

ارائه مدلی جدید برای تراوش و فشار آب منفذی در تونل‌های تحت فشار زیر سطح آب زیرزمینی با در نظر گرفتن کوپل هیدرومکانیکی توده سنگ

احمد فهیمی فر^۱، حامد قدمی^۲، مسعود احمدوند^۳، آروین عبدالمالکی^۴

۱- استاد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲،۳،۴- کارشناس ارشد ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تفرش

Hamed.ghadami@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله به منظور محاسبه تراوش در تونل‌های تحت فشار زیر سطح آب زیرزمینی یک مدل تحلیلی با فرض تقارن محوری و کرنش صفحه‌ای ارائه می‌شود. در این مدل نیروی حجمی تراوش در توده سنگ و تغییرات نفوذپذیری توده سنگ به دلیل وجود کوپل هیدرومکانیکی لحاظ شده است. در این مدل الگوی تراوش مینگ و همکاران (۲۰۱۰) برای مدل سازی تراوش در تونل‌های تحت فشار توسعه داده شده است. در مدل ارائه شده سیر اجرای تونل‌های تحت فشار لحاظ شده است. در این مدل رفتار الاستوپلاستیک توده سنگ با نرم شوندگی کرنش از نقطه پیک بر مبنای مدل براون و بری در نظر گرفته شده است. بر مبنای مدل ارائه شده، یک برنامه کامپیوتری (کد Matlab) برای تحلیل تراوش و فشار آب منفذی نوشته شده است.

کلمات کلیدی: تونل‌های تحت فشار، تراوش، فشار آب منفذی، کوپل هیدرومکانیکی

۱. مقدمه

تونل‌ها و شفت‌های تحت فشار مجراهایی هستند که برای انتقال آب تحت فشار، حفاری می‌شوند. تونل‌ها و شفت‌های تحت فشار در ابتدا در صنعت هیدروالکتریک (نیروگاههای برق آبی) استفاده می‌شدند، اما اکنون برای انتقال آب مصرفی و ضایعات آبی استفاده می‌شوند. اما هنوز عمومی‌ترین استفاده از تونل‌ها و شفت‌های تحت فشار در طرح نیروگاههای برق آبی جهت انتقال آب از بالادست به نیروگاه پایین دست است. در کلیه آبراهه‌های تحت فشار بدون پوشش، تراوش شکل می‌گیرد. در رابطه با تراوش، پوشش‌های شاتکریت، صفحات بتنی و بتنی مسلح نیز مانند تونل بدون پوشش عمل می‌کنند؛ زیرا در اثر آبرفتگی بتن و فشار آب داخلی این پوششها ترک خورده و نفوذپذیر می‌شوند. استفاده از شبکه میلگردهای تقویتی ترکها را پخش خواهد کرد و نفوذپذیری این پوششها کاهش خواهد یافت.

به هر حال اگر پوشش نسبت به سنگ اطراف نفوذپذیر باشد، مقاومت کمی در برابر تراوش خواهد داشت و فشار داخلی تونل تقریباً به طور کامل به توده سنگ انتقال خواهد یافت. هر المان توده سنگ از تمامی جهات تحت نیروهای حجمی تراوش قرار می‌گیرد. به دلیل وجود درزها و ترکها در توده سنگ تحت تاثیر نیروی حجمی تراوش، نفوذپذیری توده سنگ عوض می‌شود. بنابراین در طول دوره‌های حفاری و نصب حایل و اعمال فشار، نفوذپذیری توده سنگ دربرگیرنده تونلها و شفت‌های تحت فشار تغییر می‌کند. این تغییرات به نوبه خود باعث تغییر در جریان تراوش و در نتیجه نیروی حجمی تراوش می‌شود. [۱]

در روش‌های براون و بری (Brown and Bray, ۱۹۸۲) [۲] و اشلایس (Schleiss, ۱۹۹۷) [۳] نیروی حجمی تراوش در نظر گرفته شده است. اشلایس با در نظر گرفتن تاریخچه توزیع ترک کوپل هیدرومکانیکی در پوشش را در نظر گرفت. ولی براون و بری با در نظر گرفتن تغییرات نفوذپذیری سنگ در نواحی پلاستیک کوپل هیدرومکانیکی در توده سنگ را در نظر گرفتند. ولی در روابط خود مدلی دقیقی برای محاسبه تراوش ارائه نکردند. در این مقاله بر پایه روش براون و بری و با استفاده از مدل تراوش مینگ و همکاران (۲۰۱۰) (Huangfu Ming, ۲۰۱۰) [۴]، مدل جدیدی ارائه شده است.