

تحلیل اجزای محدود سه بعدی پارامترهای مؤثر بر میدان دگرشکلیهای ایجاد شده ناشی از حفر تونل قطار شهری در شرایط زمین بکر

سیدحسین سادات تقوی^۱، محمود وفائیان^۲

۱- کارشناس ارشد خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، گروه عمران، اصفهان

۲- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

sh_st_civil@yahoo.com

خلاصه

یکی از احتیاط های ضروری هنگام طراحی و اجرای تونلهای کم عمق در مناطق شهری، کنترل نشست سطح زمین در اثر حفر تونل است. در مناطق شهری، نشست زمین در اثر حفر تونل (در صورتیکه کنترل نشده باشد) می تواند منجر به وارد آمدن خساراتی به ساختمانها و تأسیسات موجود گردد. چندین رابطه تحلیلی، نیمه تجربی و تجربی، توسط پژوهشگران مختلف، جهت پیش بینی پروفیل نشست خاک در اثر حفر تونل ارائه گردیده است؛ که در برخی از آنها علاوه بر نشست خاک، انواع دیگر دگرشکلیهای خاک در اثر حفر تونل نیز ارائه شده است. در این مقاله یک مطالعه پارامتری از تأثیر مدول یانگ، قطر تونل، طول حفاری، درصد مخروط شوندگی سپر و سطح آب زیرزمینی بر تغییر شکلهای ایجاد شده در اثر حفر تونل با استفاده از TBM به روش مرحله به مرحله (شامل فازهای حفاری و به یک فاصله مشخص از منطقه حفاری شده، نصب پوشش داخلی تونل)، با استفاده از نرم افزار اجزای محدود آباکوس (Abaqus) بصورت سه بعدی مدل گردیده است و نتایج حاصل از تحلیل اجزای محدود با روابط تحلیلی و تجربی مختلف، مقایسه گردیده است. نتایج نشان می دهد که با افزایش مدول یانگ، از دگرشکلیهای خاک در اثر حفر تونل کاسته می گردد؛ همچنین با افزایش قطر تونل، طول حفاری، درصد مخروط شوندگی بر میزان نشست عرضی ماکزیمم افزوده می گردد. این در حالیست که وجود آب زیرزمینی، باعث افزایش نشست عرضی ماکزیمم در سطح زمین و همچنین افزایش عرض گود نشست در اثر حفر تونل می گردد (که البته بستگی به تراز سطح آب زیر زمینی از سطح زمین دارد). با افزایش تراز آب زیرزمینی، از حرکت افقی خاک در ترازهای مختلف و همچنین از میزان نشست در طول حفاری (جلوی جبهه کار، جبهه کار و پشت جبهه کار تونل) کاسته می گردد.

کلمات کلیدی: تونل، نشست، تحلیل پارامتری، اجزای محدود، آباکوس

۱. مقدمه

در مناطق شهری نشست زمین ناشی از حفر تونل می تواند بر روی سازه های سطحی و زیر سطحی تأثیرگذار باشد. هنگامی که احداث تونل، در مناطق شهری صورت می گیرد، کنترل اثرات نامطلوب حفر تونل بر روی سازه ها و شریانهای حیاتی، در محل احداث تونل داری اهمیت بسزایی است (۱). مکانیزم واکنش زمین در اثر حفر تونل، معمولاً منجر به تغییر شکلهای افقی و قائم می گردد (شکل ۱)، که تمایل به گسترش به سمت سطح زمین با پیشرفت حفاری دارند (۲). بزرگی و زمان این پدیده معمولاً بستگی به شرایط زمین شناسی و ژئوتکنیکی و همچنین روش به کار رفته در ساخت تونل دارد (۳). بر اساس برخی آزمایشات آزمایشگاهی و مشاهدات آزمایشها در دستگاه سائریفوژ و نیز اندازه گیری در مقیاس اجرایی مشخص شده است که نشست خاکهای ماسه ای بالای تونل در محدوده ای با عرض کوچکتر از خاکهای چسبنده رخ می دهد (۴). صرف نظر از طبیعت زمین، بزرگی و توزیع نشست زمین در اثر حفر تونل به عوامل دیگری نظیر لایه بندی خاک زمین، قابلیت تغییر شکل پذیری (در کوتاه مدت و بلند مدت) و غیر-همسانگردی ساختاری (مقاومت و قابلیت شکل پذیری)، شرایط هیدروژئولوژیکی ساختمان نیز وابسته است. همچنین شکل مقطع تونل نیز در میزان نشست مؤثر است. تغییر شکل مقطع تونل از دایره ای به مربعی و به مستطیلی با همان سطح مقطع، ممکن است نشست سطح زمین را تا ۳۰ درصد و یا بیشتر افزایش دهد. در شرایط مشابه معمولاً مقطع مستطیل افقی نسبت به سایر مقاطع دارای نشست حداکثر بیشتر است (۵). چندین روش توسط پژوهشگران مختلف، جهت پیش بینی پروفیل نشست سطحی در امتداد وعمود بر محور حفاری، ارائه گردیده است. نشست سطحی در اثر حفر تونل در شرایط زمین بکر^۱ را می توان با استفاده از روابط تحلیلی، تجربی و نیمه تجربی و همچنین تحلیل عددی بدست آورد (۶و۴).

¹ - greenfield