati A. 2010. *Geology of Iran*, Ministry of industry and mines, Geological survey and mineral exploration of Iran. 606 p (in Persian).
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforland evolution. *American Journal of Science*. 304: 1- 20.
- Baceta J.I. Pujalte V. and Bernaola G. 2005. Paleocene coralgall reefs of the western Pyrenean basin, northern Spain: New evidence supporting an earliest Paleogene recovery of reefal ecosystems. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 224 (1-3): 117- 143.
- Barani F. Rashidi K. Raisossadat S.N. and Khzaee M. 2017. Green Algae (Dasycladales) from Paleocene deposits in Western Birjand (Grong section). *Sedimentary Facies*. 10 (1): 1- 22. (in Persian)
- Barattolo F. 1998. Dasycladacean green algae and microproblematica of the uppermost Cretaceous-Paleocene in the karst area (NE Italy and Slovenia). *Delta- Opera SAZU 4*, 34 (2): 65- 127.
- Barattolo F. Carras N. Conard M.A. and Radoicic R. 2019. *Falsolikanelia campanensis* (Azeme and Jaffrezo, 1972) Granier, 1987 revisited on type material, evidence of polyphysacean nature (green algae). *Journal of Paleontology*. 93 (4): 593- 611.
- Baron- Szabo R.C. 2018. Scleractinian corals from the upper Aptian-Albian of the Garschella Formation of central Europe (western Austria; eastern Switzerland). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*. 157: 241- 260.
- Bernaola G. Baceta J.I. Orue-Etxebarria X. Alegret L. Martin-Rubio M. Arostegui J. and Dinares-Turell J. 2007. Evidence of an abrupt environmental disruption during the mid-Paleocene biotic event (Zumaia section, western Pyrenees). *Geological Society of America Bulletin*. 119 (7-8): 785- 795.
- Bernecker M. and Weidlich O. 2005. Azooxanthellate corals in the Late Maastrichtian - Early Paleocene of the Danish basin: bryozoan and coral mounds in a boreal shelf setting. *Cold-Water Corals and Ecosystems*, Erlangen Earth Conference Series. Springer, Berlin, Heidelberg, 3-25.
- Braud J. 1978. Geological map of Kermanshah, 1:250000 scale. Geological Survey of Iran.

سازند تله‌زنگ به سن پالئوسن در منطقه کرمانشاه، در یک رمپ کربناته کم‌عمق نهشته شده است. مرز زیرین و بالایی سازند تله‌زنگ در برش‌های بررسی شده به ترتیب با سازندهای امیران و کشکان مشخص می‌شود. رخساره‌های شناسایی شده از توالی‌های مطالعه شده، بیان‌کننده دو مرحله در تکامل زیستی این پلتفرم کربناته است. مرحله نخست طی پالئوسن روی داده که با ترکیبی از رخساره‌های زیستی جلبکی و مرجانی مشخص و در بخش‌های ابتدایی تا میانی هر دو برش دیده می‌شود. مرحله دوم تکامل زیستی پلتفرم کربناته سازند تله‌زنگ در انتهای پالئوسن پسین با فراوانی فرامینیفرهای بنتیک و حضور جلبک‌های سبز توصیف می‌شود. این مرحله، بخش‌های میانی تا انتهایی هر دو برش را به خود اختصاص می‌دهد؛ با این تفاوت که در برش باریکه با توجه به عمق کم نهشته‌ها، جلبک‌های سبز فراوان است، ولی در برش کبوتربالا به دلیل عمق نسبتاً بیشتر نهشته‌ها، فرامینیفرهای بنتیک گسترش بیشتری دارند. روند رسوب‌گذاری رخساره‌های زیستی پالئوسن در بسیاری از مواقع کاملاً مشابه با نهشته‌های همزمان در دیگر نقاط دنیا است؛ در حالی که در زمان ائوسن شرایط برای تشکیل رسوبات کربناته در منطقه مطالعه شده (کرمانشاه) کاملاً از بین رفته است. با شروع ائوسن در منطقه مطالعه شده، شاهد رسوب‌گذاری سازند آواری کشکان با فراوانی کنگلومرا و ماسه‌سنگ در یک محیط رسوبی رودخانه‌ای هستیم.

سپاسگزاری

در این پژوهش، جلبک‌های شناسایی شده به تأیید استادان متخصص در این زمینه از جمله دکتر کوروش رشیدی (دانشگاه یزد) و دکتر Filippo Barattolo (دانشگاه ناپل ایتالیا) رسیده است که از آنها سپاسگزاری می‌شود. از دکتر Francesca R. Bosellini (دانشگاه مودنا رجیو امیلیای ایتالیا)، دکتر Baron-Szabo (مرکز تحقیقاتی اسمیتسونین واشینگتن

- Some fossil Dasycladales from Guatemala. *Carnets de Géologie, Notebooks on Geology*. 281-301.
- Janbaz M. Mohseni H. Piryaei A.R. Swennen R. Yousefi Yegane B. and Saradeghi Sofiani H. 2018. Diagenetic processes of the Shahbazan Formation in the east of the Lurestan zone. *Scientific Quarterly Journal, Geoscience*. 28: 67-82 (in Persian)
- Jorry S. Davaud E. and Caline B. 2006. Controls on the distribution of nummulite facies: a case study from the Late Ypresian el Garia Formation (Kesra Plateau, Central Tunisia). *Journal of Petroleum Geology*. 26: 283-306.
- Kazmer M. Dunkl I. Frisch W. Kuhlemann J. and Ozsvart P. 2003. The Palaeogene forearc basin of the Eastern Alps and Western Carpathians: subduction erosion and basin evolution. *Journal of the Geological Society*. 160 (3): 413-428.
- Llewellyn P.G. 1974. Geological map of Ilam-Kuhdasht, 1:250000 scale. Oil Service Company of Iran, Geological and Exploration Division, Tehran.
- Maghfouri Moghaddam I. Samehr R. and Ghobeishavi A. 2008. Biostratigraphy of Taleh Zang Formation in type and Kialu sections, southern Lorestan. *Journal of Basic sciences of Bou-Ali sina University*. 5: 14-24 (in Persian).
- Martin M.M. Guerrero F. Tosquella J. and Tramontana M. 2020. Paleocene-Lower Eocene carbonate platforms of westernmost Tethys. *Sedimentary Geology*. 404: 105674
- Pomar L. Baceta J.I. Hallock P. Mateu-Vicens G. and Basso D. 2017. Reef building and carbonate production modes in the west-central Tethys during the Cenozoic. *Marine and Petroleum Geology*. 83: 261-304.
- Pujalte V. Orue-Etxebarria X. Schmitz B. Tosquella J. Baceta J.I. Payros A. Bernaola G. Caballero F. and Apellaniz E. 2003. Basal Ilerdian (earliest Eocene) turnover of larger Foraminifera: Age constraints based on calcareous plankton and $\delta^{13}\text{C}$ isotopic profiles from new southern Pyrenean sections (Spain). *Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene*. Geological Society of America. 369: 205-221.
- Rajabi P. Maghfouri Moghaddam I. and Gharib F. 2013. Microbiostratigraphy and microfacies of Taleh Zang Formation in Lorestan basin. *Geosciences*. 22(86): 155-160 (in Persian).
- Rostami F. Feiznia S. Aleali M. Hashmati M. and Yousefi Yegane B. 2019. Application of grain-size statistics, lithofacies and architectural element in determining depositional environment of Kashkan Formation in Merk watershed, Kermanshah. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 17 (3): 1351-1372.
- Bucek S. and Köhler E. 2017. Paleocene Reef complex of the Western Carpathians. *Slovak Geological Magazine*. 17: 3-163.
- Bucur I.I. Karim K.H. Daoud H. Granier B. and Khanaqa P.A. 2018. A new organ-species dasycladalean green alga from Darbandikhan, Kurdistan, Iraq. *Arabian Journal of Geosciences*. 11 (17): 10 p.
- Bucur I.I. Schlagintweit F. Rashidi K. and Saberzadeh B. 2016. *Morelletpora turgida* (Radoicic, 1975 non 1965) a Tethyan calcareous green alga (Dasycladales): Taxonomy, stratigraphy and paleogeography. *Cretaceous Research*. 58: 168-182.
- Carbone F. Matteucci R. Pignatti J.S. and Russo A. 1993. Facies analysis and biostratigraphy of the Auradu Limestone Formation in the Berbera-Sheikh Area, northwestern Somalia. *Geologica Romana*. 29: 213-235.
- Deloffre R. and Radoicic R. 1978. Paleocene Calcareous Algae (Dasycladales) of Slovenia (Yugoslavia). *Bulletin des Centres de Recherches Exploration Production, Elf-Aquitaine*. 2 (1): 61-95.
- Dickson J.A.D. 1965. A Modified Staining Technique for Carbonate in Thin Section: *Nature*. 205: 578 p.
- Dunham R.J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 1: 108-121.
- Embry A.F. and Klovan J.E. 1971. A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Islands, Northwest Territories: *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. 19: 730-781.
- Elliott G.F. 1968. Permian to Palaeocene calcareous algae (Dasycladacea) of the Middel East. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology)*. 4: 1-111.
- Falcon N.L. 1961. Major earth-flexing in the Zagros Mountains of South-west Iran. *Quarterly Journal of Geological Society of London*. 117 (4): 367-376.
- Flügel E. 2010. *Microfacies Analysis of Carbonate rocks. Analysis, Interpretation and Application*. Springer, Berlin. 976 p.
- Genot P. and Granier B. 2011. Cenozoic Dasycladales. A photo-atlas of Thanetian, Ypresian and Bartonian species from the Paris basin.
- Granier B. Bucur I.I. and Dias-Brito D. 2017. About *Trinocladus Raineri*, 1922: when some Permocalculus (Gymnocodiacean algae) reveal to be *Triploporellacean* algae (Revision of the Jesse Harlan Johnson Collection. Part 5). *Facies*. 63 (4): 12 p.
- Granier B. Radoicic R. and Drobne K. 2013. Revision of the Jesse Harlan Johnson collection. Part 1.

- and their response to paleoenvironmental changes in the early Eocene (Jafnayn Formation, Wadi Bani Khalid, N Oman). *Sedimentary Geology*. 341: 189–202.
- Turnsek D. and Kosir A. 2004. *Bacarella vipavica* n. gen., n. sp. (anthozoa, scleractinia) from reefal blocks in lower Eocene carbonate megabeds in the vipava valley (sw slovenia). *Razreda Sazu*. 3: 145-169.
- Weiss A.M. and Martindale R.C. 2019. Paleobiological Traits That Determined Scleractinian Coral Survival and Proliferation During the Late Paleocene and Early Eocene Hyperthermals. *Paleoceanography and Paleoclimatology*. 34 (2): 252–274.
- Zamagni J. Mutti M. and Kosir A. 2012. The evolution of mid Paleocene-early Eocene coral communities: How to survive during rapid global warming. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 317-318: 48–65.
- Zhang Q. Ding L. Kitajima K. Valley J.W. Zhang B. Xu X. Willems H. and Klügel A. 2020. Constraining the magnitude of the carbon isotope excursion during the Paleocene-Eocene thermal maximum using larger benthic foraminifera. *Global and Planetary Change*. 184, 103049: 13 p.
- Zhang Q. Willems H. Ding L. and Xu X. 2018. Response of larger benthic foraminifera to the Paleocene-Eocene thermal maximum and the position of the Paleocene/Eocene boundary in the Tethyan shallow benthic zones: Evidence from south Tibet. *Geological Society of America Bulletin*. 131 (1-2): 84–98.
- Zohdi A. and Adabi M.H. 2008. Sedimentation, diagnosis and geochemistry of the Taleh Zang Formation, South Lorestan. *Geosciences*. 18 (71): 105-114 (in Persian).
- Sarkar S. 2015. Thanetian-Ilerdian coralline algae and benthic foraminifera from northeast India: microfacies analysis and new insights into the Tethyan perspective. *Lethaia*. 48 (1): 13–28.
- Scheibner C. and Speijer R.P. 2008. Late Paleocene–early Eocene Tethyan carbonate platform evolution- A response to long- and short-term paleoclimatic change. *Earth-Science Reviews*. 90 (3-4): 71–102.
- Shalavand M. 2019. Geochemistry, Diagenesis and Sedimentary Environment of the carbonate deposits of the Taleh Zang Formation in South and Southwest of Kermanshah. M.Sc thesis. Shahid Beheshti University, Iran, 215 p (in Persian).
- Shalavand M. Adabi M.H. and Zohdi A. 2019a. Sedimentary environment, sequence stratigraphy and elemental geochemistry of the Taleh Zang Formation in the South of Kermanshah. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*. 35 (2): 25-48 (in Persian).
- Shalavand M. Adabi M.H. and Zohdi A. 2019b. Petrography, geochemistry and dolomitization model of the Taleh Zang Formation (Upper Paleocene- Lower Eocene) in South and Southwest of Kermanshah. *Applied Sedimentology*. 7 (13): 149-166 (in Persian).
- Shojaei Negad R. Maghfouri Moghaddam I. and Emami S.M.R. 2018. Biostratigraphy of the Taleh Zang Formation in Sarkan Anticline, Lorestan Basin, 4th symposium of Sedimentological society of Iran. 575-578 (in Persian).
- Sobhi A.H. and Ahmed W.H. 2015. Biostratigraphic zonation and Eocene chlorophytal algae, assiut-minia stretch, Nile valley, Egypt, 8th International Conference on the Geology of Africa. 27-54.
- Tomas S. Frijia G. Bomelburg E. Zamagni J. Perrin C. and Mutti M. 2016. Evidence for seagrass meadows

