

بررسی مود ترکیبی کششی-برشی مکانیک شکست سنگ با استفاده از نمونه‌ی دیسک برزلی ترکی دار

صمد منصوری^۱، حسین میرزایی نصیرآباد^۲، محمود شریعتی^۳، نادر زیاری^۴

...

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک سنگ دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- استادیار دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

۳- استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود

۴- کارشناس آزمایشگاه مکانیک سنگ دانشگاه صنعتی شاهرود

...

Samad.mansouri@gmail.com

خلاصه

توده سنگ‌ها همواره در معرض شرایط بارگذاری پیچیده هستند اما برخلاف سایر مواد مهندسی وجود ناپیوستگی‌ها (درزه، ترک، گسل و...) در محیط سنگی باعث می‌شوند که نحوه توزیع تنش و رفتار شکست سنگ تحت تاثیر این ناپیوستگی‌ها قرار گیرد. برای اطمینان از پایداری توده‌های سنگی و طراحی مطمئن سازه‌ها بر روی سنگ یا در درون آن، بررسی رفتار شکست سنگ‌ها در شرایط مود ترکیبی $I-II$ بسیار مهم بوده و بخش عمده‌ای از تحقیقات مکانیک شکست سنگ را تشکیل می‌دهد. در این مقاله رفتار شکست مود ترکیبی $I-II$ در نمونه‌های شبه‌سنگی با استفاده از نمونه‌های دیسک برزلی ترکی دار که از مصالح گچی ساخته شده‌اند بطور آزمایشگاهی مطالعه شده است. بدین منظور با هدف بررسی تاثیر هندسه ترک (طول و شیب متغیر) برای هر نمونه بار منجر به شکست و زاویه انشعاب ترک‌های کششی از راستای ترک اصلی ثبت شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که وجود ترک با طول و زاویه مختلف، مقاومت نمونه‌ها را بین ۵۴ تا ۹۲ درصد کاهش داده است. همچنین با افزایش زاویه بین راستای ترک و محور بارگذاری زاویه انشعاب ترک‌های کششی نیز افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: نمونه دیسک برزلی، مکانیک شکست سنگ، مطالعات آزمایشگاهی، مود ترکیبی

۱- مقدمه

از آنجا که به ندرت می‌توان در طبیعت سنگی را بدون درزه، شکاف و ناپیوستگی یافت لذا در بسیاری از کاربردهای عملی مهندسی سنگ نظیر برش سنگ، خردایش سنگ، حفاری و تحلیل پایداری شیب‌های سنگی، بررسی مسیر گسیختگی یکی از مهم‌ترین اقدامات در بهینه‌سازی اندازه تکه‌های سنگ یا کنترل پایداری سازه‌های سنگی ترک دار است. هدف نهایی در ساخت سازه‌های سنگی، طراحی سازه‌ای است که قادر به تحمل انواع بارهای استاتیکی و دینامیکی در بازه‌ی زمانی خاصی (عمر مفید سازه) باشد. در اغلب موارد گسیختگی سازه‌های سنگی در شرایط بارگذاری مود ترکیبی $I-II$ رخ می‌دهد [۱]. گزارش‌ها نشان داده است که اغلب ترک‌های مشاهده شده در سدهای وزنی در معرض گسیختگی‌های مود ترکیبی هستند [۲]. در شرایط بارگذاری مود ترکیبی، رشد ترک در اجزای ترک دار و سازه‌ها لزوماً در امتداد مسیر ترک اصلی نیست و ممکن است که در یک مسیر منحنی شکل رخ دهد. برای بررسی رفتار شکست سنگ در شرایط مود ترکیبی انواع روش‌های تحلیلی، آزمایشگاهی و عددی وجود دارند که روش‌های تحلیلی بدلیل محدودیت‌های ذاتی کاربرد محدودی دارند ولی روش‌های آزمایشگاهی بسیار پر کاربرد بوده و علی‌رغم هزینه‌بر بودن منجر به ارائه نتایج معتبری می‌شوند که در بسیاری موارد برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از روش‌های عددی بکار گرفته می‌شوند. یک ترک می‌تواند به سه مود اصلی و یا ترکیبی از این سه مود (که مود ترکیبی نامیده می‌شوند) تحت تنش واقع شده و گسترش یابد؛ مود I یا مود بازشدگی متداولترین فرم گسیختگی در اثر رشد ترک است. در این مود سطوح ترک نسبت به صفحات بطور عمود برهم در جهت مخالف یکدیگر تغییر مکان می‌دهند. مود II یا مود برشی که دو سطح ترک نسبت به هم در جهت عمود بر خط نوک ترک می‌لغزند و مود III یا مود پارگی که لغزش دو صفحه ترک در جهتی به موازات خط پروفیل ترک اتفاق می‌افتد (شکل (۱)).