

مطالعه عددی اندرکنش تونل‌های زیر سطح آب زیرزمینی و زمین اطراف

میلاد سوری^۱، محمد علیایی^۲

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

milad.soori@gmail.com

خلاصه

احداث تونل زیر سطح آب زیرزمینی، موجب اندرکنش بین پوشش تونل و زمین اطراف در بلند مدت می‌شود. به منظور طراحی پوشش، فاکتورهایی مانند نفوذ آب زیرزمینی و فشار آب حفره‌ای خارجی وارد بر پوشش، می‌بایست مورد توجه قرار گیرند. افزایش فشار آب حفره‌ای باعث افزایش نفوذ آب و ایجاد خرابی در پوشش می‌شود. در مطالعه حاضر به منظور ارزیابی تأثیرات به کارگیری زهکش محیطی در تونل بر توزیع فشار آب حفره‌ای و میزان بار وارد بر پوشش، مدل‌سازی عددی تونل فرضی واقع در زیر سطح آب زیرزمینی با استفاده از روش تفاضل محدود انجام شد. شرایط مرزی مختلفی از قبیل تونل زهکشی شده، تونل زهکشی نشده و سیستم زهکشی با نفوذپذیری متغیر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل همبسته هیدرولیکی-مکانیکی نشان می‌دهند که افزایش فشار آب حفره‌ای وارد بر پوشش تونل، بستگی به نفوذپذیری نسبی بین پوشش و زهکش و میزان عملکرد زهکش در بلندمدت دارد. با کاهش عملکرد زهکش بار فشار آب حفره‌ای وارد بر پوشش افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: پوشش تونل، زهکشی، فشار آب حفره‌ای، آب زیرزمینی.

۱. مقدمه

حفاری تونل در زمین‌های نرم زیر سطح آب زیرزمینی، باعث تغییراتی در رژیم هیدرولیکی زمین اطراف می‌شود. فاکتورهای متفاوتی مانند نفوذپذیری خاک اطراف و شرایط مرزی در دیواره تونل، اندرکنش تونل و خاک اطراف را در زمان به تعادل رسیدن فشار آب حفره‌ای بعد از ساخت تونل، کنترل می‌کنند. فاکتورهای حاکم، نفوذپذیری خاک اطراف و شرایط مرزی رژیم جدید جریان می‌باشند. در مرزهای تونل نفوذپذیری پوشش، رژیم جریان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در قسمت بالای تونل، نفوذپذیری خاک و شرایط هیدرژئولوژی زمین، رفتار سفره آب زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [1].

از شایع‌ترین اثرات بلندمدت آب زیرزمینی، تراوش آب و فشار آب حفره‌ای خارجی وارد بر پوشش تونل می‌باشند. تراوش آب مشکلات سازه‌ای و عملیاتی در سیستم نگهداری به خصوص در تونل‌های راه‌آهن و بزرگراهی، به وجود می‌آورد. افزایش فشار آب حفره‌ای نیز تراوش آب و خرابی پوشش را تسریع کرده و باعث خرابی پوشش می‌شود. تصمیم‌گیری برای تعیین بارهای بلندمدت مورد استفاده در طراحی، وابسته به عمر مفید مورد انتظار از سیستم نگهداری، نفوذپذیری خاک و شرایط جدید رژیم جریان می‌باشد. مشکل زمان‌بر بودن تحقیقات میدانی به طور چشم‌گیری تعداد مدارک رفتارنگاری بلند مدت تونل را محدود کرده است. هرچند مطالعات میدانی مهمی توسط (Inokuma and Ishimura, 1995) [2] انجام شده است. آنها مقادیر فشار کل خاک و آب اطراف پوشش سگمنتی بتنی تونل با قطر ۵ متر و عمق ۳۲ متر که با سیستم سپری دوغابی حفاری شده بود، را اندازه‌گیری کردند و در نتایج خود اعلام کردند که سهم بزرگی از بار زمین از فشار آب بوده است و مولفه تنش موثر خاک ناچیز گزارش شده است [3]. علاوه بر مشکل رفتارنگاری بلند مدت صحرایی که پیش‌تر اشاره شد، پیچیدگی مسئله و فاکتورهای متعدد تأثیرگذار بر رفتار بلندمدت، تحقیقات در این زمینه را محدود کرده است. در نتیجه مسائل طراحی مربوط به فشار آب حفره‌ای به صورت کیفی بوده و تحلیل عددی با توجه به امکان در نظرگیری پیچیدگی‌های مدل می‌تواند به عنوان ابزار جایگزین برای ارزیابی این مسئله به کار گرفته شود.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی

^۲ استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست