

## پتروگرافی و نظم بلوری (استوکیومتری) در بلورهای دولومیت (مثالی از سازند شهبازان، زاگرس چین خورده)

سیدمحمد رضا امامی<sup>۱\*</sup>، بیژن یوسفی یگانه<sup>۱</sup>، مصطفی صداقت‌نیا<sup>۲</sup>

۱- گروه زمین شناسی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- دانش آموخته مقطع دکتری، کارشناس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

\*luckpages@yahoo.com

### چکیده

در این پژوهش دولومیت‌های سازند شهبازان (ائوسن) از دیدگاه پتروگرافی و نظم بلوری (استوکیومتری) در یک برش از یال جنوبی تاق‌دیس خرم‌آباد مورد ارزیابی قرار گرفته است. مرز زیرین سازند شهبازان با سازند آواری کشکان به صورت پیوسته و مرز زیرین آن با کربنات‌های آسماری به صورت ناپیوسته است. دو گروه از دولومیت‌ها (اولیه و ثانویه) در هر دو سازند شناسایی گردید. در دولومیت‌های مورد مطالعه یک روند افزایشی از عناصر Fe و Mn و یک روند کاهشی از عنصر Sr از دولومیت‌های اولیه به سمت دولومیت‌های ثانویه مشاهده می‌شود. میانگین نسبت Ca/Mg برای دولومیت‌های سازند شهبازان بیش از ۱/۶ می‌باشد و لذا این دولومیت‌ها هنوز به حالت استوکیومتری (نظم بلوری) نرسیده‌اند. این موضوع را می‌توان با توجه به سن سازندها توجیه نمود به گونه‌ای که با گذشت زمان دولومیت‌ها به حالت استوکیومتری نزدیک‌تر می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: پتروگرافی، دولومیت، سازند شهبازان، نظم بلوری، زاگرس

## Petrography and crystal order (stoichiometry) in dolomite crystals (An Example of the Shahbazan Formation, Folded Zagros)

SMR, Emami<sup>1\*</sup>; Bizhan Yousefi Yeganeh<sup>1</sup>; Mostafa Sedaghatnia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geology Department, Lorestan University, Khoramabad

<sup>2</sup>Central Laboratory, Lorestan University, Khoramabad

\*luckpages@yahoo.com

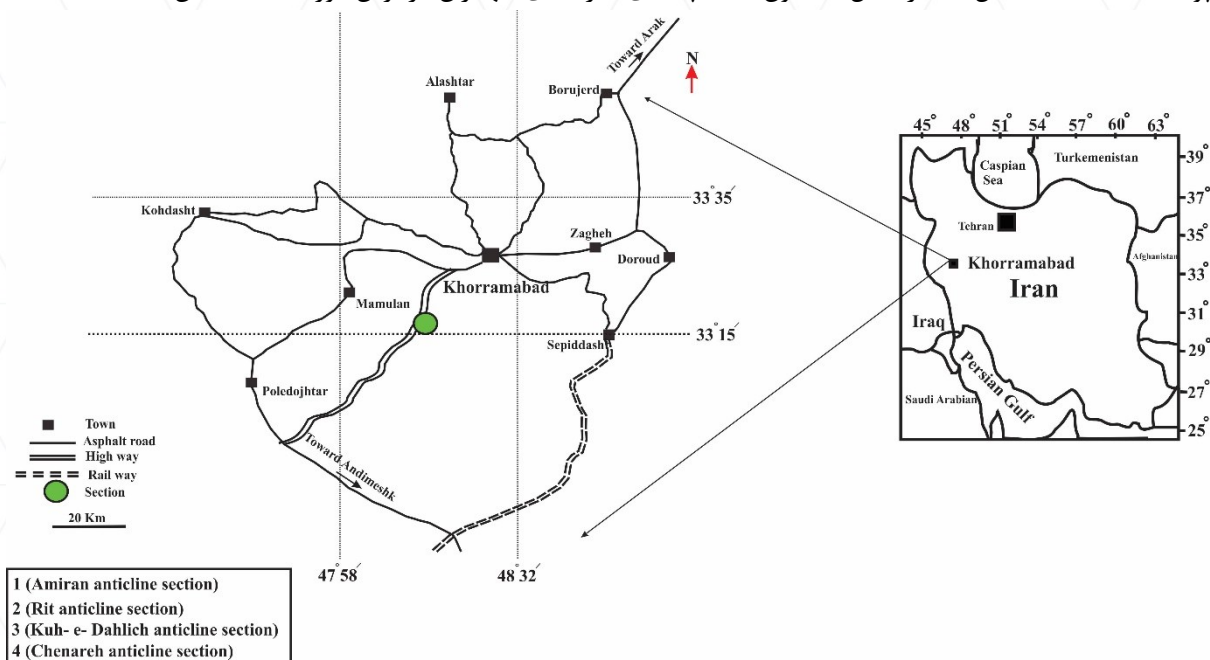
### Abstract

In this study, dolomites of the Shahbazan Formation (Eocene) have been evaluated from the perspective of petrography and crystal order (stoichiometry) in a section of the southern ridge of the Khorramabad anticline. The lower boundary of the Shahbazan Formation is continuous with the Kashkan Alluvial Formation, and its upper boundary is discontinuous with the Asmari carbonates. Two groups of dolomites (primary and secondary) were identified in both formations. In the studied dolomites, an increasing trend of Fe and Mn elements and a decreasing trend of Sr element are observed from primary dolomites towards secondary dolomites. The average Ca/Mg ratio for dolomites of the Shahbazan Formation is more than 1.6, and therefore these dolomites have not yet reached the stoichiometric state (crystalline order). This can be explained by the age of the formations, as dolomites become closer to a stoichiometric state over time.

**Keywords:** Petrography, Dolomite, Shahbazan formation, Crystal order, Zagros

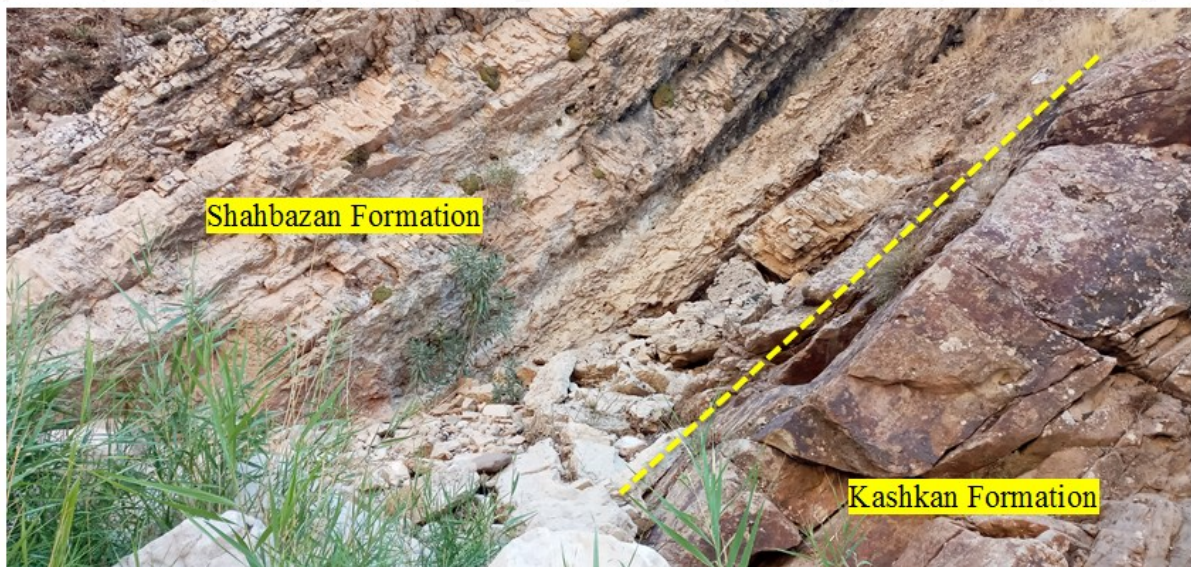
## ۱- مقدمه

نام سازند شهبازان از روستای شهبازان (در کنار راه آهن اندیمشک - دورود) گرفته شده و برش الگوی آن در ادامه سازند تله‌زنگ در تنگ دو، در ۴/۵ کیلومتری جنوب باختری ایستگاه تله‌زنگ قرار دارد (جیمز و وایند، ۱۹۶۵). سازند شهبازان شامل ۳۳/۸ متر دولومیت و آهک‌های دولومیتی با رنگ هوازده سفید تا قهوه‌ای با سیمای ضخیم‌لایه است که به طور پیوسته بر روی سازند آواری کشکان و به طور ناپیوسته در زیر سازند آسماری قرار دارد. با توجه به فسیل‌های موجود، سن آن ائوسن میانی تا بالایی تعیین شده است (جیمز و وایند، ۱۹۶۵). برش چینه‌شناسی انتخاب شده برای سازند شهبازان در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ شهرستان خرم‌آباد و در یال جنوبی تاقدیس خرم‌آباد واقع شده است که از طریق جاده آزادراه خرم‌آباد به سمت اندیمشک پس از طی مسافت ۱۵ کیلومتر قابل دسترسی است (شکل ۱). سازند شهبازان در برش مورد مطالعه دارای ضخامت ۱۱۰ متر می‌باشد که مرز پایینی آن به صورت هم‌شیب بر روی سازند آواری کشکان و مرز بالایی توسط کربنات‌های سازند آسماری به صورت ناپیوسته پوشیده شده است (شکل ۲). در شکل ۳ ستون سنگ‌چینه‌ای سازندهای شهبازان در برش مورد مطالعه نشان داده شده است.

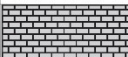
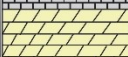
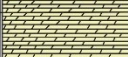
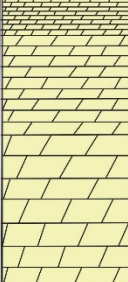





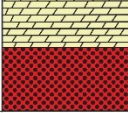





شکل ۱: موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه. برش‌ها با علامت دایره سبز رنگ نشان داده شده است.





شکل ۲: نمایی از سازند دولومیتی شهبازان در یال جنوبی تاق‌دیس خرم‌آباد

Series	Formation	Thickness (m)	Lithology	Description
Eocene	Shahbazan	110		Limestone
				Medium bedded dolomite
				Thin bedded limestone
				Medium to thick bedded dolomite
				Thin bedded dolomite
				Thin bedded limestone
				Medium bedded dolomite
				Medium bedded limestone
				Thin bedded dolomite
	Kashkan			Conglomerate and sandstone
Conglomerate and sandstone  Limestone  Dolomite 				

شکل ۳: ستون سنگ‌چینه‌ای سازند شهبازان در یال جنوبی تاق‌دیس خرم‌آباد

## ۲- مواد و روش‌ها

جهت انجام مطالعات پتروگرافی و تشخیصی بافت دولومیت‌ها ۱۱۰ مقطع نازک رسوبی مطالعه قرار گرفت. تمام مقاطع نازک به روش (دیکسون، ۱۹۶۵) توسط محلول آلزارین قرمز (ARS) برای تشخیص کانی‌های کلسیت از دولومیت و محلول فروسیانید پتاسیم برای تشخیص دولومیت‌های آهن دار رنگ آمیزی شدند. نامگذاری دولومیت‌ها بر پایه تلفیقی از رده‌بندی بافتی سیبلی و گرک (۱۹۸۷) و مزالو (۱۹۹۲) صورت گرفت. برای اندازه بلورهای دولومیت از مقیاس ارائه شده توسط (فولک، ۱۹۶۵) و آدابی (۲۰۰۹) استفاده شد. برای انجام مطالعات ژئوشیمیایی تعداد ۱۵ نمونه از دولومیت‌ها جهت آنالیز عنصری به روش (EDS) انتخاب شده است. مطالعات پتروگرافی توسط میکروسکوپ پلاریزان Olympus BH-2 و میکروسکوپ الکترونی (SEM) و مطالعات ژئوشیمیایی بر مبنای آنالیز عنصری به روش‌های (EDS) و (EPMA) در آزمایشگاه مرکزی شماره ۱ دانشگاه لرستان صورت گرفت. از دولومیت‌های ریزبلور تصویربرداری الکترونی (SEM) در دانشگاه لرستان صورت گرفته است.

## ۳- بحث

### پتروگرافی دولومیت‌های سازند شهبازان

سه نوع دولومیت بر اساس اندازه بلورها در سازند شهبازان شناسایی گردید.

#### دولومیت نوع اول یا دولومیکرایت‌ها (دولومیت‌های ریز بلور)

این نوع از دولومیت‌ها با بافت موزائیکی و اغلب شکل‌دار تا بی‌شکل در اندازه‌های بین ۴ تا ۲۰ میکرون در مقاطع مورد مطالعه شناسایی گردید (شکل ۴- الف و ب). فابریک متراکم، تیره رنگ و فاقد فسیل این نوع از دولومیت‌ها، وجود شواهد بافتی رسوبی اولیه به نظر می‌رسد تحت شرایط سطحی و دمای پایین تشکیل شده‌اند (آدابی، ۲۰۰۹). این نوع دولومیت‌ها احتمالاً همزمان با رسوبگذاری یا در مراحل اولیه دیاژنز در محیط بالای جزر و مدی یا بین جزر و مدی تشکیل شده است (فولک، ۱۹۶۵).

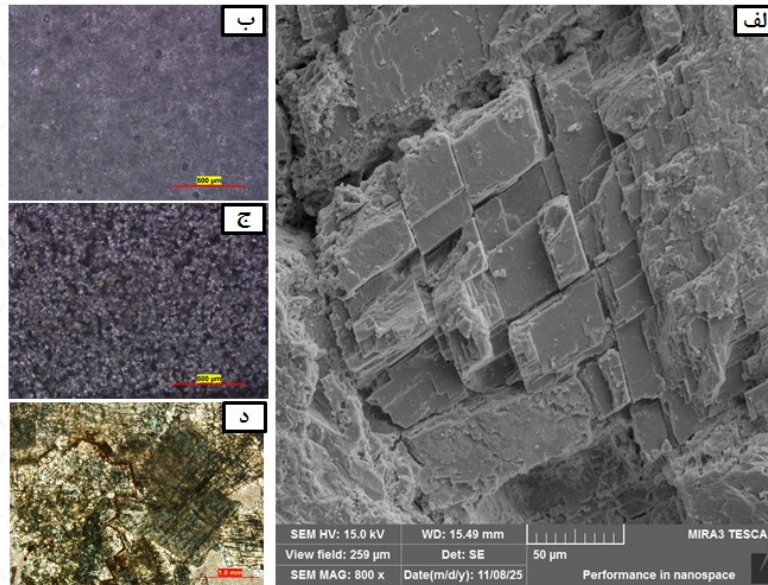
#### دولومیت نوع دوم یا دولومیکرواسپارایت (دولومیت‌های متوسط بلور)

دولومیت‌های متوسط بلور بصورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار در اندازه‌های بین ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون در مقاطع مورد مطالعه شناسایی گردید (شکل ۴- ج). این دولومیت‌ها حاصل تبلور مجدد از بلورهای ریزتر دولومیکرایت هستند به گونه‌ای که بقایایی از بافت اولیه در این نوع از دولومیت‌ها دیده می‌شود. این نوع از دولومیت‌ها معادل فابریک Idiopathic - P (۱۹۸۷) و دولومیت‌های Planar - P مزالو (۱۹۹۲) می باشد (آدابی، ۲۰۰۹).

#### دولومیت نوع سوم (دولومیت‌های درشت بلور)

در مقاطع مورد مطالعه این نوع از دولومیت‌ها به صورت بی‌شکل، نیمه شکل‌دار تا شکل‌دار و در اندازه‌های چندین بلور (بزرگتر از چند میلیمتر) به صورت پر کننده شکستگی‌ها و در بین دانه‌ها به صورت سیمان درشت بلور دیده می‌شوند (شکل ۴- د). رنگ آمیزی این گروه از دولومیت‌ها با آلزارین قرمز و فروسیانید پتاسیم بیانگر وجود عنصر آهن در آن‌ها می‌باشد.





شکل ۴: الف: دولومیت ریزبلور تحت میکروسکوپ الکترونی، ب: دولومیت ریزبلور با بافت متراکم، ج: دولومیت متوسط بلور، د: دولومیت درشت بلور آهن دار

زمین‌شیمی عنصری و نظم بلوری در دولومیت‌های مورد مطالعه  
نتایج آنالیز EDS بلورهای دولومیت مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: نتایج آنالیز بلورهای دولومیت مورد مطالعه به روش EDS

Dolomite type	Samples	Ca(%)	Mg(%)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Sr(ppm)	Na(ppm)	C(%)	O(%)	Ca/Mg
Dolomicrite	Max	21.60	12.90	0.07	0.03	0.09	0.91	44.25	40.20	1.88
	Min	18.80	10.50	0.02	0.01	0.06	0.02	23.05	20.30	1.65
	Average	21.06	11.22	0.02	0.02	0.71	0.03	32.80	31.20	1.78
Dolomicrosparite	Max	20.3	11.20	0.04	0.05	0.06	0.02	40.95	43.25	1.90
	Min	18.5	9.8	0.03	0.02	0.02	0.01	20.3	24.60	1.83
	Average	18.84	10.45	0.04	0.03	0.04	0.02	38.2	31.33	1.96
Dolosparite	Max	21.3	10.45	0.1	0.1	0.03	0.02	48.1	40.2	1.98
	Min	18.50	9.12	0.05	0.02	0.02	0.01	26.45	20.25	1.95
	Average	19.07	9.6	0.08	0.06	0.01	0.01	30.36	35.68	1.99

نسبت Ca/Mg در دولومیت‌های ایده آل برابر ۱/۶ می‌باشد (آدابی، ۲۰۰۹؛ حیکت و همکاران، ۲۰۲۴). میانگین این نسبت برای فازهای مختلف آنالیز شده برای دولومیت‌های سازند شهبازان برابر ۱/۷۸ برای دولومیت‌های ریزبلور، ۱/۹۶ برای دولومیت‌های متوسط بلور و ۱/۹۹ برای دولومیت‌های درشت بلور می‌باشد. می‌توان گفت دولومیت‌های سازند شهبازان هنوز به حالت استوکیومتری نرسیده‌اند. این موضوع را می‌توان با توجه به سن سازندها توجیه نمود به گونه‌ای که با گذشت زمان دولومیت‌ها به حالت استوکیومتری نزدیک‌تر می‌شوند و هرچه سن نهشته‌ها جوانتر باشد به حالت غیراستوکیومتری نزدیک‌تر می‌شوند (السیناوی و همکاران، ۲۰۲۴).

#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات پتروگرافی و زمین‌شیمی عنصری بر روی عناصر اصلی نظیر Mg و Ca و عناصر فرعی نظیر Sr, Fe, Na, Mn دو گروه اصلی از دولومیت‌ها در سازند شهبازان شناسایی شده است که شامل دولومیت‌های اولیه (هم‌زمان با رسوب‌گذاری) و دولومیت‌های ثانویه (پس از رسوب‌گذاری) می‌باشند. در برش سازند خانه‌کت دولومیت‌های بسیار درشت‌بلور دارای منطقه‌بندی مشاهده گردید که اغلب در امتداد استیلولیت‌ها شکل گرفته‌اند. در دولومیت‌های مورد مطالعه هر دو سازند یک روند افزایشی از عناصر Fe و Mn و یک روند کاهشی از عنصر Sr از دولومیت‌های اولیه (ریزبلور) به سمت دولومیت‌های ثانویه (متوسط و درشت‌بلور) دیده می‌شود. میانگین نسبت Ca/Mg در دولومیت‌های سازند شهبازان بیش از ۱/۶ می‌باشد و بیانگر این است که دولومیت‌های سازند شهبازان هنوز به حالت استوکیومتری نرسیده‌اند و نظم بلوری کمتری دارند. این موضوع را می‌توان با توجه به سن سازندها توجیه نمود به گونه‌ای که با گذشت زمان دولومیت‌ها به حالت استوکیومتری نزدیک‌تر می‌شوند.

#### ۵- مراجع

- Adabi, M. H., 2009. Multistage dolomitization of upper Jurassic Muzduran Formation, Kopet-Dagh basin, N.E. Iran: *Crab. Eva.*, v:24, p:16-32.
- Al-Sinawi, N., Hollis, C., Duval-Arnould, A., Koeshidayatullah, A., Schroder, S., Redfern, J., 2024. Dolomitization of early-post rift Lower Jurassic carbonate platforms along the Moroccan Atlantic margin: origin and significance. *J African Earth Sci* 211:105167. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2023.105167>
- Folk, R. L., 1965. Some aspects of recrystallization in ancient limestones. In: Pray, L.C. and Murray, R.C. (eds.): *Dolomitization and limestone diagenesis*. Society of Economic Paleontologist and Mineralogists. Spec. Publ., v:13, p:14-48.
- Hikmat, S., Jaleel, A., Tobia, F., Idrees, A., Jaleel, B., 2024. Geochemical characteristics of dolomite: a case study from lower jurassic formations, imbricated zone, Iraqi Kurdistan region. *Carbonates and Evaporites*, <https://doi.org/10.1007/s13146-024-01012-w>
- James, G.A. and Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium, agreement area, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49(12), 2182-2245.
- Mazzollo, S.J., 1992. Geochemical and neomorphism alteration of dolomite: a review: *Carbonates and Evaporites*, v: 7, p:21-37.
- Sibley, D.F., Gregg, J.K., 1987. Classification of dolomite rock textures. *J. Sediment. Petrol.*, v: 57, p: 967-975.