



بررسی تأثیر شکل تزریق جبران کننده اطراف تونل بر نشست سطحی زمین به کمک روش اجزای محدود

حمید فوجی^۱، سید احسان سیدی حسینی^۲

fouji.hamid@gmail.com

خلاصه

از مهمترین مسائل در حفاری تونل‌های سطحی در نواحی شهری مساله‌ی نشست سطح زمین و اثرات آن بر سازه‌های سطحی می‌باشد. در صورت تجاوز تغییر مکان‌ها از حد مجاز، خسارت‌های زیادی به سازه‌های مجاور وارد می‌شود. اقدامات کاهشی زیادی برای کنترل و کاهش نشست در طی ساخت‌وسازهای زیرزمینی استفاده می‌شود. یکی از این اقدامات کاهشی مهم، تزریق جبران کننده می‌باشد. هدف این مقاله، مدل‌سازی عددی تزریق جبران کننده در محیط اطراف تونل بر روی کاهش نشست سطح زمین در اثر حفر تونل‌های سطحی می‌باشد. شبیه سازی در دو مرحله شامل تزریق دوغاب محیط اطراف تونل با ضخامت‌های مختلف و سپس حفر تونل با کمک نرم افزار Plaxis 2D انجام می‌گیرد. نشست سطحی تونل برای حالت‌های مختلف محیط اطراف تونل مقایسه شده است. هدف از شبیه سازی تزریق جبران کننده، انتخاب بهترین موقعیت تزریق که کمترین نشست سطح زمین، کمترین حجم دوغاب تزریق شده، بیشترین بازده تزریق و بیشترین حجم بالادستی ایجاد شده در اثر تزریق دوغاب را شامل شود. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که حالت تزریق تمام محیط تونل، بیشترین کاهش در نشست سطحی زمین را به وجود می‌آورد.

کلمات کلیدی: تونل سطحی، تزریق جبران کننده، نشست سطحی، مدل‌سازی عددی

۱. مقدمه

مناسب‌ترین روش توسعه پایدار در محیط‌های شهری استفاده از فضاهای زیرزمینی برای کاربردهای مختلف حمل و نقلی و ارتباطی است. عبور تونل از مجاورت و یا عبور مستقیم از زیر سازه‌های سطحی امری اجتناب ناپذیر است. لذا نشست حاصل از حفاری و اثرات آن بر سازه‌های سطحی همواره نگرانی اصلی طراحان و مسئولان را در فضاهای شهری را شامل می‌شود. در صورت تجاوز تغییر مکان‌ها از حد مجاز، گاه خسارت سنگین مالی به سازه‌های مجاور وارد می‌شود. اقدامات کاهشی زیادی برای کنترل و کاهش نشست در طی ساخت‌وسازهای زیرزمینی استفاده می‌شود. یکی از این اقدامات کاهشی مهم، تزریق جبران کننده می‌باشد.

تزریق جبران کننده یا اصلاح کننده از سال ۱۹۳۰ میلادی برای جبران نشست خاک در مکان‌های مختلف استفاده شده است. این روش در سال ۱۹۹۰ میلادی برای جبران نشست ساختمان به سبب حفر تونل بهبود یافت و کاربردی موفقیت آمیزی در پروژه‌های مختلف داشته است. به عنوان مثال، می‌توان به پروژه‌های متروی شهر ونیز ایتالیا، مترو رودخانه سن کلا (Saint Clair) در نزدیکی مرز آمریکا و کانادا، گسترش خط متروی Jubilee در لندن و خط زیرزمینی شهر لیزبون پرتغال اشاره کرد [۱-۳]. به دلیل تأثیر تزریق جبران کننده در کاهش نشست سطح زمین، تاکنون پژوهشگران و مهندسان تلاش کرده‌اند تا سازوکار این روش را در کاهش نشست سطح زمین مخصوصاً در اثر حفر تونل‌های سطحی درک کنند. بدین منظور تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام و روش‌های گوناگونی برای اجرای تزریق جبران کننده ارائه شده است.

تزریق جبران کننده روشی است که دوغاب برای خنثی کردن تنش‌ها و نشست‌های وابسته به زمین تزریق می‌شود. در شکل ۱ طرح کلی مکانیزم شکست هیدرولیکی برای تزریق در خاک نشان داده شده است. دوغاب تحت فشار نسبتاً زیادی از طریق لوله‌های تزریق که معمولاً از لوله‌های

^۱ - کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ - استادیار گروه عمران، گرایش مکانیک خاک و مهندسی پی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد