

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

کارست زایی سازند قم در گستره کوه دو برادر، جنوب قم

پرویز آرمانی

دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین
armani@sci.ikiu.ac.ir

چکیده: شناسایی پدیده های زمین ریخت شناسی کارست که در اثر انحلال سنگ های کربناته پدید آمده اند، می تواند کمک شایانی به شناخت فرایند کارست زایی نماید. کوه دو برادر در جنوب شهر قم، در سازند قم (الیگوسن - میوسن) و در پهنه ساختاری - رسوبی ایران مرکزی قرار دارد. مهم ترین زمین دیس های کارستی در گستره این کوه دربرگیرنده: چاله باران، شیارها (کارن)، غارک و غار (اشکفت) است. برپایه باز دیدهای میدانی شدت کارستی شدن در گستره کوه دو برادر بررسی شد. برپایه رده بندی زمین ریختی، کارست زایی سازند قم در گستره کوه دو برادر بیشتر کارست میانه (حدواسط)؛ و برپایه رده بندی مهندسی، جوان تا رسیده است.

واژگان کلیدی: ایران مرکزی، زمین ریخت شناسی، سازند قم، کارست زایی

Karstification of Qom Formation in Do Baradar area, south of Qom

Parviz Armani

Associate Professor, Department of Geology, Imam Khomeini International University, Armani@sci.ikiu.ac.ir

Identifying karst geomorphological phenomena that have formed as a result of the dissolution of carbonate rocks can help to understand the process of karstification. Dobaradar Mountain is located in the south of Qom city, in the Qom Formation (Oligocene-Miocene) and in the structural-sedimentary zone of Central Iran. The most important karst landforms in the area of this mountain include: rain print, karren, vug and cave. Based on the field work, the intensity of karstification was investigated in Dobaradar mountain area. Based on the geomorphological classification, the karstification of the Qom Formation in the area of Dobaradar Mountain is mostly middle (transitional) karst; And based on engineering classification, young to mature.

Central Iran, geomorphology, Qom Formation, karstification

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۱- پیشگفتار

واژه کارست از واژه ایتالیایی karso که به معنی سنگ لُخت است گرفته شده است (میلانوویچ، ۱۹۸۱). سیویک (۱۹۲۵) گستره‌های کارستی را به ۳ گستره تقسیم کرد که شامل کارست پیشرفته یا فراگیر کارست (Holokarst)، پاره کارست (Merokarst) و کارست میانه (Transitional) می‌شود. در رده‌بندی مهندسی کارست، کارست به نوجوان، جوان، رسیده، پیچیده و گسترده دسته‌بندی می‌شود (والتام و فوکس، ۲۰۰۳). اهمیت کارست و سرزمینهای کارستی را برای تامین کانسارهای اقتصادی، مخازن نفت و گاز آشکار است (لوکس ۱۹۹۹ و ۲۰۰۱). زمین‌گردشگری کارست در کشورهای دارای سنگ‌های کارستی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (میگون، ۲۰۱۱). هدف اصلی از انجام این پژوهش، شناسایی زمین‌دیس‌های کارستی و نقش ویژگی‌های سنگ‌شناسی، شکستگی، و اقلیم در شکل‌گیری کارست در گستره کار است. آب، اصلی‌ترین متغیر در کنترل انحلال و فرسایش می‌باشد. بنابراین، کارست در مناطقی پیشرفت می‌کند که میزان بارندگی بیشتر باشد. مناطق خشک یا بسیار سرد از گسترش کارست پیشگیری می‌کند (کریمی‌وردنجان، ۱۳۹۴). در میان پهنه‌های رسوبی-ساختاری ایرانزمین، پهنه زاگرس دارای بیشترین توان کارستزایی است (آرمانی، ۱۴۰۱). در پهنه ایران مرکزی هم سازند قم دارای بیشترین توان کارستزایی است (آرمانی و همکاران، ۱۴۰۱). گستره کوه دوبرادر یا دوبرادران میان درازای جغرافیایی $50^{\circ}52'10''$ تا $50^{\circ}53'30''$ خاوری و پهنای جغرافیایی $34^{\circ}34'15''$ تا $34^{\circ}34'30''$ شمالی قرار گرفته است. این کوه با فرازای ۱۲۴۰ متر از تراز دریا و روند شمال باختری-جنوب خاوری در جنوب شهر قم و در باختر مسجد جمکران واقع شده است (شکل ۱). کوه دوبرادر از دید زمین‌شناسی ساختاری در بخش شمالی پهنه ایران قرار دارد. سازند قم در زمان روپلین-بوردیگالین (الیگوسن-پیشین-میوسن پیشین) در امتداد کرانه شمال خاوری دریای تتیس در حوضه‌های سندرچ-سیرجان، ارومیه-دختر و ایران مرکزی نهشته شده است (Mohammadi, 2022). ستبرای سکانس رسوبی سازند قم در بُرش دوبرادر 1023 متر است و به طور کلی از سنگ‌آهک، سنگ‌آهک ماسه‌ای، سنگ‌آهک رسی، گِل‌سنگ، گِل‌سنگ ماسه‌ای، شیل آهکی، شن‌سنگ، ماسه‌سنگ، گِل‌سنگ گچ‌دار و گچ ساخته شده است و دربرگیرنده بخش‌های a, b, c-1, c-2, c-3, c-4, d, e, f و g است (دانشیان و رضانی دانا، ۱۳۹۷). بیشتر رخنمون کارستی کوه دوبرادر وابسته به بخش سنگ‌آهک c-1 سازند قم است.

۲- گفتگو و روش پژوهش

پراکندگی و گسترش سنگ‌های کربناته سازند قم در گستره جنوب قم با به کارگیری نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ قم (Zamani, 2002) شناسایی شد (شکل ۱). بازدیدهای میدانی برای بررسی سازندهای کربناته و شناسایی زمین‌دیس‌های کارستی و میزان و شدت کارستزایی در آنها انجام گرفت. شکستگی‌های گستره کار با بهره‌گیری از تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث شناسایی شد. پس از آن نمودار گل سرخی شکستگی‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Roz Net آماده شد.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

شکستگی‌ها اهمیت بسزایی در روند کارستزایی دارد. در این گستره شکستگی‌ها بیشتر دارای روند شمال خاوری - جنوب باختری هستند (شکل ۲). گسل‌های اصلی روند شمال باختری - جنوب خاوری دارند (Zamani Pedram et al. 2002). گستره کار از پیر به جوان دربرگیرنده سازندهای سرخ زیرین، قم و سرخ بالایی است. این پژوهش روی کارستزایی سازند قم در جنوب قم متمرکز شد. سازند قم دارای پاره‌سازندهای گوناگون است، اما فرایند کارستزایی تنها در پاره‌سازند سنگ‌آهک ستبرلایه مانند بخش C-1 انجام گرفته است. اگر در گستره‌هایی که میزان بارندگی آن کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد زمیندیس‌های کارستی پدید نمی‌آید (چورلی و همکاران، ۱۹۸۵). بنابراین، ساختارهای کارستی بیشتر در مناطق سرد و نمناک با بارش بیش تر از ۳۰۰ میلی‌متر که دارای سنگ بستر کربناته یا تبخیری باشند شکل می‌گیرند. گستره قم دارای اقلیمی خشک با میانگین دمای ۱۸/۳ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۱۷۰ میلیمتر است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱). بنابراین، بر پایه شرایط اقلیمی، در این محدوده نبایستی زمیندیس‌های کارستی پدید می‌آید! علت پیدایش زمینریخت‌های کارستی به هزاره‌های پیشین بر می‌گردد که دوره‌های سرد و با بارش بیشتر، حتی بیش از دوبرابر بارش امروزه، حکمفرما بوده است (آرمانی و طارمی، ۱۴۰۱).

زمیندیس‌های کارستی

چاله باران (Rain pit) یک زمیندیس انحلالی است که بر روی توده‌ی سنگ کربناته و بدون نشانی از عوامل ساختاری پدید می‌آید. این کارنها به صورت چاله‌های کوچکی در اندازه چند میلی‌متر تا چند سانتی‌متر بر روی سنگ‌آهک لخت ساخته می‌شود (کریمی‌وردنجانی، ۱۳۹۴) (شکل ۶). ریزکارن (Microkarren) یا ریزشیار (Microrill) دارای شیارهای با ژرفا و پهنای تا یک میلی‌متر و درازای چند سانتی‌متر است. شیار (Karren) دارای اندازه بیش از یک میلی‌متر و درازای تا چند دسی‌متر است (شکل ۶). شیارکارن (Rill karren): شیارکارن یا کارن شیار دارای آبگذرهای باریک است و در شیب‌های تند پدید می‌آید. هر چه بارش و شیب بیشتر شود، درازای شیارکارن هم بیشتر می‌شود (بوگلی، ۱۹۸۰) (شکل ۷). ژرف‌شیار (Grikes): ژرف‌شیار یا کارن ژرفی (Cleft karren) در نتیجه انحلال در محل درزه‌ها پدید می‌آید. ژرف‌شیارها معمولاً دارای چند سانتی‌متر پهنای و چندین متر ژرفا می‌باشند. اهمیت ژرف‌شیارها از آن رو است که هدایت‌کننده اصلی آب باران به درون سفره‌های کارستی است (کریمی‌وردنجانی، ۱۳۹۴) (شکل ۸). فرسایش نابرابر (Differential Erosion) نباید با این زمیندیس اشتباه شود (شکل ۸).

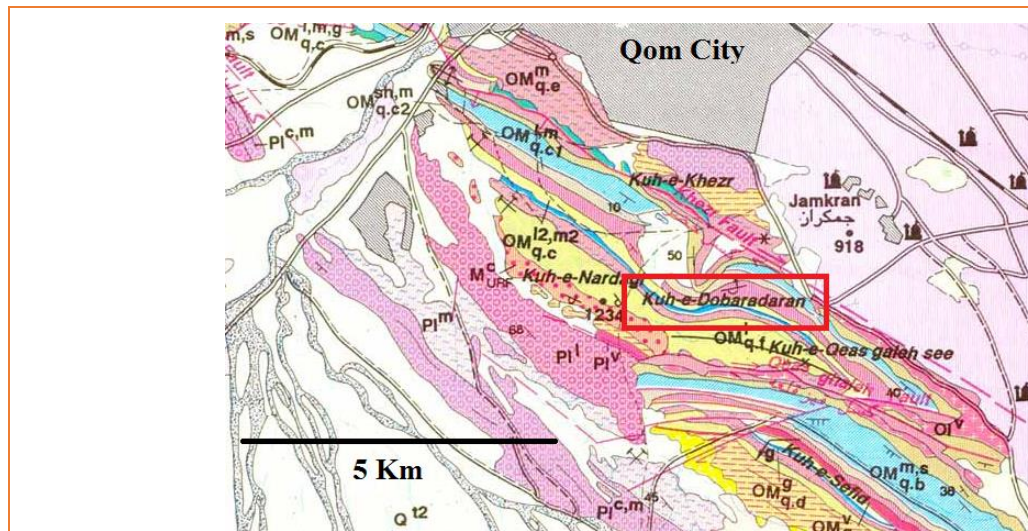
اشکفت (Caves) یا غار یک بازشدگی طبیعی در روی زمین گفته می‌شود که به اندازه‌ای بزرگ است که یک انسان بتواند وارد آن شود (فلوری، ۲۰۰۹). اگر اندازه حفره کوچکتر از یک متر باشد به آن غارک (Vug) یا چاله (Pit) گویند. بودن لایه‌های شیلی در میتن سنگ‌آهک‌ها از دید ساخت غار بسیار مهم است، زیرا شیل‌ها گذر آب‌های زیرزمینی را متوقف کرده و باعث سرعت بخشیدن به انحلال سنگ‌آهک و در پایان ساخت غار می‌شوند (مقیم، ۱۳۹۱) (شکل‌های ۹ و ۱۰). غارهای فراوانی در سازند قم پدید آمده است. در میان سازندهای ایران مرکزی هیچ سازندی به اندازه سازند قم دارای کارستزایی و غار نیست (آرمانی و همکاران، ۱۴۰۱). در استان قم غارهای وشنوه، سالمستان و کُهک (کوه کوچک) در این سازند ساخته شده است.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱: نقشه زمین شناسی گستره کار (برگرفته از Zamani Pedram et al. 2002) (راهنمای نمادها در جدول زیر)

نماد	سنگ شناسی	نماد	سنگ شناسی
OM _{q,f} ^l	Limestone & Mudstone (f member)	PI ^l	Conglomerate
OM _{q,e} ^m	Mudstone, Limestone & Gypsum (e member)	PI ^v	Pyroclastic & Volcanic Conglomerate
OM _{q,d} ^g	Gypsum & Mudstone (d member)	PI ^m	Mudstone with Conglomerate & Sandstone
OM _{q,c2} ^{sh,m}	Mudstone & Sandstone (c ₂ member)	PI ^{c,m}	Conglomerate with Sandstone
OM _{q,c1} ^{l,m}	Mudstone & Limestone (c ₁ member)	MURF ^c	Conglomerate
OM _{q,c} ^{12,m2}	Limestone & Mudstone (c ₃₋₄ member)	MURF ^m	Mudstone & Sandstone
OM _{q,b} ^{m,s}	Mudstone & Sandstone (b member)	MURF ^{s,c}	Sandstone, Conglomerate & Mudstone

۳- دستاوردها

کوه دوبرادر دارای شرایط سنگ شناسی مناسبی برای کار ست زایی است. اما شرایط و آب و هوایی امروزی برای این فرایند نامناسب است! زیرا بارش گستره قم نزدیک ۱۷۰ میلی متر در سال و میانگین دمای آن هم نزدیک ۱۸ سانتی گراد است. پس زمیندیس های چگونه پدید آمده اند؟ می دانیم در هزاره های پیشین (ده ها هزار تا صدها هزار سال پیش) گاهی میانگین بارش بیشتر و دما هم کمتر بوده است. بنابراین، دوره های ترسالی که بارش چندین برابر امروزه بوده و دما هم سردتر بوده آب به درز و شکاف های سنگ آهک های سازند قم رخنه کرده و باعث افزایش کارکرد انحلال و سرانجام منجر به پیدایش زمیندیس های

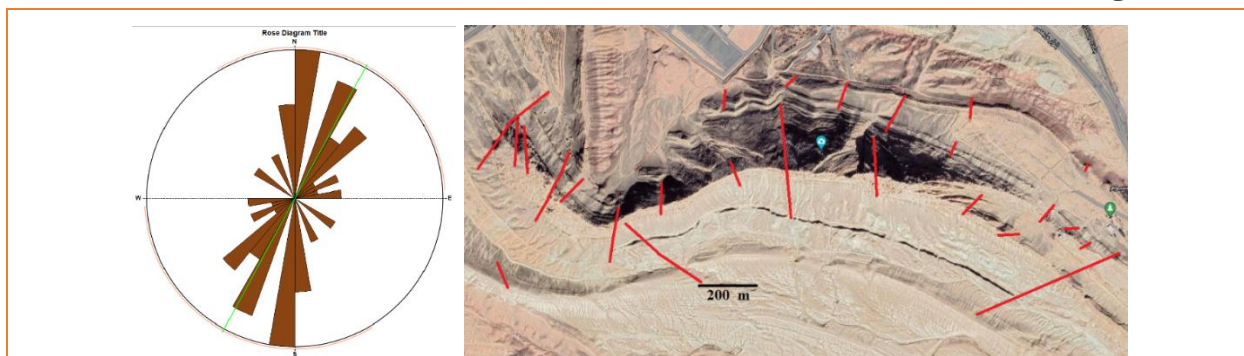
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

(لندفرمها) کارستی شده است. چاله باران، گونه‌های شیار (کارن)، غارک و اشکفت (غار) مهم‌ترین زمین‌دیس‌های کارستی در منطقه هستند. در کل، کارست‌های گستره کوه دوبرادر، بر پایه رده‌بندی زمین‌ریخت‌شناسی از نوع کارست میانه؛ و بر پایه رده‌بندی مهندسی، جوان تا رسیده است.



شکل ۲: شکستگی‌های گستره کوه دوبرادر (تصویر ماهواره‌ای برگرفته از Google Earth)



شکل ۳: از راست: کوه دوبرادر یا برادران؛ چاله باران؛ میکروکارن



شکل ۴: از راست: چاله باران و کارن (شیاری)؛ غارک؛ اشکفت (غار) در کوه دوبرادر قم

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

سپاسگزاری

انجام این پژوهش با همکاری دانشجویان خوب گروه زمین شناسی دانشگاه بین المللی امام خمینی، به نام های مصطفی عطایی و سید محمد صالح علوی انجام گرفت که جا دارد از ایشان سپاسگزاری شود.

کتابنگاری

- آرمانی پرویز، خزایی سمانه، و سوتلانا مازینا، (۱۴۰۱). ویژگی های زمینریخت شناسی غار چال نخجیر، شمال خاوری دلیجان، استان مرکزی. هفتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران، دانشگاه اصفهان، ۲۳-۲۵ آذر، ص ۷۴۱-۷۴۷.
- آرمانی پرویز، (۱۴۰۱). زمینریخت شناسی و کارست زایی سازند آسماری در ناقدیس کبیرکوه، دره شهر، استان ایلام. چهاردهمین همایش ملی تخصصی زمین شناسی دانشگاه پیام نور، ۱۷ آذر ۱۴۰۱، اردبیل، ص ۵۲۷-۵۳۳.
- دانشیان، جهانبخش، و رضانی دانا، لیلا، (۱۳۹۷). چینه نگاری شیمیایی نهشته های سازند قم با تأکید بر نقش آن در تعیین درجه حرارت دیرینه در برش دوبرادر، جنوب شرق قم. رخساره های رسوبی، دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۴۹ تا ۶۸.
- کریمی وردنجانی حسین، (۱۳۹۴). هیدروژئولوژی کارست، مفاهیم و روش ها، چاپ اول، ۴۱۴ ص، انتشارات ارم شیراز.
- مقیمی همایون، (۱۳۹۱). هیدروژئولوژی کارست. چاپ سوم، ۲۶۸ ص، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- Bögli, A., 1980. Karst hydrology and physical speleology. New York, Springer, 270.
- Cvijić, J., 1925, Types morphologiques des terrains calcaires, Comptes Rendus, Academie des Sciences (Paris)
- Chorley, R.J., Schumm, S.A., & Sugden, D.E., 1984, Geomorphology. Vol. 2 Geology. Translated by: Motamed, A., 1998, Samt Pub.
- Fleury, S., 2009, "Land Use Policy and Practice on Karst Terrains: Living on Limestone", Springer, 187 pp.
- Loucks, R.G., 1999, "Paleocave carbonate reservoirs: origins, burialdepth modifications, spatial complexity, and reservoir implications", American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol. 83, No. 11, p.1795-1834.
- Migon, P., 2011, "Development of karst phenomena for geotourism in the Moravian Karst (Czech Republic)", Geotourism, 3-4 (26-27), p. 3-24
- Milanovic´, P.T., 1981, "Karst Hydrogeology", Water Resources Publications, Littleton, Co. 434pp.
- Mohammadi, E., 2022, Sedimentary facies and depositional environments of the Oligocene-early Miocene marine Qom Formation, Central Iran Back-Arc Basin, Iran (northeastern margin of the Tethyan Seaway). Carbonates and Evaporites, 35 (20): 19-29.
- Waltham, A.C., & Fookes, P.G., 2003, "Engineering classification of karst ground conditions", Journal of Engineering Geology and Hydrology, Vol. 36, p. 101-118.
- Zamani Pedram, M., Hosseini, H., & Jafarian, B., 2002, Geological map of Qom, 1:100.000, Geological Survey of Iran.