

## دستاوردهای ابزار دقیق و رفتارنگاری در تونل کاری مناطق خاص شهری، مطالعه موردی خط ۲ قطار شهری کرج و حومه

حسن یازرلو<sup>۱</sup>، فرزین هزارخوانی<sup>۲</sup>، ساعد خوشنواز رازلیقی<sup>۳</sup>، محمد صادق ضیاپور رازلیقی<sup>۴</sup>

۱- مسئول رفتارنگاری خط ۲ قطار شهری کرج و حومه، شرکت سابیر

۲- سر ناظر تونل، شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس

۳- مدیر فنی شرکت تونل سازان اطلس (پیمانکار ابزار دقیق خط ۲ قطار شهری کرج و حومه)

۴- کارشناس فنی شرکت تونل سازان اطلس (پیمانکار ابزار دقیق خط ۲ قطار شهری کرج و حومه)

*h\_yazarloo@yahoo.com*

### چکیده

با گسترش روز افزون جمعیت شهری، ساخت و توسعه زیرساخت‌های شهری بیش از پیش ضرورت می‌یابد. اهتمام به احداث سیستم‌های حمل و نقل ریلی شهری در کنترل و کاهش ترافیک کلان شهرها در دستور کار دولت‌های اخیر بوده و در اغلب کلان شهرهای کشور در حال ساخت و تکمیل می‌باشد. ساخت تونل‌ها و ایستگاه‌های مترو در محیط‌های شهری دارای محدودیت‌های مختلف و اغلب توأم با مخاطرات متعدد نظیر ریزش معابر، ساختمان‌ها و قطع و شکستگی خطوط انرژی بوده که متأسفانه بعضاً منجر به حوادث ناگوار و خسارات مالی و جانی جبران ناپذیری شده است. مهندسان و طراحان به منظور کاهش خطرات بالقوه در عملیات تونل کاری در بافت‌های نسبتاً ضعیف و خاکی شهری، علاوه بر بکارگیری روش‌های طراحی نوین، از پایش و عملیات رفتارنگاری بهره می‌گیرند که در آن با نصب تجهیزات ابزار دقیق در مسیر عبور تونل، سازه‌های مشرف، مناطق حساس و با قرائت و تحلیل نتایج، نسبت به بروز شرایط نامطلوب و خطرناک پیش هشدار لازم را اعلام می‌دارند. در این مقاله سعی گردیده دستاوردها و چگونگی استفاده از نتایج حاصله از عملیات رفتارنگاری و پایش تونل در فاز اول خط ۲ قطار شهری کرج تشریح گردد.

**واژگان کلیدی:** رفتارنگاری، ابزار دقیق، مخاطرات تونل کاری شهری، دستاوردها، قطار شهری

### ۱- مقدمه

امروزه با توجه به گسترش روزافزون شهرها، ساخت فضاهای زیرزمینی جهت حمل و نقل (قطار شهری) رو به گسترش می‌باشد. ساخت فضاهای زیرزمینی بخصوص قطار شهری با توجه به مسیرهای طولانی و عبور از زیر تأسیسات شهری و عوارض سطحی گوناگون و شرایط مختلف زمین‌شناسی، همواره با خطرات بالقوه‌ای روبرو است. تلاش‌های فراوانی جهت تعیین روابط دقیق و الگوهای حاکم بر رفتار توده خاک و اثرات حفر فضاهای زیرزمینی بر مناطق مجاور صورت گرفته است اما طبیعت پیچیده توده زمین، شرایط متغیر زمین‌شناسی و عدم آگاهی کامل از تغییرات آن، پیش‌بینی و مدل‌سازی رفتار فضاهای زیرزمینی را مشکل می‌نماید. اگرچه قبل از حفر یک سازه زیرزمینی، اطلاعات مناسبی برای طراحی، روش اجرا و سیستم نگهداری تهیه می‌گردد، اما معمولاً این اطلاعات کافی نبوده و مبین رفتار واقعی توده زمین نمی‌باشد. علاوه بر این عوامل مختلف و متعدد مؤثر بر رفتار توده خاک و عدم شناخت قطعی آن‌ها، همچنین عدم امکان شناسایی جامع و دقیق عوارض زیرسطحی و ساختارهای موجود در مسیر تونل لزوم اندازه‌گیری‌ها و پایش‌های برجا و ارزیابی رفتار واقعی زمین را ایجاب می‌کند. بنابراین طراحان و مهندسان با استفاده از روش‌های مشاهده‌ای و ابزاربندی و رفتارنگاری، با تشخیص و پیش‌بینی پتانسیل‌های حساس و خطرآفرین، خطرات تونل‌کاری شهری را به حداقل می‌رسانند. با استفاده از رفتارنگاری مناسب، می‌توان علاوه بر تأمین ایمنی و کاهش مخاطرات، اجرای تونل را بهینه‌سازی کرده و هزینه‌ها را کاهش داد. عدم توجه و استفاده از این روش‌ها و نتایج مربوطه در برخی از پروژه‌های مهندسی ژئوتکنیک به ویژه در محیط‌های شهری و مناطق حساس منجر به وقوع حوادث نامطلوب و بروز خسارات جبران ناپذیر جانی و مالی و نیز تحمیل زمان و هزینه‌های گزاف شده است. در شکل ۱ نمونه‌ای از این ریزش‌ها و ناپایداری‌ها ارائه شده است.