



مقاله پژوهشی

## ارتباط الگوهای ساختاری زمین‌شناسی با فرایند دولومیتی شدن

### در نهشته‌های ژوراسیک منطقه جنوب زنجان

جواد ربانی<sup>۱\*</sup>، افشین زهدی<sup>۲</sup>، میرعلی اصغر مختاری<sup>۱</sup>، ابراهیم زلفخانی<sup>۳</sup> و سعید هادیلو<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳- کارخانه سیمان زنجان، قیدار، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۵/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۹

\*مسئول مکاتبات: جواد ربانی، [Rabbani@znu.ac.ir](mailto:Rabbani@znu.ac.ir)

#### چکیده

به منظور دستیابی به نقش فعالیت‌های تکتونیکی بر روی فرایند دولومیتی شدن، مطالعات صحرایی چینه‌شناسی، ساختاری و سنگ‌شناسی رسوبی بر روی واحدهای سنگی به سن ژوراسیک شامل سازندهای شمشک، دلیچای و لار در سه برش چینه‌شناسی ینگجه، محمدآباد و بولاماجی در منطقه جنوب زنجان صورت پذیرفت. مطالعات ساختاری در این منطقه نشان می‌دهد که عمده گسل‌های موجود در منطقه از نوع مورب لغز (امتداد لغز با مولفه راست‌لغز و شیب لغز با مولفه نرمال) با میانگین راستای شمال شرقی-جنوب غربی می‌باشند. الگوی پراکندگی گسل‌ها در این منطقه ارتباط بسیار خوبی با زون‌های دولومیتی شده در نهشته‌های سازندهای دلیچای و لار دارند به طوری که عمده زون‌های دولومیتی در محدوده گسل‌های اصلی و فرعی منطقه مشاهده شده و هرچه از محدوده گسل‌ها فاصله بگیریم میزان دولومیتی شدن توالی‌های سنگی کاهش می‌یابد. فرایند دولومیتی شدن در این منطقه از لایه‌بندی طبقات ژوراسیک تبعیت نمی‌کند و به صورت وصله‌ای مشاهده می‌شود. در مطالعات پتروگرافی نیز دولومیت‌های مورد مطالعه درشت بلور با مرزهای غیر مسطح و خاموشی موجی بوده که بیانگر تشکیل آنها در طی تدفین عمیق و در نتیجه عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی و گسل‌های منطقه می‌باشد. منشا منیزیم در این فرایند می‌تواند از توده‌های نفوذی زیرسطحی در محدوده‌های گسل خوردگی باشد که از طریق شکاف ایجاد شده به نواحی سطحی رسیده و در مسیر خود باعث دولومیتی شدن نهشته‌های کربناته شده است.

**واژه‌های کلیدی:** گسل، دولومیتی شدن، ژوراسیک، زنجان.

ماخذنگاری: ربانی، ج.، زهدی، ا.، مختاری، م.، زلفخانی، ا. و هادیلو، م. (۱۴۰۲). ارتباط الگوهای ساختاری زمین‌شناسی با فرایند دولومیتی شدن در نهشته‌های ژوراسیک منطقه جنوب زنجان. دو فصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، ۱(۱)، ۴۸-۵۴.  
©حقوق معنوی مقاله برای دوفصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی و نویسندگان محفوظ است.

doi 10.30470/zpaleo.2023.708630



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



## Geological structures related to the dolomitization process of the Jurassic strata in the south of Zanjan

Javad Rabbani<sup>\*1</sup>, Afshin Zohdi<sup>2</sup>, Mir Ali-Asghar Mokhtari<sup>2</sup>, Ebrahim Zolfkhani<sup>3</sup>, Saeed Hadilo<sup>3</sup>

- 1- Asistant professor, Geology department, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
- 2- Asociated professor, Geology department, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
- 3- Zanjan Cement Factory, Gheydar, Iran.

\*Corresponding author: Javad Rabbani, [Rabbani@znu.ac.ir](mailto:Rabbani@znu.ac.ir)

### Abstract:

Field geology, structural geology and sedimentological studies have been carried out on Jurassic strata (Shemshak, Dalichai and Lar Formations) in three stratigraphic sections (Yengejeh, Mohammad-Abad and Boolamaji) in the south of Zanjan in order to achieve the role of tectonic activities on dolomitization diagenetic process. Structural geology studies show several oblique-slip faults (Right lateral-Normal) with NE-SW strike in this area. Faults geographic pattern are related to the dolomitic zones in the Dalichai and Lar Formations strata. The most of the dolomitization process have happened along fault area. Also, there are more limestone zones far from the structural zones. There is no relation between dolomitization process and layers in this area and we can see the dolomite zones as patch dolomite between limestone strata. Petrographic studies show large scale dolomite crystals with non-flat boundary and undulatory extinction that created in the burial system related to the tectonic activities. The source of magnesium in the dolomitization process in this area can be from intrusive mass along the fault zones that effects on carbonate strata through the faults and joints.

**Keywords:** Fault, Dolomitization, Jurassic, Zanjan.

## مقدمه

است (شکل ۱). مطالعات چینه‌شناسی در محدوده مورد نظر نشان می‌دهد که نهشته‌های ماسه‌سنگی و سیلت‌سنگی سبز رنگ سازند شمشک قدیمی - ترین رخنمون‌های این محدوده را تشکیل می‌دهد که نواحی کم ارتفاع یال شمال شرقی را در این منطقه به خود اختصاص می‌دهد.

در ادامه، توالی‌های نازک تا متوسط لایه کربناته سازند دلیچای با مرز پوشیده بر روی سازند شمشک قرار گرفته است. سازند دلیچای در این ناحیه عموماً از سنگ آهک‌های رسی تشکیل شده که در بخش‌های انتهایی آن آثاری از فسیل‌های آمونیت و بلمنیت عمدتاً به صورت قالب فسیلی دیده می‌شود.

و در نهایت توالی‌های ضخیم لایه سنگ آهک و دولومیت سازند لار که جدیدترین واحدهای سنگی منطقه می‌باشند به صورت همشیب بر روی سازند دلیچای واقع شده است که ارتفاعات ناحیه را در بر می‌گیرد (شکل ۱).

### روش انجام مطالعه

برای این منظور، مطالعات صحرایی، زمین‌شناسی ساختاری، چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی در محدوده مورد نظر در سه برش عمود بر امتداد لایه‌ها صورت پذیرفت.

در این مطالعات، تفکیک واحدهای سازندی صورت پذیرفت. در ادامه، محدوده‌های گسلی شناسایی گردید (شکل ۲). به منظور دستیابی به ارتباط فعالیت‌های تکتونیکی و نواحی دولومیتی شده، مطالعات سنگ‌شناسی در محدوده‌های گسلی و نواحی دور از گسل انجام شده و نتایج این مطالعات با یکدیگر مقایسه گردید.

در نهایت نتایج بدست آمده در کل منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت و مدل دولومیتی شدن ترسیم گردید.

قرایندهای دولومیتی شدن یکی از مهمترین فرایندهای دیاژنزی در سیستم‌های کربناته به شمار می‌رود جایی که سنگ آهک ( $\text{CaCO}_3$ ) در اثر عواملی از قبیل تبلور مجدد، فشار و سیالات غنی از منیزیم، به دولومیت ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) تبدیل می‌گردد (Kowshidayatullah et al. 2020). فرایند دولومیتی شدن می‌تواند در امتداد گسل‌ها صورت پذیرد که در این صورت دولومیت‌های هیدروترمال (Hollis et al. 2017) تشکیل می‌شوند. رفتار سیالات نفوذی و درپی آن الگوی تشکیل دولومیت‌ها از الگوی پهنه‌های گسلی موجود در منطقه پیروی می‌کند (Ferraro et al., 2019). به این معنی که تاثیر متقابل فعالیت گسل‌ها و سیالات نفوذی می‌تواند باعث دولومیتی شدن واحدهای کربناته مجاور شده و این موضوع زمانی اتفاق می‌افتد که سیالات اشباع یا فوق اشباع از منیزیم در تماس با واحدهای کربناته قرار گیرند (Mozafari et al. 2019). با انجام مطالعات صحرایی و زمین‌شناسی ساختاری در یک منطقه می‌توان به الگوی دولومیتی شدن و ارتباط آن با پهنه‌های ساختاری پی برد (Bistacchi et al. 2015). به منظور تعیین الگوی ساختاری و تاثیر آن در الگوی دولومیت‌های یک منطقه، ۳ برش چینه‌شناسی در جنوب زنگان مورد بررسی و مطالعه صحرایی قرار گرفت. مطالعه زمین‌شناسی ساختاری در این منطقه برای اولین بار صورت می‌پذیرد.

### راه دسترسی و زمین‌شناسی منطقه مورد

#### مطالعه

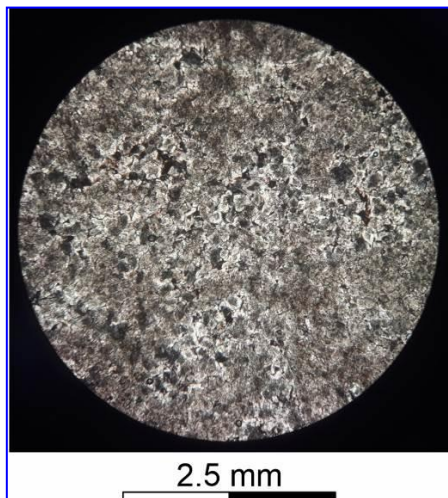
به منظور دسترسی به محدوده مورد مطالعه می‌توان از جاده زنگان به سمت قیدار استفاده نمود. محدوده مورد مطالعه در حدود ۵ کیلومتری جنوب غربی شهر سلطانیه واقع شده



## نتایج

پراکندگی زون‌های دولومیتی و مقایسه آن با نقشه گسل‌های منطقه می‌توان دریافت که دلیل اصلی دولومیتی شدن واحدهای سنگ آهک می‌تواند بر اثر تزریق سیالات غنی از منیزیم به درون زونهای گسله و شکستگی‌ها و در ادامه ایجاد زون‌های دولومیتی شدن در نزدیکی گسل‌های اصلی و فرعی در منطقه باشد. فعالیت گسل‌ها در منطقه باعث تشکیل دره‌ها و چشمه‌های متعددی شده و با توجه به اینکه توالی‌های سنگی در راستای گسل‌ها به شدت خرد شده و مستعد فرسایش می‌باشند از این رو مناطق گسله دارای توپوگرافی پست‌تری نسبت به نواحی فاقد گسلش می‌باشند (شکل ۴).

گسل‌های موجود در منطقه بر اساس اصل فرایندهای متقاطع در چینه‌شناسی مربوط به سنوزوئیک می‌باشند. در مجاورت این گسل‌ها، درصد فرایند دولومیتی شدن ثانویه در توالی‌ها نیز افزایش قابل توجهی از خود نشان می‌دهد (شکل ۵).



شکل ۳- نمایی از دولومیت‌های درشت بلور در مقطع نازک میکروسکوپی مربوط به نواحی دولومیتی شده در محدوده گسلها برگرفته از ربانی و همکاران ۱۴۰۱

مطالعات زمین‌شناسی ساختمانی

مطالعات زمین‌شناسی ساختمانی در منطقه نشان می‌دهد که توالی‌های سنگی دارای امتداد متغیر N130 تا N140 و مقدار شیب 30 تا 35 درجه بوده و جهت شیب این توالی‌های در بخش‌های مختلف متفاوت است به طوری که در یال جنوب شرقی منطقه جهت شیب SW و در یال شمال غربی جهت شیب SW و NE می‌باشد. وجود چین خوردگی و گسل خوردگی متعدد در این ناحیه باعث تغییر در جهت شیب لایه‌ها گردیده است. عمده گسل‌ها در این محدوده دارای راستای شمال شرقی- جنوب غربی بوده که از نوع مورب لغز (راستگرد- نرمال) می‌باشند.

گسل‌ها در این محدوده بر اساس آثاری از قبیل جابجایی لایه‌ها، برش گسلی، پوشش گیاهی خطی و تشکیل زون‌های دولومیتی قابل شناسایی می‌باشند (شکل ۲).

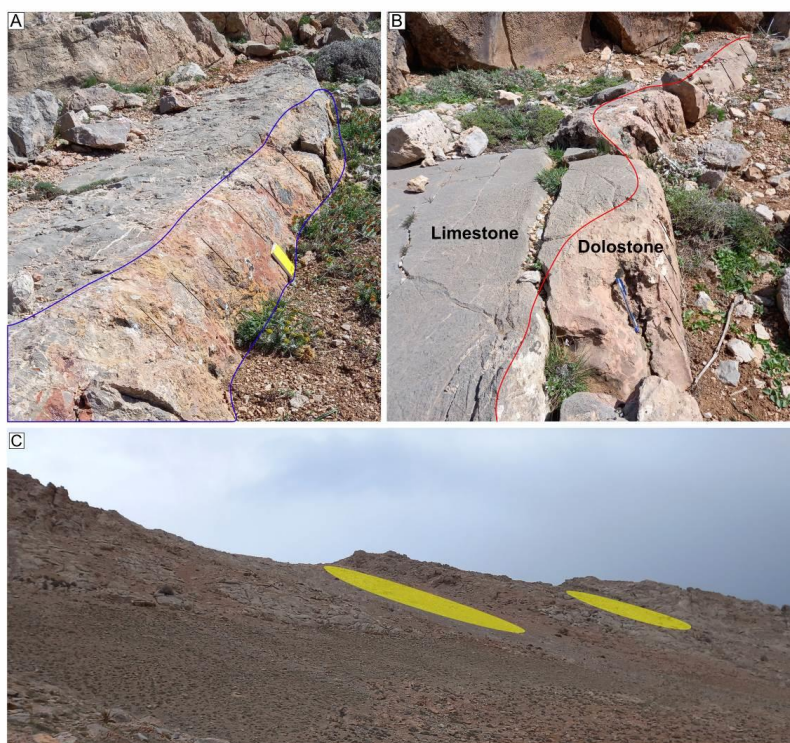
## بحث و نتیجه گیری

مطالعه سنگ شناسی سازندهای دلیچای و لار در محدوده مذکور نشان می‌دهد که عمده توالی‌های این دو سازند از سنگ آهک تشکیل شده اما توالی‌های ابتدایی سازند لار شامل دولومیت و دولومیت آهکی می‌باشند. در برخی از نواحی (بخصوص در محدوده سازند لار) فرایند دولومیتی شدن ثانویه باعث تشکیل واحدهای دولومیتی به صورت پراکنده در میان واحدهای سنگ آهک گردیده است که در مقاطع نازک به صورت بلورهای درشت بلور قابل مشاهده است (شکل ۳).

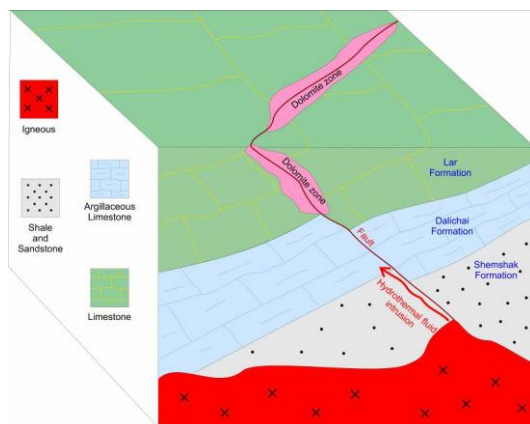
مطالعه الگوهای ساختمانی منطقه و الگوی مکانی پراکندگی دولومیت‌های ثانویه بیانگر وجود ارتباط مستقیم بین نواحی گسله با زون‌های دولومیتی شده می‌باشد به طوری که با ترسیم نقشه

مطالعات سنگ شناسی در منطقه بیانگر این موضوع می‌باشد که هرچه از زون‌های گسله و دره-های گسله در منطقه فاصله بگیریم از میزان واحدهای دولومیتی در محدوده کاسته شده و درصد توالی‌های سنگ آهک افزایش می‌یابد. منشا سیال غنی از منیزیم در این فرایند می‌تواند از توده‌های نفوذی تزریق شده در راستای گسل‌ها باشد که در مسیر خود به سمت سطح زمین باعث دولومیتی شدن سنگ آهک‌های اطراف خود می‌شود. این توده‌های نفوذی در توالی‌های ژوراسیک منطقه جنوب غرب زنجان در نزدیکی روستای احمد کندی قبلاً گزارش شده است (زه‌دی و ربانی ۱۳۹۷، بختیاری ۱۳۹۷). اما این نفوذی‌ها در

منطقه مورد مطالعه رخنمون نیافته‌اند. آغشتگی به اکسید آهن نیز یکی دیگر از مواردی است که در راستای گسل‌ها در این محدوده به وضوح قابل مشاهده می‌باشد که وجود سیال غنی از آهن را در این محدوده تایید می‌نماید. این اکسید آهن در برخی موارد باعث تغییر رنگ سنگ آهک به قرمز متمایل به قهوه‌ای می‌گردد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که الگوی پراکندگی گسل‌ها می‌تواند کنترل کننده الگوی جغرافیایی دولومیت‌های ثانویه در یک منطقه باشد. این موضوع زمانی قابل استناد است که فرایند دولومیتی شدن به صورت ثانویه در اثر تزریق سیالات غنی از منیزیم در گسل‌های یک منطقه صورت پذیرد.



شکل ۴- A- آغشتگی به اکسید آهن در زون گسله. B- زون دولومیتی شده در محدوده گسل. C- زون‌های دولومیتی در راستای گسل‌های منطقه که ارتفاع پست تری را نشان می‌دهند.



شکل ۵- مدل فرضی ارتباط بین گسلها و زونهای دولومیتی در سازند لار در محدوده مورد مطالعه

- Bistacchi, A., Balsamo, F., Storti, F., Mozafari, M., Swennen, R., Solum, J., ... & Taberner, C. (2015). Photogrammetric digital outcrop reconstruction, visualization with textured surfaces, and three-dimensional structural analysis and modeling: Innovative methodologies applied to fault-related dolomitization (Vajont Limestone, Southern Alps, Italy). *Geosphere*, 11(6), 2031-2048.

- Hollis, C., Bastesen, E., Boyce, A., Corlett, H., Gawthorpe, R., Hirani, J., ... & Whitaker, F. (2017). Fault-controlled dolomitization in a rift basin. *Geology*, 45(3), 219-222.

- Koeshidayatullah, A., Corlett, H., Stacey, J., Swart, P. K., Boyce, A., & Hollis, C. (2020). Origin and evolution of fault-controlled hydrothermal dolomitization fronts: A new insight. *Earth and Planetary Science Letters*, 541, 116291.

- Mozafari, M., Swennen, R., Balsamo, F., El Desouky, H., Storti, F., & Taberner, C. (2019). Fault-controlled dolomitization in the Montagna dei Fiori Anticline (Central Apennines, Italy): record of a dominantly pre-orogenic fluid migration. *Solid Earth*, 10(4), 1355-1383.

Ferraro, F., Agosta, F., Ukar, E., Grieco, D. S., Cavalcante, F., Belviso, C., & Prosser, G. (2019). Structural diagenesis of carbonate fault rocks exhumed from shallow crustal depths: An example from the central-southern Apennines, Italy. *Journal of Structural Geology*, 122, 58-80.

## تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی یا انتشار این مقاله ندارند.

## منابع

- بختیاری ا.، (۱۳۹۷)، سنگ‌شناسی و ژئوشیمی سنگ‌های آذرین نیمه‌عمیق منطقه احمدکندی، جنوب غرب زنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه زنجان، ۶۲ صفحه.

- زهدی ا. و ربانی ج. (۱۳۹۷). تاریخچه رسوبگذاری سازند دلپچای در جنوب غرب زنجان (با تأکیدی بر تشکیل میکروبیالیت‌ها). چهارمین همایش انجمن رسوب شناسی ایران با تأکید بر مخازن هیدروکربوری. دانشگاه زنجان. ص. ۴۹۲-۵۰۲.

- ربانی ج.، زهدی ا. و فزونی ش. (۱۴۰۱). چینه نگاری و بازسازی محیط رسوبگذاری سازندهای دلپچای و لار در برش ینگجه (جنوب خاوری زنجان). پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی. دانشگاه اصفهان. ص. ۷۷-۹۴.