

تونل TUNNEL

شماره ۱۸ / بهار ۱۳۹۱

www.irta.ir

نشریه انجمن تونل ایران IRANIAN TUNNELING ASSOCIATION MAGAZINE





تونل TUNNEL

شماره ۱۸ / بهار ۱۳۹۱

نشریه انجمن تونل ایران IRANIAN TUNNELLING ASSOCIATION MAGAZINE

فهرست

۲	 سرمقاله
۳	 گزارش سی و هشتمین مجمع عمومی انجمن بین المللی تونل و کنگره جهانی تونل ۲۰۱۲ در بانکوک
۴	 اخبار
۸	 مروری بر تاریخچه ساخت راه آهن سراسری ایران
۱۶	 نقش طراحی و اجرای مقطع MII در حفاری بخش شرقی تونل نیایش به روش جدید تونلسازی اتریشی
۲۴	 مروری بر رفتار بعد از مقاومت حداکثر توده سنگ اطراف حفاریات زیرزمینی
۳۱	 چکیده مقالات منتخب نشریات
۳۲	 معرفی کتاب
۳۳	 رویدادهای تونلی



شرح روی جلد: تونل قطاری در بخش شمالی راه آهن سراسری

صاحب امتیاز	همکاران این شماره
انجمن تونل ایران	مهندس محمد خسرو تاش
مدیر مسئول	امور اجرایی
دکتر مرتضی قارونی نیک	نشرین
سر دبیر	تبلیغات
دکتر سیامک هاشمی	معصومه قره داغی
زیر نظر	گرافیک و صفحه آرایی
هیئت مدیره انجمن تونل ایران	شرکت آذرشن گرافیک آریا www.azarshangraphic.com
هیئت تحریریه	
دکتر محمد جواد جعفری، دکتر حسین سالاری راد، دکتر مصطفی شریف زاده، دکتر محمد حسین صدقیانی، دکتر اورنگ فرزانه، دکتر احمد فهیمی فر، دکتر مرتضی قارونی نیک، دکتر حسین کنعانی مقدم، مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر سیامک هاشمی، دکتر علی یساقی	

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 شود.
- مقاله تألیفی یا تحقیقی مستند به منابع علمی معتبر باشد.
- ارسال اصل مطالب 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 مأخذ بلامانع است.
- نشانی: خیابان کارگر شمالی - بالاتر از بیمارستان قلب - بعد از خیابان دوم - ساختمان - ۴۶۷ طبقه - ۵ واحد - ۴۱ انجمن تونل ایران
- تلفن: ۶ - ۸۸۶۳۰۴۹۵ - ۸۸۰۰۸۷۵۴
- Website: www.irta.ir
- Email: info@irta.ir

مقاله

نشریه علمی - پژوهشی

مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی

با گذشت بیش از چهار سال از چاپ نخستین نشریه تونل، که علاوه بر ارائه مقالات علمی و کاربردی، اقدام به معرفی پروژه ها، ارائه تجربیات اجرایی، نوآوریها در تونلسازی و نیز انتشار اخبار و اطلاعات جدید مرتبط با صنعت تونل در ایران و جهان می نماید و گامی در جهت برقراری ارتباط با اعضای انجمن تونل ایران، سازمان ها و شرکتهای دست اندرکار صنعت تونلسازی و علاقمندان این رشته برداشته است، بسیاری از اساتید و دانشجویان درخواست انتشار یک نشریه علمی-پژوهشی را از انجمن تونل نمودند تا بدین طریق بتوانند نتایج تحقیقات و پژوهشهای خود در زمینه های مرتبط با تونل و فضاهای زیرزمینی را با جزئیات بیشتر در مباحث علمی و نظری ارائه نمایند. در پی این درخواست ها و احساس نیاز در این زمینه، و پیرو جلسات متعدد و بررسی جنبه های مختلف، این تصمیم اتخاذ شد که در کنار نشریه تونل یک نشریه علمی-پژوهشی نیز در زمینه تونلسازی و فضاهای زیرزمینی منتشر شود.

«مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی» نشریه ای علمی-پژوهشی در مباحث مرتبط با تونل و سازه های زیرزمینی است که با همکاری مشترک انجمن تونل ایران و دانشگاه صنعتی شاهرود پایه گذاری شده است. و به صورت دوفصل نامه ای چاپی و الکترونیکی منتشر خواهد شد. در این نشریه تلاش می شود نتایج پژوهش های بنیادی، توسعه ای، کاربردی و مروری ارزشمند برای انواع سازه های زیرزمینی اعم از سازه های نیروگاهی، تونل های حمل و نقل، تونل های انتقال آب، تونل های شهری، مغارهای ذخیره سازی مواد هیدروکربوری، سازه های دفاعی و فضاهای معدنی منعکس شود. نشریه ای «مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی» در تمامی زمینه ها و سرفصل های ذیل و همچنین سایر مباحث مرتبط با فضاهای زیرزمینی مقاله می پذیرد:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| ■ مطالعات میدانی | ■ پایش و رفتارسنجی |
| ■ حفر فضاها | ■ ملاحظات ایمنی و زیست محیطی |
| ■ مدلسازی، طراحی و تحلیل پایداری | ■ تعمیر و نگهداشت |
| ■ سامانه های نگهداری | ■ تحلیل ریسک |
| ■ سامانه های آب بندی | ■ قابلیت اطمینان |
| ■ تأسیسات و خدمات فنی | ■ مدیریت ساخت |

امید است نشریه فوق قدمی مثبت به سوی ارتقا و پیشرفت صنعت تونل کشور باشد و بدینوسیله از همه ی متخصصان و پژوهشگران فعال در زمینه های مذکور دعوت می شود، دستاوردهای بدیع و ارزشمند علمی و پژوهشی خود را از طریق این نشریه با دیگر متخصصین و کارشناسان به اشتراک گذاشته و نقشی ارزنده در توسعه ی صنعت تونل سازی و فضاهای زیرزمینی کشور داشته باشند.

گزارش سی و هشتمین مجمع عمومی انجمن بین المللی تونل و کنگره جهانی تونل ۲۰۱۲ در بانکوک، تایلند

مصطفی شریف زاده، عضو سابق هیئت مدیره انجمن تونل ایران

سی و هشتمین مجمع عمومی انجمن بین المللی تونل و کنگره جهانی تونل ۲۰۱۲ از ۲۹ اردیبهشت تا ۴ خرداد ۱۳۹۱ در مرکز همایش های شهر بانکوک (تایلند) برگزار شد. کنگره جهانی امسال با عنوان "فضاهای زیرزمینی برای جامعه جهانی" توسط انجمن بین المللی تونل، انجمن تونل تایلند، و انستیتوی مهندسی تایلند برگزار گردید. نمایندگان ۵۳ کشور از مجموع ۶۸ کشور عضو انجمن بین المللی در مجمع عمومی و در حدود ۱۴۰۰ نفر از کارشناسان و متخصصان صنعت تونل از کشورهای مختلف در کنگره شرکت کرده بودند. رئیس برنامه های کنگره شامل پنج بخش زیر بود:

۱-

جلسات مجمع

عمومی

جلسات مجمع عمومی در دو جلسه در روزهای یکشنبه ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۱ و چهارشنبه ۳ خرداد ۱۳۹۱ برگزار شد. در جلسه روز اول، رئیس انجمن بین المللی تونل گزارشی از عملکرد این انجمن در سال گذشته را برای اعضا تشریح کرد. پس از آن سایر اعضا گزارش کوتاهی از عملکرد انجمن های تونل کشور خود را ارائه نمودند. نماینده انجمن تونل ایران سخنان خود را با قنات ها بعنوان فضای زیرزمینی باستانی و جاذبه گردشگری شروع و سپس به شرح فعالیت های انجمن تونل ایران در سال گذشته پرداخت. از جمله فعالیتها به برگزاری موفق نخستین همایش آسیایی و نهمین همایش ملی تونل در ایران با حضور متخصصین ملی و بین المللی و حدود ۱۲۰۰ شرکت کننده، آمار عظیم تونل های در دست مطالعه و اجرا، افزایش تعداد اعضا به حدود ۱۰۵۰ عضو حقیقی و حقوقی، فعالسازی کار گروه های تخصصی و نشریات متعدد کاغذی و الکترونیکی و اینترنتی پرداخت.

در ادامه این جلسه چهار کشور پیرو درخواست پیشین و تکمیل مدارک مورد نیاز، به عنوان اعضای جدید انجمن بین المللی تونل پذیرفته شدند. این کشورها عبارت از کاستاریکا، اکوادور، مقدونیه و میانمار بودند که جمع تعداد اعضای این انجمن را به ۶۸ کشور می رساند.

در ادامه جلسه سه کشور آلمان، دانمارک و کرواسی نامزدی خود برای برگزاری چهل و یکمین مجمع عمومی و کنگره جهانی تونل در سال ۲۰۱۵ اعلام کرده و برنامه های خود را برای برگزاری مجمع و کنگره در کشور خود معرفی کردند. در دومین جلسه مجمع برنامه های سال آینده انجمن بین المللی مطرح و پس از اعلام نظر اعضا مورد تصویب قرار گرفت. پس از آن مسئولین کار گروه های فعال انجمن بین المللی گزارشی از فعالیت های خود را ارائه دادند. در ادامه این جلسه در خصوص برگزاری مجمع عمومی و کنگره جهانی سال ۲۰۱۵ در یکی از کشورهای آلمان، دانمارک و کرواسی رای گیری شد، کرواسی بیشترین رای را به دست آورد.

۲- جلسات کار گروه های تخصصی

یکی دیگر از فعالیت های کنگره برگزاری جلسات کار گروه های تخصصی فعال

انجمن

بین المللی تونل به

صورت مجزا و همزمان، در روز ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۱ بود. در این جلسات، مسئولین کار گروه ها گزارشی از فعالیت های یک سال گذشته را ارائه داده و سپس اعضای کشورهای مختلف بر حسب درخواست قبلی، گزارشات خود را ارائه دادند.

۳- ارائه مقالات

سیزده محور اصلی برای مقالات تعیین شده بود که محورهای اصلی آنها شامل تونلسازی شهری، استفاده از فضاهای زیرزمینی، تونلهای عمیق و بلند، ایمنی در تونلسازی، تونلسازی سنتی، تونلسازی مکانیزه، و مدیریت پروژه بود. تعداد ۳۵۸ مقاله از ۴۴ کشور برای ارائه به صورت شفاهی و پوستر پذیرفته شده بودند. از این میان ۱۵۵ مقاله در طول سه روز به صورت شفاهی، در چهار سالن به صورت همزمان در جلسات صبح و عصر ارائه شدند. و تعداد ۲۰۳ مقاله نیز بصورت پوستر ارائه شدند. لازم به ذکر است که از ایران حدود ۲۴ مقاله ارائه شد که چهارمین کشور در تعداد مقالات بود.

۴- نمایشگاه تخصصی

نمایشگاه تخصصی صنعت تونل با شرکت حدود ۷۵ شرکت مشاور، پیمانکار و سازنده تجهیزات تونل برگزار شد. غرفه های این نمایشگاه در دو طبقه و در راهروهای بین سالن های ارائه مقالات و پوستر مستقر بودند. تعدادی شرکت سازنده، تجهیزات و ماشین آلات مورد نظر خود را در فضای بیرون سالن ها به نمایش گذاشته بودند.

۵- بازدید های علمی

تعدادی بازدید علمی از چند پروژه به عنوان بخشی از فعالیت های کنگره در نظر گرفته شده بود. این پروژه ها شامل بازدید از ایستگاههای مترو، گودبرداری عمیق، شبکه تونل انت بانکوک، بازدید از تعمیر تونل آب بانکوک، مرکز مدیریت آب آلوده بانکوک از جمله بازدیدهای هماهنگ شده بودند.

جزئیات بیشتر برنامه های مجمع عمومی و کنگره

فوق در سایت های انجمن بین المللی تونل

(<http://www.ita-aites.org>) و کنگره

(<http://www.wtc2012.org>) قابل

مشاهده می باشند.

اخبار

بهره‌برداری از بزرگترین تونل جنوب غرب کشور تا خرداد ۹۱

فرماندار کهگیلویه از بهره‌برداری از بزرگترین تونل جنوب غرب کشور تا پایان خرداد سال ۹۱ به طول ۲ هزار و ۵۰۰ متر خبر داد. سید ناصر رضایی در گفت‌وگو با خبرنگار فارس در یاسوج با تبریک فرا رسیدن سال نو به همه مردم استان کهگیلویه و بویراحمد اظهار کرد: یکی از افتخارات بزرگ نظام اسلامی در حوزه راهسازی است که در این استان کارهای چشمگیری صورت گرفته است. وی با بیان اینکه پس از بهره‌برداری از محور یاسوج به بابامیدان، محور پاتاوه به دهدشت یکی دیگر از این اقدامات بزرگ محسوب می‌شود، ابراز داشت: این جاده به عنوان محوری ملی و استراتژیک کمک بزرگی به کم کردن مسیر شمال به جنوب کشور و همچنین صرفه جویی در مصرف سوخت می‌کند. فرماندار شهرستان کهگیلویه با بیان اینکه موقتا قسمتی از این جاده را بازگشایی کرده ایم، تصریح کرد: در سال آینده و تا خرداد سال ۹۱ تونل کوه پاد به طول ۲ هزار و ۵۰۰ متر به طور کامل بازگشایی می‌شود. رضایی با اشاره به اینکه اکنون از شهر دهدشت تا روستای قلعه دختر مسیر ۲۸ کیلومتری در این محور باز است، افزود: با افتتاح رسمی تونل کوه پاد در خرداد سال ۹۱ بخش بزرگی از کار بر روی این جاده به اتمام می‌رسد. این مسئول با بیان این که هم‌اکنون محور پاتاوه به دهدشت پیشرفت فیزیکی ۴۵ درصدی دارد، عنوان کرد: با همکاری و کار جهادی شرکت نیرو گستر وابسته به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا از دو سمت دهدشت به سوی لوداب و از لوداب به سمت دهدشت عملیات ضربتی روی محور در حال انجام است. وی تونل کوه پاد را افتخاری بزرگ در عرصه سازندگی کشور و در مناطق محروم و کمتر توسعه یافته دانست و گفت: با افتتاح این محور استان کهگیلویه و بویراحمد گامی بلند به سوی توسعه برمی‌دارد.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۰۱/۰۱

یشرفت فیزیکی مناسب بزرگترین تونل کشور

مدیرکل راه و شهرسازی استان فارس گفت: ساخت بزرگترین تونل کشور و یکی از طولانی‌ترین تونل‌های خاورمیانه در اقلید از پیشرفت فیزیکی مناسبی برخوردار است. به گزارش خبرگزاری فارس از شیراز، هوشنگ عشایری در بازدید از تونل ابوالصالح‌المهدی (عج) واقع در گردنه تیمارگون شهرستان اقلید با بیان اینکه تونل ابوالصالح‌المهدی (عج) از طولانی‌ترین تونل‌های خاورمیانه و بزرگ‌ترین تونل در کشور است اظهار داشت: این تونل به طول ۲ هزار و ۶۱۰ متر در حد فاصل اقلید و سده در گردنه تیمارگون در حال ساخت است. وی با اشاره به برف‌گیر بودن اکثر محورهای ارتباطی شهرستان اقلید و توجه به افزایش رفاه اجتماعی ساکنان منطقه اضافه کرد: با توجه به مرکزیت شهر اقلید و به تبع آن تمرکز نسبی امکانات و خدمات در این شهر نسبت به شهرهای مجاور آن، وجود گردنه تیمارگون به‌ویژه در ماه‌های برف‌گیر سال مشکلات عدیده‌ای را از لحاظ دسترسی به امکانات خدماتی، بهداشتی، درمانی و آموزشی برای ساکنان منطقه ایجاد کرده است که با حذف گردنه تیمارگون علاوه بر کمک شایانی که به اهالی منطقه می‌شود افزایش رفاه اجتماعی ساکنان منطقه را نیز به همراه دارد. عشایری افزود: به بهره‌برداری از این طرح به دلیل کاهش طول مسیر محور اقلید - یاسوج سالانه در مصرف سوخت صرفه جویی بسیار و قابل توجهی می‌شود. قائم مقام وزیر راه و شهرسازی در ادامه هم‌چنین به ارائه برخی از مشخصات فنی این پروژه پرداخت و گفت: طول این تونل ۲ هزار و ۶۱۰ متر، عرض راه‌های طرفین تونل ۱۱ متر، عرض تونل هشت متر، دهانه‌های شمالی و جنوبی جاده ارتباطی طرفین تونل به ترتیب ۹۷۷ متر و ۶۲۰ متر است. عشایری ابراز داشت: حفاری این تونل با تمام سختی‌ها و ریزشی بودن و ساختار بد زمین شناسی، بدون هیچ‌گونه خطایی و براساس برنامه‌های صورت پذیرفته به اتمام رسید و بدون خطا دو طرف تونل

۱۵ کیلومتر تونل سازی و افتتاح ۶ ایستگاه کارنامه مترو در سال ۹۰

مدیرعامل شرکت مترو تهران و حومه گفت: میزان پیشرفت و توسعه مترو ۱۵ کیلومتر تونل‌سازی و افتتاح ۶ ایستگاه بوده است. هابیل درویش در گفتگو با خبرنگار مهر با بیان این که در سال گذشته میزان پیشرفت و توسعه مترو ۱۵ کیلومتر تونل‌سازی و افتتاح ۶ ایستگاه بوده است گفت: در حال حاضر ۴ دستگاه حفار تی‌بی‌ام به صورت همزمان در مسیرهای در دست ساخت مترو مشغول فعالیت هستند. وی با اشاره به اقدامات متروی تهران در سال گذشته گفت: تکمیل خط ۴ مترو و اتصال آن به خط تهران - کرج، راه اندازی آخرین ایستگاه‌ها از توسعه شمالی و جنوبی خط یک و ساخت تونل‌ها و ایستگاه‌های خط ۳ در دو بخش مرکزی و جنوبی، تداوم عملیات ساخت خط هفت در دو بخش غربی و شرقی با استفاده از دستگاه‌های حفار اتوماتیک TBM و آغاز عملیات اجرایی خط ۶ و ساخت بخشی از تونل‌های آن برخی از فعالیت‌های مترو در سال ۹۰ بوده است. درویش با بیان این که در سال ۹۰، حدود ۲ کیلومتر از خطوط مترو به انضمام یک ایستگاه از بخش جنوبی و نیز حدود ۲ کیلومتر با یک ایستگاه ویژه در شمالی‌ترین بخش خط یک پیش از موعد مقرر و با موفقیت به بهره‌برداری رسید گفت: در بخش غربی خط ۴ مترو از میدان آزادی تا رزم سبزه در تقاطع با خط ۵ به طول حدود ۴ کیلومتر که تست گرم این بخش هم در اواخر سال ۹۰ با موفقیت انجام گرفت که هم اکنون آماده بهره‌برداری رسمی از این بخش هم هستیم. وی اضافه کرد: در سال ۹۰ ایستگاه‌های شیخ الرئیس، شهید حبیب‌الله، پیروزی و استاد معین از خط ۴ مترو راه اندازی شد. همچنین در بخش زیر ساخت، ساخت ۱۵ کیلومتر تونل آماده ریل‌گذاری از خطوط ۳، ۶ و ۷ مترو که در سال‌های آینده پس از تکمیل ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار خواهد گرفت که قابل توجه است. درویش با بیان این که بخش میانی خط ۳ مترو از چهارراه ولی عصر (عج) تا مصلائی تهران به طول ۷ کیلومتر با ۲ ایستگاه شهید دکتر بهشتی و چهارراه ولی عصر (عج) مقرر بود تا پایان سال ۹۰ به بهره‌برداری برسد که به علت عدم امکان انجام فاینانس و عدم تامین اعتبار از صندوق توسعه ملی و همچنین عدم تخصیص ۱۰۰ درصدی اعتبارات مصوب و با توجه به نواسانات به وجود آمده در بازار ارز این پروژه‌ها به تأخیر افتاد گفت: اما با تلاش شبانه‌روزی پرسنل شرکت مترو، این بخش نیز به‌زودی و با اندکی تأخیر راه‌اندازی می‌شود. مدیرعامل شرکت مترو تهران و حومه با اشاره به ورود ۳۸۸ دستگاه واگن به کشور در سال ۱۳۹۰ گفت: سال گذشته رکورد احداث تونل مکانیزه در ایران بود و از صبح چهارشنبه ۱۹ بهمن تا صبح پنج‌شنبه ۲۰ بهمن ۳۶، متر تونل در مدت ۲۴ احداث شد. سال ۹۰ سال رکود شکنی خط ۷ مترو در تونل سازی نیز بود، چرا که در این خط با احداث ۴۰/۵ متر تونل در یک شبانه‌روز رکورد حفر تونل نیز شکسته شد.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۰۱/۲۳

به یکدیگر متصل شد و هم‌اکنون نیز مابقی عملیات احداث تونل در دست اجرا است. وی در پایان با اشاره به شاخصه‌های دیگر این تونل ادامه داد: تونل ابوالصالح‌المهدی (عج) علاوه بر دارا بودن موقعیت استراتژیک و نقش موثری که در رونق اقتصادی و اجتماعی منطقه، کاهش تلفات و تصادفات جاده‌ای و هم‌چنین افزایش رفاه مردم دارد، از نظر معماری نیز دارای شاخصه‌های منحصر به فردی است. پروژه اصلاح راه و احداث تونل ابوالصالح‌المهدی (عج) در شهرستان اقلید با هدف حذف گردنه تیمارگون اجرا شده که علاوه بر حذف نقاط حادثه‌خیز این گردنه، موجب کوتاه شدن مسیر فعلی نیز می‌شود.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۰۲/۰۱

با احداث ۲ تونل مسیرهای لامرد-شیراز-۱۷ کیلومتر کوتاه می شود

مدیرکل راه و شهرسازی لرستان گفت: با بهره برداری از تونل های گردنه چاه شور و بالنگستان، طول مسیر شهرستان های لامرد-شیراز و لرستان-لامرد ۱۷ کیلومتر کاهش می یابد. حسن فدائی در گفت و گو با خبرنگار فارس در لرستان اظهار داشت: حذف گردنه های خطرناک و صعب العبور شهید باقری و بالنگستان در مسیرهای لامرد-شیراز-لار، از جمله مزایای ساخت این دو تونل است. وی اضافه کرد: در حال حاضر ۳ هزار و ۵۰۰ متر حفاری دو تونل در محورهای لامرد-خنج-شیراز و لار-لامرد در دست اجرا است. مدیرکل راه و شهرسازی لرستان با بیان اینکه اتصال به این شهرستان های بزرگ و مرکز استان فارس سبب توسعه این مناطق می شود، گفت: توسعه و پیشرفت در بخش حمل و نقل، مستمر و اقتصادی است و پایه گذار توسعه در سایر بخش ها می شود. فدائی با اشاره به حادثه خیز بودن گردنه های شهید باقری و بالنگستان محور موجود لامرد-خنج به طول تقریبی ۱۳۵ کیلومتر و با مشخصات راه فرعی و گردنه هایی با قوس های متعدد و شیب طولانی را از محورهای خطرناک جنوب کشور برشمرد. این مقام راه و شهرسازی تصریح کرد: این راه فرعی به اصلی تبدیل می شود تا مشکلات موجود برطرف شود. فدائی همچنین گفت: اعتبارات این دو طرح از محل اعتبارات این اداره کل و از مصوبات دور دوم سفر ریاست جمهوری به فارس تامین می شود. وی ادامه داد: با اتمام این دو تونل، مسیر محورهای لامرد-خنج-شیراز ۱۲ کیلومتر و لار-لامرد-پنج کیلومتر کاهش می یابد و تصادفات جاده ای نیز به حداقل می رسد. مدیرکل راه و شهرسازی لرستان در پایان ابراز داشت: با حذف گردنه های شهید باقری و بالنگستان عبور و مرور برای رسیدن به صنایع انرژی بر لامرد و کارخانجات زیردستی عسلویه به ویژه آلومینیوم سازی و سیمان آسان تر و کوتاه تر شده و همچنین توسعه در منطقه و سرمایه گذاری در میدانی گازی شانول، هما و تابناک امکان پذیر می شود. به گزارش فارس، تونل محور لامرد-خنج-شیراز ۲ هزار و ۶۵۰ و تونل بالنگستان به طول ۸۵۰ متر بوده که عملیات اجرایی آن آغاز شده است.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۰۲/۱۰

بهره برداری از تونل سوم انتقال آب کوهرنگ امسال اتفاق می افتد

فرماندار شهرستان کوهرنگ از بهره برداری تونل سوم انتقال آب کوهرنگ در سال جاری خبر داد. به گزارش خبرگزاری فارس از شهرکرد، یدالله خالیدی در بازدید مشاور ویژه رئیس جمهور از تونل سوم انتقال آب کوهرنگ اظهار داشت: با توجه به این که این تونل فعالیت خود را از سال ۷۳ آغاز کرده است هم اکنون از پیشرفت فیزیکی مطلوبی برخوردار نیست. وی افزود: تونل سوم انتقال آب کوهرنگ مشکل اعتباری دارد که باید هرچه سریع تر برای رفع این مشکل چاره اندیشی شود. خالیدی با اشاره به پیشرفت ۹۹٫۷ درصدی تونل سوم انتقال آب کوهرنگ مشکل گفت: این پروژه با مشکل ریزش شن و لای مواجه شده ولی مسئولان با همت و تلاش شبانه روزی خود در تلاش هستند که این پروژه را تا پایان سال جاری به بهره برداری برسانند. فرماندار شهرستان کوهرنگ با بیان این که سد بیدگان در انتهای تونل سوم انتقال آب کوهرنگ احداث می شود، افزود: کار مطالعاتی این طرح اتمام شده، و به زودی فعالیت اجرایی آن آغاز می شود. خالیدی ادامه داد: مشکل احداث سد بیدگان تملک زمین های مردم است، که به زودی برای رفع این مشکل چاره اندیشی می شود. وی اظهار داشت: تونل سوم کوهرنگ برای تأمین قسمتی از کمبود آب منطقه مرکزی ایران احداث می شود. خالیدی با بیان این حدود ۷۰ متر از تونل سوم کوهرنگ به دلیل مشکلات فنی در شرایط پیشرفت مناسب نیست، تصریح کرد: برای پیشبرد کار از توان متخصصان خبره استفاده شده است. شایان ذکر است تونل سوم انتقال آب کوهرنگ در نزدیکی شهر چلگرد قرار دارد و از سال ۷۳ فعالیت خود را شروع کرده و ۲۵۰ میلیون متر مکعب آب را انتقال می دهد.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۰۲/۱۰

طولانی ترین تونل غرب کشور در ایلام ۳۰ درصد پیشرفت فیزیکی دارد

مدیرکل راه و ترابری استان ایلام گفت: طولانی ترین تونل غرب کشور با ۳۰ درصد پیشرفت فیزیکی در استان ایلام در حال اجراست. رضا سلیمانی در گفتگو با خبرنگار مهر اظهار داشت: در استان ایلام سه هزار و ۷۶۷ کیلومتر راه شامل ۳۱ کیلومتر بزرگراه، ۶۳۵ کیلومتر راه اصلی، ۸۴۳ کیلومتر راه فرعی، یک هزار و ۷۷۰ کیلومتر راه روستایی، ۴۵۵ کیلومتر راه مرزی و ۲۷ کیلومتر سایر راه ها وجود دارد. وی با اشاره به کوهستانی بودن استان افزود: هزینه احداث هر کیلومتر راه در استان به طور میانگین ۱٫۵ میلیارد تومان است و ارزش ریالی راه های استان، سرمایه ای معادل ۵ هزار میلیارد تومان است. این مسئول بیان داشت: یکی از مهمترین طرح های در دست اقدام اداره کل راه و ترابری استان ایلام بزرگترین تونل غرب کشور با ۳۰ درصد پیشرفت فیزیکی است. وی ادامه داد: این تونل که به تونل قلاجه معروف است، دو و نیم کیلومتر طول دارد. رضا سلیمانی پیش بینی کرد: این طرح راه سازی بهمن ماه امسال به بهره برداری برسد. به گفته مدیرکل راه و ترابری استان برای اجرا و ساخت این طرح به طول ۲۵۰۰ متر طول، ۲۷۰ میلیارد ریال اعتبار نیاز است. سلیمانی با اشاره به اینکه این طرح به منظور حذف نقاط حادثه خیز و کوتاه تر شدن مسیر ایلام-کرمانشاه اجرا می شود، گفت: با بهره برداری از این طرح مسیر استان ایلام به کرمانشاه ۱۲ کیلومتر کوتاه تر می شود.

خبرگزاری مهر

۹۱/۰۱/۲۷

لایروبی و شستشوی تونل و ایستگاه های خط ۴ مترو

معاون حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران با بیان اینکه لایروبی و شستشوی ایستگاه های خط ۴ مترو در حال انجام است گفت: بیشترین خسارات سیلاب اخیر در مترو به تجهیزات الکترونیک بوده که جایگزینی تجهیزات و قطعات جدید در دست اجراست. به گزارش خبرگزاری مهر، جعفر تشکری هاشمی با بیان این که لایروبی و شستشوی تونل ها و ایستگاه های بخش غربی خط ۴ توسط عوامل خدمات شهری با سرعت در حال انجام است، گفت: بیشترین میزان گل و لای را در ایستگاه استاد معین شاهد هستیم که نیروهای خدمات شهری در تلاش برای پاکسازی و شستشوی کامل این بخش از مترو هستند. وی ادامه داد: خوشبختانه به خاطر ساخت و ساز مناسب و استاندارد مترو، جاری شدن سیلاب به داخل شبکه مترو، خسارتی را به ابنیه و سازه خط ۴ وارد نکرده و بیشترین خسارت به تجهیزات الکترونیکی وارد شده است. معاون شهردار تهران با بیان اینکه میزان خسارات وارد شده حدود ۲۱ میلیارد تومان ارزیابی شده است گفت: کلیه تجهیزات آسیب دیده در ایستگاه های خط ۴ مترو در حال نوسازی هستند و همچنین بخش عمده ای از پله برقی ها در این ایستگاه ها راه اندازی شده اند. وی تصریح کرد: در تلاشیم که تا پایان هفته شرایط را برای خدمات رسانی مجدد توسعه غربی خط ۴، حد فاصل میدان انقلاب تا میدان آزادی را فراهم سازیم. شایان ذکر است مجتبی عبدالهی معاون خدمات شهری شهرداری تهران نیز در این باره اظهار کرد: تقریباً تمامی آبی که وارد شبکه مترو شده بوده، تخلیه شده و اکنون در حال تخلیه گل و لای و لایروبی از تونل و ایستگاه های خط ۴ مترو هستیم.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۲/۳



شهر جدید علوی رونق می گیرد/ تونل ۱۹۰۹ متری در حال احداث است

مدیرکل راه و شهرسازی هرمزگان گفت: شهر جدید علوی با توجه به اعلام آمادگی سرمایه گذاران جدید رونق خواهد گرفت. به گزارش خبرنگار مهر، مهدی زند وکیلی در حاشیه بازدید معاون وزیر راه و شهرسازی از شهر جدید علوی بیان داشت: شهر جدید علوی که بیش از دو دهه از احداث آن می گذرد به دلیل بعد مسافت و مشکلات ساختاری نتوانسته به عنوان یک شهر، رونق چندانی داشته باشد. وی با اشاره به طرح های در دست اجرای این اداره کل برای خروج از رکود و احیای شهر جدید علوی گفت: با هدف کاهش مسافت و سهولت دسترسی شهر علوی به صنایع غرب بندر عباس، تونل هزار و ۹۰۹ متری در حال احداث است که تاکنون ۴۸۸ متر از طرف دهانه ورودی و ۷۸۰ متر از طرف دهانه خروجی سمت پالایشگاه بندرعباس حفاری شده است که با بهره برداری از این تونل فاصله شهر جدید تا بندر عباس حدود ۲۰ کیلومتر کاهش می یابد. زندیه وکیلی با اشاره به آغاز عملیات اجرایی ۲۰۰ واحد مسکونی ویلایی کارگری از بهره برداری پروژه آب شیرین کن این شهر در آینده بسیار نزدیک خبر داد. شهر جدید علوی در منطقه کشار، در ۴۳ کیلومتری غرب بندرعباس قرار گرفته است.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۲/۲۰

اتمام عملیات بتن ریزی تونل نیایش تا پایان شهریور

معاون فنی و عمرانی شهرداری تهران گفت: عملیات بتن ریزی تونل نیایش تا شهریور ماه امسال به پایان خواهد رسید. به گزارش خبرگزاری مهر، مازیار حسینی با بیان این مطلب اظهار کرد: در حال حاضر ۹ ست قالب در تونل نیایش، جهت انجام عملیات بتن ریزی به کار گرفته شده که به زودی این تعداد به حداکثر ۱۶ ست افزایش خواهد یافت. وی با بیان اینکه عملیات بتن ریزی تونل نیایش از ابتدای سال جاری آغاز شده است افزود: بتن ریزی تونل در چند جبهه کاری تعریف شده و تاکنون هزار و ۶۵۰ متر از تونل، تحت پوشش کامل بتن قرار گرفته است. معاون فنی و عمرانی شهرداری در ادامه گفت: اگر کار با همین روند پیش رود، در خرداد و تیرماه سال جاری، عملیات بتن ریزی به اوج خود خواهد رسید و تا پایان شهریور ماه پایان خواهد یافت. حسینی با اشاره به اینکه بعد از اتمام بتن ریزی، فاز نهایی برای بهره برداری از تونل آغاز خواهد شد، خاطرنشان ساخت: تونل نیایش تاکنون پیشرفتی ۶۵ درصدی داشته و تلاش خواهد شد طبق برنامه ریزی انجام شده در ۲۲ بهمن ماه سال جاری تونلی امن تحویل شهروندان شود. وی تصریح کرد: طبق شرایط عمومی پیمان، هر پروژه عمرانی در شرایطی که میزان پیشرفت آن به بیش از ۹۷ درصد برسد، امکان تحویل موقت کار و بهره برداری از آن وجود خواهد داشت و با تکمیل چک لیستهای کنترلی لازم، رفع نواقص جزئی احتمالی در حد فاصل تحویل موقت تا تحویل دائم، توسط پیمانکار به انجام خواهد رسید. اما کیفیت و کنترل روند کار در تونل نیایش به گونه ای سازمان یافته که کاری بی نقص تحویل شهروندان شود.

خبرگزاری مهر

۹۱/۰۲/۲۴

پیشروی ۱۹۰ متری دستگاه حفار TBM در پروژه احداث تونل کمکی کانال ابودر

مدیرعامل شرکت خاکریز آب گفت: طول حفاری تونل کمکی کانال ابودر به ۱۹۰ متر رسید. به گزارش خبرنگاری آریا به نقل از روابط عمومی معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران، مدیرعامل شرکت خاکریز آب ضمن اعلام این خبر افزود: دستگاه حفار TBM تاکنون ۱۹۰ متر طول از این تونل را با موفقیت حفاری و تعداد ۱۵۳ رینگ سگمنت پیش ساخته بتنی را در بخش حفاری شده نصب کرده است. مهندس امیرعباس بهاری با بیان اینکه با تلاش کارگاه تولید سگمنت، ۹۹۵ رینگ از سگمنت های بتنی موردنیاز تولید و ذخیره شده است، اظهارداشت: خوشبختانه با این میزان سگمنت ذخیره شده، برای افزایش سرعت حفاری و احداث تونل مانع اجرایی خاصی وجود ندارد. به گفته مدیر عامل شرکت خاکریز آب، پیشرفت کلی مراحل اجرایی در پروژه تونل کمکی کانال ابودر با اجرای عملیات تجهیز کارگاه، احداث شفت ورودی دستگاه حفار TBM، احداث سازه های جانبی و تولید سگمنت به حدود ۲۳ درصد رسیده و در روزهای آینده تلاش می شود تا سرعت عملیات حفاری به بالاترین میزان بازدهی خود یعنی ۱۰/۵ متر در روز برسد. گفتنی است تونل کمکی کانال ابودر، تونلی به طول ۴۴۰۰ متر است که ظرفیت انتقال ۴۲ مترمکعب آب در ثانیه را خواهد داشت. این تونل از مقابل بیمارستان نیروی هوایی ارتش در شرق بزرگراه بسیج آغاز و تا جنوب میدان بسیج ادامه می یابد.

خبرگزاری آریا

۱۳۹۱/۰۲/۲۵

۱۰ پل و ۹ تونل در محور هراز احداث می شود

معاون برنامه ریزی و اقتصاد حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی گفت: احداث بیش از ۱۰ دستگاه پل و ۹ تونل در سطح محور هراز در حال انجام است. به گزارش خبرنگار مهر، سید علی لطفی زاده در حاشیه بازدید از محور هراز در جمع خبرنگاران با ابراز رضایت از پیشرفت فیزیکی پروژه های در دست اجرا افزود: با توجه به حجم بالای تردد در سطح محور مذکور ضروری است که تعریض و ارتقا آن با شتاب بیشتری به اجرا درآید. وی افزود: وزارت راه و شهرسازی در تلاش است تا با تأمین و تخصیص اعتبار کافی و مناسب، تعریض و چهارخطه کردن این محور تاریخی را هر چه زودتر به اتمام برساند. لطفی زاده قول مساعدت و هرگونه تعامل و همکاری را در جهت تأمین اعتبار برای پروژه های اجرایی این محور داد و عنوان کرد: تعریض و چهارخطه شدن هراز می تواند نماد خدمت و توانمندی وزارت راه شهرسازی شود. معاون وزیر راه و شهرسازی به اتمام عملیات تعریض و ارتقاء ۳۴/۵ کیلومتر از محور هراز اشاره کرد و افزود: ۷۰ کیلومتر از عملیات تعریض و ارتقا این محور هم اکنون در دست اجرا است. لطفی زاده یادآور شد: علاوه بر عملیات تعریض، احداث بیش از ۱۰ دستگاه پل و ۹ دستگاه تونل در سطح این محور در حال انجام است. محور هراز از جاده های ترانزیتی کشور بوده که با پایتخت کشور در ارتباط است.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۰۲/۲۸

عملیات حفاری بلندترین تونل انتقال آب به تهران به پایان رسید

عملیات اجرایی حفاری تونل انتقال آب طرح آبرسانی به شهر تهران از سد تنظیمی امیرکبیر به عنوان بلندترین تونل انتقال آب به تهران با حضور مهندس "مجید نامجو" وزیر نیرو به پایان رسید. به گزارش سرویس اقتصادی آریا، طرح آبرسانی به شهر تهران از سد تنظیمی امیرکبیر به عنوان یکی از پروژه‌های طرح "مهر ماندگار" به منظور ایجاد سامانه انتقال جدید آب از منابع غربی تهران و امکان افزایش ظرفیت تصفیه آب آشامیدنی شهر تهران اجرا می‌شود. این طرح شامل دو بخش اصلی تونل انتقال آب به طول ۲۹/۵ کیلومتر و تصفیه خانه ششم تهران با ظرفیت کل ۱۵ مترمکعب در ثانیه (دو فاز مترمکعب در ثانیه) است که عملیات حفاری تونل با مجموع سرمایه گذاری یک هزار و ۳۰۰ میلیارد ریال به پایان می‌رسد. این تونل در دو قطعه حفاری شده است و زمان اجرای عملیات حفاری قطعه نخست از شمال شهرک راه‌آهن (تصفیه خانه ششم تهران) تا دره رودخانه کندر به طول ۱۶ کیلومتر را مردادماه ۸۳ تا مردادماه ۸۸ اعلام شده است. همچنین حفاری قطعه دوم تونل نیز به طول حدود ۱۳/۵ کیلومتر از مردادماه ۸۸ تا پایان اردیبهشت ۹۱ به طول انجامیده است. بر اساس این گزارش، ظرفیت انتقال آب این تونل را ۱۶ مترمکعب در ثانیه اعلام شده است. قرار است عملیات اجرایی تصفیه خانه ششم تهران نیز تا پایان امسال تکمیل شود. بر اساس این گزارش، این تصفیه خانه در راستای افزایش ظرفیت تصفیه آب و با توجه به افزایش نیاز آب آشامیدنی تهران و نیز فراهم کردن امکان آبرسانی به ارتفاعات بالاتر از سامانه‌های موجود کنونی بدون مصرف انرژی و کاستن از هزینه‌های بهره برداری در تراز حدود ۱۵۴۰ متر از سطح دریا در منطقه لتمان کن (شمال شهرک راه‌آهن) به ظرفیت مجموع ۱۵ متر مکعب در ثانیه در دو فاز ۷/۵ مترمکعب در ثانیه احداث می‌شود.

خبرگزاری آریا

۱۳۹۱/۰۳/۰۱

متروی پرند به هشتگرد امسال تکمیل می‌شود

وزیر راه و شهرسازی گفت: کار مداوم برای بهره برداری از متروی پرند در سه جبهه در حال انجام است و تا آخر خرداد زیرسازی آن تمام می‌شود. به گزارش واحد مرکزی خبر، نیکزاد با بیان اینکه به زودی روسازی و ریل گذاری متروی پرند به متروی تهران واگذار می‌شود افزود: سال گذشته ۳۰۰ میلیارد تومان به متروی تهران داده شد تا آنها هم هر چه سریعتر در اجرای سهم محوله اقدام کنند. وی با اشاره به اینکه متروی پرند در سه مقطع از تهران تا مرقد امام و از مرقد امام تا فرودگاه امام و از فرودگاه تا پرند در حال اجراست گفت: طول این طرح ۵۳ کیلومتر است که ۱۸/۵ کیلومتر آن را وزارت راه و شهرسازی اجرا می‌کند. وزیر راه و شهرسازی همچنین به بهره برداری از متروی هشتگرد در سال ۹۱ اشاره کرد و افزود: در هشتگرد زیرسازی تقریباً در حال تکمیل شدن است اما برخی از دستگاه‌های دولتی که به آنها زمین واگذار کرده بودیم در مسیر گذر خط مترو مانع شدند، که باعث کندی روند کار شد. نیکزاد گفت: با همکاری استاندار البرز کار در حال اتمام است و برای روسازی متروی هشتگرد کار با مجوز دولت به پیمانکاری واگذار شده است.

جام جم آنلاین

۱۳۹۱/۰۳/۲۹

پیشرفت ۵۰ درصدی تونل امیرکبیر / پایان فعالیت‌های عمرانی تابستان امسال

مدیر پروژه تونل امیرکبیر با اشاره به اتمام مرحله خاکبرداری تونل امیرکبیر گفت: ۳۷۰ هزار متر مکعب حجم عملیات خاکبرداری این پروژه بوده و تا پایان تابستان عملیات عمرانی آن به اتمام می‌رسد. شهرام قلی‌نژاد در گفتگو با خبرنگار مهر با بیان اینکه تونل امیرکبیر سومین تونل بزرگ شهری است که تا کنون بیش از ۵۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است گفت: این تونل در شرق بازار تهران و در حدفاصل سه راه امین حضور و بزرگراه امام علی قرار گرفته و در ادامه زیرگذر موجود در حال احداث است. تونل امیرکبیر بعد از گذر از زیرخیابان ۱۷ شهریور، خیابان شکوفه به میدان کلانتری رسیده و در امتداد خیابان درودیان ادامه مسیر داده است و در نهایت به بزرگراه امام علی می‌رسد. مدیرپروژه تونل امیرکبیر ادامه داد: عملیات اتصال این تونل به بزرگراه امام علی (ع) در حال اجرا است. وی با بیان این که این تونل ۱،۷ کیلومتر طول دارد گفت: تونل امیرکبیر در محدوده مناطق ۱۲ و ۱۴ شهرداری تهران قرار داشته و برای احداث آن نیاز به بیش از ۱۷۰ هزار مترمکعب حفاری زیرزمینی و ۱۲۶ هزار مترمکعب بتن‌ریزی شده است. قلی‌نژاد ادامه داد: این پروژه در بخش‌هایی در مرحله بتن‌ریزی و عملیات واترپروفینگ است. وی از پیشرفت ۹۵ درصدی پروژه در حدفاصل سه راه امین حضور تا خیابان هفده شهریور خبر داد و گفت: در بخش حدفاصل شرق و غرب خیابان هفده شهریور، حفاری و لاینینگ کف تونل دوقلو به طول ۷۰ متر انجام شده و لاینینگ سقف تونل جنوبی به همراه سیستم واترپروفینگ تونل شمالی در حال اجرا است. مدیرپروژه تونل امیرکبیر با بیان این که در بخش حدفاصل خیابان هفده شهریور تا خیابان شکوفه که ۲۲۰ متر طول را شامل می‌شود، سازه زیرگذر و طبقه منفی ۳ پارکینگ در حال احداث است گفت: این بخش از پروژه شامل زیرگذر، پارکینگ طبقاتی و مجتمع تجاری است که در حال مکاتبات با منطقه برای کاربری‌ها هست.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۰۳/۱

تونل نیایش در انتهای مسیر

با اجرای عملیات لاینینگ‌نهایی در حدود ۲۶۰۰ متر طول از تونل‌های اصلی پروژه احداث تونل نیایش، پیشرفت فیزیکی این طرح عظیم شهری به مرز ۷۴ درصد رسید. به گزارش خبرگزاری آریا به نقل از روابط عمومی معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران، جانشین مجری طرح‌های تونلی سازمان مهندسی و عمران شهر تهران، ضمن اعلام خبر فوق افزود: تاکنون ۴۰ درصد از کل عملیات لاینینگ در تونل‌های اصلی پروژه تونل نیایش به اتمام رسیده و از این رو تمهیدات لازم برای سفارش و ساخت جت‌فن‌ها و تأسیسات الکترومکانیکال موردنیاز در این پروژه در حال انجام است. مهندس سیدمهدی پورهاشمی با بیان اینکه هم‌اکنون ۴۳۹۳ نفر در ۵۲ جبهه‌کاری پروژه احداث تونل نیایش مشغول فعالیت هستند، از افزایش تعداد نیروی انسانی به ۴۵۰۰ نفر تا پایان ماه جاری خبر داد و گفت: افزایش نیروی انسانی به‌موازات افزایش قالب‌های بتن‌ریزی نهایی از ۱۲ ست به ۱۴ ست انجام می‌شود و قالب‌های جدید هم‌اکنون در حال مراحل نهایی مونتاژ و آماده‌سازی است. گفتنی است بر اساس پیش‌بینی‌ها و با افزایش قالب‌های بتن‌ریزی نهایی به ۱۶ ست، این عملیات تا پایان شهریورماه به اتمام می‌رسد و از آن زمان سایر اقدامات اجرایی تونل نیایش که بیشتر مربوط به نصب و آزمایش تأسیسات موردنیاز می‌باشد، آغاز خواهد شد.

خبرگزاری آریا

۱۳۹۱/۰۳/۲۳

مروری بر تاریخچه ساخت راه آهن سراسری ایران

سیامک هاشمی (انجمن تونل ایران)
پیمان صدفی (کارشناس مهندسی معدن از دانشکده فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان)

چکیده

ایجاد راه آهن در ایران همواره یکی از آرزوهای بزرگ و ملی محسوب می شد. راه آهن سراسری نخستین بخش از شبکه راه آهن ایران را تشکیل می داد و پس از تکمیل این خط شمالی- جنوبی، کار ساخت خطوط شمال غرب و شمال شرق و توسعه راه آهن به تدریج ادامه یافت. مقاله حاضر تاریخچه ساخت راه آهن سراسری را به طور خلاصه مرور می نماید.



تاریخچه

مسیرهای ارتباطی برای ایران را مسیر بغداد، همدان، قزوین، تهران و مسیر تبریز، تهران، مشهد می‌دانست [۱]. در دوره ششم مجلس شورای ملی (۱۳۰۵ تا ۱۳۰۷) نیز دکتر محمد مصدق بهترین مسیر راه‌آهن را برای ترانزیت مال‌التجاره اروپا به آسیا مسیر غربی- شرقی از آذربایجان به زاهدان دانست [۲، ۳].

در نهایت طرحی که توسط مرتضی قلی خان هدایت (صنیع الدوله) مطرح شده بود توجه رضا شاه پهلوی را جلب کرد و در نهایت نیز مسیر شمالی- جنوبی به دلیل اهمیت ارتباط با دریای آزاد و امکان حمل محصولات به بازارهای جهان پیش از سایر خطوط ساخته شد. از سوی دیگر این مسیر امکان دسترسی به جنگل‌های مازندران برای تأمین تراورس (ریل‌بند) مورد نیاز را نیز فراهم می‌نمود.

برای اینکه این امر خطیر با سرمایه داخلی و بدون استمداد از بیگانگان صورت گیرد و از طرفی تحمل هزینه آن برای مردم ایران طاقت فرسا نباشد، قبل از شروع به ساخت راه‌آهن بنا به فرمان دولت وقت، قانون انحصار قند و شکر و چای وضع شد و در ۹ خرداد ۱۳۰۴ به تصویب مجلس شورای ملی رسید. به موجب این قانون مقرر

فکر ساخت راه‌آهن در ایران از اواسط قرن سیزدهم هجری شمسی و در زمان سلطنت ناصرالدین شاه قاجار مطرح شد. در آن زمان راه‌آهن به عنوان بهترین وسیله برای ترقی ایران شناخته شده بود. به ناصرالدین شاه پیشنهاد شد و شاه با کشیدن راه‌آهن از تهران تا حرم حضرت عبدالعظیم موافقت کرد. بالاخره در سال ۱۲۶۶ هجری شمسی راه‌آهن بین تهران و شهر ری به طول ۸۷۰۰ متر توسط شرکت بلژیکی "راه‌آهن و تراموای ایران" اجرا شد. این تراموای شهری به دلیل استفاده از زغال سنگ به عنوان سوخت به "ماشین دودی" معروف بود.

از همان زمان ساخت و توسعه راه‌آهن آرزویی بود که برآوردن آن نیز هدف بسیاری از رجال کشور شد و نحوه برآوردن آن زمینه سوء استفاده‌های متعددی را فراهم نمود [۱]. با وجود نظرات موافق و مخالف گوناگونی که در ارتباط با ساخت راه‌آهن مطرح می‌شد ولی در نهایت ساخت آن برای پیشرفت کشور ضروری شناخته



تصویر ماشین دودی

شد از هر سه کیلو قند و شکر، دو ریال و از هر سه کیلو چای، شش ریال مالیات اخذ شود و درآمد حاصل از آن صرف هزینه ساخت راه‌آهن سراسری شود.

در ۲۰ بهمن ۱۳۰۴ قانون نقشه برداری و ساختمان راه‌آهن از مجلس گذشت و پس از آن اداره راه‌آهن تأسیس شد. در ۴ اسفند ۱۳۰۵ مجلس قانون اجازه ساختمان راه‌آهن مابین خورموسی (بندر امام خمینی فعلی) - بندر شاهپور (پیشین) و بندر محمره (خرمشهر) و بندر جز (بندر گز) را تصویب کرد

[۴]. در ۲۳ مهر سال ۱۳۰۶ نخستین کلنگ ساختمان سراسری در محل فعلی ایستگاه تهران توسط رضا شاه پهلوی زده شد و از همان زمان ساخت راه‌آهن از سه نقطه جنوب، مرکز و شمال آغاز شد. طول کل خط سراسری از بندر ترکمن (در

شد. از سوی دیگر در رابطه با اولویت و مسیر مناسب برای راه‌آهن سراسری از زمان قاجار تا زمان اجرای آن نظرات متفاوتی مطرح شده بودند که بسیاری بیشتر جنبه سیاسی داشتند.

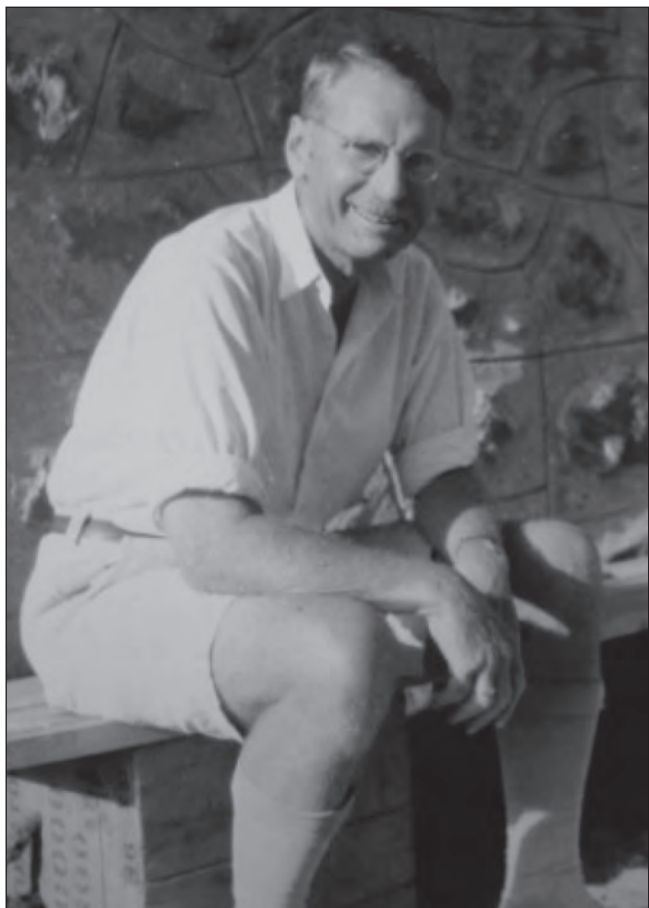
انگلیسی‌ها پیشنهاد ساخت راه‌آهنی را به احمد شاه قاجار دادند که در ادامه راه‌آهن بغداد- بصره نقطه مرزی "قری تو" در مرز ایران و عراق را به تهران و از آنجا به دریای خزر متصل کند. ولی احمد شاه راه‌آهنی را به نفع ایران می‌دانست که غرب کشور را به شرق آن وصل کند و زاهدان را از طریق اصفهان به تهران متصل کرده و از آنجا به اراک و کرمانشاه متصل شود [۱]. عباس اقبال آشتیانی نیز در سال ۱۳۰۲ مناسب‌ترین مسیر برای راه‌آهن را مسیر شرقی- غربی مطرح نمود و مهمترین

پل‌ها بود.

از دیگر افرادی که در این پروژه فعالیت داشتند لادیسلاوس فون رابسویچ (Ladislau von Rabcewicz - متولد ۲۲ خرداد ۱۲۷۲) بود که تحصیلاتش را در رشته عمران در شهرهای گراتس و وین گذرانده بود. وی از سال ۱۳۰۳ در پروژه‌های راه‌آهن و تونلسازی اتریش مشغول به کار شد و بین سال‌های ۱۳۰۷ و ۱۳۱۰ مدیر ساخت راه‌آهن آناتولی جنوبی بود. بین سال‌های ۱۳۱۱ و ۱۳۱۷ در ایران اقامت نمود و در چهار سال اول اقامتش در ساخت مسیر خط آهن شمال مشغول به فعالیت بود. در حین کار در این پروژه که شامل زیرسازی، ریل‌گذاری، خاک‌برداری و ساخت تونل‌ها و پل‌های متعددی بود، تجارب با ارزشی در زمینه ساخت و اجرای سازه‌های پل و تونل به دست آورد. وی در طول این مدت به طور مداوم با کارل ترزاقی استاد مشهور رشته مکانیک خاک دانشگاه وین در ارتباط بود. پس از آن تا سال ۱۳۱۷ مسئول امور تعمیر و نگهداری خطوط راه‌آهن سراسری ایران گردید. او که در زمان فعالیت در این پروژه متوجه فاصله زیاد مباحث نظری و عملی در تونلسازی شده بود اقدام به ثبت مشاهدات و تجربیات خود نمود و در مقالاتی متعددی تاریخچه راه‌آهن ایران، نحوه نقشه‌برداری از رشته کوه البرز جهت تعیین بهترین مسیر عبور راه‌آهن، تعیین مشخصات زمین‌شناسی منطقه، برآوردهای مالی برای مسیرهای مختلف پیشنهادی و بالاخره نحوه احداث تونل‌ها و ایستگاه‌ها را شرح داده است [۵، ۶، ۷، ۸]. پس از بازگشت به اتریش در وین به تدریس مشغول شد و به عنوان مشاور ساخت تونل‌های راه‌آهن نیز کار می‌کرد. در سال ۱۳۲۳ در کتاب "تنش توده‌های سنگ و ساخت تونل" پدیده تنش در توده‌های سنگ و نحوه تحلیل آن را تشریح نمود [۹]. اصول اولیه تونلسازی به روش جدید اتریشی (NATM) را در سال ۱۳۲۷ مطرح و ثبت نمود [۱۰]. وی در سال ۱۳۲۹ دکترای خود را از دانشگاه فنی گراتس اخذ کرد



مسیر اجرا شده راه‌آهن سراسری ایران



تصویر رابسویچ در زمان اقامت در ایران

شمال) تا بندر امام (در جنوب)، ۱۳۹۴ کیلومتر است.

عملیات ساخت راه‌آهن سراسری توسط سندیکای راه‌آهن که در ۱۷ تیر ۱۳۰۷ مرکب از سه شرکت آلمانی و یک شرکت آمریکایی تشکیل شده بود، آغاز شد. این سندیکا عملیات خاکی، بالاستریزی، نصب تراورس و ریلگذاری ۱۲۷ کیلومتر در شمال و ۲۵۰ کیلومتر در جنوب راه‌آهن سراسری را انجام داد. این فعالیت‌ها در مهر ماه ۱۳۱۰ به پایان رسید ولی چون پیشرفت کارها طبق برنامه نبود، سندیکا در این تاریخ منحل شد. از آن پس ساخت راه‌آهن را دولت خود به عهده گرفت و با کمک مهندسان سوئدی در شمال و آمریکایی در جنوب، کار را به مدت دو سال ادامه داد. پس از آن در اول خرداد ۱۳۱۲ ساختمان راه‌آهن به کنسرسیوم کامپساکس واگذار شد. شرکت دانمارکی کامپساکس سراسر خط را که ناتمام مانده بود به ۲۳ قطعه در شمال و ۲۰ قطعه در جنوب تقسیم کرد و آنها را به مناقصه گذاشت. هر بخش دارای طولی تا ۴۵ کیلومتر بود که از طریق مناقصه مذکور با قیمت مقطوع به شرکت‌های ایرانی و اروپایی واگذار شد. بیشتر فعالیت‌های شرکت‌های خارجی به صورت کار دست دوم به شرکت‌های ایرانی واگذار شد.

راه‌آهن سراسری در ۲۷ مرداد ماه ۱۳۱۷ به پایان رسید و دو خط شمال و جنوب در ایستگاه سمیه (فوزیه) به یکدیگر متصل و در روز ۴ شهریور ۱۳۱۷ با تشریفات ویژه‌ای به طور رسمی افتتاح و بهره‌برداری از آن شروع شد.

یورگن ساکسیلد (Jørgen Saxild) مدیر عامل شرکت کامپساکس در آن زمان مهندسان راه و ساختمان با تجربه را فراخواند تا راهی برای طراحی مسیر عبور از کوه‌های بلند و مرتفع البرز پیدا کنند. از جمله افرادی که در این پروژه فعالیت داشتند هاری هاکلین (Harry Hacklin) سوئدی بود که مهندس اداره نظارت ساختمان راه‌آهن و مسئول نقشه‌برداری بخش شمالی راه‌آهن سراسری و همینطور هانس ناتر (Hans Nater) سوئیسی که سرمهندس دایره ساختمان پل‌ها و مسئول طراحی

است. طول این تونل‌ها حدود ۶ درصد از طول کل خط می باشد. برای ایجاد این تونل‌ها ۳۳۰۰۰۰ متر مکعب کوهکنی و خاک‌برداری شده و یک میلیون متر مکعب عملیات ساختمانی و بنایی لازم شده است. برای حفر این تونل‌ها ۳۳۴ تن باروت و ۲۸۰۰ تن دینامیت به کار گرفته شده بود [۱۳، ۱۴].

پروفیل این تونل‌ها عموماً به شکل نعل اسبی می‌باشد. ارتفاع تونل‌ها از سطح ریل ۵/۶۵ متر و عرض آنها در قسمت‌های مستقیم تونل ۵/۲۰ و در پیچ‌های داخلی تونل (که شعاع آنها ۲۵۰ متر است) به ۵/۵۰ متر می‌رسد.

برای عملیات اجرایی تونل‌ها با توجه به شرایط محلی، روش تونلسازی بلژیکی به عنوان مناسبترین و کم هزینه ترین روش انتخاب و به کار گرفته شد [۸، ۱۵]. از امتیازات این روش مدت زمان کوتاهتر نگهداری موقت با استفاده از چوب بست بود و نگهداری دائم نیز سریعتر اجرا می شود. در روش تونلسازی بلژیکی ابتدا دالانی در قسمت بالا در سرتاسر تونل حفر می‌شود. پس از آن حفاری را از دو طرف ادامه داده می‌شود تا حفاری شامل تمام بخش فوقانی شود و بلافاصله بتن‌ریزی و نگهداری سقف انجام می‌گیرد. آنگاه دیوارها را به صورت قطعه به قطعه با احداث چاه تا تراز کف آماده می‌سازند. چوب بست‌های به کار گرفته شده برای نگهداری سقف به خاک وسط تونل که برداشته نشده، تکیه داده می‌شود و این کار تا زمان پیشروی کامل تونل و اتمام ساخت دیوارها ادامه می‌یابد. پس از تکمیل این بخش از کار، خاک وسط برداشته شده و به عنوان آخرین مرحله از عملیات تونل‌سازی کف‌بند تونل ساخته می‌شود [۱۶].

پروفیل این تونل‌ها عموماً به شکل نعل اسبی می‌باشد. ارتفاع تونل‌ها از سطح پروفیل این تونل‌ها عموماً به شکل نعل اسبی می‌باشد. ارتفاع تونل‌ها از سطح ریل ۵/۶۵ متر و عرض آنها در قسمت‌های مستقیم تونل ۵/۲۰ و در پیچ‌های داخلی تونل (که شعاع آنها ۲۵۰ متر است) به ۵/۵۰ متر می‌رسد.

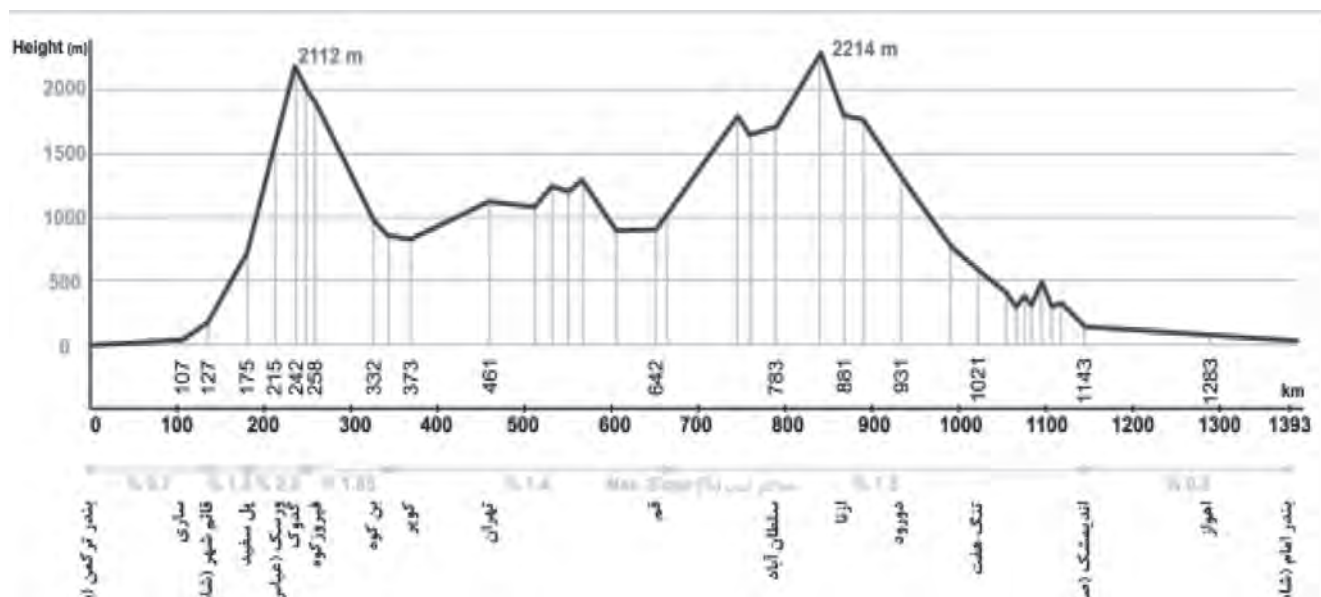
[۱۱]. در سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۳۷ به عنوان مشاور سازمان ملل در امور تونلسازی در ونزوئلا خدمت نمود. پس از آن در سال ۱۳۴۲ جزئیات روش NATM را در مقالهای تشریح کرد و تجربیات خود را با همکاری افرادی همچون لئوپولد مولر و فرانتس پاخر تکمیل نمود تا این روش تونلسازی به طور گسترده شناخته شده و به کار گرفته شود. وی هفت روز پس از دریافت نشان ویلهلم اکسرن به طور ناگهانی در ۲۸ آذر ۱۳۵۴ درگذشت.

مشخصات راه آهن سراسری ایران

در طول خط سراسری ۴۷۷۲ پل بزرگ و کوچک، آبروی طاقدار، و گذرگاه ساخته شده است که از این تعداد ۱۹۳۳ دستگاه به طول ۶۸۴۲ متر در خط شمال و ۲۸۳۹ دستگاه به طول ۱۸۵۳ متر در خط جنوب قرار دارند. در این مسیر ۹۰ ایستگاه ساخته شده که ۳۱ ایستگاه از ابتدای بخش شمالی تا تهران و ۵۹ ایستگاه از تهران تا انتهای خط در بخش جنوبی قرار دارند.

از کل مسیر راه آهن سراسری حدود ۱۵۰ کیلومتر آن در شمال و ۱۶۹ کیلومتر در جنوب از کوهستانهای صعب العبور می‌گذرد. اختلاف ارتفاع در بخش شمالی راه آهن سراسری از کم ارتفاعترین تا مرتفعترین نقطه مسیر حدود ۲۰۶۲ متر میباشد. مرتفعترین نقطه ای که خط راه آهن شمال از آن می‌گذرد موقعیت تونل ۲۸۸۰ متری گدوک در ارتفاع ۲۱۱۲ متری نسبت به سطح دریا می‌باشد. ارتفاع قله کوه در این محل ۲۲۱۵ متر نسبت به سطح دریا می‌باشد. ارتفاع نقطه پایانی خط راه آهن سراسری در بندر ترکمن (بندر شاهی) تنها ۵۰ متر است. مرتفعترین نقطه مسیر بخش جنوبی در نزدیکی ایستگاه نورآباد قرار دارد و دارای ۲۲۱۴ متر ارتفاع می‌باشد [۵، ۱۲].

در طول مسیر ۲۲۴ تونل ساخته شده که ۹۳ تونل آن بین قائمشهر (شاهی) و تهران و ۱۳۱ تونل آن در مسیر اندیمشک تا تهران قرار دارد. مجموع طول این تونل‌ها ۸۳۶۶۶ متر است که ۲۳۵۹۹ متر آن در شمال و ۶۰۰۶۷ متر آن در جنوب



خط شمال

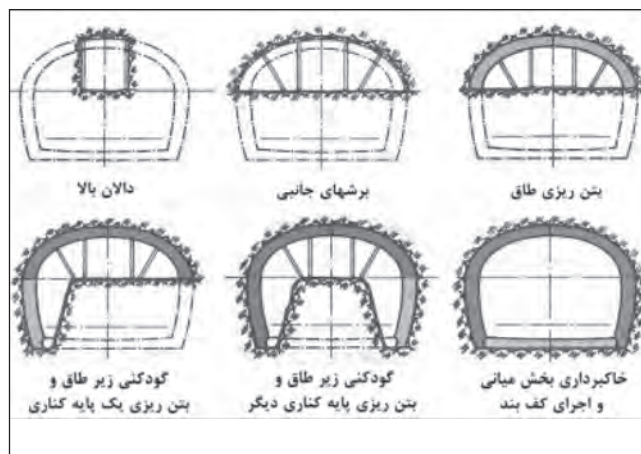
خط آهن شمال از بندر ترکمن آغاز و تا تهران ادامه می یابد و در طول مسیر از خاک مازندران عبور نموده و شهرهای بهشهر، ساری، قائم شهر و فیروزکوه را به یکدیگر متصل می سازد. این راه از گرگان تا قائم شهر از جلگه، و از قائم شهر به جنوب وارد تنگه پر نشیب دره شده و تا فیروزکوه، که حدود ۲۱۰۰ متر ارتفاع دارد، ادامه می یابد.

یکی از مشکل ترین بخشها در ساخت راه آهن سراسری، صعود از دامنه شمالی البرز بوده است. در دره تالار حداکثر شیب خط ۲۸ در هزار و سخت ترین قسمت راه آهن سراسری ایران است و به همین علت در این بخش از مسیر، تونل های متعددی حفر و پل های گوناگونی ساخته شدند.

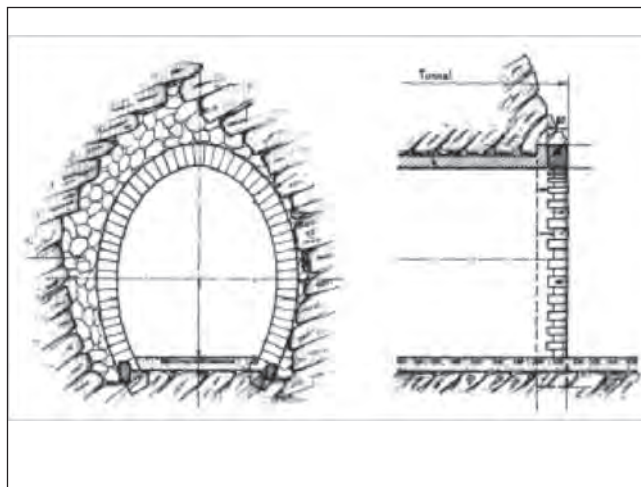
مسیر راه آهن در بخش شمالی بین پل سفید و فیروزکوه دارای اختلاف ارتفاعی در حدود ۶۰۰ متر می باشد که مسیر مارپیچ امکان چنین صعودی را برای قطارها فراهم می نماید و به همین دلیل از لحاظ مهندسی با جسورانه ترین پروژه های راه آهن کوهستانی اروپا در زمان خود مقایسه می شد.

بین ایستگاه های ورسک و دوگل در ارتفاعات مسیر، چشم انداز زیبایی از پل ها و تونل های راه آهن در سه ارتفاع مختلف و به موازات یکدیگر مشاهده می شود که مارپیچی برای صعود راه آهن از کوه را ایجاد کرده و به سه خط طلا معروف است. از مجموع تونلهای خط شمال، چهار تونل بیش از یک کیلومتر و نه تونل بیش از نیم کیلومتر طول دارند. تونل گسوک که ۲۸۸۷ متر طول دارد بلندترین تونل این مسیر است.

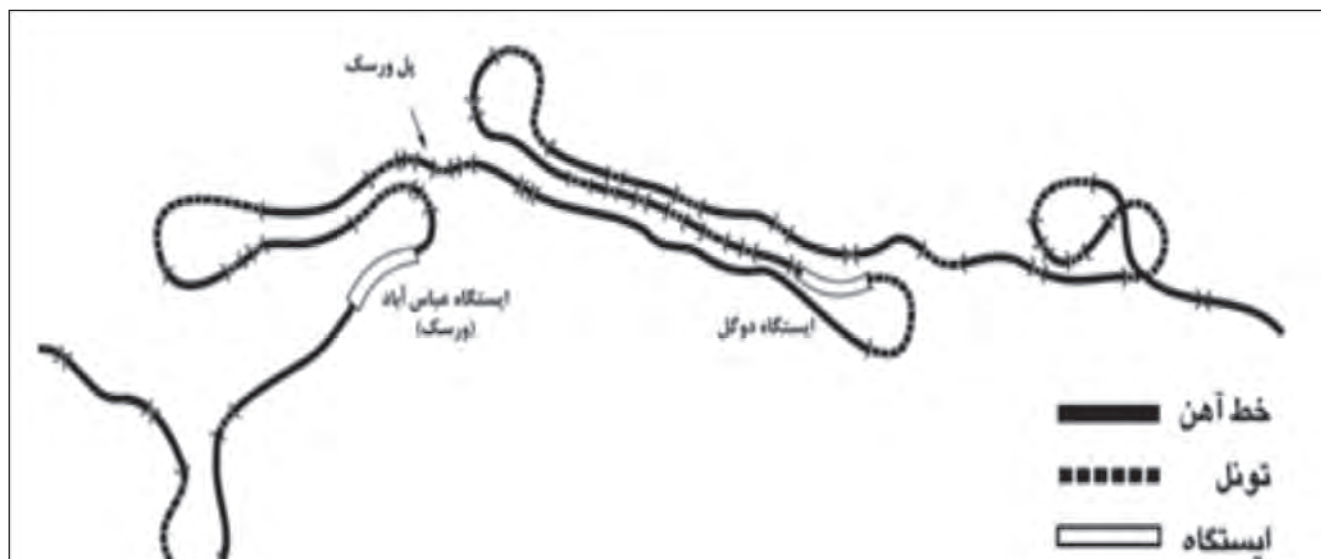
پل ورسک یکی از معروفترین پلهای مسیر خط آهن شمال می باشد که دارای ویژگی های منحصر به فردی است [۱۷]. این پل در دره ورسک واقع در ۸۵ کیلومتری جنوب قائم شهر - تهران در محور سوادکوه قرار دارد و راه آهن سراسری تهران - شمال را به هم متصل می نماید. ورسک روستایی در بخش سوادکوه در استان مازندران است که از جنوب به فیروزکوه، از غرب به شهرستان بابل، از شمال به قائم و از شرق به سمنان محدود می شود و پیش از احداث راه آهن بخشی از روستای عباس آباد بود. پل ورسک دو دامنه کوه عباس آباد را به یکدیگر متصل می نماید. دهانه قوسی پل ۶۶ متر، طول کل پل ۸۵ متر و ارتفاع آن از پایین دره ۱۱۰ متر است. ساخت پل در اواسط آبان ۱۳۱۳ آغاز و ساخت داربست آن در اواسط اردیبهشت ۱۳۱۴ به پایان رسید. سازه پل در سال ۱۳۱۵ تکمیل شد و در روز ۴ اردیبهشت ۱۳۱۵ طی مراسمی همراه با مسیر راه آهن قائمشهر (شاهی) - فیروزکوه به طور رسمی افتتاح شد [۱۸].



اصول تونلسازی به روش بلژیکی



نقشه تیپ تونلهای مسیر راه آهن سراسری



در فاصله ۲۷ کیلومتری مسیر بین کیلومترهای ۲۱۰ و ۲۳۷ از مسیر بخش شمالی راه آهن سراسری، تعداد ۲۶ تونل با مجموع طول ۹۱۴۷ متر ساخته شده که طولانی ترین آن ۱۱۷۴ متر و کوتاه ترین آن ۱۸ متر می باشد.

ساخت مدل اولیه پل ورسک و خوشحالی او از تکمیل طرح و افتتاح آن درج شده است [۱۹، ۲۰].

یکی از موضوع‌های جالب در رابطه با پل ورسک وجود تونلی در زیر آن می‌باشد که به دلیل اینکه در معرض دید نیست، بسیاری از وجود آن بی اطلاع می‌باشند. در ژوئیه ۱۹۳۴ (تیرماه ۱۳۱۳) پس از چندین روز بارندگی، سیل ویرانگری در دره ورسک جریان یافت که منجر به تلفات انسانی و از بین رفتن خانه‌های روستائیان شد. این سیل پل پائین دره را که درست زیر پل راه آهن ورسک در حال ساخت بود نیز ویران نمود [۲۱]. به همین دلیل طراحان تصمیم گرفتند مسیر برگشت قطار به سمت ایستگاه ورسک را به زیر رودخانه دره ورسک منتقل کنند. سپس روی این تونل، کانل بزرگی برای هدایت آب رودخانه ساخته شد.

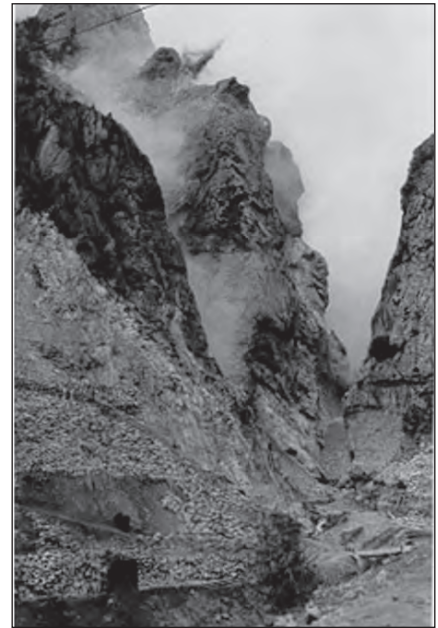
در مورد نام این منطقه و به ویژه پل ورسک نظرات مختلفی مطرح شده اند. به نظر برخی در بالادست این پل روستایی به نام ورسک قرار داشت که گفته می‌شود نام خود را از درختچه‌ای به نام "ورس" که در بالا دست دره ورسک می‌روید گرفته است. بعضی نیز عقیده دارند که نام پل از نام مهندس آلمانی اهل بوهم که در ساخت این پل شرکت داشته گرفته شده است. نام او ووسک بود که به ورسک مشهور شد. گفته می‌شود که مهندس آلمانی طراح پل هنگام عبور اولین قطار از روی آن، با اطمینان از پایداری پل به همراه خانواده‌اش زیر پل ایستاد. برخی این موضوع را به دلیل دست‌نخورده رضا شاه می‌دانند. این داستان که ابهت یک افسانه را پیدا کرده مورد قبول عده زیادی است ولی هیچ منبع معتبری این موضوع را تأیید نمی‌کند. در این ارتباط گزارش‌ها و مصاحبه‌هایی از زمان افتتاح پل منتشر شده‌اند که به این افسانه‌ها پایان می‌دهد. در این گزارش‌ها صحبت‌های آقای رابسویچ در رابطه با



آغاز ساخت داربست چوبی زیر پل ورسک



ارتباط کابلی میان دو سمت دره برای انتقال تجهیزات (پیش از ساخت پل ورسک)



عملیات آتشباری برای آماده سازی موقعیت پی پل ورسک



ساخت قالب قوسی پل ورسک



تونل و کانال زیر پل ورسک



تکمیل داربست چوبی و قالب قوسی پل

خط جنوب

بسیاری روبرو بودند. حتی دسترسی به این ناحیه امری دشوار بود و ایجاد مسیرهای دسترسی یکی از الزامات و پیش نیازهای اجرای پروژه بود. مسیر راه آهن سراسری از دهانه شمالی رودخانه سزار وارد فلات مرکزی ایران می شود و از شهرهای اراک (سلطان آباد پیشین) و قم عبور کرده و به تهران می رسد. در مجموع تعداد ۱۳۱ تونل در بخش جنوبی راه آهن سراسری ساخته شده اند که از این میان چهار تونل دارای طولی بیش از ۲ کیلومتر بودند و هفده تونل بیش از ۱ کیلومتر طول داشتند و درازای شش تونل نیز بالغ بر ۵۰۰ متر بوده است. بلندترین تونل در بخش جنوبی تونل تنگ چهار دره آبدیز به طول ۲۵۲۶ متر است.

از بندر امام (شاهپور پیشین) در کنار خلیج فارس، خط آهن مسافتی در حدود ۲۵۰ کیلومتر را به طور مستقیم از میان جلگه خوزستان عبور می نماید. از ابتدای اندیمشک (صالح آباد پیشین) در نزدیکی شهر دزفول رشته کوه های زاگرس آغاز می شوند. حدود ۱۵۰ کیلومتر از مسیر راه آهن از میان دره تنگ و در امتداد پر پیچ و خم رود دز (آبدیز) و رودخانه سزار میگذرد و از تونل ها و پل های متعددی عبور می نماید. در مسافتی به طول حدود ۲۲۰ کیلومتر از بخش جنوبی راه آهن سراسری که از میان کوه های زاگرس عبور می نماید، ۶۰ کیلومتر تونل ساخته شده که در زمینه ساخت خطوط راه آهن در جهان کم نظیر می باشد. مهندسان در این منطقه به ویژه در تنگه های لرستان و در میان رشته کوه های زاگرس با مشکلات توپوگرافی



ساخت تونلی به روش کند و پوش در بخش شمالی



عبور یکی از نخستین قطارها از روی پل ورسک



تکمیل سطح پل ورسک بر روی قالب قوسی

منابع

- [8] v. Rabcewicz, L., 1939, "Der Bau des Scheiteltunnels der Elburs-Nordrampe der Transiranischen Eisenbahn", Die Bautechnik, 17. Jahrgang, November 1939, Nr. 47/48, pp. 593-598.
- [9] v. Rabcewicz, L., 1944, Gebirgsdruck und Tunnelbau, (English: Rock Load and Tunneling), Springer-Verlag, Berlin.
- [10] v. Rabcewicz, L., 1948, Verfahren zum Ausbau von unterirdischen Hohlräumen, insbesondere von Tunneln. Patentschrift. Nr. 165573.
- [11] v. Rabcewicz, L., 1950, Die Hilfgewölbbauweise. Doctoral Thesis, Technische Hochschule Graz, Austria.
- [۱۲] روزنامه اطلاعات، ۱۳۱۷، شماره مخصوص به افتتاح جشن راه آهن ایران، شنبه صبح ۵ شهریور ۱۳۱۷، شماره ۳۵۸۲، سال سیزدهم.
- [۱۳] سعید نفیسی، ۱۳۴۵، تاریخ معاصر ایران - از چهارم اسفند ماه ۱۲۹۹ تا بیست و چهارم شهریور ماه ۱۳۲۰، کتابفروشی فروغی، چاپ شرق، تهران.
- [۱۴] روزنامه اطلاعات، ۱۳۱۷، عنوان خبر: "آیین با شکوه گشایش راه آهن سراسری کشور"، شنبه ۵ شهریور ۱۳۱۷، شماره ۳۵۸۳، سال سیزدهم.
- [15] Hochtief Nachrichten, 1938 "Der Bau der transiranischen Eisenbahn (Los 9)" Mitteilungen der Hochtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten, 11. Jahrgang, August-September, 1938.

- [۱] منوچهر احتشامی، ۱۳۸۷، راه آهن در ایران، (مجموعه از ایران چه می دانم؟ - شماره ۳۷)، چاپ سوم، دفتر پژوهش های فرهنگی، تهران.
- [۲] جلال متینی، ۱۳۷۸، "دکتر مصدق، راه آهن سراسری ایران و سلطان احمد شاه" فصلنامه ایران شناسی، بهار ۱۳۷۸، شماره ۴۱، صص ۱ تا ۳۵.
- [۳] جلال متینی، ۱۳۸۱، "مخالفت انگلیسی ها با راه آهن جنوب به شمال ایران" فصلنامه ایران شناسی، پاییز ۱۳۸۱، شماره ۵۵، صص ۴۶۷ تا ۴۷۸.
- [۴] احمد متین دفتری، ۱۳۸۱، "برگزیده ها: خاطراتی از احداث راه آهن"، فصلنامه ایران شناسی، پاییز ۱۳۸۱، شماره ۵۵، صص ۶۵۰ تا ۶۵۶.
- [5] v. Rabcewicz, L., 1941, "Einiges vom Bau der Transiranischen Eisenbahn", Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 96. Jahrgang, Februar 1941, Nr. 2/3, pp. 16-27.
- [6] v. Rabcewicz, L., 1938, "Die Nordrampe der Transiranischen Eisenbahn - Geologische Verhältnisse und Trassenführung (Teil 1)", Die Bautechnik, 16. Jahrgang, Juni 1938, Nr. 27, pp. 349-353.
- [7] v. Rabcewicz, L., 1938, "Die Nordrampe der Transiranischen Eisenbahn - Geologische Verhältnisse und Trassenführung (Teil 2)", Die Bautechnik, 16. Jahrgang, Juli 1938, Nr. 29, pp. 377-382.

[۱۹] روزنامه اطلاعات، ۱۳۱۵، عنوان خبر: "چند ساعت در فیروزکوه"، دوشنبه ۷ اردیبهشت ۱۳۱۵، شماره ۲۷۶۸، سال دهم.

[۲۰] روزنامه اطلاعات، ۱۳۱۵، عنوان خبر: "راه آهن ۲۰۶۲ متر اوج میگیرد"، جمعه ۱۱ اردیبهشت ۱۳۱۵، شماره ۲۷۷۲، سال دهم.

[21] Boisen, I., 1946, Banen skal bygges paa seks aar (English Translation: The track will be built in six years), Publisher: Nordisk Forlag A. Busck.

[۱۶] ابوالحسن بهنیا و کامبیز بهنیا، ۱۳۷۶، (ترجمه) روشهای کلی اجرا ۳ - بناهای زیرزمینی، نوشته ژاک ماتیوا و ژان فرانسوا بوگارد، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

[17] Boisen, I., 1965, Danmark og Iran gennem tiderne (English Translation: Iran and Denmark through the ages), Copenhagen: Kampsax.

[۱۸] روزنامه اطلاعات، ۱۳۱۵، عنوان خبر: "افتتاح و بازدید ۱۳۰ کیلومتر راه آهن بین فیروزکوه و شاهی"، شنبه ۵ اردیبهشت ۱۳۱۵، شماره ۲۷۶۶، سال دهم.



نقش طراحی و اجرای مقطع MII در حفاری بخش شرقی تونل نیایش به روش جدید تونل سازی اتریشی

شهنام بهنام ملک زاده^۱، کوروش شهریار^۲، کریم گنجه^۳، بابک رستمی^۴

چکیده: تونل نیایش به عنوان یکی از بزرگترین پروژه های تونلسازی در خاورمیانه، همواره با چالش های ویژه ای در زمان عملیات حفاری مواجه بوده است. در واقع ماهیت روش حفاری این تونل و نیازمندی های مرتبط با اجرای روش مورد استفاده در این پروژه، تجربیات بی سابقه ای را در راستای بومی سازی روش های حفاری تونل های شهری به روش جدید تونل سازی اتریشی در اختیار مهندسين، طراحان، پیمانکاران و مشاوران ایرانی قرار داده است. در کل حفاری مقاطع مختلف پروژه تونل نیایش با توجه به شرایط ژئوتکنیکی، ترافیکی و محدودیت های حفاری به زیرمجموعه های مختلفی تقسیم گردید. در واقع روش های حفاری و مراحل حفاری هر دریافت جزئی از کل تونل برای هر مقطع حفاری در مازول های مختلفی دسته بندی گردید. در کل نحوه حفاری، نوع تجهیزات نگهداری اولیه (لتیس ها)، نحوه ابزاربندی و رفتارنگاری در داخل تونل و در نهایت جابجایی های متناسب با هر مازول متفاوت بوده و چالش های ویژه ای را با خود به همراه داشته است. در این پروژه، با توجه به چالش های شناسایی شده در ارتباط با غالب مازول های اولیه ارائه شده در حین انجام عملیات حفاری، مازولی جدید جهت افزایش سرعت و راندمان حفاری ارائه گردید. این مازول (MAZOL MII) با توجه به چالش های شناسایی شده در ارتباط با مازول های قبلی و در راستای غلبه بر این چالش ها طراحی شده و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از رفتارنگاری های قبلی تحلیل و اصلاح گردید. در پایان حفاری تونل نیایش با استفاده از این مازول، وضعیت رفتارهای سطحی و زیرسطحی مورد ارزیابی واقع گردید و نتایج نشان داد که علاوه بر افزایش محسوس سرعت حفاری، رفتارهای رخ داده در داخل تونل و خارج از آن نیز تناقضی با حفاری با استفاده از این مازول نداشته و به عبارت دیگر مستقل از این نوع حفاری می باشد.

۱ دانشجوی دکتری مهندسی معدن گرایش استخراج دانشگاه صنعتی امیر کبیر Shahnam_b@hotmail.com

۲ استاد دانشکده معدن و متالوژی دانشگاه صنعتی امیر کبیر k.shahriar@aut.ac.ir

۳ مؤسسه حرا

۴ مؤسسه حرا

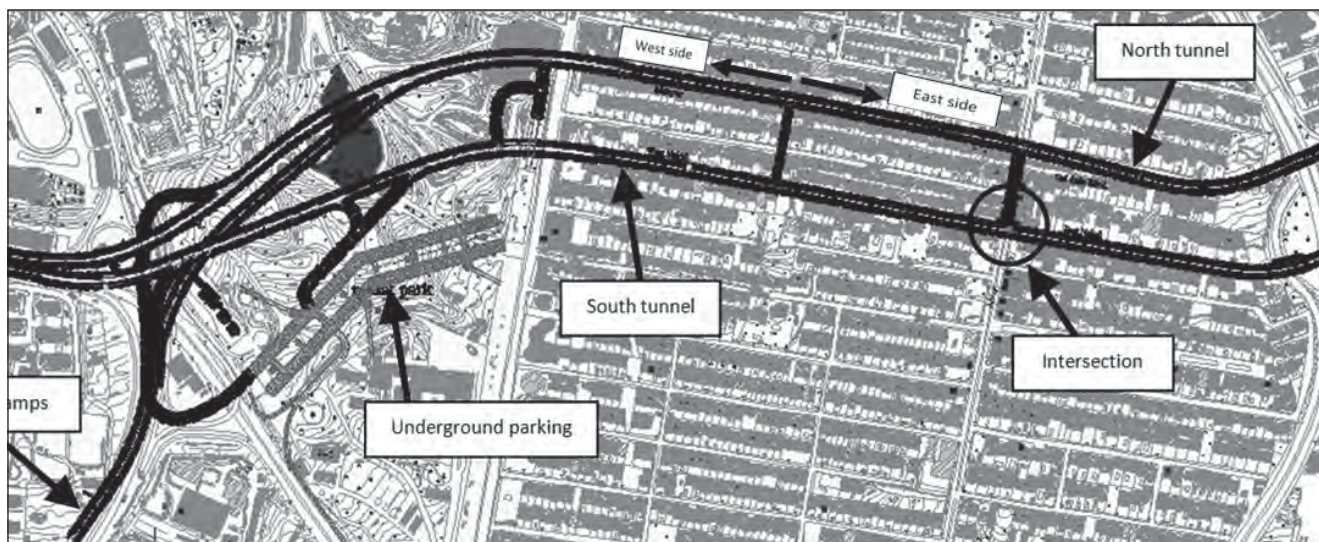


مقدمه

و سپس وارد محدوده‌ی خیابان ناهید شرقی در بلوار آفریقا شده و در انتهای بخش شرقی نیز از زیر خیابان ناهید غربی عبور می‌نماید. روش حفاری در این پروژه روش جدید تونلسازی اتریشی می باشد. ماژول‌ها و روش حفاری در این پروژه برای مقاطع مختلف متفاوت بوده و غالباً بر اساس عرض تونل و تحلیل‌های انجام گرفته در ارتباط با پایداری تونل صورت گرفته است (شکل ۲).

طراحی یک ماژول کاربردی: با توجه به شکل ۲ غالب مقاطع و ماژول‌های طراحی شده برای بخش شرقی تونل نیایش از دریافت‌های متعددی تشکیل شده است. حفاری این دریافت‌ها علاوه بر افزایش هزینه‌های حفاری (استفاده از لیس و شاتکریت بیشتر)، زمان حفاری را نیز به شدت تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش آن می گردد. همچنین ایجاد سهولت در عملیات حفاری تونل برای پیمانکاران می تواند در افزایش بهره وری و راندمان آنها نقش بسیار مهمی را ایفا نماید. البته لازم به ذکر است که مقاطع طراحی شده مذکور بر اساس شرایط بررسی شده طراحی و تحلیل گشته و ایجاد یک ماژول جدید بدون در نظر گرفتن ملاحظات باربری و طراحی و فقط با در نظر گرفتن کاهش چالش‌های مذکور منطقی و اجرایی به نظر نمی رسد. بنابراین ماژولی جدید به نام ماژول MII جهت غلبه بر چالش‌های موجود و با در نظر گرفتن ملاحظات مرتبط با وضعیت پایداری، طراحی گردید. در این راستا جهت

پیشرفت ترافیکی شهرهای رو به توسعه همواره در حال گسترش بوده و حفاری تونل‌ها به منظور عبور وسایل نقلیه و احداث خطوط مترو نیز بخشی از این روند می باشد. تونل‌های شهری غالباً در محیط‌های آبرفتی حفاری شده و دارای شرایط زمین شناسی ویژه ای می باشند. در واقع نوع کاربرد تونل‌های شهری، هندسه تونل، مسیر حفاری و قوس‌های آن، شرایط ژئوتکنیکی و زمین شناسی و تجهیزات مورد استفاده در فرایند حفر یک تونل از جمله عواملی هستند که نوع و روش حفاری یک تونل را رقم می زنند. پروژه تونل نیایش نیز با توجه به شرایط مسیر آن و موارد مرتبط با هندسه تونل و شرایط خاص زمین شناسی و ژئوتکنیکی، از این موضوع مستثنا نبوده و روش جدید تونلسازی اتریشی به عنوان روشی مناسب جهت حفاری آن انتخاب گردید. در این روش با توجه به مقاطع مختلف حفاری از ماژول‌ها و روش‌های مختلفی جهت انجام عملیات حفاری در بخش‌های مختلف تونل استفاده گردید. در ادامه با توجه به تجربیات حاصل از عملیات حفاری در ماژول‌های تعیین شده برای حفاری تونل، روشی جدید جهت غلبه بر چالش‌های شناسایی شده طراحی شد. بررسی نتایج این روش در ادامه توضیح داده شده است.



شکل ۱- نمایی از مسیر تونل نیایش

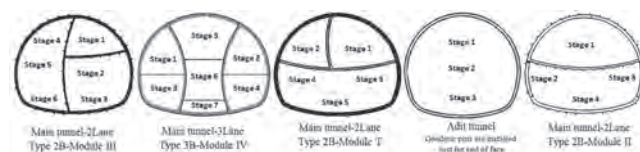
بررسی اصلاح روش اجرای تونل‌های دوخطه پروژه صدر-نیایش ابتدا مدل‌سازی عددی برای ۳ حالت وضعیت موجود، حفاری مقطع فوقانی با کف بندی و حفاری مقطع فوقانی بدون کف بندی با استفاده از پارامترهای ژئوتکنیکی موجود انجام و حالت بهینه انتخاب گردید. سپس با توجه به مقایسه نتایج ابزار دقیق نصب شده در تونل دسترسی به تونل شمالی با نتایج مدل‌سازی، پارامترها اصلاح و تدقیق شد. در نهایت بر اساس نتایج ابزار دقیق و عملکرد سیستم نگهداری نصب شده و با در نظر گرفتن وضعیت زمین روش اجرای جدید (ماژول MII) پیشنهاد گردید.

۳-۱- مدل‌سازی تونل شمالی

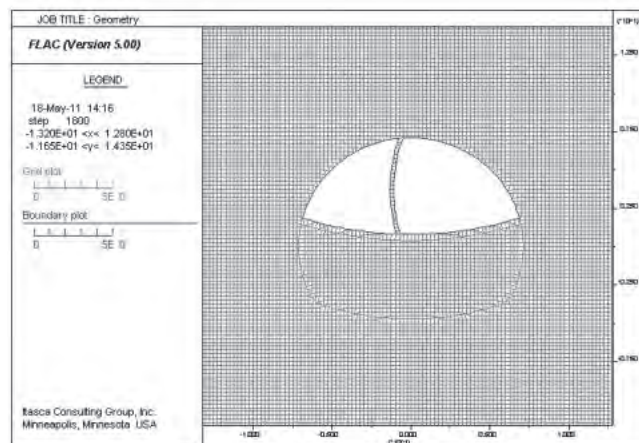
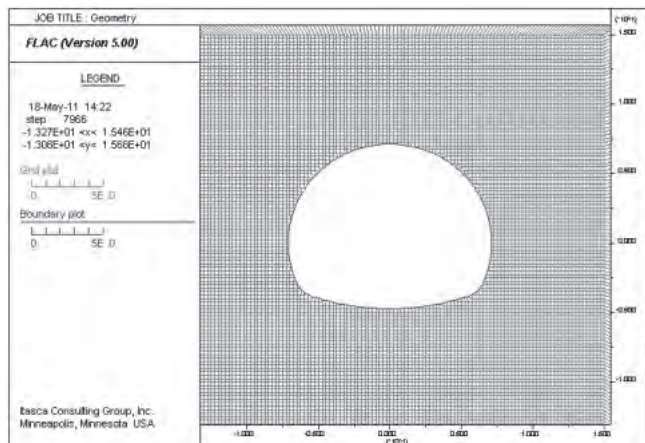
بر اساس مطالعات اولیه زمین‌شناسی، واحدهای خاکی مسیر تونل شامل گراول یا گلسنگ با سیمانی شده زیاد می‌باشد. با توجه به گمانه‌های حفاری شده و آزمایش‌های انجام گرفته مشخصات مقاومتی خاک دربرگیرنده تونل شمالی جهت مدل‌سازی عددی مطابق جدول ۱ می‌باشد. لازم به ذکر است که سیستم نگهداری اعمال شده در مدل‌سازی عددی شامل ۳۰ سانتیمتر شاتکریت همراه با ۲ لایه مش می‌باشد. با توجه به روش حفاری تونل شمالی، مقطع این تونل از نوع 2B و ماژول آن

مشخصات پروژه

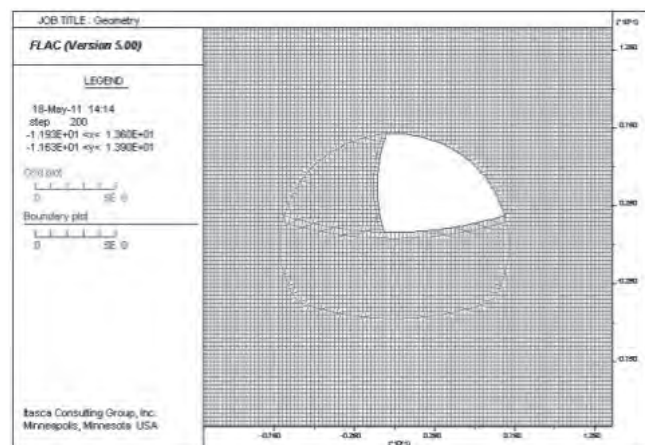
پروژه‌ی ارتباطی بزرگراه آیت‌الله صدر به بزرگراه نیایش به صورت دو تونل مجزای شمالی و جنوبی و در مجموع به طول حدوداً ۶ کیلومتر در محدوده‌ی شمالی تهران در حال اجرا است (شکل ۱). حفاری بخش شرقی این پروژه توسط موسسه‌ی حراء از قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) به عنوان پیمانکار در حال حاضر به اتمام رسیده است. تونل شمالی در بخش شرقی پروژه از مجاورت بزرگراه صدر-غرب آغاز شده و پس از عبور از زیر بزرگراه مدرس وارد محدوده‌ی خیابان گل‌آذین در بلوار آفریقا و سپس خیابان مهیار می‌شود. تونل جنوبی نیز از زیر اتوبان مدرس آغاز شده



شکل ۲- نمایی از برخی مقاطع اولیه حفاری تونل نیایش (بخش شرقی) و مراحل حفر آنها (ماژول‌های مختلف)



شکل ۳ هندسه مدل عددی ساخته شده - حفاری سمت راست بخش فوقانی (شکل سمت چپ) و حفاری سمت راست و چپ بخش فوقانی (شکل سمت راست)



شکل ۴ هندسه مدل عددی ساخته شده - حفاری کل مقطع - حالت موجود

ماژول MIII بوده است. بنابراین مراحل حفاری مطابق با مقطع ارائه شده در شکل ۲ جهت انجام عملیات مدلسازی در نظر گرفته شده است.

جدول ۱ پارامترهای خاک دربرگیرنده تونل دسترسی به تونل شمالی

زاویه اصطکاک داخلی ϕ (Deg)	مقاومت چسبندگی C (Kpa)	ضریب پواسان ν	مدول الاستیسته E (MPa)	وزن مخصوص γ (Kg/m ³)
۳۵	۳۵	۰/۳	۸۰	۱۸۰۰

هندسه مدل عددی ساخته شده با استفاده از نرم افزار FLAC تونل شمالی در شکل های ۳ و ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است با عنایت به اینکه مطابق دستورالعمل های اجرایی نصب سیستم نگهداری بلافاصله پس از حفاری هر مقطع انجام خواهد شد، لذا طبق رابطه panet ۳۰٪ از همگرایی نهایی هر مقطع قبل از نصب سیستم نگهداری مستهلک شده است تا بدین ترتیب شرایط واقعی ترخیص تنش قبل از نگهداری در طراحی اعمال گردد.

۳-۲- تحلیل برگشتی تونل شمالی

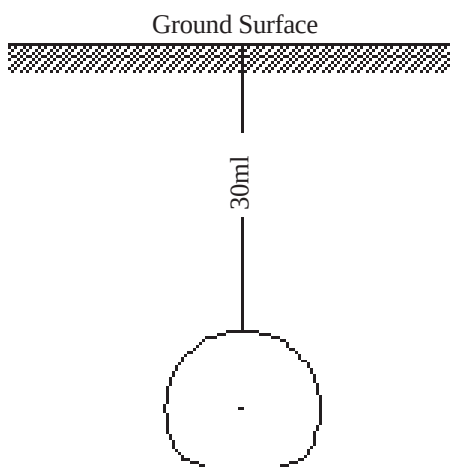
جهت انجام تحلیل برگشتی از تونل دسترسی به سمت تونل شمالی و نتایج حاصل از رفتارنگاری این تونل استفاده گردید. با توجه به پروفیل مسیر تونل دسترسی حداکثر مقدار روباره حدود ۳۰ متر می باشد (شکل ۵) که به عنوان بحرانی ترین مقطع در محاسبات عددی اعمال شده است.

لازم به توضیح می باشد که پارامترهای استفاده شده در نرم افزار FLAC از جدول ۱ استخراج شده است. مراحل مدل سازی عددی تونل دسترسی به تونل شمالی با استفاده از نرم افزار FLAC به شرح زیر می باشد:

۱- حفاری کامل بخش فوقانی در یک مرحله
۲- نصب ۳۰ سانتیمتر شاتکریت به عنوان سیستم نگهداری دیواره ها و سقف بخش فوقانی
۴- کف برداری

۵- نصب سیستم نگهداری (۳۰ سانتیمتر شاتکریت به همراه ۲ لایه مش)
دیواره های بخش کف

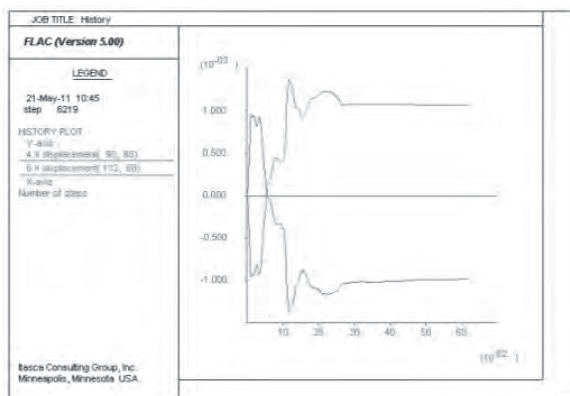
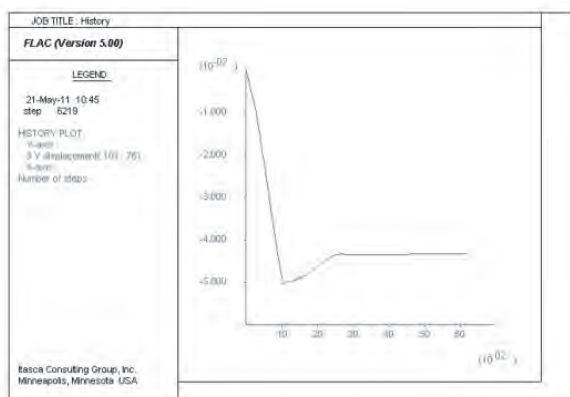
۶- اعمال شاتکریت به ضخامت ۳۰ سانتیمتر جهت کف بندی نهایی



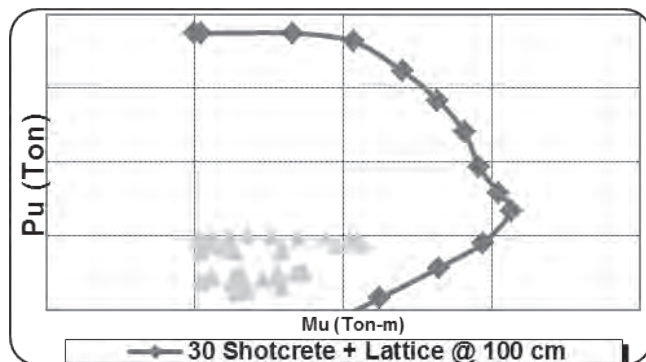
شکل ۵ موقعیت قرار گیری تونل دسترسی به تونل شمالی نسبت به سطح زمین در عمیق ترین مقطع

هندس مدل عددی ساخته شده تونل دسترسی به تونل شمالی در شکل ۶ نشان داده شده است. همچنین بردارها و کنتورهای جابجایی در اطراف در شکل ۷ ارائه شده است. شکل ۸ نیز نشان دهنده نمودارهای جابجایی سقف و دیوارهای راست و چپ تونل می باشد.

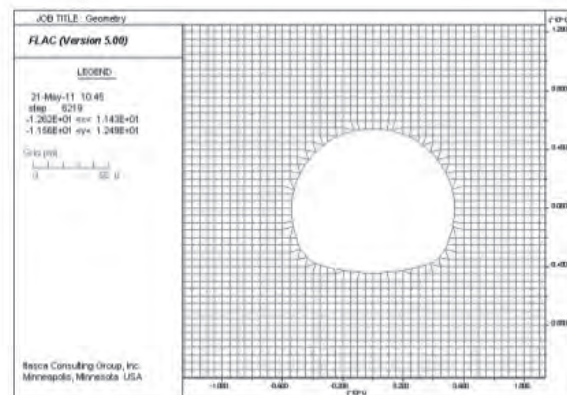
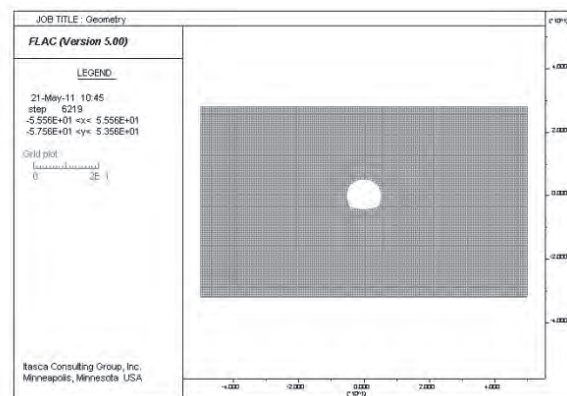
جهت کنترل سازه‌ای، از نمودار اندرکنش مقطع معادل شاتکریت و لتیس استفاده شده است. در شکل ۹ نمودارهای اندرکنش شاتکریت به ضخامت ۳۰ سانتیمتر و لتیس به فواصل ۱ متر نشان داده شده است. مطابق این نمودار مقطع معادل شاتکریت و لتیس در مقابل بارهای ناشی از تنش‌های القایی جدار تونل پایدار خواهد بود.



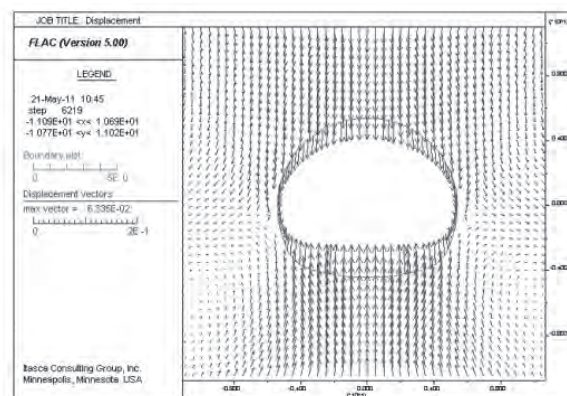
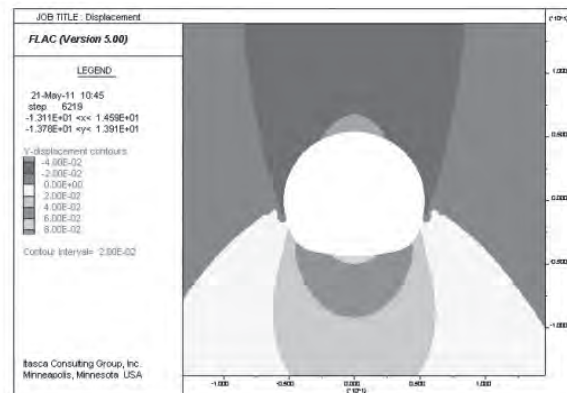
شکل ۸ جابجایی سقف تونل دسترسی به تونل شمالی (شکل بالا) و جابجایی دیوارهای راست و چپ تونل دسترسی به تونل شمالی (شکل پایین)



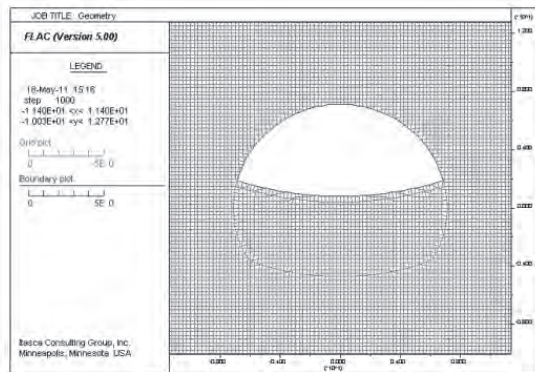
شکل ۹ نمودار اندرکنش نیروی محوری و لنگر خمشی شاتکریت و لتیس تونل دسترسی به تونل شمالی



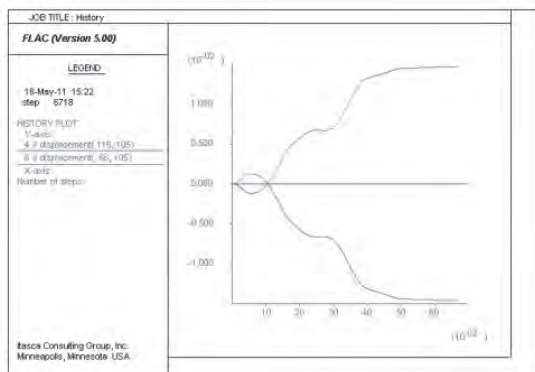
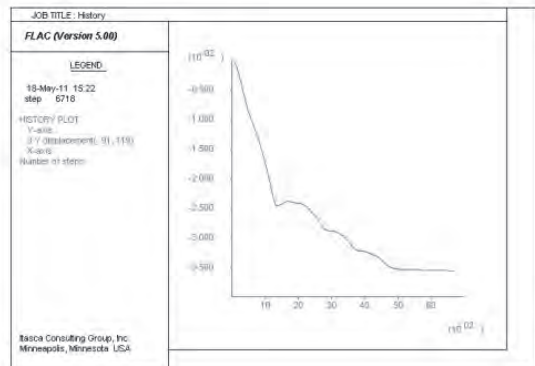
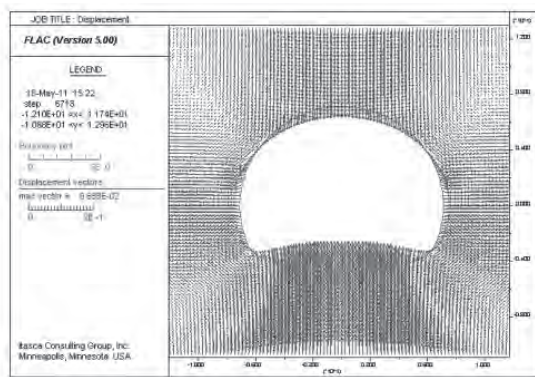
شکل ۶ هندسه مدل عددی ساخته شده تونل دسترسی به تونل شمالی با استفاده از نرم افزار FLAC



شکل ۷ کنتورهای جابجایی در اطراف تونل دسترسی به تونل شمالی (شکل بالا) و بردارهای جابجایی در اطراف تونل (شکل پایین)



ادامه شکل ۱۱ هندسه مدل عددی ساخته شده حفاری بخش فوقانی (شکل بالا) و حفاری کل مقطع (شکل پایین)



شکل ۱۲ بردارهای جابجایی اطراف تونل (شکل بالا - چپ)، جابجایی سقف تونل (شکل بالا - راست) و جابجایی دیوارهای راست و چپ تونل (شکل پایین)

با توجه به نتایج مدل سازی عددی انجام گرفته و نتایج ابزار دقیق نصب شده در تونل دسترسی به تونل شمالی پارامترهای ژئومکانیکی تدقیق شده بشرح جدول ۲ می باشد:

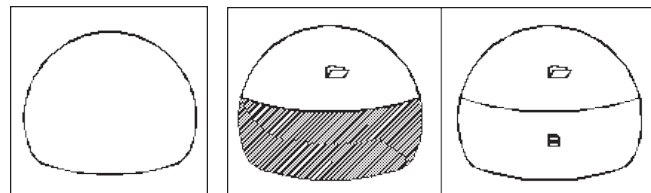
جدول ۲ پارامترهای تدقیق شده خاک دربرگیرنده تونل دسترسی به تونل شمالی با استفاده از تحلیل برگشتی

زاویه اصطکاک داخلی ϕ (Deg)	مقاومت چسبندگی C (Kpa)	ضریب پواسان ν	مدول الاستیسته E (MPa)	وزن مخصوص γ (Kg/m ³)
۳۵	۳۵	۰/۳	۱-۱/۲	۱۸۰۰

۳-۳- طراحی و تحلیل ماژول MII

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل برگشتی و با در نظر گرفتن چالش های موجود در ارتباط با حفاری ماژول های قبلی، مراحل طراحی شده برای ماژول MII به شرح زیر می باشد (شکل ۱۰):

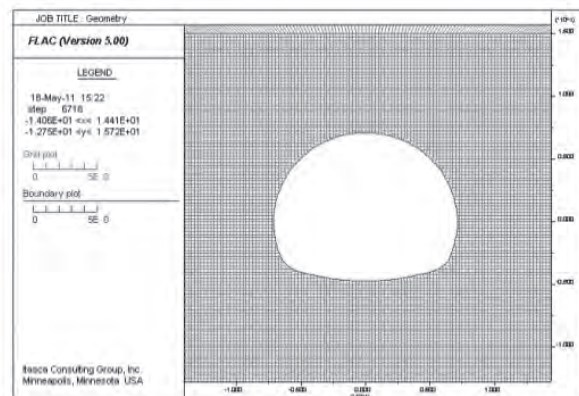
- ۱- حفاری کامل بخش فوقانی
- ۲- نصب سیستم نگهداری دیواره ها و سقف بخش فوقانی
- ۳- کف بندی بخش فوقانی
- ۴- کف برداری
- ۵- نصب سیستم نگهداری دیواره های بخش کف
- ۶- کف بندی نهایی



شکل ۱۰ مراحل روش اجرای تونل شمالی در حالت حفاری تمام مقطع قسمت فوقانی همراه با کف بند (ماژول MII)

پس از تعیین مراحل حفاری ماژول MII، این ماژول در نرم افزار FLAC و با توجه به داده های ژئوتکنیکی تدقیق شده مدلسازی گردید. نتایج این مدلسازی در شکل های ۱۱ الی ۱۲ ارائه شده است.

بررسی شرایط مقادیر نیروی محوری و لنگر خمشی در این ماژول نشان می دهد که لنگر خمشی و نیروی محوری کمی در سیستم نگهداری القا شده است. علت این



شکل ۱۱ هندسه مدل عددی ساخته شده حفاری بخش فوقانی (شکل بالا) و حفاری کل مقطع (شکل پایین)

۴-۳- انعطاف در اجرای کفبند

در مقطع 2B اجرای کفبند در پایان مرحله دوم و در مقطع 2C اجرای کفبند در پایان مرحله اول، در تمامی قسمت‌های تونل که باید با این مقاطع حفاری می‌شدند، الزامی بود. با تبدیل مقطع به MII، به پیمانکار امکان بررسی شرایط و نتایج ابزار دقیق جهت تعیین لزوم نصب کفبند در پایان حفاری مرحله دوم داده شد. بدین ترتیب که در صورتی که نتایج حاصل از بررسی‌های ابزار دقیق، حرکت زمین در سطح یا همگرایی و حرکت در تونل را نشان می‌داد، اگر راهکارهای دیگر نظیر کاهش فاصله قاب‌ها در طول تونل یا اجرای شاتکریت هر مرحله بلافاصله از نصب مش مشکل به‌وجود آمده را برطرف نمی‌کرد، با هماهنگی دستگاه نظارت، اقدام به نصب کفبند، پس از حفاری پله سینه‌کار می‌شد که تاثیر بالایی در کنترل حرکت‌های احتمالی داشت. با حذف کفبند از نقشه مقاطع ۲ خطه، براساس داده‌های حاصل از گزارش‌های جبهات کاری، زمان اجرای سیکل حفاری در مجموع ۲۴٪ کاهش یافت (شکل ۱۴). متوسط داده‌های مربوط به ۳۰ نمونه زمان اخذشده، در حالت بدون کفبند، ۲۴٪ کمتر از حالت با کفبند است.

۴-۴- اجرای پله سینه‌کار

اجرای پله در سینه کار در زمان حفاری مرحله ۱، درواقع به معنی عدم حفاری بخش پایینی مقطع است. کارشناسان اجرایی به تجربه دریافتند که عدم حفاری این بخش در گام نخست، باعث نگهداری سینه‌کار شده و از حرکت و ریزش قسمتی که به‌تازگی حفاری شده است، جلوگیری می‌نماید. به این ترتیب، امکان افزایش طول گام فراهم می‌گردد. در مجموع گام‌های حفاری شده، استفاده از پله در سینه کار، متوسط طول گام‌ها را از ۱/۲۳ به ۱/۳۱ متر افزایش داده است. از مزایای دیگر باقی‌گذاشتن پله در سینه‌کار، هنگام حفاری مرحله ۱ این است که به کمک آن نصب لتیس و مش راحت‌تر انجام می‌گیرد که در کاهش زمان یک سیکل حفاری مؤثر است. لازم به ذکر است که پله ایجاد شده، بلافاصله پس از پایان اجرای نگهداری موقت، تحت عنوان مرحله ۲ حفاری می‌گردد.

۴-۵- افزایش سطح مقطع مرحله ۱ حفاری

حفاری مرحله ۱ مقطع MII دارای سطح مقطعی برابر با ۵۲ متر مربع است که نسبت به مقطع 2B (۴۰ متر با عرض کمتر) و 2C (۳۰ متر با عرض و ارتفاع کمتر) بسیار بزرگ‌تر بوده و امکان مانور بالای ماشین‌آلات در آن فراهم شده‌است. تا جایی که پیمانکار توانست در مقاطعی با استقرار دو ماشین حفار کله‌گاو، کم‌ترین زمان‌ها را در حفاری یک سینه‌کار به دست آورد (رکورد ۳۸ دقیقه برای حفاری بخش بالایی سینه کار) (شکل ۱۵). همچنین در مرحله حفاری بخش بالایی مقطع MII است که می‌توان دو اپراتور اجرای شاتکریت خشک را مستقر کرده و زمان اجرای شاتکریت را نیز ۵۰٪ کاهش داد.



شکل ۱۴ کاهش زمان سیکل حفاری در مقاطع بدون کفبند

مسئله را می‌توان در قابلیت جابجایی بیشتر زمین دانست. به عبارت دیگر در این حالت امکان آزاد شدن تنش زمین بیشتر است، لذا ظرفیت سازه‌ای کمتری جهت کنترل همگرایی زمین لازم خواهد بود. این پدیده در منحنی مشخصه زمین-سیستم نگهداری ملموس‌تر خواهد بود. با توجه به مقایسه مقادیر جابجایی سقف و دیواره‌های راست و چپ تونل، می‌توان نتیجه گرفت که حالت حفاری کامل مقطع فوقانی بدون کف بندی حالت بهینه می‌باشد. زیرا در این حالت سختی تحکیمات کمتر بوده، لذا به زمین اجازه جابجایی بیشتری داده شده و از ظرفیت باربری سیستم نگهداری کاسته شده است.

۴-۶- مزایای ماژول MII

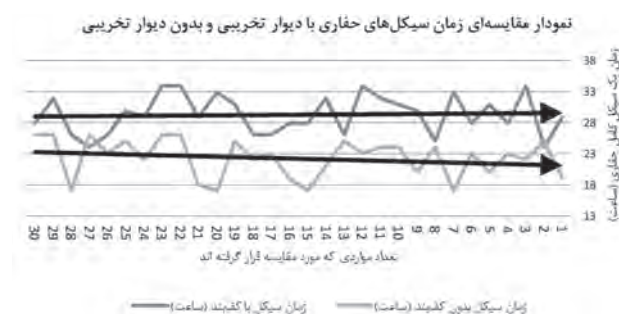
با توجه به نتایج حاصل از تحلیل برگشتی و با در نظر گرفتن چالش‌های موجود در ارتباط با حفاری مقطع ۲B مزایای این ماژول در ادامه شرح داده شده است.

۴-۱- اصلاح قوس‌ها و همسان‌سازی لتیس‌ها

ابتدا هندسه مقطع ۲B مورد بررسی دقیق قرار گرفت و کارشناسان فنی متوجه شدند که مقطع دارای قوس‌های متعددی است که با اصلاح و یکسان‌سازی آن‌ها، هم زمان ساخت لتیس‌ها کاهش می‌یابد و هم با مصالح کمتر، می‌توان مقاومت بیشتری از نگهداری اخذ نمود. به کمک این اصلاح هندسه، وزن یک قالب لتیس کامل از ۱۱۷۵ کیلوگرم به ۱۱۵۱ کیلوگرم و ضخامت طراحی شاتکریت از ۳۵ سانتی‌متر به ۳۲ سانتی‌متر کاهش یافته و در عین حال مقاومت قاب در برابر فشار زمین افزایش یافت. با یکسان‌سازی مقطع، تعداد تیپ لتیس‌ها از ۹ به ۷ کاهش پیدا کرد. این مساله در ساخت لتیس‌ها، دیوکردن، ارسال و نصب لتیس‌ها مؤثر بوده و باعث استفاده حداکثری از زمان اجرای عملیات تولسازی می‌گردد.

۴-۲- حذف دیواره تخریبی

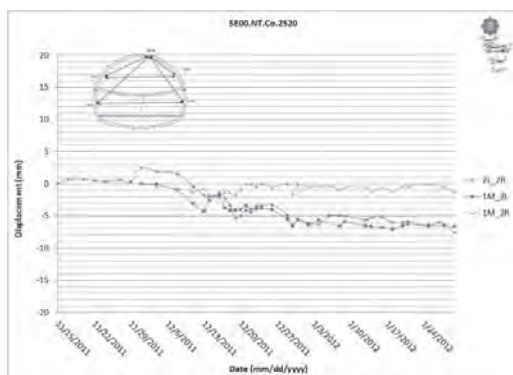
در هر یک از مقاطع پیشنهادشده قبلی از جمله 2B، 2C و Module III یک دیواره موقت اجرا می‌گردد که در مراحل بعدی باید تخریب گردد و به همین دلیل به آن «دیواره تخریبی» گفته می‌شود. اجرای این دیواره و تخریب آن، اولاً به صورت مستقیم باعث افزایش زمان اجرای سیکل حفاری می‌گردد. علاوه بر آن، به دلیل کوچک‌بودن مقطع در مراحل اولیه، جابجایی و مانور ماشین‌آلات و تخلیه سینه‌کار با کندی مواجه می‌شود. اغلب اوقات آماتورهای ناشی از تخریب دیواره موجب پنجری کامیون‌ها و لودرها و توقف عملیات گردیده که در مجموع، براساس گزارش‌های اخذشده از جبهات کاری، حذف دیواره تخریبی باعث افزایش سرعت مجموع عملیات حفاری به میزان ۹٪ گردید. شکل ۱۳ نشان‌دهنده کاهش زمان یک سیکل کامل حفاری تمام‌مقطع با حذف دیواره تخریبی است. این نمودار از مقایسه زمان سیکل‌های حفاری در مقاطع 2B و MII به دست آمده‌است. متوسط داده‌های مربوط به ۳۰ نمونه زمان اخذشده، در حالت بدون دیوار تخریبی (مقطع MII)، ۹٪ کمتر از حالت با دیوار تخریبی (مقطع 2B) است.



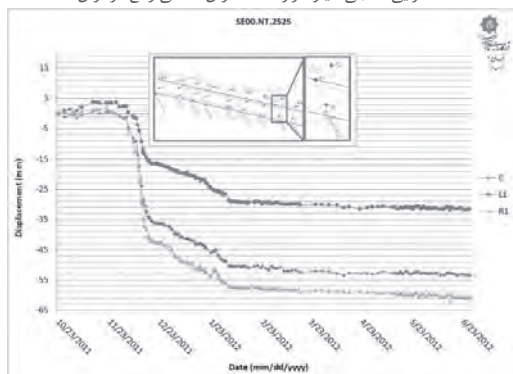
شکل ۱۳ کاهش زمان سیکل حفاری ناشی از حذف دیواره‌های تخریبی



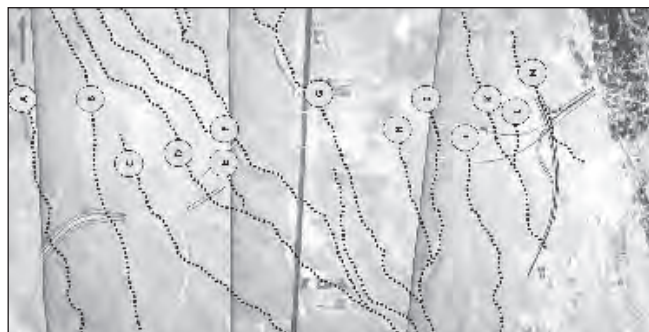
شکل ۱۵ استفاده همزمان از دو ماشین کله گاوی جهت حفاری بخش بالایی مقطع MII



شکل ۱۶ نمودار همگرایی رخ داده در ایستگاه ابزارهای نصب شده در ایستگاه همگرایی سنجی کیلومتر ۲۵۲۵ تونل شمالی واقع در تونل



شکل ۱۷ نمودار نشست های رخ داده در ایستگاه ابزارهای نصب شده در ایستگاه نشست سنجی کیلومتر ۲۵۲۵ تونل شمالی واقع بر روی سطح زمین



شکل ۱۸ مسیر آبراهه های شناسایی شده و مرتبط با تونل نیایش با توجه به عکس های هوایی سال ۱۳۳۵

۴-۶- ایجاد امکان حفاری همزمان تاپ و بنچ

موارد ذکر شده تا کنون، اغلب به کاهش زمان حفاری در یک سیکل منجر می شدند که تحت مدیریت یک کارشناس اجرایی صورت می گرفت. اما استفاده از روش اجرای خاص حفاری مقطع MII باعث شد که مدیر اجرایی کارگاهها بتوانند با برنامه ریزی پیچیده و دقیق، ابتدا نزدیک به ۱۰۰ متر از مقطع تاپ را حفاری نمایند تا امکان حفاری همزمان بخش های پایینی چپ و راست (بنچ های چپ و راست) را در طول مسیر فراهم آورد که بدین ترتیب، بخش عمده ای از زمان پیش بینی شده برای پایان حفاری بنچ در زمان حفاری مرحله تاپ انجام شده و از این بابت، کل عملیات حفاری در کارگاه های بخش شرقی تونل نیایش به طور میانگین بیش از ۱ ماه زودتر به پایان رسید.

۵- رفتارنگاری ماژول MII

عملیات رفتارنگاری همواره یکی از اجزاء جدانشدنی روش جدید تونلسازی اتریشی بوده و به عنوان یکی از عوامل کلیدی در عملیات تونلسازی با استفاده از این روش به حساب می آید. در کل عملیات رفتارنگاری نشان می دهد که روش جدید تونلسازی اتریشی تا چه اندازه در ایجاد پایداری قابل قبول در زمان حفاری تونل موثر بوده است. در نهایت در صورتیکه رفتارهای حاصل از عملیات تونل سازی با استفاده از این روش نامتعارف تشخیص داده شود، روش مورد نظر اصلاح شده و یا کاملاً تغییر می نماید. در پروژه تونل نیایش بیش از ۲۰۰ هزار قرائت در ارتباط با ابزارهای نصب شده صورت گرفت. در داخل تونل های اصلی غالب ابزارها و قرائت ها مربوط به ابزارهای ژئودتیک بوده و پس از آن ابزارهای همگرایی مهمترین نقش را، به ویژه برای تونل های دسترسی ایفا کردند. در سطح زمین نیز از ابزارهای نشست سنج سطحی، نشست سنج ساختمانی، چرخش سنج، درزه سنج و اکستنسومتر استفاده گردید. قرائت این ابزارها متناسب با رفتار متناظر زمین، وضعیت پیشروی تونل ها و جایجایی های نامتعارف رخ داده تنظیم گردید. با توجه به نتایج حاصل از عملیات رفتارنگاری و در محدوده ای که از ماژول MII استفاده شده است، می توان نتیجه گیری نمود که مقادیر جایجایی های رخ داده در داخل تونل غالباً مناسب، متعارف و منطقی می باشد. شکل ۱۶ یک نمونه از گراف های مرتبط با ابزار همگرایی سنجی را در مقطع ماژول MII در تونل نیایش نشان می دهد. همچنین بررسی شرایط زمین شناسی و ژئوتکنیکی در تونل نیایش نشان داد که نشست های سطحی رخ داده در راستای مسیر این تونل غالباً تابعی از سازندهای زمین شناسی، میزان روبراهه، آبراهه های قدیمی، شرایط آبداری تونل و میزان اضافه حفاری های رخ داده بوده و تاحدود کمی وابسته به مراحل حفاری تونل (بسته شدن حلقه تونل) و عرض بازشدگی تونل می باشد. به عبارت دیگر عرض بازشدگی تونل ها و شرایط و زمان بسته شدن حلقه تونل در نشست های رخ داده تاثیر داشته ولی چیزی که باعث بحرانی شدن نشست های سطحی شده است، غالباً عوامل ژئوتکنیکی و زمین شناسی بوده است. شکل ۱۷ یک نمونه از گراف های مرتبط با ابزارهای نشست سنج سطحی را نشان می دهد. همچنین شکل ۱۸ نمایی از آبراهه های شناسایی شده را با توجه به عکس های هوایی سال ۱۳۳۵ نشان می دهد.

۶- نتیجه گیری

عملیات حفاری تونل نیایش به عنوان یکی از بزرگترین پروژه های تونلسازی شهری در خاورمیانه همواره با چالش هایی همراه بوده است. این چالش ها در بخش های مختلفی از جمله مراحل حفاری و سرعت و زمان آن شناسایی شده و تلاش های بسیاری جهت کاهش این مشکلات انجام گردید. طراحی یک مقطع جدید، تحلیل آن و رفتارنگاری آن در زمان اجرا یکی از مواردی بود که تاثیر بسیار مهمی بر سرعت و راندمان حفاری پروژه تونل نیایش داشت. در کل ماژول MII به گونه ای طراحی گردید که مشکلات حفاری در آن به حداقل رسیده و سرعت حفاری در این مقطع نسبت به سایر مقاطع اولیه افزایش یابد. همچنین تحلیل های صورت گرفته در ارتباط با اجرای این ماژول نشان دادند که حفاری این ماژول مشکلی را در ارتباط



Geotechnical Engineering, , pp 1665-1676.

Kavvasdas, M. (2005). Monitoring ground deformation in tunnelling: Current practice in transportation tunnels. *Engineering Geology*, pp 93-113.

Kontogianni, V. S. (2001). Geodetic monitoring of tunnel deformation. *Bulletin of the Geological Society of Greece Athens*, pp 1671-1678.

Kontogianni, V. S. (2002a). Shallow tunnel convergence: predictions and observations. *Engineering Geology* 63, pp 333-345.

Kontogianni, V. S. (2005). Induced deformation during tunnel excavation: Evidence from geodetic monitoring. *Engineering Geology*, pp 115-126.

Kovari, K. A. (1993). Decision making in tunnelling based on field measurements. *Comprehensive Rock Engineering*, pp 571-606.

Kovari, K. A. (1993). Decision making in tunnelling based on field measurements. *Comprehensive Rock Engineering*, vol. 4, pp 571-606.

Yoshimura, H. Y. (1986). Analysis and Monitoring of the Miyana Railway Tunnel Constructed Using the New Austrian Tunnelling Method. *International Journal of Rock Mechanic and Mining Science and Geomechanic*, pp 67-75.

Kovari, K., 1994. On the existence of the NATM: erroneous concepts behind the new Austrian tunneling method. *Tunnel*, 16-25. Moraes Jr. A.H., 1999. Three-dimensional numerical simulation of tunnels excavated with NATM. MSc Thesis, University of Brasilia, Brazil (in Portuguese).

Muniz, M., Junior, A.H.M., De Assis, A.P., 2004. Displacement control in tunnels excavated by the NATM: 3-D numerical simulations, *Tunnelling and underground space technology*, pp. 283-293.

Parreira, A.B., Azevedo, R.F., 1994. Numerical simulation of tunnels excavated in soils using NATM. In: 3rd Brazilian Symposium on Underground Excavations, pp. 241-254 (in Portuguese).

با کاهش پایداری تونل و سطح زمین ایجاد نخواهد کرد. در عمل نیز نتایج عملیات پیوسته و مستمر رفتارنگاری در این پروژه بر مطلوب بودن نتایج جابجایی‌ها دلالت داشته و بررسی‌های کارشناسانه ژئوتکنیکی نشان داد که غالب نشست‌های بحرانی رخ داده ناشی از عوامل ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی بوده‌اند. در واقع برخی شرایط خاص ژئوتکنیکی منجر به بروز رفتار و جابجایی در داخل تونل‌ها و سطح زمین گشته است. این موضوع با در نظر گرفتن افزایش راندمان و سرعت اجرای حفاری در این پروژه بر مطلوبیت این ماژول افزوده به گونه‌ایکه تجربه این ماژول می‌تواند به عنوان گامی نخست در حفاری تونل‌های شهری با استفاده از روش جدید تونلسازی اتریشی در نظر گرفته شود.

۶- منابع و مراجع:

Behnam Malekzadeh, SH., Shahriar, K., Khoshrou, S.H., 2012. Investigation on ancient rivers and its efficiencies on soft soil tunneling – NIAYESH tunneling project. *World Tunneling Congress 2012 (WTC 2012)*

Bernard, R. P. (2006). Geo-monitoring performed during the construction of the Valik highway tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, pp 226-227.

Dasari, G.R., Rawlings, C.G., Bolton, M.D., 1996. Numerical Modelling of a NATM Tunnel Construction in London Clay. *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*. Balkema, London, UK. pp. 491-496.

Dunncliff, J. (1993). *Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance*. New York: J. Wiley and Sons Inc.

Kavvasdas, M. (1999). Experiences from the construction of the Athens Metro project. *12th European Conference of Soil Mechanics and*

مروری بر رفتار بعد از مقاومت حداکثر توده سنگ اطراف حفریات زیرزمینی

تبسم افشار: دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک سنگ، دانشکده

مهندسی معدن و متالورژی- دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران

مصطفی شریف زاده: دانشیار دانشکده مهندسی معدن و متالورژی-

دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران

جمال رستمی: استادیار دانشکده مهندسی انرژی و مواد معدنی -

دانشگاه ایالت پنسیلوانیا- آمریکا

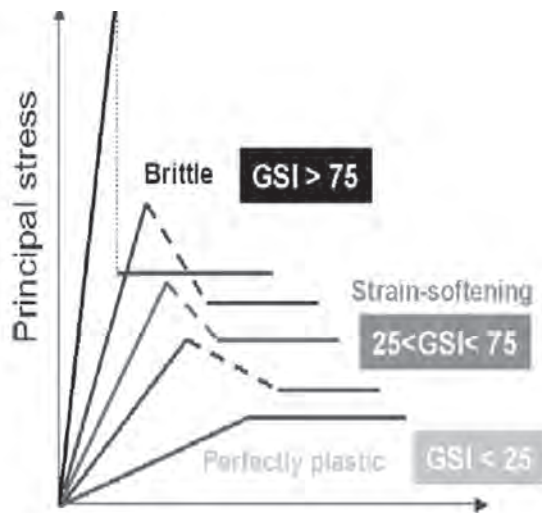
چکیده

وقوع ریزش در تونلها باعث وارد شدن خسارات جانی و مالی متعددی می شود. در بسیاری از موارد ریزش در تونلها به دلیل عدم تخمین مناسب بار وارده بر سیستم نگهداری و به تبع آن انتخاب سیستم نگهداری نامناسب می باشد. از همین رو انتخاب مدل رفتاری توده سنگ خصوصاً رفتار پس از مقاومت حداکثر آن موضوع مهمی برای تحلیل پایداری تونل و انتخاب سیستم نگهداری می باشد. در این مقاله ابتدا انواع مدلهای رفتاری توده سنگ معرفی، همچنین روشهای تخمین شعاع زون پلاستیک اطراف حفریات زیرزمینی در توده سنگهای با کیفیت مختلف بررسی شده است. نتایج این مقاله نشان می دهد که علیرغم اینکه معمولاً مدل رفتاری توده سنگ در تحلیلهای عددی الاستو پلاستیک کامل در نظر گرفته می شود ولی انتخاب مدل رفتاری مناسب تاثیر بسزایی در تخمین صحیح شعاع زون پلاستیک اطراف حفریات زیرزمینی و در نتیجه طراحی مناسب سیستم نگهداری دارد.

کلمات کلیدی: حفریه زیرزمینی، رفتار بعد از مقاومت حداکثر توده سنگ، شعاع زون پلاستیک، کیفیت توده سنگ



۱- مقدمه



شکل ۱ رفتارهای مختلف بعد از شکست برای توده سنگهای با شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) متفاوت [۴]

افت برابر با بی نهایت) و رفتار الاستیک - پلاستیک کامل (کرنش نرم شوندگی با مدول افت برابر صفر) منطبق شود بنابراین می توان گفت که رفتارهای شکننده و پلاستیک کامل حالت های ویژه ای از رفتار کرنش نرم شوندگی هستند. [۴]

عامل دیگر که نقش مهمی در رفتار توده سنگ دارد تأثیر فشارهای جانبی می باشد. نتایج تست سه محوره انجام شده توسط ایگر^۳ بر روی سنگ مرمر گویای این مطلب است که با افزایش فشارهای جانبی علاوه بر افزایش مقاومت توده سنگ، رفتار توده سنگ نیز از حالت الاستیک - شکننده به الاستیک - پلاستیک کامل تبدیل می شود. [۵]

این بخش اهمیت رفتارهای پس از گسیختگی برای سه نوع توده سنگ ضعیف ($GSI=21.4$)، توده سنگ با کیفیت متوسط ($GSI=55$) و توده سنگ با کیفیت خوب ($GSI=64.9$) را مورد ملاحظه قرار می دهد. برای هر مورد ۳ مدل به صورت زیر ساخته شده است، که این مدل های کرنش نرم شونده علیرغم پیچیده بودن به واقعیت نزدیکتر هستند [۶]:

- ۱) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت ثابت و اتساع ثابت^۴
- ۲) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت متغیر و اتساع ثابت^۵
- ۳) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت متغیر و اتساع متغیر^۶

۲-۱ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت ثابت و اتساع ثابت

این مدل نشان دهنده رویکرد اولیه برای مدل سازی رفتار کرنش نرم شونده می باشد. در مرحله اولیه مدل سازی رفتار کرنش نرم شونده، یک مدول افت ثابت در ارتباط با هر توده سنگ براساس کیفیت آن در نظر گرفته می شود.

برای توده سنگ با کیفیت ضعیف، $M=-E$ ، برای توده سنگ با کیفیت بالا و $M=-E/3$ ، برای توده سنگ با کیفیت متوسط در نظر گرفته می شود، قابل ذکر است که $M=-E/5$ نزدیک به $M=0$ می باشد که رفتار الاستوپلاستیک کامل را نشان می دهد. (شکل ۲) [۶]

همچنین مقادیر مدول افت به صورت تابعی از E ارائه شده است که مقادیر خیلی کوچکتري برای توده سنگ های با کیفیت ضعیف در مقایسه با توده سنگ های با کیفیت بالا پیشنهاد شده است، بنابراین برای توده سنگ های با کیفیت بالا، مدول افتي که بدست می آید بیشتر از مدول افت برای توده سنگ های با کیفیت ضعیف می باشد.

۲-۲ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت متغیر و اتساع ثابت

در این مرحله اثرات تنش محصور کننده بر مدول افت در توده سنگی با رفتار

انتخاب مدل رفتاری توده سنگ خصوصاً رفتار پس از مقاومت حداکثر آن برای تحلیل پایداری تونل و همچنین به کارگیری تکنیک طراحی مناسب مانند روش همگرایی - محدودیت یا روشهای عددی، ضروری است. رفتار زمین متأثر از عوامل مختلفی چون مقاومت، تنش های وارده، هندسه حفیه و نظایر آن می باشد همچنین مواد سنگی پیرامون فضای زیرزمینی معمولاً رفتار مکانیکی غیرخطی و بازگشت ناپذیر نشان می دهند و عامل اصلی تغییر شکلهای بازگشت ناپذیر جریان پلاستیک است. پس تحلیل تنش ها، کرنش ها و جابجایی های پیرامون فضاهای زیرزمینی معدنی، عمرانی و نفتی چون تونلها و شفتها ضروری است. [۱-۲]

اساساً ناپایداری (شکست) در توده سنگهای اطراف سازه زیرزمینی به دو گروه اصلی و مهم تقسیم می شود: [۳]

شکست بلوکی، که در این حالت بلوکهای موجود در سقف و دیواره های جانبی بر اثر حفاری شروع به حرکت می کنند. از این شکست ها به عنوان شکستهای ساختاری منظم و جهت دار^۱ یاد کرده اند که شامل انواع مختلفی نظیر شل شدگی^۲، سقوط بلوکها و غیره می شوند.

گروه دیگر از شکست ها، شکست های ناشی از تنش های بیش از اندازه و زیاد می باشند، به آن معنا که وقتی تنش های موجود در زمین از مقاومت مواد تجاوز کند، از این شکست ها اتفاق می افتند، که ممکن است به صورت های زیر مشاهده شوند: تنشهای بیش از اندازه در سنگ های سالم و توده ای (که به صورت انفجار سنگ، لایه لایه شدن و ترکیدن سنگ مشاهده می شود).

تنش های بیش از حد در مواد ذره ای مانند خاک و سنگ های به شدت درزه دار (که باعث ایجاد خزش و فشارش می شود)

برای توصیف رفتار بعد از مقاومت حداکثر (شکست) توده سنگ، مدل های رفتاری مختلفی چون الاستوپلاستیک کامل، الاستیک - شکننده، کرنش نرم شونده و غیره ارائه شده است. در این مقاله مدل های رفتاری ارائه شده، معرفی می شوند. در نهایت با توجه به رفتار و کیفیت توده سنگ روشهای تخمین صحیح شعاع زون پلاستیک اطراف حفیه های زیرزمینی بررسی می شوند.

۲-۲ مدل های رفتاری بعد از شکست (مقاومت حداکثر) توده سنگ

با بررسی رفتار توده سنگ، ۳ مدل رفتاری غالب، قابل مشاهده می باشد: [۴]

مدل رفتاری کرنش نرم شوندگی

مدل رفتاری الاستیک - پلاستیک کامل

مدل رفتاری الاستیک - شکننده

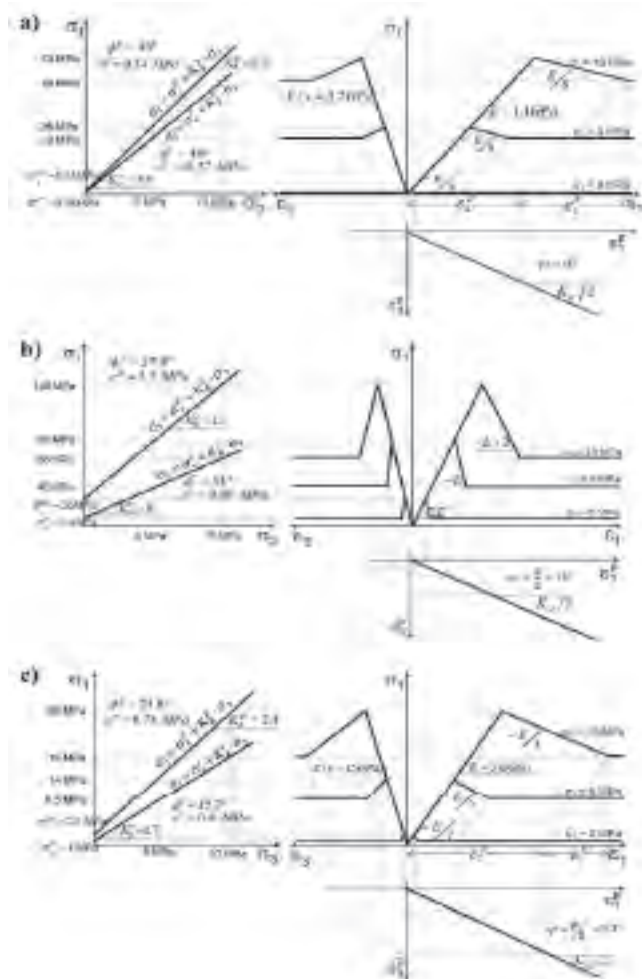
از جمله محققانی که به بررسی رفتار جسم پس از نقطه شکست پرداخته اند می توان به هوک و براون اشاره کرد. اساس طبقه بندی این ۲ محقق براساس مقادیر شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI)، به شرح زیر می باشد [۴]:

۱. زمانی که مقادیر $GSI > 75$ باشد، می توان رفتار جسم پس از نقطه شکست را به صورت شکننده فرض کرد. براین اساس مدول افت (شیب مرحله نرم شوندگی) این اجسام بی نهایت می باشد. توده سنگ در این حالت دارای مقاومت بسیار بالایی در نقطه اوج بوده و لیکن پس از آن به یکباره مقاومت جسم تاحد بسیار زیادی افت نموده و بالطبع مقاومت باقیمانده توده سنگ بسیار پایین خواهد آمد.

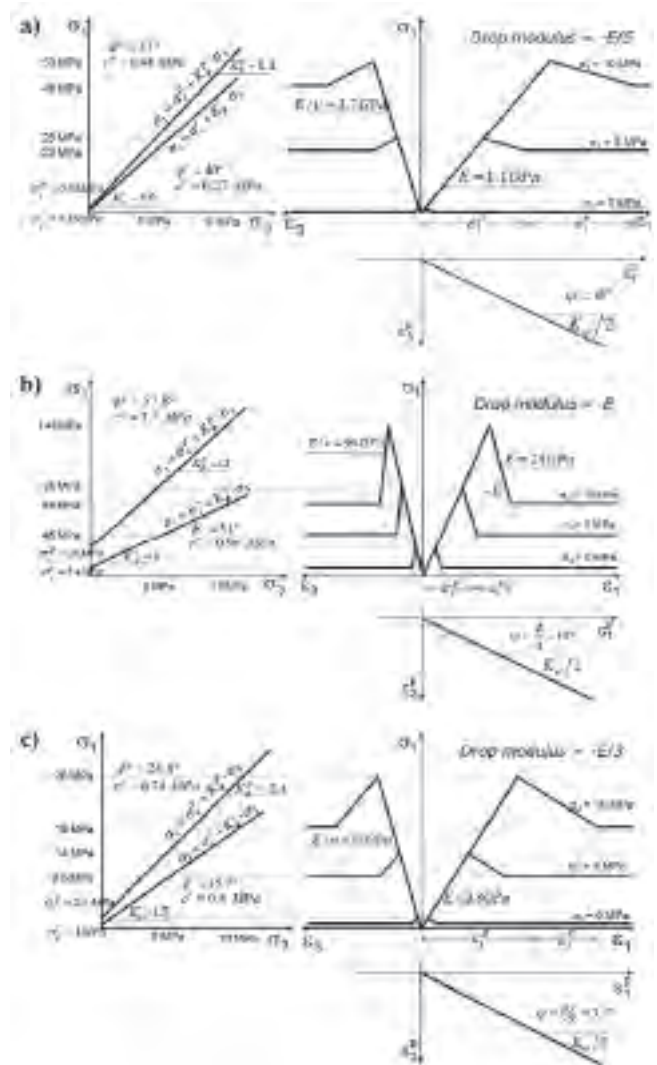
۲. زمانی که مقدار $25 < GSI < 75$ باشد رفتار جسم پس از نقطه شکست به صورت نرم شونده می باشد که در این صورت مدول افت این اجسام بین صفر و بی نهایت می باشد.

۳. زمانی که مقدار $GSI < 25$ باشد رفتار جسم پس از نقطه شکست را می توان کاملاً پلاستیک فرض کرد که در این صورت مدول افت این اجسام صفر می باشد. (شکل ۱)

رفتار کرنش نرم شونده می تواند بر رفتار شکننده (کرنش نرم شوندگی با مدول



شکل ۳ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت متغیر و اتساع ثابت برای (a) توده سنگ ضعیف (b) توده سنگ مقاوم (c) توده سنگ با کیفیت متوسط [۶]



شکل ۴ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت ثابت و اتساع ثابت برای (a) توده سنگ ضعیف (b) توده سنگ مقاوم (c) توده سنگ با کیفیت متوسط [۶]



کرنش نرم شونده مورد بررسی قرار می گیرد.

با مشاهده نتایج حاصل از تست های بر جا مشخص شد که مقدار مدول افت پس از گسیختگی با افزایش مقادیر تنش محصور کننده کاهش می یابد. بنابراین مدول افت برای توده های سنگ ضعیف از $M = -E/4$ تا $M = -E/6$ (بین $\sigma_3 = 0$ MPa تا $\sigma_3 = 10$ MPa) و برای توده های سخت از $M = -2E$ تا $M = -E/2$ (بین $\sigma_3 = 0$ MPa تا $\sigma_3 = 10$ MPa) و برای توده های متوسط از $M = -E/4$ تا $M = -E/2$ تغییر می کند. برای توده های سنگ ضعیف در فشار محصور کننده بالا این مدول افت متغیر، مدل را خیلی شبیه به مدل الاستوپلاستیک کامل می سازد و برای توده های مقاوم در فشار محدود کننده بسیار پایین رفتار شبیه مدل الاستیک - شکننده - پلاستیک خواهد بود [۶]. (شکل ۳)

۲-۳ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت متغیر و اتساع متغیر

در پایان مدل اتساع متغیر که یک مدل رفتاری نسبتاً واقع گرایانه برای توده سنگ ها را نشان می دهد، ارائه شده است. (شکل ۴)

۳- تخمین شعاع زون پلاستیک برای تونلهای حفر شده در توده سنگ های با کیفیت مختلف

با توجه به مطالب ذکر شده در بخش ۲، پارامترهای مورد نیاز برای تخمین رفتار بعد از مقاومت حداکثر (شکست) توده سنگ در شکل ۵ خلاصه شده است. ۱-۳ توده سنگ های الاستوپلاستیک (EPP) تابع معیار شکست هوک و براون در صورت استفاده از معیار شکست هوک و براون، شعاع پلاستیک نرمالایز شده R^* می تواند بواسطه $a=0.5$ ، محاسبه شود، بطوریکه:

$$\frac{R_{pl}}{R_r} = R_{EPP-HB}^* = \exp \left[2 \left(\sqrt{P_i^{\sigma}} - \sqrt{P_i} \right) \right] \quad (1-3)$$

همچنین، این عبارت می تواند برای $a \neq 0.5$ نیز محاسبه شود، چون نتایج کار به مقدار قابل توجه، متفاوت نیستند.

روابط زیر برای پارامترهای نرمالیزه مقاومت و تنش استفاده می شود:

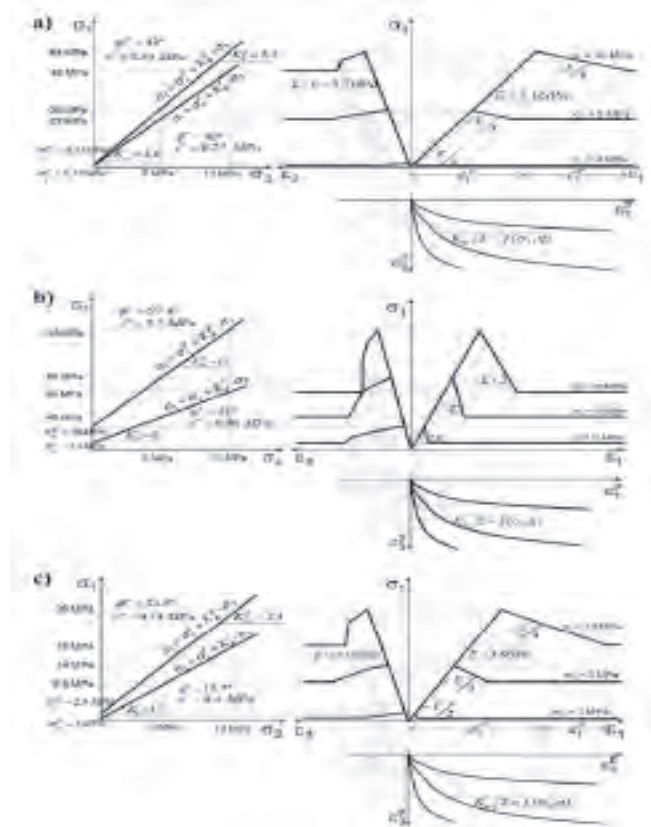
$$P_i = \frac{p_i}{m\sigma_{ci}} + \frac{s}{m^2} \quad S_0 = \frac{\sigma_0}{m\sigma_{ci}} + \frac{s}{m^2} \quad (2-3)$$

که در آن σ_0 تنش اولیه و σ_{ci} به مقاومت فشاری سه محوره اشاره دارد، m و s به پارامترهای هوک و براون مصالح اشاره دارند و فشار بحرانی داخلی مقیاس شده P_i^{σ} ، که در آن، تغییر شکل پلاستیک شروع می شود، می تواند با توجه به رابطه زیر محاسبه گردد:

$$P_i^{\sigma} = \left[\frac{1 - \sqrt{1 + 16S_0}}{4} \right]^2 \quad (3-3)$$

شعاع پلاستیک نهایی، شعاع پس از آرامش کامل است، بنابراین با یک مقدار بی ارزش و بی اثر فشار داخلی P_i مرتبط است و در نتیجه $p_i = s/m^2$ [۸]

۲-۳ توده سنگ های الاستوپلاستیک (EPP) تابع معیار شکست موهر-کولمب شعاع پلاستیک برای توده سنگ های EPP می تواند با استفاده از روش های تحلیلی و نیمه تحلیلی محاسبه شود. بنابراین، در معیار شکست موهر-کولمب، شعاع



شکل ۴ مدل کرنش نرم شونده با مدول افت متغیر و اتساع متغیر برای (a) توده سنگ ضعیف (b) توده سنگ مقاوم (c) توده سنگ با کیفیت متوسط [۶]



شکل ۵ عوامل مورد نیاز برای تخمین رفتار بعد از مقاومت حداکثر (شکست) توده سنگ (اقتباس از [۷])

نمی‌شوند، در آن $a_p = a_R = 0.5$ می‌باشند. این ساده‌سازی، تفاوت‌های کوچک اما کم اهمیت در شعاع پلاستیک بدست آمده، تولید می‌نماید. بنابراین، شعاع نرمالایز شده پلاستیک، می‌تواند تخمین زده‌شود، بطوریکه:

$$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-HB}^* = \exp \left[2 \left(\sqrt{\bar{p}_i} - \sqrt{\bar{p}_i} \right) \right] \quad (9-3)$$

که روابط زیر برای محاسبه پارامترها در معادله ۹-۳ استفاده می‌شوند:

$$\bar{p}_i = \frac{p_i}{m_r \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^2} \quad \bar{p}_i^{\sigma} = \frac{p_i^{\sigma}}{m_r \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^2} \quad (10-3)$$

که مقدار p_i^{σ} از رابطه زیر بدست آمده است:

$$p_i^{\sigma} = \left[p_i^{\sigma} - \frac{s_p}{m_p^2} \right] m_p \sigma_{cl} \quad (11-3)$$

مقدار دقیق p_i^{σ} با توجه به معادله ۳-۳ تخمین زده می‌شود و تنها زمانی که $a_p = a_r = 0.5$ است می‌تواند یافت شود. هنگامی که p_i^{σ} شناسایی می‌شود، پارامترهای معادله ۳-۳ می‌توانند محاسبه شوند و شعاع پلاستیک می‌تواند با توجه به معادله ۹-۳ برآورد شود. [۱۰]

در حالتی که $a_p \neq a_r \neq 0.5$ است، مقادیر باقیمانده و حداکثر مقاومت، بایستی در نظر گرفته شوند. مقادیر حداکثر s_p و m_p و مقادیر باقیمانده s_r و m_r می‌باشند. بنابراین، شعاع پلاستیک نرمالایز شده می‌تواند محاسبه شود، بطوریکه:

$$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-HB}^* = \exp \left[\frac{\bar{p}_i^{\sigma(1-a_r)} - \bar{p}_i^{1-a_r}}{(1-a_r)\bar{\mu}} \right] \quad (12-3)$$

که برای محاسبه پارامترهای معادله ۱۲-۳، عبارات زیر استفاده می‌شوند:

$$\bar{p}_i = \frac{p_i}{m_r^{(1-a_r)/a_r} \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^{1/a_r}} \quad \bar{p}_i^{\sigma} = \frac{p_i^{\sigma}}{m_r^{(1-a_r)/a_r} \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^{1/a_r}} \quad (13-3)$$

$$\bar{p}_i = \frac{p_i}{m_r^{(1-a_r)/a_r} \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^{1/a_r}} \quad \bar{p}_i^{\sigma} = \frac{p_i^{\sigma}}{m_r^{(1-a_r)/a_r} \sigma_{cl}} + \frac{s_r}{m_r^{1/a_r}}$$

$$\bar{\mu} = m_r^{(2a_r-1)/a_r}$$

که مقدار p_i^{σ} از رابطه زیر بدست آمده است:

$$p_i^{\sigma} = \left[p_i^{\sigma} - \frac{s_p}{m_p^{1/a_p}} \right] m_p^{(1-a_p)/a_p} \sigma_{cl} \quad (14-3)$$

در حال حاضر، روش‌های عددی مثل روش نیوتن-رافسون به یک مقدار تقریبی دقیق برای p_i^{σ} نیاز دارند. معادله ۳-۳، یک روش تقریبی برای برآورد p_i^{σ} است در صورتیکه $a_p = a_r = 0.5$. هنگامی که p_i^{σ} با توجه به معادله ۱۴-۳ بدست می‌آید، مقادیر معادله ۱۳-۳ محاسبه می‌شوند و شعاع پلاستیک با توجه به معادله ۱۲-۳ بدست می‌آید. توجه شود که اگر یکی از تساوی‌های $s_p = s_r$ و $m_p = m_r$ در معادلات ۱۲ تا ۱۴ باشد، شعاع پلاستیک را در حالت کلی برای توده‌سنگ‌های EPP که در آن‌ها $a \neq 0.5$ است، می‌توان بدست آورد. [۱۰]

۵-۳ برآورد شعاع زون پلاستیک در تونل حفر شده درون توده سنگهای کرنش نرم شونده (SS)

ما نشان دادیم که امکان محاسبه تحلیلی شعاع پلاستیک در اطراف تونل حفر

پلاستیک نرمالایز شده، همان به اصطلاح R^* می‌تواند تخمین زده شود، بطوریکه:

$$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-MC}^* = \left[\frac{\bar{\sigma}_0 - 1 - \bar{q}_u / (1 - K_p)}{\bar{p}_i - \bar{q}_u / (1 - K_p)} \right]^{\frac{1}{K_p - 1}} \quad (4-3)$$

که نمادهای زیر به منظور نرمالایز نمودن پارامترهای تنش و مقاومت استفاده شده‌اند:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_0 - p_i^*} \quad p_i^* = \frac{2\sigma_0 - q_u}{K_p + 1} \quad (5-3)$$

که به ترتیب در آن σ_0 تنش اولیه و q_u و K_p به مقاومت فشاری سه محوره و فشار منفعل زمین اشاره دارند. این پارامترها به شرح زیر، با چسبندگی و اصطکاک وابسته هستند:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \quad q_u = 2c \sqrt{K_p} \quad (6-3)$$

شعاع پلاستیک نهایی، شعاع پس از آرامش کامل است، بنابراین برای $p_i = 0$ این شعاع بدست می‌آید. [۹]

۳-۳ توده‌سنگ‌های الاستیک شکننده (EB) تابع معیار شکست موهر-کولمب میزان شعاع پلاستیک برای توده سنگ EB نیز می‌تواند با استفاده از روش‌های تحلیلی و نیمه تحلیلی محاسبه شود، که این بار، با توجه به مقدار باقیمانده و حداکثر مقدار مقاومت است. بنابراین، شعاع نرمالایز شده پلاستیک که نسبت بین شعاع پلاستیک و شعاع تونل است، می‌تواند برای معیار شکست موهر-کولمب، تخمین زده‌شود، بطوریکه:

$$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-MC}^* = \left[\frac{\bar{\sigma}_0 - 1 - \frac{\bar{q}_u}{1 - K_p'}}{\bar{p}_i - \frac{\bar{q}_u}{1 - K_p'}} \right]^{\frac{1}{K_p' - 1}} \quad (7-3)$$

که نماد تنش در آن، در معادله ۵-۳ استفاده شده است اما در حال حاضر q_u و K_p' همچون معادله ۶-۳ به حداکثر مقادیر چسبندگی و اصطکاک اشاره دارند و K_p' به مقادیر باقیمانده اشاره دارند، که به شرح زیر است:

$$K_p' = \frac{1 + \sin \phi_r}{1 - \sin \phi_r} \quad q_u' = 2c_r \sqrt{K_p'} \quad (8-3)$$

شعاع پلاستیک نهایی، شعاع پس از آرامش کامل است، بنابراین برای $p_i = 0$ این شعاع بدست می‌آید.

روابط ۴-۳ و ۸-۳ می‌توانند جهت بدست آوردن شعاع پلاستیک یک تونل حفاری شده در مصالح EPP و EB، مورد استفاده قرار گیرند. شعاع پلاستیک در مصالح کرنش نرم شونده (SS) بین این دو مقدار قرار می‌گیرد. [۹]

۴-۳ توده‌سنگ‌های الاستیک شکننده (EB) تابع معیار شکست هوک و براون

میزان شعاع پلاستیک برای توده‌سنگ‌های EB تابع معیار شکست هوک و براون نیز می‌تواند با استفاده از روش‌های تحلیلی و نیمه تحلیلی محاسبه شود، که این بار، با توجه به مقدار باقیمانده و حداکثر مقدار مقاومت است. مقادیر حداکثر s_p و m_p و مقادیر باقیمانده s_r و m_r می‌باشند. روش شرح داده شده در زیر مربوط به حالتی است که به منظور سادگی و از آنجا که تفاوت‌های قابل توجهی برای دیگر مقادیر مشاهده

را نشان می دهد.

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

شناخت رفتار بعد از شکست توده سنگ یکی از پیش نیازهای تخمین صحیح ارتفاع بارسنگ می باشد که به دلیل اینکه پیش بینی رفتار پس از مقاومت حداکثر توده سنگ بسیار سخت و چالش برانگیز است، تاکنون کمتر به این موضوع در تخمین ارتفاع بارسنگ توجه شده است.

با افزایش کیفیت توده سنگ و نیز کاهش فشار محصورکننده، رفتار توده سنگ به الاستیک-شکننده نزدیک خواهد شد و بالعکس با کاهش کیفیت توده سنگ و نیز افزایش فشار محصورکننده رفتار توده سنگ به الاستیک-پلاستیک کامل نزدیک می شود.

سه مدل رفتاری غالب شامل: یک مدل رفتاری الاستیک-شکننده-پلاستیک، دو مدل رفتاری الاستوپلاستیک کامل، سه مدل کرنش نرم شوندگی شامل سه زیر گروه: ۱) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت و فاکتور اتساع ثابت، ۲) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت متغیر و فاکتور اتساع ثابت، ۳) مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت و فاکتور اتساع متغیر

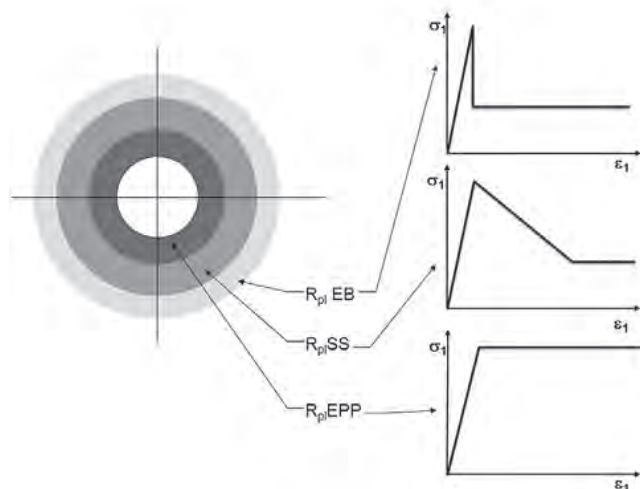
مدل کرنش نرم شوندگی با مدول افت و اتساع متغیر، علاوه بر پیچیده بودن، به واقعیت نزدیکتر است.

پارامترهای مورد نیاز برای تخمین رفتار بعد از مقاومت حداکثر (شکست) توده سنگ اطراف تونل شامل: مدول یانگ، ضریب پواسون، اتساع، مدول افت و پارامترهای مربوط به لحظه‌ی شکست و بعد از شکست توده سنگ (با توجه به یکی از دو معیار شکست متداول، موهر-کولمب یا هوک - براون)

تخمین شعاع زون پلاستیک با توجه به معیارهای موهر-کولمب و هوک-براون در مدل‌های الاستوپلاستیک کامل، الاستیک-شکننده-پلاستیک توسط محققین مختلفی انجام شده است، این در حالیست که برای مدل کرنش نرم شوندگی به دلیل وجود پیچیدگی‌ها مطالعات کمتری انجام شده است.

منابع

1. Stille, Ha'kan; Palmstrom, Arild; Ground behaviour and rock mass composition in underground excavations. Tunnelling and Underground Space Technology, 2008, Vol. 23. 46-64.
2. Hudson, John A.; Harrison, John P.; Engineering Rock Mechanics. Elsevier Science, 2000.
3. Palmstrom, Arild; Stille, Ha'kan; Ground behaviour and rock engineering tools for underground excavations. Tunnelling and Underground Space Technology, 2007, Vol. 22. 363-376.
4. Hoek, E., Brown, E.T.; Practical estimates of rock mass strength. Int. J. Rock Mech. Sci. Geom. Abstr., 1997, 34 (8), 1165-1187.
۵. سلیمان دهکردی، محسن. تخمین ارتفاع بارسنگ با استفاده از روش انرژی کرنشی. رساله دکتری مهندسی معدن (مکانیک سنگ) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۱۳۹۱.
6. Alejano, L.R.; Rodriguez-Dono, A.; Alonso, E.; Fdez.-Manín, G.; Ground reaction curves for tunnels excavated in different quality rock masses showing several types of post-failure behaviour. Tunnelling and Underground Space Technology, 2009, Vol. 24. 689-705.
7. Alejano, L.R.; Alonso, E.; Rodríguez-Dono, A.; Fernández-Manín, G.; Application of the convergence-confinement method to tunnels in rock masses exhibiting Hoek-Brown strain-softening behaviour. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 2010, Vol. 47. 150-160.
8. Carranza-Torres, C.; Fairhurst, C.; Application of the Convergence-Confinement Method of Tunnel Design to Rock Masses That Satisfy the Hoek-Brown Failure Criterion. Tunnelling and Underground Space Technology, 2000, Vol. 15. 187-213.



شکل ۶ مناطق پلاستیک (شعاع پلاستیک) متنوع با توجه به رفتار الاستوپلاستیک کامل (EPP)، الاستیک شکننده (EB) و کرنش نرم شوندگی (SS) توده‌سنگی که تونل در آن حفر شده است [۹]

شده در توده‌سنگ EPP و یا EB با استفاده از معیار شکست موهر-کولمب یا هوک-براون، وجود دارد. در مورد توده‌سنگ SS، روشن است که شعاع پلاستیک بایستی بزرگتر از حالت EPP و کوچکتر از حالت EB باشد (شکل ۶) [۹].

شعاع پلاستیک SS به علت مدول افت بالا ($GSI > 75$)، به شعاع EB نزدیک‌تر خواهد شد، در حالیکه شعاع پلاستیک SS برای یک مدول افت بسیار کم ($GSI < 30$) به شعاع EPP نزدیک‌تر خواهد شد. توجه داشته باشید که برای برخی از تونل‌ها، عمدتاً آنهایی که در اعماق کم و در توده‌سنگ‌های مقاوم حفاری می‌شوند، تنشهایی که مجدداً توزیع شده‌اند کمتر از آن مقداری است که برای ایجاد شکست مورد نیاز است، بنابراین، اطراف تونل‌ها الاستیک هستند، جایی که، فشار بحرانی منفی است. روش ارائه شده توسط آلونسو و همکارانش، به منظور برآورد شعاع پلاستیک SS از ۴۰۰ تونل، به نمایندگی از شرایط میانگین استاندارد و پس از آن، برای ۶۶۰ تونل به نمایندگی از شرایط بسیار شدید فشارندگی، مورد استفاده قرار گرفت. [۹]

پس از تجزیه و تحلیل تعدادی از احتمالات، آلفانو و همکاران یک راه منطقی و معقول را برای تخمین شعاع پلاستیک در تونل حفر شده در یک توده‌سنگ SS ارائه دادند، بطوریکه:

$$R_{SS}^* = R_{EPP}^* + \Delta R_{SS-EPP}^* \quad (15-3)$$

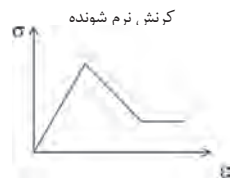
که R_{SS}^* شعاع پلاستیک توده‌سنگ SS و R_{EPP}^* شعاع پلاستیک مربوط به توده‌سنگ EPP می‌باشند (که با استفاده از پارامترهای حداکثر در توده‌سنگ SS، با توجه به روابط ۱ و ۴ به ترتیب، بواسطه معیارهای موهر-کولمب و هوک-براون بدست‌آمده است) و ΔR_{SS-EPP}^* برآورد تفاوت بین R_{SS}^* و R_{EPP}^* است. پس از تفسیر دقیق نتایج بدست آمده، آلفانو و همکاران یک برآورد از ΔR_{SS-EPP}^* با توجه به رابطه زیر ارائه دادند: [۹]

۱۶-۳ برای $GSI < 30 > 75$

$$\Delta R_{SS-EPP}^* = \left(\frac{\frac{q_n}{p_i}}{(0.0244 GSI - 0.53) \left(1 - \frac{m}{50} \right)} \right)^{\frac{-1}{(1+K_p)(0.0018 GSI + 0.0783)}}$$

جدول ۱ به طور خلاصه فرمولهای ارائه شده برای پیش بینی شعاع زون پلاستیک

جدول ۱ تخمین شعاع زون پلاستیک با توجه به رفتار توده سنگ

شعاع زون پلاستیک	معیار شکست	رفتار توده سنگ	کیفیت توده سنگ
$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EPP-MC}^* = \left[\frac{\bar{\sigma}_0 - 1 - \bar{q}_u / (1 - K_p)}{\bar{p}_l - \bar{q}_u / (1 - K_p)} \right]^{\frac{1}{K_p - 1}}$	موهر-کولمب	 الاستوپلاستیک کامل	ضعیف $GSI < 25$
$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EPP-HB}^* = \exp \left[2 \left(\sqrt{p_i^{\sigma}} - \sqrt{\bar{p}_l} \right) \right]$	هوک و براون		
$R_{SS}^* = R_{EPP}^* + \Delta R_{SS-EPP}^*$	-	 کرنش نرم شونده	متوسط $25 < GSI < 75$
$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-MC}^* = \left[\frac{\bar{\sigma}_0 - 1 - \bar{q}_u' / (1 - K_p')}{\bar{p}_l - \bar{q}_u' / (1 - K_p')} \right]^{\frac{1}{K_p' - 1}}$	موهر-کولمب	 الاستیک شکننده	مقاوم $GSI > 75$
$\frac{R_{pl}}{R_t} = R_{EB-HB}^* = \exp \left[2 \left(\sqrt{p_i^{\sigma}} - \sqrt{\bar{p}_l} \right) \right]$	هوک و براون		



9. Alejano, Leandro R.; Rodríguez-Dono, Alfonso; Veiga, María; Plastic radii and longitudinal deformation profiles of tunnels excavated in strain-softening rock masses. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2012, Vol. 30. 169-182.

10. Carranza-Torres, C.; Elasto-plastic solution of tunnel problems using the generalized form of the Hoek-Brown failure criterion. In: Hudson, J.A., Xia-Ting, F. (Eds.), *Proceedings of ISRM SINOROCK2004 Symposium, China*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 2004. 480-481.

پانویس:

- 1 loosening
- 2 Structurally controlled failure
- 3 Egger
- 4 Strain softening model with a constant drop modulus and constant dilatancy
- 5 Strain softening model with a variable drop modulus and constant dilatancy
- 6 Strain softening model with a variable drop modulus and variable dilatancy



چکیده مقالات بین المللی

تحلیل عددی لرزش سطح زمین در اثر حرکت قطار در زیرزمین

Hamid Reza Nejati, Morteza Ahmadi, Hamid Hashemolhosseini, 2012, "Numerical analysis of ground surface vibration induced by underground train movement", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 29, Pages 1-9

هدف از این مطالعه ساخت مدلی از حرکت قطار و محاسبه لرزش سطح زمین در اثر حرکت آن در تونل قطار شهری می باشد. خط ۴ متروی تهران که در ناحیه پر جمعیتی قرار دارد به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شده است. برای مدلسازی حرکت قطار، تاثیر عوامل موثر بر میزان بار دینامیکی و فراوانی آن مورد مطالعه قرار گرفته اند و بارهای متفاوت واگن ها در نظر گرفته شده اند. برای این منظور دامنه طیف فوریه (Fourier amplitude spectrum) ناشی از بار دینامیکی ترن محاسبه شده و دامنه فراوانی بار ترن تعیین گردیده است. در مرحله بعد فراوانی های با انرژی کم فیلتر شدند و بار دینامیکی به صورت بار نقطه ای در مدل عددی تونل و لرزش سطح زمین اعمال گردید. در نهایت صحت نتیجه به دست آمده از مدل عددی با استفاده از روش تحلیلی متریکین و ورونولدر (Metrikine and Vrouwenvelder) بازبینی شد. مقایسه نتایج مدل عددی و روش تحلیل تجربی مذکور همخوانی مناسبی را نشان داد و بیشترین میزان جابجایی افقی ۳/۷۵ میلیمتر و بیشترین میزان جابجایی عمودی ۵/۲۵ میلیمتر تعیین شد.

رابطه میان RMR و Q در بخش هایی از ایران

Asghar Laderian, Mohammad Amin Abaspoor, 2012, "The correlation between RMR and Q systems in parts of Iran", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 27, Issue 1, Pages 149-158.

یکی از روش های تعیین وضعیت توده های سنگ دارای ناپیوستگی برای طراحی های مهندسی، استفاده از روش های طبقه بندی توده های سنگ می باشد. به این منظور روش های متعددی از جمله RMR، Q و GSI پیشنهاد شده اند. پارامترهای مورد استفاده در این روش ها از مطالعات ساختگاهی سطحی و زیرسطحی، حفاری های مطالعاتی واخدا مغزه، و همچنین آزمون های آزمایشگاهی به دست می آید. زمانی که اطلاعات کافی موجود نباشد، استفاده از روش های طبقه بندی سنگ به منظور درک بهتر شرایط توده سنگ، رویکرد مناسبی است. روابط نظری متعددی برای ارتباط دادن دو روش RMR و Q ارائه شده اند. در این تحقیق ضریب همبستگی میان این دو روش طبق بندی را با هدف پتانسیل یابی این روابط در فعالیت های ژئوتکنیکی در نقاط مختلفی از ایران بررسی می نماید. به این منظور پارامترهای توده سنگ مورد نیاز هر دو روش در بیش از ۸۰۰ موقعیت در ۱۴ ساختگاه ارزیابی شده و به صورت آماری تحلیل گردید. در نهایت رابطه جدیدی ارائه شده است.

تاثیر سازه های سطحی بر نشست ناشی از حفر تونل های دوقلو

A. Mirhabibi, A. Soroush, 2012, "Effects of surface buildings on twin tunneling-induced ground settlements", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 29, Pages 40-51

تاثیر دوجانبه نشست سطحی زمین و نشست سازه های سطحی در اثر حفر تونل از جمله موارد با اهمیت در ساخت و سازهای زیرزمین در مناطق شهری است. به همین دلیل عوامل موثر بر موارد فوق باید پیش از اجرا مورد بررسی قرار گیرند. اندرکنش ساخت تونل های دوقلو بر یکدیگر و بر سازه ها به طور محدودی مورد مطالعه قرار گرفته اند. در مقاله حاضر نتیجه مطالعات انجام شده بر اساس داده های ساختگاه خط ۱ متروی شیراز و مدلسازی عددی دوبعدی ارائه شده اند. تاثیر عوامل مختلف همچون عمق تونل ها، فاصله مرکز به مرکز تونل ها، میزان صلبیت سازه ها، وزن و عرض سازه ها، و موقعیت سطحی سازه ها بررسی شده اند. بر اساس نتایج به دست آمده از مدلسازی عددی تاثیر هر یک از پارامترها بر فرورفتگی ناشی از نشست بررسی شده و پارامتر جدیدی تحت عنوان صلبیت خمشی نسبی (relative bending stiffness) معرفی شده که عوامل مذکور را در بر می گیرد. دو نمودار برای کمک در ارزیابی سریع ساخت و سازها بر نشست سطحی در مرحله طراحی ارائه شده اند.

عنوان کتاب:

Practical Tunnel Construction

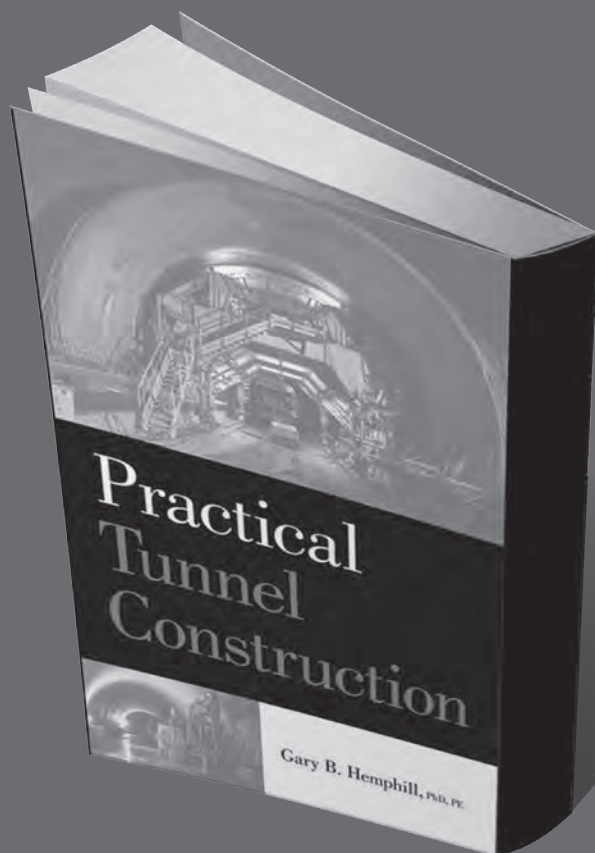
نویسنده: Gary B. Hemphill

تاریخ انتشار: ۲۰۱۲

ناشر: Wiley

چکیده:

این کتاب پس از ارائه مقدمه و تاریخچه ساخت تونل به بحث چگونگی تاثیرگذاری عوامل مختلف زمین شناسی بر تونلسازی می پردازد. بررسی این عوامل به به زبانی ساده و بدون استفاده از روابط پیچیده محاسباتی تشریح شده اند. نویسنده در این کتاب همچنین روش های مختلف ساخت تونل را توضیح داده و نکاتی که برای انتخاب روش مناسب ساخت تونل در یک پروژه اهمیت دارند را مورد بحث قرار داده است. روش هایی که در این کتاب بررسی شده اند عبارتند از: روش حفر دستی تونل، حفاری و آتشباری، استفاده از انواع دستگاه های TBM، روش تونلسازی اتریشی (NATM)، روش تونلسازی نروژی (NMT)، و استفاده از رودهدر.



عنوان کتاب:

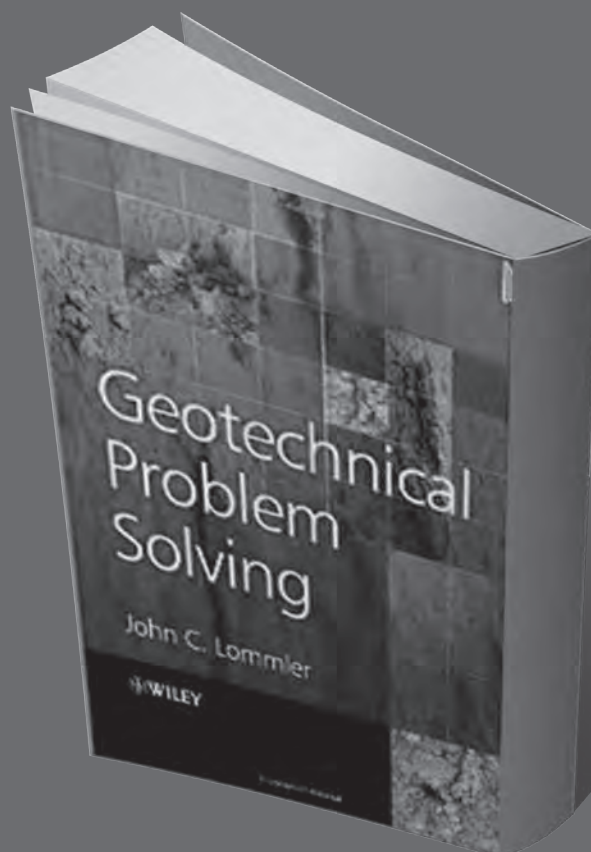
Geotechnical Problem Solving

نویسنده: John C. Lommler

تاریخ انتشار: ۲۰۱۲

چکیده:

این کتاب نحوه استفاده از مباحث نظری و اصول ژئوتکنیک در عمل را تشریح می نماید و چگونگی انتخاب روش مناسب برای اجرای پروژه های مکانیک خاک و ژئوتکنیک را توضیح می دهد. نحوه بررسی نقاط قوت و ضعف راه حل های متفاوت برای یک موضوع خاص و چگونگی رسیدن به نتیجه گیری و ارائه روش عملی در پروژه ها در بخش های مختلف کتاب توضیح داده شده اند. مطالب ارائه شده در کتاب شامل موارد زیر می باشد: طبقه بندی خاک، تنش و مقاومت خاک، نشست، تحلیل پی های سطحی و عمیق، بارگذاری جانبی در شمع، دیوارهای حائل، پایداری شیروانی ها و ترانشه های طبیعی و دست ساز، عوامل عدم اطمینان در ژئوتکنیک و بسیاری موارد دیگر.



رویدادهای تونلی

Tunnelling in Mediterranean Region Symposium 2013 Croatia 7th - 8th May 2013 Porec (Croatia)

Contact:
Symposium Secretariat: Ms Tanja Rabar
Tel +385 (0)51 410 447
Fax: 00385 51 410 450
Email: tanja.rabar@hubitg.com
Web: www.meditunnel2013.com

The 6th International Symposium on Strait Crossings 16th - 19th June 2013, Bergen (Norway)

The Norwegian Public Roads Administration will organize the sixth international symposium on Strait Crossings. The symposium will focus on connections across wide and deep straits, constructed and operated under extreme conditions with high waves and strong winds and currents such as bridges and tunnels. Papers about tunnels may include topics such as planning, design, construction, energy consumption, instrumentation, fire protection, traffic control, escape routes, risk analysis, combined tunnels, operation, maintenance

Contact:
Secretariat Tekna: Siri Engen
Tekna – The Norwegian Society of Graduate
Technical and Scientific Professionals
P.O. Box 2312, Solli, N-0201 Oslo, Norway
Tel: +47 22 94 75 00
Email: siri.engen@tekna.no
Web: www.SC2013.no

Tunneling and underground space in Europe development 17,18, 19 October 2013, Bologna (Italy)

At Expotunnel 2013, the Italian Tunnelling Society will organise the congress entitled: Tunneling and underground space in Europe development. Scientific sessions will include the following themes: Road and motorway tunnels; Urban transport tunnels; Rail tunnels, hubs and stations; Underground-construction technological innovation; Industrialized/Mechanized tunnelling

Contact:
Segretaria Scientifica- Società
Italiana Gallerie
Piazzale R. Morandi 2 20121 Milano
tel. +39 02 77790415
fax +39 02 77790419
Email: eventi@societaitalianagallerie.it
Web: www.societaitalianagallerie.it
Organising Secretariat -
Conference Service srl
Via de' Buttieri 5/A , 40125 Bologna
tel. +39 051 4298311
fax +39 051 4298312
Email: congress@expotunnel.it
Web: www.expotunnel.it

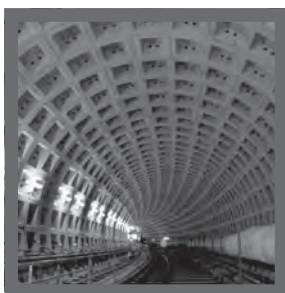
تونل TUNNEL

IN THE NAME OF GOD

SPRING 2012, No. 18

IRANIAN TUNNELLING ASSOCIATION MAGAZINE نشریه انجمن تونل ایران

CONTENTS



Editorial	2
Report of the 38th ITA-AITES General Assembly and World Congress in Bangkok	3
News	4
Brief History of the Trans-Iranian Railway	8
Design and Construction of the eastern section of Niayesh Tunnel by NATM method.....	16
Reviewing the post-peak strength behavior of rock masses around tunnels.....	24
Selected International Paper Abstracts	31
Book Review	32
Tunnelling Events.....	33



Cover Photo: A tunnel on the northern part of the Trans –Iranian Railway



Proprietor

Iranian Tunnelling Association

President

Dr. M. Gharouni Nik

Chief Editor

Dr. S. Hashemi

Supervised By

Board of Directors of Iranian Tunnelling Association

Editorial Board

Dr. A. Fahimifar, Dr. O. Farzaneh, Dr. M. Gharouni Nik,
Dr. S. Hashemi, Dr. M. Jafari, Dr. H. Kanani Moghaddam,
Mr. A. Mozaffari Shams, Dr. M. Sadaghiani,
Dr. H. Salari Rad, Dr. M. Sharifzadeh, Dr. A. Yasaghi

Other Contributors

Mr.M. Khosrotash

Executive Producer

Nashr-e-Fan

Graphics and Layout Design

Azarshan Graphic Aria (www.azarshangraphic.com)

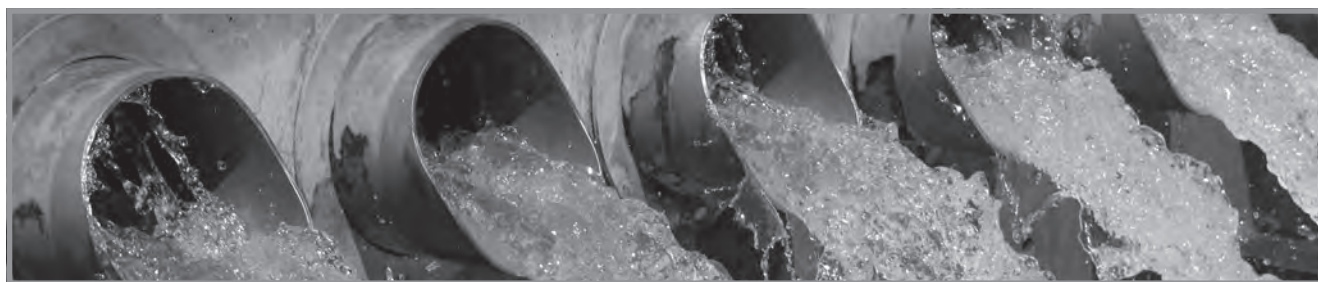
فهرست کتاب‌های کتابخانه انجمن تونل ایران

(بخش ۲ از ۳)



عمران

- مهندس سید محمد حسین شیر، ۱۳۷۷، مبانی نقشه کشی صنعتی ۱
- محمود شاکری، ۱۳۸۴، مقاومت پیشرفته و الاستیسته و کاربردی
- مجتبی ازهری - مهندس دانیال عادلجو، ۱۳۸۳، مقاومت مصالح
- حمید محبوب مقدس، مقاومت مصالح
- فدیاندپی بیر، نی. راسل جانستون - جان تی. دوولف، ۱۳۸۴، مقاومت مصالح (۱)
- ری. آر. کریگ، ۱۳۸۳، مقاومت مصالح / ج ۱
- دین پی. آپدایک، ۱۳۸۲، مقاومت مصالح / ج ۱
- ایگور پوپوف، ۱۳۷۹، مقاومت مصالح
- پوپوف، ۱۳۸۴، مقاومت مصالح popov جلد ۱ و ۲
- آن. آر. بیر، کاترین هیگینز، ۱۳۸۱، برنامه ریزی محیطی برای توسعه زمین
- Paul H. Wright، ۱۳۸۳، مهندسی ترابری - اصول برنامه ریزی و مدل سازی حمل و نقل
- سید محسن حبیبی، ۱۳۸۴، از شار تا شهر
- کرامت الله زیاری، اصول و روشهای برنامه ریزی منطقه ای
- فریمند رفعت جاه، ۱۳۸۲، روند تحولات برنامه ریزی مسکن در دهه اخیر
- مهندس بابک رستمی قراگزلو، ۱۳۸۵، زبان تخصصی مهندسی عمران
- سعید منجم، ۱۳۸۳، راهسازی
- علی مدنی پور، ۱۳۸۴، طراحی فضای شهری
- مجید همراه، ۱۳۸۲، کار توگرافی به کمک رایانه
- بکایی، سامانی، ۱۳۸۴، کتاب عمران
- ۱۳۸۴، ماشین‌های ساختمانی و روشهای اجرایی / ج ۱
- مجتبی یمانی، ۱۳۸۵، مبانی نقشه خوانی



عمران آب

- پساپ صنایع نساجی
- جمال الدین عقیلی، ۱۳۷۹، طراحی شبکه‌های فاضلاب و حفاظت کانال
- محمود پیکری - دکتر ارجمند مهربانی، ۱۳۸۳، مبانی تصفیه آب
- کبیر صادقی، ۱۳۸۰، مهندسی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی
- محمد مهدوی، ۱۳۸۴، هیدرولوژی کاربردی / ج ۱
- محمد مهدوی، ۱۳۸۴، هیدرولوژی کاربردی / ج ۲
- مرتضی همتی، ۱۳۸۱، هیدرولیک آبگیرها - از نظر رسوب در سازه‌های ابی
- ابوالفضل شمسایی، ۱۳۸۳، هیدرولیک جریان آب در محیطهای متخلخل
- نصرت اله مقصودی، صلاح کوچک زاده، ۱۳۸۱، هیدرولیک کانال‌ها / ج ۱
- سید محمود حسینی - جلیل ابریشمی، ۱۳۸۵، هیدرولیک کانالهای باز
- مجتبی قنبریان، ۱۳۸۹، موج شکن‌های توده سنگی (جلد اول)
- استریتر، وایلی، بدفورد، ۱۳۸۵، مکانیک سیالات
- رابرت م. سورنسون، ۱۳۷۹، اصول مهندسی دریا
- م. ت. منزوی، ۱۳۷۷، آبرسانی شهری
- م. ت. منزوی، فاضلاب شهری تصفیه فاضلاب - جلد دوم
- م. ت. منزوی، ۱۳۷۹، جدولهای محاسبه هیدرولیکی لوله له‌های آب، فاضلاب و لجن
- سید جلال آشفته، ۱۳۶۳، آنالیز طرح و محاسبه هیدرولیکی
- سید محمود رضا بهبهانی، ۱۳۸۰، هیدرولوژی آبهای سطحی
- حبیب اله بیات، ۱۳۷۹، اندرکنش سازه‌های آبیو فرسایش
- مرتضی حسینیان، ۱۳۸۵، تصفیه آبهای صنعتی
- مرتضی حسینیان، ۱۳۸۰، اصول تصفیه آب
- مرتضی حسینیان، ۱۳۸۰، روشهای آزمایش فاضلاب
- مرتضی حسینیان - مهندس علیرضا خسروی، ۱۳۷۸، طراحی تصفیه خانه‌های



عمران سازه

- علیرضا میلانی زاده، ۱۳۸۵، جداول کاربردی ساخت و ساز
- مهدی قالیبافیان، حوریه مقبلی، ۱۳۸۴، دستور العمل طرح، محاسبه و تهیه نقشه‌های اجرایی / ج ۲
- مهدی قالیبافیان، حوریه مقبلی، ۱۳۸۴، دستور العمل محاسبه و تهیه نقشه‌های اجرایی / ۲ پیوست
- مهدی قالیبافیان، ۱۳۸۳، دستور العمل طرح، محاسبه و تهیه نقشه‌های اجرایی
- امیر اقبالی، فرزاد خجسته نیا، ۱۳۸۳، راهنمای حل مسائل - تحلیل سازه‌ها (۲)
- نیکنام، ثنایی، هاشمی، باجی، ۱۳۸۱، رفتار و ضوابط طراحی لرزه‌ای ساختمانهای فولادی
- ۱۳۸۱، روشها و مدیریت کارهای ساختمانی
- پرویز نمک فروش، ۱۳۷۹، سازه‌های سالن‌های صنعتی
- پارسى راد، ۱۳۸۱، سیستم مرکب در ساختمان
- سعید صبوری، ۱۳۸۳، سیستم‌های مقاوم در استفاده از فولاد نرم
- ۱۳۸۴، طراحی اتصالات در سازه‌های بتن آرمه
- محمدرضا بلوچ‌نژاد، جواد کارچی، جواد محمدی، ۱۳۸۸، مروری بر پیش‌تنیدگی در سازه پل
- مجتبی قنبریان - مجید افشارپور، ۱۳۸۷، بتن ریزی پانل‌های کی‌وال به روش ترمی
- شاپور طاحونی، ۱۳۸۳، طراحی پل / پل‌های مسلح - فولادی و پیش‌تنیده
- شاپور طاحونی، ۱۳۷۹، طراحی سازه‌های بتن - مسلح / ج ۲
- شاپور طاحونی، ۱۳۸۴، طراحی سازه‌های فولادی
- یعقوب قلی‌پور - مهندس سعید نعمتی، ۱۳۸۲، طراحی سازه‌های فولادی
- مجتبی ازهری - دکتر رسول میرقادر، ۱۳۸۵، طراحی سازه‌های فولادی / ج ۲
- کامران کامران زاد، ۱۳۸۴، طراحی گام به گام سازه‌ها - سازه‌های فولادی و بتنی، ج ۱ و ۲
- حسین سوداگر، ۱۳۸۳، طرح خانه‌های مسکونی در زمین‌های محدود و آزاد
- حسین مرادی، حمیدرضا مجیدیان، ۱۳۷۸، مروری بر مسائل تحلیل سازه‌ها
- احمد حامی، ۱۳۸۴، مصالح ساختمان
- میرمحمدکریم طباطبائی، ۱۳۸۳، مصالح ساختمانی
- سیاوش کبای، ۱۳۷۴، مصالح شناسی
- اسماعیل گنجیان - محمد حسین ماجدی، ۱۳۸۴، مصالح مهندسی عمران / ج ۱
- امین بهرامی - داریوش حمزه جو، ۱۳۸۱، مقاطع مرکب فولادی - موجود در
- محمد سرائی پور ۱۳۷۷ آسفالت
- نادر فنایی، ۱۳۸۵، مجموعه سوالات / تحلیل سازه‌ها کارشناسی ارشد
- مهندس محمد مویدیان - سعید برادران همتی، ۱۳۸۲، جداول طراحی تیرهای مرکب
- حسن مقدم، ۱۳۸۵، طرح لرزه‌ای ساختمانهای آجری
- محمد کریم پیرنا ۱۳۸۴ آشنایی با معماری اسلامی ایران
- امیرمسعود کی‌نیا، ۱۳۸۵، آنالیز و طراحی سازه‌های، بتن آرمه
- ۱۳۸۴، آیین‌نامه سازه‌های فولادی AISC
- محمود یحیایی، ۱۳۷۸، اثر باد بر سازه‌ها
- جلیل شاهی، ۱۳۸۵، اجزاء ساختمان
- سیاوش کباری، ۱۳۸۴، اجزاء ساختمان و ساختمان
- علیرضا رهایی - سعید نعمتی، ۱۳۸۳، ارزیابی عملکرد و روشهای مقاوم - سازی سازه‌های بتنی
- سید محمد رضا موسویان، ۱۳۸۵، اصول و مبانی در طراحی معماری و شهرسازی
- مهیار لاجوردی - سید مهدی داود نبی، ۱۳۸۱، برنامه ایجاد و تحلیل مقاطع سازه ای Section Builder
- جمال الدین عقیلی، ۱۳۸۰، برنامه ریزی و ساختارهای شهری
- موسسه علمی و فرهنگی فضا، ۱۳۶۸، بناها و شهر دامغان
- مهندس میر محمد کریم طباطبائی، بیابید ساختمان خوبی بسازیم
- حسن باجی - جواد هاشمی، ۱۳۸۲، پروژه‌های کاربردی در تحلیل و طراحی کامپیوتری سازه‌ها
- غلامحسین فخری، ۱۳۷۱، پلکانهای فلزی محاسبه و طرحهای آرشیکتی
- محمد مهدی علی‌نیا، ۱۳۷۹، تئوری صفحات و پوسته‌ها
- محمدرضایی پزند، محمد رضا سالاری، ۱۳۷۵، تحلیل سازه‌های یک
- محمدرضایی پزند، محمد مویدیان، ۱۳۸۳، تحلیل‌های سازه‌های دو
- خدیو پور، علامه، ربیعی گهر - بهروزی فردین، ۱۳۸۴، تحلیل و تشریح سازه‌های فولادی بر مبنای آئین‌نامه / ج ۱ و ۲
- حسین زمرشیدی، تعمیر و نگهداری ساختمان
- مهدی قالیبافیان، ۱۳۷۱، تکنولوژی قالب بندی

بازار ایران

- دبلیو.جی.ناش ۱۳۷۳ آجرچینی/جلدهای ۱ و ۲ و ۳
- نوربرت شوئنوثر، مسکن، حومه و شهر
- جی.ای، جانسون، ۱۳۸۳، مدیریت کارگاه و نگهداری مصالح
- تئودرویکتور گالامبوس، ۱۳۸۰، طراحی اصولی سازه‌های فولادی
- مارتا اشنایدر، ۱۳۸۰، پروفیل‌های ساختمان فولادی
- مارتا اشنایدر-بورگر، ۱۳۸۴، پروفیل‌های ساختمانی فولادی
- مارتین پاولی، ۱۳۸۴، سیستم‌های ساختمانی آینده
- لئونهاردو مونیک، ۱۳۸۰، سازه‌های بتن آرمه اصول و مبانی
- ولف گانگ شولر، ۱۳۷۶، سازه‌های ساختمان بلند
- ر.چارلی، ۱۳۷۵، تکنولوژی ساختمان/ج ۱ و ۲ و ۳ و ۴
- رابین بری، ۱۳۷۵، ساختمان‌سازی (۱ تا ۵)
- لئوناردو بنه ولو، ۱۳۸۴، تاریخ معماری مدرن
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۷۶، راهنمای اتصالات در ساختمانی فولادی

- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۴، صرفه جویی در مصرف انرژی/ج ۱
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۷۸، راهنمای مبحث دهم طرح و ساختمانی فولادی/ج ۱ و ۲
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۵، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۰
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۵، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۲
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۰، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۴
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۲، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۶
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۰، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۸
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۱، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۹
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۰، مقررات ملی ساختمان مبحث ۳
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۲، مقررات ملی ساختمان مبحث ۵
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۵، مقررات ملی ساختمان مبحث ۹
- دفتر تدوین و ترویج، مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۲، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳
- دفتر تدوین و ترویج - مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۰، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۵



عمران زلزله

- کمیته دائمی بازنگری آیین نامه - طراحی ساختمانها در برابر زلزله، ۱۳۸۴، آیین نامه طراحی ساختمانها - در برابر زلزله
- خسرو برگی، ۱۳۷۳، اصول مهندسی زلزله
- فرهاد دانشجو، ۱۳۷۸، مبانی مهندسی زلزله و آنالیز ریسک
- حسن مقدم، ۱۳۸۴، مهندسی زلزله - مبانی و کاربرد
- R.W.Clough، ۱۳۷۵، واکنش سازه‌ها در مقابل زلزله‌ها
- آنیل چوپرا، ۱۳۸۵، دینامیک سازه‌ها و تعیین نیروهای زلزله
- مینورو واکابایاشی، ۱۳۷۴، ساختمانهای مقاوم در مقابل زلزله
- لنی جی فلین، ۱۳۸۲، طراحی لرزه ای سازه‌های - فولادی پارکینگهای طبقاتی



عمران ترافیک

- سعید منجم، ۱۳۸۱، طراحی مسیر راه آهن و مترو
- و.ا. پروفیلیدس، مهندسی راه آهن، تئوری و کاربرد
- علیرضا سلیمانی، ۱۳۷۹، نقشه برداری مسیر و قوس‌ها در راهسازی/ج ۱ و ۲



بتن

- مهندسین مهدی داودنهی - سید مهیار لاجوردی، ۱۳۸۳، برنامه تخصصی تحلیل و طراحی ستونها و دیوارهای بتنی/CSICOL
- Dr.V.K.RAINA، ۱۳۸۲، ترک خوردگی در بتن پلهای بتنی
- ابوالفضل دانیالی، ۱۳۸۳، تکنولوژی بتن
- جی.جی.بروکس، ۱۳۸۴، تکنولوژی بتن
- داود مستوفی نژاد، ۱۳۸۵، تکنولوژی و طرح اختلاط بتن
- پ شی اسل، ۱۳۸۴، خوردگی فولاد در بتن
- وادل -دوبروولسکی، ۱۳۸۰، دستنامه اجرای بتن
- ۱۳۸۵، دستورالعمل‌های آزمایشگاه بتن
- J.G.Richardson، FiwM، Ambin، ۱۳۷۳، راهنمای کارهای بتنی
- پروفیسور مهتا، پروفیسور مونته ئیرو، ۱۳۸۵، ریزساختار، خواص، و اجزای بتن
- استیون اج. کسماتکا، ویلیام سی. پانارس، ۱۳۸۴، طراحی و کنترل، مخلوط‌های بتن
- علی اکبر رمضانپور، ۱۳۸۲، طرح اختلاط بتن

محل الصاق
عکس

بسمه تعالی
انجمن تونل ایران
فرم تقاضای عضویت
(اعضای حقیقی)



۱- نام خانوادگی:		کد عضویت:
۲- نام:		شماره عضویت:
۳- تاریخ و محل تولد:		۴- شماره شناسنامه و محل صدور:
۵- نشانی:	محل کار:	کد پستی:
	منزل:	کد پستی:
	پست الکترونیکی (Email):	
۶- تلفن:	محل کار:	دور نگار:
	منزل:	همراه:

۷- سوابق تحصیلی دانشگاهی:

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

۸- سوابق تجربی و کاری در زمینه تونل و سازه‌های زیر زمینی:

تاریخ	سازمان یا شرکت		نام طرح	مسئولیت
از	تا			

۹- سوابق علمی (تدریس و تحقیق در دانشگاه‌ها و سایر موسسات آموزش عالی):

عنوان درس یا تحقیق	محل انجام	سال:

۱۰- آثار علمی، تحقیق، تالیف، ترجمه کتاب‌ها و مقالات (در صورت نیاز برگ اضافه ضمیمه نمایید):

عنوان	تاریخ و محل نشر

۱۱- آشنایی و میزان تسلط به زبانهای خارجی		۱۲- عضویت در سازمانها و کمیته های ملی و جهانی	
زبان	میزان تسلط		نام سازمان، کمیته و...
	عالی	خوب	
تاریخ	از	تا	
۱۳- داوطلب عضویت: ☐ پیوسته ☐ وابسته ☐ دانشجویی			
۱۴- مدرک لازم	۱- تصویر شناسنامه		
	۲- دو قطعه عکس ۳×۴		
حق عضویت	۳- تصویر آخرین مدرک تحصیلی با گواهی اشتغال به تحصیل		
	۴- گواهی سوابق کار بخصوص در صنعت تونل		
تاریخ تکمیل فرم: نام و نام خانوادگی / امضاء			

آیین نامه عضویت در انجمن

انواع و شرایط عضویت در انجمن عبارتند از:

عضویت پیوسته

اعضای پیوسته انجمن بایستی حداقل یکی از شرایط زیر باشند.

۱- موسسان انجمن

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

۳- اشخاص با درجه کارشناسی ارشد و بالاتر در رشته‌های مرتبط و پایان‌نامه در زمینه تونل با حداقل یک سال 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 رشته مرتبط با حداقل ۵ سال سابقه کار مفید در صنعت تونل‌سازی

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

عضویت وابسته

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

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 در آیند.

عضویت افتخاری

شخصیت‌های ایرانی و خارجی که مقام علمی آنان در زمینه‌های مرتبط با صنعت تونل‌سازی حایز اهمیت خاص باشد و یا در پیش برد اهداف انجمن کمک‌های موثر و ارزنده‌ای نموده باشند می‌توانند به عضویت افتخاری انجمن انتخاب شوند.

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

لطفاً فرم تکمیل شده را به نشانی: تهران، خیابان کارگر شمالی، نبش خیابان دوم، ساختمان ۴۶۷، طبقه ۵، واحد ۴۱.

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۴۹۵ دور نگار: ۰۲۱-۸۸۰۰۸۷۵۴ دبیرخانه انجمن تونل ایران، ارسال نمایید.



بسمه تعالی
انجمن تونل ایران
فرم تقاضای عضویت
(اعضای حقوقی)

کد عضویت:
شماره عضویت:

الف: مشخصات:				
نام:		شماره ثبت:		تاریخ ثبت:
نوع موسسه: ۱- سهامی عام ☐ ۲- سهامی خاص ☐ ۳- مسئولیت محدود ☐ ۴- سایر ☐				
رتبه بندی سازمان برنامه و بودجه: ۱- دارد ☐ رتبه رشته ۲- ندارد ☐				
زمینه فعالیت:				
نوع فعالیت: ۱- مهندسین مشاور ☐ ۲- پیمانکاری ☐ ۳- تولید کننده ☐ ۴- سایر ☐				
سوابق پروژه ها و فعالیتهای موسسه:				
ردیف	عنوان پروژه	زمان اجراء		محل
		از	تا	

نشانی دفتر مرکزی:

تلفن: دور نگار: آدرس الکترونیکی (Email):

ب- هیئت مدیره (نام مدیر عامل، رئیس و اعضای هیئت مدیره):			
ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	سمت در موسسه
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
مدارک مورد نیاز		۱- مدرک ثبت شرکت یا سازمان ۲- سوابق فعالیت	
نام و امضاء مدیر عامل: مهر شرکت: تاریخ:			
لطفاً در این قسمت چیزی ننویسید. درخواست عضویت موسسه در جلسه هیئت مدیره مورخ مطرح و با عضویت آن موافقت/ مخالفت به عمل آمد.			

لطفاً فرم تکمیل شده را به نشانی: تهران، خیابان کارگر شمالی، نبش خیابان دوم، ساختمان ۴۶۷، طبقه ۵، واحد ۴۱
تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۴۹۵، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۰۰۸۷۵۴، دبیرخانه انجمن تونل ایران، ارسال نمایید.
Email: info@irta.ir