



## بررسی تاثیر فشار تزریق انتهایی بر نشست سطحی زمین در حفاری با *TBM* در محیط های شهری – مطالعه موردی خط ۲ مترو مشهد

بهنام اسلامی<sup>۱</sup>، علی اکبر گلشنی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه ژئوتکنیک دانشگاه تربیت مدرس

*B.eslamiziraki@modares.ac.ir*

### خلاصه

رفتار زمین یکی از مهمترین ویژگی ها در تونل سازی در محیط های شهری به شمار می رود، زیرا ناپایداری و تغییر شکل ممکن است باعث ایجاد مشکلاتی گردد. لذا انتخاب حفاری *TBM-EPB* بهترین گزینه جهت فایق آمدن بر مشکل رفتار زمین در خاک های نرم است. یکی از دلایل ایجاد نشست در سطح زمین تفاوت قطر تونل و سپر حفاری بوده که این عامل رابطه تنگاتنگی با فشار تزریق انتهایی<sup>۳</sup> دارد لذا در حفاری مکانیزه فضای خالی که بین پوشش بتنی و خاک وجود دارد با عملیات تزریق پر می شود تا از همگرا شدن خاک اطراف تونل و در نتیجه ایجاد نشست در سطح زمین، به خصوص در تونل های با سربار کم، جلوگیری به عمل آید. در این مقاله به مدلسازی سه بعدی فرآیند حفاری به روش *TBM-EPB* پرداخته شده است که در نهایت مقادیر نشست ایجاد شده در سطح زمین با مقادیر نشست هایی که در واقعیت اتفاق افتاده است مقایسه گردیده است. تحلیل انجام شده در این مقاله شامل مطالعه پارامتریک تاثیر فشار ملات تزریق شده انتهایی بر نشست سطحی زمین است که این تحلیل عددی با استفاده از نرم افزار *FLAC 3D* که یک نرم افزار تفاضل محدود است انجام گرفته است. در تحقیق حاضر به منظور صحت سنجی نتایج تحلیل عددی از نتایج ابزار دقیق نشست سنجی و فشار تزریق در حفاری تونل خط ۲ مترو مشهد استفاده شده است. بر این اساس با افزایش فشار تزریق از یک محدوده خاص در سطح زمین بالازدگی<sup>۴</sup> و تورم ایجاد شده و با کاهش این فشار نشست های سطحی بیشتر از حد مجاز میشوند.

کلمات کلیدی: حفاری *TBM*، فشار تزریق انتهایی، نشست سطحی، *FLAC 3D*

### ۱. مقدمه

توسعه شهری و گسترش سیستم های حمل و نقلی با رشد ساخت تونل ها و سازه های زیرزمینی همراه بوده است. در کنار روش های مرسوم ساخت تونل نظیر روش اتریژی<sup>۵</sup>، ساخت تونل با استفاده از سپری<sup>۶</sup> به عنوان یکی کارآمدترین روش ها در تونل سازی شناخته شده است، چرا که این روش اجازه می دهد تا حفاری تونل در گستره ی وسیعی از انواع خاک های مختلف و شرایط متفاوت زمین شناسی انجام شود. همچنین تکنولوژی ساخت تونل به روش *TBM* باعث کاهش قابل توجه نشست های سطحی به دلیل حفظ شرایط خاک می گردد. عدم اعمال فشار کافی به سینه کار، اضافه حفاری سرمنته، عدم تزریق کافی در پشت شیلد، تحکیم خاک و تغییر شکل های خزشی لایننگ از مهمترین دلایل ایجاد نشست های سطحی در خاک های نرم به شمار می روند[۱].

به طور کلی نقش تزریق انتهایی شیلد در پشت سگمنت شامل موارد ذیل می شود:

- ۱- اطمینان از تماس کامل خاک با سگمنت بتنی و جلوگیری از تغییر شکل های اضافی خاک اطراف مرز حفاری
- ۲- جلوگیری از آزاد شدن تنش در خاک و حفظ شرایط اولیه خاک

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک دانشگاه تربیت مدرس

<sup>۲</sup> استادیار گروه ژئوتکنیک دانشگاه تربیت مدرس

<sup>۳</sup> tail void grout

<sup>۴</sup> Heave

<sup>۵</sup> NATM

<sup>۶</sup> Shield