



نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر ۱۴۰۴

مطالعه آزمایشگاهی تأثیر سیکل‌های حرارتی بر خصوصیات مقاومتی سنگ گرانیت

ساسان حیدری، ساسان قربانی*

گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی همدان
s.ghorbani@hut.ac.ir



هفته ملی پژوهش و فناوری

چکیده

سنگ گرانیت یکی از پرکاربردترین سنگ‌های ساختمانی در نما و سازه‌های عمرانی ایران است. قرارگیری طولانی‌مدت این سنگ در معرض تغییرات شدید دمایی فصلی باعث تخریب پیش‌رونده و کاهش عمر مفید نماهای ساختمانی می‌شود. در این پژوهش به صورت آزمایشگاهی تأثیر چرخه‌های حرارتی بر الگوی شکست سنگ گرانیت بررسی شده است. نتایج یکی از آزمون‌های مقاومت فشاری تک‌محوره پس از دمای °C ۲۰۰ نشان می‌دهد که شکست در صفحات با زاویه تقریباً °C ۶۰ رخ داده است. نتایج این مطالعه می‌تواند مبنای علمی برای انتخاب بهینه مصالح سنگی در مناطق با شرایط محیطی سخت و افزایش دوام سازه‌های سنگی فراهم آورد.

واژه های کلیدی: سنگ گرانیت، تنش‌های دمایی، چرخه‌های حرارتی، آزمون مقاومت فشاری تک‌محوره

مقدمه

سنگ‌های ساختمانی به‌ویژه گرانیت به دلیل زیبایی، مقاومت بالا و دوام، از مهم‌ترین مصالح نما و سازه‌های ژئوتکنیکی در ایران هستند. با این حال، تماس مداوم با باران اسیدی (به‌ویژه در کلان‌شهرها و مناطق صنعتی) و نوسانات دمایی شدید فصول سال باعث خوردگی شیمیایی، ایجاد ریزترک‌های حرارتی و در نهایت کاهش چشمگیر خواص مکانیکی می‌گردد. مطالعات پیشین عمدتاً یا فقط اثر اسید یا فقط اثر دما را بررسی کرده‌اند و کمتر پژوهشی به بررسی همزمان و متوالی این دو عامل مخرب (سیکل‌های ترکیبی اسیدی-حرارتی) در سنگ گرانیت پرداخته است. این خلأ پژوهشی ضرورت انجام مطالعه حاضر را توجیه می‌کند.

ژانگ و همکاران [۱] به بررسی مقادیر UCS، BTS، مدول الاستیسیته، چسبندگی و الگوی شکست پرداخته‌اند. کاهش pH از ۷ به ۳ منجر به افت ۴۰-۳۰ درصد در مقادیر UCS و BTS، کاهش مدول الاستیسیته و چسبندگی و تغییر الگوی شکست از برشی غالب به کششی غالب شد. همچنین، رفتار سنگ شکننده‌تر و همراه با کاهش شدید ظرفیت انرژی کرنشی شده است.

ژانگ و همکاران [۲] در مطالعه‌ای با کاهش pH از ۱ به ۷ و افزایش دما از ۲۰ تا ۸۰ درجه در ماسه‌سنگ مشاهده کردند که مقاومت فشاری و مدول الاستیسیته ماسه‌سنگ افت محسوسی داشته و میزان تخلخل و ترک‌ها افزایش پیدا کرده‌اند. همچنین با تغییر کانی‌شناسی و تبدیل الگوی شکست از برشی لغزشی به برشی مخروطی مشاهده شد که اثر آسیب فیزیکی دما غالب‌تر از اثر شیمیایی اسید بوده است.

هوانگ و همکاران [۳] نیز با مطالعه‌ای بر روی ماسه‌سنگ قرمز مشاهده کردند که تا دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد آسیب جزئی، ۳۰۰ تا ۸۰۰ درجه ترک‌های ثانویه، ضعف سیمان‌بندی و افت شدید استحکام کششی و سرعت موج طولی و بالای ۸۰۰ درجه ترک‌های ماکروسکوپی و شکست کامل نمونه ایجاد شد.

راهبردهای پیشنهادی

مراحلی که در طی پایان‌نامه انجام خواهد شد:

۱- نمونه‌های گرانیت مورد مطالعه در محلول‌های با اسیدیته مختلف قرار گرفته و در ادامه تحت چرخه‌های حرارتی ۲۵، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار خواهند گرفت.

۲- سپس آزمون‌های مقاومت فشاری تک محوری (UCS)، مقاومت کششی برزلی (BTS)، اندیس بار نقطه ایی (PLI) و تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بر روی آن‌ها انجام و نتایج بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

منابع

- [1] Zhang, J., Zhang, B., Shen, Y., and Yang, T. (2024). Eect of acid corrosion on physico-mechanical parameters and energy dissipation of granite, *Frontiers in Earth Science*, 12, 1497900.
- [2] Zhang, N., Zhang, Z., Yan, C., Wang, S., Ren, Y., Sun, X., and He, M. (2023). Coupled effects of acid and temperature on the damage characteristics of sandstone, *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 56:11, 7839-7859.
- [3] Huang, Z., Zeng, W., Wu, Y., Li, S., Gu, Q., and Zhao, K. (2021). Effects of temperature and acid solution on the physical and tensile mechanical properties of red sandstones, *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 20608-20623.

تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما: ساسان قربانی

تایید تحصیلات تکمیلی:

تایید امور پژوهشی:

اهداف و روش پژوهش

۱- تهیه نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد از بلوک گرانیت مطابق استاندارد ISRM

۲- اعمال چرخه حرارتی °C ۲۰۰

۳- بررسی نتایج آزمون مقاومت فشاری تک‌محوره

۴- بررسی الگوی شکست تحت دمای °C ۲۰۰

یافته‌های پژوهش

۱- کاهش معنی‌دار مقاومت فشاری تک‌محوره در اثر اعمال تنش حرارتی به میزان ۱۶٪

۲- تغییر ناچیز زاویه شکست از °C ۵۰ به °C ۶۰

۳- تغییر میزان تنش اوج گرانیت مورد مطالعه از ۲۱۲ MPa به ۱۸۰ MPa