

تحلیل عددی مکانیسم شکست سنگ‌های دارای لایه‌بندی با زوایای مختلف تحت فشار تک‌محوره

حسن سرفراز^۱، عباس مجدی^{۲*}

۱- دانشجوی ارشد مکانیک سنگ، دانشکده مهندسی معدن، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران،

sarfraz@ut.ac.ir

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی معدن، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، amajdi@ut.ac.ir

چکیده

ناهمسانگردی یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های سنگ‌های رسوبی و دگرگونی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در رفتار سنگ‌ها تحت بارهای وارده بر آن‌ها ایفا می‌کند. با توجه به قابلیت‌های موجود در روش‌های عددی با مبنای المان مجزا در مدلسازی فرآیند شکست نمونه‌های دارای لایه‌بندی و ناهمسانگردی، در این تحقیق با استفاده از این روش و نرم‌افزار UDEC، رفتار سنگ شیبست با زوایای مختلف لایه‌بندی صفر الی ۹۰ درجه (به ازای هر ۱۵ درجه) تحت فشار تک‌محوره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که روش المان مجزا تطابق قابل قبولی با رابطه تئوری دارد و مدلسازی عددی با استفاده روش المان مجزا، روشی مناسب برای مدلسازی سنگ‌های ناهمسانگرد است. همچنین این تحقیق نشان داد که مقاومت حداکثر در سنگ به زاویه لایه‌بندی بستگی دارد و تغییرات آن نسبت به زاویه لایه‌بندی، منحنی U شکل است که حداکثر آن در زاویه لایه‌بندی صفر و ۹۰ درجه و حداقل آن در لایه‌بندی ۶۰ درجه رخ می‌دهد. در نمونه‌های دارای لایه‌بندی افقی، شکست نمونه مشابه سنگ سالم بوده. در لایه‌بندی با زاویه ۱۵ الی ۳۰ درجه، شکست نمونه ترکیبی از لغزش در امتداد ناپیوستگی و ترک کششی در ماتریکس نمونه است و با افزایش زاویه لایه‌بندی از ۳۰ تا ۷۵ درجه، نمونه با لغزش بر روی یک یا چند تا از لایه‌بندی می‌شکند و نهایتاً در لایه‌بندی با زاویه ۹۰ درجه، نمونه در راستای لایه‌بندی به تسلیم می‌رسد.

کلیدواژه‌ها ناپیوستگی، مقاومت فشاری، روش المان مجزا، نرم‌افزار UDE

مقدمه

عموماً سنگ دارای یک ساختار ناهمسانگرد، شامل تعداد زیادی ساختار برشی، صفحات ضعف و ریزترک‌ها می‌باشد که رفتار مکانیکی توده سنگ را تعیین می‌کنند. رفتار بزرگ‌مقیاس فرآیند شکست در سنگ به‌طور گسترده به‌وسیله رفتار ریزترک‌ها (شروع^۱، گسترش^۲ و به هم وصل شدن ترک‌ها^۳) تحت تأثیر قرار گرفته است. درزه‌ها و ترک‌ها از مهم‌ترین عواملی هستند که باعث ایجاد ویژگی ناهمسانگردی مقاومتی سنگ شده و سبب کاهش مقاومت سنگ می‌گردند. در نتیجه برای توصیف رفتار سنگ حتماً باید ویژگی مربوط به این ساختارها و میزان تأثیرپذیری آن‌ها بر روی سنگ موردتوجه و بررسی قرار گیرد [۱].

ناهمسانگردی یکی از شاخصه‌های سنگ‌های رسوبی و دگرگونی است که سنگ دارای صفحات ضعف مانند فولیاسیون، لایه‌بندی و شیستوزیته است. این خصوصیت منجر به تغییر خواص مقاومتی و تغییر شکل‌پذیری سنگ نسبت به جهت نمونه‌گیری و همچنین راستای بارگذاری در آن می‌شود. حالت رایج و دارای تفران الاستیک ناهمسانگردی که به‌طور عمده در این نوع سنگ‌ها

¹ Initiation

² Propagation

³ Coalescence