

## ارزیابی تأثیر شرایط خار جیو تنسبر پایداری و تغییر شکل تونل‌های دوقلو

محمد مهدی ابن النصیر<sup>۱</sup>، رسول عجل لوئیان<sup>۲</sup>، مسعود میر محمد صادقی<sup>۳</sup>

mme\_mohammad125@yahoo.com

### خلاصه:

توسعه سیستم انتقال شهرهای توسعه‌یافته به ساخت سازه‌های زیرسطحی مانند تونل وابسته است. تراکم بالای سازه‌های سطحی و شرایط زمین‌شناسی خاص در بیشتر شهرهای جهان، ضرورت حفر تونل‌ها را توجیه می‌کند. در گذشته تونل‌های حمل و نقل عمدتاً دو طرفه بودند، اما امروزه تونل‌های دوقلو یک‌طرفه بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر این رویکرد، این نکته است، که به منظور عدم اختلال در رفت و آمد وسایل نقلیه، باید سطح مقطع تونل تکی را بزرگتر طراحی کرد. به علاوه حجم مواد استخراج شده بیشتر و منطقه تأثیر تونل تکی بزرگتر است و به فن‌آوری پیچیده‌تری برای ساخت چنین تونلی نیاز است. بنابراین در اکثر موارد احداث تونل‌های دوقلو کوچک‌تر مقرون به صرفه‌تر است. با این وجود در هر پروژه باید میزان تأثیر تونل‌های دوقلو بر محیط و همچنین تأثیر آن‌ها بر پایداری و تغییر شکل یکدیگر تخمین زده شود. در این مقاله به کمک نرم‌افزار  $FLAC^{2D}$ ، میزان اثر گذار شرایط خارجی و تنش بر پایداری و تغییر شکل تونل‌های دوقلو ارزیابی می‌گردد. نرم‌افزار  $FLAC^{2D}$  رفتار ساختارهایی مانند خاک، سنگ و تجهیزات تقویت‌کننده را که ممکن است، پس از تسلیم شدن به صورت پلاستیک نیز رفتار کنند، شبیه‌سازی می‌کند. با توجه به نتایج مدلسازی، وجود آب زیرزمینی و افزایش ارتفاع آن نسبت به تاج، موجب تغییر قابل توجه ضریب ایمنی می‌شود، اما تغییر دیگر شرایط اثر اندکی بر آن دارد. به علاوه با افزایش ضخامت روباره خاکی و یا تغییر مقدار  $k_0$  از یک به مقادیر کوچکتر یا بزرگتر از یک، الگوی تغییر شکل از لحاظ مساحت و ضخامت ناحیه تغییر شکل یافته به کلی متحول می‌شود، اما وجود و تغییر عمق آب زیرزمینی و همچنین اعمال بار ترافیکی اثر محسوسی بر الگوی تغییر شکل نداشته است. در مجموع می‌توان گفت، از بین شرایط خارجی، قرار گرفتن تونل در زیر سطح آب زیرزمینی بیشترین اثر را بر پایداری مدل و تغییر ضخامت روباره، بیشترین اثر را بر تغییر شکل مدل دارد.

کلمات کلیدی: تونل‌های دوقلو، نرم‌افزار  $FLAC^{2D}$ ، ضریب  $k_0$ ، روباره، پایداری تونل‌های دوقلو، ناحیه تغییر شکل یافته.

### ۱- مقدمه

طراحی تونل‌های حمل و نقل دارای مزایایی از جمله عبور از آب یا موانع فیزیکی (مثل: کوه، شاهراهها و راه‌آهن)، تأمین نیازهای محیطی، کاهش اثر ساختار بر محیط زیست (از طریق کاهش تراکم حمل و نقل، بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی صوتی) و کاهش اثرات نامطلوب سطح زمین و ساختمانها (نشست) می‌باشد. به همین دلیل تونل به یکی از رایج‌ترین ساختارهای حمل و نقل شهری تبدیل شده است. البته در ساخت تونل باید استانداردهای روشنایی، تهویه، امنیت و سایر استانداردهای راه‌های شهری تأمین شود [9, 13]. به دلیل توسعه شهرهای بزرگ، توجه مهندسان به طراحی فضاهای زیرزمینی برای ساخت تأسیسات و تسهیلات حمل و نقل بیشتر شده است [16]. با افزایش روزافزون تراکم شهرهای بزرگ، طراحان ملزم به ساخت تونل‌های جدید در مجاورت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد

۲- استادیار مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و پی، دانشگاه اصفهان

۳- استادیار مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد