

مطالعه اندرکنش تونل‌های سگمنتی و گسلش نرمال با استفاده از مدل‌سازی عددی

میلاذ ظاهری^۱، مسعود رنجبرنیا^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری ژئوتکنیک - دانشگاه تبریز ، miladzahe63@gmail.com

۲- استادیار گروه ژئوتکنیک دانشکده عمران - دانشگاه تبریز ، m.ranjbarnia@gmail.com

چکیده

این مقاله به بررسی تاثیر گسلش نرمال (عادی) بر روی تونل‌های سگمنتی کم عمق واقع در خاک دانه‌ای خشک می‌پردازد. برای مدل‌سازی این پدیده از نرم افزار تفاضل محدودی $FLAC^{3D}$ استفاده شده‌است. نخست نتایج مدل‌سازی عددی با نتایج مدل‌سازی فیزیکی در سانتیفریوژ صحت سنجی می‌گردد، سپس به مطالعه‌ی پارامتریک پرداخته شده و تاثیر گسلش نرمال بر روی جابجایی تونل و میزان جدایی رینگ‌های تونل از هم بررسی می‌شود. مطالعه پارامتریک شامل مطالعه‌ی تاثیر خصوصیات مکانیکی خاک، عمق تونل و زاویه‌ی گسل نسبت به افق می‌باشد. نتایج مدل‌سازی، مبین افزایش حداکثر جدایی بین رینگ‌های متوالی با افزایش زاویه‌ی گسل نسبت به افق بعد از حرکت گسل نرمال می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تونل سگمنتی، روش عددی، گسل نرمال، خاک دانه‌ای

۱- مقدمه

شهر تبریز از جمله مناطق لرزه خیز بوده و بر روی کمر بند آلپ - هیمالیا واقع شده‌است. تونل‌های کم‌عمق به علت زیاد بودن طولشان ممکن است در قسمت‌هایی از مسیر مجبور به روبه‌رو شدن با بعضی از مخاطرات زمین‌شناسی گردند که یکی از این مخاطرات حرکت گسل می‌باشد. این گسل‌ها می‌توانند شناخته و یا ناشناخته باشند. حرکت گسل‌های مذکور می‌تواند منجر به ناپایداری این تونل‌ها گردد. به عنوان مثال، تونل‌های زیادی در اثر زلزله‌های کوبه و چی چی تخریب شدند [۱].

در بعضی از تحقیقات گذشته تاثیر گسلش بر روی زمین آزاد مورد بررسی قرار گرفته‌است [۲]-[۳]. در مطالعات دیگر تاثیر گسلش بر روی پی‌های سطحی و همچنین پی‌های عمیق مورد بررسی قرار گرفته‌است [۴]-[۹]. با این حال مطالعات اندکی در رابطه با اندرکنش تونل و گسل انجام گرفته‌است.

وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۲، با استفاده از روش تفاضل محدود، اثر حرکت انواع گسل را بر روی تونل‌های انعطاف‌پذیر واقع در محیط سنگی مورد بررسی قرار دادند. مشاهده شد که گسل امتداد لغز، نسبت به سایر گسل‌ها آسیب شدیدتری به تونل وارد می‌کند. قابل ذکر است که در این تحقیق، اثر پارامترهای مختلف سنگ مورد بررسی قرار نگرفت [۱۰].

بازیار و همکاران در سال ۲۰۱۴، با استفاده از مدل‌سازی فیزیکی در سانتیفریوژ و همچنین با استفاده از روش عددی، اثر گسلش معکوس بر روی تونل شاتکریتی را مدل‌سازی کردند. در این تحقیق، صرفاً زاویه‌ی گسل خاصی مد نظر بود و با مطالعه‌ی پارامتریک، تاثیر زاویه‌ی اصطکاک، موقعیت نسبی تونل نسبت به گسل، ضخامت شاتکریت، مدول الاستیسیته‌ی شاتکریت و مدول الاستیسیته‌ی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که مدول الاستیسیته‌ی خاک تاثیرگذارترین پارامتر