

مدلسازی فیزیکی بررسی نقش حفرات در تغییر مدول تغییر شکل پذیری و مقاومت سنگ

سیدعلی قدمی تیزابی^۱، علیرضا اردکانی*^۲، محمود یزدانی^۳

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

a.r.ardakani@gmail.com

خلاصه

با توجه به وجود پروژه‌های بزرگ زیربنایی در منطقه زاگرس خصوصاً سدها و نیروگاه‌های برقایی، تعیین پارامترهای مهندسی توده سنگ‌های سازند آسماری، توجهات گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. از جمله ویژگی‌های این سازند، وجود حفرات می‌باشد که بسته به شکل و موقعیت آنها باعث کاهش مقادیر پارامترهای مقاومتی و تغییرشکلی در سنگ می‌گردند. در این تحقیق برای مطالعه میزان حفرات بر مدول تغییر شکل پذیری و نیز مقاومت تک محوری سنگ، از مدلسازی آزمایشگاهی استفاده شده است. نمونه‌های متخلخل از گچ و گرانول‌های کروی فوم با قطرهای ۴ و ۶ میلی‌متر ساخته شد. محدوده تخلخل نمونه‌های ساخته شده برای مقاومت تک‌محوری صفرالی ۴۵٪ و برای مدول ارتجاعی صفرالی ۳۰٪ می‌باشد. با توجه به آزمایش‌های انجام شده، میزان مقاومت تک‌محوری و مدول تغییر شکل پذیری با افزایش حجم حفرات کروی بصورت نمایی کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش اندازه حفرات از ۴ به ۶ میلی‌متر در نمونه‌های با درصد تخلخل یکسان، میزان کاهش مقاومت تک‌محوری و مدول ارتجاعی کمتر از ۷ درصد می‌باشد.

کلمات کلیدی: حفرات بزرگ، مدول تغییر شکل پذیری، مقاومت تک محوری، مدلسازی آزمایشگاهی.

۱. مقدمه

سازه‌هایی چون سدهای بتنی، تونل‌ها و مغارهای بزرگ غالباً در محیط‌های سنگی بنا می‌شوند و برای تحلیل پایداری این سازه‌ها، لازم است ویژگی‌های رفتاری توده سنگ تعیین شود. با توجه به مقیاس بزرگ این سازه‌ها، تخمین نسبتاً صحیح از پارامترهای رفتاری توده‌های سنگی، تنها براساس آزمون‌های آزمایشگاهی روی نمونه‌های کوچک میسر نمی‌باشد. لذا لازم است اثر سایر عوامل که در مقیاس بزرگ، توده سنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نیز در نظر گرفت. نمونه‌های بدست آمده از توده سنگ دارای ابعاد محدودی بوده و نماینده مناسبی از ناهمگنی‌های موجود در توده سنگ نیستند. علاوه بر این ممکن است توده سنگ ریز ساختارهای اساسی دیگری نیز داشته باشد.

سازند آسماری در ایران جایگاه ویژه‌ای دارد. این سازند به عنوان معروف‌ترین سازند کربناته ایران در مناطق وسیعی از غرب و جنوب غرب ایران گسترش دارد. در سالهای اخیر بدلیل پروژه‌های بزرگ سد و نیروگاه تعیین پارامترهای مهندسی آن توجهات گسترده‌ای را به سمت خود جلب کرده است [۱-۲]. با توجه به وضعیت سنگ‌شناسی، نخستین خصوصیات مهندسی سازند آسماری انحلال‌پذیری سنگ‌های کربناته است [۳]. در نتیجه با توجه به انحلال‌پذیری آنها دارای حفرات کارستی با اندازه‌های مختلف هستند. علاوه بر حفرات کوچک مقیاس، این حفرات مهم‌ترین نوع حفره در سنگ‌های آهکی می‌باشد. تخلخل سازند آسماری با سایر سنگ‌های متخلخل مثل ماسه سنگ که تخلخل آنها حاصل از فضای بین دانه‌ای است، تفاوت دارد. این نوع حفرات با چشم غیر مسلح قابل مشاهده بوده و از لحاظ شکل و اندازه، متنوع هستند. تنوع در شکل و اندازه حفرات باعث تفاوت‌های زیادی در مقاومت نمونه‌ها شده به طوری که تعیین مقدار مقاومت طراحی با احتساب تخلخل، دشوار می‌گردد. همچنین اغلب روش‌های تجربی موجود برای تعیین مدول تغییر شکل‌پذیری سنگ‌ها بر پایه تأثیر ناپیوستگی‌ها بنا شده و تأثیر حفرات را به طور کامل در نظر نگرفته‌اند. ابعاد این حفرات در مواردی به حدی بزرگ بوده که اثر آنها در مدول تغییر شکل توده سنگ بسیار قابل توجه است. از طرف دیگر به علت بزرگ بودن ابعاد آنها، تهیه نمونه‌های کوچک آزمایشگاهی که شامل این حفرات باشد، عملاً غیرممکن است. تحقیق حاضر به مطالعه تأثیر حفرات بر مقاومت و سختی توده سنگ می‌پردازد.

^۱ کارشناس ارشد مهندسی عمران-خاک و پی

^۲ دانشجو دکتری مهندسی عمران

^۳ استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس