



## بررسی عددی سه بعدی جابجایی و تنش های وارده بر سیستم نگه دارنده تونل در سنگ تحت مدل های رفتاری مختلف

سپهر چلاجور، نادر هاتف \*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز

\* ۲- استاد، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز

nhataf@shirazu.ac.ir

### خلاصه

امروزه افزایش جمعیت، احداث سازه های زیرزمینی روند صعودی داشته است. اطلاع صحیح از رفتار این سازه ها و تاثیر آن ها بر محیط اطراف حایز اهمیت می باشد. در این پژوهش با مدل سازی المان محدود سه بعدی یک تونل TBM در محیط های همگن سنگی متفاوت با طبقه بندی بر اساس مقاومت، مقادیر جابجایی و تنش های وارده بر سیستم نگه دارنده تونل در اثر حفاری، تحت هفت مدل رفتاری مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج برای شرایط در نظر گرفته شده می توان دیدگاه مناسبی از تاثیر رفتار محیط اطراف بر تنش های اعمال شده بر سیستم نگه دارنده و میزان جابجایی یک تونل واقع در محیط سنگی ارائه کرد.

**کلمات کلیدی: مدل رفتاری، تونل، سنگ، مدل سازی عددی سه بعدی، تنش های وارده بر سیستم نگه دارنده**

### ۱. مقدمه

تونل ها از جمله مسیرهای زیرزمینی می باشند که به جهت اهداف متنوعی ساخته می شوند، لذا بررسی دقیق رفتار تونل ها دارای اهمیت ویژه ای است. منظور از رفتار تونل میزان تغییر شکل های تونل و محیط اطراف آن، تنش های وارده شده بر سیستم نگه دارنده و نشست سطح زمین در اثر می باشد که این رفتار تحت تاثیر محیط احداث و مشخصات تونل است. با احداث تونل در هر عمقی از خاک و سنگ، توزیع تنش ها تغییر پیدا کرده و در محدوده ای تا چند برابر قطر تونل، تغییرات در محیط اطراف را سبب می شود. روش های متعددی جهت پیش بینی و محاسبه مقادیر جابجایی ها و تنش ها توسط محققین ارائه گردیده است که می توان آن ها را به طور کلی به دو دسته روش های روش های تحلیلی و تئوری و روش های عددی تقسیم نمود. در روش های تحلیلی و تئوری، با استفاده از فرضیاتی به ساده سازی مساله پرداخته و روابطی تئوری استخراج می شود. روابط ارائه شده توسط کرش [۱] برای محاسبه تنش های اطراف تونل در محیط های الاستیک از این دست هستند. بکر [۲] نیز، روابطی به جهت محاسبه نیروهای محوری، لنگرهای خمشی و جابجایی شعاعی تونل در زمین های نرم ارائه داد. ساگاستا [۳] با فرض محیط ایزوتروپ، همگن و غیرقابل تراکم بودن خاک برای محاسبه جابجایی تهنه اثر حفاری های در نزدیک به سطح زمین، روابطی ارائه داد. ورویت و بوکر [۴] با اصلاح روش ساگاستا راه حلی برای محاسبه نشست زمین در نسبت پواسون های متفاوت ارائه دادند. لاگانانان و پولوس [۵] راه حل ارائه شده توسط ورویت و بوکر را اصلاح نموده و از مولفه اعوجاجی صرف نظر کردند.

در روش های عددی معمولاً با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری و روش های حل عددی مانند المان محدود، تفاضل محدود و ...، مدل هندسی و شرایط مرزی خاص آن آنالیز می شود. اوتل و همکاران [۶] با بررسی الاستوپلاستیک دو بعدی تونل متروی وین با نرم افزار اجزا محدود آباکوس اثرات مدل های رفتاری متفاوت در خاک جهت پیش بینی وضعیت تنش ها در توده خاک، نیروهای ایجاد شده در سیستم حائل بندی، تغییر مکان های سیستم حائل بندی و مقادیر نشست سطحی زمین را با چهار مدل الاستیک خطی، دراکرپراگر، موهر کولمب و کپ را مورد مطالعه قرار دادند. خی و همکاران [۷] تنش های وارده بر تونل The Yingbin San Road tunnel را با روش تفاضل محدود سه بعدی مورد بررسی قرار دادند. ژانگ و همکاران [۸] مطالعاتی در بررسی تاثیر احداث تونل در خاک های لایه ای بر رفتار لاینینگ تونل را انجام دادند و نشان دادند که تطابق خوبی بین نتایج مدل سازی عددی و داده های اندازه گیری وجود دارد. ژاو و همکاران [۹] با استفاده از روش های تحلیلی و آنالیز عددی دو بعدی و سه بعدی به بررسی نیروهای وارده شده به سیستم نگه دارنده تونل های سطحی و عمیق پرداختند به علاوه با آنالیز حساسیت نسبت به برخی پارامترهای مهم بیان نمودند