

نقش هوازدگی نمکی در ایجاد تافونی در سازند شمشک واقع در بخش شمالی بینالود و مقایسه آن با هوازدگی شیمیایی در گرانیتهای جنوب مشهد
خانه باد، محمد؛ موسوی حرمی، رضا؛ محبوبی، اسداله
گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

مهمترین سیمای هوازدگی در توده‌های ماسه سنگی و گرانیتهای، هوازدگی حفره‌ای است که به آن تافونی می‌گویند. تافونی‌ها حفرات عمیق و توخالی می‌باشند که توسط مکانیزم‌های مختلف هوازدگی ایجاد می‌شوند. در این مطالعه چگونگی پیدایش تافونی‌ها و عوامل کنترل‌کننده آنها در گرانیتهای جنوب مشهد و ماسه سنگهای سازند شمشک در یک آب و هوای نیمه خشک بررسی شده است. در ناحیه مورد مطالعه، تافونی‌ها اغلب بوسیله فرایندهای فیزیکی و شیمیایی تشکیل شده‌اند. در این سنگها، تافونی‌ها بوسیله عوامل کانی‌شناسی و ساختاری سنگ، تغییرات آب و هوای محلی اطراف تافونی‌ها و شرایط آب و هوایی درون خود حفرات کنترل می‌شوند.

The role of salt weathering in formation of tafoni in the Shemshak Formation (North of Binalood) and its comparison with chemical weathering in the granite rocks of South Mashhad

Khanehbad, M., Moussavi –Harami, R., Mahboubi,

Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

The most common weathering features on sandstone and granite landforms are cavernous weathering that are known as tafoni. Tafoni are deep cavities which are produced by a variety of different weathering mechanisms. This study investigates the formation of tafoni in the granitic rocks of South Mashhad (NE Iran) and Shemshak Formation in semi-arid climatic conditions. In the study area, Tafoni formed by both physical and chemical weathering processes and are mainly controlled by mineralogical and structural characteristics of the rocks and variations in the local climate and microclimate within the caves.

مقدمه

تافونی‌ها حفرات توخالی در سنگ‌های با بافت دانه‌ای هستند که توسط مکانیزم‌های متفاوتی تشکیل می‌شوند. هوازدگی حفره‌ای در سازند شمشک در محدوده روستای فریزی با موقعیت عرض جغرافیایی $28^{\circ}1'$ و 29° و 36° شمالی و طول جغرافیایی $4^{\circ}30'$ و 58° و 58° شرقی و نیز در گرانیتهای جنوب مشهد مشاهده می‌شود. در این مقاله چگونگی تشکیل این اشکال ژئومورفولوژیکی در ماسه سنگهای سازند شمشک و گرانیتهای جنوب مشهد با هم مقایسه شده‌اند.

فرایندهای موثر در توسعه تافونی‌ها در سازند شمشک

سازند شمشک در این محدوده بر روی فیلیت‌های جنوب مشهد و در زیر سازند دلیچای قرار گرفته است. از نظر لیتولوژی، کاملاً ترکیب هتروژنی داشته و عمدتاً از لایه‌های ماسه سنگی، شیل‌های حاوی زغال و فسیل گیاهی و کنگلومرا تشکیل شده است.

کنگلومراهای این سازند اغلب چند منشایی (polymictic) بوده، یعنی پیل‌هایی با ترکیب متفاوت داشته که در سیمان کربناته و همانیتی پراکنده شده‌اند. جنس پیل‌های آن اغلب کوارتز و خرده سنگهای رسوبی و دگرگونی است. ماسه سنگها اغلب دانه ریز تا خیلی دانه درشت بوده و دارای ساختارهای رسوبی از قبیل طبقه بندی-های افقی و مورب می‌باشند. اجزای اصلی تشکیل دهنده این ماسه سنگها کوارتز، خرده سنگهای دگرگونی (اسلیت و فیلیت) و رسوبی (شیل و ماسه سنگ دانه ریز) و فلدسپات (میکروکلین، اورتوکلاز و پلاژیوکلاز) می‌باشد. این اجزا همراه با عناصر فرعی دیگر مثل میکاها، کانی‌های سنگین و اپیک در یک سیمان آهکی - همانیتی - رسی پراکنده شده‌اند.

تافونی‌های موجود در این سازند، در بخش ماسه سنگی و کنگلومرایی به خوبی مشاهده می‌شوند (شکل ۱).

۱- انحلال سیمان آهکی

یکی از عوامل موثر در تشکیل هوازدگی حفره‌ای در این سنگها، وجود سیمان آهکی در آنهاست. بطور کلی انحلال سیمان آهکی در برگزیده ذرات تشکیل دهنده آنها در اثر نفوذ آبهای اسیدی صورت می‌گیرد. در مواقع بارندگی، مقدار کمی آب اسیدی به درون سنگ نفوذ نموده و مقداری از سیمان کلسیتی را حل نموده و از بین می‌برد و در مواقع خشکسالی، آب بوسیله تبخیر به سطح سنگ کشانده می‌شود و در این حالت آهک در سطح خارجی سنگ، پوسته سختی را تشکیل می‌دهد که مشابه پدیده (case hardening) در گرانیات- هاست. بعد از مدتی، این سطح سخت که درون آن خالی است. به دلایلی شکسته شده و قسمت درونی که سست تر بوده (softening) در معرض فرسایش قرار گرفته و حفراتی تشکیل می‌شوند که به مرور زمان، ابعاد آنها بزرگتر شده و تافونی‌ها را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱- تافونی‌های موجود در ماسه سنگهای سازند شمشک - قبل از روستای فریزی

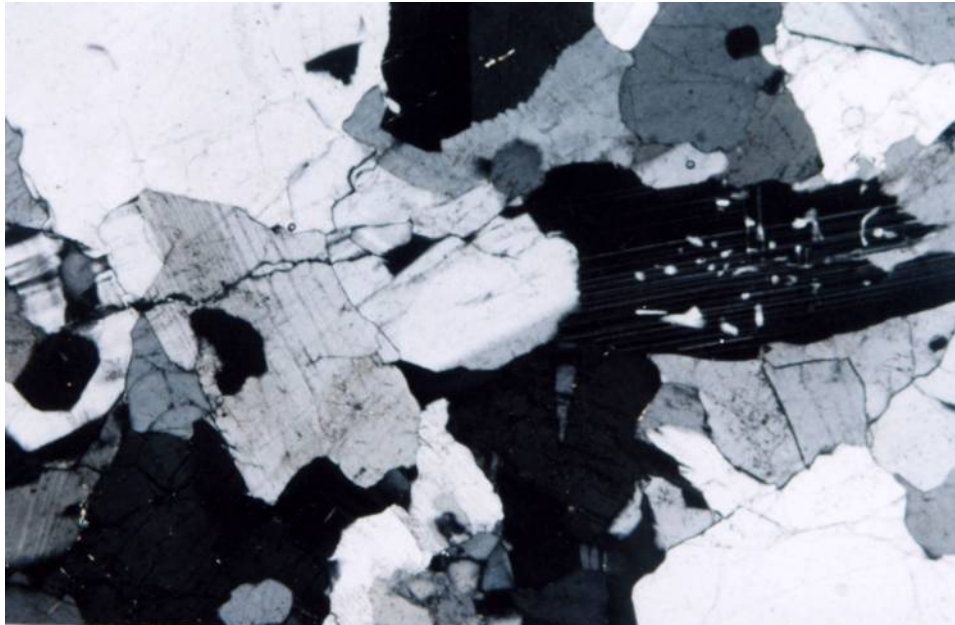
۲- هوازدگی نمکی (salt weathering)

به طور کلی نمک بعنوان يك عامل در تکوین هوازدگی حفره‌ای در نظر گرفته می‌شود. بطور کلی این هوازدگی به علت پیدایش گسیختگی‌های کششی به خاطر نهشته شدن نمک در قسمتهایی از سطح ماسه سنگهاست. در این حالت بر اثر تبلور نمک‌ها و آگیری مجدد آنها و بعلت انبساط حرارتی بالای آنها، سنگ دچار فروپاشی می‌گردد (Young, 1987). برای اثبات این پدیده، نمونه‌هایی از رگولیت‌ها و خاک‌های تشکیل شده در حفرات موجود پس از آماده سازی، توسط XRD آنالیز شده‌اند. بیشترین کانی موجود در این نمونه‌ها که توسط XRD مشخص شده، کانی استارکیت (starkeyite) می‌باشد که سولفات منیزیم آبدار بوده که کانی کمیابی محسوب می‌شود. کانی استارکیت به رنگ سفید تا متمایل به زرد دارای سختی ۲ تا ۳ می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۵۶ از معدن استارکی (Starkey) در Madison County، میسوری ایالات متحده آمریکا گزارش شده است. این کانی جز کانی‌های کمیاب (rare mineral) بوده و کمتر گزارش شده است. از نظر پیدایش زمین شناسی (Geological setting) این کانی، کانی ثانویه‌ای است که در زونهای اکسیدان نهشته‌های سولفیدی منتج می‌شوند. این کانی اغلب بصورت شوره زنی پودر مانند (powdery efflorescence's) در سطح سنگهای منطقه مشاهده می‌شود.

خرده سنگهای شیلی موجود در این سنگها و نیز لایه‌ها و لامینه‌های شیلی که اغلب حاوی پیریت نیز می‌باشند می‌توانند در اثر هوازدگی، شوره‌های نمکی را در سطح سنگ‌ها ایجاد نمایند. تکوین و توسعه این شوره‌ها از هوازدگی خرده سنگهای ناپایدار در طی دوره‌های خشکسالی (dry periods) صورت می‌گیرد.

هوازگی شیمیایی (chemical weathering) بعنوان یکی از مکانیزمهای موثر در تشکیل تافونیهای گرانیت‌های جنوب مشهد

گرانیت‌های محدوده مورد مطالعه در نمونه دستی دارای رنگ روشن بوده و بافت گرانولار آن به خوبی نمایان است. بر اساس مطالعات پتروگرافی، این سنگها اغلب از کوارتز، آلكالی فلدسپات، پلاژیوکلاز، مسكویت و بیوتیت تشکیل شده‌اند (شکل ۲).



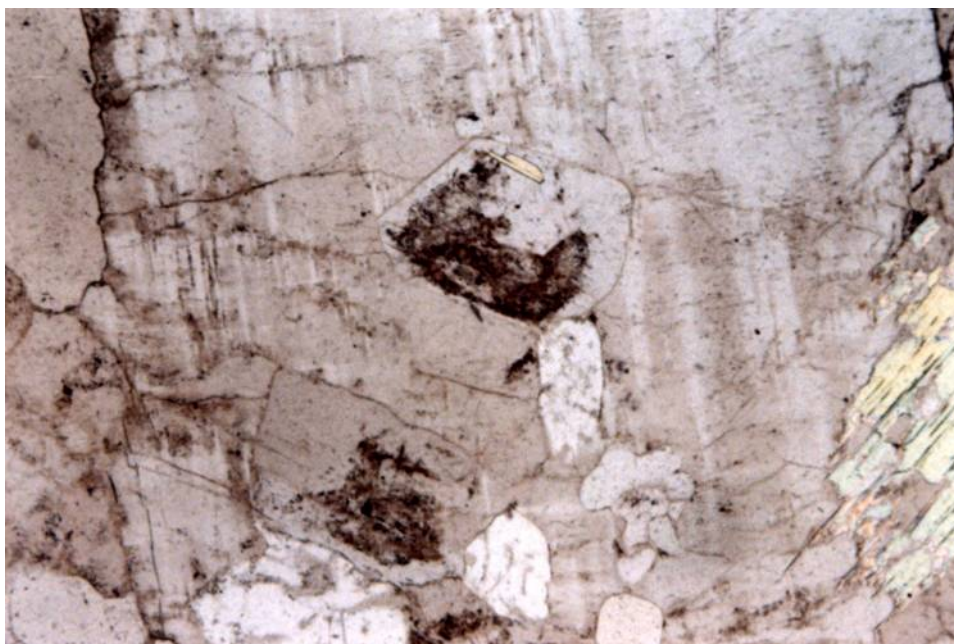
0.2 mm

شکل ۲ - مقطع میکروسکوپی از سنگهای گرانیتی جنوب مشهد

به طور کلی، گرانیت در اثر رطوبت و هوازگی تشکیل رگولیت (regolith) را می‌دهد. مواد تولید شده بوسیله هوازگی سنگهای دانه درشت و بطور خاص گرانیتها، معمولاً به سایرولیت‌های گرانیتی (granitic saprolite) معروف هستند (Sequeira Braga et al., 2002). میزان هوازگی در این سنگها تحت تاثیر ساختار سنگ، شکستگی‌ها، ترکیب کانی شناسی، اندازه بلور و ترکیب آب نفوذ کننده (penetrating water) می‌باشد (Campbell, 1997, 1999). همانطوریکه ذکر شد این سنگها دارای کانیهای ناپایدار فلدسپات و میکا هستند که تحت تاثیر فرایندهای مختلف شیمیایی به کانیهای رسی تبدیل می‌شوند (Huang et al., 1996, Wang, 1992, Li, 1987).

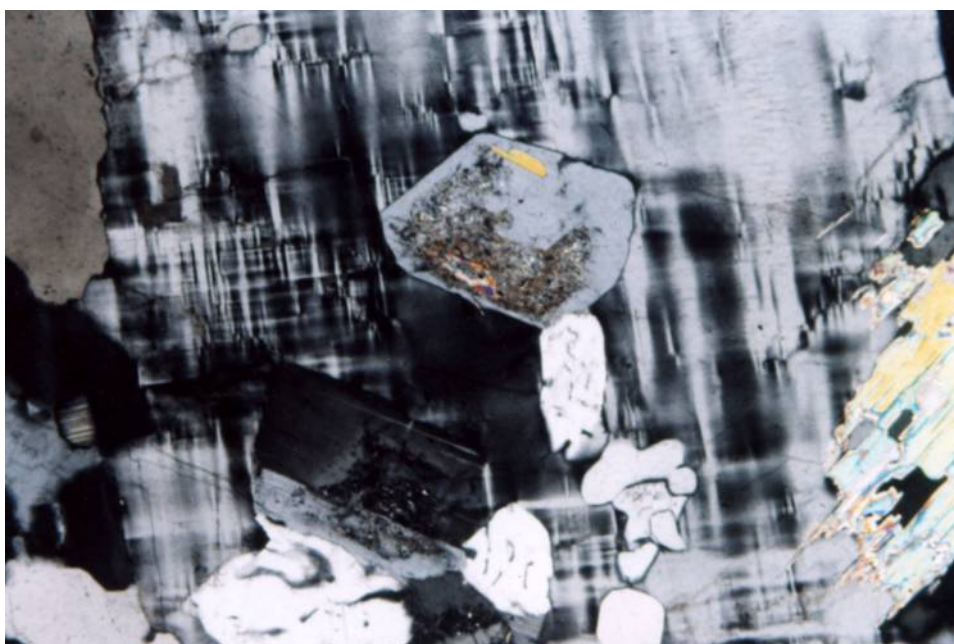
- 1- feldspar → Sericite----- hydromica----- kaolinite
2- biotite → vermiculite----- montmorillonite----- kaolinite

هوازگی گرانیت‌ها شامل تجزیه فلدسپات و میکاها بوسیله آب می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۴). پتاس و سیلیکا بوسیله این واکنش بوسیله فرایند آبشویی (leaching) از متن سنگ خارج می‌شوند. در اینحالت در نقاطی که رطوبت در آن جمع می‌شود حفره‌ای در حال تشکیل شدن می‌باشد. برای بررسی این فرایندها نمونه‌های خاک تشکیل شده در سطح گرانیت، که در زیر گل‌سنگها قرار داشته است، انتخاب و توسط دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) آنالیز شده است. کانیهای رسی شناسایی شده به ترتیب فراوانی شامل کائولینیت، ایلیت، مونت‌موریونیت، و مقدار بسیار کمی کلریت است. پروفیل‌های هوازده گرانیتی، اغلب حاوی کائولینیت می‌باشند. همانطوریکه در مقاطع میکروسکوپی این سنگها مشاهده می‌گردد، اغلب کانیهای ناپایدار تحت تاثیر دگرسانی شدید قرار گرفته‌اند. در نتیجه یکی از فرایندهای موثر در تشکیل این هوازدهای حفره‌ای، فروپاشی کانیهای ناپایدار می‌باشد. کانیهای فلدسپات و میکا ابتدا کمی دگرسان شده و با افزایش هوازگی، ساختار اولیه کانیها از بین رفته و به مرور زمان، به کانیهای رسی تبدیل می‌شوند. این کانیهای رسی خود نیز در تلاشی سنگ کمک می‌نمایند.



0.2 mm

شکل ۳ - دگرسانی فلدسپاتها به سرسیت و کانولینیت - PPL



0.2 mm

شکل ۴ - دگرسانی فلدسپاتها به سرسیت و کانولینیت - XPL

نتیجه گیری

تافونی‌ها در انواع سنگها رخ می‌دهند. شرایط متفاوتی تشکیل و تکوین تافونی‌های جنوب مشهد را تحت کنترل خود دارند که از همه مهمتر خصوصیات کانی شناسی و ساختاری سنگ‌های گرانیتی، شرایط آب هوایی محل مزبور و شرایط آب و هوایی درون خود تافونی‌هاست.

بعلت اینکه این سنگها دارای فابریک گرانولار بوده و از کانی‌های سیلیکاته دانه درشتی تشکیل شده‌اند، برخی از کانی‌ها، مانند فلدسپاتها و میکاها، کانیهای ناپایداری بوده که حساسیت زیادی به آلتراسیون از خود نشان می‌دهند بطوریکه به سرسیت و کائولینیت تبدیل شده که این کانیها نیز به نوبه خود نقش مهمی در فروپاشی سنگ دارند. رطوبت زیاد که از محلهای سیستم درزه‌های موجود در این گرانیتها ایجاد می‌شود در هنگامیکه سنگها اشباع از رطوبت می‌شوند، تمایل به هوازگی شیمیایی بیوتیت و فلدسپات را درون سنگ در پی خواهند داشت. درزه‌ها (joints)، رگه‌های پگماتیتی، زینولیت‌ها (xenoliths) نیز در تکوین تافونی موثر می‌باشند. بطور مشخص پدیده تورق سطحی (exfoliation) در این گرانیت‌ها شروعی برای تشکیل تافونی‌ها محسوب می‌شوند. در نتیجه در تشکیل این حفرات، تغییرات آب و هوایی، ترکیب سنگ، ساخت و بافت سنگ دارای اهمیت می‌باشند.

اما هوازگی حفره‌ای در سازند شمشک واقع در بخش شمالی بینالود اغلب بعلت انحلال سیمان آهنی لیتولوژیهای آن بوده و هوازگی نمکی نیز نقش بسیار مهمی در فروپاشی سنگها و تشکیل این حفرات بازی می‌کنند.

References

- Campbell, E.M., (1997) Granite landforms, Journal of the Royal Society of Western Australia, 80, 101-112.
- Campbell, E.M., (1999), Chemical weathering associated with tafoni at papago Park, central Arizona, Earth Surface Processes and Landforms, 24(3), 271-278.
- Huang, Z.G., Chen, W.Q., Chen, J.H., (1996) Red Weathered Crust in South China. Chinese Ocean Press, Beijing in Chinese.
- Li, F.L., (1987) Distribution characters and grade classification of weathering rocks in the area along the coast of China. Harbor Reconnaissance 3, 9-14 in Chinese.
- Sequeira Braga, M.A., Paquet, H., and Begonha, A., 2002. Weathering of granites a temperature climate (NW Portugal): granitic saprolites and arenization, Catena, 49, 41-56.
- Wang, Y.L., (1992) Micro-study on Bedrock Weathering Crust of Three Gorges and its Classification. Proceedings of the Fourth Conference of Engineering Geology. Chinese Ocean Press, Beijing in Chinese.
- Young, A.R.M., (1987), Salt as an agent in the development of cavernous weathering, Geology, 15(10), 962-966.