

## بررسی رفتارنگاری بخشی از تونل خط دو قطار شهری کرج و مقایسه آن با نتایج تحلیل‌های عددی

پویا یاری، احد باقرزاده خلخالی\*

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی عمران، تهران، ایران  
a-bagherzadeh@srbiau.ac.ir

⋮

### چکیده

در سال‌های اخیر به سبب رشد روز افزون جمعیت کلان شهرها و به تبع آن گسترش مناطق شهری، حمل و نقل ریلی شهری مورد توجه و اهتمام مسئولین قرار گرفته است. ساخت تونل‌ها و ایستگاه‌های زیر زمینی همواره با محدودیت‌ها و مخاطراتی رو به روست که در صورت عدم رعایت موارد ایمنی و پیش بینی‌های لازم خسارات و صدمات جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت. کافی نبودن اطلاعات، عدم شناخت دقیق رفتار واقعی توده زمین و عوارض موجود در مسیر تونل لزوم رفتارنگاری و استفاده از ابزار دقیق را ایجاب می‌کند. علاوه بر روش‌های نوین طراحی، پایش و رفتارنگاری اقدام مهمی است که در آن با نصب ابزار دقیق می‌توان به پیش بینی رفتار خاک و سازه پرداخت و در هنگام خطر هشدار لازم را به عوامل اعلام کرد. همچنین به منظور بهینه سازی طرح، بررسی صحت مدل سازی و آنالیز عددی و مقایسه آن با شرایط واقعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنابراین اطلاعات حاصل از مقایسه تغییرشکل‌های اندازه گیری شده و نتایج تحلیل‌های عددی بسیار مهم و کاربردی خواهند بود. در این مقاله به رفتارنگاری پروژه مترو کرج که جزء تونل‌های کم عمق به شمار می‌آید پرداخته شده و تغییر شکل‌های تونل با در نظر گیری پتانسیل همگرایی و پارامترهای ژئومکانیکی از طریق مدل سازی عددی بدست آمده است. سپس نتایج همگرایی ابزار دقیق، کاربرد و مقایسه آن با تحلیل‌های عددی مورد بررسی قرار گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** تونل، ابزار دقیق، رفتارنگاری، تحلیل عددی، بهینه سازی

### ۱- مقدمه

طراحی و اجرای پروژه‌های زیرزمینی، خصوصاً "قطار شهری با توجه به طولانی بودن مسیر، شرایط مختلف زمین شناسی و عبور از زیر تاسیسات شهری و عوارض سطحی گوناگون همواره با مخاطراتی روبروست که در صورت وقوع خسارات جبران ناپذیری به وجود خواهند آورد [۱]. با وجود پیشرفت‌های بسیار در روش‌های طراحی و تعریف رفتارهای غیر خطی متعدد برای خاک همچنان ضعف درپیش بینی رفتار واقعی توده خاک مشهود است. همچنین با در نظر گرفتن هزینه‌های بالای ساخت و اجرای پروژه‌های تونل سازی و عواقب ناشی از ناپایداری آن‌ها، مسئله حفاظت، نگهداری و ارزیابی مستمر پایداری تونل‌ها امری بسیار مهم است [۲]. در این راستا پایش و رفتارنگاری از جمله اقداماتی است که مهندسين و طراحان را قادر می‌سازد تا با شناخت پتانسیل‌های حساس، پیش بینی‌های لازم را انجام داده و علاوه بر کاهش خطرات به بهینه سازی و کاهش هزینه‌های طرح کمک کنند. یکی از این موارد همگرایی تونل‌ها است که به دلایل مختلف از جمله ماهیت تونل سازی، هندسه مقطع، جنس مصالح و شدت بارهای وارده به وقوع می‌پیوندد و پدیده‌ای مهم و اجتناب ناپذیر است و لذا باید در حین عملیات اجرایی بطور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد. پروژه خط دو قطار شهری کرج از جمله طرح‌های بزرگ عمرانی این