



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 39, Issue 2, No. 91, Summer 2023, pp 81-98
Received: 29.08.2023 Accepted: 19.11.2023

Research Paper

Palaeosedimentary environment, sequence stratigraphy and geochemistry of the Taleh Zang Formation in Ritt Anticline, southeastern Lorestan Basin

Iraj Maghfouri Moghaddam* 

Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khorram Abad, Iran
maghfouri.i@lu.ac.ir

Mostafa Sedaghat Nia

PhD student, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran; Central Laboratory, Lorestan University, Lorestan, Iran
mostafasedaghat1364@gmail.com

Abstract

The carbonate deposits of the Taleh Zang Formation are exposed extensively in the southeastern to northern Lorestan zone, SW Iran. The thickness of the shallow water carbonate Taleh Zang Formation in Ritt Anticline is 84.5 meters. It overlies on top of the turbidity Amiran Formation and it is overlain by the clastic-dominated Kashkan Formation. Petrographic examinations revealed seven facies deposited in tidal flat, lagoon, shoal and open marine. Detailed analysis of sedimentary facies indicates that in the Late Paleocene interval, the depositional system of the Taleh Zangi Formation was a ramp carbonate platform. Changes in the depositional facies and cycle stacking patterns indicate one transgressive-regressive sea-level cycle from the bottom to the top of the section, which is equivalent to the last eustatic sea level rise in the Late Paleocene (Thanetian). This depositional sequence is separated by type 2 and 1 sequence boundaries at its lower and upper boundaries, respectively. Elemental geochemical evidence indicates a closed to weakly open diagenetic system, with low water-rock interaction for carbonates of the Taleh Zang Formation. The relatively open diagenesis system in this formation could be due to the influence of meteoric fluids in the erosional discontinuity at the border between the two formations, the Taleh Zang and Kashkan formations.

Keywords: Taleh Zang Formation, Geochemistry, Sedimentary environment, Sedimentary sequence, Lorestan zone

Introduction

The use of Paleogene biozones (Shallow benthic zone = SBZ) of the Mediterranean basin (introduced by Serra Kilel et al. 1998) in the biostratigraphic studies of the Taleh Zang Formation started several years ago (Bagherpour and Vaziri 2012). Using these biozones, the deposits of Taleh Zang Formation were separated into stages and even substages, which made it possible to compare their palaeoecological conditions and palaeoenvironment with global events (e.g. in South Lorestan by Zohdi and Adabi, 2008; in the south of Kermanshah by Shalavand et al. 2020). Recent studies show that the facies changes of the Taleh Zang Formation are affected by two important factors, one is global changes especially the evolution of the Tethys carbonate platforms (Scheibner and Speizer 2008) and the other is the location of the section of the Tale Zang Formation in the Lorestan Zone. In a way, the age of this formation becomes younger from the north-east to the

south-west of the Lorestan region (Jafarizadeh et al. 2023), which is the result of drastic changes in the biological contents and palaeoecological conditions of this formation in different regions. Therefore, it seems that the study of the Taleh Zang Formation in different anticlines of the Lorestan zone plays a significant role in clarifying the evolution of this zone. In the current research, the sedimentary environment and sequence stratigraphy of this formation have been investigated from the perspective of sedimentology and elemental geochemistry of the Taleh Zang formation in Ritt Anticline. The study of the biostratigraphy of the Tale Zang Formation in this anticline has been done by (Zakerzadeh et al. 2023), whose results are the basis for determining the age of the Taleh Zang Formation in the present study.

Material & Methods

A total of 60 samples were collected. Thin sections were

*Corresponding author

Maghfouri Moghaddam I. and Sedaghat Nia M. (2023). Palaeosedimentary environment, sequence stratigraphy and geochemistry of the Taleh Zang Formation in Ritt Anticline, southeastern Lorestan Basin. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 39(2):81-98.

2423-8007 / © 2023 University of Isfahan

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



<https://doi.org/10.22108/jssr.2023.138826.1267>

prepared from the collected samples and subsequently analyzed using an optical microscope. Facies description was based on field observation and microfacies characteristics including skeletal and non-skeletal components, depositional texture, and grain size. The microfacies classification follows (Flügel 1010) and (Wilson 1975). The study area is located in Kerki Village about 63 southeast of Khorram Abad city. The section was measured in detail at 33°04'1" N and 48°14'23"E. Twenty samples of 50 grams were selected and the powdered. The samples were subjected to elemental analysis in the Central Laboratory of Lorestan University. In the present study, elemental geochemical methods (use of major and minor elements present in carbonate samples) and petrographic studies were used to determine the sedimentary environment and the depositional sequence of the Taleh Zang Formation.

Discussion of Results & Conclusions

Based on biogenic composition, textural and lithological characteristics, seven facies were identified in the carbonate succession of the Taleh Zang Formation. These facies are related to four sub-environments including tidal flat, lagoon, shoal and open marine, of the carbonate ramp.


The facies of the tidal zone (MF1) include dolomicrites (microcrystalline dolomites). The absence of skeletal particles and a small amount of detrital particles are the characteristics of this sub-environment. The microfacies of the lagoon environment (MF2-5) include sandy wackestone to packstone; bioclastic benthic foraminifera pelloid wackestone; bioclastic benthic foraminifera–green algae wackestone to packstone; bioclastic pelloid packstone. The

facies of the shoal consists of Coral boundstone (MF6). The open marine facies represented by bioclastic coral-coralinacean floatstone (MF7).

According to the field and laboratory evidence, the Taleh Zang Formation in this section consists of a third-order depositional sequence with a thickness of 84.5 meters. This depositional sequence is mostly carbonate and consists of limestones and to a lesser content dolomitic limestone. The lower boundary of this depositional sequence with the Amiran Formation is sequence boundary (SB) type 2. The upper boundary of this sequence was defined by the clastic of the Kashkan Formation that showed disconformity (SB1). Considering the discontinuity between the Taleh Zang and the Keshkan formations and the closed to slightly open digenesis system of the studied deposits, the strata of the high strand system tracts (HST) facies are slightly affected by meteoric digenesis fluids, and their Sr content is slightly higher than that of the transgressive system tracts (TST) facies. It may be due to the partial dissolution of aragonite shells in the environment, while the Mn values of these sediments are higher than those of the TST facies. The change process of Sr element to Na and Mn versus Sr indicates their primary aragonite mineralogy. Comparison of Sr/Ca values versus Mn and Mg elements indicates a closed to slightly open digenesis system with low water-rock interaction for the carbonates of Taleh Zang Formation. The relatively open digenesis system in this formation can be due to the influence of meteoric fluids, which is affected by the erosional discontinuity at the boundary of the Taleh Zang and Kashkan formations.

مقاله پژوهشی

محیط رسوبی دیرینه، چینه‌نگاری توالی‌ها و ژئوشیمی عنصری سازند تله‌زنگ در جنوب خاوری پهنه لرستان، تاقدیس ریت

ایرج مغفوری مقدم* ، دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

maghfouri.i@lu.ac.ir

مصطفی صداقت‌نیا، کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

mostafasedaghat1364@gmail.com

چکیده

نهشته‌های کربناته سازند تله‌زنگ به‌طور وسیعی در بخش‌های جنوب خاوری تا شمالی پهنه لرستان گسترش دارند. ضخامت سازند تله‌زنگ در تاقدیس ریت ۸۴/۵ متر است و به‌طور هم‌شیب روی سازند امیران و با ناپیوستگی فرسایشی زیر سازند کشکان قرار می‌گیرد. مطالعات صحرایی و پتروگرافی به شناسایی ۷ ریزرخساره مربوط به ۴ کمربند رخساره‌ای پهنه جزرومدی، لاگون، سد و دریای باز در نهشته‌های سازند تله‌زنگ در این برش منجر شد که مربوط به بخش‌های رمپ داخلی تا رمپ میانی‌اند. مطالعات چینه‌نگاری توالی‌ها به شناسایی یک توالی رسوبی رده سوم و دسته رخساره‌های TST و HST منجر شد که معادل آخرین بالآمدگی جهانی سطح آب دریاها در اواخر پالئوسن (تانتین) است. شواهد ژئوشیمی عنصری بیانگر یک سیستم دیاژنزی بسته تا کمی باز به‌صورت ضعیف، با تبادل آب به سنگ پایین برای کربنات‌های سازند تله‌زنگ است. سیستم دیاژنزی به نسبت کمی باز در این سازند، به دلیل تأثیر سیالات جوی در ناپیوستگی فرسایشی در مرز دو سازند تله‌زنگ و کشکان است.

واژه‌های کلیدی: سازند تله‌زنگ، زمین‌شیمی، محیط رسوبی، توالی رسوبی، پهنه لرستان.

* نویسنده مسئول

مغفوری مقدم، ا. و صداقت‌نیا، م. (۱۴۰۲). محیط رسوبی دیرینه، چینه‌نگاری توالی‌ها و ژئوشیمی عنصری سازند تله‌زنگ در جنوب خاوری پهنه لرستان، تاقدیس ریت. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۹(۲): ۸۱-۹۸.



مقدمه

در اواخر پالئوسن و در یک دوره بسیار کوتاه (حدود ۴ تا ۵ میلیون سال)، دمای زمین ۵ تا ۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت (Zachos et al. 2001). این تغییرات اقلیمی هم‌زمان با تشدید فعالیت‌های تکتونیکی بود که به بازشدگی اقیانوس اطلس شمالی (Courtilot and Renne 2003) و افزایش نیروهای فشاری در بخش‌های وسیعی از قلمروی تیس، به‌ویژه حوضه زاگرس (Alavi 2004) اشاره می‌شود. این تحولات تأثیرات مهمی در روند فرگشتی حوضه‌های رسوبی، به‌ویژه پلتفرم‌های کربناته داشته است (Scheibner and Speizer 2008).

نهشته‌های نریٹیک پالئوسن-ائوسن در بخش‌های حاشیه شمالی و جنوب خاوری پهنه لرستان، سازند تله‌زنگ نام دارد که به‌سوی مرکز این پهنه به مارن‌های عمیق سازند پایده تبدیل می‌شود (James and Wynd 1965).

برای اولین بار (James and Wynd 1965) سازند تله‌زنگ را براساس محتویات روزن‌داران کفزی بزرگ، به سه زون زیستی تفکیک کردند:

1. Miscellaneous- Kathina assemblage Zone (late Paleocene)
2. Opertorbitolites subzone (early Eocene)
3. Somalina subzone (middle Eocene)

این زون‌های زیستی بر مبنای شناسایی روزن‌داران کفزی بزرگ در حد جنس معرفی شده بودند و لایه‌های سازند تله‌زنگ را در حد زیرسری/اپوک تفکیک می‌کردند. مطالعات بعدی براساس این زون‌های زیستی استوار بود که به این موارد اشاره می‌شود (Maghfouri et al. 2008). بدیهی است مقایسه تغییرات محیط رسوبی و چینه‌نگاری توالی‌های سازند تله‌زنگ با حوادث جهانی، به‌ویژه فرگشت پلتفرم‌های تیس با این دقت و تعیین سن مشکلاتی دارد. از چندین سال قبل، استفاده از زون‌های زیستی پالئوژن (Shallow benthic zone = SBZ) حوضه مدیترانه (معرفی شده به‌وسیله Serravallo 1998) در مطالعات زیست چینه‌نگاری سازند تله‌زنگ شروع شد (Bagherpour and Vaziri 2012). با معرفی این زون‌های زیستی، نهشته‌های سازند تله‌زنگ به آشکوب و حتی زیر آشکوب تفکیک شدند و به این وسیله امکان مقایسه

شرایط بوم‌شناسی دیرینه و محیط دیرینه آنها با حوادث جهانی فراهم شد (مانند Zohdi and Adabi 2008 در جنوب لرستان و Shalavand et al. 2020 در جنوب کرمانشاه). مطالعات اخیر نشان می‌دهد تغییرات رخساره‌های سازند تله‌زنگ، متأثر از دو عامل مهم است: یکی تغییرات جهانی و به‌ویژه فرگشت پلتفرم‌های کربناته تیس (Scheibner and Speizer 2008) و دیگری موقعیت برش مورد سازند تله‌زنگ در پهنه لرستان، به‌طوری که سن این سازند از سمت شمال خاور به‌سوی جنوب باختر پهنه لرستان جوان‌تر می‌شود (Jafarizadeh et al. 2023) و حاصل آن، تغییرات شدید محتویات زیستی و شرایط بوم‌شناسی دیرینه این سازند در مناطق مختلف است؛ بنابراین به نظر می‌رسد بررسی سازند تله‌زنگ در تاقدیس‌های مختلف پهنه لرستان، نقش بسزایی در روشن‌تر شدن روند فرگشت این پهنه دارد.

در پژوهش حاضر، محیط رسوبی و چینه‌نگاری توالی‌های این سازند از دیدگاه رسوب‌شناسی و ژئوشیمی عصری سازند تله‌زنگ در تاقدیس ریت بررسی شده است. مطالعه زیست چینه‌نگاری سازند تله‌زنگ در این تاقدیس را (Zakerzadeh et al. 2023) انجام داده است که نتایج آن مبنای تعیین سن سازند تله‌زنگ در مطالعه حاضر است.

روش مطالعه

تعداد ۶۰ نمونه سنگ به‌صورت دست‌نخورده و غیر هوازده برداشت و پس از انتقال به دانشگاه لرستان، از این نمونه‌ها مقاطع نازک پتروگرافی برای شناسایی ریزرخساره‌ها تهیه شد. شناسایی و تفسیر ریزرخساره‌ها به روش (Flügel 2010) و (Wilson 1975) انجام گرفته است. از میان بخش‌های میکرایتی (به دور از هرگونه هوازدگی، شکستگی، رگه، درزه و شکاف)، ۲۰ نمونه و به مقدار ۵۰ گرم انتخاب و پس از پودر کردن آنها در آزمایشگاه مرکزی شماره ۱ دانشگاه لرستان، آنالیز عنصری (EDX) شد.

عناصر اصلی (Ca, Mg) برحسب درصد و عناصر (Sr, Mn, Fe, Na) براساس پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شده‌اند. دقت آنالیزها برای عناصر اصلی، ۰/۵ درصد و برای عناصر

(2016). بر این اساس در مطالعه حاضر، از روش‌های ژئوشیمی عنصری (استفاده از عناصر اصلی و فرعی موجود در نمونه‌های کربناته) و مطالعات پتروگرافی برای تعیین محیط رسوبی و نوع توالی رسوبی سازند تله‌زنگ استفاده شده است.

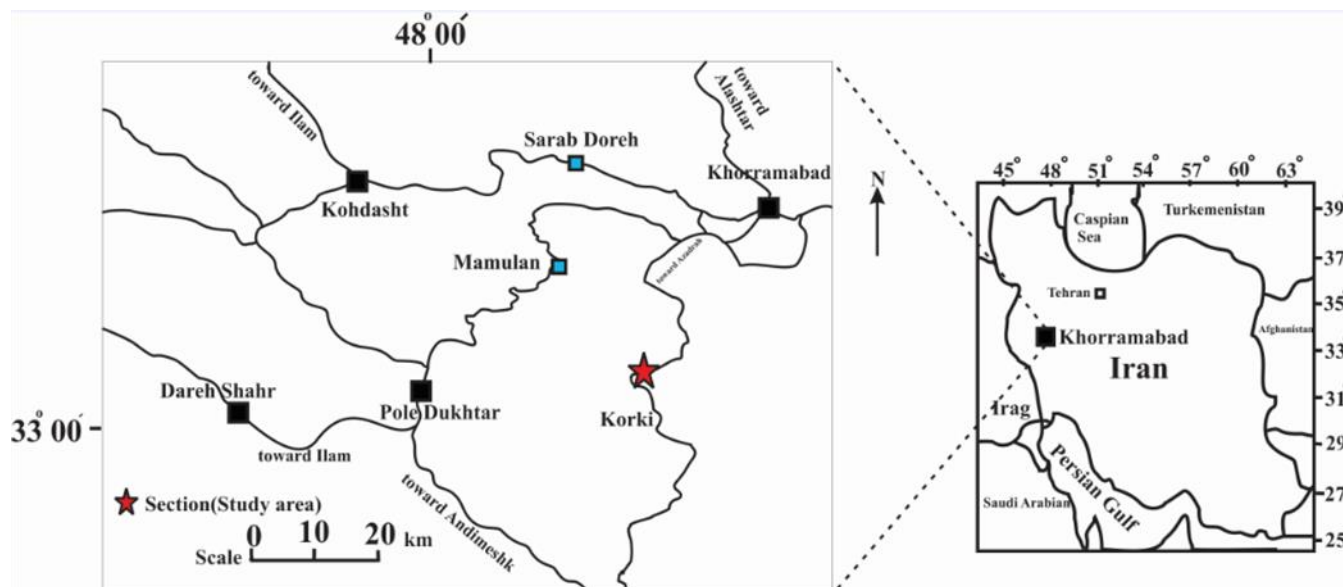
زمین‌شناسی منطقه مطالعه‌شده

برش مطالعه‌شده در ۶۳ کیلومتری جنوب باختری شهرستان خرم‌آباد به سمت شهرستان اندیمشک و در مسیر آزادراه خرم‌آباد- پل زال و در ۸ کیلومتری شمال روستای کرکی واقع شده است. برش مدنظر مختصات جغرافیایی طول خاوری " 48° 14' 23" و عرض شمالی " 33° 04' 11" دارد (شکل ۱).

منطقه مطالعه‌شده در بخش چین‌خورده حوضه زاگرس و در پهنه لرستان در یال شمالی تاق‌دیس ریت واقع شده است. در حوضه زاگرس در طی پالئوسن پسین تا ائوسن، رسوبات در یک حوضه پیش‌گودال باقی‌مانده در امتداد حاشیه شرقی صفحه عربی نهشته شده‌اند (Alavi 2004). در طی ائوسن، گسترش حوضه پیش‌گودال کاهش یافته است و با تشدید و فشارهای تکتونیکی، ته‌نشینی کربنات‌ها متوقف شده و جای خود را به سیلیسی- آواری‌های سازند کشکان داده است (Motei 1993).

فرعی، ± 5 پی‌پی‌ام بوده است. به‌منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی اولیه کربنات‌های سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده، از عناصر اصلی Ca و Mg و عناصر فرعی Fe, Sr, Mn و به‌جهت مقایسه آنها با محدوده‌های معرفی‌شده پژوهشگران مختلف، برای کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها استفاده شده است (Milliman 1974; Adabi and Rao 1991; Rao 1991; Adabi and Asadi-Mehmandosti 2008; Adabi et al. 2010, 2016). همچنین برای تشخیص کانی کلسیت، از دولومیت و نوع دولومیت‌ها (آهن‌دار و بدون آهن) استفاده شده و رنگ‌آمیزی مقاطع به وسیله آلزارین قرمر و فروسیانید پتاسیم انجام گرفته است.

ترکیب عنصری و ایزوتوپی سنگ‌های رسوبی به‌وسیله عوامل گوناگونی همچون سنگ‌شناسی، محیط‌های دیاژنزی و همچنین سیالات پس از رسوب‌گذاری و... کنترل می‌شود (Hood et al. 2018). در طی دیاژنزی، کانی‌شناسی و ترکیب سنگ‌های کربناته پایدارتر و کانی‌های ناپایدار به فرم‌های پایدار تبدیل می‌شوند. به همین دلیل شناسایی دقیق فرایندها و محیط‌های دیاژنزی کربنات‌ها، صرفاً براساس مطالعات پتروگرافی دقیق نخواهد بود (Lan et al. 2020)؛ بنابراین شناسایی صحیح ماهیت سیالات و فرایندهای دیاژنزی با استفاده از آنالیزهای ژئوشیمی و تعیین عناصر اصلی و فرعی و مطالعات ایزوتوپی، ضروری به نظر می‌رسد (Hoseinabad et al.).



شکل ۱- راه‌های دسترسی به برش مطالعه‌شده

Fig 1- Road map to the studied section



ناپیوسته است (شکل ۲a و ۲b). مطالعات زیست چینه‌نگاری بر مبنای روزن‌داران کفزی بزرگ، نشان‌دهنده زون زیستی SBZ4 به سن تانتین برای سازند تله‌زنگ در برش ریت است (Zakerzadeh et al. 2023).

رسوبات سازند آهکی تله‌زنگ در برش چینه‌شناسی ریت، ۸۴/۵ متر ضخامت دارد. مرز زیرین آن با رسوبات شیلی و ماسه‌سنگی خاکستری تیره‌رنگ سازند امیران به صورت هم‌شیب و مرز بالایی آن با سازند آواری کشکان



شکل ۲- a: نمایی از برش مطالعه‌شده؛ b: مرز سازند تله‌زنگ و کشکان

Fig 2- a: photographs of the study section; b: boundary between Taleh Zang Formation and Kashkan Formation

و توزیع محتوای فسیلی در برش مدنظر، ۷ ریزرخساره مربوط به ۴ کمر بند رخساره‌ای، شامل پهنه جزر و مدی، لاگون، سد

ریزرخساره‌های شناسایی شده در برش مطالعه‌شده براساس بررسی‌های صحرائی و مطالعات پتروگرافی و فراوانی

بیوکلستی و دریای باز شناسایی شد (شکل ۳).

ریزرخساره‌های پهنه جزر و مدی

فنسترال دلوستون (MF1، شکل ۳a): این نوع از دلومیت‌ها با مرزهای سطح نیمه‌شکل‌دار در اندازه‌های بین ۴ تا ۱۰ میکرون و به شکل موزائیک‌های یک اندازه و دارای بافت صفحه‌ای وایدیوتوپیک‌اند. شواهد بافتی رسوبی اولیه، نظیر لامیناسیون جلبکی، فابریک چشم‌پرنده‌ای، فابریک متراکم و نبود فسیل، نشان‌دهنده تشکیل آنها در شرایط سطحی و دمای پایین و احتمالاً هم‌زمان با رسوب‌گذاری یا در مراحل اولیه دیازنز در محیط بالا یا بین جزر و مدی است (Gregg and Shelton 1990; Adabi 2011). تخلخل فنسترال ممکن است به کمک حفره‌های شکل‌گرفته به‌وسیله بعضی از ارگانسیم‌های بارو ساز (Avarjani et al. 2015) تشکیل شود. حباب‌های گاز تشکیل‌شده به‌وسیله فرآیند فرسایش‌های زیستی و تجزیه ارگانیکی و تبلور مجدد انتخابی، از دلایل اصلی تشکیل تخلخل یا فابریک فنسترال‌اند.

این ریزرخساره در بخش انتهایی برش مطالعه‌شده دیده شده است و معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۲۲ (Flügel 2010) و ۹ (Wilson 1975) است.

ریزرخساره‌های بخش لاگون

ریزرخساره وکستون تا پکستون ماسه‌ای (MF2، شکل ۳b): این ریزرخساره روزن‌داران کفزی با فراوانی ۲۰ الی ۳۰ درصد و اینتراکلیست با فراوانی ۱۰ درصد دارد. از ویژگی‌های این ریزرخساره، به وجود دانه‌های تخریبی کوارتز با فراوانی ۲۰ درصد در زمینه میکرایتی اشاره می‌شود (Ghafari et al. 2017). این ریزرخساره در محیط لاگون نزدیک به خشکی تشکیل شده است و وجود دانه‌های ریز کوارتز، موید نزدیکی محیط تشکیل این ریزرخساره به خشکی است. این ریزرخساره معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۲۱ (Flügel 2010) و ۱۰ (Wilson 1975) است.

ریزرخساره بیو کلاستیک وکستون حاوی روزن‌داران کفزی و پلوئید (MF3، شکل ۳c): این ریزرخساره در بخش‌های ابتدایی برش تاقدیس ریت مشاهده و در روی زمین به صورت سنگ‌آهک‌های متوسط‌لایه دیده می‌شود. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره شامل روزن‌داران کفزی کوچک، خرده‌های بیوکلاست و پلوئید است. از اجزای فرعی تشکیل‌شده در این ریز رخساره به خرده‌های دوکفه‌ای، گاستروپود، جلبک‌های سبز و خارپوست اشاره می‌شود. حضور پلوئیدها در ریزرخساره‌های گل‌پشتیان و حضور گاستروپودها نشان‌دهنده محیط‌های بسته با شوری نسبتاً زیاد است (Moradi et al. 2018) و همچنین حضور خرده‌هایی از جلبک سبز، نشان‌دهنده شرایط رسوب‌گذاری در محیط کم‌عمق زیر حد جزر و مدی یا لاگون محصور با سرعت رسوب‌گذاری کم است (Ghafari et al. 2017). این ریزرخساره معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۲۰ (Flügel 2010) و ۸ (Wilson 1975) است.

ریزرخساره بیوکلاستیک وکستون تا پکستون حاوی جلبک‌های سبز، روزن‌داران کفزی (MF4، شکل ۳d): این ریزرخساره در بخش‌های میانی برش مطالعه‌شده مشاهده و در رخنمون صحرایی به صورت سنگ‌آهک‌های نازک تا متوسط‌لایه دیده می‌شود. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره، جلبک‌های سبز از نوع داسی‌کلاداسه‌آ هستند. روزن‌داران کفزی و خرده‌های بیو کلاستی مانند خرده‌های دوکفه‌ای، خارپوست و گاستروپود نیز، از دیگر اجزای نسبتاً فراوان در این ریزرخساره‌اند. فراوانی جلبک‌های سبز نوع داسی‌کلاداسه‌آ، بیانگر شرایط محیطی لاگون با عمق کم‌آب است. این جلبک‌ها، شرایط زندگی در آب‌های محصور در محیط لاگون را ترجیح می‌دهند و معمولاً با روزن‌داران کم‌عمق، مانند خانواده میلیولیدها دیده می‌شوند (Flügel 2010). با توجه به این توضیحات ارائه‌شده، محیط رسوب‌گذاری این ریزرخساره، لاگون در نظر گرفته می‌شود (Bachmann and Hirsch 2006; Adabi et al. 2016). این

ریزرخساره بیو کلاستیک فلوتستون تا رودستون حاوی مرجان، جلبک کورالیناسه آ (MF7، شکل ۳h): این ریزرخساره به بخش‌های ابتدایی و میانی برش مطالعه‌شده و به رنگ خاکستری کمی تیره مربوط و در رخنمون صحرایی در سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم‌لایه دیده می‌شود.

براساس مطالعات میکروسکوپی، اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره، جلبک‌های نوع کورالیناسه آ و مرجان با فراوانی بیش از ۳۰ الی ۴۰ درصد و اجزای فرعی شامل خرده‌های صدف و قطعات خارپوست با فراوانی ۱۰ الی ۱۵ درصدند. به‌علت حضور قطعات درشت و همچنین فابریک گل‌پشتیبان تا دانه‌پشتیبان، بافت فلوتستون تا رودستون برای این ریزرخساره معرفی می‌شود. مرجان‌های موجود در این ریزرخساره، به‌دلیل فرسایش کلنی‌های مرجانی در اثر عمل امواج و طوفان به این ریزرخساره آورده شده‌اند. به‌سبب حضور جلبک‌های کورالیناسه آ و مرجان‌ها و همچنین نبود فسیل‌های شاخص محیط لاگون، این ریزرخساره به بخش‌های کم‌عمق محیط دریای باز نسبت داده می‌شود (Flügel 2010). وجود قطعات مرجانی، جلبکی و خارپوست در یک زمینه شناور (گل‌پشتیبان)، بیانگر شرایط محیطی با انرژی کم تا متوسط و گویای رسوب‌گذاری این ریزرخساره در بخش‌های ابتدایی دریای باز است (Braun 2016). این ریزرخساره معادل ریزرخساره‌های شماره ۹ (Flügel 2010) و ۵ (Wilson 1975) است.

محیط رسوبی سازند تله‌زنگ در برش تاقدیس ریت

براساس ریزرخساره‌های شناسایی‌شده و میکروفسیل‌ها و تغییرات عمودی و جانبی ریزرخساره‌ها براساس دو مدل (Wilson 1975 و Flügel 2010)، رسوبات سازند تله‌زنگ در برش تاقدیس ریت (جنوب خاورپهنه لرستان) در چهار زیرمحیط پهنه جزر و مدی، لاگون، سد بیو کلاستی واقع در یک رمپ داخلی تا ابتدای رمپ میانی نهشته شده‌اند (شکل ۵). ریزرخساره‌های زیرمحیط پهنه جزر و مدی (MF1) شامل

ریزرخساره معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۱۷ (Flügel 2010) و ۸ (Wilson 1975) است.

ریزرخساره بیو کلاستیک پکستون حاوی پلوئید (MF5، شکل ۳e): پلوئید، بیو کلاست‌های ریز، روزن‌داران کفزی کوچک و خرده‌های جلبکی از آلوکم‌های تشکیل‌دهنده این ریزرخساره‌اند. برخی از اجزای ریف‌ساز مانند خرده‌های اسفنجی، مرجانی و بیروزوئری نیز در این ریزرخساره دیده می‌شوند که معمولاً ناشی از ریف‌های کومه‌ای گسترش‌یافته در بین لاگون و دریای بازند. این ریزرخساره در بالاترین بخش لاگون و حاشیه سد قرار دارد (Kenter 2005).

این ریزرخساره هم‌ارز رخصساره‌های مجاور سد بیو کلاستی نواحی رمپ داخلی (Buxton and Pedley 1989) و معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۱۶ (Flügel 2010) و ۷ (Wilson 1975) است.

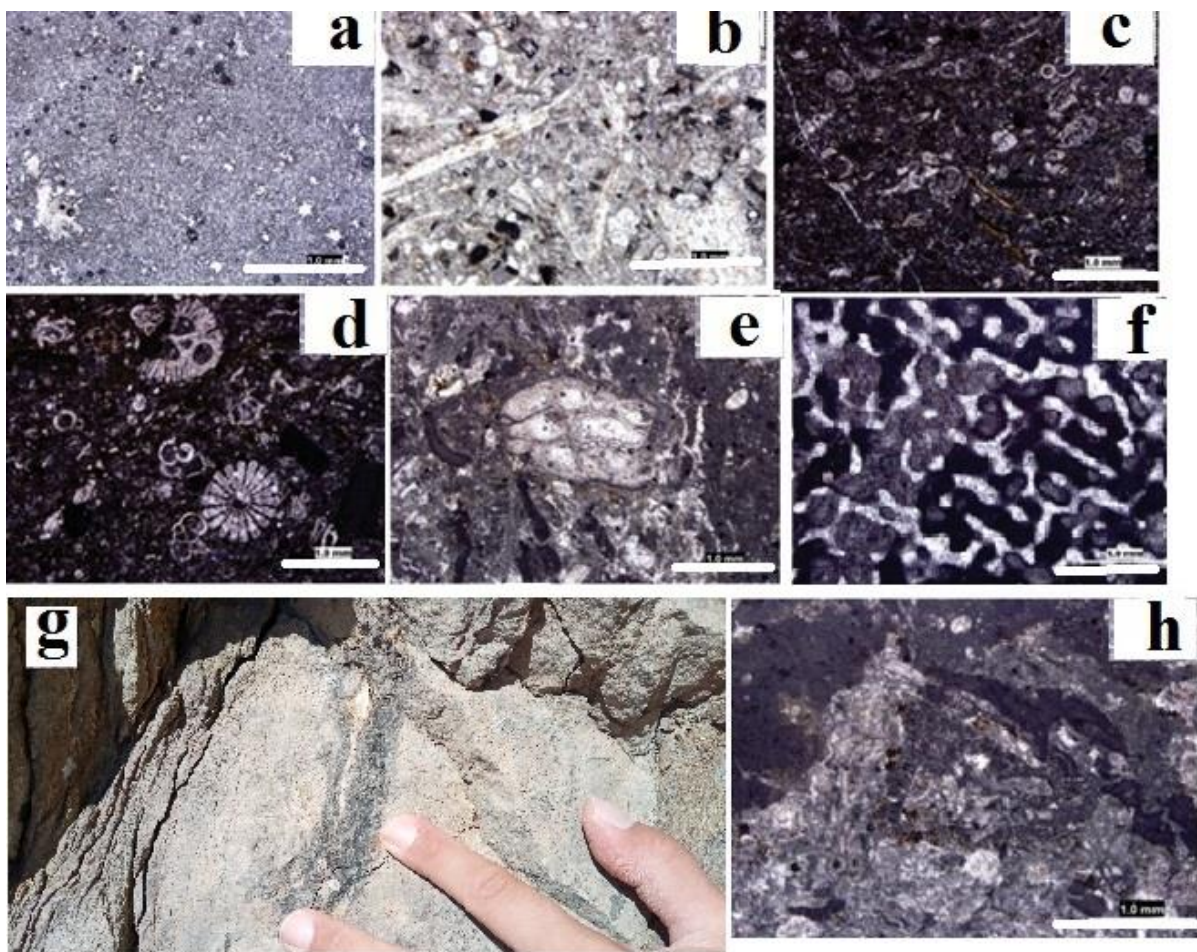
ریزرخساره‌های بخش سد

ریزرخساره باندستون مرجانی (MF6، شکل ۳f): این ریزرخساره با ضخامت محدود در اواسط برش مطالعه‌شده و در رخنمون‌های صحرایی در سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه دیده می‌شود (شکل ۳g). اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره را مرجان‌ها تشکیل می‌دهند. از اجزای فرعی در این ریزرخساره، به خرده‌های دوکفه‌ای و جلبک‌ها اشاره می‌شود. به‌دلیل تشکیل این ریزرخساره در محیط‌های پرانرژی، فضای بین اجزای مرجان‌ها با سیمان کلسیت اسپاری پر شده است. با توجه به فراوانی مرجان‌ها و ضخامت محدود، این ریزرخساره در سد بیو کلاستی با انرژی زیاد و روی سطح امواج عادی (FWWB) شکل گرفته است (Vescogni et al. 2016). این ریزرخساره معادل ریزرخساره‌های استاندارد شماره ۱۲ (Flügel 2010) و ۶ (Wilson 1975) است.

ریزرخساره‌های مربوط به دریای باز

قرارگرفتن آن بر ریزرخساره‌های پهنه جزر و مدی، بیانگر تهنشست این ریزرخساره در کمربند رخساره‌ای زیرمحیط لاگون محصور است. افزایش تنوع زیستی در روزن‌داران و جلبک‌های نوع داسی کلاداسه‌ها از ریزرخساره (MF3) به سمت ریزرخساره (MF4) و (MF5) بیانگر عمیق‌ترشدن حوضه و گردش نسبتاً خوب آب است

دلومیکرایت‌ها (دلومیت‌های ریز بلور) و نبود ذرات اسکلتی و مقدار کم ذرات آواری از مشخصه‌های این زیر محیط است. ریزرخساره‌های زیرمحیط لاگون (MF2)، (MF3)، (MF4) و (MF5) شامل وکستون و پکستون حاوی پلوئید و روزن‌داران کفزی و جلبک داسی کلاداسه‌ها هستند. حضور هم‌زمان پلوئید و روزن‌داران کفزی از خانواده میلیولیدها و



شکل ۳- شکل ریزرخساره‌های سازند تله‌زنگ در برش ریت

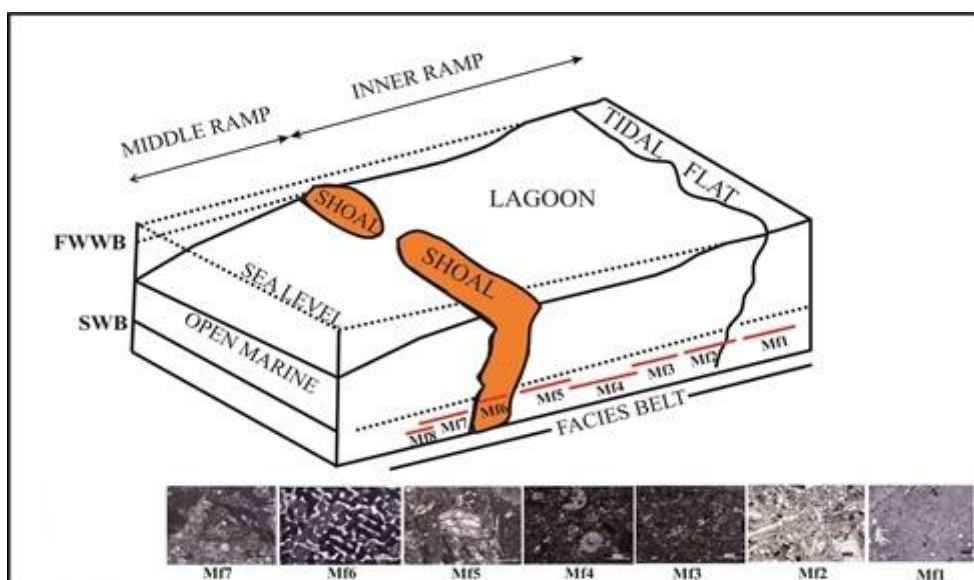
Fig 3- Photomicrographs of microfacies of the Taleh Zang Formation in Rit section a) Fenestrate dolostone; b) Sandy wackestone to packstone; c) Bioclastic benthic foraminifera pelloid wackestone; d) Bioclastic benthic foraminifera – green algae wackestone to packstone; e) Bioclastic pelloid packstone; f) Coral boundstone; g) Field photograph of coral Boundstone; h) Bioclastic coral-coralinacean floatstone. Scale bar represents 0.1 mm.

(MF7) و (MF8) تشکیل شده است، شامل فلوتستون و فلوتستون تا رودستون مرجانی و جلبکی است. با توجه به وجود موجودات مربوط به محیط دریای باز در بخش رمپ میانی، قرارگیری بر ریزرخساره سد بیوکستی، کاهش میزان

کمربند رخساره‌ای سد بیوکستی (MF6) که شامل باندهستون مرجانی است، در انرژی زیاد و بالای سطح اساس امواج عادی (FWWB) و نور کافی شکل گرفته است. کمربند رخساره‌ای دریای باز که از دو ریزرخساره

خردشده مرجانی به صورت ریزشی (تالوس) در این محیط، بیانگر ریزش پشته بیوکستی بر اثر برخورد امواج در بخش رو به دریای پشته است.

سیمان و افزایش گل کربناته بین ذرات، محیط با انرژی کم و میزان رسوب‌گذاری آرام، که متناسب با دریای باز است، برای این ریزرخساره‌ها در نظر گرفته می‌شود. همچنین قطعات



شکل ۴- مدل رسوبی سازند تله‌زنگ در برش ریت

Fig 4- Depositional model of the Falah Zang Formation at the Rit section

پکستون حاوی روزن‌داران و پلوئید) و بخش پراثری سد بیو کلاستی (باندستون مرجانی) است. در ادامه و به سمت بالای توالی با ریزرخساره مربوط به بخش‌های ابتدایی دریای باز (فلوتستون تا رودستون حاوی جلبک و مرجان)، به بیشترین عمیق‌شدگی خود، یعنی (MFS) می‌رسد. در این بخش، جلبک‌های قرمز نوع کورالیناسه آبه بیشترین گسترش و اندازه خود می‌رسند. دسته رخساره بالاترین سطح آب (HST) با ضخامت ۳۳/۲ متر از دلومیت و سنگ‌آهک دلومیتی نازک تا متوسط‌لایه تشکیل شده است، در آغاز این بخش، دلومیتی‌شدن شروع می‌شود. این دسته‌رخساره با الگوی رسوب‌گذاری پس‌رونده، از ریزرخساره فلوتستون مرجانی در بخش‌های پایین‌تر تشکیل شده است و در ادامه روند کاهش عمق به سمت بالای توالی، با حضور ریزرخساره مربوط به بخش لاگون (وکستون تا پکستون حاوی جلبک قرمز، فرامینیفر و بیو کلاست) و پهنه جزر و مدی (دلومیکرایت) همراه است. با توجه به وجود ناپیوستگی فرسایشی در انتهای این سازند و آغاز سازند آواری کشکان در متر ۸۴/۵ متری،

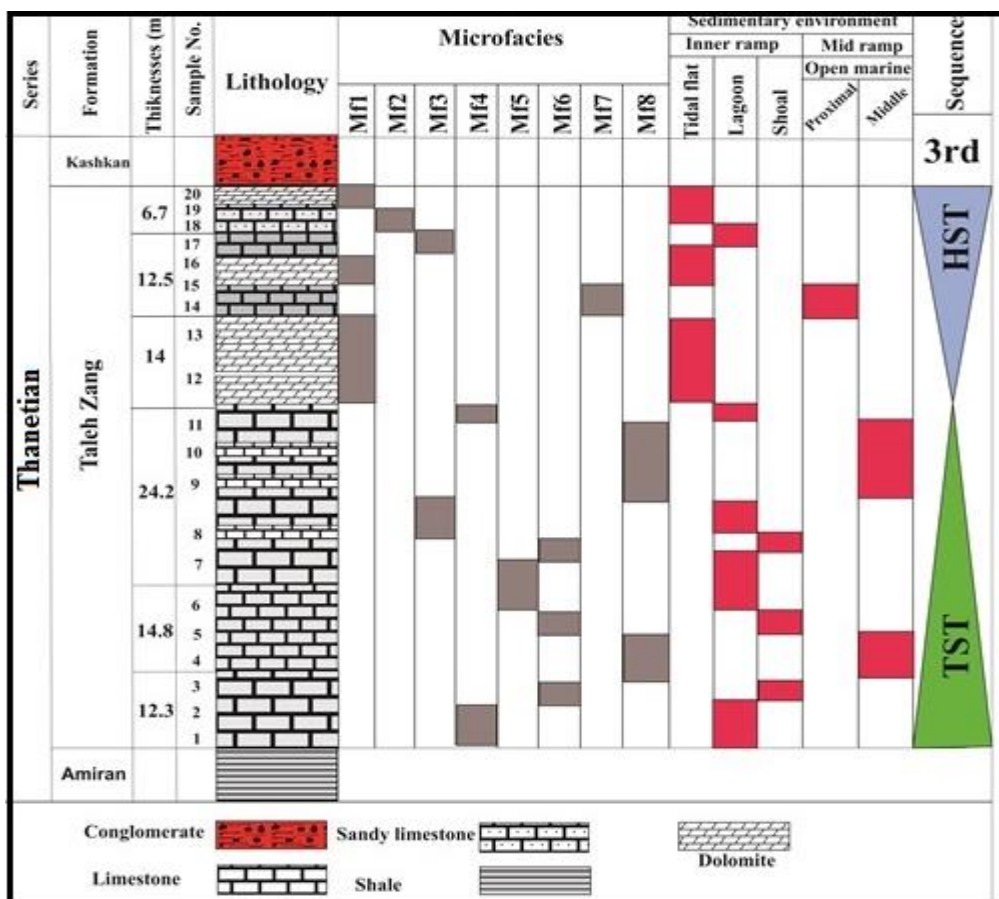
چینه‌نگاری توالی‌های سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده (تاق‌دیس ریت)

با توجه به شواهد صحرایی و آزمایشگاهی، سازند تله‌زنگ در این برش از یک توالی رسوبی رده سوم با ضخامت ۸۴/۵ متر تشکیل شده است. این توالی بیشتر کربناته است و از سنگ‌آهک و به مقدار کمتر سنگ‌آهک دلومیتی تشکیل شده است. مرز زیرین این توالی به شکل مشخص و هم‌شیب، روی شیل‌ها و سیلتستون‌های سبزرنگ سازند امیران قرار می‌گیرد و از نوع درجه دوم (SB₂) است. مرز بالایی این توالی با شواهد خروج از آب، ناپیوستگی فرسایشی و حضور سازند آواری قرمز رنگ کشکان، از نوع درجه اول (SB₁) است (شکل ۵).

دسته رخساره پیشروی (TST) با ضخامت ۵۱/۳ متر از سنگ‌آهک‌های نازک تا ضخیم‌لایه خاکستری تا کرم‌رنگ تشکیل شده است. این دسته‌رخساره در بخش‌های قاعده‌ای این برش، شامل ریزرخساره‌های محیط لاگون (وکستون تا

لرستان در زمان پالئوسن بوده است. با توجه به اینکه مجاور این پهنه، زاگرس مرتفع قرار دارد، در این زمان، زاگرس مرتفع ارتفاع زیادی نداشته است.

این توالی پایان می‌یابد. این توالی رسوبی معادل با آخرین پیشروی جهانی آب دریاها در اواخر پالئوسن (تاتین) است (Sharland et al. 2001). نبود نهشته‌های تخریبی در سازند تله‌زنگ، نشان‌دهنده وجودناشتن ارتفاعات در مجاورت پهنه



شکل ۵- سنگ‌شناسی، چینه‌نگاری توالی و انتشار ریزرخساره‌های سازند تله‌زنگ در برش ریت

Fig 5- Lithology, sequence stratigraphy and vertical distribution of microfacies for the Taleh Zang Formation at the Rit section

دوباره نهشته شده و رخساره‌های ریفی، تغییرات تدریجی رخساره‌ها و نیز گسترش وسیع پهنه‌های کشندی، نشان می‌دهد نهشته‌های کربناتی سازند تله‌زنگ به احتمال قوی در یک سکوی کربناتی از نوع رمپ نهشته شده است. با توجه به فراوانی و تنوع بالای روزن‌داران کفزی بزرگ در سازند تله‌زنگ، برای این نهشته‌ها از اصطلاح سیستم رمپ کربناتی حاوی روزن‌داران فراوان استفاده می‌شود.

Mousavi et al. (2012) میکروفاسیس‌ها، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکاسی سازند تله‌زنگ را در شمال و جنوب شرق ایلام بررسی کردند. در این منطقه دو برش چینه‌شناسی

مقایسه محیط رسوب‌گذاری و چینه‌نگاری سکاسی سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده با دیگر برش‌ها در باقی نواحی، از جمله پژوهش‌هایی که بر محیط رسوبی و چینه‌نگاری توالی‌های سازند تله‌زنگ انجام شده است، به موارد زیر اشاره می‌شود:

Zohdi and Adabi (2008) محیط رسوبی سازند تله‌زنگ را در جنوب لرستان مطالعه کردند. در این مطالعه، بررسی رخساره‌ها به شناسایی ۱۰ رخساره میکروسکوپی وابسته به ۴ کمربند رخساره‌ای پهنه کشندی، لاگون، پشته‌های سدی و دریای باز برای این ریزرخساره‌ها شده است. نبود رسوبات

توجه، محیط رسوبی این سازند را در منطقه مطالعه‌شده، به یک سیستم رمپ کربناته نسبت داده‌اند که در آن یک سکانس رسوبی رده سوم با دسته رخنساره‌های HST و TST تشخیص داده شد. سطح بیشترین پیشروی با ریزرخساره فلوئستون تا رودستون حاوی کورالیناسه آ، مرجان و بایوکلاست، مربوط به ابتدای رمپ میانی مشخص شد. روند تغییرات عناصر در طول این برش به گونه‌ای است که رسوبات بخش HST مقدار استرانسیوم کاهش یافته است، در حالی که مقادیر آهن و منگنز به علت تأثیر بیشتر دیاژنز متائوریک، افزایش یافته‌اند.

Maghfouri Moghaddam et al. (2023) ریزرخساره‌ها

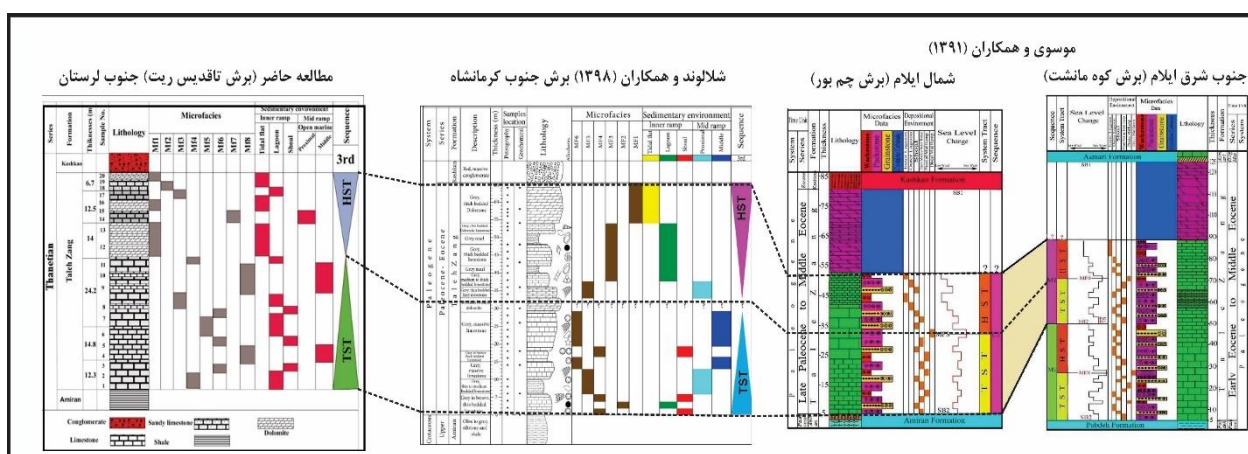
و محیط رسوبی سازند تله‌زنگ را در پهنه لرستان مطالعه کردند. در این پژوهش ۶ رخنساره شناسایی شد که در سه زیرمحیط پهنه‌های جزر و مدی، رمپ داخلی و میانی گسترش یافته‌اند.

مقایسه محیط رسوب‌گذاری و چینه‌نگاری توالی‌های سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده با دیگر برش‌ها در نواحی هم‌جوار، نشان داد در بیشتر مناطق، شرایط رسوب‌گذاری برای سازند تله‌زنگ به صورت یکنواخت بوده و بیشتر در محیط‌های کم‌عمق، یک پلتفرم کربناته تشکیل شده است که در این پلتفرم‌ها، توالی رسوبی رده سوم و دسته رخنساره‌های TST و HST شکل گرفته است (شکل ۶).

(مانشت و چم‌بور) ارزیابی شده است. بررسی رخنساره‌ها به شناسایی ۱۰ رخنساره میکروسکوپی وابسته به ۴ کمربند رخنساره‌ای، شامل پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته و دریای باز منجر شده است. تغییرات تدریجی رخنساره‌ها و نیز گسترش وسیع رخنساره‌های پهنه‌های جزر و مدی، نشان می‌دهد نهشته‌های کربناتی سازند تله‌زنگ در یک پلتفرم کربناته از نوع رمپ تک شیب، نهشته شده است. در برش مانشت دو سکانس رسوبی درجه سوم و در برش چم‌بور، یک سکانس رسوبی درجه سوم تشکیل شده است. دسته رخنساره پیش‌رونده (TSTs) در این توالی‌ها، عمدتاً شامل رخنساره‌های وکستونی تا پکستونی می‌شوند که به سمت بالای توالی، افزایش تدریجی وزن‌داران را با پوسته منفذدار نشان می‌دهند و فسیل‌های لاگون در آنها کمتر دیده می‌شود. دسته رخنساره‌های تراز بالا (HSTs) از رخنساره‌های گریستونی مربوط به پشته، به همراه رخنساره‌های وکستونی تا پکستونی محیط لاگونی تشکیل شده‌اند و عمدتاً شامل وزن‌دارنی با پوسته بدون منفذند.

Shalavand et al. (2020) چینه‌نگاری سکانشی و محیط

رسوبی سازند تله‌زنگ را در جنوب کرمانشاه بررسی کردند. در این مطالعه، تغییرات تدریجی ریزرخساره‌ها، نبود کلسی توریدیت‌ها و نبود ریف‌های سدی با گسترش در خور



شکل ۶- تطابق چینه‌نگاری سکانشی سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده با دیگر برش‌ها در نواحی هم‌جوار همان‌گونه که مشاهده می‌شود در تمام برش‌ها، توالی رسوبی رده سوم و دسته رخنساره‌های TST و HST تشکیل شده است.

Fig 6- Sequence stratigraphy correlation of the Taleh Zang Formation in the studied section with other sections in the neighboring areas. As can be seen. In all sections, the sedimentary sequence of the third order and system tract TST and HST are formed.

سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش تاق‌دیس ریت، مشابه محدوده سنگ‌آهک‌های حاره‌ای اردویسین تاسمانیا (Rao 1991) و یا نزدیک به محدوده آن با ترکیب کانی شناسی اولیه آراگونیتی است.

مقدار منگنز در نمونه‌های آهکی سازند تله‌زنگ در برش مطالعه شده کم و بین ۰/۹ تا ۵۵ (میانگین ۲۴/۷۰ پی‌پی‌ام) در نوسان است. پایین بودن مقدار منگنز در کربنات‌ها را به تبادل کمتر آب به سنگ نسبت می‌دهند (Adabi 2011). مقادیر پایین منگنز در نمونه‌های مطالعه شده، احتمالاً به سبب بسته بودن سیستم دیازنزی است. در مواردی که مقدار منگنز در نمونه‌ها افزایش نسبی می‌یابد، به نقش سیالات جوی ناشی از ناپیوستگی فرسایشی رأس سازند تله‌زنگ با سازند کشکان اشاره می‌شود. همچنین تمامی نمونه‌های آهکی بررسی شده، نسبت Mn/Sr پایینی دارند (میانگین ۰/۰۴ درصد) که گویای حفظ‌شدگی خوب ویژگی‌های زمین‌شیمیایی اولیه آنهاست (Hua et al. 2013).

زمین شیمی عنصری سازند تله‌زنگ در برش مطالعه شده (تاق‌دیس ریت)

نتایج آنالیزهای زمین‌شیمیایی عناصر اصلی و فرعی کربنات‌های سازند تله‌زنگ به روش EDX در برش مطالعه شده، در جدول ۱ ارائه شده است. عناصر Ca و Mg برحسب درصد و عناصر Mn, Sr, Na براساس پی‌پی‌ام گزارش شده‌اند.

مقادیر استرانسیم (Sr) در نمونه‌های مطالعه شده، بین ۲۲۹ تا ۱۳۰۱ پی‌پی‌ام (میانگین ۷۰۵/۳۵ پی‌پی‌ام) متغیر است. کاهش مقادیر استرانسیم در نمونه‌های مطالعه شده نسبت به مقادیر عهد حاضر (۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام)، به علت کاهش Sr در طی دیازنزی جوی مربوط است (Adabi and Rao 1991).

میزان سدیم در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش مطالعه شده، بین ۲۵ تا ۱۱۰ (میانگین ۶۲/۹۵ پی‌پی‌ام) در تغییر است. مقدار نسبتاً پایین سدیم در نمونه‌های بررسی شده، دلیل دیگری بر تأثیر فرایندهای دیازنزی جوی است (Adabi and Rao 1991). تغییرات مقادیر استرانسیوم در برابر سدیم در

جدول ۱- نتایج آنالیز عنصری سازند تله‌زنگ در برش ریت

Table 1- Results of elemental geochemical analysis of the Taleh Zang Formation at the Rit section

	Sample No.	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Sr (ppm)	Na (ppm)	Sr/Mn (ppm)	Mn/Sr (ppm)	Sr/Ca (wt%)	Sr/Na (ppm)	1000*Sr/Ca (wt%)
TST	Tz-1	28.6	0.06	35	18	1023	39	56.8	0.018	35.8	26.2	3.58
	Tz-2	29.7	0.11	102	23	289	25	12.6	0.080	9.7	11.6	0.97
	Tz-3	42.3	0.12	68	11	302	77	27.5	0.036	7.1	3.9	0.71
	Tz-4	36.2	0.03	58	44	229	28	5.2	0.192	6.3	8.2	0.63
	Tz-5	37.2	0.05	25	13	1102	101	84.8	0.012	29.6	10.9	2.96
	Tz-6	30.6	1.9	33	55	1201	88	21.8	0.046	39.2	13.6	3.92
	Tz-7	29	0.9	140	12	966	96	80.5	0.012	33.3	10.1	3.33
	Tz-8	35.7	1.5	23	11	855	31	77.7	0.013	23.9	27.6	2.39
	Tz-9	32.6	0.18	96	0.9	520	55	577.8	0.002	16.0	9.5	1.60
	Tz-10	40.9	2.9	111	25	441	61	17.6	0.057	10.8	7.2	1.08
	Tz-11	38.5	0.11	75	46	358	44	7.8	0.128	9.3	8.1	0.93
HST	Tz-12	37.6	2.6	63	21	711	28	33.9	0.030	18.9	25.4	1.89
	Tz-13	31.4	1.7	37	13	289	33	22.2	0.045	9.2	8.8	0.92
	Tz-14	29.7	1.9	139	15	1208	99	80.5	0.012	40.7	12.2	4.07
	Tz-15	41.6	0.8	50	24	1301	103	54.2	0.018	31.3	12.6	3.13
	Tz-16	30	0.22	94	36	622	27	17.3	0.058	20.7	23.0	2.07
	Tz-17	33.3	0.44	99	43	1229	110	28.6	0.035	36.9	11.2	3.69
	Tz-18	32.5	1.6	102	51	551	41	10.8	0.093	17.0	13.4	1.70
	Tz-19	36.7	0.12	88	22	633	82	28.8	0.035	17.2	7.7	1.72
	Tz-20	38.7	0.19	64	10	277	91	27.7	0.036	7.2	3.0	0.72

سیستم‌های باز و بسته مشخص می‌شود (Li et al. 2017).

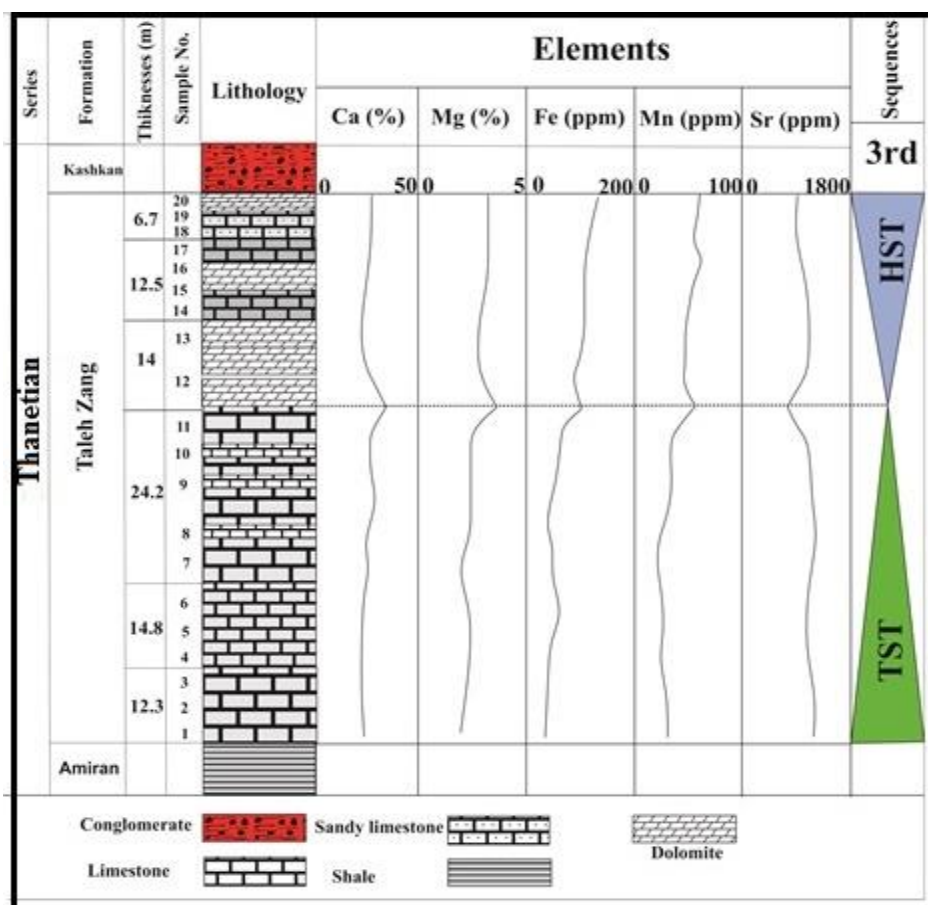
براساس نسبت Sr/Ca در برابر Mn، روند دیازنزی در

دیاژنزی متئوریک در بالای توالی (ناپیوستگی بین سازند تله‌زنگ و سازند آواری کشکان) و با توجه به بسته تا کمی بازبودن سیستم دیاژنزی، سبب انحلال جزئی در پوسته آراگونیتی صدف‌ها شده است. عناصر آهن (Fe) و منگنز (Mn) در بخش TST کمترین مقدار را دارند (میانگین عنصر آهن ۶۹/۶۴ پی‌پی‌ام و میانگین عنصر منگنز ۲۳/۵۴ پی‌پی‌ام)، ولی در بخش HST به بیشترین مقدار خود می‌رسند (میانگین عنصر آهن ۸۱/۷۸ پی‌پی‌ام و میانگین عنصر منگنز ۲۶/۵۴ پی‌پی‌ام) که تأییدی بر شرایط دیاژنزی متئوریک در بخش HST است. کاهش مقادیر Sr و افزایش مقادیر Mg در مرز بین دو دسته رخساره، به دلیل شروع فرآیند دلومیتی شدن در سازند تله‌زنگ است (شکل ۷).

مقادیر متوسط نسبت استرانسیوم به کلسیم و پایین‌بودن مقادیر منگنز در نمونه‌های سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده، بیانگر یک سیستم دیاژنزی بسته تا کمی باز با تبادل آب به سنگ پایین است.

روند تغییرات عناصر اصلی و فرعی در سازند تله‌زنگ در برش ریت

در توالی رسوبی سازند تله‌زنگ، عناصر اصلی (Ca, Mg) و فرعی (Sr, Fe, Mn) بررسی شده‌اند. مقادیر عناصر اصلی و فرعی در دسته‌رخساره‌های TST و HST با یکدیگر متفاوت‌اند. تمرکز Sr در دسته رخساره TST (میانگین ۷۵۷/۸۹ پی‌پی‌ام) و در دسته رخساره HST (میانگین ۶۶۲/۳۶ پی‌پی‌ام) است. در دسته رخساره HST، مقدار تمرکز Sr کمی بیشتر از دسته رخساره TST است که به علت تأثیر سیالات



شکل ۷- روند تغییرات عناصر اصلی و فرعی در طول توالی رسوبی سازند تله‌زنگ در برش ریت

Fig 7- The process of changes of major and minor elements during the sedimentary sequence of Taleh Zang Formation at the Rir section

نتیجه

نهمین‌دهه‌های سازند تله‌زنگ در تاق‌دیس ریت، با داشتن ضخامت ۸۴/۵ متر از سنگ‌آهک، سنگ‌آهک ماسه‌ای و سنگ‌آهک دولومیتی تشکیل شده‌اند. مطالعات صحرایی و پتروگرافی به شناسایی ۸ ریزرخساره مربوط به ۴ کمربند رخساره‌ای پهنه‌های جزرومدی، لاگون، سد و دریای باز منجر شد. مطالعات چینه‌نگاری توالی به شناسایی یک توالی رسوبی رده سوم و دسته رخساره‌های TST و HST در سازند تله‌زنگ منجر شد. مرز زیرین و بالایی این توالی به ترتیب از نوع دوم (SB2) و نوع اول (SB1) است. سطح بیشترین پیشروی (MFS) با ریزرخساره فلوئستون تا رودستون حاوی جلبک قرمز کورالیناسه آ، مرجان و بایوکلاست مربوط به ابتدای رمپ میانی است. رسوبات دسته رخساره پیش‌رونده TST از ریزرخساره‌های محیط لاگون و بخش پرانرژی پشته بیو کلاستی تشکیل می‌شود و به سمت بالای توالی با ریزرخساره‌های ابتدای دریای باز، به بیشترین عمق پیشروی خود (MFS) می‌رسد. رسوبات دسته رخساره پس‌رونده HST از سنگ‌آهک دولومیتی حاوی ریزرخساره‌های محیط پهنه جزر و مدی تشکیل شده است.

با توجه به ناپیوستگی بین سازند تله‌زنگ و سازند آواری کشکان و سیستم دیاژنزی بسته تا کمی باز نهشته‌های مطالعه‌شده، رسوبات دسته رخساره HST به مقدار کمی تحت تأثیر سیالات دیاژنزی متوریک قرار می‌گیرد و مقدار Sr آنها کمی بیشتر از دسته رخساره TST و به دلیل انحلال جزئی پوسته‌های آراگونیتی در محیط است، در حالی که مقادیر Mn این رسوبات نسبت به دسته رخساره TST بیشتر است. روند تغییرات عنصر Sr به Na و Mn در برابر Sr نشان‌دهنده کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی آنهاست. مقایسه مقادیر Sr/Ca در برابر عناصر Mg و Mn، بیانگر یک سیستم دیاژنزی بسته تا کمی باز با تبادل آب به سنگ پایین، برای کربنات‌های سازند تله‌زنگ است. سیستم دیاژنزی به نسبت کمی باز بودن در این سازند، به دلیل تأثیر سیالات جوی و متأثر از وجود ناپیوستگی فرسایشی در مرز دو سازند تله‌زنگ و کشکان است.

References

- Adabi M.H. 2011. *Sdimentry Geochemistry*, Arian Publication, 502P.
- Adabi M.H. and Rao C P. 1991. Petrographic and geochemical evidence for original aragonite mineralogy of Upper Jurassic carbonates (Mozduran Formation), Sarakhs area, Iran. *Sedimentary Geology*, 72: 253-267.
- Adabi M.H. and Asadi-Mehmandosti E. 2008. Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area, Izeh, S.W. Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 33: 267-277. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2008.01.002>.
- Adabi M.H. Kakemem U. and Sadeghi A. 2016. Sedimentary facies, depositional environment and sequence stratigraphy of Oligocene-Miocene shallow water carbonates from the Rig Mountain, Zagros basin (SW Iran). *Carbonates and Evaporites*, 31: 69-85. <https://doi.org/10.1007/s13146-015-0242-9>.
- Adabi M.H. Salehi M.A. and Ghabeishavi A. 2010. Depositional environment, and sequence stratigraphy and geochemistry of Lower Cretaceous carbonates (Fahliyan Formation), S.W. Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 39: 148-160. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.03.011>.
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforland evolution. *American Journal of Science*, 304: 1-20. <https://doi.org/10.2475/ajs.304.1.1>.
- Avarjani S. Mahboubi A. Moussavi Harami R. Amiri Bakhtiar H. and Brenner R.L. 2015. Facies, depositional sequences and biostratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in Marun oil field, North Dezful Embayment, Zagros Basin, SW Iran. *Palaeoworld* 24:336-358. <http://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.04.003>.
- Bachmann M. and 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: 478-512. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cretres.2005.09.003>.
- Boudagher-Fadel M. K. 2008. Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. Amsterdam : Elsevier, *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 21, 544 p.
- Bagherpour B. and Vaziri M.R. 2012. Facies, Paleoenvironment, carbonate platform and facies changes across Paleocene– Eocene of the Taleh Zang Formation in the Zagros Basin, SW Iran. *Historicall Biology*, 24: 121–142. <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2011.587185>.
- Braun M. 2016. Stratigraphy and lithofacies of the Devonian Kwataboahagan Formation in the Moose River basin, James bay Lowlands, Northern Ontario, M.Sc. thesis, The University of Manitoba, Canada, 167 p.
- Buxton M.W.N. and Pedley H.M. 1989, Short paper: a



- Steep microbial boundstone dominated platform margins-examples implications. *Sedimentary Geology* 178: 5–30.
- Lan X. Liu H. Lü X. Yang Y. and Dong L. 2020. Geological and geochemical implications of the complicated carbonate diagenetic process in the Lower Ordovician buried hills of the eastern Tazhong Low Rise, NW China, using Well M1 as an example. *Carbonates and Evaporites*, 35: 53-60. <https://doi.org/10.1007/s13146-019-00542-y>.
- Li Z. Goldstein R. H. and Franseen E. K. 2017. Meteoric calcite cementation: diagenetic response to relative fall in sea-level and effect on porosity and permeability, Las Negras area, southeastern Spain. *Sedimentary Geology*, 348: 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.12.002>.
- Maghfori Moghaddam I. and Jalali M. 2004. Stratigraphy and paleoenvironment surveys of Taleh-Zang Formation in south and south west of Khorramabad. *Journal of Science of Al-Zahra University*, 17: 34–46.
- Maghfouri Moghaddam I. Samehr R. and Ghobeishavi A. 2008. Biostratigraphy of Taleh Zang Formation in type and Kialu sections, southern Lorestan. *Journal of Science of Basic Sciences of Bou-Ali sina University*, 5: 14-24 [In Persian].
- Maghfouri Moghaddam M. and Sedaghatnia M. 2023. Elemental geochemistry of Taleh Zang Formation (northern edge of Rite anticline, southwest of Lorestan), applied to the analysis of diagenesis systems and primary mineralogical type. *Applied Sedimentology* 22, Electronic publication.,
- Milliman J.D. 1974. *Marine Carbonates*. Springer-Verlag, New York, 375p.
- Moradi M. Moussavi Harami R. Mahboubi A. and Khanehbad M. 2018. Relationship between depositional facies and reservoir characteristics of the Oligo-Miocene Asmari Formation, Aghajari oil field, SW Iran. *Sedimentary Reservoirs*, 28: 248-270. <https://doi.org/10.22059/GEOPE.2018.260775.648401>.
- Mousavi M.R. Bastami L. and Maleki S. 2012. Microfacies, sedimentary environment and sequence stratigraphy of Taleh Zang Formation in Mansht and Cham Bour sections (north and southeast of Ilam). *Journal of Researcher in Earth Sciences*, 12 (3): 30- 44.
- Motiei H. 1993. Stratigraphy of Zagros in Treatise of Geology of Iran. Iran Geological Survey, 547p.
- Rao C.P. 1991. Geochemical differences between subtropical (Ordovician), temperate (Recent and Pleistocene) subpolar (Permian) carbonates, Tasmania Australia. *Carbonates and Evaporites*, 6: 83-106.
- Scheibner C. and Speijer R.P. 2008. Late Paleocene–early Eocene Tethyan carbonate platform standardized model for Tethyan Tertiary carbonates ramps. *Journal of the Geological Society, London*, 146(5): 746–748.
- Courtillot V.E. and Renne P.R. 2003. On the ages of flood basalt events. *Comptes Rendus Geoscience*, 335: 113–140. [https://doi.org/10.1016/S1631-0713\(03\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S1631-0713(03)00006-3).
- Flügel E. 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis Interpretation and Application*. Springer-Verlag, Berlin, 976p.
- Ghafari M. Afghah M. and Ahmadi V. 2017. Paleoenvironmental Distribution Patterns of Sequence Stratigraphy in the Paleocene/Eocene Deposits of Sekonj Trough Event (Central Iran). *Journal of Geology*, 7: 647-665. <https://doi.org/10.4236/ojg.2017.75044>.
- Gregg J. M. and Shelton K. L. (1990). Dolomitization and dolomite neomorphism in the back reef facies of the Bonnetterre and Davis formations (Cambrian), Southeastern Missouri. *Journal of Sedimentary Research*, 60: 549-562.
- Hood A. V. S. Planavsky N. J. Wallace M. W. and Wang X. 2018. The effects of diagenesis on geochemical paleoredox proxies in sedimentary carbonates. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 232: 265–287. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2018.04.022>.
- Hoseinabadi M. Mahboubi A. Shabestari G. M. and Motamed A. 2016. Depositional environment, diagenesis, and geochemistry of Devonian Bahram Formation carbonates, Eastern Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 9: 70. <https://doi.org/10.1007/s12517-015-2056-4>.
- Hua G. Yuansheng D. Lian Z. Jianghai Y. Hu H. Min L. and Yuan W. 2013. Trace and rare earth elemental geochemistry of carbonate succession in the Middle Gaoyuzhuang Formation, Pingquan Section: implications for Early Mesoproterozoic ocean redox conditions. *Journal of Palaeogeography* 2: 209-221. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1261.2013.00027>.
- Jafarizadeh H.R. Maghfouri Moghaddam M. Alali S.M. and Maleki Z. 2022. Study of microfacies and sedimentary environment of Taleh Zang Formation, Lorestan area, west Iran. *Journal of Applied Geology*, 13(2): 469-482.
- James G. A. and Wynd J.G. 1965. Nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, 49(12): 2182-2245.
- Jafarizadeh M.R. Maghfouri Moghaddam I. Alali M. and Arian M. 2023. Stratigraphy of the Thanetian rotaiids limestone, northern Lorestan, Iran, SW Iran. *Revista Brasileira de paleontologia* 25(3) 180-188. <https://doi.org/10.4072/rbp.2022.3.02>.
- Kenter J.A.M. Harris P.M. and Della Porta G. 2005.

- evolution- A response to long- and short-term aleoclimatic change. *Earth-Science Reviews*. 90: 71- 102. [10.1016/j.earscirev.2008.07.002](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.07.002).
- Serra-Kiel J. Hottinger L. Caus E. Drobne K. Ferrandez C. Jaurhi AK. Less G. Pavlovec R. Pignatti J. Samsó JM. Schaub H. Sirel E. Strugo A. Tambareau Y. Tosquella J. and Zakrevskaya E. 1998. Larger foraminiferal biostratigraphic Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 169(2): 281- 299.
- Shalavand M, Adabi M. H. and Zohdi A. 2020. Biological evolution of the carbonate platform of the Taleh Zang Formation in Kermanshah Region. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 37: 45-66. [https://doi.org/ 10.22108/JSSR.2020.124937.1186](https://doi.org/10.22108/JSSR.2020.124937.1186).
- Sharland P.R. Archer R. Casey D.M. Davies R.B. Hall S.H. Heward A.P. Horbury A.D. and Simmons M.D. 2001. *Arabian Plate Sequence Stratigraphy*. *GeoArabia Special Publication* , 2, 371 p.
- Vescogni A. Bosellini R.F. Papazzoni C.A Giusberti L. Roghi G. Fornaciari E. Dominici S. and Zorzini R. 2016. Coralgial buildups associated with the Bolca Fossil- Lagerstatte: new evidence from the Ypresian of Monte Posta (NE Italy). *Facies*, 62(21): 1-20. [https://doi.org/ 10.1007/s10347-016-0472-x](https://doi.org/10.1007/s10347-016-0472-x).
- Wilson J.L. 1975. *Carbonate Facies in Geological History*. Springer, 471p.
- Zachos J. Pagani M. Sloan L. Thomas E. and Billups K. 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global. *Climate 65 Ma to Present Science*, 292: 686-693. [https://doi.org/ 10.1126/science.1059412](https://doi.org/10.1126/science.1059412).
- Zakerzadeh M.R. Majidifard M.R. Arian M. and Alali S.M. 2023. Age and platform variations evaluation of the Taleh Zang Formation based on the Early Paleogene LBFs changes trend, in two adjacent Rit and Daryagirveh anticlines in SW Lorestan. *Advanced Applied Geology*, 13(3): 814-835. <https://doi.org/10.22055/AAG.2023.42218.2324>.
- Zohdi A. and Adabi M.H. 2008. Sedimentation, diagnosis and geochemistry of the Taleh Zang Formation, South Lorestan. *Geosciences*, 18 (71): 105-114.

