

## تحلیل پایداری و طراحی بهینه نگهداری تونل با استفاده از روش های عددی (مطالعه موردی: تونل شماره ۵ جدید جاده هراز - کیلومتر ۵۷ آمل به تهران)

علیرضا افرادی، آرش ابراهیم آبادی\*

\*گروه معدن و زمین شناسی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

Arash.xer@gmail.com

### چکیده

در دهه های اخیر استفاده از فضای زیرزمینی اعم از تونل های راه، راه آهن، مترو، مغارها، فضای زیرزمینی برای نیروگاه ها و مخازن ذخیره نفت و گاز و سایر موارد رشد به سزایی داشته است. تونل ها سازه های بسیار حساس و از شریان های حیاتی هر کشور محسوب می شوند و در صورت آسیب دیدگی می توانند خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری به بار آورند. با توجه به این که فضای زیرزمینی باید مدت زمان نسبتاً زیادی استفاده شود، بنابراین پایداری آن ها در مدت زمان بهره برداری از اهمیت بالایی برخوردار است. مهمترین عامل برای ایجاد پایداری در این فضا، طراحی سیستم نگهداری مناسب و کافی برای آن ها می باشد. انتخاب سیستم های نگهداری کاملاً وابسته به ویژگی های محل و شرایط پروژه می باشد. تونل مورد نظر در واقع، پنجمین تونل در محور برگشت از سمت آمل به تهران در کیلومتر ۵۷ جاده هراز قرار داشته و دارای راستای شمال غربی - جنوب شرقی می باشد. مسیر از ابتدای تونل در کیلومتر ۳۰+۵۷ روی خط مستقیم شروع شده و قوسی به شعاع ۹۰۰ متر پارامتر کلوئید ۳۰۰ متر در بر می گیرد و سپس از قوس تا انتهای تونل در کیلومتر ۲۱۵+۵۸ مسیر بر روی امتداد مستقیم ادامه می یابد. در این تحقیق ابتدا پارامترهای ژئومکانیکی موثر در پایداری تونل مزبور جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفت. سپس به منظور تحلیل پایداری و طراحی بهینه نگهداری از نرم افزار عددی تفاضل محدود FLAC بهره گرفته شد. با توجه به منطقه و مقرون به صرفه بودن برای نگهداری تونل از سیستم نگهداری شاکریت استفاده شده است که استفاده از این روش استحکام بیشتری نسبت به روش ها دیگری به تونل خواهد داد این تونل با امنیت و راندمان بسیار بالا و با هزینه مطلوب و مناسب به انجام رسیده و ایمنی و امنیت آن در زمان استفاده از این تونل بلند مدت خواهد بود. در این تحقیق تونل به سه قسمت تقسیم شد که نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که بیشترین میزان جابجایی های صورت گرفته در حفر قسمت اول ۱/۸۶ میلی متر، در حفر قسمت دوم ۱/۸۴۹ میلی متر و بخش پایانی ۱/۹۰۲ میلی متر می باشد که تمامی مراحل در حد جابجایی مجاز بوده است. همچنین شعاع زون تاثیر گذار بدست آمده از تحلیل عددی در این پروژه ۲ متر می باشد.

واژگان کلیدی: تونل، تحلیل پایداری، سیستم نگهداری، روش های عددی، شاکریت، FLAC

### ۱- مقدمه

یکی از حساس ترین و مهم ترین مسائل در طراحی و اجرای تونل ها، به دلیل سرمایه گذاری زیاد، انتخاب روش حفر و انتخاب نوع سیستم نگهداری مناسب برای آن، می باشد. در زمین هایی با مشخصات ژئومکانیکی ضعیف؛ تنش زدائی ممکن است موجب ریزش شود و قسمت حفاری شده را پر کند. لذا انتخاب مناسب شکل و نحوه حفاری می تواند نقش به سزائی در کاهش این پدیده در حین حفاری داشته باشد. برای تحلیل پایداری تونل از روش های مختلفی استفاده می شود که در این تحقیق از روش عددی استفاده شده است. در سال ۱۳۸۳ همتی طراحی سیستم های نگهداری در معادن در قالب کتابی ارائه نمود. [۱] در سال ۱۳۷۶ فهیمی فر سازه های زیرزمینی در سنگ را جمع بندی نمود. [۲] قاسم پور در سال ۱۳۸۸، به تحلیل پایداری فضاهای زیرزمینی با استفاده از نرم افزار 3D FLAC پرداخت. [۳] نصیری، در سال ۱۳۹۱، در پایان نامه کارشناسی ارشد به تحلیل پایداری و طراحی نگهداری تونل شماره ۳ محور قائم شهر - پل سفید پرداخت [۴] ضیائی در سال ۱۳۸۹، تحلیل پایداری چاه و تونل های انحراف آب سد صفا، با نگرشی بر اثر متقابل تونل ها بر هم و تعیین قطر بهینه تونل در محل تقاطع با چاه ارائه نمود. [۵] طهماسبی