تونل
TUNNEL

شماره ۲۴ /تابستان ۱۳۹۴
www.irta.ir
IRANIAN TUNNELLING ASSOCIATION MAGAZINE نشریه انجمن تونل ایران

ITA
INTERNATIONAL TUNNELING AND UNDERGROUND SPACE ASSOCIATION
ENDORSED

انجمن تونل ایران
IRTA

دومین کنفرانس منطقه‌ای و یازدهمین کنفرانس تونل ایران

۱۱ تا ۱۴ آبان ماه ۱۳۹۴

"تونل‌ها و آینده"

11th Iranian and 2nd Regional Tunnelling Conference

Tehran, 2-5 November 2015

دبیرخانه کنفرانس:

تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بیمارستان قلب، نبش خیابان دوم، ساختمان ۱۸۳۹، طبقه ۵، واحد ۴۱.

تلفن: ۶ - ۸۸۶۳۰۴۹۵ تلفکس: ۸۸۰۰۸۷۵۴

پست الکترونیک: INFO@ITC2015.IR

سایت اینترنتی: WWW.ITC2015.IR

بسم الله الرحمن الرحیم

تونل

شماره ۲۴ ■ تابستان ۱۳۹۴ ■

نشریه انجمن تونل ایران IRANIAN TUNNELLING ASSOCIATION MAGAZINE

فهرست

سرمقاله ۲
گزارش دومین نمایشگاه تونل ترکیه ۳
اخبار تونل ۴
گفتگوی انجمن تونل ایران با جمعی از پیشکسوتان متروی تهران، سیر تحول تکنولوژی در متروی تهران (جلسه دوم) ۱۱
مدلسازی عددی شرایط عبور تونل خط ۷ متروی تهران از زیر کانال رباط کریم با نرم‌افزار FLAC 3D و مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی با نتایج عملیات ابزاربندی و رفتارنگاری ۱۶
مقایسه استفاده از سیستم تخلیه پیوسته (نوار نقاله) با سیستم تخلیه مصالح ریلی در حفاری مکانیزه با دستگاه TBM در تونل بلند زاگرس ۲۲
معرفی کتاب ۳۱
چکیده مقالات منتخب نشریات بین المللی ۳۲
رویدادهای تونلی ۳۴

شرح روی جلد: تونل صدر-نیایش؛ در حال ساخت

صاحب امتیاز
انجمن تونل ایران
مدیر مسئول
دکتر مرتضی قارونی نیک
سردبیر
دکتر سیامک هاشمی
زیر نظر
هیئت مدیره انجمن تونل ایران
هیئت تحریریه
دکترمحمد جواد جعفری، دکتر جعفر حسن‌پور، مهندس محمد خسروتاش، دکتر مصطفی شریف‌زاده، مهندس غلامرضا شمسی، دکتر محمدحسین صدقیانی، دکتر اورنگ فرزانه، دکتر احمد فهیمی‌فر، دکتر مرتضی قارونی نیک، مهندس محسن کریمی، مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر مهدی موسوی، دکتر سیامک هاشمی، دکتر علی یساقی

مدیر اجرایی
مهندس فرشید ترابی مهر
طراحی جلد و صفحه آرایی
مهندس فرشید ترابی مهر
تبلیغات
معصومه قره داغی

ضمن استقبال و تشکر از علاقمندان محترمی که مایل به ارسال مقاله برای این نشریه می باشند، خواهشمند است به نکات زیر توجه شود:

- **موضوع مقاله در ارتباط با اهداف نشریه باشد.**
- **مطالب و مقاله های دریافتی بازگردانده نمی شوند.**
- **مقاله تالیفی یا تحقیقی، مستند به منابع علمی معتبر باشد.**
- **ارسال اصل مطلب ترجمه شده الزامی است.**
- **مسئولیت صحت علمی و محتوای مطالب بر عهده نویسندگان یا مترجمان است.**
- **نظرات نویسندگان به منزله دیدگاه و نظریه های نشریه نیست.**
- **نشریه در تلخیص، تکمیل، اصلاح یا ویرایش مطالب آزاد است.**
- **نقل مطالب نشریه با ذکر ماخذ بلامانع است.**

نشانی: خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بیمارستان قلب، بعد از خیابان دوم، ساختمان ۴۶۷ (پلاک جدید ۱۸۳۹)، طبقه ۵، واحد ۴۱
کدپستی: ۱۴۱۳۶۹۳۱۵۵
تلفن: ۶-۸۸۶۳۰۴۹۵ - نمابر: ۸۸۰۰۸۷۵۴
Website: www.irta.ir E-mail: info@irta.ir

مدیریت پروژه‌های تونلسازی

● یادداشت سردبیر

توسعه روزافزون جمعیت، برقراری ارتباط در سطح شهرها و بین شهرها، محدودیت فضای سطحی در شهرها، افزایش نیازهای جامعه از لحاظ دسترسی به منابع آب، نیاز به توسعه پایدار با رعایت اصول ایمنی و حفاظت محیط زیست و بسیاری موارد دیگر باعث شده رویکرد به طراحی و ساخت فضاهای زیرزمینی نیز رو به افزایش بگذارد. ساخت و اجرای پروژه‌های متعدد مترو، تونل‌های انتقال آب و فاضلاب، تونل‌های راه و راه آهن تنها چند نمونه از استفاده از فضاهای زیرزمینی در کشور می‌باشند. پروژه های تونلسازی به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری بالا، وابستگی فعالیت‌های مختلف به یکدیگر، چرخه حیاتی بلند مدت، فن آوری های اجرایی پیچیده و ملاحظات گوناگون اجتماعی، سیاسی، و زیست محیطی و همچنین عدم قطعیت‌های مختلف از جمله مهمترین و پرهزینه‌ترین پروژه‌های عمرانی در کشور می‌باشند. عملکرد سازمان‌ها و شرکت‌ها یکی از عوامل مهم در موفقیت و کیفیت پروژه‌ها می باشد. بدون تردید افزایش تعداد پروژه‌های تونلسازی بر الزام توجه بیشتر به بحث مدیریت پروژه و انطباق سیستم‌های مدیریت پروژه با مبانی و روش‌های روز برنامه ریزی و کنترل پروژه صحه می‌گذارد. با توجه به پیشرفت فن‌آوری‌های ساخت، و توسعه روش‌های نوین، صنعت تونلسازی نیز به طور مداوم در حال تغییر و تحول می‌باشد و شرکت‌ها و سازمان‌ها نیز برای موفقیت در این عرصه نیاز به اتخاذ و گسترش روش‌های مدیریتی مناسب دارند.

شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر بهره وری ساخت و اجر می تواند منجر به ارائه راه حل های موثرتر و اقتصادی در بهبود عملکرد و نیز توسعه روش های کاری شود. در حالت کلی عوامل موثر در موفقیت پروژه ها وابسته به بهینه سازی مدیریت هزینه ها و مدیریت زمان با حفظ کیفیت در کار می‌باشند. پروژه های تونلسازی همواره با عدم قطعیت و ریسک همراه می باشند که بر دو عامل هزینه و زمان تاثیر می گذارند. عواملی همچون مدیریت کلان، مدیریت نیروی انسانی، مدیریت ابزار و تجهیزات و استفاده از فن آوری های متناسب از جمله مواردی هستند که تاثیر بسزایی در پیشرفت کار و همچنین شناسایی، کنترل و تقلیل یا رفع مخاطرات و مشکلات پروژه ها دارند. تخصیص مناسب و کافی بودجه و منابع، تکیه بر تجربیات گذشته، استفاده از مواد و مصالح با کیفیت، تعامل میان گروه های مختلف دخیل در پروژه ها و ارتباطات سازمانی و فراسازمانی همگی نقش موثری در نیل به هدف ایفا می کنند. این موارد نیاز به برنامه ریزی و سازماندهی مناسب، پشتیبانی مناسب، مدیریت ریسک، نظارت بر اجرا، کنترل کیفیت، کنترل هزینه‌ها، و همچنین مدیریت دانش سازمانی دارند. توجه به موارد مذکور بدون آینده نگری و تعیین استراتژی مناسب نمی تواند به موفقیت پروژه منجر شود و مدیریت سازمانی در کنار تجربه و دانش فنی از اهمیت زیادی برخوردار است.

بررسی هر چه بیشتر عوامل مختلف تاثیرگذار بر پروژه های تونلسازی و تبادل تجربیات بدست آمده از پروژه های مختلف، می تواند گامی مهم در پاسخگویی به چالش های پیش روی صنعت تونلسازی کشور باشد. در این راستا انجمن تونل ایران از مدیران و دست اندرکاران پروژه های تونل دعوت می نماید تا تجربیات خود را در زمینه های مرتبط به منظور به اشتراک گذاری و آموزش در اختیار این انجمن قرار دهند و این انجمن را در ارتقای دانش فنی و صنعت تونل‌سازی و توسعه کیفی نیروهای متخصص یاری دهند.

گزارش دومین نمایشگاه تونل ترکیه

نیاز به ساخت تونل در ترکیه در سال های اخیر روند رو به رشدی از خود نشان داده است. شایان ذکر است ساخت تونل در ترکیه در سال های اخیر حدود ۳۵ میلیارد یورو هزینه در بر داشته است. این نمایشگاه موقعیت ارتباط، به اشتراک‌گذاری اطلاعات و آخرین فن‌آوری‌های روز صنعت تونل را برای ذینفعان، پیمانکاران، شرکت های مهندسی، مشاوران، تولیدکنندگان ماشین‌آلات، تامین کنندگان قطعات این صنعت را فراهم می‌کند. بنابر این ضرورت، برگزاری نمایشگاه‌ها، کنگره‌ها، برنامه‌ها و کارگاه‌های آموزشی یکی از اهداف مهم انجمن تونل ترکیه می‌باشد. در این راستا شرکت نمایشگاهی دموس با همکاری این انجمن اقدام به برگزاری دومین نمایشگاه تونل در مرکز نمایشگاه بین‌المللی استانبول در تاریخ ۷-۵ شهریور ۱۳۹۴ کرده است.

پروفیل بازدیدکننده‌ها در این نمایشگاه شامل شرکت های ساختمانی، شرکت های ساخت و ساز، نهادهای عمومی و دستگاههای اجرایی، مهندسان، معماران، متخصصان فنی، ماشین آلات ساخت و ساز، فروشندگان و توزیع کنندگان تجهیزات و ابزار های مختلف، شرکت ها خریدار و تعاونی‌ها، تکنسین های امنیت شغلی، شرکت های مشاوره، مراجع صدور گواهینامه، شرکت های اجاره ماشین آلات ساخت و ساز و ابزار، تکنسین ها و مقامات ادارات دولتی و نهادهای نظارتی، دانشگاه ها و مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای بود.

پروفیل شرکت‌کننده‌ها نیز شامل ماشین آلات حفاری تونل (TBM)، ماشین آلات حفاری، ماشین و تجهیزات انتقال ماشین آلات تونل، ماشین آلات سنگ زنی، سیستم های تهویه و خنک کننده تونل، تجهیزات فشار لوله، ابزارها و تجهیزات پمپاژ شاتکریت، بیل ها، لودرها و بلدوزرها، فشار لوله و شفت خروجی، زداینده، سیستم های علامت دهی تونل، بولدوزر، سیستم های مانیتورینگ تونل، گریدرها، سیستم های حمل مایعات، تجهیزات اصلاح و فشرده‌سازی خاک، سیستم های کنترل تونل، بالابرها، مته‌های مخصوص سنگ‌ها، قطع‌کننده‌ها و بلندکننده‌های سطوح، میکرو ماشین آلات کوچک و ماشین آلات آسفالت کاری، ماشین آلات و تجهیزات حفاری صخره ها، ماشین آلات حفاری ترانشه و کانال، ماشین آلات و تجهیزات حفاری افقی، ماشین آلات و تجهیزات حفاری، ستون بندی و استخراج، چکش های ارتعاشی، لوازم استیل جانبی خم، برش، جوش، ماشین آلات و پارکرهای قالبگیری تزریقی، ابزارهای دستی، تجهیزات حفاری، تجهیزات مهار، حفاری چندمنظوره، سیستم کمربند چتری، تجهیزات حمل و نقل داخل تونل، ماشین آلات دوار حفاری، قالب تونل، شرکت های ساخت و ساز تونل، سیستم های ریلی تونل، محصولات لوکوموتیوهای برقی و دیزلی، ماشین آلات و تجهیزات ساخت و ساز آسفالت، مواد شیمیایی آسفالت، صفحات پوششی آسفالت، محصولات پتروشیمی مربوط به آسفالت، امولسیون آسفالت و قیر، پوشش آسفالت / آسفالت تزئینی، تجهیزات حفاری، تخریب، تجهیزات و ماشین آلات آسفالت، قطعات و فن آوری ژئوتکنیک، تجهیزات و ماشین آلات بتن، بتن آماده، سیمان، تولید سنگدانه، جاده های بتنی، ماشین آلات ساخت و ساز تونل‌ها و کانال‌ها، کامیون‌ها و یدک‌کش کامیون ها، بتن آماده، سیمان و ملات آماده سازی، ترانس های مخلوط کننده، پمپ ها، تانکر، سنگ، گراول، شن و ماسه، آهک، گچ، سیمان، مواد شیمیایی، مواد معدنی و مواد اولیه، تاسیسات تجمیع و غربالگری، استخراج، بارگیری، حفاری، پوشش، لایه برداری، کارخانه ها و تجهیزات تولید سنگ مصنوعی، سیستم های قالب گیری و ساخت، سیستم های بالابرنده و حمل کننده، زیرساخت های مدیریت ترافیک ، ایمنی جاده و سیستم پارکینگ، زیربنایی، ساخت و ساز و مرمت و بازسازی جاده ها، فناوری ریلی، فناوری تونل سازی، تجهیزات جاده سازی، علائم جاده ای، مدیریت ترافیک، ارتباطات، فن‌آوری BTS، فن آوری کارت هوشمند، سیستم های هشدار دهنده، سیستم کنترل ترافیک، ایمنی، علائم راهنمایی و رانندگی، چراغ راهنما، سیستم های مانع، شاخص های سرعت، سیستم های اضطراری، سیستم های مدیریت اسکادا در تونل‌ها، سیستم‌های تهویه تونل، سیستم های روشنایی تونل، و سیستمهای برق اضطراری ژنراتوری، سیستم های یافتن آتش و خاموش کردن آتش، سیستم های تشخیص حادثه، سیستم کنترل ترافیک تونل، پیام دهنده های علائم متغیر، شمارش وسایل نقلیه، سیستم تلفن اضطراری، تجهیزات ایمنی تونل، سیستم توزیع برق LV وMV ، راه اندازی سیستم مانیتورینگ در داخل و خارج از تونل، علائم کنترل سرعت و ترافیک و سیستم های مانیتورینگ هواشناسی بود.

در این کنفرانس ۱۰۴ شرکت داخلی و خارجی حضور داشتند که ترکیب آنها بر اساس گزارش شرکت دموس به شرح زیر می باشد:

شرکت کنندگان خارجی: ۱۵ شرکت

شرکت کنندگان خارجی غیر مستقیم: ۴۴ شرکت

مجموع بازدید کنندگان: ۵۱۴۸ نفر

مجموع بازدید کنندگان خارجی: ۶۲۵ نفر

مجموع محل نمایشگاه: ۱۵۰۰۰ متر مربع

انجمن تونل ایران نیز با دعوت انجمن تونل ترکیه در این نمایشگاه حضور داشت و ضمن ارائه دستاوردهای صنعت تونل ایران، با جمعی از اندیشمندان و صاحب نظران بین‌المللی از جمله پروفسور بارتون و دکتر بیلگین (رئیس انجمن تونل ترکیه) جلساتی برگزار و به تبادل نظر پرداخته شد. ضمناً نمایشگاه دارای کارگاههای آموزشی متعددی در رابطه با مسائل اجرایی تونل بود که فایل کارگاهها در انجمن تونل موجود است و علاقه‌مندان می توانند با برقراری ارتباط با انجمن نسبت به دریافت فایل اقدام نمایند.

اخبار تونل

◢ پروژه گلاب ۲ در حال اجراست

مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان در خصوص وضعیت تونل گلاب ۲، گفت: «این سامانه نوعی پدافند غیرعامل برای آب‌رسانی به اصفهان تلقی می‌شود که وزارت نیرو با توجه به برخی اعتراضات در استان‌های دیگر و در راستای روشن شدن ابعاد مختلف آن، این طرح را متوقف کرده بود». وی با بیان اینکه وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست برای اجرای این طرح به تفاهم رسیده‌اند، گفت: «این طرح انتقال آب کاملاً درون استانی اســت و مراحل حفر و تکمیل این پروژه نیز در حال اجرا اســت». میرمحمدصادقی با بیان اینکه در سال‌های اخیر به دلیل کاهش روان‌آب‌ها، برداشت از آبخوان‌ها افزایش یافته است، افزود: «سالانه در استان اصفهان بیش از ۲۹۰ میلیون مترمکعب از ذخایر آب‌های زیرزمینی برداشت می‌شود». مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان گفت: «اصولاً آب باید از ذخایر دینامیک یعنی منابع آب زیرزمینی که با بارش‌ها افزایش یا کاهش می‌یابند برداشته شود، اما متأسفانه ما در ایران از ذخایر استاتیک یا سرمایه‌ای برداشت‌های زیادی کرده‌ایم». میرمحمدصادقی اضافه کرد: «طرح شش ساله تعادل بخشی ذخایر آب‌های زیرزمینی کشــور توسط وزارت نیرو به تصویب رسیده است که امســال براساس برنامه، باید ۴۸۵ میلیون مترمکعب در کل کشور منابع زیرزمینی ذخیره سازی شود».

خبرگزاری مهر
۱۳۹۴/۰۴/۰۸

◢ طولانی ترین تونل انتقال آب کشور در کرمان احداث می‌شود

مدیرعامل شرکت آب منطقه ای کرمان گفت: «طولانی ترین تونل انتقال آب کشور با ۳۸ کیلومتر طول از سد صفارود برای تامین آب میان مدت شهر کرمان احداث می شود». وی افزود: «با توجه به وضعیت کم آبی در استان کرمان سه طرح انتقال آب به این استان در دستور کار قرار گرفته است. انتقال آب از بهشــت آباد به شــهرهای شمال استان کرمان، انتقال آب از ســد صفارود برای تامین آب آشامیدنی کرمان و رابر و انتقال آب از خلیج فارس برای این استان در نظر گرفته شده است». بختیاری گفت: «انتقال آب به تنهایی منجر به حفظ و پایداری منابع آبی استان نمی‌شود و راه حل اصلی مدیریت مصرف بویژه در بخش کشاورزی است». وی با اشاره به اینکه انتقال آب از سد صفارود در سال های گذشته کلید خورده است، گفت: «متاسفانه این طرح طی چند سال اخیر به علت‌های مختلف فقط ۱۵ درصد و سد صفارود ۵۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است». مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای کرمان افزود: «با احداث این تونل نزدیک به ۷۰۰ میلیون متر مکعب آب به شــمال اســتان کرمان منتقل خواهد شد و مشکل آب شرب شهرهای کرمان و رابر برطرف می شود».

خبرگزاری ایرنا
۱۳۹۴/۰۴/۰۹

◢ مترو فرودگاه مهرآباد تا اواخر شهریورماه ۹۴ به بهره برداری می رسد

مدیرعامل شرکت مترو تهران گفت: «با ۸۵ درصد پیشرفت فیزیکی مترو فرودگاه مهرآباد اواخر شهریور ماه سال جاری به بهره برداری می‌رسد و این خط اختصاصی از خط چهار منشعب می‌شود و ۲ کیلومتر طول دارد و برای احداث آن ۴۰۰ میلیارد تومان از منابع دولتی و شهرداری تهران هزینه شده که سهم شهرداری در تامین این منابع بیشتر است». وی با بیان آنکه ۱۰۰ درصد عملیات احداث تونل‌ها و سازه ایستگاه‌های این خط به پایان رسیده است، گفت: «هم اکنون انجام نازک‌کاری و نصب تجهیزات مورد نیاز این خط در دست اقدام است و تلاش خواهیم کرد تا اواخر شهریورماه جاری این خط به بهره برداری برسد». وی با بیان آنکه ۳ ایستگاه مترو در محوطه مهرآباد و نزدیک ترمینال های این فرودگاه تردد مسافران را از تهران به مهرآباد بیش از پیش تسهیل خواهد کرد، گفت: «یک ایستگاه در جاده مخصوص کرج و ۲ ایستگاه بین ترمینال های مسافری ۱ و ۲، ۴ و ۶ راه‌اندازی می شود تا مردم پس از پیاده شدن از هواپیما از طریق زیرگذرهای تعبیه شده سوار مترو شوند و بتوانند به راحتی به طرف مقصد مورد نظر خود در تهران حرکت کنند و هم اکنون قطارهای مترو مهرآباد که با ویژگی های خاص مسافران فرودگاهی طراحی شده در حال انجام تست‌های مربوطه هستند». وی اظهار داشت: «خط ۴ مترو تهران از ترمینال شرق آغاز می شود و پس از گذر از میدان آزادی به ارم سبز متصل و از انشعاب آن در ایستگاه بیمه و تغییر سکو این خط به صورت مستقیم به مهرآباد متصل می‌شود». مدیرعامل شرکت مترو تهران در خصوص مترو فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره) نیز گفت: «پیشرفت فیزیکی این خط ۵۲ کیلومتری به بیش از ۸۳ درصد رسیده که در صورت تامین اعتبار ۳۰۰ میلیارد تومانی آن توسط دولت، می توانیم آن را طی ۵ و یا ۶ ماه آینده آماده بهره برداری کنیم». وی اظهار داشت: «عملیات زیرسازی این خط مترو به پایان رسیده و حتی ۱۸ کیلومتر آن ریل گذاری شده و ایستگاه های آن در حال ساخت است که با بهره‌برداری از این خط، مسافران از تجریش در شمال تهران با تغییر سکو در محل نمایشگاه بین المللی تا فرودگاه امام و شهر جدید پرند می توانند با بهره گیری از این خط تردد کنند». درویش گفت: «با راه اندازی خطوط ۶ و ۷ که هم اکنون در حال احداث است، در مجموع روزانه حدود ۹ میلیون نفر از طریق مترو تهران جا به جا می شوند که با ۶ هزار لیتر بنزین در روز و مجموع صرفه جویی سوخت سالانه این بخش، ۵۴ هزار میلیارد تومان صرفه جویی خواهیم داشت». وی با اشاره به مسافت فعلی مترو تهران یادآور شد: «مترو تهران هم اکنون ۲۰۰ کیلومتر طول دارد و روزانه حدود ۳ میلیون نفر از طریق آن در سطح شهر تهران جا به جا می شوند».

خبرگزاری ایرنا
۱۳۹۴/۰۴/۱۵

◢ افتتاح فاز نخست آزادراه تهران- شمال تا پایان سال ۹۵

مدیرعامل شرکت آزادراه تهران-شمال از پرداخت ۸ میلیون دلار از صورت وضعیت پیمانکار چینی خبر داد و گفت: «قطعه یک آزادراه تا پایان سال ۹۵ به اتمام می‌رسد». مهران اعتمادی در گفتگو با خبرنگار مهر با اشاره به آخرین وضعیت صورتحساب مالی پیمانکار چینی و قطعه یک آزادراه تهران-شمال، گفت: «تاکنون شرکت چینی ۱۱ میلیون دلار صورت وضعیت داده که ۸ میلیون دلار آن پرداخت شده است؛ بنابراین پرداخت‌ها وضعیت مناسبی دارند و ساخت قطعه یک آزادراه از کن تا شهرستانک با سرعت پیش می‌رود». وی با بیان اینکه برای تکمیل قطعه یک آزادراه تهران- شمال به ۱۲۰۰ میلیارد تومان نیاز داریم، تصریح کرد: «دومین تونل بزرگ آزادراه در این منطقه قرار گرفته است که این تونل ۲۴۰۰ متر طول دارد و ۴۵۰ متر از حفاری آن باقی مانده است». مدیرعامل شرکت آزادراه تهران-شمال با اشاره به اینکه پیمانکار چینی در هر ساعت، سه متر پیش‌روی می‌کند، افزود: «دو ماه یا حداکثر ۷۰ روز کاری حفاری تونل شماره ۱۳ به پایان می‌رسد». اعتمادی با بیان اینکه از ۲۵ اسفندماه تاکنون پروژه ساخت آزادراه با سرعت بیشتری جلو رفته است، اظهارداشت: «در این مدت پروژه ۲۳ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است، به اضافه اینکه پنج شرکت ایرانی هم به یک قطعه اضافه شده‌اند و در کنار پیمانکار چینی مشغول انجام فعالیت‌های عمرانی هستند». وی ادامه داد: «قطعه یک این آزادراه از کن تا شهرستانک تا پایان سال ۹۵ به اتمام می‌رسد». مدیرعامل شرکت آزادراه تهران-شمال با اشاره به اینکه کار حفاری تونل تالون به اتمام رسیده است، گفت: «پیمانکار چینی مشغول لاینینگ این تونل است و امیدواریم که هر چه سریعتر کار ساخت این تونل هم به پایان برسد». اعتمادی با اشاره به اینکه با تکمیل تونل سیزدهم، یک ساعت مسیر رسیدن به تونل تالون کوتاه‌تر می‌شود و کار تجهیز کارگاه را با سرعت انجام می‌دهیم، گفت: «مهمترین تونل این منطقه تالون است که ۴۹۰۰ متر طول دارد».

خبرگزاری مهر
۱۳۹۴/۰۵/۱۱

◢ ۵/۵ کیلومتر از قطار شهری کرمانشاه به صورت تونل احداث می‌شود

سرپرســت قطار شــهری کرمانشاه اظهار کرد: «طول تقریبی مسیر قطار شهری کرمانشــاه در حدود ۱۳ کیلومتر است و در حدود ۵/۵ کیلومتر از قطار شــهری این شــهر به صورت تونل ساخته می‌شود». وی با اشاره به اینکه این پروژه به دو فاز اول و دوم تقسیم می‌شود، افزود: «فاز اول از میدان معلم تا میدان آزادی است و فاز دوم نیز از میدان آزادی تا میدان فردوسی کرمانشاه احداث می‌شود». وی با تاکید بر اینکه قطار شهری کرمانشاه در مسیر ۱۳ کیلومتری خود به ازای هر کیلومتر یک ایستگاه خواهد داشت، اظهار کرد: «با توجه به تصویب موضوع تغییر سیستم در شورای عالی ترافیک شهرهای کشور؛ بیش از ۵/۵ کیلومتر قطار شهری به صورت تونل و شش ایستگاه آن نیز روی زمین خواهد بود». سرپرست قطار شهری کرمانشاه با اشاره به اینکه در سال گذشته مبلغ ۱۲۰ میلیارد تومان برای قطار شهری کرمانشاه درخواست اعتبار شده بود، گفت: «امسال تقاضای ۱۸۰ میلیارد تومان برای انتشار اوراق مشارکت شده است که در این راستا نیازمند اخذ مصوبه شورا و تعهد شهرداری کرمانشاه در این زمینه هستیم». ساسانی به علل تغییر سیستم و مزیتهای آن هم اشــاره کرد و افزود: «از ابتدای طرح موضوع اجرای منوریل در خط یک شــهر کرمانشاه، عبور مسیر در ارتفاع در بخش جنوبی یعنی در مرکز شهر و کم عرض بودن خیابان‌ها موجب شده بود که شورای اسلامی شهر کرمانشاه این موضوع را مردود اعلام کند؛ که با تغییر سیستم و عبور از محدوده مرکز شهر به صورت زیرزمینی این مشکل بر طرف شد».

خبرگزاری ایلنا
۱۳۹۴/۰۵/۱۴

◢ *اجرای عملیات لوله رانی بدون استفاده از جک‌های میانی برای نخستین بار در خطوط اصلی فاضلاب تهران*

شرکت فاضلاب تهران در پروژه لوله رانی خطوط اصلی فاضلاب غرب تهران در محدوده بزرگراه آیت الله سعیدی، در عمق متوسط ۱۵ متری زمین، ۲۱۰ متر حفاری مکانیزه بدون استفاده از جکهای میانی را عملیاتی کرد که در نوع خود برای نخستین بار اجرا می‌شود. مدیرعامل شرکت فاضلاب تهران در تشریح این خبر گفت: «این خط انتقال به طول ۴/۸ کیلومتر با بکارگیری لوله‌های بتن پلیمر سایزهای ۱۶۰۰ و ۱۸۰۰ میلی متر از ابتدای جاده مخصوص کرج (ورودی بزرگراه شهید ستاری) و میدان آزادی آغاز و پس از طی مسیر بزرگراه آیت الله سعیدی، میدان فتح و سی متری جی به تونل فاضلابروی غربی متصل خواهد شد که در افق دوره طرح جمعیت تحت پوشش آن معادل سه میلیون و ۱۵۰ هزار نفر(در حدود ۳۱ درصد از کل جمعیت شهر تهران) خواهد بود». اصغر ریاضتی افزود: «خط اصلی انتقال فاضلاب غرب تهران برای جمع آوری فاضلاب بخشی از مناطق ۲، ۵ و ۹ شهرداری تهران پیش بینی شده است و با استفاده از تکنولوژی میکروتونلینگ (لوله رانی)، عملیات اجرایی خطوط اصلی فاضلاب با راندمان و سرعت بیشتر و همچنین کیفیت بالاتر از سایر روش های حفاری، اجرا خواهد شد». وی در خصوص اهمیت این روش حفاری، گفت: «حاصل این روش، احداث سازه‌ای مقاوم، بدون حفاری و باز کردن ترانشه و در عین حال هدایت و تنظیم مناسب سیرکولاسیون ترافیک محدوده است». مدیرعامل شرکت فاضلاب تهران تصریح کرد: «قابلیت حفاری در انواع لایه‌های زمین‌شناسی، عبور از زیر بزرگراهها و رودخانه‌ها در کنار انبوه تاسیســات شــهری با کمترین تاثیر بر سطح زمین، از دیگر مزایای این روش است». وی اظهار داشت: «این سیستم در صورت استفاده از جک های میانی قابلیت درایو مسیرهای با طول بیشتر از ۱۵۰ متر را خواهد داشت که با روش جدید در حفاری مسیر بزرگراه آیت الله سعیدی این میزان به ۲۱۰ متر طول افزایش یافته و اجرایی شده است». ریاضتی با اشاره به موانع و مشکلات پروژه مذکور، گفت: «حفاری در کنار بزرگراه ها بسیار سخت و دشوار است؛ چرا که ما با محدودیت‌های ترافیکی، موقعیت پیچیده تاسیسات زیرزمینی و تنوع لایه های زمین در مسیر لوله‌رانی و غیره روبرو هستیم و برهمین اساس عملیات اجرایی تنها در شیفت شب و با محدودیت‌های فراوان انجام می‌شود». وی خاطرنشان کرد: «با وجود تمام این شرایط، فعالیت در کنار بزرگراهها نیازمند در نظر گرفتن تمهیدات ایمنی خاص و هزینه بر است و تلاش می‌شود از بروز حوادث احتمالی پیشگیری شود». این مقام مسئول در پایان در خصوص میزان پیشرفت طرح فاضلاب تهران نیز یادآور شد: «عملیات اجرای شرکت فاضلاب تهران دارای پیشرفت وزنی ۵۲ درصد در کلانشهر تهران است».

خبرگزاری ایرنا
۱۳۹۴/۰۵/۲۷

◢ سناریوی جدید نجات دریاچه ارومیه/ طرح انتقال بزرگ آب کلید خورد

یک مقام مسئول در وزارت نیرو از اجرای طرح انتقال ۶۵۰ میلیون مترمکعب آب به دریاچه ارومیه از طریق حفر تونل خبر داد. محمدرضا رضازاده گفت: «نخستین دستگاه حفر تونل انتقال آب از غرب کشور به دریاچه ارومیه منتقل شده و در حال مونتاژ است و تا ۲ماه آینده نصب این دستگاه تمام و حفر تونل انتقال ۶۵۰ میلیون مترمکعب آب به این دریاچه آغاز می شـــود». وی زمان آغاز انتقال آب را در ســـال ۹۷ و ابتدای سال ۹۸ دانست و تصریح کرد: «تونل این پروژه به دو قطعه تقسیم شده که هر قطعه با یک دستگاه حفاری خواهد شد، دستگاه اول هم اکنون در کارگاه درحال مونتاژ است و دستگاه دوم تا بهمن ماه به بندرعباس و سپس به کارگاه منتقل و حفاری دوم نیز از سال آینده آغاز خواهد شد». مدیرعامل شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران با اشاره به اینکه زیرساخت های اجرای طرح آماده شده گفت: «با توجه به اینکه حفاری دوم از زیرکوه شروع می شود؛ تونل دسترسی برای انتقال دستگاه، احداث شده و هم اکنون در حال حفاری محلی هستیم که دستگاه برای شروع کار باید در آن قرار بگیرد». رضازاده با اشاره به مطالعات لازم برای انتقال آب از دریای خزر به دریاچه ارومیه تصریح کرد: «با توجه به حساسیت های زیست محیطی این پروژه در دریای خزر و دریاچه ارومیه، اجرای آن با در نظر گرفتن همه جوانب انجام خواهد شـــد». وی با بیان اینکه برای مطالعات طرح انتقال آب خزر به ارومیه از بهترین مشـــاوران ایرانی و خارجی در جهان دعوت به همکاری شـــده افزود: «نتیجه مطالعات تا یکسال آینده مشخص و در صورت مثبت بودن آن مراحل بعدی پروژه نیز اجرایی خواهد شد. در صورتی که اصولی بودن اجرای این طرح مشخص نشود، ادامه بقیه روند کار ممکن نیست».

خبرگزاری مهر
۱۳۹۴/۰۵/۲۸

◢ کلنگ خط دو مترو اصفهان توسط دکتر ظریف بر زمین زده شد

دکتر محمد جواد ظریف، وزیر امور خارجه به همراه مدیران شهری و استانی اصفهان کلنگ خط دو مترو را در شهرک امام حسین (ع) در زینبیه بر زمین زد. مطالعات خط دوم مترو در سال ۹۰ توسط مشارکت شرکت های مترا، پژوهش و سیستما آغاز شده است. خط شرقی- غربی از خمینی شهر شروع و پس از عبور از خیابان اشرفی اصفهانی (کهندژ) و در ایستگاه مشترک امام حسین از زیر خط شمالی-جنوبی وارد خیابان سپه شده و از زیر قسمت شمال میدان نقش جهان به سمت خیابان حافظ می‌رود. این خط در خیابان هاتف به سمت شمال ادامه می‌یابد و پس از عبور از روی میدان لاله در طول خیابان زینبیه ادامه می‌یابد. طول کل مسیر ۲۳ کیلومتر و دارای ۲۲ ایستگاه می‌باشد.خط دو مترو از دپوی شهرک امام حسین(ع) واقع در خیابان زینبیه آغاز و تا میدان شهدای خمینی شهر ادامه دارد. این خط در میدان امام حسین (ع) با خط ۱ مترو جهت جابجایی مسافر در مرکز شهر تلاقی دارد.

خبرگزاری ایمنا
۱۳۹۴/۰۶/۰۶

اتمام عملیات اجرای خط انتقال فاضلاب بلوار میرداماد در تهران

مدیر عامل شـــرکت فاضلاب تهران خبر داد: «خط فاضلاب خیابان میرداماد در منطقه ۳ شهرداری به عنوان انتقال دهنده بخشی از فاضلاب خط اصلی غرب اســـت که فاضلاب بخشی از مناطق شـــمال، مرکزی و جنوبی تهران را به تصفیه‌خانه جنوب منتقل می‌کند». "اصغر ریاضتی"، مدیر عامل شرکت فاضلاب تهران درباره اتمام عملیات اجرای خط انتقال فاضلاب خیابان میرداماد برای انتقال مازاد فاضلاب خط اصلی غرب از تقاطع خیابان ولیعصر به قطعه ۵ تونل فاضلاب شرقی در انتهای خیابان خواجه عبدالله انصاری، گفت: «خط فاضلاب خیابان میرداماد در منطقه ۳ شهرداری به عنوان انتقال‌دهنده بخشی از فاضلاب خط اصلی غرب است که فاضلاب بخشی از مناطق شمال، مرکزی و جنوبی تهران را به تصفیه‌خانه جنوب منتقل می‌کند. وی طول تقریبی این خط انتقال را ۳۵۰۰ متر عنوان کرد و افزود: «این خط انتقال به عنوان سوئیچ برای سرریز فاضلاب خط اصلی غرب به خط شرق تهران است که از تقاطع خیابان‌های ولیعصر و میرداماد با قطر ۱۴۰۰ میلیمتر آغاز و از مسیر خیابان شریعتی با قطر لوله ۱۶۰۰ میلیمتر و خیابان خواجه عبدا... انصاری با قطر ۱۸۰۰ میلی‌متر به تونل فاضلابروی شرق متصل می‌شود». ریاضتی در خصوص روش حفاری اعلام کرد: «عمق متوسط حفاری در این پروژه ۸ متر و به روش لوله‌رانی (۲۹۰۰ متر بخش مکانیزه) و در بعضی مناطق به‌صورت دستی بوده است؛ به علت عدم امکان عبور این خط از جلوی ایستگاه متروی میرداماد حفاری حدود ۵۵۰ متر از مســـیر آن به صورت ســـنتی بوده و از خیابان های شمس تبریزی، نیکخو، نیک رای، اطلسی، آسایی و تبریزیان عبور می‌کند. وی در پایان خاطرنشـــان کرد: «این خط با وجود مشـــکلاتی همچون اخذ مجوزهای لازم از شهرداری و راهنمایی و رانندگی به پایان رسیده و با تکمیل و بهره‌برداری از خط انتقال پایین دست آن در خیابان‌های شریعتی و گل نبی نصب انشعابات محدوده انجام خواهد شد».

خبرگزاری وزارت نیرو
۱۳۹۴/۰۶/۱۷

پایان انتظار ۱۰ ساله/ تونل استقلال تاجیکستان تا آذر ۹۴ تکمیل می شود

جمهوری اسلامی ایران می گوید تا دو ماه آینده کار مرمت و بازسازی تونل استقلال (انزاب) تاجیکستان را به پایان خواهد رساند و مشکل جاری شدن آب در این تونل رفع می شود. بخش تاجیک پایگاه اطلاع رسانی «آزادی» در گزارشی از پیشرفت عملیات عمرانی در این تونل نوشت: «حدود ۳۲۰ مهندس و کارگر ایرانی و تاجیک در تونل استقلال مشغول فعالیت هستند. عملیات بازسازی تونل استقلال را یک شرکت ایرانی عهده دار است و مسوولان این شرکت می‌گویند تاکنون ۹۰ درصد عملیات اجرایی این تونل به پایان رسیده است و در دو ماه آینده نیز به صورت کامل آماده بهره‌برداری می شود. در حال حاضر به دلیل انجام عملیات عمرانی در تونل استقلال، این تونل بسته است و ساکنان اطراف از راه شهرستان انزاب از دوشنبه به خجند و یا برعکس تردد می کنند. تونل «استقلال» در ۷۲ کیلومتری جاده دوشنبه به سمت خجند واقع است و منطقه شمال کشور را به جنوب متصل می کند. این تونل علاوه بر ایجاد مســـیر دسترسی دایمی در تابستان و زمستان مسیر جاده «دوشنبه» به «خجند» را حدود ۶۰ کیلومتر کوتاه و مسیر شمال و جنوب تاجیکستان را به هم متصل می‌کند. قرارداد حفاری این تونل در سال ۲۰۰۳ میلادی بین وزارت حمل و نقل تاجیکستان و یک شرکت ایرانی به ارزش ۳۹ میلیون دلار به امضا رسید. این تونل که پنج هزار و ۲۰۰ متر طول دارد، به همراه تونل های جانبی تهویه مجموعا ۱۰ هزار و ۴۰۰ متر درازا دارد. تونل استقلال از جمله بزرگترین طرح‌های در دست اجرای ایران در تاجیکستان است و در ۷۲ کیلومتری شمال دوشنبه پایتخت تاجیکستان، از کوه های بلند «فان» می گذرد و این شهر را به استان سغد در شمال این کشور و مرکز آن شهر تاریخی «خجند» پیوند می دهد.

خبرگزاری ایرنا
۱۳۹۴/۰۶/۱۸

◢ بهره‌برداری از هشت ایستگاه خط ۷ مترو در خرداد ۹۵

مجری پروژه خط ۷ متروی تهران تصریح کرد: «۱۸ کیلومتر تونل‌سازی در فاز نخست خط ۷ مترو حدفاصل شهید محلاتی تا میدان صنعت با پیشرفت صد درصدی به اتمام رسیده است». عباس اسکندری با تاکید بر اینکه خط ۷ مترو تهران از جنوب شرقی تهران از محدوده ورزشگاه تختی آغاز می‌شود، گفت: «در این مسیر دو بخش تونل جنوبی- شمالی به طول ۱۳ کیلومتر و تونل غربی-شرقی به طول ۱۲ کیلومتر وجود دارد که اکنون ۱۰/۵ کیلومتر از تونل شمالی-جنوبی و ۹/۵ کیلومتر از تونل شرقی - غربی حفاری شده است». به گفته وی در بخش تونل های غربی و شرقی تنها ۲/۵ کیلومتر در هر تونل باقی مانده است. اسکندری تصریح کرد: «فاز نخست این پروژه حدفاصل شهید محلاتی تا میدان صنعت به طول ۱۸ کیلومتر در بخش تونل صد درصد پیشرفت فیزیکی داشته است و در تلاشیم هرچه سریعتر این بخش را تکمیل و آماده بهره برداری کنیم». وی تصریح کرد: «در فاز نخست ۲۰ کیلومتر مترو با ۱۸ ایستگاه طراحی شده که ۸ ایستگاه آن در ابتدا به بهره‌برداری خواهد رسید». مدیر پروژه خط هفت همچنین گفت: «طبق برنامه‌ریزی‌ها قرار است که فاز نخست این خط با ۸ ایستگاه خرداد ماه سال ۹۵ به بهره برداری برسد که البته رسیدن به این هدف منوط به تامین اعتبارات مورد نیاز است». اسکندری تصریح کرد: «در تمام مسیر خط ۷، تاکنون پیشرفت فیزیکی ساخت تونل ها ۶۲ درصد و پیشرفت فیزیکی ساخت ایستگاه ها ۲۵ درصد بوده است».

خبرگزاری ایسنا
۱۳۹۴/۰۶/۱۸

اتمام حفاری تونل خط ۲ قطارشهری مشهد تا آذر ۹۴

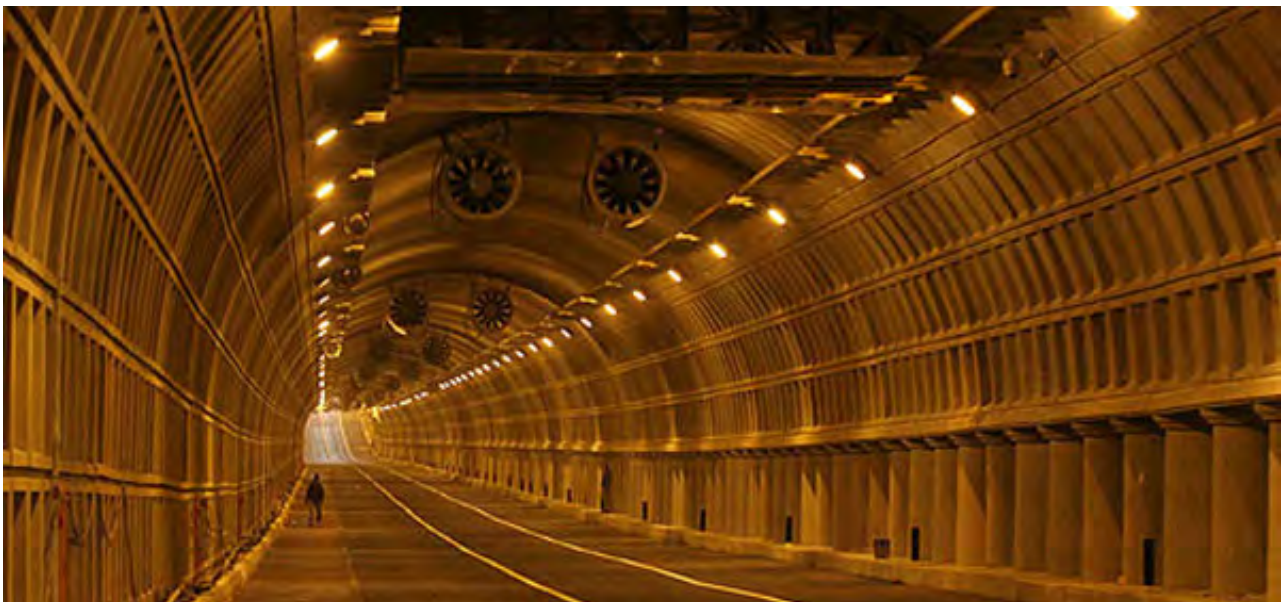
مدیرعامل شرکت قطار شهری مشهد از اتمام کامل حفاری تونل خط دو قطارشهری مشهد تا آذر ۹۴ خبر داد. کیانوش کیامرز اظهار کرد: «خط سه قطارشهری مسیری ۱۴/۵ کیلومتر دارد که تنها ایستگاه میدان شهدا تا میدان سعدی که کمتر از یک کیلومتر را به خود اختصاص می‌دهد، باید حفاری شود». وی تصریح کرد: «به دلیل اینکه نمی‌خواستیم دستگاه TBM از مشهد خارج شود، با هماهنگی‌های صورت گرفته و جلسات مکرر شورای اسلامی شهر و شهردار مشهد، دستور آغاز به فعالیت خط سه قطار شهری از میدان فردوسی را صادر کردند تا آن TBM به میدان فردوسی منتقل و عملیات حفاری آغاز شود». مدیرعامل شرکت قطارشهری مشهد اضافه کرد: «خط دو قطارشهری مشهد، در واقع شمال شهر را به جنوب متصل می‌کند و برای حل مشکلات ترافیکی خیابان‌ها، تمام ایستگاه‌هایی که در معابر مشکلاتی را ایجاد کرده بودند، به نوعی فعال‌تر شده‌اند تا اینکه امروز تعداد زیادی از آنها آسفالت‌ریزی شده و در حال حاضر زیر بار ترافیکی رفته است». کیامرز ادامه داد: «با اتمام حفاری تونل خط دو قطارشهری مشهد، مراحل احداث ایستگاه‌ها آغاز شده، به صورتی که در مرحله ایستگاه‌ها جلوتر از برنامه زمان‌بندی قرار داریم و از پیشرفت فیزیکی خوبی در این حوزه برخورداریم». وی همچنین یادآور شد: «مراحل پایانی احداث ایستگاه‌ها نظیر نماسازی، نصب تجهیزات ایمنی و آتش‌نشانی، صوت، تبلیغات و... بعد از اتمام فعالیت‌های عمرانی صورت خواهد گرفت، تا زمینه بهره‌برداری از ایستگاه‌ها فراهم شود».

خبرگزاری ایسنا
۱۳۹۴/۰۶/۱۹

پیشرفت ۲۵ درصدی ساخت تونل در خط ۶ متروی تهران

مجری پروژه خط ۶ متروی تهران از پیشرفت ۲۵ درصدی ساخت تونل در مسیر احداث خط ۶ مترو خبر داد و گفت: «مشکلات مالی برنامه زمان‌بندی احداث این خط را با مشکل مواجه کرده است». محدث با بیان اینکه مترو تهران یکی از فعال‌ترین متروهای دنیاست، گفت: «خط ۶ به طول ۳۱ کیلومتر جنوب شرق تهران را به شمال غرب تهران متصل می کند». وی با تاکید بر اینکه ۳۱ کیلومتر خط ۶ مترو با ۲۷ ایستگاه مصوب شده است، گفت: «در عین حال به دستور شهردار تهران ۴ کیلومتر دیگر از دولت آباد تا حرم حضرت عبدالعظیم(ع) با ۴ ایستگاه نیز در طرح توسعه مترو پیش بینی شده که در صورت تصویب به اجرا گذاشته خواهد شد». به گفته وی در صورت تصویب طرح توسعه ،خط ۶ مترو به طول ۳۵ کیلومتر و با ۳۱ ایستگاه خدمات‌دهی خواهد کرد. محدث تصریح کرد: «اکنون خط ۶ مترو در بخش تونل سازی ۲۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است». وی با اشاره به اینکه یک دستگاه تی بی ام در حال حفاری در این خط است، گفت: «دستگاه شماره یک از دولت آباد حفاری را آغاز کرده و اکنون با ۶ کیلومتر پیشرفت حفاری در میدان خراســان قرار دارد و قرار اســت تا پارک لاله به حفاری خود ادامه دهد». محدث با اشاره به اینکه در فاز نخست (بخش جنوبی) خط ۶ مترو تاکنون ۴۰ درصد در ساخت تونل و ۴۵ درصد در بخش ایستگاه پیشرفت داشته ایم، گفت: «هنوز در دیگر بخش‌ها به پیشرفت قابل توجهی نرسیده‌ایم». وی با اشاره به اینکه در فاز جنوبی هنوز ریل گذاری صورت نگرفته است، گفت: «پس از خروج تی بی ام مسیر برای ریل‌گذاری آماده است». محدث با تاکید بر اینکه مشکلات مالی مهمترین دغدغه مترو و خط ۶ بوده است، گفت: «این خط با خطوط ۱، ۲، ۳، ۴و ۷ تلاقی داشته و مسافران می‌توانند با بهره مندی از این خط به راحتی به تمام نقاط تهران دسترسی داشته باشند».

خبرگزاری میزان
۱۳۹۴/۰۶/۲۰



عایق‌بندی تونل توحید تا پایان آبان ۹۴ به پایان می‌رسد

عضو کمیسیون عمران شورای شهر تهران از عایق‌بندی ۵۰۰ متر از تونل توحید به روشی جدید خبر داد و گفت: «تمامی سطح این تونل تا پایان آبان ماه ۹۴ عایق‌بندی خواهد شد. اما ممکن است در طول این دو ماه همچنان نشت آب در این تونل وجود داشته باشد». اقبال شاکری اظهار کرد: «معاونت عمرانی شهرداری تهران راساً از زمان بهره‌برداری برای رفع مشکل نشت آب در تونل توحید اقدام و از سال گذشته عایق‌بندی تونل با استفاده از مواد و روشــی جدید را در دســتور کار قرار داده که باید تا دو ماه آینده یعنی تا پایان آبان‌ماه ۹۴ به پایان برسد». به گفته وی در این روش موادی مشابه مواد پلاســتیکی با روشــی خاص و با فشــار درون مصالح تونل تزریق و با وارد شدن به خلل و فرج مصالح، باعث پر و بسته شدن منافذی که نشت آب دارند، می‌شود. این مواد به صورت عایق عمل کرده و کل سطح فوقانی تونل را می‌پوشاند. عضو شورای شهر چهارم اضافه کرد: «تاکنون این مواد به حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر از تونل تزریق شده و در دو پروژه دیگر در کشور نیز مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین این محصول وارداتی است و ۱۰ سال ضمانت عدم نفوذ آب دارد؛ اما ما هم تاکید کرده‌ایم که در هر صورت دقت کافی در استفاده از این ماده وجود داشته باشد».

خبرگزاری دانشگاه آزاد اسلامی (آنا)
۱۳۹۴/۰۶/۲۳

گفتگوی انجمن تونل ایران با جمعی از پیشکسوتان متروی تهران

سیر تحول تکنولوژی در متروی تهران (جلسه دوم)

در ادامه ســـری جلسات انجمن تونل ایران پیرامون "سیر تحول تکنولوژی درمتروی تهران"، با حضور جمعی از دست اندرکاران خطوط مختلف متروی تهران، عصر روز یکشـــنبه ۲۹ شـــهریور ۱۳۹۴ در دفتر انجمن تونل، گفتگوی چالشی و تخصصی صورت گرفت. این گفتگو با محوریت بحث در مورد سیر احداث تونل‌های متروی تهران با استفاده از دستگاه TBM، بررسی توانمندی‌ها و چالش‌های پیش روی مجریان، پیمانکاران و مشاورین در این زمینه و با هدف خروج مباحث از فضای غیرتخصصی و ارائه راه حل کارشناسی در مورد نواقص و مشکلات موجود صورت پذیرفت.

انجمن تونل ایران با هدف استفاده از تجربیات و دانش پیشکسوتان و دستاندرکارانی که در مقاطع مختلف زمانی و مکانی در احداث متروی تهران فعالیت داشتهاند، همچنین بررسی توانمندیها و چالشهای پیش روی مجریان، پیمانکاران و مشاورین و با هدف خروج مباحث از فضای غیرتخصصی و ارائه راه حل کارشناسی در مورد نواقص و مشکلات موجود، سلسله جلساتی را پیرامون «سیر تحول تکنولوژی در متروی تهران» برگزار کرده است.

دومین جلسه از این سلسله جلسات با محوریت بحث در مورد سیر احداث تونلهای متروی تهران با استفاده از دستگاه TBM در تاریخ ۲۹ شهریور ۱۳۹۴ در محل دفتر انجمن تونل ایران و با حضور جمعی از پیشکسوتان متروی تهران برگزار گردید.

در ابتدای جلسه آقای مهندس کریمی، عضو هیات مدیره انجمن تونل ایران، با اشاره به مباحث مطرح شده در جلسات قبلی پیرامون سیرتحول تکنولوژی در متروی تهران، هدف از تشکیل این جلسات را ایجاد فضایی تخصصی برای بحث و تبادل نظر کارشناسان و صاحبنظران در رابطه با موضوعات چالشی روز تونل در کشور و ارائه راه حل کارشناسی درمورد نواقص ومشکلات موجود بیان نمود. مهندس کریمی پیشینه استفاده از TBM جهت حفاری تونلهای مترو را اینگونه بیان نمود: «با توجه به راندمان و کارایی مشاهده شده از TBM در پروژههای غیر مترویی داخلی مانند تونلهای انتقال آب، همچنین بازدیدهای بعمل آمده از پروژههای خارجی، پیشنهاد استفاده از TBM برای حفاری تونلهای مترو در تهران و چند شهر دیگر مطرح شد. لیکن به علت عدم اطمینان کافی از راندمانهای مطرح شده، ورود TBM به این عرصه به سختی و با شک و تردید صورت گرفت. با وجود تمام این مسائل و با وجود گذشت زمان کوتاهی از این موضوع، امروز دانش تونلسازی با TBM در سطح پیمانکاران و مشاورین بومی شده و به سطح قابل قبولی رسیده است؛ در حالیکه در تکنولوژیها و ماشینهای قبلی مانند جامبو دریل، علیرغم پیچیدگی کمتر آنها نسبت به TBM، سرعت پیشرفت در آنها پایینتر از TBM بود، بهگونهایکه پیدا کردن اپراتور جامبو تا چند سال به سختی صورت میگرفت. اما امروز متخصصین و اپراتورهای قسمتهای مختلف TBM با مهارتهای بالا و با سطح دانش خوبی در پروژههای داخلی مشغول بهکار میباشند. در رابطه با تامین قطعات یدکی و مواد و مصالح مصرفی نیز بیش از ۸۰ درصد نیازمندی از منابع داخلی تامین میگردد». مهندس کریمی با تاکید بر اینکه پیمانکاران رسالت خود را در زمینه تسلط بر تکنولوژی حفاری مکانیزه با استفاده از TBMو بی نیاز از کمک خارجیها انجام دادهاند، رسالت و وظیفه کارفرمایان را تطبیق با این تکنولوژی و مدیریت صحیح این موضوع بیان نمود.

در ادامه جلسه مهندس ارومچی، مدیر پروژه بخش جنوبی خط ۶ متروی تهران، با اشاره به تلاشهای شبانهروزی پیمانکاران داخلی در سالهای گذشته تا رسیدن به سطح کنونی از دانش حفاری مکانیزه با TBM گفت: «مبانی حفاری مکانیزه و استفاده از TBM نسبت به روش NATM ایمنتر است. همچنین در برخی مناطق مانند جنوب تهران به دلایل اجرایی و ژئوتکنیکی فقط با استفاده از TBM میتوان تونل حفر نمود و با روش دیگری این امر امکانپذیر نمیباشد. در رابطه با رسالت کارفرمایان، علیرغم وجود بدنه کارشناسی قوی در این مجموعهها و اتفاق نظر فنی و تخصصی بر موضوع مورد بحث، متاسفانه بهدلیل متفاوت بودن مبانی تصمیمگیری در راس، تصمیمات اتخاذ شده در راستای تحقق صحیح این امر نیست». مهندس ارومچی با اشاره به اینکه کار زیرزمینی کامل فقط تونل نیست، گفت: «یکی از دلایلی که داشتن روش، وسیله و امکانات برای حفاری تونل با سرعت بهتر نتوانستهاست به خوبی خودش را نشان بدهد، حفاری ایستگاهها به روش سنتی است و همین امر باعث عدم نمایان شدن مزایای روش حفاری مکانیزه تونل نسبت به روش NATM شده است. بعنوان مثال حفاری قسمت شمالی خط ۳ مترو از سال ۱۳۸۴ آغاز شده و حفاری تونل آن اتمام یافته است. اما بدلیل تاخیر در احداث ایستگاهها، این خط هنوز بطور کامل به بهرهبرداری نرسیده و تعداد محدودی ایستگاه در میانه مسیر مورد بهرهبرداری قرار گرفتهاند. این موضوع در مورد خطوط دیگر مترو که در حال احداث میباشند، مانند خطوط ۶ و ۷ مترو نیز صادق است. متاسفانه برای حفر ایستگاههای مترو صرفاً از یک روش شمع و ریب استفاده میشود که این کار هم توسط کارگران افغانی انجام میشود. از صعوبتهای دیگر این روش به شرایط ژئوتکنیکی خاصی مانند مناطق جنوبی تهران که مقطع حفاری زیر سطح ایستابی و خاک با چسبندگی بسیار پایین و خواص مکانیکی نامناسب میباشد، میتوان اشاره نمود.بنابراین با توجه به لزوم حفر ایستگاههای مترو به روش Trenchless باید علاوه بر تونلسازی مکانیزه، توجه ویژهای نیز به روشهای جایگزین روشهای سنتی احداث ایستگاههای مترو داشته باشیم تا جنبههای منفی روش سنتی حفر ایستگاهها نقاط قوت روش مکانیزه حفر تونل و استفاده از TBM را تحت تاثیر قرار ندهد».

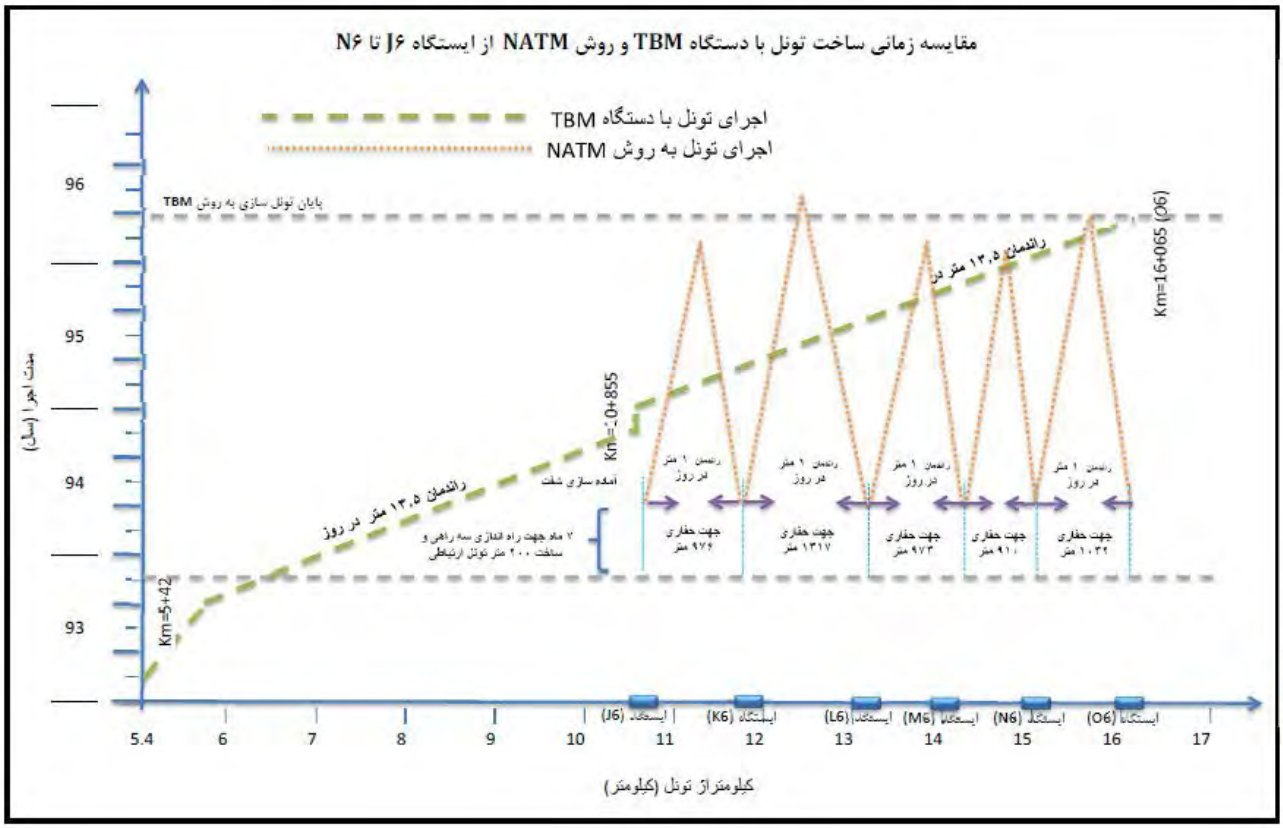
مهندس اورمچی با اشـــاره به اینکه کار زیرزمینـــی کامل فقط تونل نیســـت، گفت: «یکی از دلایلی که داشـــتن روش، وسیله و امکانات برای حفاری تونل با ســـرعت بهتر نتوانسته‌اســـت به خوبی خودش را نشـــان بدهد، حفاری ایســـتگاه‌ها به روش ســـنتی اســـت و همین امر باعث عدم نمایان شدن مزایای روش حفاری مکانیزه تونل نسبت به روش NATM شده است.

مهندس کریمی با تائید سخنان مهندس اورمچی، مشـــکل اصلی را عدم تامین مالی پروژه‌ها از ســـوی کارفرمایان بیـــان نمود و گفت: «کارفرماها باید برنامه زمان‌بندی مدون و دقیقی داشته باشند وایستگاه‌ها می‌بایست قبـــل از حفر تونل، به طور کامل و یا حداقلتا تـــراز تاج تونل حفاری و نگهداری شـــوند تا ضمن فراهم نمودن شـــرایطی برای بررسی وضعیت و اورهـــال TBM، خطوط مترو نیز به موقع به بهره‌برداری برســـند. بعنوان مثال در قطعه شرقی-غربی خط ۷ متروی تهران، شـــش کیلومتر تونل بـــدون حفر حتی یک ایستگاه حفاری شـــد و به‌علت عدم احداث ایســـتگاه‌ها، این خط با وجود تکمیل بخش عمده‌ای از تونل، هنوز به بهره‌برداری نرسیده است».

در ادامه جلســـه دکتر طریـــق ازلی، مدیر پروژه مشاور خط ۷ متروی تهران، انتظارات اصلی کارفرمایان از پیمانکاران و مشاورین را مدیریت هزینه، زمان و ریسک بیان نمود و در این رابطه گفت: «ســـوالی که مطرح می‌شود این اســـت که پیمانکاران و مشاورین تا چه حدی توانسته‌اند به کارفرماها اطمینان دهند که روش مکانیزه هزینه، زمان و ریســـک را گارانتـــی می‌کنـــد. به عنوان مثـــال کنترل نشســـت زمین، تاثیر حفر تونل بر منابع آبی منطقـــه و ایمنـــی کارکنان تونـــل، از جمله مواردی هستند که در بخش ریسک باید برای کارفرما مشخص شوند. همچنین هزینه‌ها و زمان می‌بایست به صورت شفاف‌تر و با اعداد و ارقام دقیق به کارفرمایان ارائه گردند».

مهنـــدس ابراهیمی، مدیر عامل شـــرکت ســـابیر بین‌الملل و مدیر پروژه بخش جنوبی خط ۳ و بخش شمالی خط ۶ متروی تهران نیز افزود: «به دلیل شرایط خاص ژئوتکنیکی و بافت فرسوده شـــهری در مسیر حفر تونل بخش جنوبـــی خط ۳ متروی تهـــران، تنها روش ممکـــن برای حفر ایـــن بخش، روش مکانیزه و استفاده از TBM بود که با موفقیت و با کمترین میزان ریسک صورت پذیرفت».

در ادامه بحث، مهندس اورمچی با نمایش جدول و نمودار، مقایســـه‌ای که برای حفاری تونـــل در مقطعی از خط ۶ متـــروی تهران بین روش‌های تونلسازی با دستگاه TBM و روش NATM صـــورت گرفته بود را نمایش داد. در جدول مزبور، هزینـــه، میزان مواد و



شکل ۱- مقایسه زمانی ساخت تونل با دستگاه TBM و روش NATM از ایستگاه J۶ تا N۶ خط ۶ متروی تهران

جدول ۱- مقایسه روش‌های تونلسازی با دستگاه TBM و روش NATM از ایستگاه J۶ تا O۶ خط ۶ متروی تهران

ردیف	شرح مقایسه	روش TBM	روش NATM
۱	هزینه	۱۶۰ میلیون ریال برای هر متر طول	۲۰۰ میلیون ریال برای هر متر طول
۲	میزان آهن برای یک متر طول (کیلوگرم)	۱.۱۲۰	۳.۰۰۰
۳	میزان سیمان برای یک متر طول (تن)	۴.۵	۷.۲
۴	میزان شن و ماسه برای یک متر طول (متر مکعب)	۱۶	۲۳
۵	راندمان	۱۳.۵ متر در روز	۱ متر در روز
۶	تجهیز کارگاه	تجهیز کارگاه در یک نقطه متمرکز می باشد (دو تجهیز کارگاه)	به تعداد سه راهی های ورودی یک تجهیز کارگاه (۱۲تجهیز کارگاه)
۷	تونل ارتباطی	نیازی به تونل ارتباطی ندارد	برای هر سه راهی نیاز به ۲۰۰ متر تونل ارتباطی می باشد
۸	متراژ تونلسازی	۵۱۴۵ متر (نیازی به احداث تونل ارتباطی ندارد)	۶۵۴۵- (۱۴۰۰+۵۱۴۵) متر
۹	معارض	وجود ندارد	به جهت و جود کار گاه های متعدد امکان وجود معارض
۱۰	آلودگی صدا	وجود ندارد	بدلیل پراکندگی کارگاه ها در سطح شهر، الودگی بسیاری وجود دارد
۱۱	آلودگی هوای داخل تونل (گاز گرفتگی)	به دلیل استفاده از ماشین آلات الکتریکی آلودگی هوای داخل تونل بسیار محدود می باشد	به دلیل عبور و مرور و اجرای حفاری و لاینینگ با ماشین آلات غیر الکتریکی هوای داخل تونل بسیار آلوده می
۱۲	پایداری جداره حفاری قبل از لاینینگ	با وجود **Shield** پایداری تامین می باشد	فقط در زمین های سنگی و سخت پایداری تامین می گردد و در زمین های نرم نیازمند تمهیدات ویژه ای می
۱۳	آبکشی	دستگاه **TBM** برای حفاری زیر تراز آب طراحی گردیده است	در این روش برای آبکشی تمهیدات اضافی می بایست لحاظ گردد و با کاهش راندمان مواجه می گردیدم
۱۴	نصب دستگاه های ابزار دقیق	دستگاه های نشست سنجی مورد نیاز است	علاوه بر دستگاه های نشست سنجی نیاز به دستگاه های همگرایی سنج، تنش سنج و ... نیاز می باشد
۱۵	نشست سطح زمین ناشی از عملیات تونلسازی	با توجه به آمار های بدست آمده نشست سطح زمین در حد قابل قبول و ایمن می باشد	با توجه به پروژه های مشابه نرخ نشست بیشتری نسبت به **TBM** به وجود می اید لذا نیاز به کنترل و نظارت
۱۶	ایمنی	در بالاترین سطح تامین می گردد	به دلیل غیر مکانیزه بودن حفاری، امکان تلفات جانی ناشی از فروریزش وجود دارد
۱۷	اضافه حفاری	بسیار محدود و کنترل شده می باشد	زیاد و غیر قابل کنترل است
۱۸	پرت منابع	در پایین ترین سطح وجود دارد	به دلیل اضافه حفاری و دیگر مسایل اجرایی پرت مصالح، ماشین آلات و نیروی انسانی وجود دارد.
۱۹	تخلیه خاک	با استفاده از تسمه نقاله می باشد و از یک خروجی انجام می گردد.	با استفاده از ماشین آلات راهسازی و از مبادی متعدد صورت میگردد
۲۰	جبهه کاری	آماده به کار است	حتی یک کارگاه استملاک نشود یا به هر معارض برخورد نماید کل خط دچار تاخیر می گردد

مصالح مصرفی، راندمان، تجهیز کارگاه، نیاز و یا عدم نیاز به تونل ارتباطی و مجموع متراژ تونل حفر شده، معارضین، آلودگی صوتی، آلودگی هوای داخل تونل، پایداری جداره حفاری قبل از لاینینگ، آبکشی، ابزار دقیق، میزان نشست، ایمنی، اضافه حفاری، پرت منابع، تخلیه خاک و تعداد جبهه کاری در دو روش NATM و استفاده از TBM بین ایستگاه J۶ تا O۶ مورد مقایسه قرار گرفته است. همچنین در نمودار مذکور، مقایسه زمانی ساخت تونل با دستگاه TBM و روش NATM از ایستگاه J۶ تا N۶ نمایش داده شده است.

مهندس عشقی، مدیر عامل شرکت عمران محیط زیست، از مشاورین خطوط مختلف متروی تهران و شهرستان‌ها، با اشاره به سابقه استفاده از TBM نوع EPB در سال ۱۳۷۲ برای اولین بار در محیط‌های شهری و در تونل خیام گفت: «با توجه به شرایط آب زیرزمینی و عمق تونل خیام، با در نظر گرفتن جمیع شرایط، طراحی این تونل به مناقصه بین‌المللی گذاشته شد و با توجه به وجود مطالعات فاز یک و دو، این پروژه به صورت اصولی انجام شد. ولی متاسفانه در مورد خطوط متروی تهران این مطالعات قبل از انجام مناقصه اجرای خطوط و جامع‌نگری وجود نداشته است».

مهندس ارومچی در رابطه با عوارض ناشی از برخی اقدامات غیرکارشناسی در احداث تونل و ایستگاه‌های مترو گفت: «پایین آوردن سطح آب زیرزمینی به‌طور موقت به شرط برگرداندن آن به سطح قبلی مجاز است. اما در بخش جنوبی تهران، طرحی در دست بررسی و اقدام است که به جای آب‌بند کردن تونل و ایستگاه، در عمق ۴۵ متری زیر زمین توسط مقنی زیر عمق تونل مترو، قناتی حفر شود تا سطح آب زیرزمینی به‌طور دائم پایین انداخته شود. این در حالیست که در مسیر قطعه جنوبی خط ۶ مترو، در برخی مقاطع در بافت فرسوده شهری پس از ۵ متر پایین انداختن آب زیرزمینی، شاهد نشست زمین در محدوده تاثیر این مناطق بودیم و متاسفانه کارفرمایان توجه کافی به برخی بدیهیات اینچنینی ندارند».

مهندس ترابی مهر، مدیر دانش سابق خط ۷ متروی تهران نیز با اشاره به لزوم شناخت بیشتر مردم و مسئولین نسبت به روش حفاری مکانیزه و TBM از طریق رسانه‌ها، در خصوص برخی چالش‌های پیش روی پیمانکاران تونل‌های مترو افزود: «علاوه بر عدم تامین به‌موقع نقدینگی از سوی کارفرما و عدم وجود مطالعات فاز یک در پروژه‌ها، وجود معارضین ناشناخته در مسیر حفر تونل‌ها و عدم شناسایی و ارائه اطلاعات آنها از سوی کارفرما، از جمله معضلات اصلی است که پیمانکاران حفاری مکانیزه با آنها دست به گریبان هستند و موارد متعددی از آنها در طی حفر تونل‌های خطوط مختلف متروی تهران مشکلاتی را برای پیمانکاران بوجود آورده است».

مهندس کریمی در جمع‌بندی مباحث مطرح شده گفت: «مزایای استفاده از روش‌های مکانیزه در مقابل روش سنتی بر کسی پوشیده نیست و بدلیل کمتر بودن تزاحمات شهری این روش، بیشترین منافع حاصل از آن نیز برای مردم است. از سوی دیگر با توجه به تسلط کافی پیمانکاران و مشاورین داخلی نسبت به دانش تونلسازی مکانیزه، کارفرماها نیز می‌بایست نقدینگی مورد نیاز را به موقع تامین کنند و حمایت‌های لازم را از پیمانکاران و مشاورین بعمل آورند و در مجموع خود را با شرایط کار با این سیستم تطبیق دهند. جای تاسف است که در برخی کشورهای اطراف در یک شهر بیش از ۲۰ دستگاه TBM در حال حفر تونل مترو هستند و ما در تهران برای چهار دستگاه TBM کار نداشته باشیم و بخواهیم به روش‌های سنتی روی بیاوریم».

مدلسازی عددی شرایط عبور تونل خط ۷ متروی تهران از زیر کانال رباط کریم با نرم‌افزار FLAC 3D و مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی با نتایج عملیات ابزاربندی و رفتارنگاری

امیر محمد رضی

کارشناس مهندسی کارگاهی و کنترل کیفی در پروژه خط ۷ متروی تهران - موسسه مهندسین مشاور ساحل
amir.razi62@gmail.com

چکیده:

اجرای فضاهای زیرزمینی و همچنین نیاز روز افزون به حفر تونل در محیط‌های شهری در جهت کاهش مشکلات ترافیکی با توجه به افزایش سکونت در این مناطق و لزوم مدیریت ترافیک شهری و همچنین توسعه شبکه‌های تاسیساتی رو به افزایش است. شهر بزرگی مانند تهران نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. در این راه استفاده از روش‌های حفاری ایمن برای جلوگیری از نشست‌های سطحی و همچنین جلوگیری از آسیب به تاسیسات زیر سطحی حائز اهمیت می‌باشد. سرعت بالای حفاری، ایمن بودن و همچنین کاهش هزینه‌ها در تونلسازی مکانیزه استفاده از روش‌هایی مانند EPB و Slurry را جایگزین تونلسازی سنتی در محیط‌های شهری کرده است.

ارزیابی اندرکنش بین فضای زیرزمینی جدید و فضاهای زیرزمینی موجود و ارائه راهکارهای مناسب یکی از مهمترین موضوعات تونل‌سازی در نواحی شهری است که توجه به آن از اهمیت زیادی برخوردار است. زمانی که تونل جدیدی در نزدیکی سازه زیرزمینی موجود حفر می-شود، ممکن است موجب ایجاد نیروهای داخلی مخربی همچون ممان‌های خمشی غیر قابل‌قبول در پوشش آن سازه گردد. در این حالت مطالعه تأثیر تونل‌سازی روی سیستم نگهداری به منظور اطمینان از پایداری سازه موجود امری ضروری به نظر می‌رسد.

در این مقاله به بررسی اندرکنش بین تونل خط ۷ با کانال رباط کریم به کمک نرم افزار FLAC3D پرداخته شده است. در محل عبور تونل خط ۷ از زیر کانال رباط کریم، فاصله تاج تونل خط ۷ از کف کانال رباط کریم ۶ متر بوده است.

در طی عبور تونل خط ۷ از زیر کانال رباط کریم در مقاطعی میزان نشست در سطح زمین و بالای کانال از ۵۰ میلیمتر تجاوز کرد که این مقدار نشست می‌توانست منجر به آسیب سازه ای در پوشش کانال رباط کریم گردد. پس از عبور از مقطع مذکور و طی بازدید صورت گرفته از کانال رباط کریم آسیب سازه‌ای وارد شده به کانال رویت شد. به منظور بررسی بیشتر این موضوع، شرایط عبور تونل خط ۷ از زیر کانال رباط کریم با استفاده از نرم افزار FLAC۳D شبیه سازی شد و نتایج حاصل از نرم افزار با آنچه که در واقعیت اتفاق افتاده مطابقت داده شد که در نهایت مشخص شد که نتایج حاصل از مدلسازی با آنچه که در واقعیت اتفاق افتاده مطابقت داشته است. بدین ترتیب که نشست بیش از ۵۰ میلیمتر در سطح زمین منجر به ایجاد منطقه پلاستیک در محدوده پوشش کانال شده و در نهایت منجر به آسیب سازه ای در کانال گردیده است.

کلمات کلیدی: اندرکنش، تونل‌سازی مکانیزه، EPB-TBM، مدلسازی عددی، نرم‌افزار FLAC3D، تونلهای غیر همسطح.

۱- مقدمه

خط ۷ متروی تهران، از شـــهرک امیرالمؤمنین در شـــرق تهران شروع شـــده و پس از عبور از بزرگراه بســـیج و امتداد یافتـــن در طول بزرگراه شـــهید محلاتی و اتصال به میدان قیام و گسترش آن در امتداد خیابان مولوی و هلال احمر و اتصال به بزرگراه نواب صفوی، مسیر آن در امتداد شـــمالی-جنوبی و در طول بزرگراه نواب تغییر و در نهایت تا میدان کاج ادامه می‌یابد. قطعه شـــرقی- غربی تونل خط ۷ متروی تهران از ایستگاه N7 واقع در تقاطع خیابان قزوین با بزرگراه نواب حفاری و اجرا می‌شود.

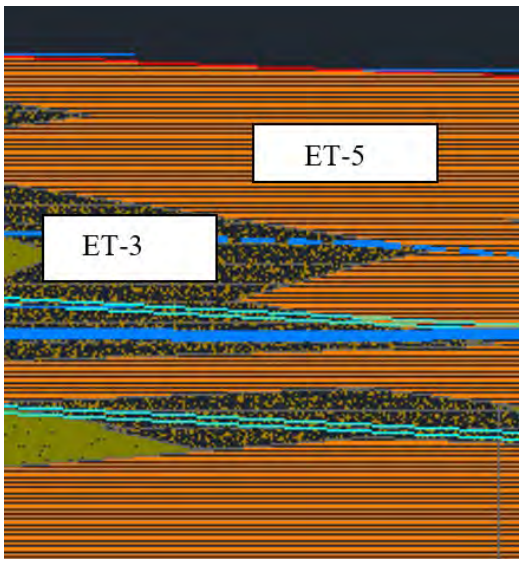
یکی از مســـائل مهم در امر تونلسازی در محیط شهری، بررسی تاثیر عبور تونل از زیر ســـازه‌ها و معارضین مختلف می‌باشد. یکی از معارضین موجود در مســـیر حفر تونل قطعه شرقی-غربی خط ۷ مترو تهران، کانال انتقال آب رباط کریم در محدوده خیابان هلال احمر می‌باشـــد. در شکل ۱ پلان موقعیت کانال رباط کریم و تونل خط ۷ این تقاطع نشـــان داده شده است.

شکل (۱): پلان موقعیت تونل خط ۷ و کانال رباط کریم

۲- شرایط زمین‌شناسی

تقاطع تونل خط ۷ مترو با کانال رباط کریم به طور عمده از دو واحد زمین شناسی ET3 و ET5 عبور می‌کند. ذرات تشکیل دهنده واحد خاکی ET5 عمدتاً از سیلت و رس ماسه‌ای و رس به همراه ماسه تشکیل شده است و ذرات تشکیل دهنده واحد خاکی ET3 نیز از ماسه رسی به همراه گراول و نیز رس و سیلت ماسه‌ای تشکیل شده است[۱]. در شکل ۲ پروفیل زمین‌شناسی محل تقاطع بصورت شماتیک نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌گردد، سطح آب زیرزمینی معادل ۲۰ متر از سطح زمین در نظر گرفته شده است.

هر یک از لایه‌های مذکور دارای خصوصیات ژئوتکنیکی متفاوتی هستند که این خصوصیات بر اساس اطلاعات حاصل از گمانه‌های حفاری شده در نزدیکی محل تقاطع استخراج شده‌اند. برای روشن شدن بیشتر موضوع در جدول ۱ خصوصیات ژئوتکنیکی دو واحد خاکی مذکور ارائه شده است.



شکل (۲): پروفیل زمین‌شناسی محل تقاطع تونل خط ۷ با کانال رباط کریم[۱]

جدول (۱): مشخصات واحدهای خاکی محدوده مورد بررسی[۱]

واحد زمین شناسی مهندسی		ET-3	ET-5
چسبندگی (kg/cm²)	C'	0.30	0.31
	Ccu	0.40	0.43
زاویه اصطکاک (degree)	Φ'	33	28
	Φ cu	23	19
مدول الاستیسته (kg/cm2)		500	350
نسبت پواسون		0.32	0.35
دانسیته خشک (g/cm3)		1.90	1.70

۳- فرضیات مدلسازی

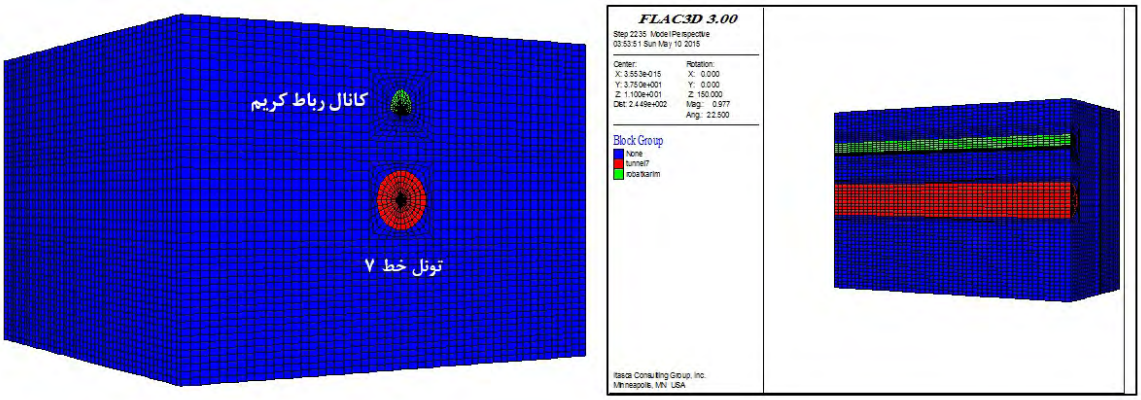
به دلیل اینکه می بایست شرایط حفاری مکانیزه مدلسازی شود و از طرفی بررسی دو سازه (تونل و کانال) مدنظر می‌باشد، نرم افزار مناسب برای این کار نرم افزار FLAC3D می‌باشد. مدلسازی عددی همواره با فرضیات و اصولی همراه می‌باشد که نتایج با توجه به آنها حاصل می‌شود و لذا در این قسمت اصولی که در مدلسازی مورد استفاده قرارگرفته، ارائه می‌شود:

- لایه‌های خاکی به صورت افقی و نامحدود در نظر گرفته شده است.
- مدل رفتاری خاک الاستیک - پلاستیک کامل می‌باشد.
- معیار شکست موهر - کلمب می‌باشد.
- بار سطحی ترافیک به صورت گسترده و یکنواخت می‌باشد [۲].

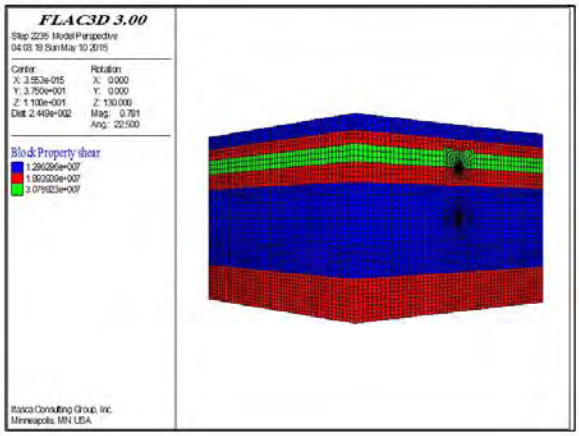
۴- ساخت هندسه مدل

موقعیت قرارگیری کانال انتقال آب رباط کریم به موازات تونل خط ۷ و در فاصله ۶ متری از تاج تونل می‌باشد که در شکل ۳ مدل سه‌بعدی ساخته شده نشان داده شده است.

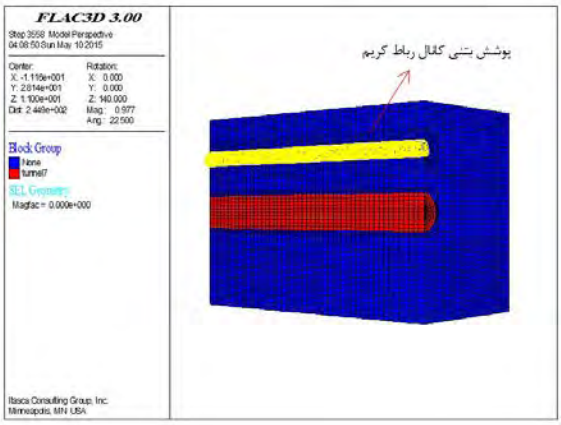
با توجه به مطالبی که در بند قبلی ذکر شد، واحدهای مختلف زمین‌شناسی نیز در مدل مشخص گردیده و خصوصیات آن‌ها نیز به مدل اعمال گردیده است (شکل ۴).



شکل (۳): هندسه مدل و ابعاد و اندازه تونل‌ها نسبت به هم با استفاده از نرم افزار FLAC3D



شکل (۴): واحدهای زمین‌شناسی در محل عبور تونل خط ۷ از زیر کانال رباط کریم



شکل (۵): موقعیت و اعمال پوشش بتنی کانال رباط کریم در مدل

بار ناشـــی از حضور ساختمان‌های مسکونی ۲۰ کیلو نیوتن به ازای هر طبقه در نظر گرفته شده و به مدل اعمال گردید. بدین منظور بار معادل یک ســاختمان ۴ طبقه (به طور متوسط) در نظر گرفته شده و به مدل اعمال شده است[۲].

تنش‌های برجای قائم در مدل بصورت ثقلی و نسبت تنش‌های افقی به قائم برابر با ضریب فشـــار خاک در حال سکون ($k=1-\sin(\varphi)$) در نظر گرفته شده است[۲].

خصوصیات پوشش بتنی اعمال شده به کانال انتقال آب رباط کریم در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲): خواص درنظر گرفته شده برای پوشش کانال انتقال آب ۱۷ شهریور

سیستم تحکیم کانال	ضخامت (cm)	مدول الاستیسیته (Gpa)	نسبت پواسون
رباط کریم	۲۰	۱۵	۰/۱۵

همچنین در شـــکل ۵ موقعیت و پوشش بتنی کانال رباط کریم نشان داده شده است.

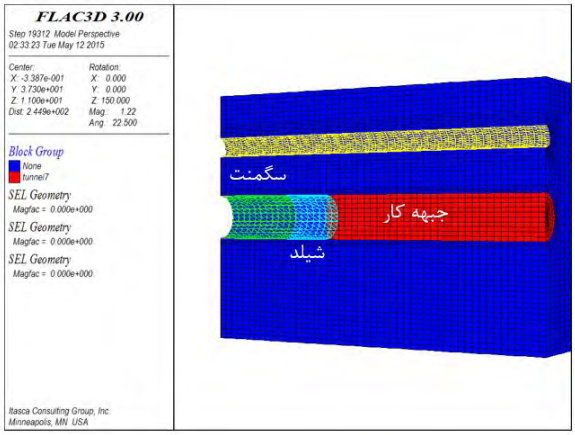
۵- شروع حفاری با TBM

نظر به اینکه در پروژه خط ۷ متروی تهران از سیستم حفاری مکانیزه استفاده می‌شود ، ایجاد شرایط واقعی حفاری برای اخذ اندرکنش زمین در حفاری به صورت مکانیزه می‌بایســت مدلسازی شود. دو عامل مهم در حفـــاری مکانیزه که در پایداری تونـــل نقش موثر دارند، یکی وجود ســـپر استوانه‌ای است که تا زمان نصب پوشش نهایی به عنوان سیستم نگهداری موقت عمل می‌نماید و دیگری اعمال فشـــار از طریق دستگاه به جبهه‌کار اســـت که این مورد با توجه به شـــرایط ژئومکانیکی تعریف می‌شـــود [۳]. از نکات قابل توجه دیگر در اعمال فشـــار دوغاب، جهت کاهش میزان جابجایی‌ها در محدوده ســـگمنت می‌باشد. در این راستا و با توجه به وجود آب زیرزمینی، حفاری توســـط سیستم سپر بسته از نوع EPB مدلسازی شده که به صورت زیر تشریح می‌شود:

پوشش تونل مترو خط ۷ شامل سگمنت‌های به ضخامت ۳۵ سانتیمتر بوده که بصورت یکپارچه، الاســـتیک و با اســـتفاده از المان‌های سازه‌ای پوسته‌ای مدلسازی شده است.

همچنین طول سپر در این پروژه تونل خط ۷ حدود ۱۰/۵متر بوده که مانند رینگ بصورت المان پوسته‌ای مدل شده بدین صورت که برای ایجاد شرایط واقعی سپر خصوصیات هندسی، جنس و مقاومت آن شبیه‌سازی شده است. لازم به توضیح است فشار جبهه‌کار و نیز فشار تزریق دوغاب پشت سگمنت بر اساس مقادیر طراحی به مدل اعمال شده است.

خصوصیات سپر به صورت اســـتوانه‌ای فولادی مدل شده که شکل ۶ مدل سیستم نگهداری سازه شامل پوشش نهایی و سپر را نشان می‌دهد. همچنین خصوصیات مربوط به رینگ نصب شده در تونل و سپر دستگاه EPB در جدول۳ نشان داده شد است.



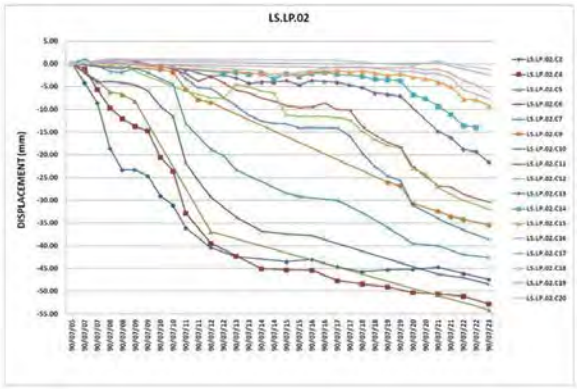
شکل (۶): سیستم نگهداری تونل خط ۷ شامل پوشش نهایی و سپر

جدول (۳): خواص درنظر گرفته شده برای سپر و پوشش تونل خط ۷ [۵]

سیستم تحکیم تونل	ضخامت (cm)	مدول الاستیسیته (GPa)	نسبت پواسون
شیلد دستگاه حفاری	۵	۲۰۰	۰/۲۵
سگمنت نصب شده در تونل	۳۵	۴۰	۰/۲

۶- بررسی نشست رخ داده در ســـطح زمین در اثر عبور تونل خط ۷ متروی تهران از زیر کانال رباط کریم با استفاده از داده های حاصل از عملیات ابزاربندی و رفتارنگاری در آن محدوده

در اثر عبور تونل خط ۷ از زیر سازه کانال رباط کریم و به دلیل وجود فضاهای خالی احتمالی در اطراف ماشـــین (بـــا توجه به افزایش حجم گروت تزریق شـــده در آن محدوده) نشست های ثبت شده در محدوده خیابـــان هلال احمر (به عنوان مثال پین LS.LP.02.C4) به بیش از ۵ سانتیمتر رسید (شکل ۷).



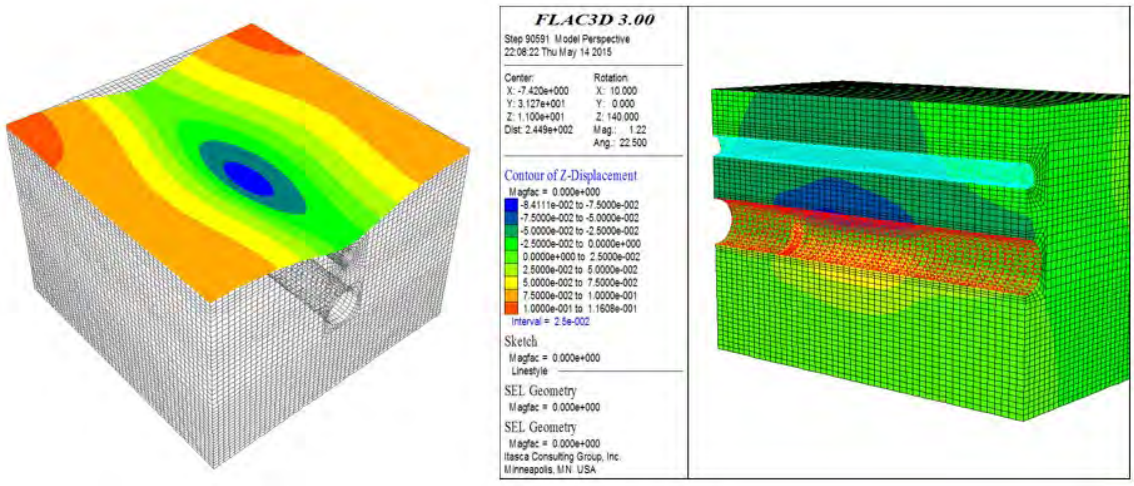
شکل (۷): نشست‌های ثبت شـــده در محدوده خیابان هلال احمر و کانال رباط کریم [۴]

با توجه به این میزان نشســـت غیر مجاز، احتمال آســـیب سازه‌ای به کانال رباط کریم وجود داشـــت از این رو می‌بایســـت سیستم نگهداری کانال بعد از عبور تونل خط ۷ مورد بررسی قرار می‌گرفت با بازدیدی که توسط کارشناسان پروژه از کانال انجام گرفت تخریب و آسیب سازه‌ای و همچنین نشت آب از دیواره کانال مشهود بود. در شکل (۸) تصاویری از آسیب سازه‌ای وارد آمده به سیستم نگهداری کانال رباط کریم نشان داده شده است.

شـــکل (۸): تصاویری از آسیب ســـازه ای به کانال رباط کریم پس از نشست ۵ سانتیمتر روی سطح زمین

۷- مدلسازی عددی به منظور شبیه سازی شرایط حفاری تونل خط ۷ از زیر کانال رباط کریم مقایسه نتایج مدلسازی با شرایط واقعی

در مدل ســـاخته شده و با توجه به قابلیت‌های این نرم افزار بر اساس آنچه که در واقعیت حاصل شـــده نشست ســـطح زمین به ۵ سانتیمتر رســـیده و رفتار سازه کانال در اثر نشســـت مورد بررسی قرار گرفت در شکل (۹) تصاویری از مدل ساخته شده ارائه شده است.

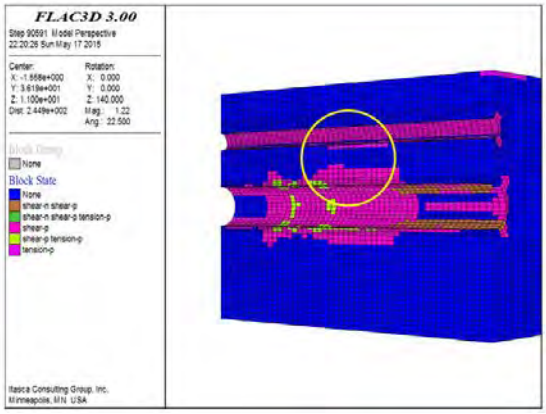


شکل (۹): تصویر مدل ساخته شده نشست ۵ سانتیمتری در سطح زمین و در مرکز مدل

۷-۱- بررسی سازه کانال رباط کریم پس از عبور TBM با استفاده از نتایج مدل

الف) بررسی پایداری و منطقه پلاستیک کانال رباط کریم

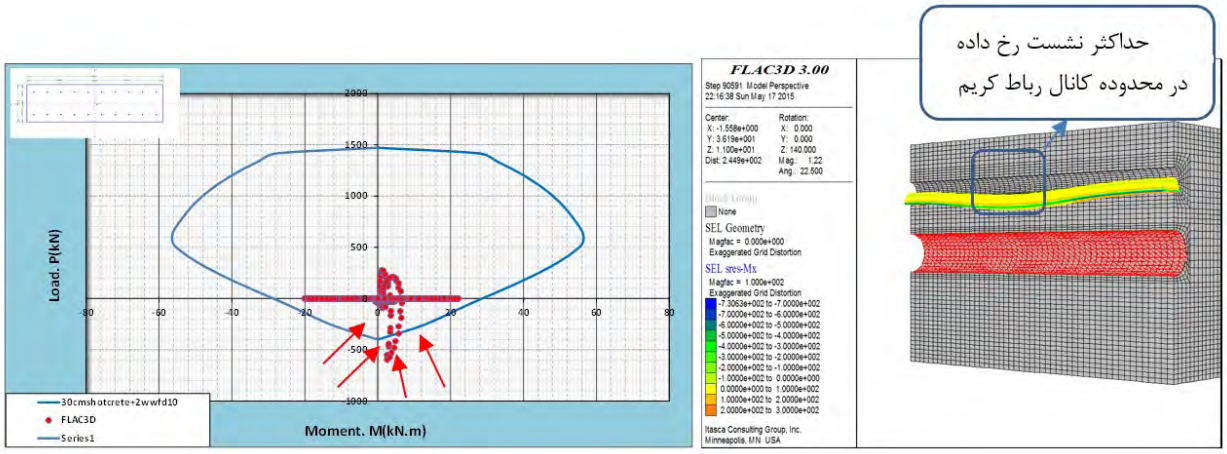
پس از عبور ماشین از زیر کانال رباط کریم و نشست ۵ سانتیمتر بر روی سطح زمین، باندی از زون پلاستیک شامل المان‌هایی از نوع shear-n و shear-past در محدوده کانال به وجود آمده که می تواند منجر به آسیب سازه ای در کانال رباط کریم شود (شکل ۱۰) [۵ و ۶].



شکل (۱۰): زون پلاستیک ایجاد شده در محدوده کانال رباط کریم در مدل

ب) بررسی مقادیر نیروهای داخلی (ممان خمشی و نیروی محوری) القایی در سیستم نگهداری سازه کانال رباط کریم

نیروهای داخلی القایی در سیستم نگهداری سازه کانال رباط کریم با منحنی اندرکنش بتن مقایسه شده است. در شکل ۱۱ نمودار اندرکنش مقطع عرضی لاینینگ کانال رباط کریم نشان داده شده است (با توجه به ضخامت ۲۰ سانتیمتر لاینینگ و آرماتورهای ۱۴@۲۵cm در دو سمت مقطع لاینینگ کانال). همچنین مقادیر ممان خمشی و نیروی محوری ایجاد شده در سازه کانال پس از عبور تونل خط ۷ از محدوده کانال نشان داده شده است. با توجه به نتایج حاصل از مدل سازی می‌توان گفت مقادیر ممان خمشی و نیروی محوری القایی سبب ایجاد آسیب سازه‌ای در لاینینگ کانال خواهد شد و عبور تونل خط ۱۷ از زیر کانال باعث ناپایداری و یا آسیب سازه‌ای در کانال رباط کریم خواهد شد. با توجه شکل ۱۱ تغییرشکل و جابجایی‌های ایجاد شده در کانال رباط کریم در رنج غیر مجاز قرار داشته ودر نتیجه سبب القای تنش در آن خواهد شد، همچنین با توجه به اینکه بعضی از داده‌ها در خارج از نمودار قرار گرفته‌اند، احتمال وقوع ناپایداری در سیستم نگهداری کانال پیش بینی می‌شود [۷]. بر اساس نتایج حال از مدلسازی بیشترین مقدار ممان خمشی و نیروی محوری القاء شده در سیستم نگهداری کانال رباط کریم در محدوده‌ای بوده که بیشترین میزان جابجایی در آن نقطه رخ داده است.



شکل (۱۱): منحنی اندرکنش سیستم نگهداری سازه کانال رباط کریم

۸- نتیجه گیری

- با توجه به نتایج حاصل از مدلسازی نشست بیش از ۵ سانتیمتر در سطح زمین بر اثر عبور TBM خط ۷ مترو از زیر کانال و وجود حفرات احتمالی در مسیر ماشین با توجه مشاهدات موارد مشابه در پروژه، منجر به تشکیل منطقه پلاستیک در محدوده کانال رباط کریم شده است.

- با توجه به زوج ممان - نیروهای به دست آمده از مدلسازی عددی در محل عبور تونل خط ۷ مترو از زیر کانال رباط کریم مشاهده می‌گردد حفاری در صورت عدم رعایت فشار تزریق و فشار سینه‌کار بر اساس مقادیر طراحی باعث القای نیروهای فشاری و کششی مخرب در سازه کانال شده است.

۹- پیشنهادات

- لازم است به منظور پایش دقیق تر وضعیت تغییرشکلها در محدوده کانال، نقاط نقشه‌برداری در مقاطع مختلف کانال تعبیه شود.

- به منظور عبور ایمن از زیر کانال و معارضین زیر سطحی، لازم است با کنترل فشار سینه کار و پارامترهای اجرایی (از قبیل فشار سینه‌کار و حجم و فشار گروت) شرایطی فراهم شود تا مقادیر نشست از محدوده مجاز تجاوز ننماید.

۱۰- مراجع:

[۱] گزارش مطالعات زمین‌شناسي مهندسي مسیر تونل خط ۷ متروی تهران، تهیه شده توسط مهندسین مشاور ساحل

[۲] گزارش تعیین فشار سینه کار تونل خط ۷ متروی تهران، تهیه شده توسط مهندسین مشاور ساحل

[3]. Itasca Consulting Group, Inc., Flac3D ver. 2.1 User's Guide, 2002 (www.itascacg.com).

[۴] گزارشات روزانه ابزاربندی و رفتار نگاری مسیر تونل خط ۷ متروی تهران، شرکت فالورد

[5]. Kirsch, A., 2010, "Experimental and numerical investigation of the stability of shallow tunnels in sand". Acta Geotechnical. Vol. 5, pp. 43-62.

[6]. O.Y. Ezzeldine, A.A. Darrag, "Instrumentation at the CWO Crossing – El Azhar Road Tunnels and its use in the Design of Future Projects", Utilitization of underground space in urban areas International Symposium, Egept, 2006.

[7]. SELI Co., 2008, "Tehran metro line 7 north-south section".

مقایسه استفاده از سیستم تخلیه پیوسته (نوار نقاله) با سیستم تخلیه مصالح ریلی در حفاری مکانیزه با دستگاه TBM در تونل بلند زاگرس

عماد معینی[1]، مسعود خطابی[2]، غلامرضا شمسی[3]

۱ کارشناس خدمات مهندسی و کنترل کیفی پروژه تونل بلند زاگرس، موسسه مهندسین مشاور ساحل

emad3d@gmail.com

۲ مدیرمهندسی پروژه تونل بلند زاگرس، موسسه مهندسین مشاور ساحل

۳ مدیر گروه بخش زیرزمینی موسسه مهندسین مشاور ساحل

چکیده:

تونل بلند زاگرس بخشی از طرح انتقال آب به دشت‌های گرمسیری غرب کشور است که آب منحرف شده از رودخانه سیروان را به پایین دست منتقل کرده و هدف از احداث این تونل کنترل و تنظیم آبهای سطحی منطقه وسیعی از غرب کشور و انتقال آن به دشت‌های زراعی منطقه می‌باشد. قطعه اول این تونل با طولی حدود ۱۴ کیلومتر تحت عنوان قطعه یک-الف اجرا شده است. مقطع تونل، دایره‌ای و با قطر تمام شده ۴/۵ متر و شیب ۰/۰۰۱ جهت انتقال آب به صورت ثقلی طراحی شده است. اجرای تونل (حفاری و سگمنت‌گذاری) به صورت مکانیزه و با استفاده از دستگاه D.S.TBM مدل S357 انجام گرفته است.

در این پروژه برای تخلیه مصالح حفاری شده توسط دستگاه، در ابتدا از سیستم تخلیه ریلی تک خطه استفاده گردید و سپس با فاصله گرفتن جبهه‌کار از دهانه تونل (متراژ ۲۹۳۶) با بررسی شرایط زمین‌شناسی و عدم وقوع پدیده مچاله‌شوندگی، دستگاه TBM جهت نصب و مونتاژ نوار نقاله داخل تونل (به عنوان سیستم حمل و نقل پیوسته تخلیه مصالح)، متوقف گردید و بعد از نصب تجهیزات، ادامه حفاری با سیستم نوار نقاله ادامه یافت. استفاده از سیستم نوار به معنای حذف سیستم ریلی نبوده و بایستی خدمات پشتیبانی به دستگاه شامل تامین سگمنت‌ها، سیمان، پی‌گراول و غیره را انجام دهد. در این تحقیق سیستم نوار نقاله سراسری تونل و سیستم ریلی در تخلیه مصالح حفاری شده توسط TBM مورد بررسی قرار گرفته و نیز دو ماه حفاری با این سیستم‌ها (که در این دو ماه شرایط زمین‌شناسی و خصوصیات ژئوتکنیکی منطقه تقریباً مشابه بود)، مقایسه گردیده است. با تغییر سیستم حمل مصالح از ریلی به نوار نقاله در پروژه تونل بلند زاگرس میزان ضریب بهره‌وری، متوسط حفاری روزانه و ماهانه، نرخ نفوذ افزایش و نیز مقدار زمان هر کورس حفاری، مدت زمان عبور از مشکلات ناشناخته زمین کاهش یافته و درنتیجه باعث اتمام پروژه در زمان بسیار کمتری گردیده است. در این پروژه بعد از نصب نوار ضریب بهره‌وری حفاری افزایش چشمگیری یافته (از مقدار ۱۵/۷ به حدود ۳۱/۲ درصد) و حفاری در زمین‌های مشکل‌دار با سرعت و با کمترین وقفه صورت گرفته است. در مجموع استفاده از سیستم تخلیه پیوسته مصالح (نوار نقاله) نیاز به هزینه اولیه بالایی دارد و مدت زمان نصب تجهیزات و مونتاژ نوار نیز کمی زیاد است و زمان زیادی صرف آپارات نوار (بعد از خالی شدن مخزن نوار) در طول حفاری می‌شود؛ ولی درمجموع، میانگین متراژ روزانه و ماهیانه حفاری بسیار بالاتر از سیستم تخلیه با استفاده از لوکوموتیو و واگن‌ها بوده و درنتیجه در تونل‌های بلند برای اتمام سریع‌تر حفاری استفاده از سیستم نوارنقاله مطلوب‌تر می‌باشد و نیز سرعت بالای حفاری و هزینه پایین‌تر تعمیر و نگهداری، جوابگوی هزینه سرمایه‌گذاری بالای آن بوده و همچنین زمان اتمام پروژه بسیار کاهش یافته که هم به سود پیمانکار و هم کارفرما می‌باشد.

کلمات کلیدی: تونل بلند زاگرس ، سیستم تخلیه پیوسته مصالح با نوار، سیستم تخلیه ریلی، دستگاه TBM.

۱- مقدمه

تونل بلند زاگرس بخشی از طرح انتقال آب به دشت‌های گرمسیری غرب کشور است که آب منحرف شده از رودخانه سیروان را به پایین‌دست منتقل می‌کند. طول قطعه یک-الف این تونل حدود ۱۴ کیلومتر بوده و مقطع آن به صورت دایره‌ای و با قطر حفاری ۵/۲۷۵ متر و شیب ۰/۰۰۱۰۸۳ جهت انتقال آب به صورت ثقلی طراحی شده است. هر کورس حفاری ۱/۵ متر بوده و به این ترتیب حجم مصالح حاصل از حفاری یک رینگ معادل ۳۲/۷۸ متر مکعب است و با توجه به وزن مخصوص ۲/۶ تن بر مترمکعب مصالح برجا، وزن این مقدار مواد حدود ۸۵/۲۳ تن خواهد بود.

در این پروژه از دستگاه TBM برای حفاری تونل استفاده گردیده است. این دستگاه به کمک نیروی پیشران به همراه چرخش کله حفار و تماس دیسک‌های برنده به سطح سنگ باعث خردشدن سنگ‌ها و حفاری تونل می‌شود. همزمان با عملیات حفاری، مصالح خردشده از طریق تسمه نقاله به قسمت پشت دستگاه (Back up) انتقال یافته و به دو طریق مصالح از تونل می‌توانند خارج شوند: ۱- مصالح از طریق نوار نقاله در قسمت عقب دستگاه به داخل واگن‌ها ریخته شده و به بیرون تونل انتقال یابد. ۲- مصالح از طریق نوار ۱ به کمک فیدر بر روی نوار نقاله سراسری ریخته شده و به کمک این نوار سراسری به بیرون تونل و محوطه پرتال انتقال یابد.

در طراحی سیستم ترابری تونل‌های مکانیزه همواره حداکثر نرخ پیشروی مد نظر قرار می‌گیرد. البته باید توجه داشت که نوع و سیستم نصب سگمنت در تعیین سرعت حفاری و پیشروی تونل تأثیر به‌سزایی دارد، به طوری که در کاربرد ماشین‌های حفاری Double Shield امکان همزمانی حفاری و سگمنت‌گذاری وجود داشته و سیستم ترابری باید با این مد حفاری سازگاری پیدا کند.

۲- سیستم‌های ترابری استفاده شده در پروژه

برای ترابری تونل بلند زاگرس از دو سیستم پیوسته ـ منقطع و یا منقطع استفاده شده است. سیستم‌های ترابری پیوسته نظیر نوارنقاله، مواد حاصل از حفاری را بطور مستمر و بی‌وقفه جابجا می‌کنند، لیکن در ترابری منقطع مانند ترابری ریلی، باربری به صورت متناوب صورت می‌گیرد. مزیت ترابری پیوسته در نیاز آن به فضای کم و توان باربری بالا است و عیب آن، عدم توانایی در انتقال خدمات پشتیبانی مانند قطعات بتنی پوشش تونل و غیره است. استفاده از این سیستم باعث حذف سیستم ریلی نشده، ولی موجب سبک‌تر شدن سیستم ترابری ریلی خواهد شد. مزیت ترابری منقطع این است که هرجا و هر زمان که لازم است، باربری صورت می‌گیرد و از آن برای حمل خاک، سگمنت، تجهیزات، وسایل و مصالح مورد نیاز استفاده می‌گردد. در مقابل عیب این سیستم در نیاز به فضای بیشتر برای ترابری می‌باشد. با توجه به قطر تمام شده و مفید تونل و نیز قطر داکت طراحی شده برای تهویه بهینه تونل (قطر ۱/۶۰ متر)، سیستم‌های قابل کاربرد در این پروژه سیستم ریلی تک‌خطی و یا سیستم ترکیبی نوارنقاله و ریلی می‌باشد که در ادامه امکان به‌کارگیری هر یک از این سیستم‌های ترابری، مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۱- سیستم ترابری ریلی

در این روش، مجموعه‌ای از ترن‌ها مصالح حفاری شده را تخلیه و سیمان، پی‌گراول، سگمنت و کابل‌ها و لوله‌ها را جهت ادامه عملیات حفاری به داخل تونل حمل می‌کنند. در صورت استفاده از این نوع سیستم برای پروژه، امکان باربری مواد حفاری شده، انتقال قطعات پوشش نگهداری و سایر تجهیزات مورد نیاز، به همراه جابجایی افراد، به آسانی و به‌وسیله سیستم واحدی در هر دو جهت فراهم می‌گردد. از سیستم ترابری ریلی در بازه وسیعی از اندازه قطر تونل‌ها می‌توان استفاده کرد. در پروژه تونل بلند زاگرس تا متراژ ۲۹۳۶ از سیستم ریلی تک‌خطه جهت انتقال مصالح حاصل از حفاری استفاده گردیده است(شکل ۱).

شکل (۱): سیستم ترابری ریلی استفاده شده در پروژه تونل بلند زاگرس

۲-۲- ملزومات سیستم ترابری ریلی

تجهیزات مورد نیاز در Back-Up: منظور تجهیزاتی است که به واسطه استفاده از سیستم ترابری ریلی به Back-Up دستگاه تحمیل می‌شود. زمانی‌که از این سیستم استفاده می‌شود، جانمایی Car Mover در Back-Up جهت انجام عملیات بارگیری واگن‌ها در زمان کوتاه-تر ضروری است. این قسمت شامل اتاق هدایت که اپراتور داخل آن می‌نشیند و سیستم هیدرولیک برای جابجا کردن واگن‌های لوکوموتیو می‌باشد. هنگامی‌که مصالح حفاری از طریق نوار نقاله به داخل واگن‌های لوکوموتیو می‌ریزند، لازم است که اولاً هر واگن در حین ریزش مصالح به آرامی حرکت کند تا واگن به طور یکنواخت پر شده و از حداکثر ظرفیت واگن استفاده شود؛ ثانیا بعد از پر شدن هر واگن، واگن خالی بعدی جایگزین آن شود. انجام این جابجایی‌ها به عهده Car Mover است.

ترن و متعلقات آن: لوکوموتیو، واگن‌های حمل خاک، سگمنت، مواد و مصالح، تجهیزات و پرسنل اجزای اصلی سیستم ترابری ریلی می‌باشند. قدرت لوکوموتیو با توجه به وزن واگن‌های پر و خالی، شیب تونل و مشخصات ریل محاسبه می‌شود. هر قطار نیازهای دو سیکل پیشروی یعنی ۳ متر را برآورده می‌سازد.

ترابری خارج تونل: مواد حاصل از حفاری تونل توسط سیستم ترابری به خارج تونل (داخل محوطه کارگاه) منتقل شده و در دپوی موقت تخلیه می‌شود. با توجه به اینکه ورودی تونل به صورت ترانشه می‌باشد، در صورت استفاده از سیستم ترابری ریلی، قطار واگن‌ها را به محل تخلیه برده و در آنجا توسط سیستم‌های مختلف مانند واگن برگردان و یا سیستم تخلیه از بغل واگن‌ها توسط شاسی‌های نصب شده در آن محل، تخلیه مصالح صورت می‌گیرد. لذا در صورت استفاده از سیستم ترابری ریلی، به‌کارگیری یکی از این روش‌ها و در نظر گرفتن فضای لازم جهت مستقر کردن تجهیزات آن الزامی خواهد بود. زمانی که واگن‌ها در ترانشه تخلیه می‌شوند، مصالح حفاری به طور کامل از واگن‌ها خارج نشده و مقداری از مصالح به واگن می‌چسبد. بنابراین لازم است تا تجهیزاتی جهت شستشوی واگن‌ها در بیرون تونل درنظر گرفته شود.

تمهیدات لازم در مسیر تونل: در صورت استفاده از سیستم ترابری ریلی، باید از لوکوموتیو با توان موتور بالاتری جهت کشیدن واگن‌های پر از مصالح استفاده کرد و لذا آلودگی هوای داخل تونل بالاتر رفته و درنتیجه نیاز به تهویه افزایش خواهد یافت.

در تونل‌های عریض که امکان ایجاد دو خط ریل در کنار هم وجود دارد، حمل مصالح به راحتی انجام می‌گیرد. ولی در تونل‌هایی با قطر کم، ناگزیر به ایجاد یک خط تک مسیره خواهیم بود. در این حالت لازم است تا سوئیچ‌هایی در مسیر نصب گردد. برای حل مشکل کمبود عرض در کف می‌بایست سوئیچ‌ها بر روی سازه فلزی مرتفع نصب شوند تا امکان عبور دو قطار از کنار هم در یک زمان حاصل گردد. در ابتدا و انتهای هر سوئیچ رمپ‌هایی با شیب کم نصب می‌گردند تا لوکوموتیو و واگن‌ها به آرامی به این ارتفاع برسند. شکل۲ نمایی از یک کالیفرنیا سوئیچ نصب شده در تونل را نشان می‌دهد. در صورت استفاده از سیستم ترابری ریلی، برای ادامه حفاری می‌بایست هر چه سریعتر واگن‌های خالی به زیر فیدر در پشت دستگاه برای بارگیری قرار گیرند که درنتیجه با فاصله گرفتن از دهانه تونل نیاز به کالیفرنیا سوئیچ‌های بیشتری خواهد بود.

شکل (۲): کالیفرنیا سوئیچ نصب شده در پروژه تونل بلند زاگرس

۲-۲- سیستم ترابری ترکیبی نوار نقاله-ریلی

استفاده از سیستم ترابری پیوسته نظیر نوارنقاله به سبب برخورداری از مزایایی نظیر قابلیت دسترسی به فضای آزاد بیشتر، کاهش هزینه پرسنلی، افزایش ایمنی، افزایش میزان حفاری روزانه و غیره همواره مورد توجه بوده است. در این روش، سیستم ترابری می‌بایست تلفیقی از دو روش پیوسته (جهت حمل مصالح حفاری) و منقطع(جهت انتقال تجهیزات و سگمنت به تونل) باشد. شکل۳ استفاده از روش باربری پیوسته مصالح حفاری‌شده (سیستم نوار نقاله) در تونل تا محل تخلیه موقت را نشان می‌دهد.

۲-۲-۱- ملزومات سیستم ترابری نوار نقاله-ریلی

در صورت انتخاب سیستم نوار نقاله برای حمل مصالح حفاری شده، موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

تجهیزات مورد نیاز در Back-Up: زمانی که از نوار نقاله استفاده می‌شود، لزوم استفاده از Car Mover حذف و به‌جای آن باید بخشی جهت گسترش طول نوار و نصب شاسی‌های نوار در سقف در نظر گرفته شود. همچنین استفاده از مخزن نوار می‌تواند بدون نیاز به توقف دستگاه حفاری حداکثر افزایش طولی معادل ۲۲۰ متر (با توجه به فضای موجود در دهانه تونل) را تأمین نماید. این سیستم علاوه بر ذخیره نوار، قابلیت تأمین کشش مناسب نوار را در هر زمان دارا است.

شکل (۳): استفاده از روش تخلیه پیوسته مصالح حفاری شده (نوار نقاله) در پروژه تونل زاگرس

افزایش طول نوار در هنگام توقف ماشین حفاری و در سرویس‌های برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود و نوار اضافی جهت گسترش در مرحله بعد در مخزن نوار ذخیره می‌گردد و بدین ترتیب با افزایش پیشروی، طول نوار نیز گسترش می‌یابد. قرار دادن مخزن نوار قائم در سطح، هزینه‌های عملیاتی پروژه و فضای لازم جهت نصب را کاهش می‌دهد. شکل۴ مخزن افقی نوار نصب شده در پروژه تونل زاگرس را نشان می‌دهد. ترن و متعلقات آن: لوکوموتیو، واگن حمل سگمنت، مواد و مصالح، تجهیزات و پرسنل اجزای اصلی سیستم ترابری ریلی در سیستم پیوسته ـ منقطع می‌باشند که در این سیستم، از آنها تنها برای حمل و تامین تجهیزات و پرسنل استفاده می‌گردد درنتیجه به لوکوموتیو با قدرت کمتری نیاز می‌باشد. هر قطار نیازهای دو سیکل پیشروی را برآورده می‌سازد.

شکل (۴): مخزن نوار نصب شده در پروژه تونل زاگرس

ترن و متعلقات آن: لوکوموتیو، واگن حمل سگمنت، مواد و مصالح، تجهیزات و پرسنل اجزای اصلی سیستم ترابری ریلی در سیستم پیوسته ـ منقطع می‌باشند که در این سیستم، از آنها تنها برای حمل و تامین تجهیزات و پرسنل استفاده می‌گردد درنتیجه به لوکوموتیو با قدرت کمتری نیاز می‌باشد. هر قطار نیازهای دو سیکل پیشروی را برآورده می‌سازد.

ترابری خارج تونل: در پروژه زاگرس، در خارج از تونل ادامه نوار تونل گسترش یافته و مصالح به دپوی موقت در ترانشه منتقل می‌شود و در ادامه مصالح از دپوی موقتی که در ترانشه قرار دارد، توسط لودر و کامیون به دپوی اصلی انتقال داده می‌شوند (شکل۵).

شکل (۵): ترابری نوار نقاله در بیرون تونل در پروژه زاگرس

تمهیدات لازم در مسیر تونل: تقویت کننده‌های میانی (بوستر نوار) که در محل‌های خاص در سیستم نوار نقاله نصب می‌شوند، قابلیت سیستم را در حداقل نگه داشتن کشش نوار بالا می‌برد. یکی از روش‌های کاهش کشش در نوار و تقلیل قدرت موتور، استفاده از تقویت کننده میانی است. چنین سیستمی بدون نیاز به تغییر و یا تعویض نیروی محرکه، سازه و یا نوار نقاله، امکان انعطاف پذیری در افزایش ظرفیت باربری یا توسعه طول باربری برای یک نوار نقاله معین را فراهم می‌کند. شکل۶ تقویت‌کننده میانی نوارنقاله در این پروژه را نشان می‌دهد.

شکل (۶): نمونه‌ای از تقویت‌کننده (بوستر) میانی نوار در پروژه تونل بلند زاگرس

۳- لزوم استفاده از سیستم ترکیبی نوار نقاله-ریلی در پروژه تونل بلند زاگرس

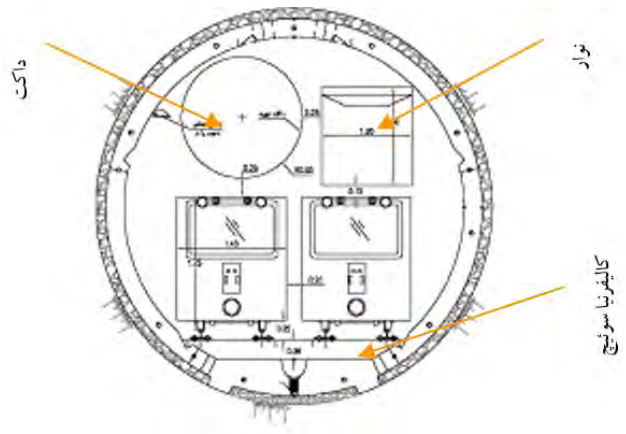
با بررسی‌های صورت گرفته و با توجه به طول حدود ۱۴ کیلومتری تونل و مقطع تمام شده تونل، استفاده از سیستم نوار نقاله در این پروژه انتخاب بهتری نسبت به سیستم ریلی می‌باشد. لزوم استفاده از سیستم ترکیبی نوار نقاله-ریلی در زیر ارائه شده است:

• نوع دستگاه حفاری، DSTBM می‌باشد. ماشین‌های حفاری نوع Double Shield این قابلیت را دارند که حفاری و سگمنت‌گذاری را به‌طور همزمان انجام دهند. با توجه به شناور بودن زمان تعمیر و نگهداری دستگاه در طول زمان حفاری، بدین ترتیب امکان حفاری ۲۴ ساعته به صورت پیوسته وجود دارد. لذا زمانی که از نوار نقاله استفاده می‌شود، امکان حفاری پیوسته وجود داشته و دستگاه می‌تواند به‌طور پیوسته در مدت ۸ ساعت (زمان هر شیفت) حفاری را انجام دهد. در واقع در صورت استفاده از نوار نقاله می‌توان از بیشترین کارایی دستگاه استفاده کرد. اگر از سیستم ریلی برای حمل مصالح حفاری شده استفاده شود، هنگامی که واگن‌های خاک پر می‌شوند، زمانی لازم است تا توسط لوکوموتیو به کالیفرنیا سوئیچ در مسیر تونل منتقل شده و واگن‌های خالی جدید جایگزین آنها شوند. این جابجایی باعث عدم امکان استفاده از حداکثر ظرفیت دستگاه جهت حفاری می‌شود. بنابراین میزان پیشروی روزانه در استفاده از هر یک از دو سیستم با یکدیگر متفاوت خواهد بود.

• در صورت استفاده از سیستم نوار نقاله-ریلی توان محاسبه شده برای لوکوموتیو بسیار کمتر از سیستم ریلی خواهد شد که خود باعث کاهش آلودگی تونل و همچنین افزایش ایمنی و سرعت در سیستم ترابری خواهد شد. در صورت استفاده از نوار نقاله، نیاز به استفاده از لوکوموتیو با توان بالا نیست و سیستم ریلی مورد استفاده بسیار سبک‌تر خواهد شد.

در پروژه تونل زاگرس، به علت طولانی شدن مسافت دهانه تونل تا سینه‌کار حفاری و درنتیجه صرف زمان زیاد تعویض قطار که باعث تاخیرات بسیار در حفاری شده بود، نصب نوار نقاله به عنوان سیستم حمل و نقل پیوسته مصالح، مطرح گردید که به همین علت می‌بایست دستگاه به مدت حدوداً یک ماه متوقف شده و شروع به نصب و مونتاژ نوار می‌شد. لازم بذکر است که در این مقطع، زمین می‌بایست فاقد هرگونه خاصیت مچاله‌شوندگی باشد تا درمدت خواب دستگاه، جمع‌شدگی بوجود نیامده و دستگاه در دل زمین گیر نیافتد. در شکل۷ جانمایی نصب نوار نقاله در تونل نشان داده شده است.

در این سیستم، زمانی کالیفرنیا سوئیچ به مسیر اضافه می‌شود که تاخیرات بوجود آمده در اثر تعویض قطار و یا زمان رساندن سگمنت به دستگاه افزایش یافته و باعث توقف طولانی دستگاه شود. در این صورت حفاری پیوسته دستگاه TBM با مشکل مواجه شده و اصطلاحاً باعث خواب دستگاه می‌گردد.



شکل (۷): جانمایی نصب نوار نقاله در تونل در محل نصب کالیفرنیا سوئیچ

۴- تفاوت سیستم تخلیه مصالح ریلی با سیستم تخلیه پیوسته (نوار نقاله)

در روش تخلیه مصالح ریلی زمان زیادی صرف تعویض قطار می‌شود که با فاصله گرفتن سینه‌کار از دهانه تونل نیاز به نصب سوئیچ‌هایی در مسیر تونل را اجتناب ناپذیر می‌کند. همچنین تاخیرات زیادی در اثر از خط خارج شدن واگن‌ها و نیز تخلیه مصالح در پرتال بوجود می‌آید. در این سیستم، بعد از پرشدن واگن‌ها زمان زیادی تا رسیدن قطار به سوئیچ و ورود قطار بعدی به زیر فیدر صرف خواهد شد که در این مدت حفاری به طور کامل متوقف خواهد بود. همچنین با توجه به توان بالا برای کشیدن مصالح سنگین حفاری شده با لوکوموتیو، آلودگی هوای به وجود آمده بسیار بالا بوده و نیاز به تهویه قویتری دارد.

در روش تخلیه پیوسته مصالح با نوار نقاله، زمان زیادی صرف شارژ مخزن نوار و آپارات آن می‌شود که با توجه به اینکه ۴۵۰ متر نوار در داخل آن جای می‌گیرد، درنتیجه هر ۲۲۵ متر حفاری نیاز به شارژ مخزن و آپارات نوار می‌باشد که زمانی در حدود ۲۴ ساعت، لازم دارد و با مدیریت صحیح می‌توان در این زمان تجهیزات ضروری نظیرآب، هوا و برق را نیز نصب نمود. همچنین در این سیستم زمانی در حدود ۵ تا ۶ روز صرف نصب بوستر میانی می‌شود که این کار با توجه به گشتاور مجاز به وجود آمده در نوار الزامی می‌گردد.

همچنین در این سیستم زمانی صرف رفع مشکلات مربوط به نوار مانند رول‌گیری آن، نصب شاسی و مشکلات الکتریکی نوار می‌شود.

در مجموع سرعت و میزان پیشروی با نوار بسیار بیشتر از سیستم ریلی بوده و داخل تونل نیز با روش تخلیه مصالح با نوار تمیزتر مانده و با توجه به دو تکه بودن واگن حمل مصالح حفاری شده، نیاز به لجن‌برداری را کاهش می‌دهد. همچنین با استفاده از نوار، عبور از زون‌های ریزشی و آبدار بسیار سریعتر خواهد بود.

۵- مقایسه روش‌های ترابری تونلی

هر یک از روش‌های ترابری تونلی مزایا و معایب خاصی دارند که مهمترین آنها در جدول ۱ ذکر گردیده است. با توجه به استفاده از هر دو روش ترابری ریلی و نوار نقاله در تونل بلند زاگرس، مشاهده گردید که مزایای استفاده از روش نوار نقاله بسیار بیشتر از سیستم ترابری ریلی بوده که باعث کاهش توقفات حفاری و همچنین عبور سریع‌تر از مخاطرات پیش‌بینی نشده گردیده که در مجموع سرعت بالای حفاری و هزینه پایین‌تر تعمیر و نگهداری، جوابگوی هزینه سرمایه‌گذاری بالای آن بوده و همچنین زمان اتمام پروژه بسیار کاهش یافته که هم به سود پیمانکار، هم کارفرما می‌باشد. خاطر نشان می‌گردد که استفاده از نوار نقاله به علت هزینه سرمایه‌ای بالای آن جهت تونل‌های با طول نسبتاً بالا جوابگو می‌باشد.

جدول (۱): مزایا و معایب روش‌های ترابری تونلی

سیستم ترابری ریلی		سیستم ترابری ترکیبی نوار نقاله-ریلی	
مزایا	معایب	مزایا	معایب
کاربری مناسب در مسیرهای بلند به لحاظ فنی و اقتصادی، دسترسی آسان به خدمات، تجهیزات و لوازم یدکی، امکان باربری مواد و نفرات در هر دو جهت با سیستم واحد، قابلیت حمل مصالح با اندازه مختلف، هزینه سرمایه گذاری نسبی پایین	هزینه عملیاتی نسبی بالا (تأمین سوخت و تجهیزات جانبی مانند کالیفرنیا سوئیچ و غیره)، محدودیت استفاده در شیب‌های زیاد، ایجاد آلودگی صوتی زیاد در حین حرکت، نیاز به سیستم تهویه مناسب در صورت استفاده از لوکوموتیو دیزلی، مشکلات اجرایی مانند خارج شدن لوکوموتیو از ریل که منجر به توقف عملیات می‌گردد، ایمنی کمتر نسبت به سیستم‌های پیوسته، نیاز به مدیریت قوی اجرایی در فواصل طولانی و تولید بالا، نیاز به کنترل و هماهنگی بیشتر لوکوموتیو و واگن‌ها در پرتال یا داخل تونل تا وقفه‌ای در حفاری بوجود نیاید.	باربری پیوسته مواد حفاری از نقطه تولید با حداکثر ایمنی، ظرفیت بالای باربری، امکان استفاده در شیب‌های بالا (تا ۱۸ درجه)، به حداقل رسیدن مشکلات تهویه و آلودگی صوتی، دسترسی به فضای آزاد بیشتر، هزینه عملیاتی و تعمیراتی نسبتاً پایین، بارگیری ساده، قابلیت انعطاف در افزایش طول باربری، قابلیت مکانیزاسیون و کنترل از راه دور و مجهز شدن به سیستم¬های خاموش کردن نوار و اعلام خطر در مواقع اضطراری، مدیریت اجرایی آسان نسبت به سیستم های منقطع	هزینه سرمایه‌گذاری نسبتاً بالا، یک طرفه بودن ترابری و نیاز به استفاده از سیستم ترابری جانبی، نیاز به بار ورودی یکنواخت از جهت اندازه (حداکثر اندازه قابل حمل حدود نصف عرض نوار نقاله)

۶- مقایسه دو ماه حفاری با نوار و سیستم ریلی در تونل بلند زاگرس

در این قسمت، توزیع زمانی تاخیرات حفاری در دو ماه یعنی تخلیه مصالح با سیستم ریلی (مرداد ماه ۱۳۸۹) و سیستم تخلیه پیوسته با نوار (بهمن ماه ۱۳۸۹) که تقریباً از نظر شرایط زمین‌شناسی و خصوصیات ژئوتکنیکی مانند هم بودند بررسی شده است (توجه داشته باشید که در مرداد ماه حفاری از کیلومتراژ ۰۱+۳۲۸/۶۹ و در بهمن ماه ۱۳۸۹ حفاری از کیلومتراژ ۰۳+۰۵۸/۳ شروع گردید).

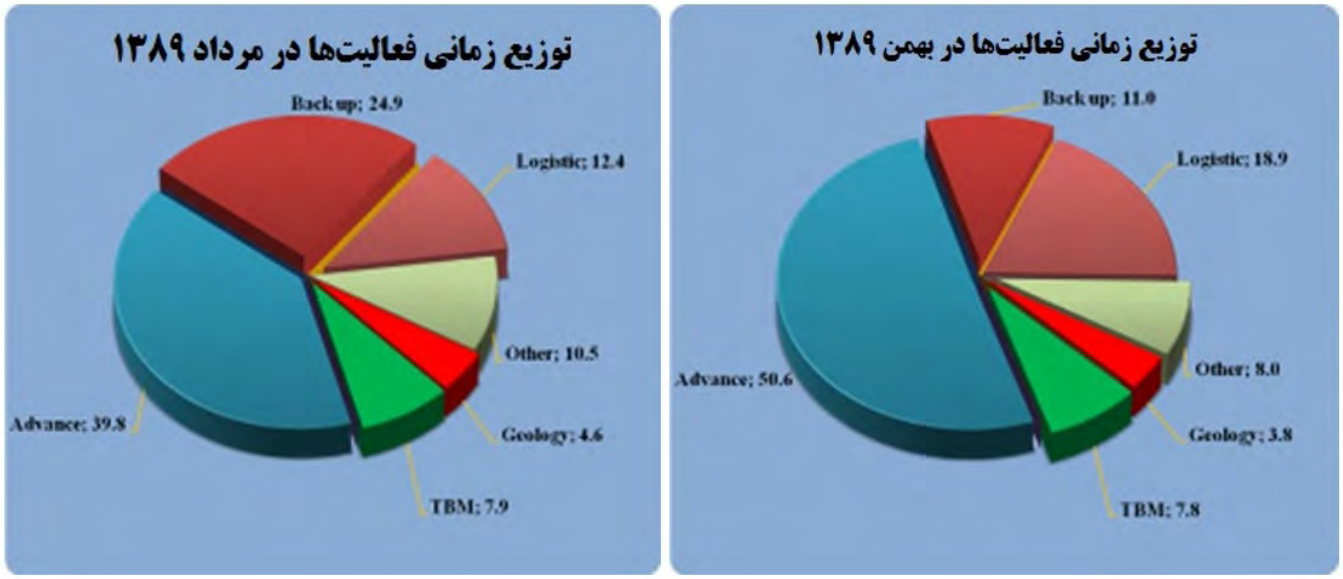
در مردادماه ۱۳۸۹ با سیستم تخلیه ریلی میزان حفاری ۴۶۰ متر و در بهمن ماه همان سال با سیستم تخلیه مصالح با نوار، میزان حفاری ۶۱۸/۴۸ متر بوده است. متوسط حفاری روزانه مرداد و بهمن ۱۳۸۹ به ترتیب برابر ۱۴/۸۳ و ۲۰/۶۲ متر بوده است. توزیع زمانی فعالیت حفاری و تاخیرات دستگاه در این دو ماه در شکل ۸ و جدول ۲ آورده شده است.

در مردادماه ۱۳۸۹ زمان زیادی صرف تعویض قطار به علت فاصله گرفتن جبهه کار از دهانه تونل و نیز تمیزکاری انتهای سیستم پشتیبان شده است؛ ولی در بهمن‌ماه ۱۳۸۹ بیشترین زمان تاخیرات مربوط به آپارات نوار که فعالیتی لجستیکی است و نیز مشکلات مربوط به آن به علت جدید بودن سیستم نوار و عدم آشنایی نیروها با آن بوده‌است. همچنین زمان تاخیرات مربوط به تعویض قطار به‌طور چشمگیری کاهش یافته است. در این ماه تاخیرات بوجود آمده در اثر نصب ریل افزایش داشته که با توجه به بالا بودن میزان حفاری، منطقی می‌باشد.

در مرداد ماه ۱۳۸۹ درصد زمان حفاری در کل زمان ماهیانه ۱۹/۴ درصد بوده که این پارامتر در بهمن ۱۳۸۹ به ۲۳/۴ درصد افزایش یافته است. در جدول ۲ نیز تقسیم‌بندی فعالیت‌ها و نیز توزیع زمانی فعالیت حفاری و درصد زمانی عوامل ایجاد تاخیرات در حفاری در این دو ماه آورده شده است.

در مرداد ماه، درصد زمانی تعویض لوکو که باعث ایجاد وقفه در عملیات حفاری شده ۹/۵ درصد (مربوط به تخلیه مصالح حفاری و حمل سگمنت و تجهیزات به داخل تونل) بوده و این مورد در بهمن‌ماه با توجه به افزایش میزان حفاری و بالتبع بیشتر شدن تعداد دفعات تعویض ترن‌ها برای حمل تجهیزات، به ۰/۳ درصد کاهش یافته است. با نصب سیستم نوار میزان همپوشانی حفاری با نصب سگمنت به مقدار زیادی نسبت به سیستم تخلیه ریلی افزایش نشان می‌دهد، به طوری‌که این پارامتر در مردادماه به ۲۸ درصد و در بهمن‌ماه به ۳۶ درصد افزایش یافته است که عاملی در افزایش میزان حفاری می‌باشد. نکته دیگر کاهش زمان تاخیرات ناشی از تعمیر و نگهداری دستگاه و تعویض دیسک‌کاترها می‌باشد که در این مورد با مدیریت صحیح، در زمان آپارات نوار، تعمیر و نگهداری کلی صورت گرفته و نیز فعالیت‌های ضروری دستگاه تا حد امکان در روزهای خواب دستگاه در اثر آپارات صورت گرفته است تا توقف دستگاه بر اثر این موارد به حداقل زمان کاهش یابد.

هنگامی که تعداد ترن‌ها و مسافت پیشروی تغییر می‌کند، تعداد و محل قرارگیری سوئیچ‌ها نیز مدام تغییر می‌کند. با توجه به افزایش تعداد سوئیچ‌ها و با درنظر گرفتن هزینه بالای توقف TBM به دلیل نقص در سیستم ریلی تک خطی در برابر سیستم نوار نقاله، استفاده از سیستم تخلیه پیوسته با نوار بسیار بهینه‌تر خواهد بود.



شکل (۸): توزیع زمانی فعالیت‌ها در مرداد و بهمن ۱۳۸۹

۷- بررسی تاثیر نصب نوار نقاله بر روند پیشرفت پروژه

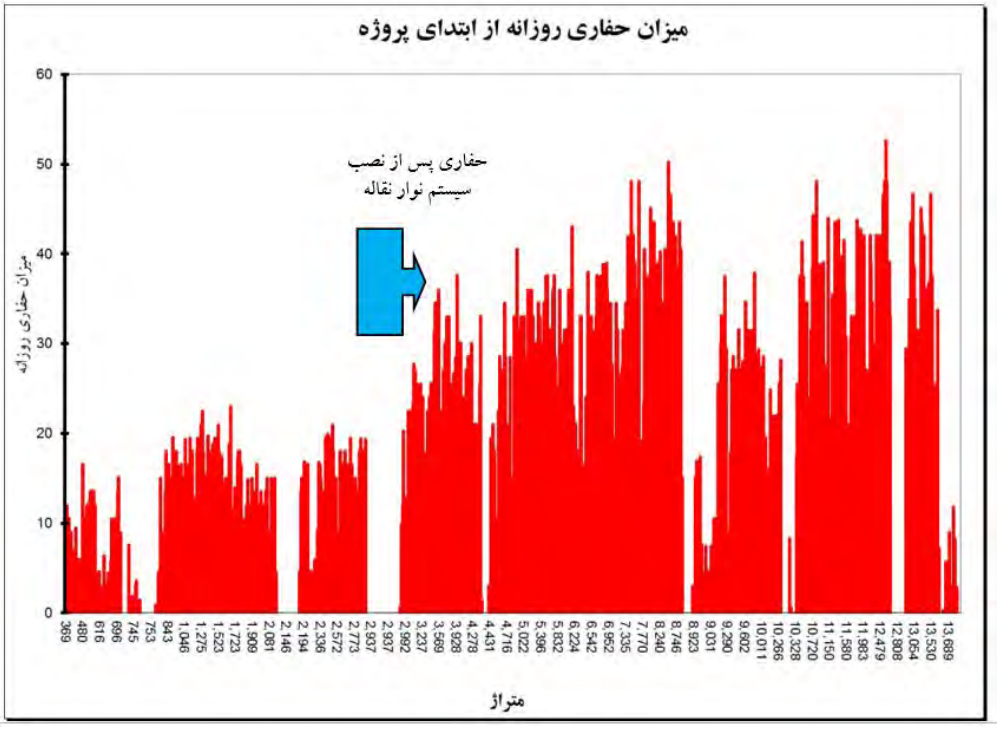
با نصب سیستم پیوسته حمل مصالح (نوار نقاله)، روند حفاری به‌شدت افزایش یافته و نیز عبور از شرایط مختلف زمین‌شناسی به سادگی صورت گرفته و مشکلات مربوط به آن کاهش یافته است.

با نصب سیستم نوار نقاله در کیلومتراژ ۲۹۳۶ میزان متوسط حفاری روزانه از ۸/۹۶ متر با سیستم حمل مصالح ریلی، به حدود ۲۱/۷۵ متر تا پایان پروژه افزایش یافته است (شکل ۹). همچنین با توجه به شکل ۱۰ متوسط حفاری ماهیانه قبل از نصب نوار حدود ۲۲۵/۹۱ متر و پس از نصب نوار به حدود ۶۳۴/۵۵ متر افزایش یافته که بسیار چشم‌گیر می‌باشد. خاطر نشان می‌گردد که حفاری با سیستم ریلی مربوط به متراژهای ابتدایی بوده و حفاری متراژهای انتهایی که تامین مصالح مشکل‌تر و زمان‌برتر است، با سیستم ترابری نوار نقاله صورت گرفته است.

جدول (۲): تقسیم‌بندی و توزیع زمانی فعالیت‌های مرتبط با حفاری در مردادماه ۸۹ (سیستم تخلیه ریلی) و بهمن‌ماه ۸۹(سیستم تخلیه نوار نقاله)

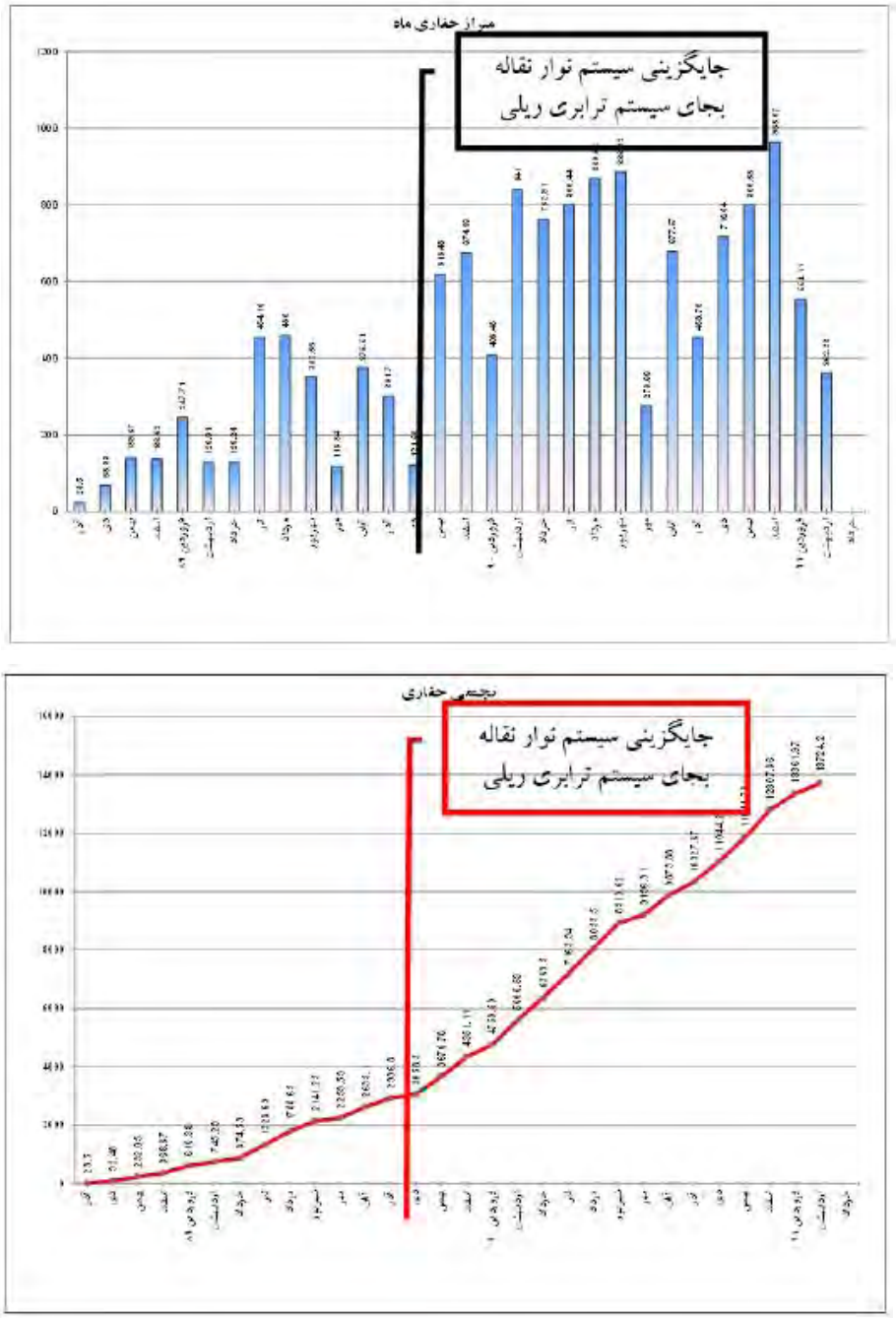
تقسیم‌بندی و توزیع زمانی فعالیت‌های مرتبط با حفاری در مردادماه ۸۹ (سیستم تخلیه ریلی)		VALUE(%)	
Geology	rock jam / claen muck from cutter head/cutter check	0.7	4.6
	clear rock fallout	0.0	
	disk cutter change	2.9	
	ground improvement/foam, mortar & pea grevel injection	0.9	
	water,mud& Gas inflow problems	0.0	
	probe drilling -manual excavation- foam injection	0.0	
TBM	hydraulically & related problems	0.4	7.9
	mechanically & related problems	6.2	
	electrically & related problems	1.2	
	PPS& serveyour problems	0.1	
Advance	net boring	19.4	39.8
	support placement (segment installation)	16.2	
	Move/regrip TBM	4.2	
Back up	conveyor problems	4.4	24.9
	drailment	3.8	
	train exchange	9.5	
	utility problem (water,Air,power)	3.5	
	hydromechanical & related problems	2.5	
	electrical & related problems	1.2	
Logistic	utility installation (water)	0.4	12.4
	utility installation (air)	0.2	
	utility installation (power)	2.2	
	conveyour oparate		
	rail discharge, installation & problems	2.1	
	lack of materials- discharge Cement, segment, pipe and Gravel	2.3	
	unloading(crane, unloader, feeder and mover problems)	5.2	
Other	shift change and safety meeting	2.7	10.5
	lunch & sandwiches	0.0	
	Routin maintenance(cutter check, washing, cleaning...)	5.2	
	unknown	2.6	

تقسیم‌بندی و توزیع زمانی فعالیت‌های مرتبط با حفاری در بهمن‌ماه ۸۹ (سیستم تخلیه نوار نقاله)		VALUE(%)	
Geology	rock jam / claen muck from cutter head/cutter check	1.0	3.8
	clear rock fallout	0.0	
	disk cutter change	1.7	
	ground improvement/foam, mortar & pea grevel injection	1.1	
	water,mud& Gas inflow problems	0.0	
	probe drilling -manual excavation- foam injection	0.0	
TBM	hydraulically & related problems	1.4	7.8
	mechanically & related problems	2.5	
	electrically & related problems	3.0	
	PPS& serveyour problems	0.7	
Advance	net boring	23.4	50.6
	support placement (segment installation)	22.4	
	Move/regrip TBM	4.8	
Back up	conveyor problems	6.1	11.0
	drailment	0.2	
	train exchange	0.3	
	utility problem (water,Air,power)	0.6	
	hydromechanical & related problems	3.7	
	electrical & related problems	0.2	
Logistic	utility installation (water)	0.6	18.9
	utility installation (air)	0.2	
	utility installation (power)	2.6	
	conveyour oparate	12.2	
	rail discharge, installation & problems	1.1	
	lack of materials- discharge Cement, segment, pipe and Gravel	1.4	
	unloading(crane, unloader, feeder and mover problems)	0.8	
Other	shift change and safety meeting	2.9	8.0
	lunch & sandwiches	0.1	
	Routin maintenance(cutter check, washing, cleaning...)	1.0	
	unknown	4.0	

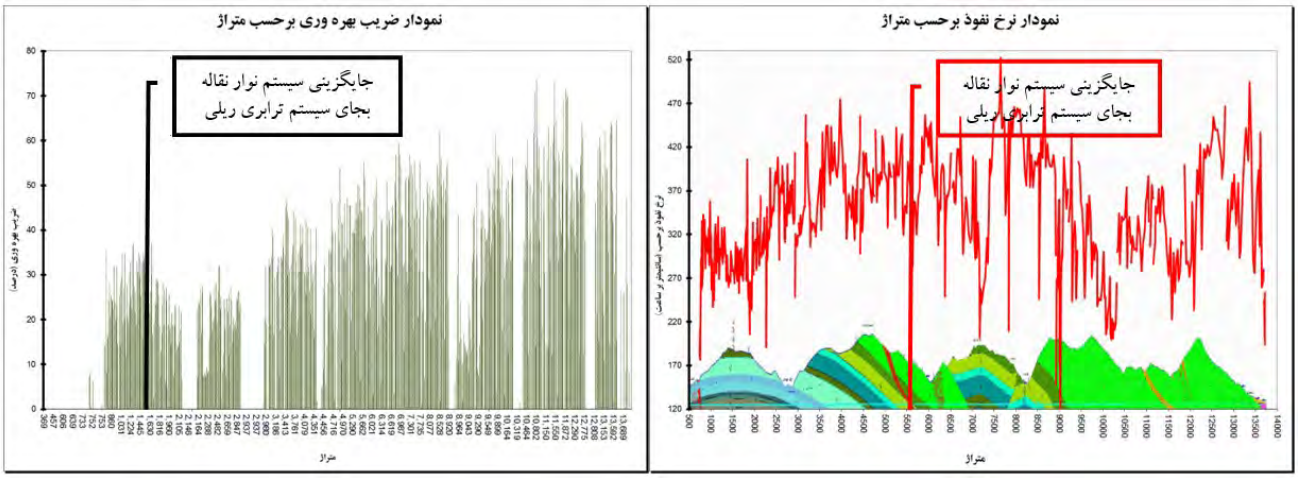


شکل (۹): میزان پیشروی روزانه برحسب متراژ حفاری

اصلی‌ترین عاملی که پس از نصب سیستم نوار نقاله افزایش چشمگیر نشان داده است، میزان زمان در دسترس بودن حفاری بوده که بیانگر ضریب بهره‌وری حفاری می‌باشد. این امر موجب گردیده است که زمان توقفات ناشی از مواردی مانند مشکلات زمین‌شناسی و تامین تجهیزات موردنیاز جهت ادامه حفاری بر روی دستگاه، تاخیرات ورود لوکو به دستگاه و غیره کاهش یابد. با توجه به شکل ۱۱میزان ضریب بهره‌وری از مقدار ۱۵/۷ درصد به حدود ۳۱/۲ درصد پس از نصب نوار افزایش یافته که باعث افزایش میزان حفاری روزانه گردیده است. همچنین مدت زمان هر کورس حفاری با توجه به پیوسته شدن این فعالیت و نیز قطع نشدن حفاری به جهت انتقال واگن‌های خالی به زیر فیدر نوار و عدم توقف در مواجهه با مناطق ریزشی و گسلی و آبدار، کاهش یافته است. به همان نسبت میزان نرخ نفوذ دستگاه که برابر میزان نفوذ برحسب سانتیمتر در هر ساعت می‌باشد نیز در مجموع و با توجه به مشکلات موجود زمین‌شناسی، پس از نصب نوار نقاله افزایش نشان داده است.



شکل (۱۰): متوسط حفاری ماهانه و میزان تجمعی حفاری در پروژه تونل بلند زاگرس



شکل (۱۱): متوسط ضریب بهره‌وری روزانه و نرخ نفوذ در هر کورس حفاری در پروژه تونل بلند زاگرس

۸- نتیجه‌گیری

در مجموع، با توجه به اینکه استفاده از سیستم تخلیه پیوسته مصالح (نوار نقاله) نیاز به هزینه اولیه بالایی دارد و مدت زمان نصب تجهیزات و شاسی نوار کمی طولانی می‌باشد و زمان زیادی صرف آپارات نوار (بعد از خالی شدن مخزن نوار) می‌شود؛ ولی متراژ ماهیانه و نهایی حفاری بسیار بالاتر از سیستم تخلیه با استفاده از لوکوموتیو و واگن‌ها بوده و درنتیجه جبران هزینه اولیه بالای آن را می‌نماید.

در سیستم ریلی بعد از چندین متر پیشروی و فاصله گرفتن سینه‌کار از دهانه تونل زمان تعویض قطار افزایش چشم‌گیری یافته و نیاز به نصب کالیفرنیا سوئیچ و برنامه زمان‌بندی شده دقیق جهت حرکت ترن‌ها ضروری می‌گردد. در سیستم ریلی با توجه به اینکه لوکوموتیو دارای قدرت کشش بار مشخصی را دارد در صورت افزایش وزن مخصوص سنگ و نیز ضریب تورم آن می‌بایستی یک کورس حفاری در چند مرحله صورت گیرد که خود باعث کاهش زمان حفاری و درنتیجه کاهش میزان پیشروی ماهیانه خواهد شد. استفاده از لوکوموتیوهای دیزلی باعث آلودگی محیط بسته تونل شده و هرچه توان بیشتری صرف حمل مصالح حفاری شده شود، به همان نسبت آلودگی داخل تونل افزایش می‌یابد؛ لذا برای رفع این مشکل بایستی سیستم تهویه تونل را تقویت نمود.

در عبور از مناطق ریزشی و گسلی با سیستم نوار نقاله، اپراتور TBM می‌تواند با تعیین پارامترهای فنی راهبری (مانند سرعت پیشروی، دور دستگاه، تراست و غیره) خیلی سریع‌تر از سیستم ریلی عبور نموده و مشکلات و توقفات حفاری ناشی از شرایط بد زمین‌شناسی بسیار کاهش یابد.

با توجه به استفاده از هر دو روش ترابری ریلی و نوار نقاله در تونل بلند زاگرس ، مشاهده گردیده است که مزایای استفاده از روش نوار نقاله بسیار بیشتر از سیستم ترابری ریلی بوده که باعث کاهش توقفات حفاری و همچنین عبور سریع‌تر از مخاطرات پیش‌بینی نشده گردیده است و در مجموع، سرعت بالای حفاری و هزینه پایین‌تر تعمیر و نگهداری، جوابگوی هزینه سرمایه‌گذاری بالای آن بوده است. همچنین زمان اتمام پروژه بسیار کاهش یافته که هم به سود پیمانکار و کارفرما می‌باشد. خاطر نشان می‌گردد که استفاده از نوار نقاله به علت هزینه سرمایه‌ای بالای آن جهت تونل‌های با طول نسبتاً بالا جوابگو می‌باشد.

۹- مراجع:

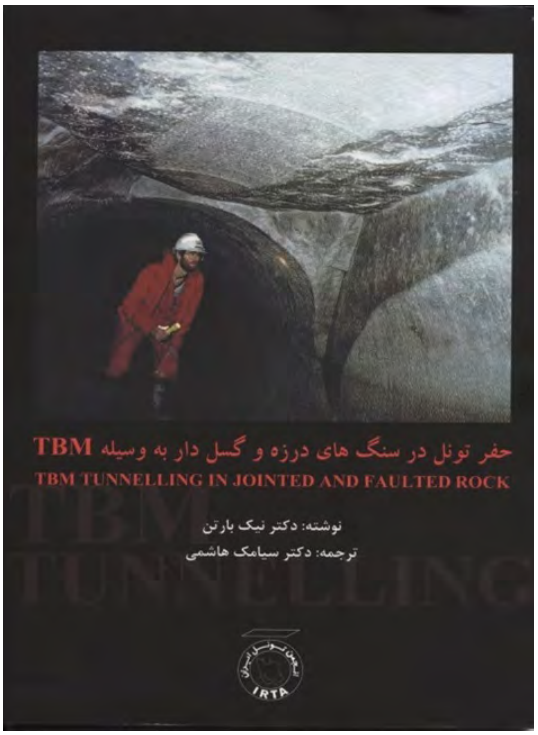
[1] B. Maidl, L. Schmid, W.Ritz, M. Herrenknecht, “Hardrock Tunnel Boring Machines”, 2008

[2] E. D. yardley, L. R. Stace, “Belt Conveying of Minerals” , WOODHEAD PUBLISHING LIMITED, Cambridge England 2008

[3] DIN 22101, “PHONIX CONVEYOR BELT SYSTEMS”, Hamburg.Germany,2004

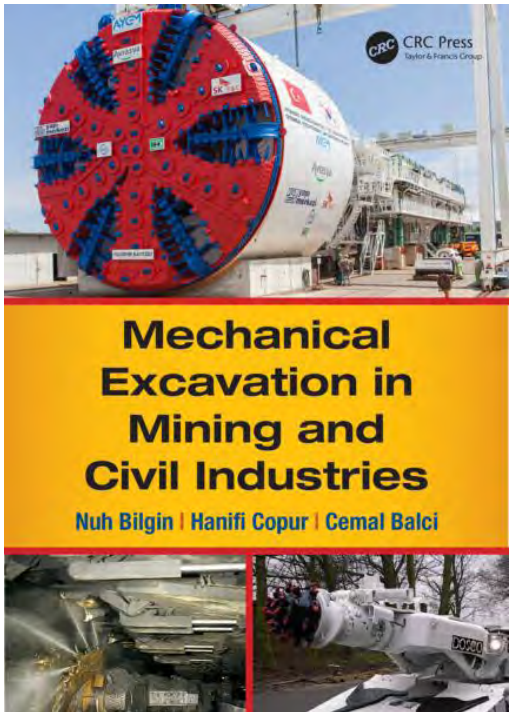
[4] www.ckit.co.za

معرفی کتاب



عنوان کتاب:
حفر تونل در سنگ های درزه و گسل دار به وسیله TBM
نویسنده: دکتر نیک بارتن
مترجم: دکتر سیامک هاشمی
تاریخ انتشار: مهر ماه ۱۳۹۲
ناشر: چاپ و نشر شادرنگ

چکیده:
این کتاب ترجمه رسمی کتاب دکتر نیک بارتن است که به طور گام به گام روش QTBM برای تخمین و برآورد نرخ نفوذ و نرخ پیشروی ماشین حفر تونل را تشریح می نماید. این روش بر پایه نسخه اصلاح شده شاخص Q، تحت عنوان QTBM، پایه گذاری شده است. برای ارائه مطالب این کتاب، ۱۴۵ تونل حفر شده به وسیله TBM با طولی نزدیک به ۱۰۰۰ کیلومتر تحلیل شده اند. بر اساس نتایج به دست آمده، روابط ساده ای برای پیش بینی مقادیر PR و AR با استفاده از شاخص QTBM، یا برای محاسبه برگشتی مقدار QTBM از داده های مربوط به عملکرد دستگاه، پیشنهاد شده اند. روش های برداشت و پیمایش، طراحی تجربی نگهداری تونل های حفر شده به وسیله TBM و نیز تطبیق و توجیه عددی نگهداری، همگی مطالبی هستند که در کتاب حاضر مورد بررسی قرار می گیرند.



عنوان کتاب:
Mechanical Excavation in Mining and Civil Industries
نویسندگان: Nuh Bilgin, Hanifi Copur, Cemal Balci
تاریخ انتشار: ۲۰۱۳
ناشر: CRC Press

چکیده:
برنامه ریزی موثر در پروژه‌های مهندسی عمران و معدن مستلزم شناخت و درک قوی مفاهیم اساسی مکانیک برش سنگ می‌باشد. این کتاب مقادیر نظری را با مقادیر تجربی و نتایج واقعی حفاری مکانیکی در صنایع عمرانی و معدنی مقایسه نموده و تئوری‌های برش سنگ مختلف را برای مته‌ها، دیسک‌ها و ابزارهای برشی دکمه‌ای به طور کامل شرح می‌دهد. نویسندگان مثال‌های عددی تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته، همچنین مثال‌های عددی و حل شده از پروژه‌های مهندسی عمران و معدن را در زمینه های مختلفی همچون ماشین‌های تونل‌زنی سنگ سخت و زمین نرم (TBMs)، رودهدرها، شیررها، ناوزنجیری‌ها، ریزبورها، چکش‌های ضربه‌ای، دستگاه حفاری با قطر بالا، و ماشین‌های حفاری میکروتونل ارائه می نمایند.
این کتاب به دانشجویان و مهندسان در انتخاب مناسب‌ترین ماشین برای کراهای متفاوت و در پیش بینی کارایی ماشین برای استخراج و حفاری کارامد یاری می‌دهد و اطلاعاتی در زمینه مکانیک برش سنگ و ماشین‌های حفار مختلف ارائه می‌دهد.

چکیده مقالات منتخب نشریات بین المللی

تاثیر روباره کم در پایداری تونل در حین تونل‌سازی در خاک نرم

Minh Ngan Vu, Wout Broere, Johan Bosch, 2015," The impact of shallow cover on stability when tunnelling in soft soils", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 50, August 2015, Pages 507–515

کاهش عمق روباره در تونل‌ها (مترو) می‌تواند بواسطه کاهش هزینه احداث ایستگاه‌ها، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های اجرایی در بلند مدت، هزینه‌های کلی پروژه را پایین بیاورد. به‌طور معمول حداقل عمق لازم برای حفر تونل‌ها به طراحی و ساخت بستگی دارد. هدف از این مقاله بررسی تاثیر نسبت روباره به قطر بر پایداری تونل در حین فرآیند تونلسازی است. برای آنالیز پایداری تونل، مدل‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفتند و از آنها برای مطالعه موردی یک پروفیل خاک معمولی هلندی در لایه‌های خاک نرم دوره هولوسن استفاده شد. زمانی‌که تونل در خاک نرمِ حفاری می‌شود، برای نسبت‌های گوناگون روباره به قطر و در شرایط مختلف خاک، بازه فشار نگهداری در ماشین‌های TBM، مخصوصاً EPB بدست آمده است. بر اساس نتایج حاصل از آنالیزها، برای تونل‌های کم عمق در خاک نرم، پیشنهاداتی برای بهینه‌سازی برخی طراحی‌ها ارائه شده است.

بررسی مقایسه‌ای الگوی ترک سنگ تحت اثر دیسک کاتر تکی معمولی و مایل با استفاده از آزمایش‌های برش خطی

X.B. Zhao, X.H. Yao, Q.M. Gong, H.S. Ma, X.Z. Li, 2015," Comparison study on rock crack pattern under a single normal and inclined disc cutter by linear cutting experiments", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 50, August 2015, Pages 479–489

به‌منظور مطالعه الگوی ترک گرانیت بیشان (Bishan) تحت اثر دیسک کاتر تکی معمولی و مایل، یک سری آزمایش برش خطی انجام شده است. در حین انجام آزمایشات، یک دیسک کاتر ثابت با قطر ۱۷ اینچ و یک بلوک گرانیتی به ابعاد ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ در ۶۰۰ میلیمتر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمایشات بیانگر آن است که در نمونه سنگ، محدوده شکستی با درجات متغیر از خردشدگی در زیر شیار برش وجود دارد. بر اساس الگو و دانسیته ترک، نمونه سنگ به محدوده متراکم شده، محدوده ترک خورده و خرد شده، و محدوده سنگ بکر تقسیم شده است. در همین حال، اندازه و محل محدوده‌ها تحلیل شد و سرعت‌های آلتراسونیک مربوطه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که الگوهای ترک برای برش‌های معمولی و مایل در عمق نفوذهای مشابه بدلیل زوایا و نیروهای برش مختلف در دو حالت، تا حد زیادی متفاوت هستند. باافزایش نفوذ برش مایل، اندازه و محدوده زون‌های مختلف به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. علاوه بر این، آزمایش آلتراسونیک نشان می‌دهد که سرعت آلتراسونیک در هر زون، با درجه جداشدگی و سرعت‌های زون‌های مربوطه در حالت‌های مختلف مشابه است و به خوبی مطابقت دارد.

تحلیل پایداری سینه‌کار در تونل‌های دایره‌ای کم عمق در خاک‌های چسبنده-اصطکاکی

Chengping Zhang, Kaihang Han, Dingli Zhang, 2015," Face stability analysis of shallow circular tunnels in cohesive–frictional soils", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 50, August 2015, Pages 345–357

پایداری سینه‌کار در یک تونل دایره‌ای در خاک‌های چسبنده-اصطکاکی به‌صورت عددی و نظری مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا به‌منظور تحلیل پایداری سینه‌کار در تونل دایره‌ای با یک سری از نسبت‌های قطر به عمق و خواص خاک، شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی عددی انجام شد. حد فشار نگهداری بر روی سینه‌کار تونل و زون شکست در جلوی جبهه‌کار تونل، هر دو از طریق شبیه‌سازی عددی به‌دست آمدند. یک معیار ساده و عملی برای طرح نوار مرزی زون شکست در محل نشست و محدوده جابجایی تحت شرایط مختلف پیشنهاد داده شد. بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی و با استفاده از روش سینماتیک نظریه تحلیل حدی، یک مکانیسم شکست سه‌بعدی جدید برای پیش‌بینی فشار نگهداری سینه‌کار تونل پیشنهاد شد. مکانیسم شکست سه‌بعدی جدید از چهار مخروط ناقص با توزیع نیروی اعمال شده تشکیل شده است. در نهایت، حد فشارهای نگهداری و زون‌های شکست از طریق مکانیسم جدید شکست و شبیه‌سازی عددی بدست آمدند. همچنین، مقایسه بین نتایج حاصل از کار بر روی روش‌های موجود صورت پذیرفت. در مجموع، مکانیسم جدید شکست نسبت به مکانیسم چند بلوکی موجود، به‌طور قابل ملاحظه‌ای سازگاری بیشتری با اشکال حاصل از زون‌های شکست در شبیه‌سازی‌های عددی و آزمون‌های آزمایشگاهی دارد. مکانیسم شکست جدید، موثرتر و منطقی‌تر است.

ارزیابی تاثیر لایه‌بندی زمین، مشخصات تونل و ساختمان‌های سطح زمین بر روی بارهای وارد بر نگهداری تونل سپری (بوسیله روش المان محدود)

H. Katebi, A.H. Rezaei, M. Hajialilue-Bonab, A. Tarifard, 2015," Assessment the influence of ground stratification, tunnel and surface buildings specifications on shield tunnel lining loads (by FEM)", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 49, June 2015, Pages 67–78

توسعه سریع محیط‌های شهری توام با رشد قابل توجه تونلسازی مکانیزه سپری بوده است. به‌طور معمول، سگمنت‌های پیش‌ساخته بتنی که بخش قابل توجهی از هزینه‌های تونلسازی را تشکیل می‌دهند، برای نگهداری تونل مورد استفاده قرار می‌گیرند. طراحی بهینه نگهداری نیازمند ارزیابی دقیق بارهای وارد بر سگمنت‌ها می‌باشد.
در این مقاله تاثیر لایه‌بندی زمین، مشخصات ساختمان‌های سطح زمین و عمق تونل بر بارهای وارد بر نگهداری مورد مطالعه قرار گرفته است. به همین منظور، یک مدل سه بعدی المان محدود با استفاده از نرم افزار ABAQUS نسخه 6.11 مورد استفاده قرار گرفته است. هندسه تونل، سگمنت‌ها، دوغاب تزریقی و مشخصات خاک دربرگیرنده، از اطلاعات پروژه در حال احداث خط ۲ متروی تبریز اخذ شده است.
نتایج نشان می‌دهند که پارامترهای مورد مطالعه، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر روی بارهای وارد بر نگهداری دارند. در مطالعه موردی مذکور، ساختمان‌های سطحی با بیش از ۵ طبقه، تاثیر قابل ملاحظه‌ای در بارهای وارد بر نگهداری، مخصوصاً برای تونل‌های کم عمق داشتند. هندسه ساختمان‌های سطحی، نیروهای درونی تونل را تحت تاثیر قرار می‌دهد و افزایش عرض و طول ساختمان، بارهای وارد بر نگهداری را افزایش می‌دهند. عرض ساختمان مهمترین پارامتر است و با افزایش آن، پارامترهای دیگر نیز افزایش می‌یابند. همچنین با مقایسه نتایج بدست آمده از این مطالعه با نتایج تحلیل دوبعدی، نتایج حاصل از تحلیل دوبعدی نیز مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه نشان می‌دهد که تحلیل سه‌بعدی مخصوصاً در صورت وجود ساختمان‌های سطحی نسبت به تحلیل دوبعدی برتری دارد. تفاوت بین نتایج، با کاهش طول ساختمان‌ها و افزایش عمق و وزن ساختمان‌ها افزایش می‌یابد.

سگمنت‌های پیش ساخته تحت بار جک‌های هیدرولیکی TBM: بررسی تجربی رفتار تقسیم محلی

Giuseppe Tiberti , Antonio Conforti, , Giovanni A. Plizzari, 2015," Precast segments under TBM hydraulic jacks: Experimental investigation on the local splitting behavior", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 50, August 2015, Pages 438–450

فرآیند طراحی سگمنت‌های بتنی در شرایط زمین، به‌طور کلی به بارهای استاندارد در حین قالب برداری، انبار کردن، شرایط زمین و فرآیند تزریق دوغاب اشاره دارد. با این وجود، استفاده از نیروهای پیشران ماشین حفر تونل (TBM) یکی از شروط بسیار مهم برای بارگذاری موقت در حین اجرا می‌باشد، که ممکن است روند طراحی و مراحل دیگر را تغییر دهد. سگمنت‌های تونل، به‌منظور مقاوم‌سازی در برابر تنش‌های کششی، در هر دو حالت قابل سرویس (SLS) و حد نهایی (ULS) به صورت سنتی بوسیله آرماتورهای معمولی مسلح می‌شدند. در دو دهه گذشته، بتن مسلح شده با الیاف (FRC) نیز در سگمنت‌های پیش ساخته همراه یا بدون آرماتور مورد استفاده قرار می‌گرفتند. با وجود معرفی انواع الیاف میکروسنتتیک که قادر به استحکام و انعطاف بخشی به بتن می‌باشند، برای سازه‌ها اغلب از الیاف فلزی استفاده می‌شود. به همین دلیل، در دانشگاه برشیا (Brecsia) یک برنامه آزمایشی با هدف بررسی رفتار لب‌پریدگی موضعی در قسمت‌هایی از سگمنت‌ها که زیر بار جک‌های هیدرولیکی TBM می‌باشند، انجام شد. به‌منظور ارزیابی اثرات مفید الیاف پلی‌پروپیلن (PP) برای کنترل ترک‌های عمومی که در اثر بار جک‌ها بوجود می‌آیند، آزمایش‌هایی بر روی منشورهای بتنی (همراه یا بدون الیاف) تحت بار خطی (LL) یا بار نقطه‌ای (PL) صورت پذیرفت، که یکی از شدیدترین شرایط بارگذاری برای سگمنت‌های تونلی می‌باشد. نتایج آزمایشگاهی مزیت استفاده از الیاف پلی‌پروپیلن در سگمنت‌های تونل را نشان می‌دهد، چراکه ظرفیت باربری لب‌پریدگی و انعطاف‌پذیری آنرا به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. الیاف منجر به گسترش آرام ترک‌ها و توزیع مجدد تنش پس از ترک خوردن می‌شوند. چنانچه، اثربخشی الیاف تحت تاثیر نحوه پر کردن قالب و جهت قرارگیری الیاف می‌باشد. در حالت مطلوب که الیاف نسبت به ترک‌ها به‌صورت مایل و مورب قرار می‌گیرند، ظرفیت باربری بیشتر از حالت نامطلوب که الیاف به موازات ترک‌ها قرار می‌گیرند، خواهد بود.

رویدادهای تونلی

دومین کنفرانس منطقه‌ای و یازدهمین کنفرانس تونل ایران

"تونل ها و آینده"

«۱۱ تا ۱۴ آبان ۱۳۹۴»

هدف اصلی این کنفرانس زمینه سازی برای تبادل دانش تونلسازی در سطح ملی و منطقه ای می باشد. در این راستا، انجمن تونل ایران، با تجربه برگزاری چندین کنفرانس علمی ملی و بین‌المللی و ارتباط با مجامع صنعتی تونل، از تمامی دانشمندان، متخصصان و نخبگان علمی، اساتید، دانشجویان و پژوهشگران و دست‌اندرکاران صنعت تونل برای شرکت در دومین همایش منطقه ای و یازدهمین کنفرانس تونل ایران که در آبان ماه ۱۳۹۴ در تهران برگزار خواهد شد، دعوت به عمل می‌آورد. این همایش با محورهای اصلی تحقیق و توسعه، شناسایی و طراحی، فن آوریهای ساخت و بهره‌برداری و تأکید بر نقش کلیدی تونلسازی در ایجاد آینده ای بهتر برای توسعه جوامع بشری، فرصت مناسبی به منظور تبادل اطلاعات و دانش روز و نیز آشنایی با فن آوری های جدید صنعت تونل را فراهم می سازد. برنامه این همایش شامل کارگاه‌های آموزشی، ارائه مقالات، برگزاری نمایشگاه تخصصی و بازدیدهای علمی از پروژه های در حال اجرا می‌باشد. حضور فعال دست‌اندرکاران صنعت تونل در این کنفرانس موجب شکوفایی، ارتقاء و توسعه دانش و فناوری فضاهای زیرزمینی می‌شود.

زمان های کلیدی:

مهلت ارسال خلاصه مقاله: ۱۳/ ۱۲/ ۱۳۹۳
اعلام نتایج بررسی خلاصه مقالات: ۲۷/ ۱۲/ ۱۳۹۳
مهلت ارسال مقاله کامل: ۲۰/ ۰۳/ ۱۳۹۴
اعلام نتایج نهایی مقالات: ۲۸/ ۰۵/ ۱۳۹۴
مهلت ارسال مقاله تکمیل شده: ۲۵/ ۰۶/ ۱۳۹۴

محورهای مباحث و مقالات کنفرانس:

تحقیق و توسعه

- آموزش تونلسازی
- فناوری‌های جدید در تونلسازی
- مهندسی ارزش در فضاهای زیرزمینی

مبانی شناسائی و طراحی

- مبانی مطالعات و بررسی های زمین شناسی، ژئوفیزیک و ژئوتکنیک
- مبانی و روش های تحلیل و طراحی
- سیستمهای نگهدارنده
- رفتارسنجی و ابزار دقیق
- اثرات زیست‌محیطی
- تحلیل ریسک

فضاهای زیرزمینی و فن‌آوری ساخت آنها

- روش های اجراء (مکانیزه، انفجار و کند و پوش)
- فضاهای زیرزمینی خاص (پدافند غیرعامل، صنعت نفت و گاز و معادن)
- فضاهای زیرزمینی شهری
- حفاری بدون ترانشه (ریز تونل‌ها، لوله‌رانی و ...)

مباحث مالی، قراردادی و مدیریتی در پروژه‌های زیرزمینی

- مسایل قراردادی و مدیریت ریسک
- مدیریت طراحی، اجرا و بهره برداری
- تأمین منابع مالی و سرمایه‌گذاری

سایر موارد

- آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مرتبط با فضاهای زیرزمینی
- ملاحظات اجتماعی و زیست محیطی
- ایمنی در تونلسازی
- معماری در فضاهای زیرزمینی
- تأسیسات در فضاهای زیرزمینی
- تعمیر و نگهداری فضاهای زیرزمینی

دبیرخانه کنفرانس:

تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بیمارستان قلب، نبش خیابان دوم، ساختمان ۱۸۳۹، طبقه ۵، واحد ۴۱.
تلفن: ۶- ۸۸۶۳۰۴۹۵
تلفکس: ۸۸۰۰۸۷۵۴
پست الکترونیک: info@irta.ir
سایت اینترنتی: http://www.itc2015.ir

رویدادهای تونلی

NCE Tunneling Summit
2 - 3 December 2015, London, England

Tel. + 44 (0) 203 033 2777
Email conferencereplies@emap.com
Website: www. tunnelling.nce.co.uk

NCE is delighted to announce the return of the Tunnelling Summit on 2 and 3 December in London. Taking place alongside the International Tunnelling Awards, the ninth annual event is the essential industry gathering of the year for clients, contractors, engineers and the entire supply chain. This year's event will explore major upcoming projects such as HS2, Thames Tideway Tunnel and the London Underground station upgrades programme, as well as exploring innovative projects and solutions across the industry.

ON THE 2015 PROGRAMME

- Insight into the pipeline of UK-wide tunnelling projects such as HS2, York Potash, Thames Silvertown tunnel and London Underground station upgrades
- Exclusive updates on the design and delivery of the Thames Tideway Tunnel and other key current projects
- Debate the industry's key challenges, from health and safety to skilling up the industry
- Pinpoint new techniques and technologies shaping the way tunnels are designed, delivered and maintained
- Explore the key lessons that the industry should take from major projects such as Crossrail and discuss the impact they'll have on future tunnelling works
- Share best practice on cost-effective maintenance and refurbishment of ageing assets

Stuva Conference
1-3 December 2015, Dortmund, Germany

Tel. +49 40 357 232-0
Email info@deltacom-hamburg.de
Website: www.stuva-conference.comk

Dortmund will be the host for STUVA Conference 2015. The "family meeting of tunnelling professionals" will be staged in 2-years terms (every odd year) and with more than 1,500 participants and visitors from about 20 countries it is numbered among the world's leading get-togethers for underground construction experts.

ITA Tunnelling Awards 2015
19th November 2015 , Hagerbach Underground Conference and Exhibition Gallery, Switzerland

Tel. +4 41 21 693 23 10
Email awards@ita-aites.org
Website: www. awards.ita-aites.org

With the growth of infrastructure needs and requirements for better use of space and resources, the development of underground options have often proved to provide relevant solutions to these challenges.

As part of this endeavour, the International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) has taken the initiative to launch its own dedicated Tunnelling Awards to identify outstanding achievements in the field of tunnelling and underground space use, and provide international recognition to these remarkable contributions.

ITA has identified 9 categories of awards which candidates will register via the website. This initiative will demonstrate the recent achievements of major projects that aim to improve sustainability of cities and life comfort of inhabitants.

Through these awards, ITA will demonstrate the achievements of the organizations, people and recent innovations.

The candidates who have been preselected, by a panel of tunnelling and underground space experts, will present their projects during a one day conference and the winners will be announced during a dinner the same evening.

For its very first organized Awards event, ITA has chosen a unique underground location. The conference and the awards banquet will take place in the Hagerbach test gallery in Switzerland, which is a fascinating underground world comprising numerous tunnels and caverns that can be used for conferences and creative events.

TUNNEL

IN THE NAME OF GOD

SUMMER 2015, No.24

IRANIAN TUNNELLING ASSOCIATION MAGAZINE نشریه انجمن تونل ایران

CONTENTS

Editorial 2
Report: The 2nd Tunnel Construction Technologies and Equipments Fair 2015 , Turkey 3
News 4
Interview: The evolution of technology in Tehran Metro (2nd Session) 11
Numerical Modeling of Circumstances of Line 7 Tehran Metro Tunnel Passing Under Robat Karim Channel with FLAC 3D Software and Comparison of Modeling Results with Monitoring and Instrumentation Results 16
Comparision of Continuous Muck Removal System (Conveyour Belt) with Rolling Stock System in Mechanized Tunnelling in Zagros Tunnel.....22
Book Review 31
Selected International Paper Abstracts 32
Tunnelling Events 34

COVER PHOTO: SADR-NIAYESH TUNNEL; UNDER CONSTRUCTION

Properietor

Iranian Tunnelling Association

President

Dr. M. Gharouni-Nik

Chief Editor

Dr. S. Hashemi

Supervised By

Board of Directors of Iranian Tunnelling Accociation

Editorial Board

Dr. A. Fahimifar, Dr. O. Farzaneh, Dr. M. Gharouni-Nik, Dr. S. Hashemi, Dr. J. Hassanpour, Dr. M. Jafari, Mr. M. Karimi, Mr. M. Khosrotash, Dr. M. Mousavi, Mr A. Mozaffari Shams, Dr. M. Sadaghiani, Mr. Gh. Shamsi, Dr. M. Sharifzadeh, Dr. A. Yasaghi

Coordinator

Mr. F. Torabi-Mehr

Layout & Cover Design

Mr. F. Torabi-Mehr

بسمه‌تعالی

انجمن تونل ایران
فرم تقاضای عضویت
(اعضای حقوقی)

کدعضویت:
شماره عضویت:

الف ـ مشخصات :

نام :	شماره ثبت :	تاریخ ثبت :

نوع مؤسسه : ۱- سهامی عام ☐ ۲- سهامی خاص ☐ ۳- مسؤلیت محدود ☐ ۴- سایر ☐ .....

رتبه‌بندی سازمان برنامه و بودجه : ۱- دارد ☐ رتبه ..... رشته ..... ۲- ندارد ☐

زمینه فعالیت :

نوع فعالیت : ۱- مهندسین مشاور ☐ ۲- پیمانکاری ☐ ۳- تولیدکننده ☐ ۴ - سایر ☐

سوابق پروژه‌ها و فعالیت‌های مؤسسه :

ردیف	عنوان پروژه	زمان اجراء از	زمان اجراء تا	کارفرما	محل

نشانی دفتر مرکزی :
تلفن :
دورنگار :
آدرس الکترونیکی (***Email***) :

ب ـ هیئت مدیره (نام مدیرعامل، رئیس و اعضای هیئت مدیره) :

ردیف	نام و نام‌خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	سمت در مؤسسه
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

مدارک مورد نیاز : ۱- مدرک ثبت شرکت یا سازمان
۲- سوابق و فعالیت

نام و امضاء مدیرعامل : مهر شرکت : تاریخ:

لطفا" در این قسمت چیزی ننویسید. لطفا" در این قسمت چیزی ننویسید : درخواست عضویت موسسه ..... در جلسه هیئت‌مدیره مورخ ..... مطرح و با عضویت آن موافقت / مخالفت بعمل آمد.

لطفا" فرم تکمیل شده را به نشانی : تهران ، خیابان کارگر شمالی، نبش خیابان دوم، ساختمان ۴۶۷، طبقه پنجم، واحد ۴۱، تلفن: ۶-۸۸۶۳۰۴۹۵، دورنگار : ۸۸۰۰۸۷۵۴ دبیرخانه انجمن تونل ایران، ارسال نمایید.
E-mail: info@irtasite.ir

بسمه تعالی

انجمن تونل ایران

فرم تقاضای عضویت

(اعضای حقیقی)

محل الصاق عکس

۱- نام خانوادگی: ۲- نام :	کدعضویت: شماره عضویت: ***Surname:*** ***First Name:***
۳- تاریخ و محل تولد :	۴- شماره شناسنامه و محل صدور :
۵- کد ملی:	
۶- نشانی — محل کار :	کدپستی :
۶- نشانی — منزل :	کدپستی :
۶- نشانی — پست الکترونیکی :	***Email:***
۷- تلفن — محل کار :	دورنگار :
۷- تلفن — منزل :	همراه :

۸- سوابق تحصیلی دانشگاهی :

مدرک	تاریخ اخذ	نام مؤسسه عالی و محل آموزش	رشته تحصیلی	درجه علمی

۹- سوابق تجربی و کاری در زمینه تونل و سازه‌های زیرزمینی :

تاریخ		سازمان یا شرکت	نام طرح	مسئولیت
از	تا			

۱۰- سوابق علمی (تدریس و تحقیق در دانشگاهها و سایر مؤسسات آموزش عالی) :

عنوان درس یا تحقیق	محل انجام	سال

۱۱- آثار علمی، تحقیق، تألیف، ترجمهٔ کتابها و مقالات : (درصورت نیاز برگ اضافه ضمیمه نمایید)

عنوان	تاریخ و محل نشـــر

۱۲- آشنایی و میزان تسلط به زبانهای خارجی:

زبان	میزان تسلط		
	عالی	خوب	متوسط

۱۳- عضویت در سازمان ها وکمیته‌های ملی و جهانـی:

نام سازمان، کمیته و ...	تاریخ	
	از	تا

۱۴- داوطلب عضویت : پیوسته ☐ وابسته ☐ دانشجویی ☐

۱۵- مدرک لازم	۱. تصویر شناسنامه و تصویر کارت ملی ۲. دو قطعه عکس ۴×۳ ۳. تصویر آخرین مدرک تحصیلی یا گواهی اشتغال به تحصیل ۴. گواهی سوابق کار بخصوص در صنعت تونل	حق عضویت	پیوسته ۴۰۰،۰۰۰ ریال وابسته ۳۰۰،۰۰۰ریال دانشجویی ۱۰۰،۰۰۰ ریال

تاریخ تکمیل فـــرم : نام و نام خانوادگی /امضاء:

آیین‌نامه عضویت در انجمن :

انواع و شرایط عضویت در انجمن عبارتند از :

عضویت پیوسته :

اعضای پیوسته انجمن بایستی حداقل دارای یکی از شرایط زیر باشند :

۱- مؤسسان انجمن .

۲- اشخاص با درجه کارشناسی ارشد و بالاتر در رشته‌های مرتبط با حداقل دو سال سابقه کار مفید در صنعت تونل سازی.

۳- اشخاص با درجه کارشناسی ارشد و بالاتر در رشته‌های مرتبط و پایان‌نامه در زمینه تونل با حداقل یکسال سابقه کار مفید در صنعت تونل‌سازی.

۴- اشخاص با درجه کارشناسی در رشته مرتبط با حداقل ۴ سال سابقه کار مفید در صنعت تونل‌سازی.

۵- اشخاص با درجه کارشناسی در سایر رشته‌ها با حداقل ۵ سال سابقه کار مفید در صنعت تونل‌سازی.

تبصره ۱ : رشته‌های مرتبط به صنعت تونل‌سازی شامل : مهندسی عمران ـ مهندسی معدن ـ زمین‌شناسی مهندسی زمین‌شناسی ـ مهندسی برق ـ مهندسی مکانیک ـ مهندسی نقشه‌برداری و شاخه‌های وابسته می‌باشد.

عضویت وابسته :

اشخاصی که دارای سابقه کاری حداقل دو سال در زمینه علم و صنعت تونل سازی بوده ولی شرایط عضویت پیوسته را نداشته باشند می‌توانند به عضویت وابسته درآیند.

عضویت دانشجویی :

کلیه اشخاصی که در رشته‌های مرتبط در دوره کارشناسی یا بالاتر در رشته‌های مرتبط به صنعت تونل‌سازی به تحصیل مشغول هستند می‌توانند به عضویت دانشجویی انجمن درآیند.

عضویت افتخاری :

شخصیتهای ایرانی و خارجی که مقام علمی آنان در زمینه‌های مرتبط با صنعت تونل‌سازی حائز اهمیت خاص باشد و یا در پیشبرد اهداف انجمن کمکهای مؤثر و ارزنده‌ای نموده باشند می‌توانند به عضویت افتخاری انجمن، انتخاب شوند.

تبصره ۲ : اعضاء افتخاری کلیه مزایای اعضاء پیوسته انجمن به جز حق انتخاب شدن به عنوان عضو هیئت مدیره را دارا هستند.

لطفاً در این قسمت چیزی ننویسید : درخواست عضویت ..... در جلسه هیئت‌مدیره مورخ ..... مطـرح و با عضویت ایشان موافقت / مخالفت بعمل آمد.

لطفاً فرم تکمیل شده را به نشانی : تهران ، خیابان کارگر شمالی، نبش خیابان دوم، ساختمان ۱۸۳۹، طبقه پنجم، واحد ۴۱،
تلفن: ۶-۸۸۶۳۰۴۹۵، دورنگار : ۸۸۰۰۸۷۵۴ دبیرخانه انجمن تونل ایران، ارسال نمایید. E-mail: info@irta.ir

www.irta.ir

بسمه تعالی

فرم ثبت‌نام عضویت در کارگروه ..... انجمن تونل ایران

نام و نام خانوادگی: ..... سطح تحصیلات: .....

رشته تحصیلی: ..... زمینه تخصصی: .....

دانشگاه محل تحصیل: ..... نام شرکت محل کار: .....

آدرس محل کار: .....

تلفن محل کار: ..... نمابر: .....

تلفن همراه: ..... آدرس پست الکترونیکی: .....

زمینه‌های علاقمندی به همکاری در کمیته:

□ چاپ و انتشارات □ برگزاری دوره‌های آموزشی و نشست‌های علمی □ تدوین استانداردها

□ امور پژوهشی و ارائه مقالات علمی □ مستندسازی □ تکنولوژی ساخت

سایر زمینه‌های مورد علاقه:

.....

.....

پیشنهاد در خصوص فعالیت‌های آینده کمیته:

.....

.....

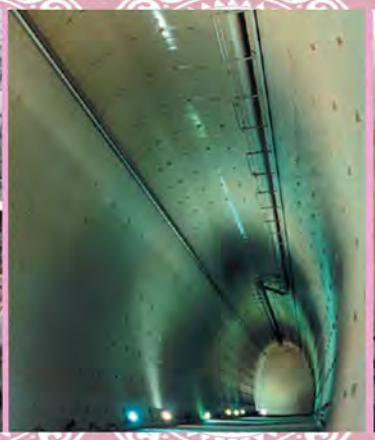
.....

محل امضاء:

نشریه‌ی علمی- پژوهشی
مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی

TUNNELING & UNDERGROUND SPACE ENGINEERING

(T U S E)



فراخوان پذیرش دست‌نوشته

«مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی» نشریه‌ای علمی- پژوهشی در مباحث مرتبط با انواع سازه‌های زیرزمینی است. این نشریه با همکاری مشترک دانشگاه صنعتی شاهرود و انجمن تونل ایران پایه‌گذاری شده است و به صورت دوفصل‌نامه به چاپ خواهد رسید.

از همه‌ی اندیشمندان و پژوهشگران فعال در زمینه‌های مرتبط، دعوت می‌شود، دستاوردهای بدیع علمی و پژوهشی خود را در این نشریه با دیگر کارشناسان به اشتراک گذاشته و در توسعه‌ی صنعت تونل‌سازی و سازه‌های زیرزمینی کشور سهیم باشند.

وب‌سایت: http://tuse.shahroodut.ac.ir/

پست الکترونیک: tuse@shahroodut.ac.ir

محورهای پذیرش دست‌نوشته

- سازه‌های نیروگاهی
- تونل‌های حمل و نقل
- تونل‌های انتقال آب
- تونل‌های شهری
- مغارهای ذخیره‌سازی
- سازه‌های دفاعی
- فضاهای معدنی

آدرس دفتر نشریه‌ی مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی:

شاهرود، میدان ۷ تیر، بلوار دانشگاه، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده‌ی مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، طبقه‌ی سوم، اتاق ۱۴

کدپستی: ۳۶۱۹۹۹۵۱۶۱، صندوق پستی: ۳۱۶، تلفن و نمابر: ۳۳۹۳۵۰۷-۰۲۷۳

TTE
تجهیز تونل جوان
TAJHIZ.TUNNEL.ENGINEERING

نخستین و بزرگترین
تولیدکننده
دستگاه‌های شاتکریت،
پمپ‌های تزریق و
سیستم‌های تهویه
در خاورمیانه

تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی
مجتمع صنعتی چهار دانگه
خیابان کاوه (هفدهم)، پلاک ۱
تلفن:(۳۰ خط) ۰۲۱-۵۱۳۰
(۱۰ خط) ۶۲۶۲ ۲۵ ۵۵ ۰۲۱-
فکس: ۶۲۰۰ ۲۵ ۵۵ ۰۲۱-

P O Box: 33315 / 115
www.tajhiztunnel.com
info@tajhiztunnel.com

سامانه پیام کوتاه:
۱۰۰۰۰۲۶۰