



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 38, Issue 4, No. 89, Winter 2023, pp 77-94
Received: 11.01.2023 Accepted: 18.03.2023

Research Paper

Stratigraphy and reconstruction of the sedimentary environment of the Dalichai and Lar formations in the Yengejeh section (southeast of Zanjan)

Javad Rabbani  *

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

Afshin Zohdi

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

Shahram Fozoni

MSc. Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan. Zanjan, Iran
sh.fouzuni@gmail.com

Abstract

Stratigraphic and sedimentology studies have been carried out on sixty-nine rock samples related to the one hundred fifteen meters thickness of the Dalichai and Lar formations in the southeast of Zanjan. The carbonate layers of the Dalichai Formation with seventy-eight meters thickness overlay the strata of the Shemshak Group/Formation (the boundary has been covered) and are overlaid by thirty-seven meters thickness of carbonate layers of the Lar Formation with gradual boundary in this area. There are some sedimentological changes in the succession across the Dalichai-Lar formations boundary such as color changes, bedding thickness changes from medium to thick, disappearance of *Thalassinoides* facies, chert nodules, and Ammonite/Belemnite facies and finally changes in microfacies from mudstone to the wackestone/packstone (deeper to the shallower). The Lar Formation is the youngest formation in this area that has been covered by the Quaternary sediments. Five lithofacies have been identified based on field and microscopic studies: 1- Peloidal packstone with intraclasts, 2- Pellet/oncoid wackestone/packstone, 3- Mudstone with *Thalassinoides*, 4- *Bositra buchi* pelagic packstone and 5- Pelagic mudstone that shows basin and outer ramp as depositional environments for the Dalichai and Lar formations in this section. Field and facies studies show a deepening upward trend to the middle parts of the section (upper parts of the Dalichai Formation) and followed by shallowing upward trend to the upper parts (Lar Formation) of the section.

Keywords: Stratigraphy, Sedimentary environment, Dalichai Formation, Lar Formation, Zanjan.

Introduction

Several studies have been carried out on the stratigraphy and sedimentary environment of the Dalichai and Lar formations in different parts of the Alborz sedimentary basin, which show that the Dalichai Formation is lithologically composed of marls, shales, and limestones, and the Lar Formation include thick-bedded fossiliferous limestones. Microfacies studies on the Dalichai Formation show that this formation was deposited in a deep marine ramp environment. Separation of the boundary between Dalichai and Lar formations has been discussed by many geologists, so for this purpose, in addition to fieldwork studies and lithological

boundary, geochemical data have also been used for this purpose in some studies. In this research, a suitable outcrop in the southeast of Zanjan was examined for the purpose of studying stratigraphy, separating the boundary between the Dalichai and Lar formations, and reconstructing the sedimentary environment of these formations.

Material & Methods

During the initial field studies, the best and most complete section was selected for stratigraphic study and sampling. During the field studies, features such as changes in lithology composition and the thickness of succession, fossil content,

*Corresponding author

Rabbani J. Zohdi A. and Fozuni, S. (2023). Stratigraphy and reconstruction of the sedimentary environment of the Dalichai and Lar formations in the Yengejeh section (southeast of Zanjan). *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 38(4):77-94.

2423-8007 / © 2023

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.2023.136249.1250>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1401.38.4.4.3>

the color of the weathered surface of rocks and rock texture were considered. Sixty-nine samples were collected from the Dalichai and Lar formations. Thirty samples are related to Dalichai Formation and the rest are related to Lar Formation. Also, two samples were collected from the Shemshak Formation/Group. Thin sections were prepared from all the samples. The classification of Dunham (1962) was used in determining and naming the microfacies, and the environmental interpretation was based on Flügel and Munnecke (2010). The proposed sedimentary model for these deposits was presented based on the combination of field and microscopic data.

Discussion of Results & Conclusions

The lithology of the Dalichai Formation in the western Alborz is mainly limestones and argillaceous limestones (Adabi and Abarghani 2001), but towards the central and eastern Alborz, it is observed as shale and marl (Hashemi-Yazdi et al. 2020). The Dalichai Formation in the studied section consists of about 78 meters of blue and grey medium-bedded limestones with mudstone texture. A collection of ammonite and belemnite fossils are observed in the upper parts of the Dalichai Formation, which are mainly in the form of external molds and in most cases are filled with secondary silica. The identification of the boundary between the Dalichai and Lar

formations is based on the presence of cherty sequences and thick-bedded limestone layers, which is clearly visible in the studied section. The stratigraphic and sedimentological studies on the Dalichai and Lar formations in the Yengje section led to the identification of five facies, which are as follows from shallow to the deep marine environment: pelloidal packstone with intraclast, pellet-oncoid wackestone-packstone, mudstone with *Thalassinoides*, *Bositra buchi* pelagic packstone and finally pelagic mudstone. The identified microfacies indicate the deposition of the Dalichai Formation in the studied area in an open marine environment belonging to the outer ramp and deep basin during the Middle Jurassic. The dominant presence of micrite and little amounts of cement in the carbonate facies also probably indicates a low-energy sedimentary environment during the deposition of carbonates of the Dalichai Formation in the studied area. The presence of semi-rounded intraclasts shown in situ intra-basin transport can be affected by the activities of the Middle Cimmerian orogenic phase in the region. This facies can indicate the beginning of a transgression, and then, the facies of the deep basin were deposited. Following that, as a result of the sea level fall, the facies change to wackestone to packstone with pellets and oncoid related to the outer ramp of the Lar Formation.



چینه‌نگاری و بازسازی محیط رسوب‌گذاری سازندهای دلیچای و لار در برش ینگجه (جنوب خاوری زنجان)

جواد ربانی ^{ID} *، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

rabbani@znu.ac.ir

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

afshin.zohdi@znu.ac.ir

شهرام فزونی، کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

sh.fouzuni@gmail.com

چکیده

مطالعات چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی بر روی ۶۹ نمونه از مجموع ۱۱۵ متر توالی سنگی مربوط به سازندهای دلیچای و لار در منطقه جنوب خاوری زنجان انجام شد. سنگ‌آهک‌های سازند دلیچای با ستبرای ۷۸ متر با مرز پوشیده بر نهشته‌های سازند شمشک و به صورت تدریجی در زیر توالی‌های کربناته سازند لار به ضخامت ۳۷ متر واقع شده است. شناسایی مرز بین سازندهای دلیچای و لار براساس شواهدی از قبیل تغییر رنگ توالی‌ها، تغییر ضخامت لایه‌ها از متوسط لایه در سازند دلیچای به ضخیم لایه در سازند لار، وجود تالاسینوئیدها و گرهک‌های سیلیسی در نزدیکی مرز، حضور فسیل‌های آمونیت و بلمنیت در آخرین توالی‌های سازند دلیچای و تغییر رخساره‌ها از مادستون عمیق در سازند دلیچای به وکستون تا پکستون محیط‌های کم‌عمق‌تر انجام شد. مرز بالایی سازند لار در این ناحیه پوشیده است و به عبارت دیگر سازند لار جدیدترین سازند در این برش به شمار می‌رود. بر مبنای مطالعات رخساره‌ها، پنج رخساره رسوبی در این نمونه‌ها شناسایی شد که شامل ۱- پکستون پلوئیدی دارای اینتراکلاست؛ ۲- وکستون تا پکستون دارای پلت و آنکوئید؛ ۳- مادستون دارای اثر فسیل تالاسینوئید؛ ۴- پکستون پلاژیک حاوی دوکفه‌ای و ۵- مادستون پلاژیک‌اند و نشان می‌دهد سازند دلیچای و لار در بخش‌های حوضه عمیق و رمپ خارجی (basin-outer ramp) نهشته شده‌اند. نتایج مطالعات صحرایی و رخساره‌ای در این برش، بیانگر وجود یک روند عمیق‌شوندگی به سمت بخش‌های میانی برش (بخش‌های بالایی سازند دلیچای) و در ادامه یک روند کم‌عمق‌شوندگی به سمت بخش‌های انتهایی برش (سازند لار) است.

واژه‌های کلیدی: چینه‌نگاری، محیط رسوبی، سازند دلیچای، سازند لار، زنجان.

* نویسنده مسئول

ربانی، ج.؛ زهدی، ا. و فزونی، ش. (۱۴۰۱). «چینه‌نگاری و بازسازی محیط رسوب‌گذاری سازندهای دلیچای و لار در برش ینگجه (جنوب خاوری زنجان)»، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۸(۴): ۷۷-۹۴.



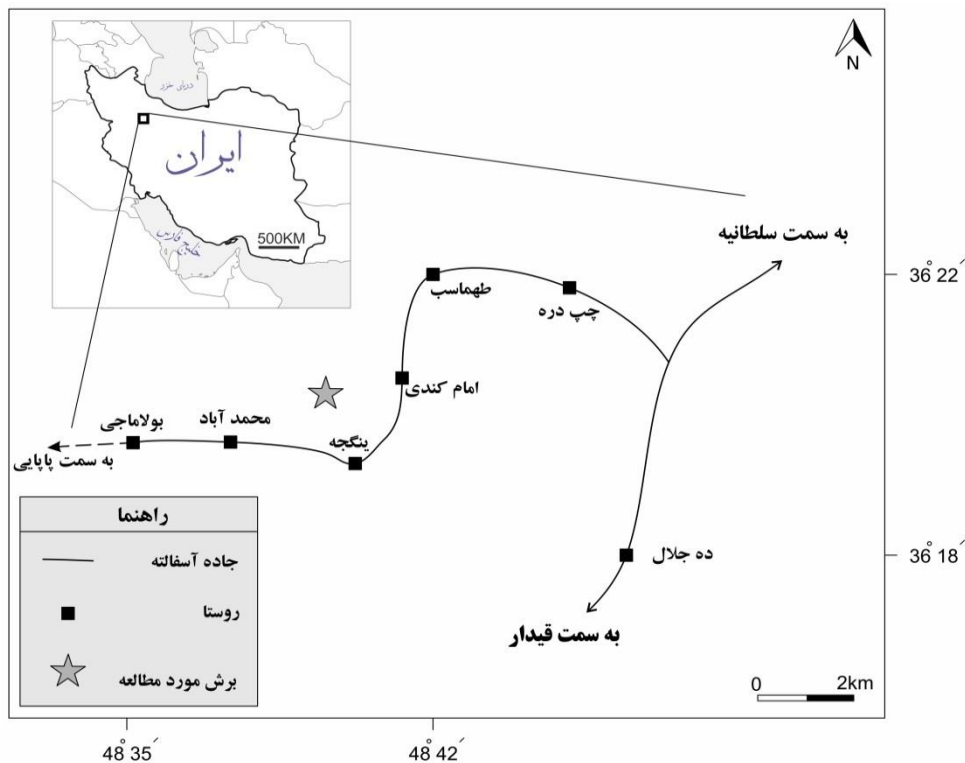
مقدمه

کوهزایی سیمین و آثار آن در نهشته‌های ژوراسیک ایران، باعث شده است تا توجه زمین‌شناسان به سازندهای این محدوده زمانی بیشتر شود. مجموعه نهشته‌های ژوراسیک در البرز تحت تأثیر فاز کوهزایی سیمین بوده است؛ به طوری که در فازهای مختلف باعث تشکیل نهشته‌های مولاس (گروه شمشک)، ناپیوستگی‌ها و مرزهای فرسایشی در این محدوده زمانی شده است. در ادامه آن و طی فعالیت فاز کوهزایی سیمین میانی در ژوراسیک میانی، یک ناپیوستگی بزرگ مقیاس در محدوده بین سازندهای شمشک و دلیچای در ناحیه شمال ایران به وقوع پیوسته است (Fursich et al. 2009) در ادامه، با تشکیل حوضه پشت کمانی حاصل از فرورانش نئوتتیس به زیر اورازیا، نهشته‌های دریایی عمیق سازند دلیچای به سن ژوراسیک میانی و توالی‌های سکوی کربناته سازند لار به سن ژوراسیک بالایی تشکیل شده‌اند (Wilmsen et al. 2009). با هدف مطالعه چینه‌نگاری، تفکیک سازندهای دلیچای و لار و بازسازی محیط ته‌نشست دیرینه سازندهای مذکور، یک رخنمون در محدوده جنوب شرقی زنجان مطالعه شد.

راه دسترسی به برش مطالعه شده

برش مطالعه شده در جنوب باختر شهر سلطانیه و در جنوب خاور زنجان واقع شده است. به منظور دسترسی به این برش، از شهر سلطانیه در مسیر سلطانیه-قیدار پس از طی مسافت حدود ۵ کیلومتر از سه راهی چپ دره، می‌توان به برش مدنظر دسترسی یافت. این برش، پس از عبور از روستاهای چپ دره، طهماسب و امام کندی، بین روستای امام کندی و ینگچه در سمت راست جاده واقع شده است. سازندهای دلیچای و لار در این برش، ارتفاعات منطفه را تشکیل می‌دهند (شکل ۱).

لایه‌های به سن ژوراسیک در البرز، شامل توالی‌های گروه شمشک و توالی‌های دریایی (سازندهای لار و دلیچای) هستند (Aghanabati 2004). مطالعات متعددی درباره چینه‌نگاری و محیط رسوبی دیرینه سازندهای دلیچای و لار در نقاط مختلف انجام شده است که نشان می‌دهد توالی‌های سازند دلیچای عموماً شامل مارن، شیل و سنگ‌آهک بوده است که در بر دارنده محدوده سنی باژوسین تا کالوین (Boroumand et al. 2012; Vaziri et al. 2012; Sajjadi et al. 2018; Hashemi-Yazdi et al. 2018; Asgharnia Roshan et al. 2019; Zarei 2022; Dehbozorgi and Senemari 2020) و در برخی نواحی سن باژوسین تا آکسفوردین (Seyed Emami et al. 2009; Vaziri et al. 2012; Behfar et al. 2011) است و به ندرت در محدوده سنی کرتاسه زیرین (Shiri and Hadavi 2021) نیز گزارش شده است. مطالعات ریزرخساره‌ها بر سازند دلیچای نشان می‌دهد این سازند در یک محیط رمپ کربناته عمیق نهشته شده است (Zohdi and Rabbani 2018; Zohdi et al. 2021). سازند لار متشکل از مجموعه توالی‌های کربناته متوسط تا ضخیم‌لایه است که به صورت تدریجی و پیوسته بر نهشته‌های سازند دلیچای واقع شده است؛ اما در برخی نواحی ممکن است سازند لار با ناپیوستگی فرسایشی بر نهشته‌های گروه شمشک نیز مشاهده شوند (Aghanabati 2004). بسیاری از زمین‌شناسان درباره تفکیک مرز بین سازندهای دلیچای و لار بحث کرده‌اند؛ به طوری که برای این منظور علاوه بر مشاهدات صحرایی و تفکیک سنگ‌شناسی، در برخی از مطالعات از داده‌های ژئوشیمیایی نیز برای این کار استفاده شده است (Monajati-Maleki and Siabeghodsy 2018). براساس مطالعات چینه‌شناسی و رسوب‌شناسی، محدوده سنی ژوراسیک بالایی و محیط رسوبی رمپ کربناته برای نهشته‌های سازند لار تعیین شده است (Salehi 2013; Alinejad and Rezaei 2014; Asghari et al. 2014; Monajati-Maleki et al. 2020; Dehbozorgi and Sadeghi 2015). فعالیت فازهای



شکل ۱ - نقشه راه دسترسی به منطقه مطالعه شده

Fig 1- Road map of the studied section

تعداد ۶۹ نمونه از مجموع ۱۱۵ متر از سازندهای دلیچای و لار برداشت شد که ۳۰ نمونه مربوط به سازند دلیچای و مابقی مربوط به سازند لار است. همچنین دو نمونه سنگی نیز از واحدهای سنگی سازند شمشک برداشت شد.

از تمامی نمونه‌ها در کارگاه مقطع‌گیری دانشگاه فردوسی مشهد برش نازک میکروسکوپی تهیه و مطالعات ریزرخساره‌ها با استفاده از میکروسکوپ نور عبوری در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه زنجان انجام شد. در تعیین و نام‌گذاری ریزرخساره‌ها، از تقسیم‌بندی استاندارد دانهام (1962) استفاده و تفسیر محیطی بر مبنای کمرندهای رخساره‌ای استاندارد فلوگل (2010) انجام شد. مدل رسوبی پیشنهادی برای این نهشته‌ها براساس تلفیق داده‌های صحرایی و میکروسکوپی با استفاده از نرم‌افزار کرل دراو ترسیم شد. چینه‌شناسی منطقه و برش مطالعه‌شده

براساس نقشه زمین‌شناسی 1: 100.000 خدابنده - سلطانیه، منطقه مطالعه‌شده در بین کمرند رخمون‌یافته جنوب سلطانیه با راستای شمال غربی-جنوب شرقی واقع

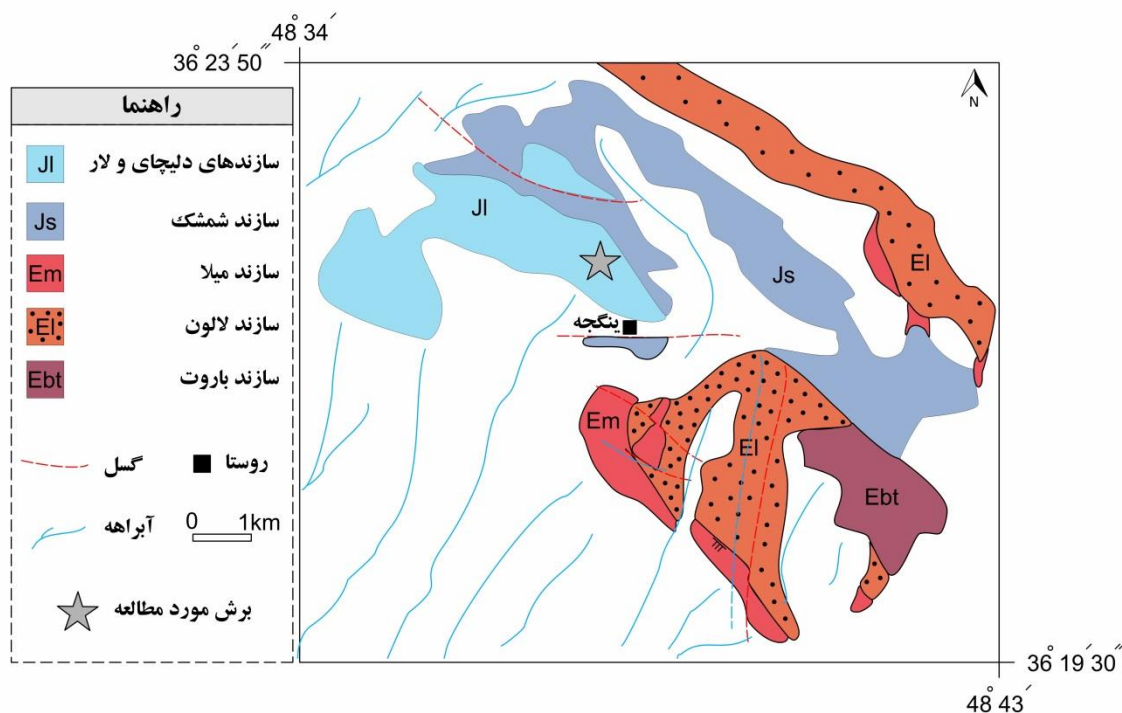
ادامه این مسیر پس از عبور از روستاهای ینگجه، محمدآباد، بولاماجی و ... در نهایت به جاده زنجان-بیجار در محدوده روستای پاپایی ختم می‌شود؛ به طوری که می‌توان از سمت پاپایی نیز به این منطقه دسترسی یافت (شکل ۱).

روش مطالعه

بازدید اولیه از منطقه پس از بررسی مقالات و نقشه‌ها انجام شد. در این بازدید، رخنمون نهشته‌های ژوراسیک در این منطقه بررسی و بهترین و کامل‌ترین برش در منطقه، مابین روستاهای ینگجه و امام کندی برای نمونه‌برداری انتخاب شد. تمرکز اصلی نمونه‌برداری بر نهشته‌های سازندهای دلیچای و لار به خصوص در مرز این دو سازند انجام شد. در این باره، برای تفکیک مرز این دو سازند در صحرا، ویژگی‌هایی از قبیل تغییر در ترکیب سنگ‌شناسی، تغییر در ضخامت توالی‌ها، تغییرات محتوای فسیلی در این محدوده، تغییر رنگ سطح هوانزده سنگ‌ها، بافت سنگ و دیگر شواهد صحرایی درخور توجه قرار گرفت.

است (شکل ۳-۱) که رخنمون محدودی در منطقه دارد؛ به‌طوری که واریزه‌های سنگی و نهشته‌های کواترنری، بخش بسیار زیادی از این سازند را پوشانیده است.

شده است (شکل ۲). براساس مطالعات صحرایی، سازند شمشک قدیمی‌ترین واحدهای سنگی و نواحی پست و فروافتاده را در منطقه تشکیل می‌دهد. این سازند متشکل از توالی‌های ماسه‌سنگی و سیلت سنگی (شکل ۶) به رنگ سبز



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعه‌شده، برگرفته از نقشه 1:100.000 خدابنده - سلطانیه (Alavi Naeini 1994)

Fig2- Geological map of the studied section (cropped from geological map of Khodabande-Soltaniye 1:100000)

بوده است (Zohdi et al. 2021; Adabi and Abarghani 2001;) اما این سازند به سمت البرز مرکزی و شرقی با تغییر لیتولوژی (شیل، مارن) همراه است (Hashemi-Yazdi et al. 2020). سازند دلچای در این برش متشکل از حدود ۷۸ متر توالی‌های کربناته متوسط‌لایه (شکل ۵-۱) به رنگ آبی و خاکستری با بافت مادستونی است. در بخش‌های انتهایی سازند دلچای، مجموعه‌ای از فسیل‌های آمونیت و بلمنیت (شکل ۵-۲ و ۳) مشاهده می‌شوند که عمدتاً به‌صورت قالب خارجی بوده و در بیشتر موارد به‌وسیله سیلیس ثانویه پر شده‌اند.

مرز بین سازند شمشک و دلچای در این منطقه با واریزه‌های بخش‌های ابتدایی سازند دلچای پوشیده است (شکل ۳-۲)؛ اما با توجه به وجود یک لایه آهکی حاوی خرده‌های درون حوضه‌ای (اینتراکلاست) در بخش‌های ابتدایی سازند دلچای، می‌توان بیان کرد که مرز بین این دو واحد سنگی به‌صورت فرسایشی درون حوضه‌ای است (شکل ۴). این رخساره اینتراکلاستی در محدوده جنوب زنجان در نزدیکی روستای احمد کندی نیز، در ابتدای سازند دلچای گزارش شده است (Zohdi et al. 2021). سنگ‌شناسی سازند دلچای در البرز غربی عمدتاً به‌صورت آهک و آهک رسی



شکل ۳- A- نمای نزدیک از توالی‌های ماسه‌سنگی و سیلت سنگی سازند شمشک؛ B- نمایی از مرز بین سازندهای دلیچای و لار (دید به سمت شمال باختری)

Fig 3- A- Sandstone and siltstone of Shemshak Formation B- Dalichai/Lar Formations boundary (to the Northwest)

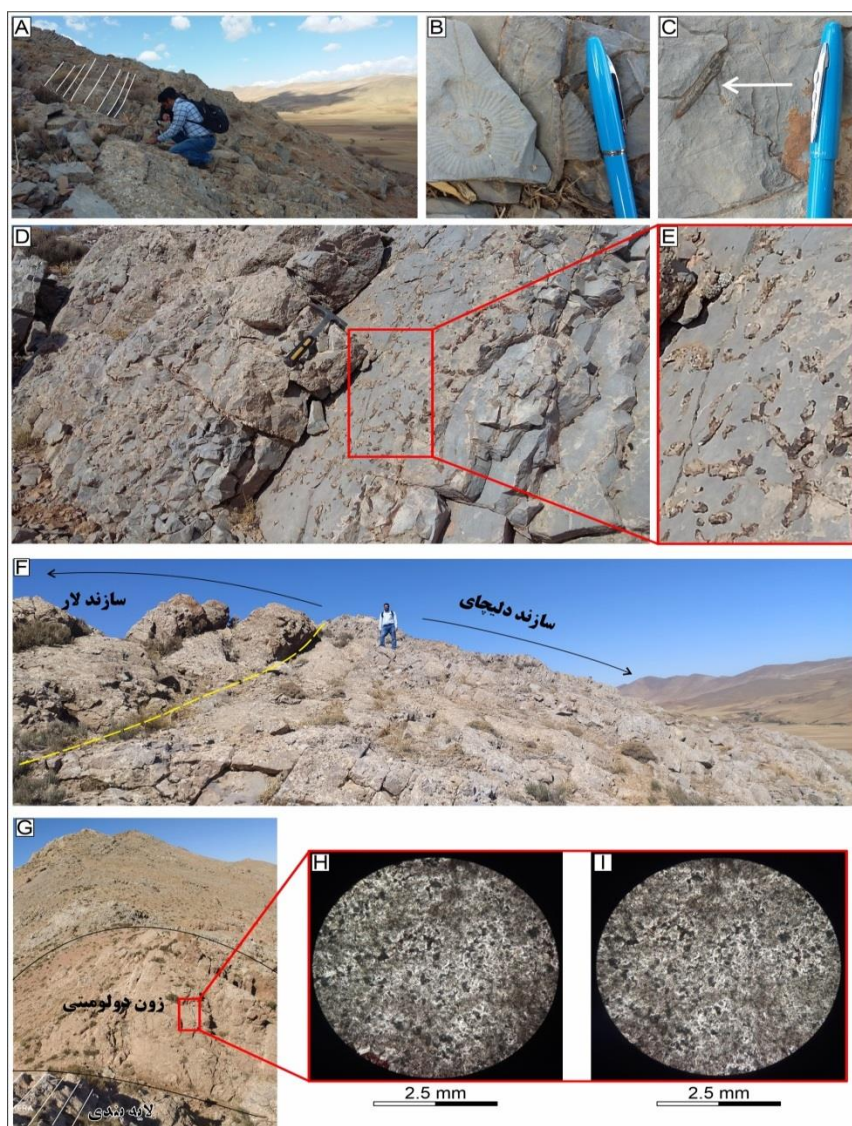


شکل ۴- نمای نزدیک از توالی‌های حاوی قطعات اینتراکلاست در قاعده سازند دلیچای در منطقه مطالعه شده

Fig 4- Intraclasts bearing layers from the basal parts of the Dalichai Formation in the study area

تفکیک این دو سازند را تأیید می‌کند؛ به طوری که در گذر از مرز سازند دلیچای به سازند لار، رخساره‌ها از مادستون به رخساره‌های حاوی پلوئید و آنکوئید تبدیل می‌شوند. در این محدوده، گسل‌های متعددی به صورت عمود بر امتداد لایه‌بندی فعالیت داشته‌اند؛ به طوری که در مسیر این گسل‌ها، به دلیل تزریق سیال غنی از منیزیم، فرایند دولومیتی شدن رخ داده است که به صورت محدوده‌های قرمز کمرنگ عمود بر لایه‌بندی دیده می‌شوند (شکل ۵- I, H, G). توالی‌های کربناته ضخیم‌لایه سازند لار به ضخامت ۳۷ متر، آخرین واحدهای سنگی منطقه را تشکیل می‌دهند که حاوی فسیل دوکفه‌ای‌اند (شکل ۶). مرز بالایی این سازند با واریزه‌ها و زمین‌های کواترنری منطقه پوشیده شده است (شکل ۵).

شناسایی مرز بین سازندهای دلیچای و لار براساس وجود توالی‌های چرتی و آهک‌های ضخیم‌لایه است (Aghanabati 2004) که این موضوع در برش مطالعه شده به وضوح دیده می‌شود. پس از عبور از توالی‌های آمونیت‌دار و بلمنیت‌دار بخش‌های انتهایی سازند دلیچای، مجموعه‌ای از توالی‌های کربناته مملو از چرت دیده می‌شود که به صورت ثانویه حفرات را پر کرده است. این حفرات پر شده در واقع اثر فسیل‌های تالاسینوئید هستند (شکل ۵- D و E). همچنین در این محدوده، توالی‌های متوسط‌لایه سازند دلیچای به طور تدریجی به کربناته‌های ضخیم‌لایه رنگ روشن تبدیل می‌شوند. تغییر در ضخامت لایه‌ها در گذر از سازند دلیچای به لار کاملاً مشهود است (شکل ۵- F). مطالعات رخساره‌ها نیز



شکل ۵- A- نمایی از توالی‌های کربناته متوسط‌لایه سازند دلپچای در برش مطالعه‌شده؛ دید به سمت شمال باختری؛ **B-** نمای نزدیک از فسیل آمونیت در توالی‌های انتهایی سازند دلپچای در برش مطالعه‌شده؛ **C-** نمای نزدیک از فسیل بلمنیت در واحدهای انتهایی سازند دلپچای در برش مطالعه‌شده؛ **D-** نمای دور از طبقات مملو از اثر فسیل تالاسینوئید در نزدیکی مرز سازند دلپچای و لار برش مطالعه‌شده که با کانی ثانویه سیلیس پر شده‌اند؛ **E-** نمای نزدیک از اثر فسیل تالاسینوئید در برش مطالعه‌شده؛ **F-** نمای دور از مرز بین سازند دلپچای و لار در برش مطالعه‌شده؛ دید به سمت شمال باختر. تغییر ضخامت توالی‌ها از راست (سازند دلپچای) به چپ (سازند لار) به وضوح مشاهده‌شده است؛ **G-** نمای دور از زون دولومیتی شده عمود بر لایه‌بندی در برش مطالعه‌شده. رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای زون دولومیتی در این تصویر مشاهده‌شده است؛ **H, I-** تصاویر میکروسکوپی بلورهای دولومیت در زون‌های دولومیتی شده برش مطالعه‌شده.

Fig 5- A- Medium bedded limestone of Dalichai Formation in the studied section (to the Northwest). B- Ammonite fossil in the carbonate layers of the upper parts of the Dalichai Formation. C- Belemnite fossil in the carbonate layers of the upper parts of the Dalichai Formation. D- Silicified thalassinoid ichnofossils near the Dalichai/Lar Formations boundary. E- Thalassinoides ichnofossils in the studied section. F- Thicknesses changes across the Dalichai/Lar boundary (to the Northwest). G- Dolomitic zones that crosscut the layers (brownish red color parts). H, I- Microscopic pictures of dolomite crystals in the dolomitic parts of the studies section.

رخساره‌ها

مطالعات چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی بر دو سازند دلیچای و لار در برش ینگجه، به تفکیک پنج رخساره منجر شد که به ترتیب رخساره‌های کم‌عمق به عمیق به شرح زیرند:

پکستون پلوئیدی دارای ایتراکلاست (1-Peloidal packstone with intraclast)

این رخساره در بر دارنده توالی‌های نازک تا متوسط لایه کربناته‌اند که حاوی قطعات ایتراکلاست کربناته با اندازه‌های مختلف (طول ۱ تا ۵ سانتی‌متر) با فراوانی حدوداً ۳۵ تا ۴۵ درصدند. قطعات ایتراکلاست به صورت نیمه‌گرد شده است و از نظر رنگی با سنگ زمینه متفاوت‌اند (شکل ۴). وجود گردشگی ضعیف تا متوسط در این قطعات و نبود خردشدگی بیانگر ایتراکلاست بودن قطعات مذکور است که تحت شرایط جابه‌جایی کوتاه‌مدت و درجا تشکیل شده‌اند. در این رخساره، قطعات پلوئید نیز با فراوانی در حدود ۵ تا ۷ درصد دیده می‌شود که حاصل شکسته شدن قطعات ایتراکلاست در اثر برخورد امواج‌اند. قطعات ایتراکلاست و پلوئید دارای جورشدگی ضعیف‌اند و در زمینه گلی با بافت پکستونی قرار گرفته‌اند. این رخساره معادل کمربند رخساره‌ای استاندارد شماره ۴ رمپ کربناته (Flugel and Munnecke 2010) است که بخش نزدیک به ساحل محیط رسوبی رمپ خارجی (Proximal outer ramp) را مشخص می‌کند. ایتراکلاست‌های درون حوضه‌ای ابتدای سازند دلیچای می‌تواند بیانگر فاز فرونشست مربوط به فاز سیمین میانی باشد که شروع یک پیشروی سریع را نمایان می‌کند. این رخساره در بخش‌های ابتدایی سازند دلیچای مشاهده شده است؛ به طوری که اولین رخنمون‌های سازند دلیچای به ضخامت ۳ متر (از ضخامت ۱ تا ۳ متر) را شامل می‌شوند. این رخساره گسترش جانبی زیادی دارد؛ به طوری که علاوه بر گسترش در کل محدوده مطالعه شده، در فاصله افقی حدوداً ۳۵ کیلومتری شمال باختری این برش نیز در نزدیکی روستای

احمد کندی در قاعده سازند دلیچای مشاهده شدنی است.

وکستون تا پکستون داری پلت و آنکوئید (2-Pellet-oncooid wackestone-packstone)

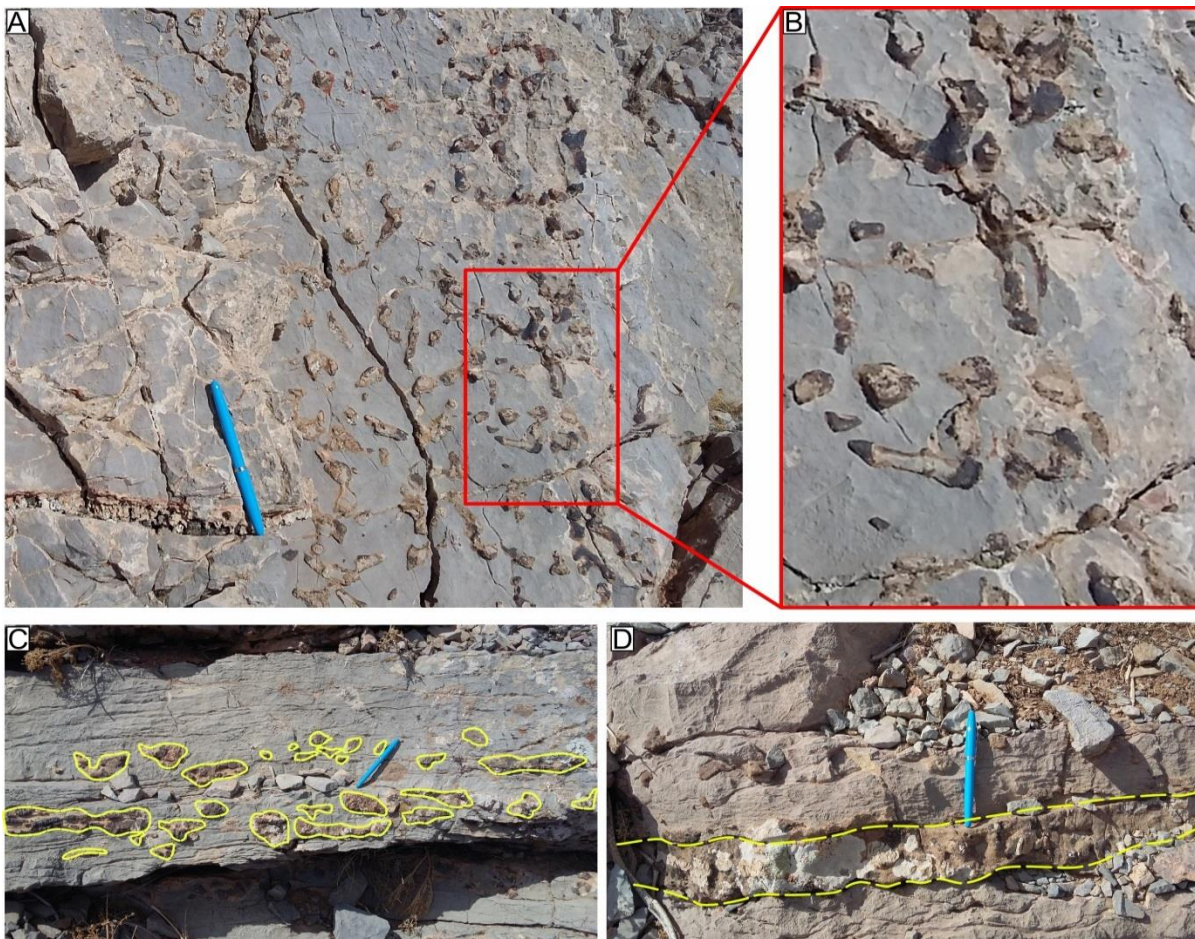
این رخساره در سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه سازند لار شناسایی شده است (ضخامت ۷۸ تا ۱۱۵ متری). گرهک‌ها و باندهای چرتی با ضخامتی در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر در طی مطالعات صحرائی همراه با این رخساره شناسایی شده است (شکل ۷-C و D). این رخساره با پوشش‌های میکروبی نامنظم، با یک فابریک لخته‌ای و رشد نامنظم و لامینه‌ای مشخص می‌شود. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این رخساره را ذرات غیراسکلتی، شامل پلت و پلوئید، ایتراکلاست و آنکوئید فراوانی در حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد تشکیل می‌دهد. همراه این قطعات غیراسکلتی به میزان ناچیز قطعات خارپوست و روزنبران کفزی با فراوانی در حدود ۵ تا ۷ درصد در این رخساره تشخیص‌دانی‌اند (شکل ۸-A و B). بعضی از مقاطع نازک میکروسکوپی متعلق به این رخساره تحت تأثیر فرایند دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند که در نتیجه این فرایند، دولومیت با فراوانی در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد در بر گیرنده آلوکم‌های اسکلتی است. همراه بلورهای دولومیت، پیریت نیز با فراوانی در حدود ۵ درصد شناسایی شده است. این رخساره بخش‌های بالایی برش مطالعه شده (از ضخامت ۷۸ تا ۱۱۵ متر) را در بر می‌گیرد که مربوط به سازند لار است. رخساره مذکور معادل کمربند رخساره‌ای استاندارد شماره ۴ رمپ کربناته (Flugel and Munnecke 2010) است که بخش دور از ساحل محیط رسوبی رمپ خارجی (Distal outer ramp) را مشخص می‌کند.

مادستون دارای اثر فسیل تالاسینوئید (3-Mudstone with thalassinoides)

تالاسینوئیدس در حقیقت اثر فسیل حرکتی و تغذیه موجوداتی از قبیل خرچنگ‌هاست که به جهت یافتن و تغذیه

دوشاخه قهوه‌ای‌رنگ مشاهده می‌شوند. در مجاورت لایه‌های مملو از تالاسینوئید، واحدهای کربناته خردشده دارای درزه و شکستگی‌های فراوان دیده می‌شود که می‌تواند شرایط را برای حرکت سیال غنی از سیلیس فراهم آورد و موجب جایگزین شدن این کانی در اثر فسیل‌ها شود (شکل A-V و B). این رخساره بخش‌های انتهایی سازند دلیچای (از ضخامت ۷۵ تا ۷۸ متر) را در بر می‌گیرد. رخساره مذکور معادل کمر بند رخساره‌ای استاندارد شماره ۲ رمپ کربناته (Flugel and Munnecke 2010) است که بخش دور از ساحل محیط رسوبی رمپ خارجی (Distal outer ramp) را مشخص می‌کند.

به روش رسوب‌خواری تشکیل و به صورت پرشدگی کانال حفاری افقی دیده می‌شوند. این ساختار به صورت لوله‌های افقی و چندشاخه به شکل Y یا T دیده می‌شود که از اردویسین تا عهد حاضر گزارش شده‌اند (Ekdale 1992; Vaziri and Fursich 2007). این رخساره در برش مطالعه‌شده در انتهایی‌ترین واحدهای کربناته سازند دلیچای در یک زمینه گل سنگی به ضخامت ۳ متر واقع شده است که در سطح توالی‌های کربناته با فراوانی و گسترش زیاد مشاهده‌شدنی است. عمده این ساختاره، اثر فسیلی به وسیله کانی سیلیس ثانویه پر شده است؛ به طوری که در ظاهر به صورت الگوهای



شکل ۷- رخساره‌های شناسایی شده در برش مطالعه‌شده، A و B -تالاسینوئید در آخرین توالی‌های سازند دلیچای؛ C- گرهک‌های چرتی؛ D- باندهای چرتی

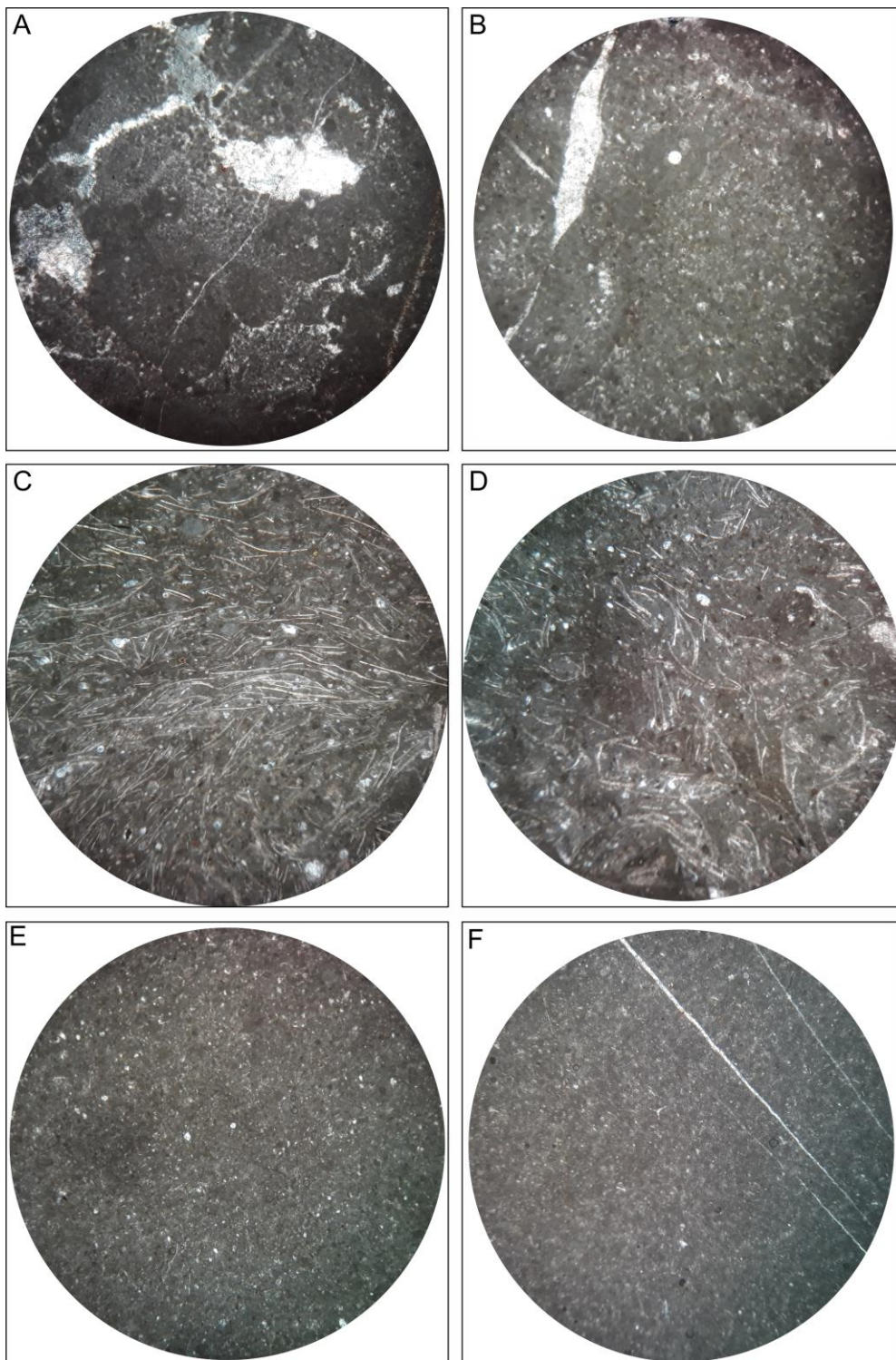
Fig 7- Identified facieses in the studied section; A,B- Thalassinoides in the upper parts of the Dalichai Formation; C- Cherty nodules. D- Cherty layers

مادستون پلاژیک (5-Pelagic mudstone)

این رخساره در سنگ‌آهک‌های نازک‌لایه آبی‌رنگ بخش‌های میانی تا بالایی سازند دلیچای (از ضخامت ۱۲ تا ۷۵ متر) مشاهده و شناسایی شده است که گسترش درخور توجهی دارد و بیشترین نمونه‌ها را در بر می‌گیرد. در زمینه میکرایتی، این رخساره به میزان ناچیز قطعات خارپوست به همراه رادیولر و روزنبران پلانکتون مشاهده‌شده است. پیریت با فراوانی در حدود ۳ درصد در این رخساره شناسایی‌شده است. در بخش‌هایی از آخرین توالی‌های سازند دلیچای در منطقه که رخساره مادستونی دارند، تعداد بسیار محدودی از فسیل‌های آمونیت و بلمنیت مشاهده می‌شود که عمدتاً به صورت قالب‌های داخلی و خارجی و Cast در توالی‌ها دیده می‌شوند. حضور درخور توجهی از باندهای چرتی از خصوصیات بارز این رخساره در صحرا محسوب می‌شود. همچنین، در مقاطع نازک میکروسکوپی مربوط به این رخساره، مجموعه‌ای از شکستگی‌های پر شده با کانی کلسیت دیده می‌شود که در حدود ۲ تا ۳ درصد مقطع نازک را در بر دارد (شکل ۸-E). رخساره مذکور معادل کمربند رخساره‌ای استاندارد شماره ۵ رمپ کربناته (2010 Flugel and Munnecke) است که بخش حوضه محیط رسوبی رمپ کربناته (Basin) را مشخص می‌کند.

پکستون پلاژیک حاوی دوکفه‌ای (4-Bositra buchi pelagic packstone)

این رخساره در سنگ‌آهک‌های نازک‌لایه و بخش‌های پایینی (ضخامت ۱۰ متری) سازند دلیچای شناسایی شده است. تغییر رخساره از ایتراکلاست به پلاژیک در این محدوده به طور تدریجی رخ داده است. ویژگی اصلی این رخساره حضور نسبتاً بالایی (۱۰ تا ۱۵ درصد) از دوکفه‌ای‌های پلانکتون نازک است که همراه با ذرات اسکلتی دیگر نظیر رادیولرها، اسپیکول اسفنج، روزنبران پلانکتون و قطعات خارپوست، سازندگان اسکلتی تشکیل‌دهنده این رخساره محسوب می‌شوند. جهت‌یافتگی مشخصی در این دوکفه‌ای‌ها تشخیص‌دانی نیست. پلوئید با فراوانی کم، ذرات غیراسکلتی تشکیل‌دهنده این رخساره را تشکیل می‌دهند. فضای بین ذرات، از ماتریکس آهکی تشکیل شده است و دارای بافت غالب دانه‌پشتیبان است. پیریت با فراوانی در حدود ۲ تا ۳ درصد در این رخساره شناسایی شده است (شکل ۸-C و D). این رخساره در بخش‌های ابتدایی سازند دلیچای (از ضخامت ۳ تا ۱۲ متر) دیده می‌شود. رخساره مذکور معادل کمربند رخساره‌ای استاندارد شماره ۵ رمپ کربناته (Flugel and Munnecke 2010) است که بخش حوضه محیط رسوبی رمپ کربناته (Basin) را مشخص می‌کند.



Scale bar
2 mm

A- Facies 2 (Sample F54), B- Facies 2 (Sample F57), C- Facies 4 (Sample F3)
D- Facies 4 (Sample F4), E- Facies 5 (Sample F8), F- Facies 5 (Sample F22)

Fig 8- Identifies facieses in the studied section

Facies 2: Pellet-anoid wackestone-packstone.

Facies 4: *Bositra buchi* pelagic packstone. Facies 5: Pelagic mudstone



<https://doi.org/10.22108/jssr.2023.136249.1250>



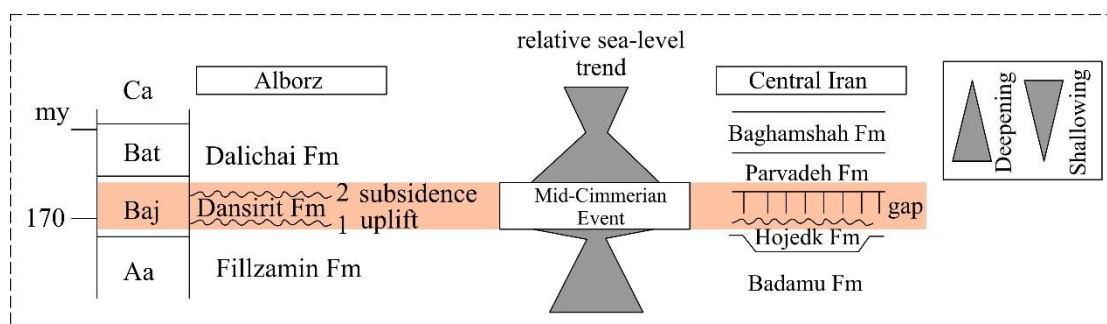
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1401.38.4.4.3>

بحث

عمیق در زمان ژوراسیک میانی است (Flugel and Munnecke 2010). حضور غالب میکرایت و مقادیر کم سیمان در رخساره‌های کربناته نیز احتمالاً بیانگر یک محیط رسوبی کم‌انرژی در زمان رسوب‌گذاری کربنات‌های سازند دلیچای در منطقه مطالعه شده است.

شواهد مربوط به عملکرد فاز کوهزایی سیمین میانی در ایران، از قبیل وجود قطعات کنده‌شده در قاعده سازند دلیچای در برخی از نواحی گزارش شده است (Zohdi et al. 2021). ناپوستگی حاصل از فعالیت فاز کوهزایی سیمین میانی در نهشته‌های ژوراسیک میانی دیگر نواحی ایران از قبیل ایران مرکزی (بین سازندهای هجدک و پرورده) و البرز جنوبی در دو فاز بالآمدگی بستر و پایین‌افتادگی بستر (بین سازندهای فیل زمین و دانسیریت مربوط به گروه شمشک، همچنین بین سازندهای دانسیریت از گروه شمشک و دلیچای) نیز گزارش شده است (Fursich et al. 2009) (شکل ۹).

در رشته‌کوه‌های البرز، سیستم رسوب‌گذاری تخریبی سازند شمشک به‌طور ناپیوسته و با تغییر ناگهانی مشخص به سیستم کربناته سازندهای دلیچای و لار به سن ژوراسیک میانی تا بالایی تبدیل می‌شود. شواهد نشان می‌دهد تغییر از شرایط تخریبی (سازند شمشک) به رسوب‌گذاری کربناته (سازند دلیچای)، در منطقه مطالعه شده بسیار سریع اتفاق افتاده است. این تغییر سریع از رسوب‌گذاری تخریبی (سیلتستون‌های سبز رنگ) به رخساره ایتراکلاستی و در ادامه به رخساره کربناته عمیق (پکستون حاوی دوکفه‌ای پلاژیک نازک‌لایه) با افزایش نسبی سطح آب دریا، رخ داده است؛ به طوری که حضور دوکفه‌ای‌های نازک‌لایه (*Bositra buchi*)، رادیولرها، اسپیکول اسفنج، آمونیت، بلمنیت و قطعات خارپوست همگی بیانگر رسوب‌گذاری سازند دلیچای در منطقه مطالعه شده در یک محیط دریای باز متعلق به بخش‌های رمپ خارجی و حوضه



شکل ۹- ناپوستگی‌های حاصل از فعالیت فاز کوهزایی سیمین میانی برگرفته از (Fursich et al. 2009).

Fig 9- Unconformities during middle Cimmerian orogeny

شده است (Zohdi et al. 2021)، به دلیل وجود فاز سیمین میانی در محدوده البرز تشکیل شده است؛ به طوری که در اثر فعالیت این فاز کوهزایی، توالی‌های ابتدایی سازند دلیچای را تحت تأثیر خود قرار داده است (Aghanabati 2004). وجود ایتراکلاست‌های کربناته نیمه‌گردشده که حمل و نقل درون حوضه‌ای به صورت درجا را نشان می‌دهند نیز، می‌تواند متأثر از آخرین فعالیت‌های این فاز کوهزایی در منطقه باشد. این

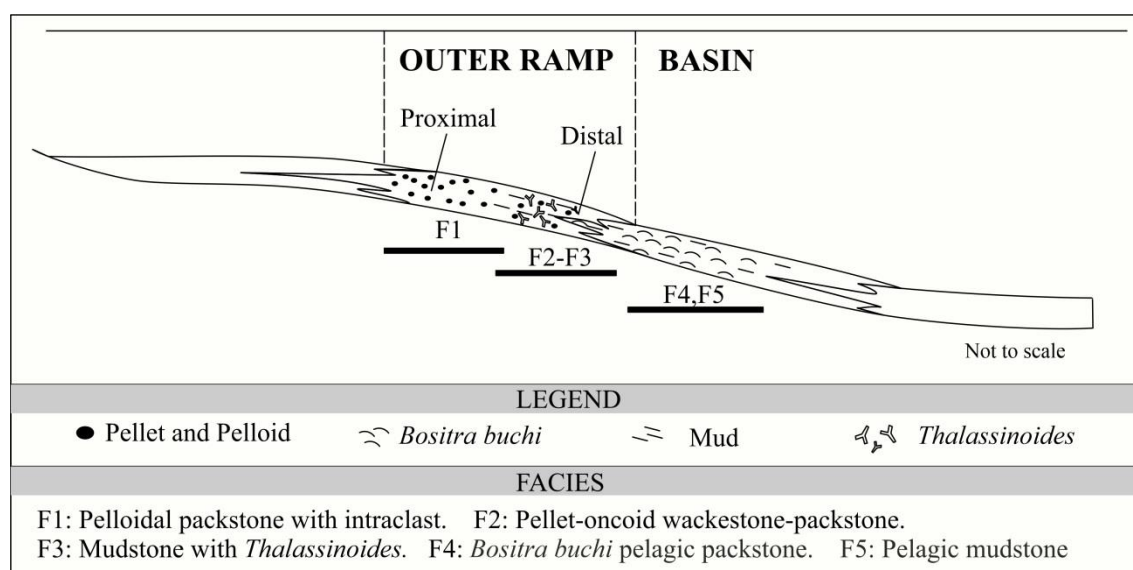
در نمونه‌های مطالعه شده از سازند دلیچای، رخساره‌های مربوط به نواحی ساحلی و دریایی کم‌عمق مشاهده نشده است که در بسیاری از بخش‌های حوضه رسوبی البرز، برای نهشته‌های سازند دلیچای توسط محققان مختلف (Bahramirad and Ahari 2015 Sajjadi et al. 2015) شناسایی شده است، به جز رخساره ایتراکلاستی که در قاعده سازند دلیچای قرار دارد. این رخساره ایتراکلاستی که در نقاط دیگر نیز گزارش

با رخساره مادستونی‌اند؛ به طوری که یک محیط کاملاً آرام و دور از ساحل رمپ کربناته را نشان می‌دهد (Adabi and Abarghani 2001). در برش مطالعه‌شده نیز این سازند عمدتاً از توالی‌های آهک رسی مادستون پلاژیک تشکیل شده است که محیط آرام و دور از ساحل را نشان می‌دهد.

این توالی‌ها در بخش‌های پایینی حاوی فسیل‌های دوکفه‌ای با بافت رشته‌ای و در بخش‌های انتهایی حاوی فسیل‌های آمونیت و بلمنیت است که عمدتاً به صورت قالب فسیلی دیده می‌شوند. این مجموعه عمدتاً مرتبط با محدوده حوضه عمیق است که به تدریج به سمت سازند لار به محیط رمپ بیرونی تبدیل می‌شود (شکل ۱۰).

رخساره بیانگر شروع یک پیشروی (مرز آغاز پیشروی سریع) است؛ به طوری که در ادامه، رخساره‌های نواحی حوضه عمیق نهشته شده‌اند.

با توجه به تغییر ناگهانی رخساره‌ها از سازند شمشک به دلیچای در فاصله کوتاه و وجود شواهد فعالیت فاز کوهزایی سیمین میانی (وجود رخساره‌های اینتراکلاستی در قاعده سازند دلیچای) و وجودناشتن کنگلومرای قاعده سازند دلیچای که از دیگر نواحی گزارش شده است (Naderiyan et al. 2020)، احتمال ناپیوسته بودن مرز بین سازندهای شمشک و دلیچای در برش مطالعه‌شده دور از انتظار نیست. سازند دلیچای در بخش البرز غربی عمدتاً شامل نهشته‌های کربناته



شکل ۱۰- مدل رسوبی پیشنهادی برای نهشته‌های مطالعه‌شده

Fig 10- Sedimentary environment model of the studied strata

خارجی قرار گرفته است، بیانگر فاز پس‌روی سطح آب دریا در مدت‌زمان کوتاه در منطقه است. این فاز پس‌روی ادامه‌دار است؛ به طوری که در پی آن، در اثر پس‌روی سطح آب دریا، رخساره‌ها به وکستون تا پکستون دارای پلت و آنکوئید مربوط به رمپ بیرونی (Flugel and Munnecke 2010) سازند لار تبدیل می‌شوند (شکل ۱۱).

شکل‌گیری رخساره تالاسینوئید عمدتاً مربوط به محیط‌های کم‌عمق دریایی است (Vaziri and Fursich 2007; Ekdale 1992)؛ اما حضور این آثار فسیلی در زمینه مادستونی بیانگر محیط آرام است؛ اما با توجه به روند تغییرات رخساره‌ای در طول برش مطالعه‌شده، می‌توان گفت انتهایی‌ترین واحدهای سازند دلیچای (رخساره تالاسینوئید مادستونی) که بلافاصله بر نهشته‌های مادستونی عمیق رمپ

نتیجه

مطالعات صحرائی و میکروسکوپی بر سازندهای دلیچای و لار در جنوب خاوری زنجان انجام شد. تفکیک سازند لار و دلیچای در برش مطالعه‌شده براساس شواهدی از قبیل تغییر ضخامت، تغییر رخساره، وجود گرهک‌های چرتی، تغییر رنگ توالی‌ها و دولومیتی‌شدن برخی توالی‌ها در محدوده مرز بین دو سازند انجام شد. مطالعات صحرائی و بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد عمده توالی‌های سازند دلیچای شامل آهک‌های میکرایتی مربوط به نواحی عمیق حوضه است که به تدریج به سمت سازند لار به توالی‌های کربناته کم‌عمق‌تر مربوط به بخش‌های رمپ خارجی تبدیل می‌شوند. در مجموع یک روند پیش‌رونده - پس‌رونده در داخل توالی مطالعه‌شده از سازندهای دلیچای و لار در برش ینگجه، شناسایی و تشخیص داده شد. این چرخه رسوبی پیش‌رونده - پس‌رونده، بازگوکننده یک الگوی رسوب‌گذاری پیش‌رونده قبل از تشکیل رخساره وکستون تا پکستون داری پلت و آنکوئید است و بعد از شکل‌گیری این رخساره در قالب یک الگوی رسوب‌گذاری یکنواخت و پس‌رونده تا انتهای توالی مطالعه‌شده، ادامه پیدا کرده است. مطالعات رخساره‌های رسوبی، در مجموع یک محیط رمپ کربناته را برای نهشته‌های مطالعه‌شده تعیین می‌کند. مطالعات پیشین محیط رسوبی بر سازند دلیچای در محدوده جنوب استان زنجان نیز محیط رمپ کربناته را برای این نهشته‌ها تأیید می‌کند. تأثیر فاز کوهزایی سیمرین میانی به صورت یک مرز پیش‌رونده در ابتدای سازند دلیچای مشاهده‌شدنی است و باعث به وجود آمدن رخساره ایتراکلاستی درون حوضه‌ای شده است. با در نظر گرفتن مطالعات مختلف انجام‌شده بر سازند لار، مشاهده می‌شود که این سازند در برش‌های مختلف ضخامت‌های متفاوتی دارد. این تغییر در ضخامت را می‌توان متأثر از فاز کوهزایی سیمرین پسین دانست؛ به طوری که در منطقه مطالعه‌شده، ضخامت سازند لار به طور نسبی کم بوده است؛ اما به سمت نواحی باختری ناحیه مطالعه‌شده، بر ضخامت این سازند افزوده می‌شود.

References

- Adabi M. H. and Abarghani A. 2001. Facies analysis of Dalichai (Middle Jurassic) and Lar (Upper Jurassic) formations and application of isotopic and secondary elements analysis in differentiation of these formations in the northwest of Maragheh, Iran. *Journal of Science. University of Tehran*, 1(0): 39-52. In Persian.
- Alavi Naeini 1994. Geological map of Khodabande-Soltaniye (1:100000). Geological Survey and Mineral Exploration of Iran. In Persian.
- Aghanabati A. 2004. Geology of Iran. Geological Survey and Mineral Exploration of Iran, 606 P. In Persian.
- Alinejad S. A. and Rezaei P. 2014. Depositional environment interpretation of Lar Formation (Upper Jurassic) based on study of clay mineralogy and microfacies in east Azarbaijan (northwestern of Iran). *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 1(3): 17-25.
- Asghari M. Kohansal N. Naseri H. Mokhtarpour H. and Mataji E. 2014. Petrography and geochemistry of the lower part dolomites of Lar Formation in central Alborz, south east Behshahr. *Scientific Quaterly Journal, Geoscience*, 34:75-90. In Persian.
- Asgharnia Roshan Z. Majidifard M.R. Raufian A. and Kohansal Ghadimvand N. 2019. Lithostratigraphy and biostratigraphy of Dalichai Formation in south of Babol (northern Alborz). *Sedimentary Facies*, 11(2): 163-180. In Persian.
- Bahramirad E. and Ahari pour R. 2014. Microfacies and sedimentary environment of carbonate rocks of the Dalichai Formation in northeast of Shahroud (Rey-Abad section). *Sedimentary Facies*, 7:196-201. In Persian.
- Behfar N. Seyed Emami K. Majidifard M.R. and Behfar A. 2012. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Dalichai Formation at Talu (northeast Damghan, Alborz) based on Ammonoids. *Geoscience*, 21(82): 39-52. In Persian.
- Boroumand Z. Ghasemi-Nejad E. and Majidifard M.R. 2012. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Talu section (NE Damghan) based on Dinoflagellate cysts. *Geoscience*, 22(87): 3-8. In Persian.
- Dehbozorgi A. and Sadeghi S. 2020. Microfacies and tectonosedimentary environment of Lar Formation in Alborz, south of Behshahr. 39th National Congress and 4th International Congress of Earth Sciences, 9 p. in Persian.
- Dehbozorgi A. and Senemari S. 2020. Palynostratigraphy, paleoclimate, and paleoenvironment of the Dalichai Formation in the Bashm stratigraphic section (Eastern Alborz). *Sedimentary facies*, 13:1-21. In Persian.
- Ekdale A.A. 1992. Muckraking and mudslinging: the joys of deposit feeding. - In: Maples C.G. and West R.R. (Eds.), *Trace Fossils. - Short Courses in*



- Dalichai Formation, northeastern Semnan. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Research*, 4:21-46. In Persian
- Salehi M. 2013. Microfacies and sedimentary environment of Upper Jurassic strata in Binalod (Lar Formation) in southwest of Chenaran and correlation with Copeh-Dagh area. Master of Science Thesis, Islamic Azad University, Shahrud. 134 p. In Persian.
- Seyed Emami K. Behfar N. Majidifard M.R. and Behfar A. 2011. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Dalichai Formation at Talu (Northeast Damghan, Alborz) based on Ammonoids. *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 82:39-52. In Persian.
- Shiri R. and Hadavi F. 2021. Biostratigraphy and palaeoecology of the Dalichai Formation (Lower Cretaceous) based on calcareous nannofossils from the western Alborz Mountains (north-west Iran). *Geological Quarterly*, 65: 1-11.
- Vaziri S.H. and Fursich F. T. 2007. Middle to Upper Triassic deep-water trace fossils from the Ashin Formation, Nakhlak area, Central Iran. *Journal of Sciences*, 36(78):39-60.
- Vaziri S.H. Majidifard M.R. Jahani D. and Jamshidi E. 2009. Litho- and biostratigraphy of the Dalichai Formation in northwestern Emamzadeh Hashem (Fil-e-Zamin section), central Alborz. *Journal of the Earth*, 4:83-96. In Persian.
- Vaziri S.H. Majidifard M.R. Jahani D. and Tahmasebi M. 2012. Lithostratigraphy, biostratigraphy and sedimentary environment of the Dalichai Formation in Ayeneh-Varzan area, central Alborz. *Journal of the Earth*, 19:99-117. In Persian.
- Wilmsen M. Fursich F. T. Seyed-Emami K. Majidifard M. R. and Taheri J. 2009. The Cimmerian Orogeny in northern Iran: Tectono-stratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*, 21(3):211-218.
- Zarei E. 2022. Paleogeography and biostratigraphy of Dalichai Formation in North of Damghan (Ahavanu section), based on palynomorphs and foraminifera. *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 2:1-12. In Persian.
- Zohdi A. Immenhauser A. and Rabbani J. 2021. Middle Jurassic evolution of a northern Tethyan carbonate ramp (Alborz Mountains, Iran). *Sedimentary Geology*, 416: 105866.
- Zohdi A. and Rabbani J. 2018. Sedimentation history of Dalichai Formation in SW of Zanjan (With emphasize on microbialites). 4th symposium of sedimentological society of Iran, 492-502. In Persian.
- Paleontology, 5:145-171.
- Flügel E. and Munnecke A. 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. Berlin: Springer, p. 976.
- Fursich F. T. Wilmsen M. Seyed-Emami K. and Majidifard M. R. 2009. Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. *Geological Society, London, Special Publications*, 312(1):129-160.
- Fursich F. T. Wilmsen M. Seyed-Emami K. and Majidifard M. R. 2009. The Mid-Cimmerian tectonic event (Bajocian) in the Alborz Mountains, northern Iran: evidence of the break-up unconformity of the South Caspian Basin. *Geological Society, London, Special Publications*, 312(1):189-203.
- Ghasemi-Nejad E. and Khaki V. 2002. Palynostratigraphy of Middle-Upper Jurassic sediments in Aghdagh section. Soltaniye mountains in the southeast of Zanjan. *Journal of Science. University of Tehran*, 1(0):111-130. In Persian.
- Hashemi-Yazdi F. Sajjadi F. and Hashemi H. 2018. Palynostratigraphy of the Middle Jurassic strata of central and eastern Alborz. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Research*, 72. 21-36. In Persian.
- Hashemi-Yazdi F. Bashiri N. and Sajjadi F. 2020. Palynofacies and Sporomorph EcoGroups-based paleoecology implications for the Dalichai Formation, Andariyeh, central Alborz. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 36(78):39-60. In Persian.
- Monajati-Maleki J. and Siabeghods A. 2018. Geochemical stratigraphy of Dalichai-Lar formations boundary in northwest of Shahin-Dej. The 10th National Geology Conference. Payame Noor University, Tabriz, 1-7. In Persian.
- Monajati-Maleki J. Siabeghods A. and Mosadegh H. 2015. Microfacies of Lar Formation in Northwest of Shahindej (Yelklo section). The 19th Annual Conference of the Iranian Geological Society and the 9th National Geological Conference of Payame Noor University, 381-387. In Persian.
- Naderiyan M. Zarei E. and Mohammad-Khani Kh. 2020. Paleoenvironment of the Dalichai Formation in Darjazin section, north of Semnan based on palynomorphs and microfacies. *Scientific Quarterly Journal, Geoscience*, 30(117):287-294.
- Sajjadi F. Dermanaki Farahani S. and Hashemi-Yazdi F. 2018. Palynology of the Dalichai Formation in the Guydagh section, southeastern Maragheh, according to dinoflagellate. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Research*, 70:91-108. In Persian.
- Sajjadi F. Hashemi-Yazdi F. Navidi Izad N. and Dehbozorgi F. 2015. Paleoenvironment of the