



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Document Type: Research Paper
Vol. 35, Issue 2, No. 75, Summer 2019, pp. 25-48
Received: 02.06.2019 Accepted: 10.07.2019

Sedimentary environment, sequence stratigraphy and elemental geochemistry of the Taleh Zang Formation in the South of Kermanshah

Mohammad Shalalvand

*M.Sc. Student of Sedimentology and Sedimentary Petrology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
m.shalalvand@mail.sbu.ac.ir*

Mohammad Hossein Adabi*

*Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
m-adabi@sbu.ac.ir*

Afshin Zohdi

*Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran
afshin.zohdi@znu.ac.ir*

Abstract

In this study, for the first time depositional conditions, sequence stratigraphy and elemental geochemistry of the Taleh Zang Formation with Paleocene to Lower Eocene age in the Kermanshah province (Kaboutar Bala section) have been evaluated. In this section, the Taleh Zang Formation conformably overlies the Amiran Formation and is overlain by the Kashkan Formation with a disconformity surface. Field and microscopic studies led to recognition of six microfacies within the succession. Gradual microfacies change, the absence of calciturbidites and lack of extensive barrier reefs with considerable thickness, confirms a carbonate ramp. Sequence stratigraphic studies led to the identification of one-third order depositional sequence which includes TST and HST facies association. The lower boundary of this sequence, specified as type II and the upper boundary with evidences of subaerial exposure is type I. The maximum flooding surface (MFS) is determined with bioclastic coral corallinacea floatstone/rudstone microfacies of proximal middle ramp. The results of geochemical analysis of major elements (Ca, Mg) and minor elements (Sr, Na, Mn and Fe) indicate that the original carbonate mineralogy is aragonite and diagenetic system is semi-close to open system. Trend of elements changes along this stratigraphic section shows that in the HST sediments, the amount of Sr is decreased, while Fe and Mn are increased due to more meteoric diagenetic effect.

Keywords: Taleh Zang Formation, Sedimentary Environment, Sequence Stratigraphy, Elemental Geochemistry, Kermanshah.

Introduction

The Taleh Zang Formation is part of Lower Paleogene (Upper Paleocene–Middle Eocene) in the Lorestan zone of Zagros basin (Aghanabati 2010). At the type locality, this formation conformably overlies Cretaceous beds of marl and siltstone belonging to the Amiran Formation and is overlain by the Kashkan Formation with an unconformity (Aghanabati 2010). The thickness of the Taleh Zang Formation is very variable, as in some areas, this formation is absent and the Kashkan Formation directly overlies the Amiran Formation (Rajabi et al. 2011). In this paper the carbonate deposits of the Taleh Zang Formation in the Kermanshah province (Kaboutar Bala section) have been studied for the first time. The previous study of the Taleh Zang Formation in the Kermanshah province are focused on the biostratigraphy and also the components of this current study is different from

other sections in the Lorestan zone (such as the absence of larger benthic foraminifera e.g. *nummulitidae*, *alveolinidae* and *discocyclinidae* and presence of corals and algae). So in this research for the first time depositional conditions, sequence stratigraphy and elemental geochemistry of the Taleh Zang Formation in the Kermanshah province (Kaboutar Bala section) have been evaluated.

Material & Methods:

For the present study, one surface section of the Taleh Zang Formation in the south of the Kermanshah region (Kaboutar Bala section) has been studied. The section measured a total thickness of 65 m and consists of limestone, dolomitic limestone, dolostone and minor amount of marl. During the fieldwork studies, 33 rock samples from carbonate deposits

* Corresponding author

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

(limestone and dolostone) have been taken for petrographic studies. In order to differentiate ferroan and non-ferroan calcite from ferroan and non-ferroan dolomite in thin sections, the staining method of Dickson (1965) was applied. According to the methods of some researchers such as Haq et al. (1987) and Posamentier et al. (1988), depositional sequences were recognized. Elemental geochemistry analysis were performed from 12 samples of carbonates at the geochemistry laboratory of Shahid Beheshti University, Iran.

Discussion of Results & Conclusions

Based on the field and petrographic studies, the microfacies and depositional environment of the Taleh Zang Formation were recognized. This formation in the Kaboutar Bala section have been made of six microfacies which occur in four facies belts. The tidal flat sediment is composed of dolomicrite with ranging in size from 4 to 16 μm and contain silt-size quartz grains. Many researchers believe that dolomicrite forms during very early diagenesis in supratidal to intertidal environments (e.g. Sibley and Gregg 1987; Adabi 2009). From the shoreline towards the seas, the lagoon facies belt consists of two microfacies; bioclastic benthic foraminifera peloidal wackestone, and bioclastic benthic foraminifera dasycladacea wackestone to packstone. The lack of marine biota and abundant components of restricted biota (such as miliolids and dasycladacea), represent a restricted conditions in the lagoon environment (Bachmann and Hirsch 2006; Adabi et al. 2015; Kahsnitz et al. 2018). Barrier facies belt is composed of coral boundstone microfacies with limited lateral extension. The main components of this microfacies are only corals. The dominance of coral colonies indicate a high energy

environment in the barrier facies belt (Vescogni et al. 2016; Ghafari et al. 2017). The open marine facies belt includes coral floatstone and bioclastic coral corallinacea floatstone/rudstone microfacies. The common coral debris may have derived from erosion of pre-existing coral colonies (in the barrier facies belt) by currents and/or storms (Roozpeykar and Maghfouri Moghaddam 2015; Shabafrooz et al. 2015). Gradual microfacies change, the absence of calciturbidites and lack of extensive barrier reefs with considerable thickness, confirms a carbonate ramp .

Based on the sequence stratigraphic studies, one depositional sequence was identified in the studied sequence. The lower boundary of this sequence is located at the base of the formation and specified as type II. The upper boundary with evidences of subaerial exposure and the presence of siliciclastic Kashkan Formation specified as type I. The MFS is determined with bioclastic coral corallinacea floatstone/rudstone microfacies belonging to the proximal middle ramp.

Geochemical analysis in limestone parts of the formation including Ca (37.57–39.25%), Mg (0.25–1.3%), Sr (964–1833 ppm), Na (65–160 ppm), Mn (161–421 ppm) and Fe (281–2107 ppm), and their variations indicate that the original carbonate mineralogy is aragonite and diagenetic system is semi-close to open system.

Variation trends of elements along the stratigraphic column shows that the amounts of elements in the TST and HST are different from each other. Generally in the HST sediments, the amount of Sr is decreased, while Fe and Mn are increased due to more meteoric diagenetic effect at this part of the sequence.

محیط رسوبی، چینه‌نگاری سکansı و ژئوشیمی عنصری سازند تله‌زنگ در جنوب کرمانشاه

محمد شالوند، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

m.shalavand@mail.sbu.ac.ir

محمدحسین آدابی*، استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران،

ایران

m-adabi@sbu.ac.ir

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

afshin.zohdi@znu.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر برای نخستین بار، سازند تله‌زنگ به سن پالئوسن تا ائوسن زیرین در استان کرمانشاه (برش کبوتربالا) از دیدگاه شرایط رسوب‌گذاری، چینه‌نگاری سکansı و ژئوشیمی عنصری ارزیابی شد. سازند تله‌زنگ در این برش به شکل هم‌شیب و پیوسته روی سازند امیران و به طور هم‌شیب و با ناپیوستگی فرسایشی زیر سازند کشکان قرار دارد. بررسی‌های صحرایی و مطالعه‌های آزمایشگاهی به شناسایی شش ریزرخساره در نهشته‌های این سازند منجر شدند. تغییرات تدریجی ریزرخساره‌ها، نبود کلسی‌توربیدایت‌ها و نبود ریف‌های سدی گسترش یافته با ضخامت درخور توجه تأییدکننده وجود پلت‌فرم کربناته‌ای از نوع رمپ است. مطالعه‌های چینه‌نگاری سکansı به شناسایی یک سکانس رسوبی رده سوم و دسته رخساره‌های HST و TST منجر شدند؛ مرز زیرین این سکانس از نوع دوم و مرز بالایی با شواهد خروج از آب، از نوع اول است. سطح بیشترین پیشروی با ریزرخساره فلوئستون تا رودستون حاوی کورالیناسه‌آ، مرجان و بایوکلاست مربوط به ابتدای رمپ میانی مشخص شد. نتایج بررسی‌های عناصر اصلی (کلسیم و منیزیم) و فرعی (استرانسیوم، سدیم، منگنز و آهن) بیان‌کننده ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی و سیستم دیاژنزی نیمه‌بسته تا باز است. روند تغییرات عناصر در طول این برش به گونه‌ای است که در رسوبات بخش HST، مقدار استرانسیوم کاهش یافته است؛ درحالی‌که مقادیر آهن و منگنز به علت تأثیر بیشتر دیاژنز متاوریک افزایش یافته‌اند.

واژه‌های کلیدی: سازند تله‌زنگ، محیط رسوبی، چینه‌نگاری سکansı، ژئوشیمی عنصری، کرمانشاه

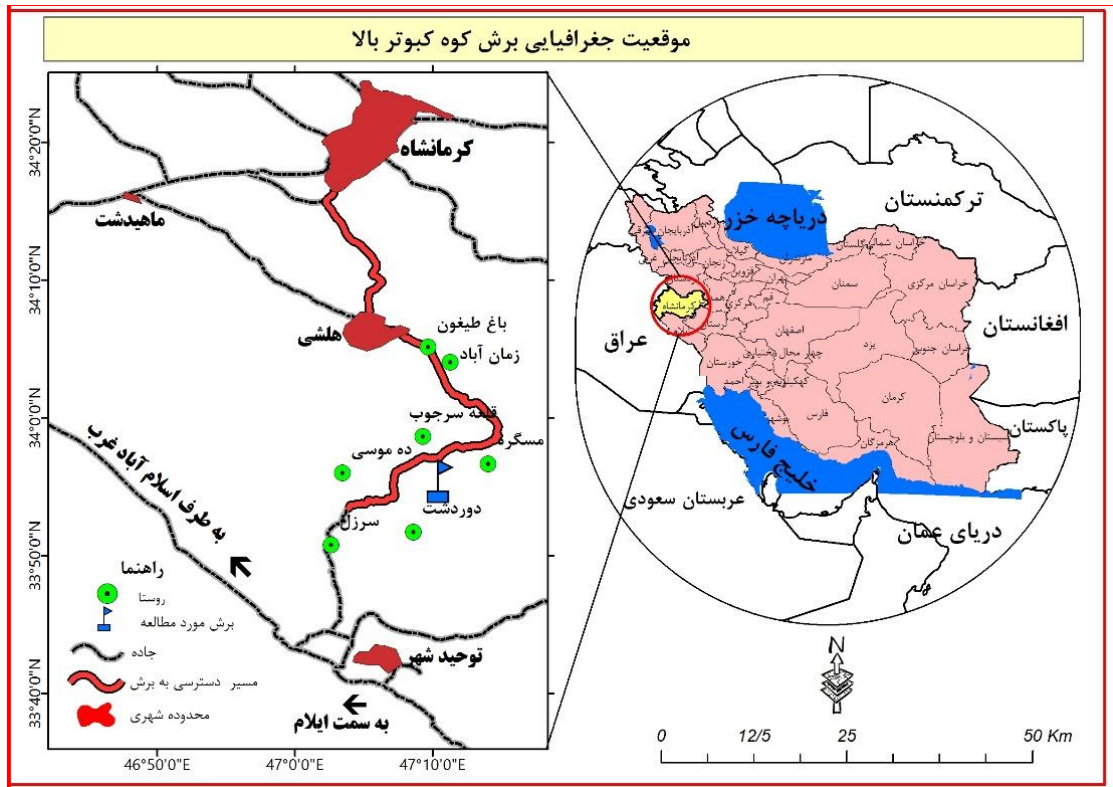
مقدمه

زمین‌شناسان بتوانند از نتایج پژوهش حاضر در راستای انطباق هرچه بهتر این سازند بین بخش‌های جنوبی استان کرمانشاه و در نهایت بازسازی جغرافیای دیرینه زمان پالئوسن - ائوسن زیرین در حوضه رسوبی زاگرس استفاده کنند.

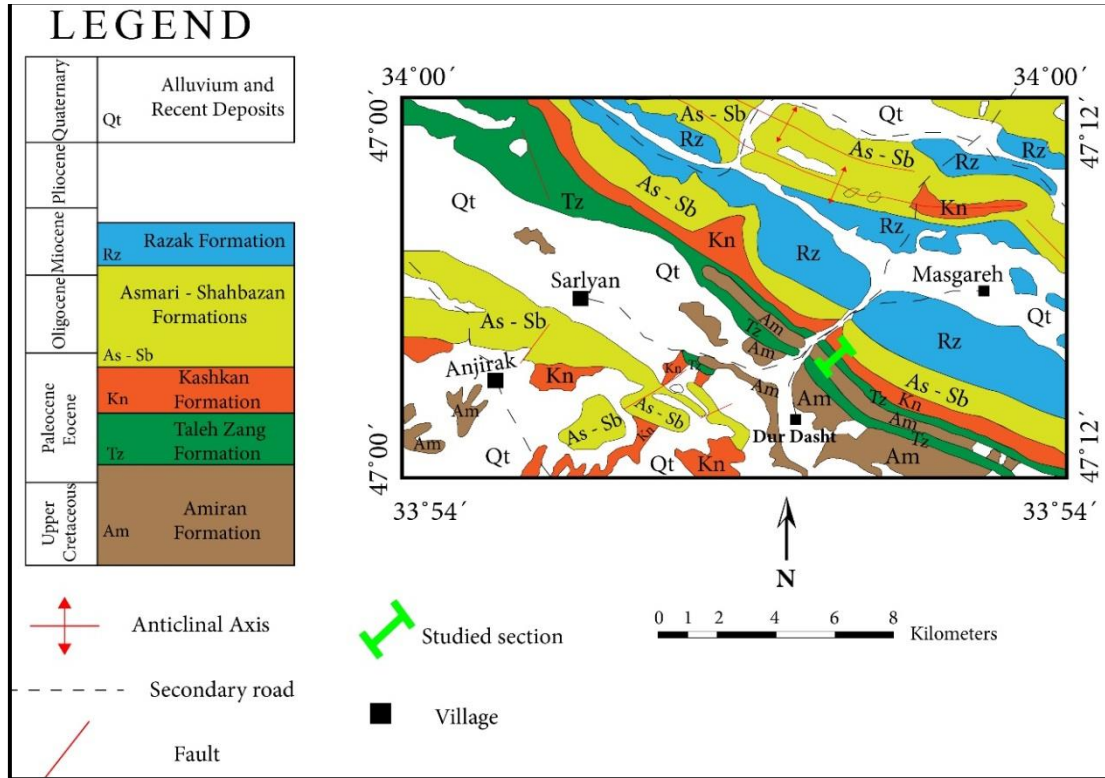
موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی منطقه مطالعه شده

منطقه بررسی شده در زاگرس چین‌خورده قرار دارد و طبق تقسیم‌بندی (Falcon 1961) بخشی از حوضه لرستان است. برش کبوتربالا واقع در کوه کبوتربالا، در ۶۰ کیلومتری جنوب کرمانشاه با مختصات "E: 47° 08' 00" و "N: 33° 56' 00" قرار دارد. برای دستیابی به برش یادشده می‌توان از طریق جاده اصلی کرمانشاه - هلسی وارد جاده فرعی به سمت پل دختر شد؛ این برش در حاشیه جاده قرار دارد و پس از عبور از روستاهای مسگره و دوردشت، مقطع مطالعه شده مشاهده می‌شود. راه‌های دسترسی به برش مطالعه شده در شکل ۱ و نقشه زمین‌شناسی منطقه در شکل ۲ ارائه شده است. سازند تله‌زنگ در این برش، سن پالئوسن - ائوسن زیرین را دارد (Shalalvand 2019) و شامل ۶۵ متر سنگ‌آهک، سنگ‌آهک دولومیتی، دولومیت آهکی و دولومیت به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای با لایه‌بندی نازک تا توده‌ای همراه با کمی مارن است که به شکل پیوسته روی شیل و سیلتستون‌های سازند آواری امیران قرار گرفته است؛ در مرز بالا نیز با ناپیوستگی فرسایشی، کنگلومراهای قرمز رنگ سازند کشکان دیده می‌شوند (شکل ۳). علاوه بر سازندهای تله‌زنگ، امیران و کشکان، سازندهای شهبازان - آسماری و رازک نیز در منطقه مطالعه شده رخنمون دارند. شکل ۴ ستون چینه‌شناسی سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا را نشان می‌دهد.

سازند تله‌زنگ واحد کربناته‌ای به سن پالئوسن تا ائوسن میانی در برش الگو (Aghanabati 2010) و شامل ۱۷۶ متر سنگ‌آهک خاکستری تا قهوه‌ای با لایه‌بندی متوسط تا توده‌ای و مقاوم است که به طور معمول روی سازند آواری امیران و زیر سازند کشکان قرار دارد؛ هرچند گاهی به طور جانبی و به تدریج با این دو سازند جانشین می‌شود. جدا از دو سازند امیران و کشکان، سازند تله‌زنگ می‌تواند با سازند پابده نیز پیوند جانبی داشته باشد؛ به همین علت، گاهی زبانه‌هایی از سازند تله‌زنگ درون سازند پابده دیده می‌شود که بخش آهکی تله‌زنگ نام گرفته است (Aghanabati 2010). در بخش‌های خاوری حوضه لرستان، سازند تله‌زنگ تا محدوده زمانی ائوسن میانی هم گسترش دارد؛ در حالی که در بخش باختری این حوضه، به ندرت از محدوده سنی پالئوسن پایانی یا ائوسن پیشین عبور می‌کند (Rajabi et al. 2011). با توجه به اینکه عمده مطالعه‌های انجام شده روی نهشته‌های کربناته سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه به تعیین سن سازند با استفاده از فسیل‌ها پرداخته‌اند (Sekhavati 2008; Khosroabadi 2016; Maghboulia 2016) و همچنین اجزای تشکیل دهنده این سازند در منطقه کرمانشاه با دیگر مناطق حوضه رسوبی زاگرس متفاوت هستند (Zohdi 2007) (نبود فرامینفرهای بزرگ از خانواده‌های نومولیتیده، آلئولینیده و دیسکوسیکلینیده و همچنین حضور جلبک‌ها و مرجان‌ها در منطقه مطالعه شده)، در پژوهش حاضر برای نخستین بار ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند تله‌زنگ همراه با نتایج ژئوشیمی عنصری کربنات‌های این سازند در برش سطح‌الارضی کبوتربالا واقع در جنوب شهرستان کرمانشاه مطالعه شد. امید است



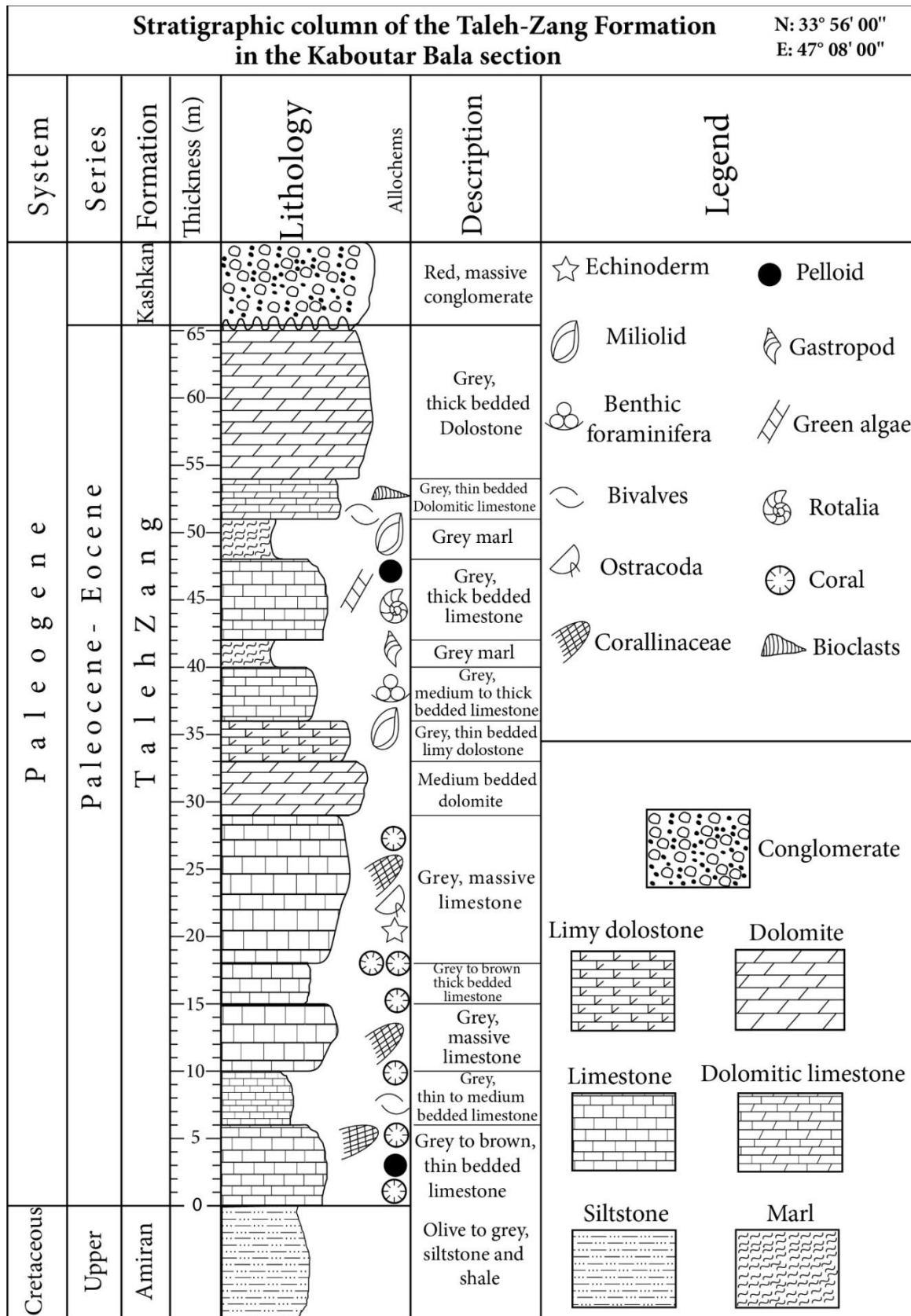
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مطالعه‌شده (برگرفته با تغییراتی از نقشه راه‌های گوگل)



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعه‌شده واقع در کوه کبوتربالا، برگرفته از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت (تهیه‌شده توسط شرکت ملی نفت ایران در سال ۱۹۷۴) با ترسیم مجدد



شکل ۳- A. نمای کلی سازندهای تله‌زنگ، امیران و کشکان، B. مرز زیرین سازند تله‌زنگ با شیل و سیلتستون‌های سازند امیران، C. مرز بالایی سازند امیران با کنگلومراهای قرمز رنگ سازند کشکان



شکل ۴- ستون چینه‌شناسی توالی مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا

روش مطالعه

پس از بررسی و مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور) و ۱:۲۵۰۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت (تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران)، مسیر پیمایش به منظور انجام مطالعه‌های صحرایی و نمونه برداری مشخص شد. پس از انجام بررسی‌های صحرایی، تعداد ۳۳ نمونه سنگی از نهشته‌های کربناته (سنگ آهک و دولومیت) برداشت شدند و ضخامت حقیقی لایه‌ها به منظور ترسیم ستون چینه‌شناسی برش مدنظر اندازه‌گیری شد. مقطع نازک تمام نمونه‌ها تهیه و به منظور تشخیص کانی کلسیت از دولومیت و نیز آهن‌داربودن با محلول آلیزارین قرمز (Alizarin- Red- Stain) و فروسیانیدپتاسیم به روش (Dickson 1965) رنگ‌آمیزی و با میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شدند. به منظور نام‌گذاری ریزرخساره‌های کربناته از تقسیم‌بندی‌های (Dunham 1962; Embry and Klovan 1971) و برای تفسیر آنها از مدل رخصاره‌ای (Flügel 2010) استفاده شد. در مطالعه حاضر، سکانس‌های رسوبی بر اساس روش‌های (Haq et al. 1987; Posamentier et al. 1988) تعیین شدند. پس از انجام بررسی‌های پتروگرافی، تعداد ۱۲ نمونه از سنگ‌آهک‌ها و ۴ نمونه از دولومیت‌ها برای آزمایش‌های ژئوشیمی عنصری انتخاب شدند؛ گفتنی است از این تعداد، ۴ نمونه از سنگ‌آهک‌ها به علت مقادیر زیاد مواد غیرقابل حل در اسید حذف شدند. پودر نمونه‌ها با متد دندان پزشکی و تا حد امکان از زمینه میکرایتی و دور از رگه‌ها و فسیل‌های موجود در سنگ تهیه و در آزمایشگاه ژئوشیمی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل Varain آزمایش شدند؛ روش کار به این شکل بود که ۰/۲۵ گرم از پودر نمونه با ۱۲ میلی‌لیتر کلریدریک‌اسید ۱ مولار حل شد و پس از مدت زمان ۲ ساعت، مقادیر عناصر اصلی (منیزیم و کلسیم) بر حسب درصد و عناصر فرعی (آهن، منگنز، سدیم و استرانسیوم) بر حسب پی‌پی‌ام با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.

ریزرخساره‌های کربناته

ریزرخساره‌ها و نوع زیرمحیط‌های رسوبی سازند تله‌زنگ در برش مطالعه شده بر اساس بررسی‌های صحرایی و مطالعه‌های پتروگرافی و فراوانی و توزیع محتوای فسیلی تعیین شدند. این سازند در برش سطح‌الارضی کبوتربالا از شش ریزرخساره کربناته تشکیل شده است؛ گفتنی است در بخش میانی برش مطالعه شده به علت دولومیتی شدن و حضور یک‌دست دولومیت‌ها (۴ متر)، تعیین ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی امکان‌پذیر نیست. در ادامه، ریزرخساره‌های معرفی شده از سازند تله‌زنگ در برش مطالعه شده به ترتیب از بخش‌های کم عمق‌تر حوضه به سمت مناطق عمیق‌تر به طور کامل توصیف و تفسیر می‌شوند.

ریزرخساره پهنه جزرومدی (Tidal flat Microfacies)

MF₁ - دولومیکرایت

توصیف ریزرخساره: دولومیکرایت‌ها تنها در بخش‌های انتهایی این برش و با ضخامت ۱۱ متر دیده می‌شوند و بر اساس مشاهده‌های صحرایی شامل دولومیت‌های متوسط تا ضخیم لایه خاکستری رنگ هستند. این نوع دولومیت‌ها به شکل موزاییک‌های یک‌اندازه (Unimodal mosaics)، دارای مرزهای مسطح نیمه‌شکل دار (Planar-s) و در اندازه کمتر از ۱۶ میکرون یافت می‌شوند. این ریزرخساره بدون هر گونه فسیل و تخلخل است و ذرات تخریبی کوارتز در حد سیلت به شکل پراکنده در آن مشاهده می‌شوند (شکل ۵، A).

تفسیر ریزرخساره: احتمالاً آب دریا و یا محلول‌های

بین‌ذره‌ای غنی از منیزیم عامل دولومیتی شدن در این نوع دولومیت‌هاست (Adabi 2009). با توجه به فابریک و اندازه بسیار ریز بلورها، حفظ بافت اولیه رسوبی، نبود فسیل و حضور ذرات پراکنده کوارتز آواری در حد سیلت می‌توان بیان کرد این دولومیت‌ها در مراحل اولیه دیاژنتیکی، دمای کم و در محیط‌های جزرومدی تشکیل شده‌اند (Adabi 2011). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره RMF-22

کبوتربالا ۱۶ متر است و تنها در بخش‌های میانی این برش دیده می‌شود. این ریزرخساره در مشاهده‌های صحرایی به شکل سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه تا توده‌ای خاکستری‌رنگ رخمون دارد. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره، جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ متعلق به گونه *Clypeina cf. occidentalis* با فراوانی ۲۰ تا ۲۵ درصد و فرامینفرهای بتتیک از جمله میلیولید با فراوانی ۱۰ تا ۱۵ درصد است که همراه با دیگر آلوکم‌ها در زمینه میکرایتی قرار گرفته‌اند (شکل ۵، C). در برخی از مقاطع به علت فراوانی سیمان، این ریزرخساره حتی به شکل بافت گرینستونی نیز مشاهده می‌شود. از دیگر اجزای موجود در این ریزرخساره عبارتند از: گاستروپودها، دوکفه‌ای‌ها و خرده‌های خارپوست با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد.

تفسیر ریزرخساره: مقدار فراوان جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ نشان‌دهنده شرایط محیطی لاگون با عمق کم آب است. این جلبک‌های سبز شرایط زندگی در آب‌های محصور در محیط لاگون را ترجیح می‌دهند و معمولاً همراه با فرامینفرهای آب‌های کم عمق مانند میلیولیدها مشاهده می‌شوند (Flugel 2010). با توجه به توضیحات ارائه شده، محیط رسوب‌گذاری این ریزرخساره لاگون در نظر گرفته می‌شود (Bachmann and Hirsch 2006; Adabi et al. 2015; Kahsnitz et al. 2018). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره 17 RMF- (Flugel 2010) است که برای نخستین بار از این سازند در منطقه کرمانشاه گزارش می‌شود.

ریزرخساره پشته (Shoal Microfacies)

MF₄ - باندستون مرجانی

توصیف ریزرخساره: این ریزرخساره با ضخامت ۵/۵ متر تنها در بخش‌های ابتدایی برش کبوتربالا شناسایی شد و در مشاهده‌های صحرایی به شکل سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه تا توده‌ای خاکستری تا قهوه‌ای‌رنگ مشاهده می‌شود. مرجان‌های متعلق به جنس *Actinacis* sp. با فراوانی ۶۰ تا ۷۵ درصد

(Flugel 2010) است و (Zohdi 2007; Bagherpour and Vaziri 2012) نیز این ریزرخساره را از سازند تله‌زنگ گزارش کرده‌اند.

ریزرخساره‌های لاگون (Lagoon Microfacies)

MF₂ - وکستون حاوی پلوئید، فرامینفر بتتیک و بایوکلاست

توصیف ریزرخساره: این ریزرخساره با ضخامت ۲/۵ متر در بخش‌های ابتدایی برش کبوتربالا شناسایی شد و بر اساس مشاهده‌های صحرایی به شکل سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه خاکستری‌رنگ در سطح زمین رخمون دارد. پلوئیدها با فراوانی ۲۰ تا ۲۵ درصد از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده این ریزرخساره هستند. فرامینفرهای بتتیک (میلیولید و دیگر فرامینفرهای بتتیک کوچک) با فراوانی ۱۵ تا ۲۰ درصد و دیگر آلوکم‌ها از جمله گاستروپود، خرده‌هایی از دوکفه‌ای‌ها، جلبک سبز و خارپوست با فراوانی ۱۰ تا ۱۵ درصد از دیگر اجزای حاضر در این ریزرخساره هستند (شکل ۵، B). این ریزرخساره در ادامه به شکل تدریجی به ریزرخساره MF₃ تبدیل می‌شود.

تفسیر ریزرخساره: با توجه به شواهد ارائه شده، حضور پلوئیدها در ماتریکس آهکی گلی، حضور گاستروپودها که در محیط‌های بسته با شوری نسبتاً زیاد یافت شوند و همچنین حضور خرده‌هایی از جلبک سبز نتیجه گرفته می‌شود شرایط رسوب‌گذاری این ریزرخساره در محیط محدود کم عمق زیر حد جزرومدی یا به عبارتی لاگون محصور با میزان رسوب‌گذاری کم است (Scholle and Scholle 2006; Ghafari et al. 2017). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره 20 RMF- (Flugel 2010) است.

MF₃ - وکستون تا پکستون حاوی داسی‌کلاداسه‌آ، فرامینفر بتتیک و بایوکلاست

توصیف ریزرخساره: ضخامت این ریزرخساره در برش

متوسط و گویای رسوب‌گذاری این ریزرخساره در بخش‌های ابتدایی دریای باز است (Avarjani et al. 2015; Braun 2016). این ریزرخساره که برای نخستین بار از این سازند گزارش می‌شود، معادل ریزرخساره استاندارد شماره 15-RMF (Flugel 2010) است.

MF₆ - فلوتستون تا رودستون حاوی کورالیناسه‌آ، مرجان و بایوکلاست

توصیف ریزرخساره: این ریزرخساره در بخش‌های ابتدایی تا میانی برش کبوتربالا با ضخامت ۱۴ متر دیده می‌شود. از ویژگی‌های صحرایی این ریزرخساره می‌توان به سنگ‌آهک‌های توده‌ای خاکستری‌رنگ حاوی درزه‌های انحلالی اشاره کرد. بر اساس مطالعه‌های میکروسکوپی، کورالیناسه‌آ با فراوانی ۲۰ تا ۲۵ درصد و مرجان‌ها با فراوانی ۱۰ تا ۱۵ درصد اجزای اصلی و خارپوست، نرم‌تنان و استراکد با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد اجزای فرعی حاضر در این ریزرخساره هستند. از دیگر ویژگی‌های این ریزرخساره عبارتند از: افزایش کورالیناسه‌آ در برخی از مقاطع نازک.

تفسیر ریزرخساره: به علت حضور مرجان‌ها با اندازه بیش از ۲ میلی‌متر و همچنین فابریک گل‌پشتیان تا دانه‌پشتیان، بافت فلوتستون تا رودستون برای این ریزرخساره معرفی می‌شود (Embry and Klovan 1971) (شکل ۵، H و I). مرجان‌های حاضر ممکن است از فرسایش کلنی‌های مرجانی (به وسیله امواج یا طوفان) که از پیش وجود داشته‌اند، به این ریزرخساره آورده شده باشند. با توجه به مطالب یادشده، حضور کورالیناسه‌آ و مرجان‌ها و همچنین نبود فسیل‌های شاخص لاگون، این ریزرخساره به بخش‌های کم‌عمق محیط دریای باز نسبت داده می‌شود (Flugel 2010; Roozpeykar and Maghfouri Moghaddam 2015; Shabafrooz et al. 2015). این ریزرخساره معادل ریزرخساره شماره 9-RMF (Flugel 2010) است که برای نخستین بار از سازند تله‌زنگ معرفی می‌شود.

اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره هستند و تقریباً تمام فضاهای خالی بین مرجان‌ها با سیمان کلسیت اسپاری پر شده است؛ از دیگر اجزای حاضر در این ریزرخساره می‌توان به خرده‌هایی از جلبک قرمز و دوکفه‌ای‌های بسیار ریز با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد اشاره کرد (شکل ۵، D). تصویر صحرایی این ریزرخساره در شکل ۵، E نشان داده شده است. این ریزرخساره در ادامه و به‌طور تدریجی به ریزرخساره MF₅ تبدیل می‌شود.

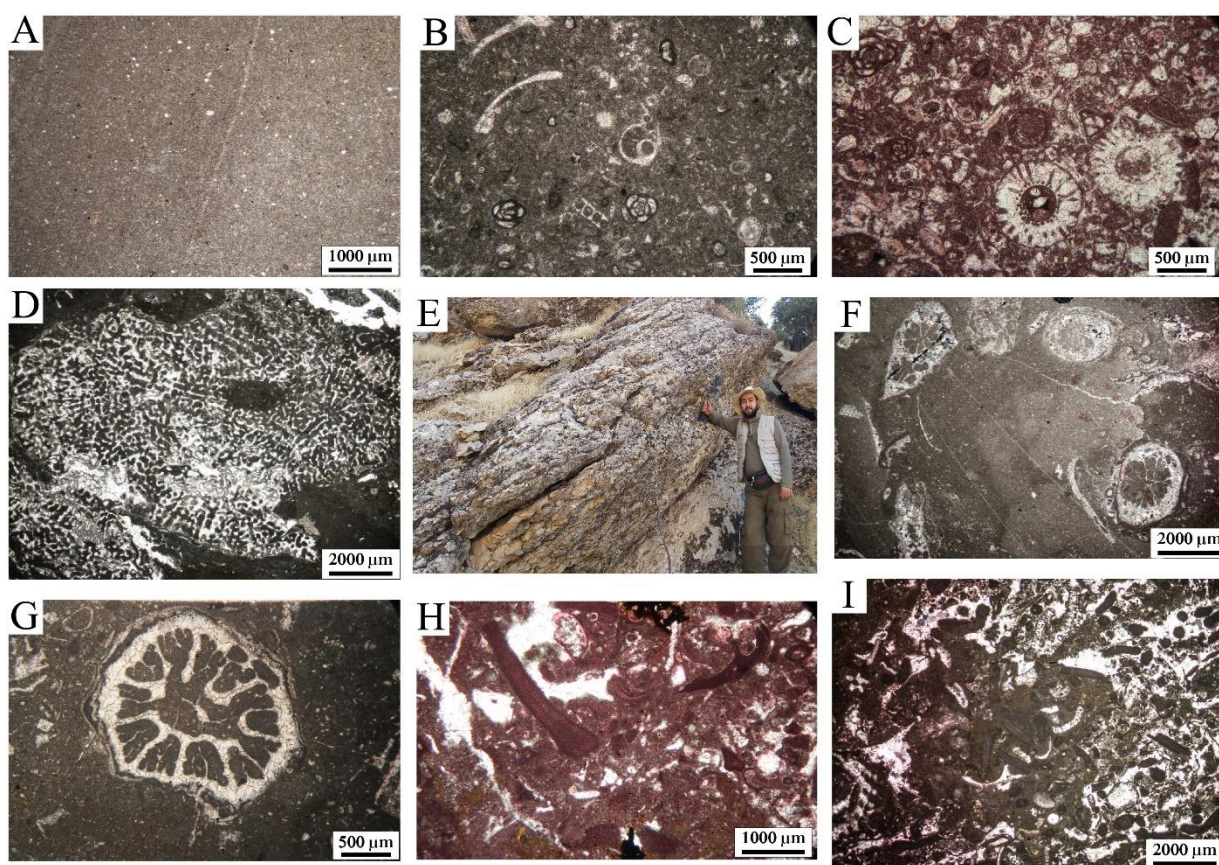
تفسیر ریزرخساره: با توجه به حضور فراوان مرجان‌ها و همچنین گسترش کم این ریزرخساره می‌توان بیان کرد این ریزرخساره در پشته بایوکلاستی (Shoal) با انرژی زیاد و روی سطح اساس امواج عادی Fair Weather Wave Base (FWWB) شکل گرفته است (Bagherpour and Vaziri 2012; Vescogni et al. 2016 Ghafari et al. 2017). این ریزرخساره قابل مقایسه با ریزرخساره شماره 12-RMF (Flugel 2010) است که این ریزرخساره را نیز (Bagherpour and Vaziri 2012) از این سازند گزارش کرده است.

ریزرخساره‌های دریای باز (Open marine Microfacies)

MF₅ - فلوتستون مرجانی

توصیف ریزرخساره: این ریزرخساره با ضخامت ۱۲ متر به بخش‌های ابتدایی و میانی برش کبوتربالا مربوط است و بر اساس مشاهده‌های صحرایی به شکل سنگ‌آهک‌های نازک تا متوسط لایه خاکستری تا قهوه‌ای‌رنگ دیده می‌شود. قطعه‌های درشت مرجان متعلق به جنس *Oculina* sp. با فراوانی ۳۰ تا ۴۵ درصد، قسمت اعظم این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند؛ از دیگر اجزای حاضر در این ریزرخساره عبارتند از: جلبک‌های قرمز و خرده‌های خارپوست با فراوانی کمتر از ۱۰ درصد (شکل ۵، F و G).

تفسیر ریزرخساره: حضور مرجان‌ها و جلبک‌های قرمز همراه با خرده‌های خارپوست و همچنین مقادیر فراوان ماتریکس گلی نشان‌دهنده شرایط محیطی با انرژی کم تا



شکل ۵- ریزرخساره‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ A. دولومیکرایت، B. وکستون حاوی پلوئید، فرامینیفر بتتیک و بایوکلست، C. وکستون تا پکستون حاوی داسی کلاداسه‌آ، فرامینیفر بتتیک و بایوکلست؛ داسی کلاداسه از نوع *Clypeina cf. occidentalis* در مرکز تصویر مشخص است، D. باندستون مرجانی که مرجان مشخص شده در این تصویر به جنس *Actinacis* sp. تعلق دارد، E. تصویر صحرایی از ریزرخساره باندستون مرجانی، F و G. فلوتستون مرجانی؛ در تصویر G مرجان مشخص شده به جنس *Oculina* sp. متعلق است، H و I. فلوتستون تا رودستون حاوی کورالیناسه‌آ، مرجان و بایوکلست

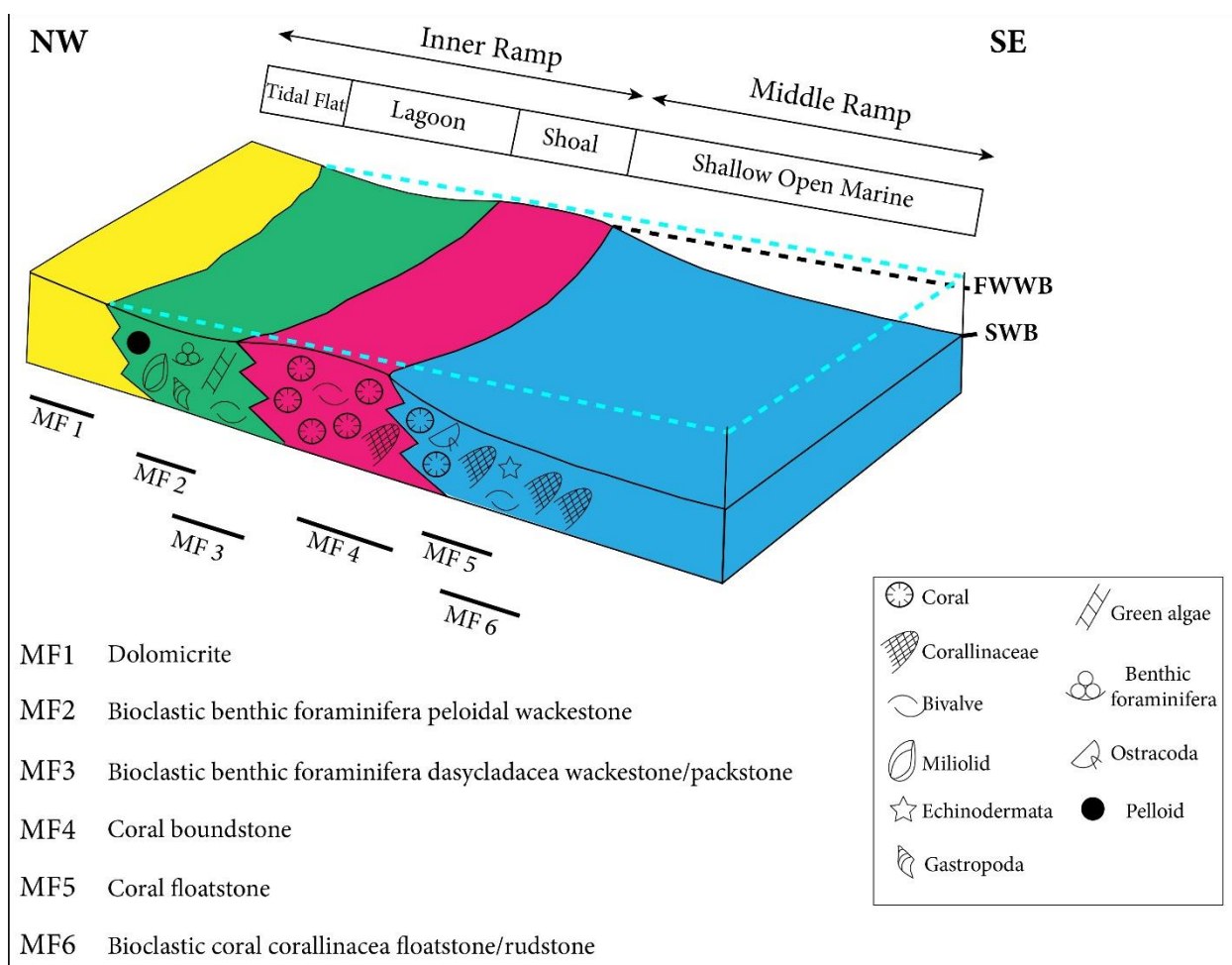
محیط رسوبی

اجزای سازند تله‌زنگ در منطقه کرمانشاه تا حدی از دیگر برش‌های این سازند در منطقه لرستان متفاوت (نبود فرامینیفرهای بزرگ از خانواده‌های نومولیتیده، آلئولینیده و دیسکوسیکلینیده در منطقه بررسی شده) هستند که احتمالاً به علت شرایط ویژه محیطی و کم‌عمق‌تر بودن حوضه نسبت به سایر مناطق لرستان است (Shalalvand 2019). با توجه به تغییرات تدریجی ریزرخساره‌ها، وجود میکرایت در بیشتر ریزرخساره‌ها، نبود ساخت‌های ریزشی (Slumps) و کلسی‌توریدایت‌ها، نبود ریف‌های سدی گسترش‌یافته با

ضحامت شایان توجه در طول توالی و وجودنداشتن آنکوئیدها و پیزوئیدها که مختص شلف لبه‌دار هستند، سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده در پلت‌فرم کرناطه‌ای از نوع رمپ نهشته شده است (Flugel 2010). با توجه به عمق کم ریزرخساره‌ها نمی‌توان درباره هم‌شیب یا شیب‌دار بودن رمپ کرناطه اظهار نظر کرد. با در نظر گرفتن میکروفسیل‌های شناسایی شده و بررسی تغییرات عمودی و جانبی ریزرخساره‌ها بر اساس دو مدل (Wilson 1975; Flugel 2010)، می‌توان بیان کرد رسوب‌گذاری سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا در چهار زیرمحیط پهنه جزرومدی، لاگون، پشته

عادی (FWWB)، در جایی که محل برخورد امواج است، نهشته شده است. کمربند رخساره‌ای دریای باز از دو ریزرخساره MF₅ (فلوتستون مرجانی) و MF₆ (فلوتستون تا رودستون حاوی کورالیناسه‌آ و مرجان) تشکیل شده است. باتوجه به حضور موجودات محیط دریای باز در بخش رمپ میانی، قرارگیری روی ریزرخساره‌های پشته بایوکلاستی، کاهش میزان سیمان در این ریزرخساره‌ها و همچنین افزایش میزان گل کربناته بین ذرات می‌توان محیط با انرژی کم و میزان رسوب‌گذاری آرام را که متناسب با دریای باز است، برای این ریزرخساره‌ها در نظر گرفت؛ همچنین وجود خرده‌هایی از تشکیل‌دهنده‌های ریزرخساره پشته (مانند مرجان‌ها) در این محیط، دلیلی بر ریزش پشته بایوکلاستی بر اثر برخورد امواج در بخش رو به دریای پشته است. حضورنداشتن جانداران محیط عمیق‌تر مانند حضورنداشتن چشمگیر فرامینفرهای پلانکتونیک و اسپیکول اسفنج بیان‌کننده نبود ریزرخساره‌های مربوط به منطقه عمیق رمپ میانی و بخش رمپ خارجی (Outer ramp) در برش مطالعه شده است؛ زیرا باتوجه به مطالعه‌های انجام‌شده روی این سازند (Zohdi 2007; Baghepour and Vaziri 2012)، محیط رسوبی از سمت جنوب شرق (لرستان) به سمت شمال غرب (کرمانشاه) به نسبت کم‌عمق‌تر می‌شود (Shalalvand 2019). گفتنی است عمیق‌ترین ریزرخساره موجود در مطالعه حاضر بر اساس تقسیم‌های محیط رسوبی (Flugel 2010)، ریزرخساره MF₆ است که در بخش‌های ابتدایی رمپ میانی و زیر سطح اساس امواج عادی (FWWB) نهشته شده است (شکل ۶).

بایوکلاستی و دریای باز رخ داده است. سازند تله‌زنگ در این برش، شرایط رسوب‌گذاری در بخش‌های رمپ داخلی تا ابتدای رمپ میانی را داشته است. کمربند رخساره‌ای پهنه جزرومدی از ریزرخساره MF₁ (دولومیکرایت) تشکیل شده است؛ نبود ذرات اسکلتی و مقدار کم ذرات کوارتز آواری در اندازه سیلت، از ویژگی‌های اصلی این پهنه در منطقه مطالعه شده است. در ادامه، کمربند رخساره‌ای لاگون شامل دو ریزرخساره MF₂ (وکستون حاوی پلوئید فرامینفر بتیک و بایوکلاست) و همچنین MF₃ (وکستون تا پکستون حاوی داسی‌کلاداسه‌آ، فرامینفر بتیک و بایوکلاست) است. در ریزرخساره MF₂، حضور هم‌زمان ذرات پلوئیدی و فرامینفرهای بتیک مربوط به محیط لاگون (مانند میلیولیدها) و همچنین قرارگرفتن آن بالای ریزرخساره پهنه جزرومدی بیان‌کننده ته‌نشست این ریزرخساره در کمربند رخساره‌ای لاگون محصور هستند. درصد و تنوع فرامینفرهای بتیک و همچنین جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ از ریزرخساره MF₂ به MF₃ به تدریج افزایش می‌یابد که بیان‌کننده عمیق‌ترشدن حوضه و گردش نسبتاً خوب آب است. کمربند رخساره‌ای پشته بایوکلاستی شامل ریزرخساره MF₄ (باندستون مرجانی) است. وجود کلنی‌های مرجان و بافت باندستون در این ریزرخساره، انرژی زیاد و وجود نور کافی در محیط را نشان می‌دهد که باتوجه به قرارگیری این ریزرخساره روی ریزرخساره‌های دریای باز و از همه مهم‌تر به علت نبود شواهد ریزرخساره‌های ریفی روی زمین و همچنین در مطالعه‌های آزمایشگاهی، می‌توان نتیجه گرفت این ریزرخساره در سمت رو به دریای باز پشته بایوکلاستی و بالای سطح اساس امواج



شکل ۶- مدل رسوبی سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا

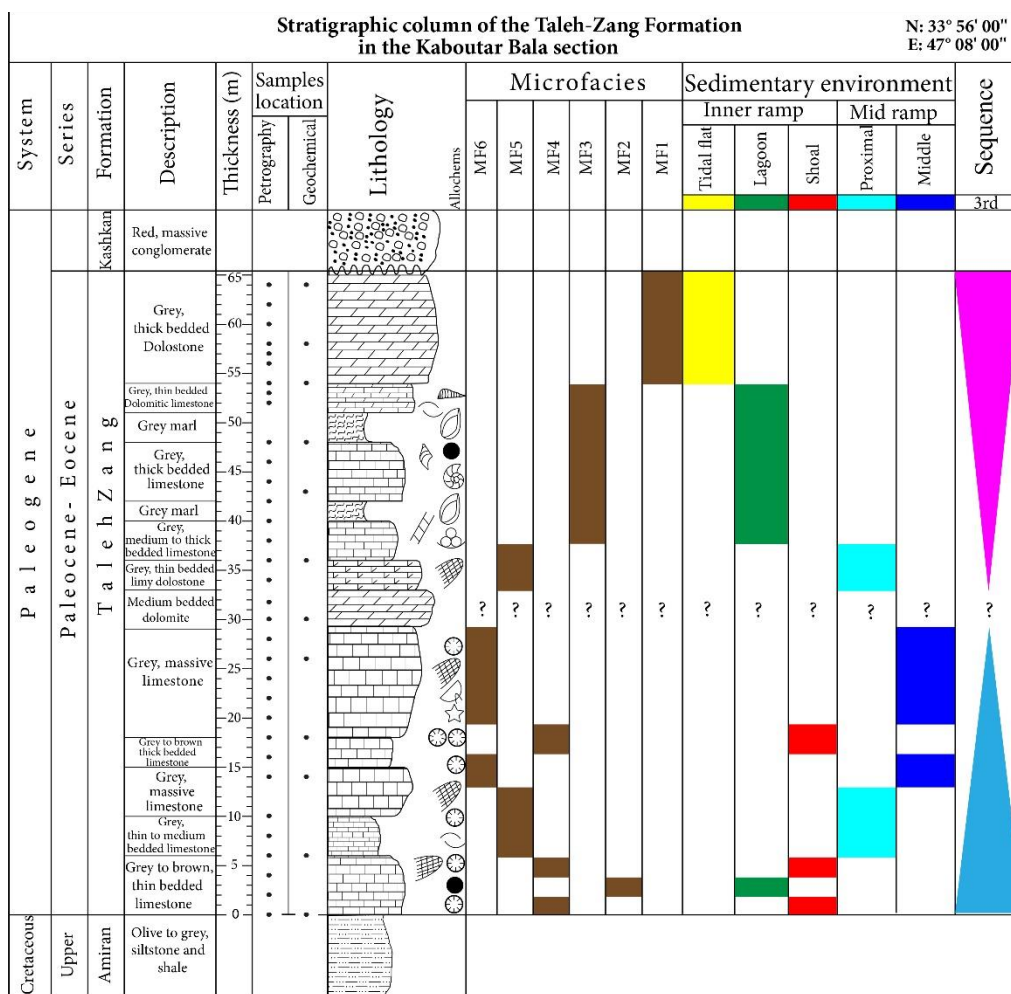
چینه‌نگاری سکانسی

چینه‌نگاری سکانسی شاخه‌ای از علم چینه‌نگاری است که به تجزیه و تحلیل مجموعه رسوباتی می‌پردازد که از نظر ژنتیکی باهم در ارتباط هستند و بین دو سطح ناپیوستگی و یا سطوح پیوسته قابل تطابق با آنها محدود می‌شوند (Catuneanu et al., 2009). در مطالعه حاضر، دسته رخساره‌های پیشروی (TST) از زمان انتهای پسروی (End of regression) تا زمان انتهای پیشروی (End of transgression) و محدوده دسته رخساره پسروی (HST) از زمان انتهای پیشروی (End of transgression) تا شروع پایین آمدن سطح آب دریاها (Onset of base sea level fall) در نظر گرفته شدند. با توجه به شواهد صحرائی و بررسی‌های آزمایشگاهی، سازند تله‌زنگ در این برش از یک سکانس رسوبی رده سوم با ضخامت ۶۱ متر (از قاعده برش تا انتها) تشکیل شده است؛ این سکانس،

سنگ‌شناسی عمدتاً آهکی و به مقدار کمتر آهک دولومیتی، دولومیت آهکی، دولومیت و مارن دارد. مرز زیرین این سکانس به شکل مشخص و هم‌شیب روی شیل و سیلتستون‌های سازند امیران قرار گرفته و از نوع درجه دوم (SB₂) است. مرز بالایی این سکانس با شواهد خروج از آب، ناپیوستگی فرسایشی و حضور سازند آواری کشکان، از نوع درجه اول (SB₁) است. دسته رخساره پیشروی (TST) با ضخامت ۲۹ متر از سنگ‌آهک‌های نازک تا ضخیم‌لایه خاکستری‌رنگ تشکیل شده است. این دسته رخساره در بخش‌های قاعده‌ای این برش شامل ریزرخساره‌های محیط لاگون (وکستون حاوی پلوئید، فرامینیفر بتیک و بایوکلاست) و بخش پرانرژی پشته بایوکلاستی (باندستون مرجانی) است که در ادامه و به سمت بالای توالی با ریزرخساره مربوط به بخش‌های ابتدایی دریای باز (فلوتستون تا رودستون حاوی

این بخش، دولومیتی شدن آغاز می‌شود و این فرایند در طول توالی نیز مشاهده می‌شود (به شکل دولومیت آهکی و آهک دولومیتی). این دسته رخساره با الگوی رسوب‌گذاری پس‌رونده، از ریزرخساره فلوئستون مرجانی در بخش‌های پایین تر تشکیل شده است و در ادامه روند کاهش عمق به سمت بالای توالی، شاهد حضور ریزرخساره مربوط به بخش لاگون (وکستون تا پکستون حاوی داسی‌کلاداسه‌آ، فرامینیفر بتیک و بایوکلاست) و پهنه جزرومدی (دولومیکریت) هستیم. در نهایت، باتوجه به وجود ناپیوستگی فرسایشی در انتهای این سازند و آغاز سازند آواری کشکان در متر ۶۵ متری، این سکانس پایان می‌یابد (شکل ۷).

کورالیناسه‌آ، مرجان و بایوکلاست) به بیشترین عمیق‌شدگی خود (MFS) می‌رسد و در این بخش، جلبک‌های قرمز کورالیناسه‌آ به بیشترین گسترش و اندازه خود می‌رسند. شواهدی در برش مطالعه شده وجود ندارند که سطح مشخصی با بیشترین پیشروی (برای نمونه، سطوح سخت و سیمانی شده دریایی) را تأیید کنند؛ با وجود این، می‌توان تغییر الگوی رسوب‌گذاری از ریزرخساره‌های پیشروی به سمت ریزرخساره‌های پسروی را باتوجه به مشاهده‌های صحرایی و مطالعه‌های آزمایشگاهی در این برش مشخص کرد. دسته رخسارهٔ پسروی (HST) ۳۲ متر ضخامت دارد و از دولومیت، دولومیت آهکی، سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک با لایه‌بندی نازک و ضخیم لایه تشکیل شده است؛ به محض آغاز



شکل ۷- پراکندگی ریزرخساره‌های رسوبی در طول برش کبوتربالا از سازند تله‌زنگ که تغییرات زیرمحیط‌های رسوبی و سکانس‌های رسوبی نیز در آن مشخص شده است.

ژئوشیمی

ژئوشیمی عناصر اصلی و فرعی در سنگ‌های کربناته، ابزار مفیدی برای مطالعه ویژگی‌های این سنگ‌هاست (Vincent et al. 2006). کانی‌های اصلی کربناته که در آب دریا تشکیل می‌شوند، به‌طور عمده شامل آراگونیت (A)، کلسیت پرمینیم (HMC) و کلسیت کم‌مینیم (LMC) هستند. شناسایی ترکیب کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها صرفاً بر اساس مطالعه‌های پتروگرافی به‌علت تأثیر فرایندهای دیاژنتیکی، امری بسیار

مشکل است؛ زیرا به‌مرورزمان، آراگونیت و کلسیت پرمینیم به کلسیت کم‌مینیم تبدیل و باعث تغییر بافت و ترکیب اولیه سنگ می‌شود. با استفاده از روش‌های ژئوشیمیایی مانند تجزیه و تحلیل‌های عنصری (کلسیم، منیزیم، استرانسیوم، سدیم، منگنز و آهن) می‌توان ترکیب کانی‌شناسی اولیه کربنات‌ها را شناسایی کرد (Adabi and Rao 1991; Adabi 2004; Adabi and Asadi Mehmandosti, 2008; Adabi et al. 2010) (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- تغییرات عناصر اصلی و فرعی به همراه بیشترین، کمترین و میانگین مقادیر آنها در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا

	Sample No.	Ca (%)	Mg (%)	Sr (ppm)	Na (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Sr/Na	Sr/Mn	1000 (Sr/Ca)	IR (%)
1	K-0	39.08	0.33	1754	77	194	281	22.77	9.04	4.48	3.75
2	K-6	38.21	0.98	1315	80	270	749	16.43	4.87	3.44	2.63
3	K-14	37.83	0.37	1833	65	161	503	28.2	11.38	4.84	3.22
4	K-18	38.3	0.76	1825	160	202	577	11.4	9.03	4.76	3.56
5	K-26	39.14	0.25	1658	74	228	355	22.4	7.27	4.23	3.84
6	K-36	39.25	0.73	1526	76	175	762	20.07	8.72	3.88	2.87
7	K-43	37.57	1.3	1359	120	421	2107	11.32	3.22	3.61	4.12
8	K-48	39.13	1.04	964	153	406	1909	6.3	2.37	2.46	5.66
	Max	39.25	1.3	1833	160	421	2107	28.2	11.38	4.84	5.66
	Min	37.57	0.25	964	65	161	281	6.3	2.37	2.46	2.63
	Average	38.56	0.72	1529	100	257	905	17.36	6.98	3.96	3.70

جدول ۲- تغییرات عناصر اصلی و فرعی به همراه بیشترین، کمترین و میانگین مقادیر آنها در دولومیت‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا

	Sample No.	Ca (%)	Mg (%)	Sr (ppm)	Na (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Mg/Ca	IR (%)
1	K-30	21.86	9.95	408	294	793	5008	0.45	5.07
2	K-54	18.69	9.95	561	508	833	6169	0.53	6.38
3	K-58	20.44	10.45	473	275	847	5724	0.51	5.43
4	K-64	20.79	10.57	482	297	823	5823	0.5	4.96
	Max	21.86	10.57	561	508	847	6169	0.53	6.38
	Min	18.69	9.95	408	275	793	5008	0.45	4.96
	Average	20.445	10.23	481	343	824	5681	0.49	5.46

(1991)، سنگ‌آهک‌های گوردون تاسمانیا (Rao 1991)، سنگ‌آهک‌های آراگونیتی سازند مزدوران (Adabi and Rao 1991)، سازند تله‌زنگ (Zohdi 2007)، سازند ایلام (Adabi and Asadi Mehmandosti 2008) و سازند فهلیان (Adabi et al. 2010)، به بررسی و تفسیر ویژگی‌های سازند تله‌زنگ در برش

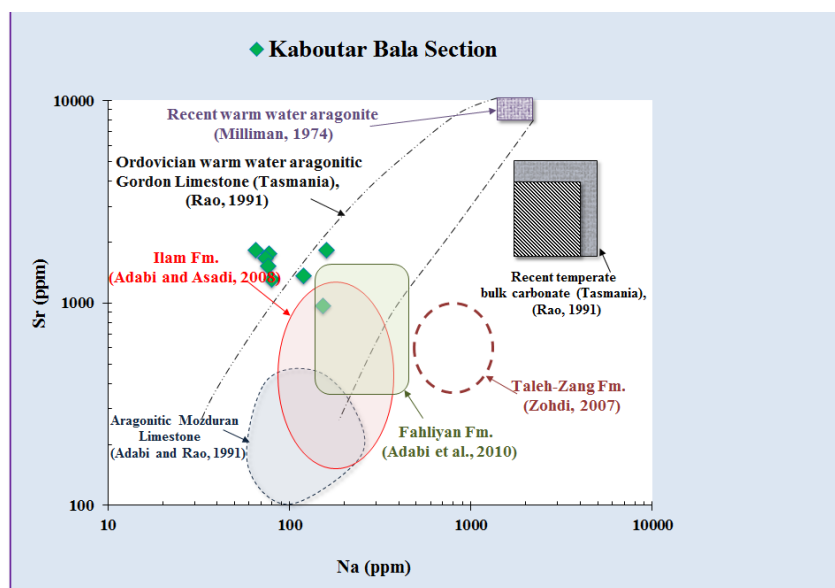
در پژوهش حاضر، با توجه به میزان عناصر اصلی (کلسیم و منیزیم) و فرعی (استرانسیوم، سدیم، منگنز و آهن) و مقایسه آن با محدوده‌های مربوط به آراگونیت‌های حاره‌ای عهد حاضر (Milliman 1974)، کربنات‌های معتدله عهد حاضر (Rao 1991)، سنگ‌آهک‌های ساب‌پولار پرمین تاسمانیا (Rao 1991)

۱۹۹۵). مقدار استرانسیوم با افزایش میزان آراگونیت، افزایش و با افزایش میزان کلسیت، کاهش می‌یابد (Rao and Adabi 1992; Asadi Mehmadoshti and Adabi 2013; Adabi et al. 2015). مقدار استرانسیوم در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا بین ۹۶۴ تا ۱۸۳۳۳ پی‌پی‌ام (میانگین ۱۵۲۹ پی‌پی‌ام) متغیر است؛ میزان نسبتاً زیاد استرانسیوم (بیش از ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) در این نمونه‌ها از ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی آنها ناشی شود (شکل ۸).

سطحی کبوتربالا پرداخته و ترکیب کانی‌شناسی اولیه و سیستم دیاژنزی کربنات‌های این سازند در برش یادشده بررسی شد.

استرانسیوم (Sr)

میزان استرانسیوم در نمونه‌های کل کربنات‌ه مناطق حاره‌ای عهد حاضر بین ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام نوسان دارد (Milliman 1974)؛ درحالی‌که در نمونه‌های کل کربنات‌ه مناطق معتدله عهد حاضر، محدوده کمتری دارد و بین ۱۶۴۲ تا ۵۰۰۷ (میانگین ۳۲۷۰ پی‌پی‌ام است (Rao and Adabi 1992; Rao and Amini



شکل ۸- تغییرات مقادیر استرانسیوم در برابر سدیم در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ در این شکل، محدوده سازند تله‌زنگ در برش‌های مطالعه‌شده با محدوده‌های ارائه‌شده برای سنگ‌آهک‌های سازند مزدوران (مربوط به بخش کم‌عمق حوضه) به سن ژوراسیک بالایی (Adabi and Rao 1991)، سنگ‌آهک‌های آراگونیتی گوردون تاسمانیا به سن اردوئیسین (Rao 1990)، محدوده آراگونیت‌های حاره‌ای عهد حاضر (Milliman 1974)، محدوده کربنات‌های معتدله عهد حاضر تاسمانیا (Rao and Adabi 1992; Rao and Jayawardane 1994; Rao and Amini 1995)، سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش نمونه و برش سطحی تاقدیس کیالو (Zohdi 2007)، سازند ایلام (Adabi and Asadi Mehmadoshti 2008) و سازند فهلیان (Adabi et al. 2010) مقایسه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشتر نمونه‌ها درون محدوده سنگ‌آهک‌های حاره‌ای گوردون اردوئیسین تاسمانیا با ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی قرار می‌گیرند. مقادیر استرانسیوم در این نمونه‌ها کمتر از مقادیر معادل‌های عهد حاضر آنهاست؛ زیرا استرانسیوم طی دیاژنز متاوریک کاهش می‌یابد.

سدیم (Na)

۲۵۰۰ پی‌پی‌ام) دارد؛ درحالی‌که، این مقدار در کلسیت غیربیوتیک حدود ۲۷۰ پی‌پی‌ام است (Milliman 1974; Veizer 1983; Rao and Adabi 1992). تمرکز سدیم در سنگ‌های

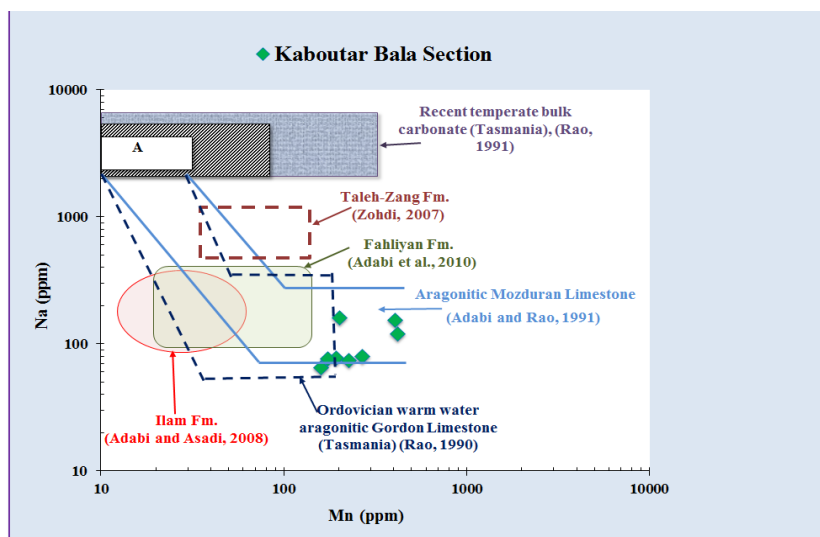
تمرکز سدیم در سنگ‌آهک‌های آراگونیتی غیربیوتیک حاره‌ای عهد حاضر محدوده‌ای بین ۱۵۰۰ تا ۲۷۰۰ پی‌پی‌ام (میانگین

کربناته به درجه شوری، عمق آب، تفریق بیولوژیکی، آثار جنبشی و کانی‌شناسی کربنات‌ها نسبت داده می‌شود. سدیم ضریب توزیع یا انباشتگی کمتر از یک دارد و تمرکز آن در آب‌های متائوریک کم است (Adabi 2011). فرایندهای دیاژنتیکی به علت تفریق بیوشیمیایی یا تمرکز کم سدیم در آب‌های متائوریک باعث کاهش میزان این عنصر در سنگ‌های کربناته پس از دیاژنز می‌شوند (Adabi and Rao 1991; Adabi et al. 2015). مقادیر سدیم در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا بین ۶۵ تا ۱۶۰ پی‌پی‌ام (میانگین ۱۰۰ پی‌پی‌ام) اندازه‌گیری شد؛ کاهش مقدار سدیم در مقایسه با نمونه‌های سازند تله‌زنگ در برش نمونه و برش کیالو (Zohdi 2007) ممکن است به علت شوری کمتر محیط و همچنین تأثیر بیشتر فرایندهای دیاژنتزی متائوریک در برش کبوتربالا باشد (شکل ۸) (Adabi and Rao 1991; Adabi and Asadi Mehmandosti 2008).

منگنز (Mn)

مقدار منگنز در سنگ‌آهک‌های برش کبوتربالا بین ۱۶۱ تا ۴۲۱ پی‌پی‌ام (میانگین ۲۵۷ پی‌پی‌ام) اندازه‌گیری شد. مقدار

منگنز در رسوبات کربناته آراگونیتی واقع در دریا‌های گرم و کم‌عمق عهد حاضر کمتر از ۲۰ پی‌پی‌ام است (Milliman 1974)؛ درحالی‌که این مقدار در نمونه‌های کل کربناته مناطق معتدله عهد حاضر بیش از ۳۰۰ پی‌پی‌ام است (Rao and Adabi 1995; Rao and Amini 1992). برخی پژوهشگران معتقدند مقدار منگنز با افزایش فرایندهای دیاژنز متائوریک، افزایش می‌یابد؛ زیرا ضریب توزیع منگنز در آب‌های متائوریک زیاد است و به حدود ۱۵ می‌رسد (Rao 1991). در شرایط احیایی، میزان این عنصر در سنگ‌های کربناته درخور توجه است؛ به‌شکلی که در چنین شرایطی مقدار منگنز می‌تواند به صد درصد نیز برسد (Shanmugam and Benedict 1983)؛ علاوه‌براین، کم‌بودن مقدار منگنز در کربنات‌ها به تبادل کمتر آب به سنگ نیز نسبت داده می‌شود (Adabi 2011). مقادیر زیاد منگنز در نمونه‌های برش کبوتربالا نسبت به نمونه‌های سازند تله‌زنگ در برش نمونه و برش کیالو (Zohdi 2007) دلیلی بر بازتربودن سیستم دیاژنتزی و همچنین شرایط احیایی در برش مطالعه‌شده است (شکل ۹).

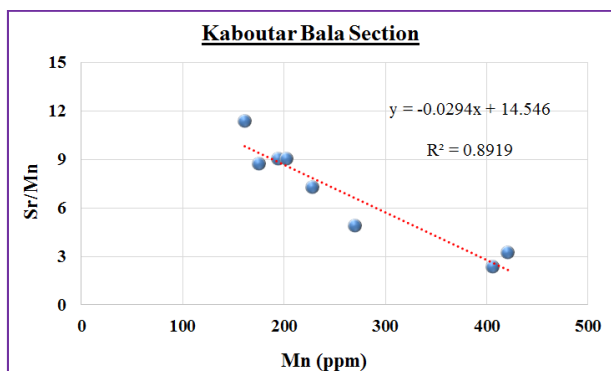


شکل ۹- ترسیم مقادیر سدیم در برابر منگنز در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود، تقریباً تمام نمونه‌ها درون محدوده سنگ‌آهک‌های سازند مزدوران قرار می‌گیرند که این نشان‌دهنده وجود ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی در این برش است؛ همچنین مقادیر منگنز در نمونه‌های برش کبوتربالا بیشتر از مقادیر معادل‌های عهد حاضر آن است که تأثیر دیاژنز متائوریک را روی نمونه‌های این برش نشان می‌دهد.

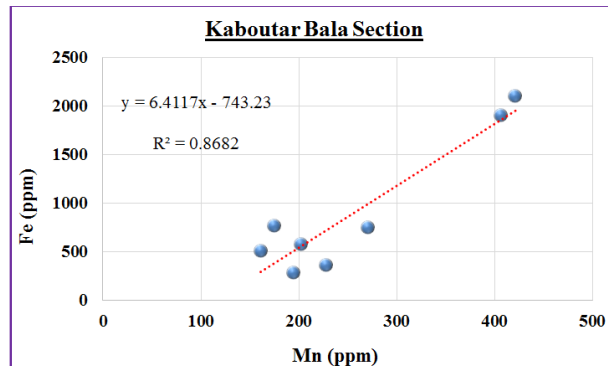
آهن (Fe)

تغییرات عنصر آهن در سنگ‌آهک‌های برش کبوتربالا بین ۲۸۱ تا ۲۱۰۷ پی‌پی‌ام (میانگین ۹۰۵ پی‌پی‌ام) است. مقدار آهن در رسوبات کربناته مناطق معتدله با افزایش درصد آراگونیت، افزایش می‌یابد و مقدار آن به مراتب بیشتر از مقدار آهن در آراگونیت‌های آب‌های گرم مناطق حاره‌ای است (Rao and Adabi 1992). تغییرات عنصر منگنز در برابر عنصر آهن روند افزایشی را نشان می‌دهد (شکل ۱۰) که این امر را می‌توان به تأثیر دیاژنز غیردریایی و یا شرایط احیایی روی نمونه‌ها نسبت داد. با افزایش تأثیر دیاژنز متاوریکی در محیط احیایی، مقدار آهن هم‌زمان با افزایش منگنز، افزایش می‌یابد (Anderson and Arthur 1983) و آرتور (Adabi 2011). اندرسون و آرتور معتقدند مقادیر آهن با افزایش تأثیر شرایط احیایی افزایش می‌یابد. در شرایط احیایی، عناصر منگنز و آهن می‌توانند به مقدار درخور توجهی به شبکه کلسیت وارد شوند (Mucci 1988).

می‌گیرند، صادق است (Rao 1991) و در نتیجه این فرایند، نسب استرانسیوم به منگنز کاهش می‌یابد؛ بنابراین تغییرات هم‌زمان نسبت استرانسیوم به منگنز (Sr/Mn) در برابر منگنز (Mn) شاخص مهمی برای تخمین میزان انحلال سنگ‌آهک‌هاست (Rao 1991; Hoseinabdi et al. 2016). رسم مقادیر نسبت استرانسیوم به منگنز (Sr/Mn) در برابر منگنز (Mn) در نمونه‌های مطالعه‌شده روند کاهش را نشان می‌دهد (شکل ۱۱)؛ کاهش نسبت استرانسیوم به منگنز در برابر افزایش مقادیر منگنز در نمونه‌های مطالعه‌شده را می‌توان به انحلال زیاد توسط فرایندهای دیاژنتیکی متاوریکی نسبت داد (Rao 1991).



شکل ۱۱- نمودار نسبت استرانسیوم به منگنز (Sr/Mn) در برابر منگنز (Mn) در سنگ‌آهک‌های برش کبوتربالا؛ روند خطی منفی مشاهده‌شده در این نمونه‌ها را می‌توان به انحلال زیاد توسط فرایندهای دیاژنتیکی نسبت داد.



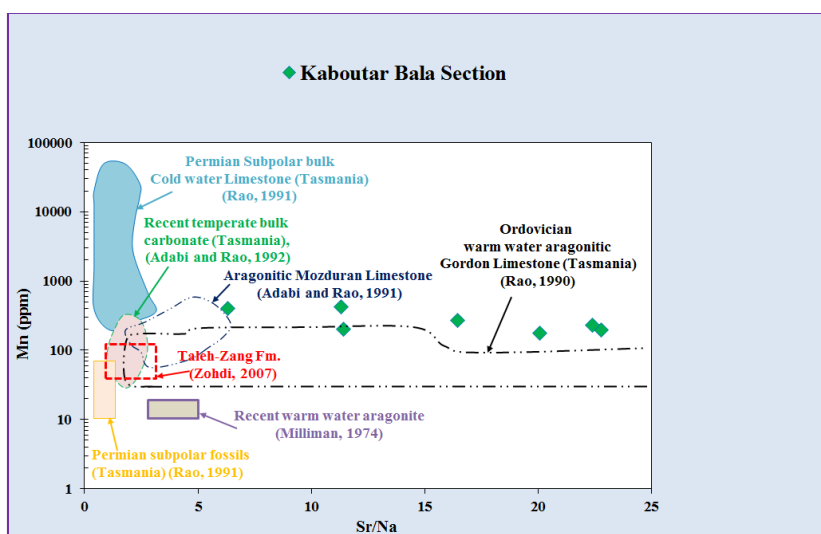
شکل ۱۰- رسم مقادیر آهن در برابر منگنز در سنگ‌آهک‌های مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ روند مثبت بین این دو عنصر گویای تأثیر فرایندهای دیاژنتی غیردریایی روی نمونه‌هاست.

نسبت استرانسیوم به سدیم (Sr/Na) در برابر منگنز (Mn) سنگ‌آهک‌های آراگونیتی حاره‌ای عهد حاضر دارای مقادیر کم منگنز و نسبت زیاد استرانسیوم به سدیم در حدود ۳ تا ۵ هستند؛ در حالی که سنگ‌های آهکی کلسیتی مناطق معتدله عهد حاضر مقادیر زیاد منگنز و نسبت استرانسیوم به سدیم کمتری (حدود ۱) دارند (Rao 1991; Khatibi Mehr and Adabi 2014)؛ بنابراین، با توجه به نسبت استرانسیوم به سدیم در برابر منگنز می‌توان کربنات‌های حاره‌ای دیرینه و عهد حاضر را از کربنات‌های غیرحاره‌ای دیرینه و عهد حاضر تفکیک کرد (Adabi and Rao 1991; Winefield et al. 1996; Adabi and Asadi Mehmandosti 2008; Adabi et al. 2010). اگرچه مقدار

نسبت استرانسیوم به منگنز (Sr/Mn) در برابر منگنز (Mn) در اثر انحلال آراگونیت و کلسیت دارای منیزیم زیاد و تبدیل آنها به کلسیت کم منیزیم، مقدار استرانسیوم به‌طور چشمگیری کاهش و مقدار منگنز افزایش می‌یابد. طی دیاژنز متاوریک نیز مقدار استرانسیوم کاهش و مقدار منگنز افزایش می‌یابد؛ این موضوع درباره سایر سنگ‌آهک‌های دارای ترکیب اولیه آراگونیتی که تحت تأثیر فرایندهای دیاژنتی متاوریکی قرار

استرانسیوم و سدیم در سنگ‌های آهکی دیرینه طی دیاژنز متاوریک یا تدفینی کاهش چشمگیری می‌یابد (Veizer 1983)، هنوز هم نسبت‌های استرانسیوم به سدیم در سنگ‌های آهکی دیرینه می‌تواند باعث تفکیک سنگ‌آهک‌های با کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی از معادل کلسیتی شود (Rao 1991; Adabi and Rao 1991). در شکل ۱۲، روند تغییرات استرانسیوم به سدیم در برابر منگنز ترسیم شده است. مقدار تغییرات نسبت

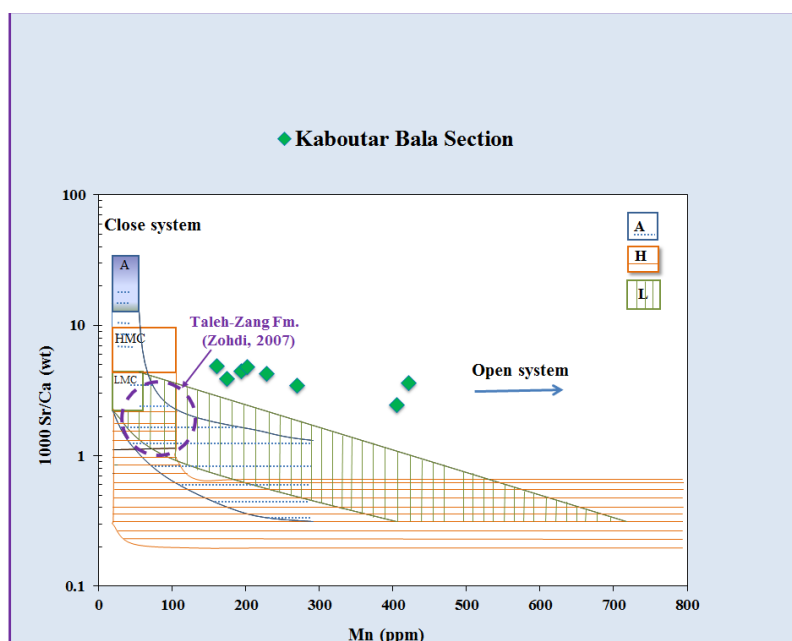
استرانسیوم و سدیم در سنگ‌های آهکی دیرینه طی دیاژنز متاوریک یا تدفینی کاهش چشمگیری می‌یابد (Veizer 1983)، هنوز هم نسبت‌های استرانسیوم به سدیم در سنگ‌های آهکی دیرینه می‌تواند باعث تفکیک سنگ‌آهک‌های با کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی از معادل کلسیتی شود (Rao 1991; Adabi and Rao 1991). در شکل ۱۲، روند تغییرات استرانسیوم به سدیم در برابر منگنز ترسیم شده است. مقدار تغییرات نسبت



شکل ۱۲- تغییرات نسبت استرانسیوم به سدیم (Sr/Na) در برابر منگنز (Mn) در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمونه‌ها درون محدوده سنگ‌آهک‌های آراگونیتی گوردون تاسمانیا یا در مجاورت آن، اما با روندی مشابه قرار می‌گیرند. تمام نمونه‌های آهکی مطالعه‌شده از برش کبوتربالا مقادیر زیاد نسبت استرانسیوم به سدیم (Sr/Na) (بیشتر از ۱) را دارند که گویای ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی است.

نسبت استرانسیوم به کلسیم (Sr/Ca) در برابر منگنز (Mn) برند و وایزر (Brand and Veizer 1980) و برند و همکاران (Brand et al. 2006) محدوده‌هایی را برای روندهای دیاژنتیکی آراگونیت، کلسیت پرمینیزیم و کلسیت کم‌مینیزیم مشخص کرده‌اند. بر اساس ترسیم نسبت استرانسیوم به کلسیم (Sr/Ca) در برابر منگنز (Mn) می‌توان روند دیاژنز را در سیستم‌های باز و بسته مشخص کرد. در سیستم دیاژنز باز، با افزایش تبادل آب به سنگ (water/rock interaction)، میزان نسبت استرانسیوم به کلسیم کاهش می‌یابد و در نتیجه، میزان نسبت

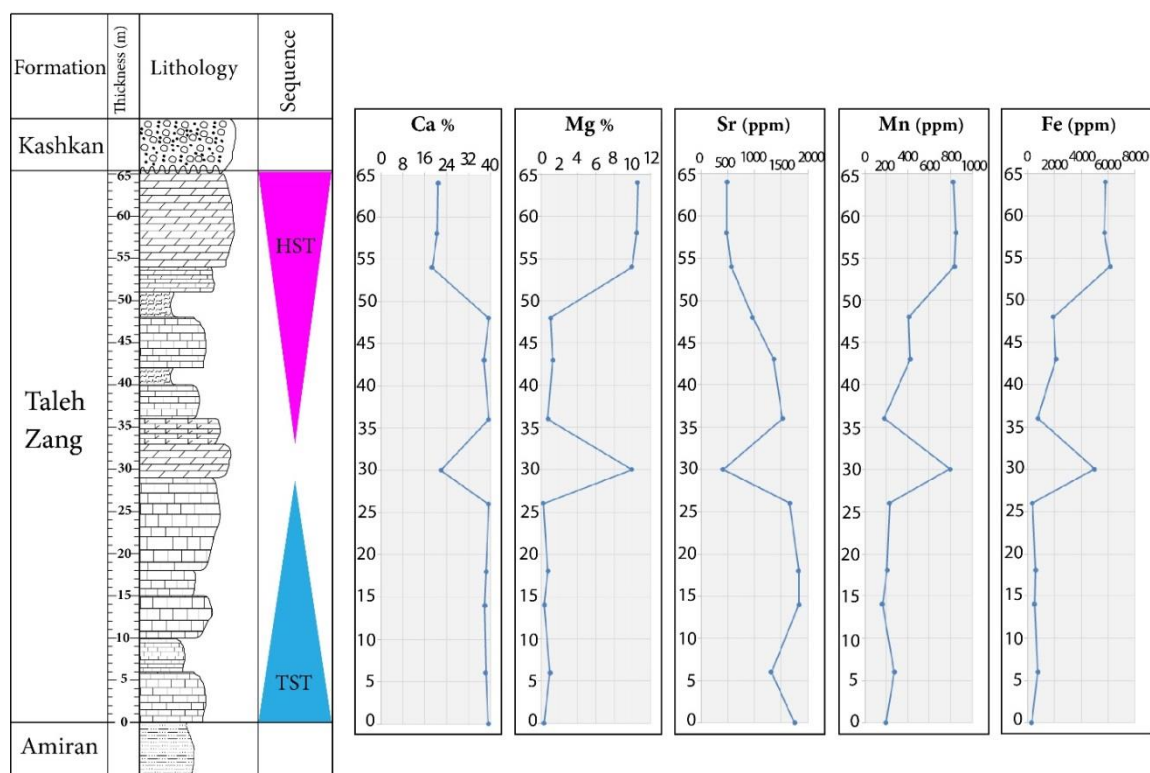
استرانسیوم به کلسیم فازهای دیاژنزی کمتر از ترکیبات اولیه خواهد بود (Hoseinabadi et al. 2016). در سیستم‌های بسته و نیمه‌بسته که تبادل آب به سنگ کم است، نسبت استرانسیوم به کلسیم فازهای دیاژنزی تغییرات محسوسی نسبت به ترکیبات اولیه نخواهد داشت (Adabi and Asadi Mehmandosti 2008). در نمونه‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا به علت مقادیر متوسط استرانسیوم به کلسیم و نیز زیادبودن مقادیر منگنز، شاهد سیستم دیاژنتیکی نیمه‌بسته تا باز هستیم (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- روند تغییرات نسبت استرانسیوم به کلسیم (Sr/Ca) در برابر منگنز (Mn) در سنگ‌آهک‌های سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا؛ نمونه‌های مطالعه‌شده با توجه به مقادیر نسبتاً زیاد منگنز در سیستم دیاژنتیکی نیمه‌بسته تا باز قرار می‌گیرند.

بخش HST بر اساس مشاهدات صحرایی نیز یک ناپوستگی فرسایشی بین سازند تله‌زنگ و کشکان وجود دارد که می‌تواند در ورود آب‌های متاوریکی به بخش‌های بالایی توالی مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ نقش داشته و سبب تغییرات عناصر فرعی در این بخش شده باشد. همچنین در متر ۳۰ متری از این توالی، تغییری ناگهانی در میزان عناصر دیده می‌شود؛ در این متر ۳۰ متری، عناصر کلسیم (از ۳۹/۱۴ به ۲۱/۸۶ درصد) و استرانسیوم (از ۱۶۵۸ به ۴۰۸ پی‌پی‌ام) کاهش ناگهانی نشان می‌دهند؛ در حالی که عناصر منیزیم (از ۰/۲۵ به ۹/۹۵ درصد)، منگنز (از ۲۲۸ به ۷۹۳ پی‌پی‌ام) و آهن (از ۳۵۵ به ۵۰۰۸ پی‌پی‌ام) افزایش ناگهانی نشان می‌دهند. کاهش و افزایش ناگهانی میزان عناصر با فرایند دولومیتی شدن ارتباط دارد که در ادامه، شاهد این فرایند در بخش‌های بالایی این سازند هستیم.

تغییرات عناصر اصلی و فرعی در طول توالی مطالعه‌شده
در این بخش، با توجه به مطالعه‌های چینه‌نگاری سکانسی و ژئوشیمی عنصری به مقایسه تغییرات رخ داده در میزان عناصر اصلی و فرعی در طول توالی مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ در برش کبوتربالا پرداخته می‌شود. در شکل ۱۴، تغییرات رخ داده در میزان عناصر اصلی (کلسیم و منیزیم) و فرعی (استرانسیوم، سدیم، منگنز و آهن) به‌طور جداگانه و در قالب ستون چینه‌شناسی نمایش داده شده است. همان‌طور که در ستون رسم‌شده مشاهده می‌شود، مقادیر عناصر در بخش TST و HST به‌طور کلی با یکدیگر متفاوت است. عنصر استرانسیوم در بخش TST مقادیر بیشتری نسبت به بخش HST دارد که این امر به علت تأثیر دیاژنز متاوریک در بخش‌های بالایی این توالی است؛ برعکس، عناصر آهن و منگنز در بخش TST کمترین مقدار را دارند، ولی در بخش HST به بیشترین مقدار خود می‌رسند که تأییدی است بر شرایط متاوریکی بیشتر در



شکل ۱۴- روند تغییرات عناصر اصلی و فرعی در طول برش مطالعه‌شده از سازند تله‌زنگ

نتیجه

مطالعه‌شده، شواهدی مبنی بر حضور ریزرخساره‌های مناطق عمیق‌تر (رمپ خارجی) که حضور چشمگیر و درخور توجه فرامینیفیرهای پلانکتونیک و ویژگی بارز آنها در زمان پائوسن بالایی- ائوسن میانی است، مشاهده نشد. بر اساس بررسی‌های چینه‌نگاری سکانسی، یک سکانس رسوبی رده سوم در کربنات‌های سازند تله‌زنگ تشخیص داده شد که ریزرخساره فلوتستون تا رودستون حاوی کورالیناسه‌آ، مرجان و بایوکلاست مشخص‌کننده عمیق‌ترین ریزرخساره و سطح بیشترین پیشروی آب دریا در زمان رسوب‌گذاری این سازند است. مرز زیرین این سکانس بدون شواهد خروج از آب از نوع دوم (SB_2) و مرز بالایی این سکانس با شواهد مستدل خروج از آب مانند وجود ناپیوستگی فرسایشی و سازند آواری کشکان از نوع اول (SB_1) تشخیص داده شد. نتایج آزمایش‌های ژئوشیمی و بررسی عناصر اصلی و فرعی و نسبت این عناصر به‌ویژه نسبت استرانسیوم به سدیم در برابر منگنز نشان‌دهنده ترکیب کانی‌شناسی اولیه آراگونیتی در نمونه‌های آهکی سازند تله‌زنگ در این برش است. بر اساس

سازند تله‌زنگ در جنوب کرمانشاه (برش کبوتربالا) از توالی کربناته‌ای به ضخامت ۶۵ متر تشکیل شده است. اگرچه این سازند به‌طور هم‌شیب و پیوسته روی سازند امیران قرار گرفته است، در بالا با ناپیوستگی فرسایشی از سازند آواری کشکان جدا می‌شود. از دیدگاه سنگ‌شناسی، سازند تله‌زنگ عمدتاً از سنگ‌آهک‌های خاکستری تا قهوه‌ای‌رنگ با لایه‌بندی نازک تا توده‌ای و به میزان کمتر سنگ‌آهک دولومیتی، دولومیت آهکی، دولومیت و مارن تشکیل شده است. مطالعه‌های ریزرخساره‌ای به شناسایی شش ریزرخساره کربناته متعلق به چهار زیرمحیط پهنه جزرومدی، لاگون، پشته بایوکلاستی و دریای باز منجر شدند. باتوجه‌به شواهد صحرائی و ارتباط عمودی و جانبی ریزرخساره‌ها در طول توالی، می‌توان مدل رسوب‌گذاری سازند تله‌زنگ در برش مطالعه‌شده را به‌شکل پلت‌فرم کربناته‌ای از نوع رمپ در نظر گرفت که ریزرخساره‌های معرفی‌شده در بخش‌های رمپ داخلی تا بخش‌های ابتدایی رمپ میانی قرار می‌گیرند. در برش

Application of geochemical data as evidence of water-rock interaction in the Sarvak formation, Izeh Zone, Zagros, Iran. *Procedia Earth and Planetary Science*, 7: 31-35.

- Avarjani SH. Mahboubi A. Mousavi-Harami R. Amiri-Bakhtiar H. and Bernner R.L. 2015. Facies, depositional sequences, and biostratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari formation in Marun oilfield, North Dezful Embayment, Zagros basin, SW Iran. *Palaeoworld*, 24(2): 336-358.
- 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.
- 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. *Historical Biology*, 24(2): 121-142.
- Brand U. and Veizer J. 1980. Chemical Diagenesis of a multicomponent carbonate system, I: trace elements: *Journal of Sedimentary Petrology*, 50: 1219-1236.
- Brand U. Azmy K. and Veizer J. 2006. Evaluation of the Salinic I tectonic, Cancañiri glacial and Ireviken biotic events: Biochemostratigraphy of the Lower Silurian succession in the Niagara Gorge area, Canada and U.S.A. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241 (2): 192-213.
- 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.
- Catuneanu O. Abreu V. Bhattacharya J.P. Blum M.D. Dalrymple R.W. Eriksson P.G. Fielding C.R. Fisher W.L. Galloway W.E. Gibling M.R. Giles K.A. Holbrook J.M. Jordan R. Kendall C.G.S.C. Macurda B. Martinsen O.J. Miall A.D. Neal J. E. Nummedal D. Pomar L. Posamentier H.W. Pratt B.R. Sarg J.F. Shanley K.W. Steel R.J. Strasser A. Tucker M.E., and Winker C. 2009. Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 92: 1-33.
- 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.
- Falcon N.L. 1961. Major earth-flexing in the Zagros Mountains of South-west Iran. *Quarterly*

تغییرات نسبت استرانسیوم به کلسیم در برابر منگنز، کربنات‌های سازند تله‌زنگ در برش کیوتربالا در سیستم دیاژنزی نیمه‌بسته تا باز قرار گرفته‌اند. روند تغییرات عناصر اصلی و فرعی در طول توالی نشان می‌دهد تأثیر دیاژنزی متائوریک بیشتر در رسوبات بخش HST است.

References

- Adabi M.H. 2004. A re-evaluation of aragonite versus calcite seas. *Carbonates and Evaporites*, 19: 133-141.
- Adabi M.H. 2009. Multistage dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation, Kopet-Dagh basin, N.E. Iran. *Carbonates and Evaporites*, 24 (1): 16-32.
- Adabi M.H. 2011. *Sedimentary Geochemistry*, Ariyan Zamin Pub. Co., Tehran, 503 p.
- 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.
- Adabi M.H. and Rao C.P. 1991. Petrographic and geochemical evidence for original aragonitic mineralogy of Upper Jurassic carbonate (Mozduran Formation) Sarakhs area, Iran. *Sedimentary Geology*, 72: 253-267.
- Adabi M.H. Kakemem U. and Sadeghi A. 2015. Sedimentary facies, depositional environment and sequence stratigraphy of Oligocene-Miocene shallow water carbonates from the Rig Mountain, Zagros basin (SW Iran). *Carbonates and Evaporites*, 23(2): 1-17.
- 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.
- Adabi M.H. Zohdi A. Ghabeishavi A. and Amiri-Bakhtiyar H. 2008. Applications of nummulitids and other larger benthic foraminifera in depositional environment and sequence stratigraphy: an example from the Eocene deposits in Zagros Basin, SW Iran. *Facies*, 54: 499-512.
- Aghanabati A. 2010. *Geology of Iran*, Ministry of industry and mines, Geological survey and mineral exploration of Iran. 606 p.
- Anderson T.F. and Arthur M.A. 1983. Stable Isotopies of Oxygen and Carbon and their application to sedimentologic and paleoenvironmental problems: In M.A. Artur T.F. Anderson I.R. Kaplan J. Veizer and L. Land (Eds.), *stable Isotopes in Sedimentary Geology*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists short course, 10(1): 1-151.
- Asadi Mehmandosti E. and Adabi M.H. 2013.

- and Pleistocene) subpolar (Permian) carbonates, Tasmania Australia. *Carbonates and Evaporites*, 6: 83-106.
- Rao C.P. and Adabi M.H. 1992. Carbonate minerals, major elements and oxygen and carbon isotopes and their variation with depth in cool, temperate carbonates, Western Tasmania, Australia: *Marine Geology*, 103: 249-272.
- Rao C.P. and Amini Z.Z. 1995. Faunal relationship to grain-size, mineralogy and geochemistry in recent temperate shelf carbonates, Eastern Tasmania, Australia. *Carbonates and Evaporites*, 10: 114-123.
- Rao C.P. and Jayawardane M.P.J., 1994. Major minerals, elemental and isotopic composition in modern temperate shelf carbonates, Eastern Tasmania, Australia, implications for the occurrence of extensive ancient non-tropical carbonates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107: 49-63.
- Roopzaykar A. and Maghfouri-Moghaddam I. 2015. Biostratigraphy, facies analysis and paleoecology of the Asmari Formation in the Northwest of Behbahan, South-western Iran. *Carbonates and Evaporites*, 30: 387-400.
- Scholle P.A. and Ulmer-Scholle D.S. 2006. *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 459 p.
- Sekhavati B. 2008. Recognition of microfossils of the Taleh-Zang Formation in the Tangeh Mersad, South of Kermanshah. *Journal of New Findings in Applied Geology*, 5: 34-40.
- Shabafrooz R. Mahboubi A. Vaziri-Moghaddam H. Ghabeishavi A. and Moussavi-Harami R. 2015. Depositional architecture and sequence stratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari platform, Southeastern Izeh Zone, Zagros Basin, Iran: *Facies*, 61: 1-32.
- Shalalvand 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.
- Shanmugam G. and Benedict G.L. 1983. Manganese distribution in the carbonate fraction of shallow to deep marine lithofacies, Middle Ordovician, Eastern Tennessee. *Sedimentary Geology*, 35: 165-175.
- Veizer J. 1983a. Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique, *Stable Isotopes in Sedimentary Geology*: Society for Sedimentary Geology, 10: 3-100.
- Vescogni A. Bosellini R.F. Papazzoni C.A Giusberti L. Roghi G. Fornaciari E. Dominici S. and Zorzini R. 2016. Coralgall buildups associated with the Bolca Fossil- Lagerstatte: new evidence from the Ypresian of Monte Postale *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.
- 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
- Haq B.U. Hardenbol J. and Vail. P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.
- Hoseinabadi M. Mahboubi A. Mirab Shabestari G.R. and Motamed A. 2016. Depositional environment, diagenesis and geochemistry of Devonian Bahram formation carbonates, Eastern Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(1): 1-25.
- Kahsnitz M.M. Willems H. Luo H. and Zhou Z.C. 2018. Paleocene and Lower Eocene shallow-water limestones of Tibet: Microfacies analysis and correlation of the eastern NeoTethyan Ocean. *Palaeoworld*, 27(2): 226-246.
- Khatibi Mehr M. and Adabi M.H. 2014. Microfacies and geochemical evidence for original aragonite mineralogy of a foraminifera-dominated carbonate ramp system in the Late Paleocene to Middle Eocene, Alborz basin, Iran. *Carbonates and Evaporites*, 30(1): 77-98.
- Khosroabadi M.J. 2016. *Microbiostratigraphy of Taleh Zang Formation in Southeastern of Eslamabad Gharb*, M.Sc. thesis, Lorestan University, Iran, 80 p.
- Maghboulia N. 2016. *Microbiostratigraphy of Taleh Zang Formation in Southwestern of Kermanshah*, M.Sc. thesis, Lorestan University, Iran, 95p.
- Milliman J.D. 1974. *Marine Carbonates*. Springer-verlag. New York, 375p.
- Mucci A. 1988. Manganese uptake during calcite precipitation from Seawater: conditions leading to the Formation of a pseudo kutnahorite: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52: 1859-1868.
- Posamentier H.W. Jervey M.T. and Vail P.R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition II – conceptual framework. In: Wilgus C.K. Hastings B.S. Kedall C.G.St.C. Posamentier H.W. Ross C.A. and Van Wagoner J.C. (Eds.), *Sea Level Changes: An Integrated Approach*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 42: 125-154.
- Rajabi P. Moghadam M.I. and Gharib F. 2011. Microbiostratigraphy and microfacies of Taleh-Zang Formation in Lorestan basin. *Geosciences*, 22(86): 155-160.
- Rao C.P. 1991. Geochemical differences between subtropical (Ordovician), temperate (Recent

- (NE Italy). *Facies*, 62(21): 1-20
- Vincent B. Rambeau C. Emmanuel L. and Loreau J.P. 2006. Sedimentary and trace element geochemistry of shallow marine carbonates: an approach to paleoenvironmental analysis along Pagni-sur-Meuse section (Upper Jurassic, France). *Facies*, 52: 69-84.
- Wilson J.L. 1975. Carbonate Facies in Geological History. Springer, 471p.
- Winefield P.R. Nelson C.S. and Hodder A.P.W. 1996. Discriminating temperate carbonates and their diagenesis environments using bulk elemental geochemistry, a reconnaissance study based on New Zealand Cenozoic Limestones. *Carbonates and Evaporates*, 11: 19-31.
- Zohdi A. 2007. Geochemistry, diagenesis and sedimentary environment of the carbonate deposits of Tale Zang Formation in type section at Langar Anticline, (Dezful) and comparison with surface Tale Zang section at Kialo Anticline, (Dehluran), M.Sc thesis. Shahid Beheshti University, Iran, 154 p.