



## مطالعه اشکال کارست کاذب در گرانیت کوهسنگی، مشهد، شمال شرقی ایران

\*دفاعی، الهه؛<sup>۱</sup> غفوری، محمد و<sup>۲</sup> لشکری پور، غلامرضا

<sup>۱</sup> دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین شناسی، مشهد، ایران

Elahe.defae@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین شناسی، مشهد، ایران

ghafoori@um.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین شناسی، مشهد، ایران

lashkaripour@um.ac.ir

### چکیده

در این پژوهش مطالعه و توصیف اشکال مختلف کارست کاذب موجود در توده گرانیتی کوهسنگی در شهر مشهد و در شمال شرق ایران پرداخته شده است. پدیده های کارستی انواع ویژه ای از اشکال انحلالی سطحی و زیر سطحی در مناطق یا پهنه های مختلف معرفی شده اند. و کارست کاذب اشاره به پدیده ها و لندفرم های غیر انحلالی سطحی یا زیر سطحی دارد که در مناطق مختلف نظیر شیب ها، سواحل، مناطق سنگی خرد شده، گدازه ها و مناطق یخبندان دائم (پرمافراست) تشکیل می شوند. در این پژوهش، با انجام عملیات صحرائی گسترده، مهم ترین انواع اشکال کارست کاذب در توده گرانیتی کوهسنگی تشخیص و طبقه بندی شده اند. نتایج به دست آمده محدودی وسیعی از پدیده های کارست کاذب در داخل توده های گرانیتی کوهسنگی را نشان می دهند. این پدیده ها در اثر فرآیند های هوازدگی و فرسایش تشکیل شده اند و برخی از حفرات کارست کاذب نیز در اثر حرکت بلوک های سنگی در شیب های سنگی ایجاد گردیده اند. برخی از مهم ترین اشکال و پدیده های کارستی در این منطقه شامل تافونی، گناما، غار های موجود در دامنه ها، حفرات مرتبط با بلوک های باقیمانده و اشکال فرسایشی موجود در امتداد درزه و شکستگی های توده های سنگی می باشند.

واژه های کلیدی: گرانیت کوهسنگی، کارست کاذب، تافونی، هوازدگی، سست شدگی.

The Study of pseudokarst features in koohsangi's granite rock mass Mashhad, northeast of Iran  
E. Defae\*, M. Ghafoori and G.R. Lashkaripour

### Abstract

This research focuses on identification and description of various features of pseudokarst in different parts of koohsangi's granite batholith, Mashhad, northeast of Iran. In the literature, karst features have been presented as specific types of terrain or landscapes with particular characteristics suites of well-known surface and subsurface dissolutional forms. Whereas, pseudokarst refers to non-dissolutional surface or subsurface features and landforms created in different areas such as slopes, coasts, crushed stone areas, lava tubes and permafrost areas. In this research, a comprehensive field investigation program has been carried out and most important forms of pseudokarst in koohsangi's granite batholith have been recognized and classified. Results show a wide range of Pseudokarst features in koohsangi's granite rock masses. These landforms are created by erosion, weathering processes and some holes caused by rock block movements in rock slopes. Some of the most



important forms and features of the pseudokarst in this region are tafoni, genama, pseudokarren, talus caves, caves associated to residual blockfields and erosional forms along joints and fractures within the granitic rock masses.

**Keywords:** *koohsangi's granite, Pseudokarst, Tafoni, Weathering, weakness.*

## ۱. مقدمه:

در سنگ های گرانیتی کوهسنگی انواع پدیده های مورفولوژیکی حاصل از هوازدگی و حوادث تکتونیکی مشاهده می شود. پدیده کارست به علت انحلال سنگ های قابل حل مثل ژپس یا سالت در پهنه های مختلف لندفرم های سطحی و اشکال زیر سطحی مشخص می شود. بنابراین، اشکال کارستی از انواع کارست ها به وسیله سنگ های انحلالی تمایز داده می شوند. در نتیجه، شرایط کارست کاذب شبیه کارست می باشد با این تفاوت که از انحلال سنگ ها ایجاد نمی شود (Technos, 2005). عوامل مهم در بروز اشکال کارست کاذب خوردگی و فرسایش (فرآیند های هوازدگی) می باشد. به عبارت دیگر، غار های غیر کارست توسط فرآیند های مختلف در سنگ های مختلف و تقریباً در هر منطقه ای توسعه یافته اند. از عوامل اصلی تشکیل مناظر کارست کاذب در گرانیت، هوازدگی بعد از تشکیل و فرآیندهای فرسایشی است (Vaquiro Rodriguez, 2004). بیشترین نوع کارست کاذب در نتیجه فعالیت های انسانی مانند فرونشست در منطقه به دلیل برداشت آب های زیرزمینی و یا نفت، همراه با فروپاشی به دلیل استخراج و فاضلاب است (Olson, 2001). از آنجا که سنگ های گرانیتی منطقه کوهسنگی علاوه بر کاربرد در پروژه های مهندسی از قبیل زیر سازی مهندسی، سایت های سد و تونل، این منطقه از نظر مورفولوژیکی برای زیبای شهر مطرح می باشد، بنابراین مطالعه ویژگی های موثر بر خواص مهندسی این نوع سنگ ها مهم می باشند.

## ۲. موقعیت زمین شناسی:

محدوده دشت مشهد، در حد فاصل طول جغرافیایی  $20^{\circ} 58'$  تا  $8^{\circ} 60'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $35^{\circ} 40'$  تا  $36^{\circ} 31'$  شمالی در شمال شرقی ایران قرار دارد. منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر مشهد و از لحاظ زمین شناسی در محدوده زون مفصلی (Suture zone) بین ارتفاعات بینالود و کپه داغ قرار دارد. کوهسنگی نیز بخش مهمی از توده گرانیت مشهد است که با توجه به ترکیب و میزان کانی ها در گروه گرانودیوریت و کوارتز مونزونیت های ده نو-وکیل آباد- کوهسنگی قرار می گیرد. این گرانیت ها بعد از فاز کوهزایی هرسی نین و قبل از فاز کوهزایی سیمیرین میانی تشکیل شده است. کوهسنگی در انتهای خیابان شریعتی مشهد مستقر است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و محل آن در نقشه ایران را نشان می دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و محل آن در نقشه ایران

### ۳. کارست کاذب در سنگ های گرانیتی:

بیش از ۱۵٪ مساحت سطح قاره های زمین را گرانیت تشکیل داده است. اشکال گرانیت تحت تاثیر هر دو عامل، آب و هوای قدیمه و آب و هوای فعلی ایجاد شده اند (Chen et al, 2009). مهم ترین انواع کارست کاذب در توده سنگ های گرانیتی به شرح زیر است:

#### ۱.۳. حفرات ناشی از استرس:

ماگما های گرانیتی در مسیر خود به سطح زمین در معرض تنش های لیتواستاتیک یا محصور کننده و تنش های تکتونیکی یا جهت دار قرار می گیرند، که یکی از اولین نشانه های حضور گرانیت ها در همه جای پوسته زمین است. تنش های تحمیل شده، ساختارها و ناپیوستگی های مکانیکی مانند: باند برشی، شکستگی ها، گسل ها و دیاکلاست ها را در مواد ایجاد می کنند (Aurejac et al, 2004). این نوع استرس ها به شرح زیر می باشند (Vidal Romani and Vaqueiro Rodriguez, 2007)

- تنش های خنک کننده و تبلور ماگما: طی سرد شدن و تبلور ماگما کاهش حجم آن می تواند شکستگی های کششی در سنگ های آذرین ایجاد نماید.

- تنش های فشرده سازی ماگما به سنگ های نفوذی: این تنش ها ساختارها و ناپیوستگی هایی را در سنگ ایجاد می کند. اگر ماگما متبلور شود، شکستگی ها و جوینت ها در قسمت خارجی آن شکل می گیرند.



دومین کنگره بین المللی زمین شناسی کاربردی  
دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، گروه زمین شناسی  
۳۱-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۴



-تمرکز تنش: تمرکز استرس در توده سنگ های نفوذی توسط نیروهای ناشی از تکنونیک ایجاد می شود چون بیشتر سنگ های آذرین در سایت تکنونیک فعال تزریق می شوند.  
-تنش های ناشی از بار برداری در توده سنگ های نفوذی: به دلیل هوازدگی و فرسایش، مواد روباره به تدریج از بین می روند و باعث ایجاد تنش عمودی بر روی سطح سنگ می شود. این تنش باعث ایجاد ناپیوستگی هایی به صورت موازی با سطح توده سنگ شده که به عنوان دسته درزه آزاد کششی شناخته می شوند.

### ۲,۳. حفرات ناشی از هوازدگی:

هوازدگی ترجیحی در داخل ناپیوستگی های عمودی تولید اشکال اولیه کاذب، فرم تافونی، فرم گناما و ... می کنند. انواع حفره های گرانیت به شرح زیر طبقه بندی شده است (Vidal Romani and Vaqueiro Rodriguez, 2007):  
-توسعه حفره ها همراه با صفحات بزرگ شکست: هوازدگی اساسا با شستن مواد معدنی، منجر به گسترش بیشتر شکستگی می شود.

-حفرات همراه با زمینه های باقیمانده بلوک: اینجا بخش بهتری از سنگپوش گرانیت، اگر که وجود داشته باشد. ترک های شسته شده، زوائد ترک های زیر در بلوک و بولدر ها در محل دیده می شود.  
-تافونی: به مرحله تغییر شکل الاستیک توده ارتباط دارد، هر چند انواع مشابه حفرات به محیط اپی ژنیک نسبت داده شده است (Migon, 2006). این اصطلاح به غار و یا میان تهی های درون شکستگی های یک بلوک اشاره دارد.

### ۳,۳. حفرات ناشی از فعالیت آب های نفوذی:

تاثیر آب های نفوذی بر روی سنگ گرانیت به ترتیب در طی ۳ مرحله زیر انجام می شود که عبارتند از (Vidal Romani and Vaqueiro Rodriguez, 2007):  
-هوازدگی سنگ ها توسط آب های نفوذی.

- هوازدگی سنگدانه ها توسط آب نفوذی از طریق جوینت ها و شکستگی ها.  
-ایجاد جریان آزاد آب نفوذی و فرسایش بیشتر فیزیکی، مکانیکی و توسعه کارست های کاذب.



#### ۴. کارست کاذب در گرانیت کوهسنگی:

تحقیقات میدانی در بخش های مختلف گرانیت کوهسنگی نشان می دهد که اشکال کارست کاذب توسط هوازدگی، تخریب، فرسایش و عمل فرآیند های انجماد و ذوب شکل گرفته است. انواع مختلف کارست کاذب شناخته شده در گرانیت کوهسنگی به شرح زیر است:

#### ۱.۴. حفرات توسعه یافته توسط ناپیوستگی ها:

هوازدگی ناپیوستگی ها باعث افزایش باز شدگی آن ها می شود که منجر به توسعه غارها، حفره و فضاهایی در توده سنگ است که برخی از این ها به عنوان کارست کاذب شناخته شده اند. این پدیده در امتداد شکستگی های عمودی و افقی قابل مشاهده می باشد.



شکل (۲) توسعه غار همراه با شکستگی و ناپیوستگی های افقی و عمودی در گرانیت کوهسنگی

#### ۲.۴. حفرات تالوس:

تجمع بلوک های هوازده سنگ و مواد در دامنه ها گاهی اوقات ایجاد یک فرم عمده ای از کارست کاذب شناخته شده به عنوان شبه تالوس می کند. این ویژگی در توده سنگ های گرانیتی رخ داده به طوری که منجر به ایجاد غارهای زیبا می شود. از مهم ترین عوامل شکل گیری این غارها لغزش بلوک های برش سنگ است. شکل (۳) یک نمونه از این نوع غارها در گرانیت کوهسنگی را نشان می دهد.

#### ۳.۴. تافونی:

این ویژگی از جمله اشکال عمیق و بزرگ کارست کاذب است که مربوط به فرایند هوازدگی بر روی سطح بلوک های پایدار هستند. اندازه آن ها بزرگ است به طوری که یک فرد می تواند در درون آن ها قرار گیرد. معمولاً، سطوح دیوار تافونی صاف



و نرم هستند. شکل (۴) دو نمونه از تافونی بر روی بلوک های سنگ گرانیت در منطقه کوهسنگی نشان داده شده است.



شکل (۳) نمونه شبه تالوس در گرانیت کوهسنگی



شکل (۴) دو نمونه تافونی در گرانیت کوهسنگی

#### ۴,۴. گناما:

این ویژگی ها کوچکتر از تافونی و ناشی از هوازگی یا فرسایش در سطح بلوک های برش سنگ و یا توده سنگ هستند. آنها دهانه مدور یا بیضی و به صورت، انواع تابه و گلدان قابل مشاهده اند. انواع پان یا تابه عمق کمتر با قطر بزرگتر اما انواع گلدان عمیق تر با قطر کوچک تر است. شکل (۵) نوع پان گناما در گرانیت کوهسنگی را نشان می دهد.



شکل (۵) نمونه‌های پان‌گنما در گرانیت کوهسنگی

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری:

گرانیت کوهسنگی نیز بخش مهمی از توده گرانیت مشهد است که با روند هوازدگی و فرسایش لایه‌های بالایی در سطح زمین ظاهر شده است. دلایل عمده زیبایی کوهسنگی، هوای لطیف، دید مناسب و اشکال مورفولوژی خاصی آن است. این منطقه دارای پتانسیل وقوع کارست کاذب است و نتیجه می‌گیریم که ویژگی‌های مختلف کارست کاذب مانند حفرات و حفره‌های توسعه یافته در طول شکستگی‌ها و ناپیوستگی‌ها منجر به هوازدگی و فرآیند‌های فرسایش می‌شود. این ویژگی‌ها در اکثر نقاط گرانیت کوهسنگی قرار گرفته است. از نقطه نظر ژئومورفولوژی و مهندسی آن‌ها بسیار مهم هستند. برخی از پارامترها مانند لیتولوژی، آب و هوا، شکستگی و جوینت‌ها از عوامل موثر در توسعه ویژگی‌های کارست کاذب در این منطقه می‌باشند.

## ۶. مراجع:

- Aurejac J. B., Gleizes, G., Diot, H., Bouchez, J. L., "Le complexe granitique de Querigut (Pyrenees, France) re-examine par la technique de l'ASM: Un pluton syntectonique de la transpression dextre hercynienne" *Bull. Soc. Geol. France* 2 (2004) 157-174.
- Chen Y, Cui Z, Yang J., "Influence of climate and tectonic movements on granite landforms in China" *J. Geogr. Sci.* 19 (2009) 587-599.
- Migon P., "Granite landscapes of the World" Oxford University Press Great Britain (2006).
- Olson R., "Karst Landscapes and the Importance of Three Dimensional Data in Protection of Cave and Karst Resources" *U.S. Geological Survey Karst Interest Group Proceedings, Water-Resources Investigations Report 01-401 1* (2001) 1-7.
- Technos Inc., "Characterizing Karst and Pseudokarst" Website. [www.technos-inc.com](http://www.technos-inc.com), Volume 4, Issue 2 (2005) 1-12.
- Vaquiro Rodriguez M., "Karst in siliceous rocks: Pseudokarst landforms and caves in the quartz dyke of Pico Sacro (Boqueixon, Galicia)" *Caderno Lab. Xeoloxico de Laxe Coruna.* 29 (2004) 247-264.
- Vidal Romani J. R., and Vaquero Rodriguez M., "Types of granite cavities and associated speleothems: genesis and evolution" *Nature Conservation* 63 (2007) 41-46.