تونل

نشریه انجمن تونل ایران

Tunnel

Iranian Tunnelling Association Magazine

شماره۱۱، تابستان ۸۹

www.irta.ir

www.irta.ir www.irta.ir www.irta

تونل

نشریه انجمن تونل ایران

شماره ۱۱- تابستان ۸۹

بسمه تعالی

- سرمقاله ۲
- گزارش ششمین مجمع عمومی و فوق العاده انجمن تونل ایران ۳
- اخبار ۴
- مروری بر روشهای رفتار سنجی حفریات زیرزمینی با استفاده از نقاط همگرائی سنجی و کشیدگی سنجی ۱۴
- فناوری نوین علاج بخشی اضطراری تونلها - مطالعه موردی تاریخی تونل بلیتی شوشتر ۲۰
- اصلاح روش اجرای تزریق پرکننده پشت سگمنت در قطعه دوم تونل انتقال آب کرج - تهران ۲۷
- تونل‌های شهری- الزامات، مشکلات و محدودیت‌ها ۳۳
- چکیده مقالات منتخب نشریات ۳۸
- معرفی کتاب ۴۰
- رویدادهای تونلی ۴۱

شـرح روی جلد: خط یک متروی تهران

انجمن تونل ایران	**صاحب امتیاز**
دکتر مرتضی قارونی‌نیک	**مدیر مسئول**
دکتر سیامک‌هاشمی	**سر دبیر**
هیئت مدیره انجمن تونل ایران	**زیر نظر**
مهندس مرتضی همزه ابیازنی	**مدیر داخلی**
دکتر محمد جواد جعفری، دکتر حسین سالاری‌راد، دکتر مصطفی شریف‌زاده، دکتر محمد حسین صدقیانی، دکتر اورنگ فرزانه، دکتر احمد فهیمی‌فر، دکتر مرتضی قارونی‌نیک، دکتر حسین کنعانی‌مقدم، مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر سیامک‌هاشمی، دکتر علی یساقی مهندس امیر عبداله ایران‌زاده، مهندس محمد خسروتاش	**هیئت تحریریه**
	همکاران این شماره
نشرفن	**امور اجرایی**
معصومه قره داغی	**تبلیغات**
الهه لطفی	**صفحه آرایی و طراحی جلد**

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 مقاله‌های دریافتی بازگردانده نمی‌شود.
- 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 نظریه‌های نشریه نیست.
- نشریه در تلخیص، تکمیل، اصلاح یا ویرایش مطالب آزاد است.
- نقل مطالب نشریه با ذکر مأخذ بلامانع است.

نشـانی: خیابان کارگر شمالی- بالاتر از بیمارستان قلب- بعد از خیابان دوم- ساختمان ۴۶۷- طبقه ۵- واحد۴۱- انجمن تونل ایران

تلفن : ۶ - ۸۸۶۳۰۴۹۵ نمابر: ۸۸۰۰۸۷۵۴

Website:www.irta.ir Email:info@irta.ir

www.irta.ir

نگاهی به آینده

بیشتر تمدن‌ها در کنار رودهای بزرگ شکل گرفته‌اند و همراه با خود مرتبه‌ای از توانمندی بشر در تصرف محیط و طبیعت پیرامون خود را در برابر آیندگان به تصویر کشیده و به یادگار گذاشته‌اند. ایرانیان به عنوان یک قوم در تاریخ بشری در پیشبرد چرخ کاروان تمدن نقش به سزایی داشته‌اند. در این روند، از درون خلاقیت و هوشمندی ایرانی، مظاهری جلوه می‌کند که در نوع خود بی‌نظیر بوده است و شاید بتوان قنات را یکی از آنها دانست. تونل‌هایی کوچک که برای هدایت آب‌های زیرزمینی و در کنار سایر بناهای ماندگار احداث شده‌اند. پس هر چند تونل اصطلاح جدیدی است ولی از دیرباز در ساخت و پیشرفت کشور از آن استفاده می‌شده است و نشانی از چالش گذشتگان با طبیعت برای بهبود وضعیت زندگی خود بوده و نشاندهنده روش‌های نوینی است که اقوام ایرانی در غلبه بر مشکلات به کار می‌گرفتند. در زمان حال نیز فعالیت در زمینه موضوع تونل و فضاهای زیرزمینی بسیار امیدوارکننده می‌باشد.

این حرکت را می‌توان در ابعاد مختلفی همچون گسترش رشته‌های تحصیلی و تحقیقات مربوط به صنعت تونل در دانشگاه‌ها و نیز رشد چشمگیر پروژه‌های حفر تونل، شفت و مغار با اهدافی مانند آبرسانی، حمل و نقل درون و برون شهری، نیروگاه‌ها، معادن و غیره مشاهده نمود.

به دلیل نیازهای امروز کشور لازم است که جامعه علمی و اجرایی کشور بیش از پیش به موضوع تونل و فضاهای زیرزمینی توجه نماید. در این راستا انجمن تونل ایران، که در تیرماه سال ۱۳۷۷ با هدف گسترش، پیشبرد و ارتقای دانش فنی این صنعت و توسعه کمی و کیفی نیروهای متخصص و بهبود بخشیدن به امور آموزشی، پژوهشی و اجرایی و با مشارکت متخصصان و صاحب نظران این صنعت شروع به فعالیت نمود و در خرداد ماه سال ۱۳۷۸ به عنوان عضو ملی انجمن بین‌المللی تونل شناخته شد، فعالیت‌های خود را تحت هدایت پنج دوره هیئت مدیره در جهت اهداف مذکور به پیش برده است. با آغاز فعالیت دوره ششم هیئت مدیره این انجمن، امید آن می‌رود که با همکاری تمامی اعضای انجمن و علاقمندان رشته تونل، شاهد برداشتن گام‌های جدیدتر و بلندتری در صنعت تونل ایران باشیم. به این منظور انجمن تونل ایران قصد دارد گروه‌های کاری خود را، که با توجه به اولویت‌های داخل کشور و هماهنگ با گروه‌های کاری انجمن بین‌المللی تونل تعریف شده‌اند، بیش از پیش فعال نماید. گروه‌های کاری انجمن تونل ایران عبارتند از:

۱) شاتکریت
۲) مدیریت پیمان و قراردادها
۳) بهداشت و ایمنی در تونل
۴) فضاهای زیرزمینی شهری و محیط زیست
۵) تونل‌های عمیق و طویل
۶) سازه‌های زیرزمینی خاص
۷) برنامه‌ریزی، ارتباطات و آمـــوزش
۸) حفاری مکانیزه

بدینوسیله از کلیه علاقمندانی که مایل به همکاری با گروه‌های کاری فوق می‌باشند دعوت می‌شود جهت اعلام آمادگی و هماهنگی لازم با دفتر انجمن تونل ایران تماس حاصل نمایند.

گزارش ششمین مجمع عمومی و فوق العاده انجمن تونل ایران

با اتمام فعالیت دوره پنجم هیئت مدیره انجمن تونل ایران، ششمین مجمع عمومی این انجمن در ساعت ۱۸:۰۰ روز چهارشنبه ۹ تیر ماه ۱۳۸۹ در محل سالن اجتماعات شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران با حضور اعضای حقیقی و حقوقی انجمن تونل ایران و نماینده کمیسیون انجمن‌های علمی ایران برگزار گردید.

در این جلسه جناب آقای مهندس ابوالقاسم مظفری شمس (رئیس هیئت مدیره انجمن تونل در دوره پنجم) گزارش فعالیت‌های دو ساله انجمن را ارائه نمود. این فعالیت‌ها به طور خلاصه شامل برگزاری سمینارهای علمی و کاربردی ماهیانه و دوره‌های آموزشی تخصصی، برگزاری هشتمین کنفرانس تونل ایران، همکاری در برگزاری کارگاه آموزشی مهندسی قنات، بازدید از پروژه‌های تونل کشور، چاپ ۹ شماره نشریه تونل، چاپ یک کتاب در زمینه تونل، اجرای فاز نخست پروژه بانک اطلاعات تونل ایران (طراحی نرم افزار)، اطلاع رسانی و ارتباط با اعضای انجمن و مراکز آموزشی، سازمان‌ها و شرکت‌ها بوده است.

پس از بیانات فوق، جلسه مجمع فوق العاده اعلام شد و موارد زیر به رای گذاشته و تصویب شدند:

۱) دوره تصدی هیئت مدیره در اساسنامه انجمن تونل ایران از ۲ سال به ۳ سال تغییر یافت.

۲) اعضایی که بیش از دو دوره متوالی عضو هیات مدیره انجمن بوده‌اند تنها در صورتی که ۷۵٪ آراء حاضرین را کسب کنند می‌توانند مجددا برای یک دوره عضو هیئت مدیره شوند.

۳) حق عضویت برای اعضای حقوقی معادل ۱,۵۰۰,۰۰۰ ریال، اعضای حقیقی پیوسته مبلغ ۲۰۰,۰۰۰ ریال، اعضای وابسته مبلغ ۱۰۰,۰۰۰ ریال، و اعضای دانشجویی ۴۰,۰۰۰ ریال تعیین شد.

سپس در مجمع عمومی انجمن، تعداد ۱۴ نفر از اعضای حقیقی و پیوسته انجمن برای عضویت در هیئت مدیره دوره ششم و ۵ نفر برای سمت بازرس انجمن اعلام آمادگی نمودند. پس از انجام رای‌گیری، نفرات زیر به عنوان اعضای هیئت مدیره انجمن تونل ایران در دوره ششم انتخاب شدند:

آقای مهندس ابوالقاسم مظفری شمس	(عضو اصلی)،
آقای دکتر سیامک‌هاشمی	(عضو اصلی)،
آقای مهندس محمد خسروتاش	(عضو اصلی)،
آقای دکتر محمد حسین صدقیانی	(عضو اصلی)،
آقای مهندس محمدرضا یاقوتی	(عضو اصلی)،
آقای مهندس علیرضا صالحی	(عضو علی البدل)،
آقای مهندس غلامرضا شمسی	(عضو علی البدل)،
آقای مهندس احمد جوهری جوان	(بازرس اصلی)،
آقای مهندس مصطفی عماد	(بازرس علی البدل).

در نخستین جلسه اعضای هیئت مدیره جدید در ساعت ۱۸:۰۰ روز چهارشنبه ۲۳ تیر ماه ۱۳۸۹ در محل خانه تونل ایران، آقایان مهندس ابوالقاسم مظفری شمس به عنوان رئیس هیئت مدیره، دکتر سیامک‌هاشمی به عنوان نایب رئیس هیئت مدیره، و مهندس محمدرضا یاقوتی به عنوان خزانه دار هیئت مدیره انتخاب گردیدند.

امید است که با همکاری تمامی اعضای حقیقی و حقوقی انجمن، در دوره ششم نیز همانند دوره‌های پیشین گام‌های مفیدی جهت پیشبرد اهداف انجمن تونل ایران و ارتقای صنعت تونل کشور برداشته شود.

اعضای هیئت مدیره انجمن تونل ایران در دوره ششم (از راست به چپ): آقایان مهندس علیرضا صالحی، مهندس غلامرضا شمسی، مهندس محمد خسروتاش، مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر سیامک‌هاشمی، مهندس مصطفی عماد، دکتر محمد حسین صدقیانی، مهندس محمدرضا یاقوتی، مهندس احمد جوهری جوان.

اخبار

نمایشگاه اختصاصی ایران در سلیمانیه عراق

هیئت تجاری اقتصادی ایران در نخستین روز از سفر به استان سلیمانیه عراق از تونل ازمر که توسط مهندسان و متخصصان ایرانی ساخته شده است بازدید کرد. به گزارش خبرنگار اعزامی خبرگزاری فارس از نمایندگی کردستان به سلیمانیه عراق، معاون برنامه‌ریزی استاندار کردستان در این بازدید ساخت این تونل بزرگ در عراق را نشان از شکوفایی دانش فنی و مهندسی ایرانیان در جهان دانست. ارسلان ازهاری اظهار داشت: با توسعه دانش فنی دانشمندان جمهوری اسلامی ایران، ستاره علم جوانان ایرانی در آسمان کشورهای همسایه می‌درخشد. به گفته وی طول این تونل ۲ هزار و ۳۸۹ متر است که به عنوان بزرگ‌ترین تونل مستقیم خاورمیانه نظیر آن در منطقه وجود ندارد. وی کاهش فاصله منطقه ازمر سلیمانیه به شهر چوارلان، تسهیل در تردد خودروها و تامین بخشی از آب شرب شهر سلیمانیه را اهداف اجرای این پروژه عنوان کرد و گفت: برای ساخت این طرح بیش از ۱۸ میلیون و ۲۷۳ هزار دلار سرمایه‌گذاری شده است. معاون برنامه‌ریزی استاندار کردستان مدت زمان عملیات اجرای این تونل را حدود پنج سال ذکر کرد و گفت: تونل ازمر در شش کیلومتری شمال شرقی شهر سلیمانیه واقع شده و فاصله این شهر را به منطقه ازمر به میزان هفت کیلومتر کاهش داده است. ازهاری تصریح کرد: ساخت این تونل از خطرات رانندگی در این منطقه کوهستانی به میزان قابل توجهی می‌کاهد. وی در خاتمه به دیگر ویژگی‌های این تونل اشاره کرد و اذعان داشت: اختصاص گذر ۷۰ سانتیمتری برای عابران پیاده و یک متر برای نصب و لوله‌کشی لوله‌های آب و دیگر تاسیسات از ویژگی‌های این تونل است.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۲/۰۴

رکورد شکنی مترو تبریز در سگمنت گذاری تونل‌های مترو کشور

مدیر اجرایی طرح احداث مترو تبریز گفت: سازمان قطار شهری تبریز رکورد سگمنت‌گذاری تونل‌های مترو کشور را به نام خود ثبت کرد. به گزارش خبرنگار مهر در تبریز، محمد نبیی در حاشیه بازدید از تونل متروی تبریز افزود: سازمان قطار شهری تبریز طی سه ماه گذشته با تغییر رویکردهای مدیریتی و رفع برخی چالشهای موجود به توفیقات چشمگیری در حوزه ساخت، برگزاری مناقصات، جذب اعتبارات ملی و نیز پیشرفت مراحل اجرایی مترو دست پیدا کرده است. نبیی از جمله این پیشرفتها را برگزاری بزرگترین مناقصه عمرانی شمال غرب کشور در این پروژه و نیز دستیابی به رکورد سگمنت گذاری در مسیر تونل‌های مترو عنوان کرد. وی با اشاره به جزئیات این رکورد شکنی گفت: پیش از این رکورد سگمنت گذاری تونل‌های مترو با اجرا و نصب ۲۴۰رینگ در اختیار قطار شهری شیراز بود که در حال حاضر شهرداری تبریز با ثبت رکورد سگمنت گذاری ۲۶۲ رینگ در روز، رکورد دار کشور به شمار می‌رود. مدیر اجرایی طرح احداث مترو تبریز با اشاره به اهم اقدامات انجام گرفته در مترو تبریز طی ماه‌های گذشته را چنین برشمرد: بررسی و تعیین تکلیف صورت وضعیت پیمانکاران، حسابرسی اسناد مالی معوقه، رفع ایرادات و اشکالات موجود در برخی پیمان‌ها و قراردادها از جمله این اقدامات بوده است. محمد نبیی ادامه داد: جذب ۳۱۰ میلیارد ریال اعتبار دولتی، انجام بالغ بر ۴۱۰میلیارد ریال کار عمرانی در بخش‌های مختلف مترو، پیگیری و رفع مشکل دستگاه‌های حفاری تونل‌ها، برگزاری بزرگترین مناقصه عمرانی شمال غرب کشور در حوزه مترو و خارج ساختن پروژه عظیم قطار شهری تبریز از رکود قبلی از جمله مهمترین اقدامات و توفیقات این سازمان طی ماه‌های اخیر بوده است.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۴/۱۴

بازدید استاندار فارس از پروژه ملی راه‌سازی در اقلید

استاندار فارس از عملیات اجرایی تونل اباصالح‌المهدی (عج) و اصلاح راه در محل گردنه تیمارجان از گردنه‌های حادثه‌خیز استان فارس در شهرستان اقلید بازدید کرد. به گزارش خبرگزاری فارس از شیراز به نقل از روابط عمومی استانداری استان فارس، روح‌اله احمدزاده پس از بازدید مراحل عملیات اجرایی پروژه راه‌سازی شهرستان اقلید، در جلسه‌ای با حضور مدیران استانی و شهرستانی دستگاه‌های مرتبط و مشاور و پیمانکار طرح، آخرین وضعیت پیشرفت پروژه اصلاح راه در گردنه تیمارجان و احداث تونل ابا صالح المهدی (عج) را مورد بررسی قرار داد. احمدزاده در این نشست با اشاره به مزین بودن نام این پروژه به نام امام عصر (عج) بر لزوم تسریع در عملیات اجرایی پروژه احداث تونل اباصالح المهدی (عج) و اصلاح راه در گردنه تیمارجان تاکید و به منظور رفع مشکلات اداری و اجرایی این پروژه دستوراتی را صادر کرد. استاندار فارس همچنین پیمانکار پروژه را مکلف کرد تا نسبت به ارائه برنامه زمان‌بندی اجرای طرح به منظور تسریع در روند عملیات اجرایی اقدام کند. پروژه اصلاح راه و احداث تونل اباصالح‌المهدی (عج) در شهرستان اقلید با هدف حذف گردنه تیمارجان اجرا که علاوه بر حذف نقاط حادثه‌خیز این گردنه، موجب کوتاه شدن مسیر فعلی نیز می‌شود.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۴/۱۵

عملیات حفاری تونل جنوبی کوهسار مهدی شیراز به اتمام رسید

با حضور مدیران استانی و شهرستان شیراز، آخرین عملیات حفاری تونل جنوبی کوهسار مهدی از جبهه شرق به غرب در شیراز به اتمام رسید. به گزارش خبرگزاری فارس از شیراز، استاندار فارس در بازدید از آخرین عملیات حفاری تونل جنوبی کوهسار مهدی شیراز با بیان اینکه شیراز یکی از شهرهای استراتژیک و مهم کشور محسوب می‌شود، اظهار داشت: اگر اعتبارات لازم به پروژه کوهسار مهدی اختصاص یابد این پروژه زودتر از موعد به بهره‌برداری می‌رسد. به گزارش خبرگزاری فارس از شیراز، مهران اعتمادی در مراسم بازدید مدیران استانی و شهرستان شیراز از اتمام مراحل حفاری تونل جنوبی کوهسار مهدی اظهار داشت: اگر اعتبارات کافی به این پروژه اختصاص یابد سرعت اجرای آن دو برابر می‌شود و به عنوان یکی از پروژه‌های مهم شهری گره‌گشای ترافیک است.

روح‌اله احمدزاده تصریح کرد: اتمام حفاری تونل جنوبی کوهسار مهدی دو ماه زودتر از موعد مقرر انجام شد و امیدواریم ظرف مدت سه ماه آینده نیز تونل شمالی آن به تمام برسد. شهردار شیراز بیان داشت: در مراحل بعدی تحکیم و کفسازی تونل را داریم که عملیات اجرایی آنها از امروز آغاز شده و امیدواریم تا یک و نیم سال آینده کل عملیات اجرای تأسیسات این پروژه به اتمام برسد.

وی تصریح کرد: اگر اعتبارات تخصیص یابد ظرف مدت ۲,۵ سال آینده این پروژه آماده و اگر از اعتبارات شهرداری بخواهیم کار را پیش ببریم این پروژه در سه سال آینده به اتمام می‌رسد و تقدیم شهروندان می‌شود. اعتمادی بیان داشت: طبق محاسبات صورت گرفته ۵ میلیارد تومان اعتبار برای تکمیل این پروژه نیاز است و تاکنون با احتساب بستانکاری پیمانکار پروژه ۱۵ میلیارد تومان هزینه شده است.

وی اظهار داشت: خوشبختانه شهرداری شیراز در اجرای برنامه‌ها و طرح‌های ترافیکی نگاه به آینده دارد و با توجه به افق ۲۰ سال آینده در تلاش است تا ترافیکی روان را در شهر شاهد باشیم که احداث تونل کوهسار مهدی نمونه بارز این ادعا است.

نماینده عالی دولت در استان فارس گفت: اتفاقات مهمی در آینده شهر شیراز رخ می‌دهد که باید طراحی ایده‌آل ترافیکی مبنی بر آینده‌پژوهی برای کاهش بار ترافیکی در آن دیده شود. احمدزاده تصریح کرد: روند احداث مجموعه تونل‌های دوقولوی کوهسار مهدی قابل توجه است و خوشبختانه این پروژه از برنامه زمانبندی خود عقب نیست. شهردار شیراز نیز اظهار داشت: این تونل از ادامه بلوار جمهوری به انتهای بلوار چمران و پشت بیمارستان چمران منتهی و در فاز دوم نیز به کمربندی جوادیه تا جاده سپیدان و ادامه بزرگراه آیت‌اله حسینی‌الهاشمی منتهی می‌شود که بار ترافیکی این مسیرها را تا حد قابل توجهی کاهش می‌دهد.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۴/۱۶

آزاد راه خرم آباد – پل زال ۹۵ درصد پیشرفت فیزیکی دارد

مدیر کل راه و ترابری استان لرستان گفت: پروژه احداث آزادراه خرم آباد- پل زال به طول ۱۰۴ کیلومتر تاکنون حدود ۹۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است. عباس رضایی در این رابطه در گفتگو با خبرنگار مهر در خرم آباد با بیان اینکه برای این پروژه تاکنون اعتباری بالغ بر ۶۵۰۰ میلیارد ریال صرف شده است، اظهار داشت: احداث آزاد راه خرم آباد - پل زال که یکی از مهمترین طرح‌های راه‌سازی کشور به شمار می‌رود از دی ماه سال ۸۴ آغاز شده است.

وی با بیان اینکه این پروژه در حال حاضر بیش از ۹۵ درصد پیشرفت فیزیکی دارد، عنوان کرد: در صورت تامین اعتبارات مورد نیاز انتظار می‌رود این پروژه تا اواسط سال ۸۹ به بهره برداری برسد.

مدیر کل راه و ترابری استان لرستان با اشاره به اینکه برآورد کل اعتبارات مورد نیاز جهت تکمیل این پروژه حدود هفت هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال است، تصریح کرد: این آزاد راه علاوه بر اینکه مسافت ۱۶۵ کیلومتری خرم آباد تا پل زال را حدود ۶۰ کیلومتر کاهش می‌دهد، موجب کاهش چشمگیر سوانح رانندگی، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و همچنین کاهش زمان سفر در طول مسیر خواهد شد.

رضایی افزود: آزاد راه خرم آباد - پل زال به صورت چهار خطه و با عرضی در حدود ۲۶ متر در دست ساخت است که با احداث یکدستگاه تقاطع غیر همسطح در فاصلهٔ ۱۸ کیلومتری جنوب غربی شهرستان خرم آباد آغاز شده و با ساخت یکدستگاه تقاطع غیر همسطح در ۳,۵ کیلومتری روستای پل زال واقع در حدود ۶۰ کیلومتری شهرستان اندیمشک خاتمه می‌یابد.

وی یادآور شد: در طول مسیر این آزاد راه تعداد ۱۴ دستگاه تونل دوقلو به طول ۲۵ کیلومتر و تعداد ۲۸ دستگاه پل بزرگ بصورت رفت و برگشت به طول ۲,۶ کیلومتر وجود دارد. مدیر کل راه و ترابری استان لرستان یادآور شد: آزاد راه خرم آباد - پل زال قسمتی از بزرگراه آسیایی AH۸ محسوب می‌شود که موجب تسریع و تسهیل در ارتباط بین نواحی

شمالی و مرکزی کشور با مناطق جنوبی به ویژه بندر امام خمینی می‌شود. رضایی تصریح کرد: با توجه به عبور جاده فعلی خرم‌آباد - پل دختر - پل زال از مناطق کوهستانی و پر پیچ و خم و وجود نقاط پر حادثه فراوان در طول این محور، احداث آزادراه خرم آباد - پل زال نقش مهمی در کاهش تصادفات رانندگی و تلفات ناشی از آن خواهد داشت چرا که این آزادراه با مشخصات استاندارد و بصورت باندهای رفت و برگشت جدا از هم طراحی شده و احتمال وقوع سوانح رانندگی در آن حداقل خواهد بود.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۴/۱۶

ورود قطارهای جدید مترو به خطوط، تا مهر ۸۹

۶ قطار جدید برای خطوط داخلی، ۱۴ لکوموتیو و ۲۱ واگن دو طبقه برای خط تهران - کرج، با حمایت مالی شهرداری تهران، تا مهرماه وارد خطوط مترو می‌شود. این اقدامات به گفته مدیرعامل شرکت بهره‌برداری مترو به افزایش ۱۰ تا ۱۵ درصدی تعداد مسافران و میزان جابه‌جایی‌ها در خطوط داخلی و ۲۵ درصدی مسافران در خط تهران - کرج خواهد انجامید. جعفر ربیعی همچنین پیش‌بینی کرد که مترو در مهرماه به رکورد جابه‌جایی ۲ میلیون نفر برسد. وی گفت: درصورت ورود ۶ قطار جدید به خطوط داخلی مترو در مهرماه، می‌توانیم سرویس‌دهی کامل به ایستگاه‌های جدید توسعه شمالی خط یک (ایستگاه‌های میرداماد، شریعتی، قلهک، صدر و قیطریه) داشته باشیم و سرفاصله حرکت قطارها در این ایستگاه‌ها نیز مانند سایر ایستگاه‌ها باشد. ربیعی ادامه داد: همچنین با ورود واگن‌های جدید مترو این امکان فراهم می‌شود که از ایستگاه‌های توسعه شرقی خط ۲ (از ایستگاه علم و صنعت تا فرهنگسرا) بهره‌برداری کامل کرده و همچنین در ایستگاه‌های آماده بهره‌برداری خط ۴ از میدان شهدا تا کلاهدوز به شهروندان خدمات‌رسانی کنیم. ربیعی تاکید کرد: با ورود واگن‌ها و لکوموتیوهای خط ۵ ضمن کاهش سرفاصله قطارها به ۱۰ دقیقه،

امکان بهره‌برداری از ایستگاه محمد شهر کرج و ایستگاه استادیوم آزادی به‌صورت تمام وقت و کامل فراهم می‌شود که خود این ایستگاه‌ها نیز جاذب بسیاری از سفرها خواهند بود. مدیرعامل شرکت بهره‌برداری مترو تهران و حومه همچنین گفت: در این خط با ورود واگن‌ها و لکوموتیوهای جدید می‌توانیم تعداد قطارهایی را که به‌صورت اکسپرس حرکت می‌کنند افزایش داده و در تمام روز از این قطارها که در ایستگاه‌های مهم توقف دارند و زمان سفرشان ۱۵ دقیقه کمتر است استفاده کنیم تا خدمات‌رسانی مناسبی به همه مسافران صورت گیرد.

شایان ذکر است که تجهیزات قطارهای یاد شده، از زمستان گذشته به‌دلیل پرداخت نشدن مطالبات بانک‌های عامل از سوی دولت، در گمرک مانده و ترخیص نشده بود. با وجود اینکه دولت بیش از ۲ ماه پیش اعلام کرد ۱۰۰ میلیارد تومان بابت ترخیص این تجهیزات اختصاص داده و معاون اول رئیس‌جمهوری اختصاص این مبلغ برای ترخیص قطارهای مترو را ابلاغ کرده است اما به گفته مسئولان مترو این مبلغ هیچگاه اختصاص پیدا نکرد و شهرداری ناچار شد از منابع مالی شهر، بدهی را پرداخت و تجهیزات قطارها را آزاد کند تا قطارها تا پایان تابستان آماده سرویس‌دهی در خطوط مترو شوند.

همشهری‌آنلاین
۲۴ مرداد ۱۳۸۹

عملیات اجرایی احداث تونل انحراف آب سد چم شیر انجام شد

خبرگزاری فارس: همزمان با میلاد امام حسین(ع) عملیات اجرایی احداث تونل انحراف آب سد چم شیر با حضور معاون وزیر نیرو انجام شد. به گزارش خبرگزاری فارس به نقل از روابط عمومی شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، در ابتدای این مراسم سیدمحمدرضا رضازاده مدیرعامل شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران ضمن تبریک اعیاد شعبانیه اظهار داشت: سد و نیروگاه چم‌شیر یکی از فوق‌العاده‌ترین طرح‌های منطقه به شمار می‌رود که نقش مهمی در توسعه چهار استان کهگیلویه و بویراحمد فارس، بوشهر و خوزستان دارد. وی با اشاره به اینکه سد چم‌شیر بیش از ۱۱۰ هزار هکتار از اراضی پایین دست را آبیاری می‌کند، یادآور شد: نیروگاه ۱۱۰ مگاواتی چم‌شیر نیز علاوه بر تولید برق موجب تنظیم فرکانس شبکه این منطقه می‌شود. رضازاده در ادامه خاطرنشان ساخت: در ادامه آب این سد توسط یک تونل ۸ کیلومتری در پایین دست به یک نیروگاه ۲۷ مگاواتی متصل می‌شود. مدیرعامل شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران از دیگر مزایای اجرای این طرح را تنظیم بهبود کیفیت آب و مهار سیلاب‌های رودخانه زهره اعلام کرد. این مسئول روش اجرای عملیات ساخت و تامین مالی طرح چم‌شیر را به روش EPC عنوان نمود و گفت: قرارداد اجرای این طرح به مبلغ ۲۲۹ میلیون یورو با استفاده از خط اعتباری

دو کشور ایران و چین انجام خواهد شد. وی در خاتمه خواستار همکاری و هماهنگی همه مسئولان منطقه در اجرای سریع‌تر این طرح بزرگ شد. در ادامه این مراسم، محمدرضا عطارزاده معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا طی سخنانی آب را مبداء حیات و منشاء توسعه معرفی کرد و گفت: اهمیت انرژی برق آبی برای کشور ما در گرمای بی‌سابقه اخیر در کشور کاملا مشخص شد. وی افزود: امیدوارم با برنامه‌ریزی صورت گرفته این طرح هر چه سریع‌تر به بهره‌برداری برسد تا مردم منطقه از منافع آن استفاده کنند. طرح سد و نیروگاه چم‌شیر در استان کهگیلویه و بویراحمد در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گچساران در دست احداث است.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۴/۲۵

ساخت تونل دو طبقه ۹ کیلومتری از میدان سپاه تا بزرگراه آزادگان

تونلی دو طبقه به طول ۹ کیلومتر برای اولین بار در خاورمیانه، در امتداد بزرگراه شهید صیاد شیرازی از میدان سپاه تا بزرگراه آزادگان ساخته می‌شود. معاون امور مناطق شهرداری تهران، دکتر عیسی شریفی با اشاره به اجرای پروژه بزرگراه شهید صیاد شیرازی، از ساخت تونلی به طول ۹ کیلومتر در دو طبقه، شامل قرارگیری لاین‌های رفت و برگشت بر روی هم، در امتداد این پروژه، خبر داد. شریفی گفت: "این طرح از لحاظ کیفیت،طراحی و اجرا در کشور و خاورمیانه بی نظیر است و تاکنون چنین طرحی با این ویژگی‌ها اجرا نشده است". به گفته او، دکتر قالیباف و مجموعه شهرداری درتلاشند تا پایان شهریورماه سال جاری عملیات اجرایی این طرح شروع شود. براساس پیش بینی‌های معاونت فنی و عمرانی عملیات ساخت و اجرای این تونل حدود ۴ سال زمان نیاز دارد. معاون شهردار تهران افزود: "با اجرای این پروژه بزرگراه شهید صیاد شیرازی از میدان سپاه به بزرگراه آزادگان در جنوب تهران متصل خواهد شد".

همشهری آنلاین
۲۶ /۰۴/ ۱۳۸۹

تونل مشترک تاسیسات در شهرک‌های جدید استان قم اجرا می‌شود

خبرگزاری فارس: معاون عمرانی استاندار قم گفت: تونل مشترک تاسیسات در آینده در شهرک‌های جدید استان قم اجرا می‌شود. هوشنگ غلامزاده امروز در گفت‌وگو با خبرنگار فارس در قم در پاسخ به سؤالی در ارتباط با علت عدم اجرای تونل مشترک تاسیسات در پروژه مسکن مهر استان قم خاطرنشان کرد: به دلیل محدودیت زمانی در مورد تاریخ بهره‌برداری از مسکن مهر به این نتیجه رسیدیم که تونل مشترک تاسیسات را در پروژه مسکن مهر قم اجرا نکنیم. وی از اجرای تونل مشترک تاسیسات به عنوان طرحی مناسب یاد کرد و اظهار داشت: در مورد اجرا یا عدم اجرای تونل مشترک تاسیسات در پروژه مسکن مهر قم جلسات متعددی برگزار شد و نهایتا این نتیجه حاصل آمد که به دلایل مختلف از جمله فرصت زمانی محدود اجرای پروژه مسکن مهر و همچنین هزینه‌های اجرای تونل مشترک تاسیسات از احداث آن در این پروژه صرف نظر کنیم. معاون عمرانی استاندار قم با اشاره به زمان مورد نیاز برای مطالعه و اجرای تونل مشترک تاسیسات یادآور شد: به دلیل اینکه این کار در استان قم طرحی جدید است و باید با دقت مناسبی به انجام برسد، تصمیم بر آن شد که تونل مشترک تاسیسات در شهرک‌هایی که در آینده در استان قم ایجاد می‌شود به اجرا درآید.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۴/۲۶

ساخت تونل صدر – نیایش ظرف مدت ۳۶ ماه

سخنگوی شهرداری تهران گفت: تونل صدر- نیایش ظرف مدت ۳۶ ماه ساخته می‌شود. محمدهادی ایازی در گفت‌وگو با خبرنگار اجتماعی فارس با بیان اینکه عملیات عمرانی تونل صدر- نیایش آغاز شده است، گفت: پروژه تاکنون بالغ بر ۱۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است. وی ادامه داد: طبق برنامه زمان بندی شده این پروژه ظرف مدت ۳۶ ماه از زمان شروع باید به اتمام برسد. به گزارش فارس، تونل صدر- نیایش دارای مسیر رفت و برگشت است که در صورت احداث، سومین تونل بزرگراهی شهر تهران خواهد بود. پیش از این، تونل رسالت در تهران احداث و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. همچنین تونل توحید دومین تونل تهران نیز به‌زودی آماده بهره‌برداری می‌شود. تونل صدر- نیایش از جمله شریان‌های اصلی شبکه ترافیک شهر تهران بوده که از مسیرهای اصلی اتصال شرق و غرب تهران محسوب می‌شود. بر اساس طراحی‌های انجام شده تونل صدر- نیایش به صورت دو مسیر رفت و برگشت مجزا از یکدیگر بوده و طول هر یک از تونل‌ها تقریباً دو کیلومتر است اما زمان دقیق اجرای این پروژه و بهره‌برداری از آن مشخص نشده است.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۴/۲۸

احداث هفت کیلومتر از خط ۲ قطار شهری کرج

مدیر عامل سازمان قطار شهری کرج و حومه گفت: این مسیر در حد فاصل میدان حصارک تا سه راه رجایی شهر است که در صورت تامین اعتبار برای خرید تجهیزات، در سال جاری به بهره برداری خواهد رسید. به گزارش واحد مرکزی خبر، حسین واشقانی افزود: خط ۲ متروی کرج به طول ۳۰ کیلومتر با ۲۷ ایستگاه، شهرستان شهریار و ملارد را به کرج و سپس از طریق خیابان شهید بهشتی به کمالشهر متصل می‌کند. وی گفت: از مجموع ۲۷ ایستگاه پیش بینی شده، عملیات ساخت سه ایستگاه آغاز شده است و به زودی این ایستگاه‌ها حد فاصل میدان امام خمینی (ره) تا میدان حصارک کرج به بهره برداری می‌رسد. واشقانی با اشاره به این که بر اساس مصوبه هیات دولت، ۶ خط قطار شهری به طول حدود ۱۰۰ کیلومتر در کلانشهر کرج باید ساخته شود، گفت: تاکنون ۱۷ کیلومتر از مجموع برنامه مصوب دولت در قالب خط یک متروی کرج، به بهره برداری رسیده است و برای ساخت ۸۳ کیلومتر باقیمانده نیز نیازمند تامین اعتبار هستیم.

همشهری آنلاین
۱۳۸۹ /۴/ ۳۱

تملک ۷۰ درصد منازل مسکونی روستای شهریاری کوهرنگ

فرماندار شهرستان کوهرنگ گفت: در راستای ایجاد سد و تونل سوم انتقال آب کوهرنگ افزون بر ۷۰ درصد منازل مسکونی روستای شهریاری در این منطقه تملک شد. به گزارش خبرگزاری فارس از شهرکرد، حمیدرضا فروزنده در نشست ستاد تملک اراضی منطقه بیرگان از تملک افزون بر ۷۰ درصد منازل مسکونی روستای شهریاری در این منطقه خبر داد و گفت: برای تملک این مقدار منازل مسکونی افزون بر ۶۵ میلیارد ریال به مردم این روستان تحویل شده است. وی افزود: جمعیت این روستا افزون بر ۲۷۹ نفر و شامل ۵۰ خانوار است که با درخواست مردم نسبت به تملک و تحویل خسارت منازل مسکونی اقدام و در مرحله بعدی نسبت به تملک اراضی و اشجار و مراتع و باغات آنان اقدام لازم صورت می‌گیرد. فروزنده تصریح کرد: ۶۶۰ میلیارد ریال برای تملک اراضی و املاک و اشجار و باغات هفت روستای منطقه بیرگان که بر اثر ایجاد سد و تونل سوم شهدای کوهرنگ از بین رفته و در بستر رودخانه قرار می‌گیرند، تعیین شده است. فرماندار شهرستان کوهرنگ از تشکیل کمیته تملک اراضی منطقه بیرگان خبر داد و گفت: در راستای پیشبرد امور این سد کمیته‌ای از سوی وزارت نیرو در راستای بازدید مستمر از مراحل پیشرفت، تعیین وضعیت اراضی زراعی، باغها، منازل مسکونی هر منطقه و میزان هزینه‌های پرداختی به کشاورزان و اجرایی شدن سد مورد نظر تشکیل تا رفع مشکلات فراروی تملک اراضی این سد شاهد تسریع در روند ساخت سد باشیم. وی خشکسالی را عامل اصلی کم شدن آب چشمه‌های این منطقه عنوان کرد و گفت: این در حالی‌ست که با لاینینگ تونل آب برخی از چشمه‌ها برگشت داده شد اما در واقع کم آب بودن تعدادی از چشمه‌های این منطقه از پیامدهای خشکسالی است. فروزنده خاطرنشان کرد: در صورت افتتاح تونل سوم کوهرنگ و آبگیری سد آن، هشت روستای شهرستان کوهرنگ شامل بیدامین، شهریاری، حاجی جلیل، چم‌آباد، هور بکول سفلی، هور بکول علیا، باجه‌گاه و ملک‌آباد در بستر دریاچه سد قرار می‌گیرند.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۵/۱۱

۸۵۰ متر از طول تونل دوم رخ حفاری شده است

مدیرکل راه و ترابری چهارمحال و بختیاری در جریان بازدید از مراحل ساخت تونل دوم رخ در این استان، اظهار داشت: با احداث تونل دوم رخ و چهار خطه کردن مسیر شهرکرد به اصفهان فلات مرکزی ایران به آب راه‌های آزاد کشور و بندر امام خمینی(ره) متصل می‌شود. علی علیخانی افزود: این امر موجب توسعه استان و افزایش سرمایه‌گذاری اقتصادی در این استان خواهد شد. علیخانی با بیان اینکه این طرح یکی از مهم‌ترین طرح‌های عمرانی استان است، افزود: توسعه محورهای ارتباطی استان با استان‌های اصفهان، لرستان، خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد از دستاوردهای ارزشمند دولت نهم و دهم در است به شمار می‌رود. مدیرکل راه و ترابری چهارمحال و بختیاری تصریح کرد: توسعه راه‌های ارتباطی مولفه‌ای است که توسعه سریع منطقه و رفاه و تولید ثروت را در استان به دنبال خواهد داشت. وی طول تونل دوم رخ را یک‌هزار و ۳۴۰ متر اعلام کرد و افزود: این در حالی‌ست که راه‌های

طرفین ۷۰ کیلومتر با اعتبار اولیه ۱۵۶ میلیارد ریال در دستور کار این اداره کل قرار گرفته که تاکنون بیش از ۵۰ میلیارد ریال اعتبار هزینه شده است. علیخانی با تأکید بر اینکه احداث این تونل نقش برجسته و مهمی در ایمنی و حمل و نقل کالا و مسافر دارد، خاطرنشان کرد: تاکنون ۸۵۰ متر از طول تونل دوم رخ حفاری شده است. وی در ادامه برنامه‌های بازدید از پروژه‌های در دست اجرای این اداره کل از روند اجرایی احداث باند دوم محور پلیس‌راه شهرکرد ـ بروجن بازدید کرد و گفت: باند دوم محور پلیس‌راه شهرکرد ـ بروجن به منظور تأمین امنیت و نزدیک‌تر شدن به استانداردهای جهانی راه و ترابری و تسریع در حمل و نقل بین مرکز استان و استان‌های همجوار طراحی و به اجرا گذاشته شده است. مدیرکل راه و ترابری چهارمحال و بختیاری ادامه داد: اصلاح ساختارهای ترافیکی منطقه و تکمیل شبکه راه‌های مهم کشور باتوجه به واقع شدن این محور در کریدور شمال به جنوب از دیگر اهداف اجرایی احداث باند دوم محور پلیس‌راه شهرکرد ـ بروجن است. علیخانی طول این پروژه را ۴۰ کیلومتر اعلام کرد و افزود: این طرح با اعتبار اولیه ۱۹۰ میلیارد ریال در دستور کار این اداره کل قرار گرفت که تاکنون ۳۰ میلیارد ریال اعتبار هزینه شده است. وی خاطرنشان کرد: به منظور تکمیل و بهره‌برداری از این محور ۱۶۰ میلیارد ریال اعتبار دیگر موردنیاز است.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۱۳

تونل ایثار در جاده یاسوج – اصفهان به بهره برداری رسید

تونل "ایثار" در محور ارتباطی یاسوج - اصفهان به بهره برداری رسید. مدیرکل راه و ترابری کهگیلویه و بویراحمد در گفتگو با خبرنگار مهر در یاسوج، با اعلام این خبر گفت: طول این تونل ۲۳۰ متر است و با تکمیل این تونل، پیچ خطرناک "تلخاب" در ۸۰ کیلومتری یاسوج حذف می‌شود. منوچهر حبیبی افزود: این پیچ خطرناک تاکنون موجب به وقوع پیوستن چندین تصادف منجر به فوت در این محور ارتباطی شده است. وی بیان کرد: برای احداث این تونل و راه اندازی سیستم روشنایی و نصب گاردریل بالغ بر ۲۱ میلیارد و ۵۰۰ میلیون ریال هزینه شده است. حبیبی همچنین یادآور شد: این تونل به یاد رشادت و از خود گذشتگی مرحوم امیری، مدیرکل بحران استان که در حادثه نجات کوهنوردان در ارتفاعات دنا جان خود را از دست داد، "ایثار" نامگذاری شده است.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۲۱

۲۸۰ میلیارد ریال برای سد کبودوال هزینه شده است

مدیر عامل شرکت آب منطقه‌ای گلستان از پیشرفت فیزیکی ۷۸ درصدی پروژه سد کبودوال خبر داد و گفت: تاکنون برای اجرای این پروژه مهم ۲۸۰ میلیارد ریال هزینه شده است. به گزارش خبرنگار مهر در گرگان، ایرج حیدریان در حاشیه بازدید از سد کبودوال افزود: با اتمام سد و شبکه آبیاری و زهکشی زرینگل بیش از ۱۰ هزار هکتار از اراضی استان سیر آب شده و اراضی منطقه از کم آبی نجات می‌یابد. وی با اشاره به اهداف اجرای این پروژه گفت: جمع‌آوری و تنظیم سالانه ۵۰ میلیون متر مکعب جریان‌های رودخانه‌های زرینگل و کبودوال برای توسعه و بهبود کشاورزی از جمله اهداف اجرای این طرح است. مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای گلستان با اشاره به اجزای این پروژه گفت: احداث سد مخزنی و تاسیسات مربوطه، احداث سد انحرافی زرینگل و کانال و تونل انتقال آب زرینگل - کبودوال به طول حدود سه کیلومتر، ایجاد کانال آبرسان سد به شبکه ۱۴ کیلومتر و احداث شبکه آبیاری و زهکشی از اجزای این طرح است. حیدریان بیان کرد: با توجه به قرارگیری مجموعه سد در مجاورت آبشار کبودوال، نزدیکی با جاده اصلی گرگان - مشهد و شهر علی آباد، اجرای این طرح فرصت‌های ویژه ای برای گردشگری، تفریحی و توریستی ایجاد می‌کند. وی اظهار امیدواری کرد با اختصاص اعتبار مورد نیاز، این سد تا نیمه دوم سال ۹۰ آماده بهره برداری شود. مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای گلستان همچنین یادآور شد: همزمان با سفر سوم هیئت دولت به گلستان، عملیات اجرای پروژه مهم شبکه آبیاری و زهکشی پایاب سد قره سو و زرین گل (کبودوال) نیز در شهرستان علی آباد کتول آغاز می‌شود. حیدریان افزود: برای اجرای این پروژه که یکی از بزرگترین پروژه‌های شبکه آبیاری و زهکشی گلستان است ۶۸۰ میلیارد ریال اعتبار در نظر گرفته شده و در حال حاضر نیز کانال انتقال آب از سد به این شبکه به طول ۱۴ کیلومتر و به ظرفیت ۶,۵ متر مکعب در ثانیه احداث شده است.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۲۳

قانون اصلاح قانون احداث تونل مشترک شهری ابلاغ شد

رئیس جمهور قانونی را ابلاغ کرد که بر اساس آن دولت مکلف است برای آماده سازی اراضی و احداث شهرهای جدید توسط وزارت مسکن و شهرسازی، به احداث تونل مشترک مورد نیاز سازمان‌ها و شرکت‌های متولی خدمات شهری اقدام کند. به گزارش خبرگزاری مهر، قانون اصلاح قانون احداث تونل مشترک شهری مصوب ۱۳۷۲ که در مجلس شورای اسلامی تصویب و به تایید شورای نگهبان رسیده بود، برای اجرا ابلاغ شده است. بر اساس این قانون دولت مکلف است برای آماده سازی اراضی و احداث شهرهای جدید توسط وزارت مسکن و شهرسازی، از محل منابع در اختیار، به احداث تونل مشترک مورد نیاز سازمانها و شرکت‌های

متولی خدمات شهری مانند آب و فاضلاب، برق، گاز، تلفن و سایر خدمات، با رعایت اصول فنی و مسائل ایمنی مربوط به هر دستگاه با احتساب هزینه احداث به اضافه ۱۰ درصد ایمنی مربوط به هر دستگاه اقدام کند. بر اساس این قانون، هزینه احداث این تونلها به اضافه ۱۰ درصد سود، از بودجه سال آینده دستگاه‌ها کم یا از بهره‌برداران بخش غیردولتی دریافت خواهد

شد. در این قانون همچنین آمده است که منابع حاصل در حساب‌های درآمد - هزینه نگهداری و ضمن بودجه سنواتی و برای توسعه جدید تونل‌های مشترک به کار گرفته می‌شود. بر اساس یکی دیگر از مواد این قانون، شهرداری‌ها مکلفند از محل منابع دولتی و منابع داخلی خود و با مشارکت سایر بخش‌ها و سایر منابع از جمله فروش اوراق مشارکت، رأساً یا از طریق شرکت‌های تعاونی یا بخش خصوصی برای احداث تونل مشترک طبق طرح‌های مصوب اقدام کنند. بر این اساس، شهرداری‌ها هزینه‌های احداث این تونل‌ها را در صورت تأمین از اعتبارات دولتی به علاوه ۱۰ درصد، و در صورت تأمین از منابع داخلی شهرداری‌ها و اوراق مشارکت و تسهیلات بانکی به علاوه ۲۰ درصد کارمزد سالیانه از دستگاه‌های بهره‌بردار دریافت خواهند کرد. همچنین وزارت کشور موظف است با همکاری دستگاه‌های ذیربط اصلاح آیین نامه اجرایی مربوط به این قانون را در مدت سه ماه تهیه و در هیئت وزیران تصویب کند.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۲۵

جاده یاسوج به سی سخت چهار خطه می‌شود

مدیرکل راه وترابری کهگیلویه و بویراحمد گفت: جاده ارتباطی یاسوج به سی سخت در استان کهگیلویه و بویراحمد چهار خطه می‌شود. منوچهر حبیبی در گفتگو با خبرنگار مهر در یاسوج، افزود: با اجرای این طرح، طول محور ارتباطی یاسوج - سی سخت هفت کیلومتر کاهش می‌یابد. وی بیان کرد: هم اکنون طول این محور کوهستانی ۳۵ کیلومتر است که با اجرای طرح چهارخطه به ۲۸ کیلومتر کاهش می‌یابد. حبیبی یادآور شد: مرحله نخست طرح مطالعاتی این محور تا پایان تیرماه انجام شد که طی آن با بررسی‌های فنی و در نظر گرفتن اعتبارات مورد نیاز و مسائل زیست محیطی، گزینه تعریض جاده فعلی و احداث دو تونل و حذف نقاط حادثه خیز و پیچ‌های خطرناک به تصویب رسید. وی اعتبار مورد نیاز اجرای این طرح را بالغ بر ۲۲۰ میلیارد ریال عنوان کرد و افزود: عملیات اجرایی این طرح از ابتدای سال آینده آغاز و پیش بینی می‌شود در صورت تامین اعتبار تا سال ۹۵ به بهره برداری برسد. حبیبی تصریح کرد: توسعه گردشگری شهرستان دنا و شهر توریستی سی سخت، کاهش هزینه سوخت، حمل و نقل آسان، کوتاه شدن زمان سفر و بالا بردن ایمنی و ارتباط شهرستان دنا با بخش "پادنا" در شهرستان "سمیرم" استان اصفهان از مهمترین مزایای احداث این طرح است.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۲۶

ساخت راه آهن رشت– آستارا آغاز شد

استاندار گیلان از آغاز ساخت راه آهن رشت- آستارا با سه هزار میلیارد ریال اعتبار و تجهیز کارگاه آن خبر داد. به گزارش خبرنگار مهر در رشت، روح اله قهرمانی چابک در جمع مدیران استان اعلام کرد: بر اساس توافق وزارت راه و ترابری ساخت راه آهن رشت-آستارا به طول ۱۶۰ کیلومتر به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) واگذار شده است. وی ادامه داد: با بهره برداری از این خط آهن مسافت این دو شهر ۲۰ کیلومتر کاهش می‌یابد، آستارا با رشت حدود ۲۰۰ کیلومتر فاصله دارد. استاندار گیلان همچنین با اشاره به پیشرفت ۳۲ درصدی راه آهن که شامل آزاد سازی مسیر، ساخت تونل‌ها و پل‌ها در مسیر قزوین تا رشت است، گفت: امسال برای تکمیل این راه آهن یک هزار میلیارد ریال اختصاص یافته است که تا پایان سال ۵۰۰ میلیارد ریال دیگر نیز به آن افزوده می‌شود. وی عنوان کرد: برای سرعت بخشیدن به ساخت راه آهن برخی اموال بدون استفاده وزارت راه و ترابری در گیلان به فروش خواهد رسید تا برای ساخت راه آهن هزینه شود. قهرمانی چابک در ادامه با اعلام اینکه راه آهن قزوین رشت بندرانزلی سال ۹۱ به بهره برداری خواهد رسید، افزود: طرح ساخت راه آهن قزوین رشت بندرانزلی در سال ۷۱ به تصویب رسید ولی ساخت آن از سال ۸۱ آغاز شده است. وی اظهارداشت: این راه آهن که از قزوین تا بندرانزلی به طول ۲۰۵ کیلومتر و در ۹ قطعه ساخته می‌شود، می‌تواند سالانه ۱۰ میلیون تن کالا و حدود چهار میلیون مسافر را جابجا کند. استاندار گیلان یاد آورشد: با بهره برداری از این راه آهن از تردد سالانه ۵۰۰ هزار خودرو به گیلان جلوگیری خواهد شد.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۲۹

جاده یاسوج – بابامیدان به بهره برداری رسید

پس از ۱۷ سال از آغاز عملیات اجرایی جاده یاسوج به بابامیدان، این جاده ترانزیتی مهم به بهره برداری رسید. مدیرکل راه و ترابری کهگیلویه و بویراحمد در حاشیه افتتاح این جاده به خبرنگار مهر در یاسوج گفت: عملیات احداث جاده ملی یاسوج - بابامیدان به عنوان پل ارتباطی استانهای جنوبی با مرکز و شمال کشور در سال ۷۳ آغاز شد و اکنون به پایان رسید. منوچهر حبیبی افزود: این مسیر۴۷ کیلومتر طول دارد و دارای ۹ دهانه تونل به طول ۵,۴ کیلومتر است که بزرگترین تونل کشور به طول دو هزار و ۱۰متر در این مسیر واقع شده است. وی بیان کرد: وضعیت فیزیکی منطقه و وجود ۴,۵ کیلومتر تونل در مسیر جاده یاسوج-بابامیدان روند اجرای آن را با مشکلات متعددی مواجه کرده بود که با تلاش راهسازان این امر محقق شد. وی یادآور شد: هزینه اجرای هرکیلومتر از این جاده بر اساس برآورد کارشناسان سه برابر جاده‌های در دست اجرای سایر استان‌ها بوده به طوری که هزینه حداقل هر کیلومتر از این مسیر حدود ۲۰میلیارد ریال بوده است. حبیبی عنوان کرد: در مجموع طی ۱۷ سال گذشته بیش از هزار میلیارد ریال برای احداث کامل این جاده هزینه شده است. وی بیان کرد: مسیر قدیم یاسوج-بابامیدان دارای بیش از ۱۸۰ پیچ خطرناک بود که با افتتاح این جاده تمامی این پیچ‌ها و گردنه‌های خطرناک از جمله گردنه مورگاه حذف شد.

خبرگزاری مهر
۱۳۸۹/۰۵/۳۰

پایان حفاری طولانی‌ترین تونل مکانیزه قطار شهری کشور

مدیر روابط عمومی سازمان قطار شهری شیراز از پایان عملیات حفاری طولانی‌ترین تونل مکانیزه قطار شهری کشور در شیراز خبر داد. به گزارش خبرگزاری فارس از شیراز به نقل از روابط عمومی سازمان قطار شهری شیراز، علیرضا دیهیمی اظهار داشت: عملیات حفاری نخستین تونل مکانیزه قطار شهری شیراز با ورود دستگاه حفار (TBM) شماره یک به شفت خروجی آن به پایان رسید. وی افزود: این عملیات بزرگ از مهر ماه ۸۳ تا کنون از مسیر میدان الله در شرق شیراز آغاز و پس از طی مسیر در بلوار مدرس، میدان ولی‌عصر (عج)، زند باریک، عبور از زیرگذر زند و بلوار کریم‌خان همچنین میدان امام حسین (ع) به میدان نمازی وارد و پس از عبور از زیر محوطه بیمارستان نمازی و درمانگاه شهید مطهری به شفت خروجی در خیابان خبرنگار وارد شد تا مراحل دمونتاژ (جداسازی دستگاه) آن به سرعت انجام شود.

دیهیمی خاطرنشان کرد: اجرای این عملیات با استفاده از پیشرفته‌ترین فن‌آوری روز دنیا در زمینه حفاری تونل‌های درون‌شهری با کمترین خطا و انحراف از مسیر انجام شد و اینک به عنوان طولانی‌ترین تونل قطار شهری کشور از لحاظ کار با (TBM) مطرح است. مدیر روابط عمومی سازمان قطار شهری شیراز ادامه داد: قطر خارجی حفاری انجام شده تونل‌های دوقلوی خط یک ۸۸/۶ متر و قطر مفید آن از داخل برابر شش متر و دارای قطر دایره است. وی گفت: به این ترتیب عملیات ۲۵ کیلومتری این مسیر (رفت و بازگشت) در خط یک به اتمام رسید و به اظهار نظر بسیاری از کارشناسان متخصص خارجی بازدید کننده از این پروژه، رعایت استانداردهای لازم و کیفیت موجود حتی از تونل‌های مشابه در کشورهای دیگر بهتر است. دیهیمی اضافه کرد: همچنین با اجرای حفاری انجام شده و پیش‌روی دستگاه (TBM)، عملیات پوشش داخلی تونل با ایمنی بسیار بالا با استفاده از شش قطعه بتونی (سگمنت) انجام می‌شود.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۶/۰۱

تکمیل مراحل تملک منازل مستقر بر روی تونل بلیتی نیازمند اعتبار است

مدیر کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری خوزستان گفت: اداره کل میراث فرهنگی خوزستان برای تکمیل مراحل تملک منازل واقع بر روی سایر املاک واقع بر روی تونل بلیتی به اعتبارات جدیدی نیازمند است. به گزارش خبرگزاری فارس از اهواز به نقل از روابط عمومی اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری خوزستان، پرویز پورفرخی با بیان اینکه برای تملک منازل مستقر بر روی تونل بلیتی در دو مرحله اعتباری از محل اعتبارات ملی تخصیص یافت، اظهار داشت: در هر مرحله مبلغی معادل ۵ میلیارد ریال اعتبار در نظر گرفته شد که ۵ میلیارد به دلیل نداشتن زمان کافی و سخت‌گیری‌های مالکان بناها برای تملک مبلغی حدود ۳ میلیارد و ۵۰۰ میلیون ریال جذب شده است و در فاز دوم مبلغ ۵ میلیارد ریال برای تملک منازل و مغازه‌های مستقر بر روی تونل بلیتی تخصیص یافت و در مجموع پنج باب مغازه و شش باب منزل در دو فاز توسط سازمان میراث فرهنگی تملک شده است. وی درباره مرمت سازه‌های آبی تاریخی شوشتر و اقدامات صورت گرفته توسط اداره کل میراث فرهنگی گفت: مرمت پل شادروان از آبان ماه سال ۸۸ آغاز شده است و تا اوایل خرداد ماه سال‌جاری فعال بوده است که به دلیل گرمای زودرس و تاثیر بر روی ملات‌ها در کارهای خاص (مانند پل‌ها) با توجه به اوج گرما در خوزستان و پس از مساعد شدن شرایط پروژه مرمتی کامل می‌شود. مدیر کل میراث فرهنگی خوزستان ادامه داد: کارشناسان این اداره در حال بررسی طرح‌های گذشته و ارائه طرح مناسب و در خور این پروژه جهانی هستند. پورفرخی با اشاره به اینکه مرمت مسجد جامع شوشتر از سال ۸۴ آغاز شده و تاکنون ادامه دارد، خاطر نشان کرد: با توجه به پیش‌بینی اعتبار در سال

۸۹ به دلیل حضور نمازگزاران و برگزاری نماز جمعه در این مکان پروژه بدون وقفه در حال انجام است و بخش اعظمی از طاق شبستان مسجد تکمیل و آماده بهره‌برداری است. وی همچنین درباره مرمت پل بند گرگر گفت: پس از رانش ضلع شمالی پل بند گرگر در تیرماه سال ۸۸ کارگاه مرمت استحکامی و استحفاظی از مهرماه ۸۸ توسط پیمانکار آغاز شد و باتوجه به مشکلاتی که سازمان آب و برق با ادامه عملیات اجرایی این پروژه داشته است کار در اواخر دی ماه تعطیل شد.

پورفرخی افزود: طی برگزاری جلسات متعدد با سازمان آب و برق خوزستان و اداره کل میراث فرهنگی خوزستان و مدیریت بحران استانداری مشکلات برطرف شد که با هماهنگی فرمانداری فعالیت کارگاه در اوایل اسفندماه ۸۸ آغاز شد و تا نیمه مرداد۸۹ ادامه داشته است. وی بیان کرد: در حال حاضر استحکام بخشی و شمع‌کوبی طرح سازه‌ای بر اساس موافقتنامه به پایان رسیده و جزئیات و روند کار در دستور کار شورای فنی استان قرار گرفته است و با توجه به ضرورت تکمیل و حفاظت از این اثر منحصر به فرد اداره کل میراث فرهنگی خوزستان اقدام به رایزنی با مشاور کرد تا با هماهنگی کارشناسان این اداره کل طرح نهایی تکمیل و پیشنهاد شد و پس از مبادله موافقتنامه سال ۸۹ انجام مراحل فاز بعدی آغاز می‌شود.

پورفرخی در پایان گفت: مهم‌ترین موضوع اینکه تا پایان عملیات تثبیت دیواره، حفاظت و مرمت پل بند گرگر باید از وارد آوردن بار دینامیکی بیشتر به بستر پل در تردد خودروها و وسایط نقلیه سنگین پس از نیمه شب به وسیله مسئولان مربوط شهرستانی جلوگیری به عمل آید و همچنین لوله آب مسیر پل نیز برای ادامه عملیات حفاظتی باید به وسیله سازمان ذی‌ربط تغییر مسیر داده تا مسیر آب آشامیدنی با آسیب احتمالی روبه‌رو نشود.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۶/۰۳

حفاری تونل شمالی تونل صدر–نیایش آغاز شد

معاون فنی و عمرانی شهرداری تهران ضمن اعلام این خبر، گفت: "پل فلزی سنگین روی جوی خیابان ولیعصر نیز برای رفت و آمد ماشین آلات اجرا شده است". علاوه بر این در کارگاه مدرس هم حفاری تونل دسترسی به تونل‌های شمالی و جنوبی تکمیل شده است. مازیار حسینی، معاون فنی عمران شهرداری تهران اعلام کرد:" عملیات اجرایی این تونل که بار ترافیکی بزرگراه‌های نیایش و صدر را کاهش می‌دهد، با استقرار ۹ کارگاه در بزرگراه مدرس، صدر و انتهای خیابان گل آذین- پارک نونهالان- ضلع شمالی بزرگراه صدر- خیابان ولیعصر(پارک ملت) - کردستان، نیایش- کارگاه مرکزی پارک ملت- نیایش- ملاصدرا- گلشهر انجام می‌شود".

تونل صدر نیایش با دو تونل رفت و برگشت به طول ۵۲۶۵ متر طراحی شده و بر اساس طرح مهندسی پروژه پهنای تونل‌های رفت و برگشت، هر یک ۱۶ متر است و در مسیر غرب به شرق بزرگراه نیایش در تقاطع خیابان ولیعصر و مسیر شرق به غرب بزرگراه صدر(ورودی بزرگراه‌های چمران و مدرس) واقع شده و بزرگراه‌های صدر نیایش را دو تونل رفت و برگشت به هم متصل می‌کند. در اجرای این پروژه دو روش" تونلی" و " کندوپوش" برای ساخت سازه‌های زیرزمینی در نظر گرفته شده است. در ضمن،حسینی توضیح داد: "هم‌زمان با عملیات اجرایی تونل صدر نیایش، اقدام لازم برای بر طرف شدن معارضان تاسیساتی در جریان بوده و پیش بینی می‌شود حفاری تونل‌های شمالی در کارگاه کردستان و تونل جنوبی در کارگاه ولیعصر و عملیات اجرایی در محدوده کارگاه مدرس و آفریقا، همچنین حفاری تونل دسترسی در کارگاه گلشهر در سه ماه آینده اجرایی شود". معاون فنی عمران شهرداری تهران درخصوص مشکلات و موانع این پروژه که از بزرگ ترین پروژه‌های عمرانی مدیریت شهری محسوب می‌شود، گفت:" در این پروژه، تاسیسات زیرزمینی، زمین‌های معارض، جابجایی درختان، مسایل مالی و نقدینگی پروژه، همچنین فرایند تامین دیدگاه‌های تکمیلی کارفرما در طراحی پروژه، ازجمله مسایل و مشکلاتی است که با آن مواجهیم". بر این اساس، عملیات حصارکشی و تجهیز کارگاه، احداث ساختمان‌ها و کانکس‌های کارگری، حفر گمانه شناسایی و حفاری رمپ و تونل‌های شمالی و جنوبی به سمت شرق و غرب در محدوده رمپ، همچنین ساخت ازمایشگاه مرکزی پروژه از جمله فعالیت‌های پروژه به صورت تجمعی است.

همشهری آنلاین
۱۳۸۹/۰۶/۰۹

احداث نخستین تونل آذربایجان غربی در محور شاهین دژ – تکاب

مدیرکل راه و ترابری آذربایجان غربی گفت: نخستین تونل آذربایجان غربی در محور شاهین‌دژ ـ تکاب احداث می‌شود. علیرضا رحمان‌زاده در گفت‌وگو با خبرنگار فارس در ارومیه، اظهار داشت: احداث نخستین تونل آذربایجان غربی در محور شاهین‌دژ ـ تکاب به طول ۳۴۰ متر، یکی از طرح‌های بزرگ راهسازی استان است و با توجه به بار ترافیک سنگین محور شاهین‌دژ ـ تکاب، احداث این تونل علاوه بر دگرگونی ضریب ایمنی این محور، آمار تصادفات جاده‌ای منطقه به شکل قابل توجهی نزول خواهد کرد. وی احداث نخستین تونل آذربایجان غربی در محور شاهین‌دژ - تکاب به طول ۳۴۰ متر را در استانداردسازی راه‌های ارتباطی جنوب استان موثر دانست و اضافه کرد: پروژه بازسازی آسفالت محور تکاب - شاهین‌دژ به طول ۱۴۵ کیلومتر از سال ۸۶ آغاز شده و هم‌اکنون با پیشرفت اجرایی مناسب در دست اقدام است. این مقام مسئول تصریح کرد: امسال عملیات چهار خطه کردن ۴,۵ کیلومتر از محور تکاب - شاهین‌دژ و بهسازی و آسفالت ۱۰ کیلومتر از قطعه دوم این محور اجرایی می‌شود.

رحمان‌زاده کل اعتبار لازم برای بهسازی و آسفالت محور میاندوآب - شاهین‌دژ - تکاب را یک هزار میلیارد ریال برآورد کرد و افزود: از این اعتبار امسال ۵۰ میلیارد ریال تخصیص خواهد یافت و تاکنون ۷۰ درصد اعتبار سال جاری تامین شده است. این مقام مسئول اضافه کرد: اجرای پروژه ملی بهسازی و تعریض محور اصلی شاهین‌دژ ـ تکاب به طول ۱۵۵ کیلومتر، یکی دیگر از طرح‌های بزرگ راه‌سازی استان در شهرستان شاهین‌دژ است و با توجه به نقش کلیدی این محور در اتصال دو شهرستان شاهین‌دژ و تکاب، تحولات بی‌شماری با بهره‌برداری از این طرح در منطقه رقم می‌خورد. وی افزود: بزرگراه ارومیه ـ سرو به طول ۵۰ کیلومتر، بزرگراه ارومیه - سلماس به طول ۷۵ کیلومتر و نیز بزرگراه شهید کلانتری به طول ۳۰ کیلومتر، بزرگراه میاندوآب ـ کرمانشاه به طول ۹۰ کیلومتر، بزرگراه سلماس - خوی - ایواوغلی به طول ۷۰ کیلومتر از دیگر طرح‌های عمرانی بخش راه و ترابری استان به شمار می‌آید.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۶/۲۱

تونل‌های دوقلوی شیبلی به بهره‌برداری می‌رسد

استاندار آذربایجان شرقی از آغاز بهره‌برداری از تونل‌های دوقلوی شیبلی با حضور رئیس جمهور در آبان ماه امسال خبر داد.

احمدعلیرضا بیگی در گفت‌وگو با خبرنگار فارس در تبریز اظهار داشت: این پروژه عمرانی قرار بود شهریور ماه امسال تکمیل شود که به دلایلی با تاخیر پیش آمده آبان ماه به بهره‌برداری می‌رسد. وی با بیان اینکه این تونل‌ها با حضور رئیس جمهور به بهره‌برداری می‌رسند، ادامه داد: با آغاز بهره‌برداری از این پروژه عمرانی، بزرگراه پیامبر اعظم (ص) مراحل تکمیلی خود را طی می‌کند.

این گزارش می‌افزاید، قطعه ـ ۲ الف بزرگراه پیامبر اعظم (ص) ۱,۹ کیلومتر طول دارد که ۲ هزار و ۵۲۲ متر طول تونل و ۶ هزار و ۵۷۸ متر راه به عرض ۲۳,۱۱ متر و ۳۱,۴ متر عرض در داخل تونل را شامل می‌شود. همچنین برای احداث این تونل ۲۷۹ هزار متر مکعب حفاری،۹۹۱ هزار و ۸۰۱ متر مکعب خاکریزی راه، ۴۳۱ هزار و ۱۵۵ متر مکعب خاکبرداری راه، ۵۷ هزار و ۲۰۰ متر مکعب حجم بتن و ۳۰ هزار و ۵۴۲ متر مکعب حجم بتن ابنیه را شامل می‌شود. این گزارش حاکی است، به گفته پیمانکار این پروژه قرار بود که در مدت ۳۶ ماه تکمیل و به بهره‌برداری برسد که به دلایل مختلفی این پروژه با تاخیر تکمیل می‌شود. گزارش فارس اضافه می‌کند، با بهره‌برداری از تونل‌های دوقلوی شیبلی بخش اعظمی از بزرگراه «تبریز ـ تهران» تکمیل و میزان تصادفات در منطقه شیبلی که یکی از پر حادثه‌ترین نقاط جاده‌ای کشور است، کاهش چشمگیری می‌یابد.

خبرگزاری فارس
۱۳۸۹/۰۶/۳۰

مروری بر روشهای رفتار سنجی حفریات زیرزمینی با استفاده از نقاط همگرایی سنجی و کشیدگی سنجی

علی اکبر فیروزی، کارشناس ارشد خاک و پی
Email: a.firoozi@gmail.com

چکیده
در تونل‌های حمل و نقل، ناپایداری سازه زیرزمینی، مساله‌ای مهم و قابل توجه است. پایداری سازه زیرزمینی از منظر ایمنی احداث کنندگان سازه و کاربران تونل، مهم‌ترین بحث تونل‌سازی به خصوص در حوزه خسارت‌های جانی است. از لحاظ اقتصادی، ناپایداری در تونل، خسارت‌های مالی فراوانی از قبیل صدمه به تجهیزات و ماشین‌آلات، توقف اجرای تونل و هزینه‌های فراوان جهت راه‌اندازی مجدد کارگاه وارد می‌نماید. از آنجا که تونل‌های راه باید به مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرند، لازم است پتانسیل ناپایداری در تونل در شرایط و بخش‌های مختلف به دقت مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. در این نوشتار مروری مختصری بر روشهای رفتار سنجی در تونل با استفاده از نقاط همگرایی سنجی و کشیدگی سنجی می‌شود و در پایان به کاربرد نتایج آن در بررسی کنترل پایداری پرداخت خواهد شد.

کلمات کلیدی
تحلیل پایداری، روش تحلیلی، ابزاربندی، رفتارسنجی، روش ناتم، همگرایی سنجی، کشیدگی سنجی، جابجایی، نواحی الاستیک- پلاستیک.

۱ – مقدمه

اگرچه قبل از حفر یک سازه زیرزمینی، اطلاعات مناسبی برای طراحی روش اجرا و سیستم نگهداری در دست است، اما معمولاً این اطلاعات کافی نیست و بنابراین با استفاده از روش‌های مشاهده‌ای، می‌توان سیستم نگهداری پیش‌بینی شده را ارزیابی کرد و پس از انجام اصلاحات لازم، آن را برای کل سازه زیرزمینی تعمیم داد. اجرای این عملیات را معمولاً رفتارسنجی می‌گویند.

در بسیاری از طرحها، با انجام رفتارسنجی مناسب، می‌توان از وقوع مشکلات احتمالی جلوگیری کرد.

به عنوان مثال، به هنگام احداث فضای زیرزمینی در سنگ، تصمیم‌گیری درباره تقویت سیستم نگهداری و یا تغییر در شیوه و یا زمانبندی اجرای آن به عواملی همچون میزان و آهنگ همگرایی دیواره فضای زیرزمینی بستگی دارد. بنابراین بررسی تغییرات در وضعیت توده سنگ با استفاده از ابزار دقیق، اطلاعات لازم را در این مورد، فراهم می‌سازد.

از سوی دیگر، در مواردی که اجرای یک طرح زیرزمینی با مشکلات پیش‌بینی نشده‌ای مثل ناپایداری مواجه می‌شود، می‌توان به علت آن پی برد. بطور نمونه حرکت بیش از حد دیواره تونل ممکن است ناشی از فشار زیاد آب در سنگ و یا جابجایی بلوک‌های سنگی باشد که با استفاده از ابزار دقیق می‌توان فشار آب و یا اندازه، محل و عمق بلوکهای جابجا شده را مشخص و سیستم نگهداری طراحی شده را اصلاح کرد.

روش‌های مشاهده‌ای برمبنای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و برجا استوار می‌باشند.

طراحی تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی با روش‌های مشاهده‌ای شامل تفسیر داده‌های رفتارسنجی در مدت ساخت و بهره‌برداری است. بنابراین یک روش طراحی مشاهده‌ای، طراحی همراه با پیشرفت کار است. در این روش‌ها تا حدودی از روش‌های تجربی نیز کمک گرفته می‌شود.

ولی به طور کلی اساس تحلیل و قضاوت مهندسی در مورد نحوه اجرای سازه و سیستم نگهدارنده براساس ابزاربندی و رفتارسنجی سازه مورد نظر می‌باشد. در این مورد می‌توان از روش تونل‌سازی جدید اتریشی (NATM)، روش همگرایی محدودیت و روش محاسبه سیستم کرنش (DEST) و روش‌های مدلسازی فیزیکی نام برد. همه این روشها تاکید بر رفتارسنجی فضاهای زیرزمینی در طول اجرا دارند.

۲ – روش‌های طراحی ابزاربندی

رفتارسنجی تاسیسات احداث شده در زیر زمین برای تامین چهار منظور اساسی ذیل انجام میگیرد:

الف- ثبت مقادیر طبیعی و نیز تغییرات ایجاد شده در پارامترهای ژئوتکنیکی مثل سطح آب زیرزمینی، وضعیت طبقات زمین و اتفاقات زمین لغزشی قبل از اجرای یک پروژه مهندسی.

ب- تامین ایمنی ضمن عملیات ساختاری و بهره برداری با دادن اخطار به موقع مثل تشدید غیر عادی جابجایی‌های زمین، فشار آب زیرزمینی و بارهای اعمال شده بر اجرای سیستم نگهداری.

ج- کنترل صحت فرضیات، مدلهای انتخابی و مشخصات توده سنگ که در محاسبات مربوط به طراحی بکار میروند.

د- کنترل انجام امور ترمیمی و اصلاحی در زمین مانند تونلسازی در زمین‌های حاوی آب، منجمد کردن زمین حین حفر چاه یا تونل، تقویت زمین با عملیات تزریقی و زه کشی.

۲-۱- روش NATM

ناتم به معنی روش جدید تونل‌سازی اتریشی می‌باشد. منظور از روش ناتم مجموع اقداماتی است که باید در ضمن و بعد از حفر تونل براساس شناخت دقیق خواص توده سنگ در آن محل به کاربرد تا به موقع و صحیح نگهدارنده‌های مناسب همراه با اندازه‌گیری‌های عینی و نظارت مستمر بر آنها انجام گیرد. بدین وسیله با فعال نمودن ظرفیت باربری سنگ و استفاده حداکثر از این ظرفیت، به عنوان عوامل نگهداری تونل، پایداری تونل به عنوان یک ضریب اطمینان بهینه با حداقل هزینه، تامین گردد. این تعریف کلی تقریباً با مفهومی که مبتکران ناتم از آن انتظار دارند تطابق می‌کند. هدف از این مجموعه اقدامات آن است که در برابر مشکل قدیمی تونل زنی که با این مثال توصیف میشود که: (اگر کوه بیدار شود نباید انتظار داشت که هرگز بخوابد) با به کاربردن ناتم، کوه اصلاً بیدار نشود. به منظور تامین این مقصود، اساس ناتم آن است که از مقاومت سنگ به عنوان عامل اصلی تامین‌کننده پایداری خودش استفاده شود. رابسویچ معتقد است که کلیه فشارهای موجود اعم از فشار سست شدگی، فشار آماسی سنگ و فشار توزیع مجدد تنش را بر حسب مورد باید درنظر گرفت. به منظور دسترسی به نگهداری بهینه، این منطق پذیرفته شده است که باید به تونل اجازه داده شود تا حدی تغییر شکل دهد یا اینکه نگهداری موقت بتواند تاحدی دگر شکلی‌ها را تحمل نموده و خرد نشود. پس از آن، نگهداری تقویتی دیگر (سیستم نگهدار دائم) نصب می‌گردد تا هر دو بتوانند باهم، نگهداری تونل را تامین کنند. در نهایت از نگهداری بتنی نهایی استفاده می‌شود. روش ناتم به یک روش خاص اجرایی یا نوعی نگهداری معین محدود نمی‌گردد، بلکه ممکن است در یک مقطع خاص، از دو یا چند نوع نگهداری مانند پیچ سنگ، میل مهار، بتن پاش و توری سیمی نیز استفاده شود و در هر حال انتخاب صحیح و ترتیب توالی آنها باید به موقع و مناسب صورت گیرد تا هر چه بیشتر ظرفیت باربری ذاتی توده سنگ، باعث استحکام تونل شود. اصولاً دو نوع سیستم نگهداری در ناتم منظور می‌گردد که عبارتند از:

الف- سیستم نگهداری خمش‌پذیر یا نگهداری حفاظ که در واقع ضخامت مشخصی از سنگ اطراف تونل است به کمک پیچ سنگ‌ها مهار شده و سطح خارجی آن اکثراً توسط بتن پاشی (معمولاً مسلح) پوشانده می‌شود و در صورت احتیاج، با قاب‌های فولادی اضافی تقویت می‌گردد و سرانجام با یک پوشش کف تکمیل می‌شود. نقش پوشش کف در روش ناتم، بسیار مهم است، به طوری که اگر اجرا نشود، نگهداری تونل نامطمئن خواهد شد. رفتار نگهداری حفاظتی و سنگ اطراف آن، به صورت پیوسته به وسیله یک سیستم اندازه‌گیری کنترل می‌شود.

ب- سیستم نگهداری نهایی پوشش بتنی داخلی را تشکیل می‌دهد و به طور معمول قبل از به تعادل رسیدن قوس نگهداری خارجی (سیستم نگهداری اولیه) اجرا نمی‌شود. اگر نیروهای موجود در پیرامون تونل، با نگهداری اولیه به تعادل نرسیده باشند ناچار به پوشش بتنی فشار وارد آمده و به دلیل صلبیت پوشش موجب شکستن آن می‌شود. هدف از پوشش ثانویه آن است که ضریب ایمنی و پایداری افزایش پیدا کند.

۳ – معرفی ابزارهای متداول برای رفتار سنجی تونل

برای اندازه‌گیری جابجایی‌هایی که در اثر عواملی چون حفر فضای زیرزمینی، بارگذاری پی و حفاری‌های سطحی در توده سنگ رخ می‌دهد، از کشیدگی سنگ‌های گمانه‌ای استفاده می‌شود. کشیدگی‌سنج‌ها، یک یا چند درگیری با سنگ در اعماق مختلف گمانه و یک مبنا در دهانه گمانه دارند و برای اتصال نقطه درگیری و مبنا، عموماً دارای میله‌های فولادی، الیاف مصنوعی و یا سیستم رابط هستند. استفاده از کشیدگی سنج‌های گمانه‌ای، می‌توان جابجایی بین نقاط درگیری و دهانه گمانه و یا جابجایی نسبی بین هریک از دو نقطه درگیری را اندازه‌گیری کرد. این اندازه‌گیری به وسیله دستگاه قرائت که از نوع قرائت سنج‌های عقربه‌ای، رقمی و LVDT است، انجام می‌شود.

قبل از تغییر نتایج بدست آمده از کشیدگی‌سنج‌ها، اعداد قرائت شده تصحیح می‌شوند. در تغییر نتایج حاصل از کشیدگی‌سنجها، فرض اولیه آن است که تغییر مکان‌های مطلق بدست آمده، به ترتیب از سقف به طرف بلندترین میله کشیدگی سنج به سمت صفر میل می‌کند و در سر طویل‌ترین میله به صفر می‌رسد. در حالت ایده‌آل کشیدگی سنج باید طوری نصب شود که نقطه انتهایی آن خارج از زون اثر حفاری قرار گرفته باشد. به این ترتیب می‌توان جابجایی این نقطه را صفر فرض کرد و جابجایی مطلق سایر نقاط را نسبت به آن سنجید. در عمل، ساخت و نصب چنین کشیدگی سنجی بسیار مشکل و پرهزینه است. به همین دلیل سعی می‌شود که به کمک همگرایی سنج تا حدودی

خطای ایجاد شده در اندازه‌گیری را اصلاح نمود و جابجایی مطلق سایر نقاط را به صورت تقریبی محاسبه کرد. برای این منظور، همگرایی واقعی دیواره تونل، در مسیر کشیدگی سنج به کمک همگرایی‌سنج اندازه‌گیری می‌شود. سپس از مقایسه این مقدار با مقادیر جابجایی نسبی در کشیدگی‌سنج، جابجایی مطلق قابل محاسبه خواهد بود.

۴ – روشهای متداول برای قرائت ثبت نتایج ابزار

از آنجا که کمیت‌های اندازه‌گیری شده، در مقطع فضای زیرزمینی تابع فاصله مقطع اندازه‌گیری از جبهه کار، سرعت پیشروی و زمان است. لذا مادامی که احتمال تاثیر فاصله جبهه کار بر اندازه‌گیری‌ها وجود دارد، حداقل یکبار در شبانه روز قرائت انجام می‌شود و با کاهش این تاثیر، فواصل زمانی بین قرائت‌ها بتدریج افزایش می‌یابد.

بطور کلی در برنامه زمانبندی قرائت ابزار دقیق، عوامل زیر باید مدنظر قرار گیرد.

- سیستم نگهداری و زمان نصب یا اجرای آنها
- سرعت پیشروی جبهه کار
- روند تغییر کمیت‌های اندازه‌گیری شده
- تغییر غیر عادی کمیت‌های اندازه‌گیری شده

۴-۱ – زمان قرائت‌ها

در تعیین زمان قرائت‌ها نکات زیر باید رعایت شود:

الف- تا زمانی که تغییر در کمیت‌های اندازه‌گیری شده بطور محسوس وجود دارد، قرائت بعداز هر مرحله آتشباری انجام می‌شود. در صورتی‌که در طول شبانه روز آتشباری انجام نگیرد و یا روش اجرا غیر از آتشباری باشد، حداقل یکبار قرائت در روز ضروری است. پس از اینکه اندازه‌گیری نشان داد که تغییر کمیت‌های مربوط تقریباً متوقف شده‌اند، قرائت‌ها در فواصل زمانی مناسب انجام می‌شود.

ب- تحت هر شرایطی، چنانچه تغییر رفتار و یا رفتار غیر منتظره مشاهده شد، باید بلافاصله تناوب قرائتها را افزایش داد.

ج- در صورتیکه هرگونه عملیات حفاری و یا تحکیم در مجاورت ایستگاه ابزار دقیق انجام گیرد (مانند کف برداری، بغل تراشی و حفاری تونل همجوار) تناوب قرائت‌ها در آن ایستگاه باید افزایش یابد.

۴-۲ – شرایط اندازه‌گیری همگرایی دیواره فضاهای زیرزمینی

الف- باید بوسیله متر انجام شود.

ب- اندازه‌گیری‌ها حدود ۲۰ دقیقه پس از استقرار ابزار در محل اندازه‌گیری تونل انجام گیرد.

ج- میخ‌های اندازه‌گیری تمیز و استحکام آنها بازرسی شود.

د- قبل و بعداز قرائت، متر نواری کالیبره شود.

ه- دو انتهای متر همگرایی سنج به دو یا پنج میخ (که مقصود تعیین فاصله بین آنهاست) وصل شود.

و- در هر نوبت اندازه‌گیری حداقل سه قرائت انجام شود و اگر اختلاف بین قرائتها زیاد باشد، تعداد قرائت‌ها افزایش یابد..

۴-۳ – گزارش کار همگرایی سنجی

گزارش نتایج همگرایی سنجی شامل سه بخش زیر است:

الف- گزارش نصب

ب- گزارش قرائت

ج- گزارش پردازش اطلاعات.

۴-۴ – شرایط اندازه‌گیری با کشیدگی سنجها

الف- اندازه‌گیری‌ها باید توسط فرد آموزش دیده و آشنا با این ابزار انجام گیرد.

ب- دستگاه اندازه‌گیری نوع مکانیکی، باید قبل و بعداز استفاده، کنترل و کالیبره شود.

ج-دستگاه اندازه‌گیری نوع الکتریکی، باید توسط کارخانه سازنده کالیبره شده و ضریب کالیبره نیز ارائه شود.

د- نتیجه قرائت کشیدگی سنجها باید در جدولهای مربوط بطور کامل ثبت شود. جدولهای مربوط به قرائت‌های قبلی نیز باید موجود باشد تا اگر جابجایی مهمی اتفاق افتاده باشد، بتوان آن را بلافاصله پس از انجام اندازه‌گیری‌ها مشخص کرد. همچنین اگر مقایسه نتایج نشان دهد که احتمال اشتباه در قرائت اخیر وجود دارد، انجام قرائت‌های اضافی ضروری است.

ه- به هنگام انجام قرائت‌ها، تمیزی محل قرار گرفتن دستگاه قرائت مکانیکی، اهمیت دارد. همچنین باید کنترل شود که این محل در اثر ضربه تغییر شکل نداده باشد.

۴-۵ – گزارش کار کشیدگی سنج‌ها

گزارش نتایج شامل سه بخش زیر است:

الف- گزارش نصب

ب- گزارش قرائت

ج- گزارش پردازش اطلاعات

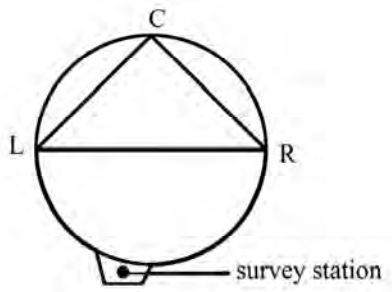
۵ – روش‌های پردازش و تفسیر نتایج ابزار

همانطوری که اشاره شد همگرایی سنجها جابجایی نسبی دو نقطه را نشان می‌دهند، در حالیکه در تحقیقات و مطالعات، جابجایی مطلق نقاط اطراف تونل برای محققان مهم است. در کل چون نتایج بدست آمده از هر دو ابزار کشیدگی‌سنج و همگرایی‌سنج، اندازه‌گیری جابجایی است همگرایی سنج‌ها یکسری از نتایج کشیدگی سنجها را نتیجه می‌دهند که به قرار زیر است:

۱ - تعیین نوع رفتار محیط

۲ - تعیین وضعیت تقریبی تنش (جهت ونسبت تقریبی)

۳ - ارزیابی تقریبی وضعیت پایداری
با اندازه‌گیری میزان همگرایی در جهات مختلف، می‌توان نوع رفتار محیط (الاستیک یا غیر الاستیک) را شناسایی کرد اگر در جهات C-R و C-L واگرایی، یعنی افزایش فاصله و در جهت L-R همگرایی، کاهش فاصله داشته باشیم، شکل تونل تغییر میکند. در نتیجه در می‌یابیم محیط حفر تونل، الاستیک است. اگر در هر سه جهت، همگرایی وجود داشته باشد، محیط غیرالاستیک خواهد بود. (پارامترهای C (تاج تونل)، L (قسمت میانی سمت چپ تونل)، R (قسمت میانی سمت راست تونل) در شکل ۱ نشان داده شده است.)



شکل۱. نحوه اندازه گیری همگرایی در تونل

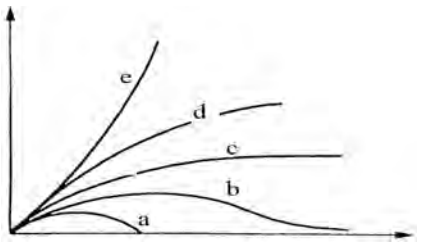
از کشیدگی‌سنج برای اندازه‌گیری جابجایی در اطراف سازه‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. لفظ کشیدگی سنج به صورت کلی به درزه سنجها، همگرایی سنجها و خودکشیدگی‌سنجها اطلاق می‌شود. در این‌جا منظور از کشیدگی سنج همان کشیدگی سنج گمانه‌ای چند نقطه‌ای است. با این فرض نتایج به دست آمده از کاربری کشیدگی‌سنج را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد :

۱- شناسایی محدوده شکسته شده سنگ پیرامون تونل
۲- ارزیابی وضعیت پایداری توده سنگ
۳- بدست آوردن وضعیت کرنش در توده سنگ
۴- بدست آوردن نوع رفتار سنگ پیرامون
۵- بدست آوردن وضعیت تنش (جهت و نسبت تقریبی) در توده سنگ
۶ - ارزیابی تقریبی تنش و نیروی وارده بر سیستم نگهداری

با یک مثال فرضی می‌توان نتایج ذکر شده در بالا را به خوبی تشریح کرد: اگر با کارگذاشتن یک کشیدگی سنج گمانه‌ای سه نقطه‌ای یا سه کشیدگی سنج تک شاخه‌ای نمودار، افزایش جابجایی بین آنکرهای ۳ متری و ۵ متری نشان داده شد به این معناست که به احتمال زیاد یک لایه ناپیوستگی بین این دو نقطه وجود دارد. همین نتیجه در مورد آنکر ۱ متری و سقف تونل نیز صادق است.
البته برای بحث و بررسی روی نمودارها باید جابجایی‌های نقاط ثابت شده را که از نمودارهای اولیه مشخص است، به صورت مطلق نسبت به نقطه‌ای که جابجایی آن صفر فرض شده است، به دست آورد. اگر جابجایی در نقطه با فاصله ۵ متری از سقف تونل صفر باشد مابقی جابجایی‌ها نسبت به آن به صورت مطلق به دست می‌آید.
همانطوری که می‌دانیم در نمودارهای حاصله از کشیدگی سنج‌ها، محور افقی، زمان و محور عمودی، جابجایی است و با گذشت میزان جابجایی با توجه به موقعیت قرارگیری آنکر متفاوت است. یکی از پارامترهای مهم در تحلیل پایداری سازه‌های زیرزمینی، "کرنش" میباشد که نتیجه جابجایی است. برای بدست آوردن وضعیت کرنش حول سازه، می‌توان از نتایج کشیدگی سنج استفاده نمود. به این صورت که با تقسیم کردن میزان جابجایی به طول اولیه میله‌های کشیدگی سنج، می‌توان میزان تغییرات کرنش را با افزایش فاصله از سقف و دیواره‌های تونل به دست آورد. برای مشاهده هر گونه تحول غیرطبیعی در روند کرنش و مقایسه آن با میزان کرنش بحرانی که از نمودار رفتار کلی توده سنگ به دست می‌آید، میزان خطر را برآورد و برای حل بحران تدبیری مناسب اندیشید.
البته با توجه به اندازه‌گیری کرنش در سقف و دیواره‌های تونل می‌توان نوع رفتار محیط و وضعیت تقریبی تنش را پیرامون تونل به دست آورد.

۶ - تحلیل نتایج

مقدار مطلق افزایشی همگرایی تونل و نرخ همگرایی، از پارامترهای مهم سنجش می‌باشد. شکل ۲ حالات مختلف نرخ همگرایی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمودار همگرایی- زمان

شکل a و b همگرایی کاهنده و پایداری دائم سازه را نشان می‌دهند. در صورتیکه نرخ همگرایی صفر شود، بر پوشش نهایی تونل هیچ نیرویی وارد نمی‌شود. با تاخیر در نصب نگهدارنده و با همگرایی ثابت، نیروی اعمال بر نگهدارنده کاهش خواهد یافت.
بسیاری از منحنی‌های وابسته به زمان، به طور خطی یا لگاریتم زمان تغییر می‌کند. بنابراین نمودار جابجایی در برابر لگاریتم زمان، جهت پیش‌بینی همگرایی‌های بلند مدت قابل استفاده می‌باشد. همگرایی‌های غیریکنواخت از اعمال نیروهای متفاوت بر نگهدارنده موقت حکایت می‌کند.
اندازه‌گیری‌های همگرایی اغلب به صورت قطری و افقی می‌باشد. چرا که اندازه‌گیری‌های قائم به دلیل دخالت تردد و ترافیک ممکن نیست.

بالاآمدگی کف در مناطق تحت تنش زیاد و زمینهای شیل و رسی، رفتار متمایز می‌باشد.
رفتار سنجی بالاآمدگی کف به دلیل ترافیک و نرم‌شدگی مواد براثر جریان آب مشکل است. تعیین عمق سنگ شکسته براثر انفجار و مواد غیرالاستیک یا تغییر شکلهای خزشی پشت جداره ضرورت دارد. جداکردن همگرایی‌های الاستیک و غیرالاستیک برای طراحی پوشش و نگهدارنده مفید می‌باشد. اطلاعات مربوط به حرکات زمین، در پشت دیواره تونل معمولاً به وسیله کشیدگی سنجهای چندنقطه‌ای (MPBX) به دست می‌آید. میله‌های این نوع کشیدگی سنج، به دیواره چاله ای در فاصله‌های مختلف به صورت شعاعی حفر می‌شود چسبیده است. بدین وسیله جابجایی‌های نسبی بین میله‌های مختلف در اعماق متفاوت مشخص می‌گردد. با تطبیق اطلاعات می‌توان عمل زون پلاستیک را تخمین زد که برای طراحی سنگدوزها استفاده گردد.

۶-۱ – معیارها

- تنش و جابجایی پارامترهایی هستند که از ابزار دقیق بدست می‌آیند. البته به منظور نتایج ملموس‌تر بیشتر به اندازه‌گیری جابجایی‌ها پرداخته می‌شود.
- حداکثر طول اندازه‌گیری شده بین دو نقطه ۲۵ متر می‌باشد و در موارد بیشتراز ۲۵ متر فواصل به اندازه‌های ۲۵ m - ۲۵ m شکسته می‌شود.
- جابجایی‌ها باید با دقت ۰/۰۵ mm اندازه‌گیری شوند.
- اگر جابجایی بدست آمده در تونل‌های با اهمیت زیاد ۳ تا ۵ برابر جابجایی الاستیک باشد، تونل ناپایدار است.
- اگر جابجایی بدست آمده در تونل‌های با اهمیت کمتر ۵ تا ۱۰ برابر جابجایی الاستیک باشد، تونل ناپایدار گزارش می‌شود.

۶-۲ – جمع بندی

۱ - تحلیل پایداری تونلها با توجه ویژه به ابزار سنجی و رفتار سنجی
۲ - با بکار بردن رفتار سنجی در سازه‌های زیرزمینی، می‌توان در هزینه‌های اجرایی طرح صرفه‌جویی قابل ملاحظه ای داشت. هزینه اجرای رفتار سنجی معمولاً در حدود نیم تا یک درصد هزینه کلی اجرا است درصورتیکه با انجام آن ممکن است چندین برابر آن صرفه‌جویی کرد.
۳ - تاثیر اعمال به موقع شاتکریت و سیستم نگهدارنده در تونل بر پایدارسازی توده سنگ دیواره تونل نقش بسزایی دارد. لذا اعمال بموقع شاتکریت و نصب به موقع و صحیح پیچ سنگ‌های تمام تزریق (بویژه صفحات انتهایی پیچ سنگ‌ها)، با توجه به نتایج رفتارسنجی می‌تواند تاثیر بسزایی در افزایش پایداری توده سنگ و کاهش هزینه سیستم نگهدارنده داشته باشد.

۷ – نتیجه گیری

اغلب اوقات نتایج اندازه‌گیری همگرایی، برحسب زمان رسم می‌شود که سرعت همگرایی را نشان می‌دهد. اما به دلیل آنکه همگرایی وابسته به فاصله از سینه کار حفاری نیز می‌باشد، اگر همگرایی برحسب فاصله از سینه کار رسم شود، اطلاعات بیشتری به ما خواهد داد. از جمله با استفاده از روشی که در زیر شرح داده می‌شود می‌توان ضخامت ناحیه پلاستیک را بخوبی تعیین کرد. به طوری که هنگامی که رفتار توده سنگ الاستیک وابسته به زمان باشد، منحنی همگرایی به فاصله در دوبرابر قطر تونل از سینه کار (ZD) به مقدار ثابتی رسیده و متوقف می‌شود. از طرف دیگر هنگامی که رفتار توده سنگ غیرالاستیک از قبیل کرنش نرمی و پلاستیک کامل باشد، همگرایی در فاصله ۳ الی ۱۰ برابر قطر تونل از سینه کار متوقف خواهد شد.
از آنجایی که تغییر شکل براساس توزیع مجدد تنش در امتداد مرز الاستیک و غیرالاستیک در اطراف تونل صورت می‌گیرد، با استفاده از منحنی همگرایی می‌توان حدس زد که شعاع ناحیه غیرالاستیک چقدر است. بیشترین تغییر شکل در مجاورت دیواره تونل اتفاق می‌افتد و بستگی به سرعت پیشروی و رفتار مکانیک سنگ دارد. با پیشروی سینه کار، نگهدارنده‌ها نصب می‌شوند. برای اینکه ظرفیت توده سنگ به طور کامل فعال شود، نگهدارنده می‌بایست در فاصله یک برابر قطر تونل از سینه کار نصب شود. تجربیات و مشاهدات انجام شده با اندازه‌گیری همگرایی نشان می‌دهد که سرعت تغییر شکل بیشتر بستگی به موقعیت و فاصله سینه کار از نقطه نصب سیستم نگهدارنده دارد و رفتار خزشی تاثیر کمتری در آن دارد. تانیمتو و همکارانش نشان داده‌اند که همگرایی در فاصله D`۲ از سینه کار تونل ثابت می‌شود که در آن D` قطر خارجی محدوده غیرالاستیک است، به عبارت دیگر اثر تنش‌های القائی و یا همگرایی در تونلی به قطر D با اورنیرومه ژاپن با قطر ۱۰ مشاهده شده است، به گونه‌ای که همگرایی بعد از D۴ تا D۵ تثبیت شده است.
با استفاده از روش فوق ضخامت محدوده غیرالاستیک به ترتیب زیر تعیین می‌شود.

۴D=۴*۱۰ =۴۰
۲D´=۴۰ و D´=۲۰
ضخامت محدود غیرالاستیک = (۲۰-۱۰)/۲=۵m

تانیموتو و همکارانش جدولی را پیشنهاد نموده‌اند(جدول ۱) که می‌توان با در دست داشتن سرعت تغییر شکل اولیه (نسبت تغییر شکل برحسب mm به پیشروی سینه کار برحسب m) $\frac{mm}{m}$ و تغییر قطر تونل به قطر اولیه $\frac{\triangle D}{D}\%$ ، نیروی سیستم نگهدارنده را ارزیابی نمود.

جدول۱. ارزیابی سیستم نگهداری بر اساس رفتار سنجی

کلاس	نیروری نگهدارنده	سرعت تغییر شکل اولیه $\frac{mm}{m}$	تغییر شکل مشاهده $\frac{\triangle D}{D}\%$	ارزیابی فشار نگهدارنده (MPa)
I	سبک	کمتر از ۰/۳	کمتراز ۰/۰۵	کمتراز ۰/۱
II	متوسط	۲-۳/۰	تا ۳/۰ ۰/۰۵	۳/۰-۱/۰
III	سنگین	۷-۲	۱-۳/۰	۶/۰-۳/۰
IV	خیلی سنگین	۱۵-۷	۲-۱	۱/۰-۶/۰
V	فوق‌العاده‌سنگین	بیش از ۱۵	بیش از ۲	بیش از ۱

۸ - منابع و مراجع

[۱] قارونی نیک، مرتضی، ۱۳۷۴ سمینار آموزشی تونلسازی مرکز تحقیقات وزارت راه و ترابری

[۲] ملاداوودی، حامد، ۱۳۸۲، تحلیل پایداری تونل هراز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[۳] مدنی، حسن، ۱۳۷۷، تونلسازی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر

[4] Reshotko, E., "Boundary - Laye r Instability, Transition، and Control،" AIAA Paper 94-0001, Jan. 1994.

[5] Barton، N. (1979)."Recent Experiences with the Q System of Tunnel Design Proc. of Symposium on Exploration for Rock Engineering."

[6] Bieniawski، Z،T- (1984). "Rock mechanics design in mining and tunneling".

[7] Bushnell, D. M., "Notes on Initial Disturbance Fields for the Transition Problem," Instability and Transition, Volume I، edited by M. Y. Hussaini and R. G. Voigt, Springer-Verlag، Berlin, 1990, pp. 217–232.

[8] Besl and McKay, 1992. Besl، P. and McKay, N., 1992. "A method for registration of 3D shapes". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 14(2), pp. 239–256.

[9] Brinkgreve، R.B.J. "Plaxis- Finite Element Code for Soil and Rock Analyses" Version 8, A.A.Balkema، 2002.

[10] Borsetto M., Ribacchi R.-"Influence of strain-softening behavior of rock masses on the stability of a tunnel." Proc. 3rd Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics, Aachen Rotterdam Balkema, 1979.

[11] Dunnicliff, J., "Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance." John Wiley & Sons, New York City, 1988.

[12] Gordon et al., 2004. Gordon, S., Lichti, D., Franke, J. and Stewart, M., 2004. "Measurement of structural deformation using terrestrial laser scanners". In: 1st FIG International Symposium on Engineering Surveys for ConstructionWorks and Structural Engineering, Nottingham, United Kingdom.

[13] Lin, T. C., Grabowsky, W. R., and Yelmgren، K. E., "The Search for Optimum Con. gurations for Re-Entry Vehicles," Journal of Spacecraf t and Rockets، Vol. 21, No. 2, 1984, pp. 142–149.

[14] Ou, C.Y., Hsieh، P.G. and Chiou, D.C. "Characteristics of Ground Surface Settlement During Excavation", Can. Geotech. J., Vol.30. No.5, 1993.

فناوری نوین علاج بخشی اضطراری تونلها
مطالعه موردی تاریخی تونل بلیتی شوشتر

محمد صافی (دکتر عمران - سازه)
عضوهیات علمی دانشگاه صنعت آب و برق
Email: msafi@pwut.ac.ir

چکیده
فناوری پایدار سازی و علاج بخشی تونلهای موجود در حال ریزش یکی از مباحث خاص صنعت تونل محسوب می‌شود. این مساله در مورد سازه‌های تاریخی با توجه به خصوصیات آنها دارای پیچیدگی‌های بسیاری است. ملاحظات میراث فرهنگی و معماری و هویت تاریخی، رفتار سازه‌ای، سالخوردگی، عملکرد و سرویس‌دهی، دسترسی، ایمنی اجرایی، سازگاری فیزیکی و شیمیایی مصالح مصرفی، اقتصاد طرح، میزان ریسک قابل قبول و ناشناخته بودن وضعیت داخلی از جمله مواردی هستند که در دستیابی به طرح علاج بخشی مناسب برای این سازه‌ها تاثیر گذارند. در این میان سازه‌های در حال تخریب شرایط حادتری داشته و در تونل‌های تاریخی این مسائل به اوج خود می‌رسد. تونل بلیتی شوشتر یکی از این سازه‌های تاریخی بوده که درگیر مساله خرابی و ریزش نیز بوده است و با توجه به عبور آن از داخل شهر و نیز عملکرد هیدرولیکی آن در هنگام وقوع سیلاب شرایط بسیار محدود و خاصی برای طراحی فراهم می‌نماید.
در این مقاله روشی نوین برای علاج بخشی این تونل با لحاظ تمام قابلیت‌ها و رعایت تمام محدودیت‌های اشاره شده در حد قابل قبول ارائه شده و روند طراحی و اجرای آن بطور مختصر مرور شده است. انعطاف پذیری زیاد این طرح آن را بعنوان یک رهیافت کلی برای علاج بخشی چنین سازه‌هایی مطرح می‌سازد.
کلمات کلیدی: طرح علاج بخشی، ریزش تونل، ارزیابی ایمنی، پانل سه بعدی

۱ - کلیات
مطالعه سازه‌های تاریخی بدلیل جنبه‌های خاص با سازه‌های متداول تفاوت دارد. این مساله بطور عمده در دو جنبه مهم قابل بیان است که یکی مربوط به ناشناختگی یا نامعینی آنهاست و دیگری ارزش آنها از لحاظ میراث فرهنگی و تاریخی می‌باشد. سازه‌های تاریخی مانند سازه‌های آبی از نظر کاربری نیز دارای اهمیت مضاعف می‌باشند و از این لحاظ مطالعات مربوط به آنها معمولا با دقت و توجه بیشتری صورت می‌گیرد. از نقطه نظر نامعینی و ناشناختگی موارد مهم به شرح زیر می‌باشند:
- نامشخص بودن هندسه و مقاطع
- اطلاعات مربوط به مصالح داخلی و ساختار واقعی
- تغییرات زیاد مشخصات مکانیکی مصالح و درواقع ناهمگنی زیاد بدلیل اجرای غیر تیپ.
- سالخوردگی زاید و نامشخص بودن اثرات آن پس از گذشت زمان زیاد
- نامشخص بودن شرایط و مراحل اجرایی
- نامشخص بودن آسیب‌های وارده به سازه و تاریخچه آنها
- عدم امکان استفاده مستقیم از آئین نامه‌ها و دستورالعمل‌های مربوط به سازه‌های موجود
- نیاز به تخصصهای ویژه و غیر تیپ برای کارهای طراحی و استحکام بخشی و مرمت

دو رویکرد عمده برای مطالعه، عیب یابی و علاج بخشی این سازه‌ها وجود دارد. یکی رویکرد تجربی و مطالعه اسناد تاریخی ساخت این نوع سازه‌ها، بررسی سازه‌های تخریب شده یا علاج بخشی شده، سوابق تحمل خسارات و استفاده از ادبیات فنی شناسایی این نوع سازه‌ها بوده و رویکرد دوم انجام آزمایشات ممکن برای شناسایی سازه و تخمین حداقل‌های لازم برای تکمیل محاسبات می‌باشد. این دو رویکرد معمولا بطور مکمل یکدیگر استفاده می‌شوند [۱].

۲ - مشخصات طرح
رودخانه کارون پس از عبور از کوههای زاگرس، پس از سد گتوند وارد دشت عقیلی شده، سپس از تنگه‌ای که بین کوههای فدلک و کوشکک است بطور کامل در جلگه خوزستان جاری می‌شود. این رودخانه پس از عبور از این تنگه با تخته سنگ بزرگی که شوشتر بر آن بنا شده برخورد می‌کند و توسط بند میزان به دوشاخه گرگر و شطیط تقسیم می‌شود. شاخه گرگر- یا دودانگه یا مسرقان- کانالی است که دست کند انسان است و تاریخ کندن آن مشخص نیست اما متون تاریخی نشان می‌دهد که این رودخانه ابتدا به رود دیگری در رامهرمز ملحق می‌شده و به خلیج فارس می‌ریخته و در دوران کوروش هخامنشی آن را در منطقه بندقیر توسط سدی به رودخانه کارون باز می‌گردانند.
شاخه شطیط یا چهاردانگه نیز که از سد معروف شاپوری عبور می‌کند در

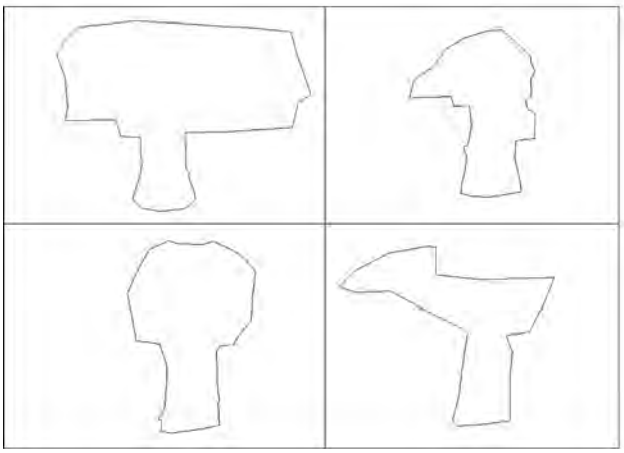
بالادست سد شادروان شاخه‌ای از آن جدا می‌شود که داریون - داریوش یا دارا- نام دارد. این سه شاخه رودخانه کارون شوشتر را همچون جزیره‌ای محصور نموده و در طول تاریخ دشتی وسیع به نام میاناب را آبیاری کرده‌اند. در نهایت هرسه شاخه- شطیط، گرگر و داریون- در منطقه بند قیر جنوب شهرستان شوشتر به یکدیگر ملحق می‌شوند و در همانجا رود دز نیز به کارون ملحق شده و کارون بزرگ را می‌سازند و به‌طرف اهواز حرکت می‌کند. شاخه گرگر در محل آسیابهاب شوشتر (شکل ۱) به بند گرگر می‌رسد که در آنها با سه تونل در ترازهای مختلف آب آسیابها و پائین دست و سرریز سیلابی را هدایت می‌نمایند. تونل بلیتی با طول حدود ۳۴۰ متر بالاترین تراز زا داشته و عمده وظیفه هیدرولیکی آن تخلیه سیلاب شاخه گرگر می‌باشد. مسیر این تونل در شکل ۲ نشان داده شده است.

تعیین مشخصات هندسی برای مدلسازی، تحلیل، طراحی و تعیین ابعاد طرح نهایی ضروری است. این کار عمدتا مبتنی بر برداشتهای نقشه‌برداری می‌باشد. همانطور که در شکلهای ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود مقاطع تونل بدلیل ریزشهای متعدد اشکال هندسی مختلفی پیدا کرده‌اند و این موضوع تحلیل پایداری و علاج بخشی را پیچیده‌تر نموده است.

انتخاب مصالح برای پوشش تونل متأثر از وضعیت محیطی داخلی و خارجی می‌باشد. قبل از ارائه هرگونه طرح علاج بخشی ساختار و مصالح سازه مورد نظر باید مشخص گردد. اینکار به منظور انتخاب صحیح مصالح علاج بخشی که از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی با مصالح موجود سازکار باشند صورت می‌پذیرد. از طرف دیگر برای تحلیل و طراحی خصوصیات مکانیکی محیط نیز باید به نحو مناسب تعیین گردند. اطلاعات اولیه مورد

شکل ۱: نمایی از خروجی تونلهای شوشتر و ورودی تونل بلیتی

شکل ۲. مسیر تونل بلیتی از داخل شهر



شکل ۳. تفاوت فاحش هندسی مقاطع ریزشی تونل

شکل ۴: وضعیت فعلی مقاطع عادی و ریزشی تونل

نیاز برای این طرح عبارتند از:

• خواص شیمیایی مصالح سنگی و خاکی موجود خصوصا ترکیبات قلیایی و اسیدی به منظور انتخاب مصالح سازگار علاج بخشی از نظر شیمیایی

• خواص شیمیایی آب زیرزمینی و آب گذرنده از تونل به منظور تعیین پتانسیل خوردگی و واکنشهای قلیایی

• نفوذ پذیری برای بررسی‌های هیدروژئولوژی و همچنین خصوصیات عملیات تزریق تحکیمی و تماسی احتمالی

• مشخصات مکانیکی از جمله رفتار تنش کرنش، مقاومت کششی و فشاری و برشی نسبی توده، مدول ارتجاعی استاتیکی و دینامیکی معادل، وزن مخصوص و ضریب پواسون معادل

۳ – ارزیابی ایمنی

تحلیل ایمنی مبتنی بر دو رویکرد کلی می‌باشد که عبارتند از بررسی نتایج بازدید و بازرسی مشاهده ای و سابقه رفتار تونل و رویکرد محاسباتی. نتایج بازرسیها نشان می‌دهد که تونل بطور موضعی در وضعیت ناپایداری قرار دارد بنابراین طرح پایدار سازی بصورت دو مرحله ای پیش بینی می‌گردد. در مرحله اول طرح علاج بخشی می‌باید پایداری موقت را با حداقل هزینه و زمان ممکن برآورده سازد و در مرحله دوم امکان تکمیل طرح برای بارهای دائمی و فوق العاده بطور منطقی موجود باشد. این پوشش در مرحله اول بطور موضعی و در نقاط با حداکثر خطر ریزش تعبیه می‌شود.

تحلیل محاسباتی ایمنی تونل در سه بخش انجام می‌پذیرد:

• تحلیل پایداری ژئوتکنیکی در وضعیت موجود

• تحلیل و طراحی پایداری سازه علاج بخشی شده با لحاظ اثرات اندرکنشی

• کنترل عملکرد هیدرولیکی

روش عمومی طراحی پوشش تونل شامل موارد زیر می‌باشد:

• تعیین مشخصات هندسی طرح

• تعیین پارامترهای ژئوتکنیکی

• انتخاب مقاطع بحرانی

• بررسی روش ساخت

• تعیین مشخصات مکانیکی مصالح پوشش

• محاسبه بارها و تعیین حالات بارگذاری و ضرایب بار

• مدلسازی و اعمال شرایط مرزی

• تحلیل و محاسبه نتایج

• طراحی

در آغاز طراحی پوشش تونل نیازهای اساسی که برای عملکرد مناسب آن مورد نیاز است باید تعریف گردد. این ملزومات می‌تواند انواع و اقسام متفاوتی داشته باشد که هر یک نیز متأثر از عوامل خاصی هستند. پوشش اساسی‌ترین قسمت پروژه‌های زیرزمینی می‌باشد که معمولاً بعنوان نیاز اولیه جهت قابل استفاده کردن فضای زیرزمینی تعبیه می‌شود. در واقع بی‌عیب و نقص بودن ساخت پوشش تونل است که نهایتاً منجر به قابلیت سرویس‌دهی مناسب می‌شود [۲،۳]. ملزومات اساسی پوشش تونل به

صورت ذیل خلاصه می‌گردد:

• عملکردی: معمولاً بوسیله بهره‌بردار تعین شده و بستگی به هدف احداث تونل و نحوه بهره‌برداری از آن دارد.

• اثرات محیطی: شامل تأثیرات محیط اطراف بر تونل از قبیل تراوش، اثرات شیمیایی و درجه حرارت. در مقابل تونل هم بر روی محیط پیرامون خود اثراتی از قبیل ایجاد صدا، ارتعاش، تغییر در وضعیت موجود آبهای زیرزمینی، نشست و غیره خواهد داشت.

• سرویس‌دهی: شامل عمر طراحی پیش‌بینی شده و دیدگاه مالک یا بهره‌بردار در مورد هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه و در مقابل تعمیرات طولانی مدت و مسائل نگهداری کوتاه مدت از قبیل مقاومت در برابر آتش سوزی.

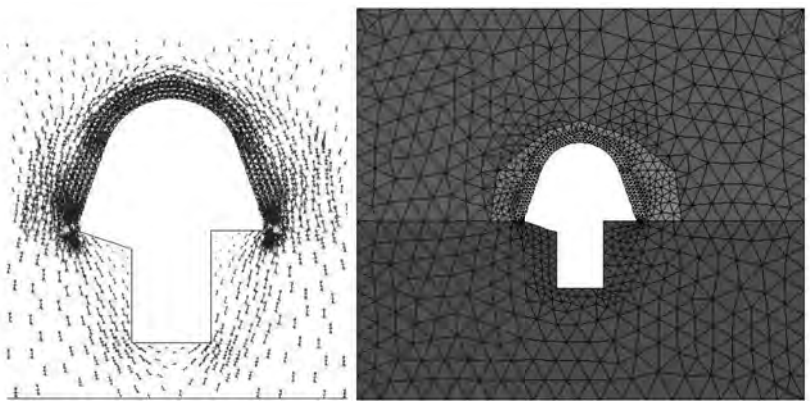
دومدل تحلیلی برای بررسی رفتار پوشش و طراحی جزئیات آن مورد استفاده قرار گرفته است:

• مدل اندرکنشی با در نظر گرفتن رفتار پلاستیک و غیر خطی خاک برای بررسی اثرات متقابل پوشش و زمین و کنترل نیروهای وارد بر پایه و مقادیر تغییر شکل و نشست سطحی

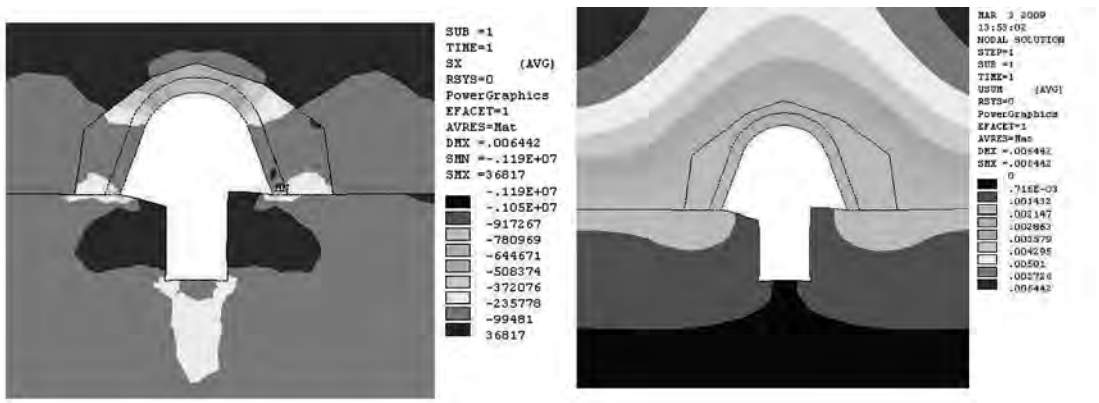
• مدل طراحی با اعمال بارها برای طراحی مقطع و تعیین میلگردهای مورد نیاز و کنترل ظرفیت باربری نهایی آن

بارگذاری سطحی شامل بحرانی ترین بار از میان بار گسترده ناشی از احداث ساختمان دوطبقه و بار ترافیک انتخاب و اعمال گردیده است. مقطع انتخابی برای مدل اندرکنشی بر اساس مشخصات هندسی بزرگترین مقطع که بیشترین ناحیه پلاستیک را در خاک ایجاد می‌نماید و با شرایط تقریبا واقعی در نظر گرفته شده است. محدوده مدل و شرایط مرزی نیمه بینهایت آن طوری در نظر گرفته شده است که تنشها و کرنشهای اضافی ایجاد شده در مرزها قابل صرفنظر باشند. در شکل جریان انرژی و تغییر شکل ۵ در مدل اندرکنشی نشان داده شده است. مدل اندرکنشی پوشش با استفاده از نرم افزار تحلیلی ANSYS تهیه شده است [۴].

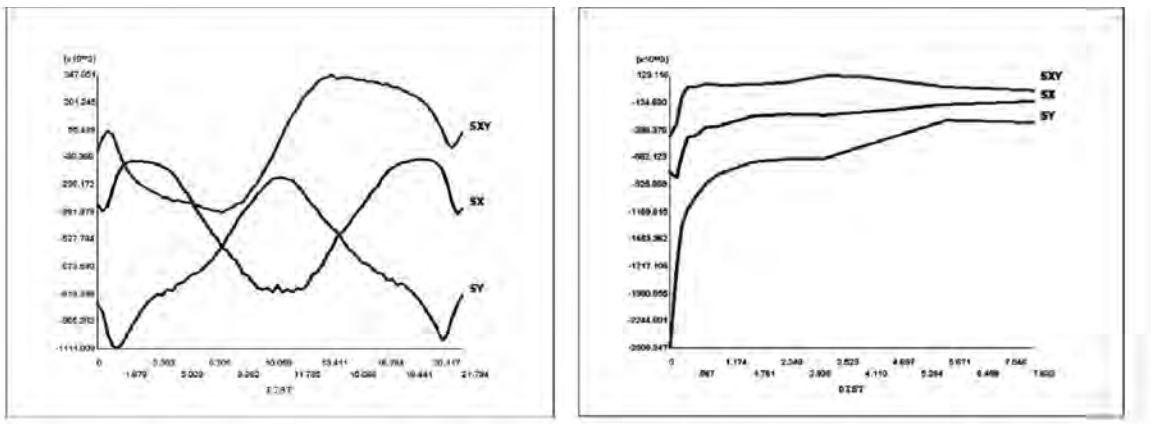
در شکل ۶ توزیع تغییر شکل پلاستیک و تنش اصلی پلاستیک Sx در مدل اندرکنشی نمایش داده شده است. توزیع مولفه‌های تنش تماسی در طول پوشش تونل حد فاصل بتن پوشش با بتن پرکننده یا



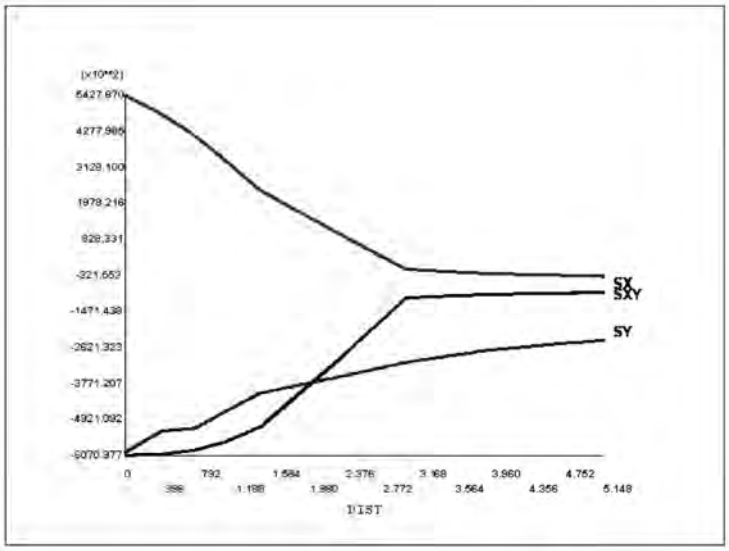
شکل ۵: مدل اندرکنشی تحلیل پوشش تونل و جریان انرژی و بردارهای اصلی تنش و مسیر انتقال بار در مدل اندرکنشی



شکل ۶: توزیع تغییر شکل پلاستیک و تنش اصلی پلاستیک Sx در مدل اندرکنشی



شکل ۷. توزیع مولفه‌های تنش تماسی در طول پوشش تونل حد فاصل بتن پوشش با بتن پرکننده یا خاک و توزیع تنشهای تماسی وارد بر لایه ماسه سنگ از لبه داخلی پوشش تونل تا انتهای لایه پلاستیک ریزشی



شکل ۸. توزیع تنشهای پوشش و بتن پرکننده و لایه رس سنگ از لبه داخلی پوشش تونل تا عمق ۵ متری ناحیه پلاستیک انتهای قوس سقف

خاک و توزیع تنشهای تماسی وارد بر لایه ماسه سنگ از لبه داخلی پوشش تونل تا انتهای لایه پلاستیک ریزشی نیز در شکل شماره ۷ دیده می‌شود. همچنین در شکل شماره ۸ توزیع تنشهای پوشش و بتن پرکننده و لایه رس سنگ از لبه داخلی پوشش تونل تا عمق ۵ متری ناحیه پلاستیک انتهای قوس سقف ارائه گردیده است.

۴ – طرح علاج بخشی

خصوصیات پیش بینی شده پوشش عبارتند از:

• مقطع پوشش براساس برداشتهای واقعی برای هر قسمت ریزشی بطور جداگانه طراحی و تعبیه می‌شود.

• سیستم پوشش منقطع و موضعی یا پیوسته بسته به شرایط سنگ با تشخیص طراح بکار می‌رود.

• پانلها با توجه به مقاومت مورد نیاز در مقاطع مختلف خصوصا مقاطع ریزشی ممکن است بصورت دو یا چند لایه بکار روند. استفاده از پانلهای سه بعدی پیش ساخته ضد خوردگی با تقویت موضعی با میلگرد، باعث افزایش سرعت و کیفیت اجرا و مقاومت برشی و کششی پوشش و قابلیت جذب انرژی آن می‌شود. این پانلها از میلگردهای نورد سرد با مقاومت مشخصه جاری شدن حداقل ۵۰۰ مگاپاسکال بافته می‌شوند که در دو قطر ۳ و ۴ میلیمتر با شبکه ۱۰ در ۱۰ سانتیمتر و میلگردهای مایل عرضی با زاویه ۴۵ درجه می‌باشند. ضخامت محور به محور پانلها نیز در دو اندازه ۱۰ و ۱۵ سانتیمتر قابل تهیه است. در صورت نیاز به

استفاده از این پانلها بصورت قالب می‌توان فوم میانی با ضخامت دلخواه نیز در داخل آن تعبیه نمود که پس از بتن پاشی سمت داخل بعنوان یک قالب با ظرفیت باربری بسیار بالا قابل استفاده می‌باشد. این پانلها بطور کامل ضد خوردگی بوده و بعلت سه بعدی بودن ظرفیت زیادی در کنترل ترک و جذب انرژی دارند (شکل ۹).

- میل مهارها بسته به تشخیص طراح در محل برای پایدار سازی سنگها به تنهایی یا پایدار سازی پوشش یا هر دو بطور همزمان بکار می‌روند.
- میلگرد سازه ای آجدار در محل اتصال قطعات برای تقویت خمشی یا برشی بنا به شرایط اضافه می‌شود.
- در صورت استفاده از سیستم پوشش موضعی ملاحظات هیدرولیکی لازم در زمان تخلیه آب از داخل تونل و نیروهای ناشی از آن که به سیستم تعبیه شده وارد می‌گردد بررسی می‌شود.
- برای پایدار سازی موقت در صورت نیاز و احتمال ریزش فوری می‌توان از سقف دو یا چند لایه استفاده نمود.
- با توجه به ارزشهای تاریخی تونل خصوصا در قسمتهای در معرض دید پایدار سازی دهانه‌های ورودی و خروجی در صورت لزوم با بررسی‌های بیشتر در محل در حین اجرا امکان پذیر است.

مراحل اجرایی طرح بصورت زیر هستند:

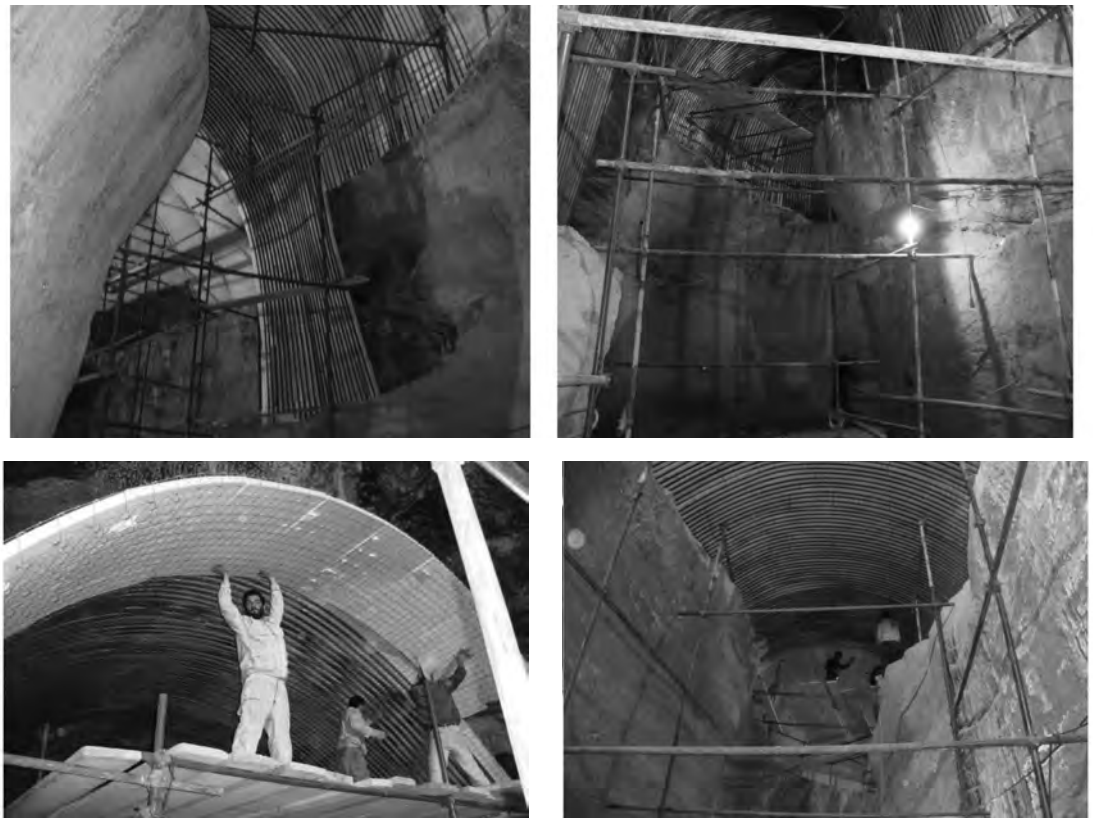
- پاکسازی اولیه مقاطع تعیین شده
- ایمن سازی اولیه و نصب داربست یا پلکان دسترسی موقت
- پایدارسازی اولیه در صورت لزوم
- پاکسازی تکیه گاه
- حفاری اولیه نشیمنگاه در صورت لزوم
- آماده سازی و اجرای نشیمنگاه پانل و تقویت آن در صورت نیاز
- حمل و نصب پانل و مهار موقت آن برای بتن پاشی
- نصب میلگردهای تقویتی روی وجه داخلی پانل
- بتن پاشی روی سطح داخلی پانل
- حمل و چیدن بسته‌های پوکه دانه بندی شده در حد فاصل پانل تا دیواره تونل
- نصب مش سبک در دو وجه جانبی قسمت پر شده یا یک وجه در صورت اجرای پیوسته
- بتن پاشی روی یک یا دو سطح فوق
- تزریق دوغاب در داخل پوکه‌های محبوس شده در داخل سطوح بتن پاشی شده

جهت تسریع در عملیات اجرایی برای بتن‌ریزی روش مصالح پیش ریخته در نظر گرفته شده است [۵]. در این روش ابتدا مصالح دانه ای تشکیل دهنده بتن در فضای مورد نظر برای بتن ریزی متراکم شده و سپس دوغاب بسته به طرح اختلاط و دانه بندی با یا بدون ریزدانه پر کننده داخل آن تزریق می‌شود.

در تهیه بتن حجیم با مصالح پیش ریخته استفاده از پوزولان نیز توصیه می‌شود بشرطی که مقاومت و مشخصات مکانیکی مورد نیاز طراحی تامین گردد. بتن با مصالح پیش ریخته نیاز به تراکم پس از تزریق یا ویبره کردن ندارد و این کار در حین ریختن مصالح خشک انجام می‌شود. در این حالت احتمال جدایی دانه‌ها از بین رفته و همگنی بیشتری نسبت به بتن معمولی حاصل می‌شود [۶].

فضاهای خالی و محبوس در صورت رعایت مشخصات فنی و روش اجرای صحیح تزریق در این بتن می‌تواند نسبت به بتن معمولی کمتر هم باشد. می‌توان با افزایش مقاومت سبکدانه و مقاومت و حجم ملات مقاومت بتن سبک را افزایش داد. تصاویری از مراحل اجرای سیستم پوشش در مقاطع ریزشی تونل در شکل ۱۰ ارائه گردیده است.

شکل ۹. پانلهای سه بعدی ویژه



شکل ۱۰. نحوه اجرای سیستم پوشش در مقاطع ریزشی تونل

۵ – جمع‌بندی و پیشنهادات

روش پیشنهاد شده یعنی استفاده از پانلهای ویژه پیش ساخته برای علاج بخشی تونلهای ریزشی تاریخی که برای اولین بار در ایران استفاده شده است مزایای بسیاری دارد که در این مقاله به بررسی آنها در شرایط طراحی و اجرا اشاره گردید. سیستم بکار رفته مزایای رفتاری و اجرایی دیگری هم دارد که در بحث طراحی و تعمیر تونلها قابل طرح و استفاده است. از جمله موارد مهم در این زمینه کاهش حجم عملیات اجرایی و افزایش سرعت اجرا و سهولت بسیار زیاد اجرایی و نیز افزایش دوام و عمر مفید سازه می‌باشد. از طرف دیگر قابلیت جذب انرژی و انطعاف پذیری بالای سیستم در عین مقاومت و سختی مناسب کارایی آن را در برابر بارهای فوق العاده و غیر مترقبه افزایش می‌دهد. از لحاظ تاریخی و حفظ بیشتر هویت این سیستم در شرایط غیر اضطراری و غیر ریزشی قابلیت نصب موقت و جمع‌آوری را نیز دارد و از این لحاظ نیز بسیار انعطاف‌پذیر و مناسب می‌باشد.

۶ – تشکر و قدردانی

از حمایتهای مالی و فنی سازمان آب و برق خوزستان، موسسه گنجینه ملی آب ایران، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور، مهندسین مشاور کاوش پی مشهد و شرکت ساختمانی بتون پاش در به ثمر رسیدن این طرح ارزشمند ملی تشکر و قدردانی می‌شود.

۷ – منابع

1. U.S. Federal Transit Administration، Highway and Rail Transit Tunnel Maintenance and Rehabilitation Manual, U.S. Department of Transportation, U.S. Federal Highway Administration, 2004.
2. British Tunneling Society (BTS) and Institution of Civil Engineers (ICE), 2004, Tunnel Lining Design Guide, Thomas Telford, London, UK.
3. Tunnels and shafts in rock, EM 1110-2-2901, US Army corps of engineers Washington, dc 20314-1000, 1997.
4. Ansys General Purpose F.E. Program, Revision 5.6, 1999, Ansys Inc, Houston, PA, USA.
5. ACI304.1 R-92, Guide for the Use of Preplaced Aggregate Concrete for Structural and Mass Concrete Applications, 1997.
6. Garshol K., 2001, Modern Grouting Techniques, Publication No 12, Norwegian Tunneling Society, Oslo.

اصلاح روش اجرای تزریق پر کننده پشت سگمنت در قطعه دوم تونل انتقال آب کرج–تهران

شکرا... زارع[1]، روح اله جاودان[2]

۱ - استادیار دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، zare@ntnu.no

۲ - کارشناس ارشد مهندسی معدن، موسسه مهندسین مشاور ساحل، javdan61@yahoo.com

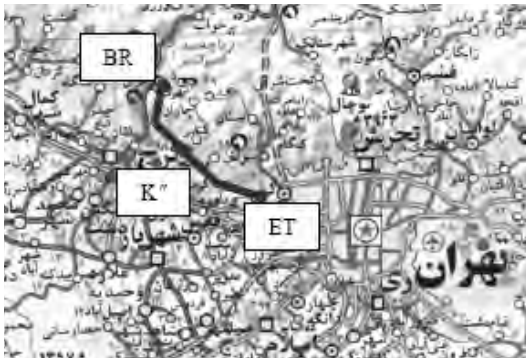
چکیده

در حفاری تونل‌ها به روش مکانیزه با دستگاه TBM نوع سپر تلسکوپی، پس از پیشروی دستگاه و نصب پوشش سگمنتی تونل، به منظور توزیع یکنواخت بار وارده از توده سنگ دربرگیرنده تونل بر روی پوشش بتنی، لازم است که فضای خالی بین سگمنت‌ها و مقطع حفاری شده توده‌سنگ، کاملاً پر گردد. این عملیات به تزریق پر کننده یا Backfill grouting معروف است. عدم پرشدگی کامل فضای پشت سگمنت‌ها مشکلات زیادی را به دنبال خواهد داشت. از جمله این مشکلات، تشکیل ترک‌های کششی در سگمنت‌ها در اثر توزیع غیریکنواخت تنش‌های وارده بوده که در پروژه‌های مختلف این پدیده به وضوح مشاهده شده است. بررسی مشکلات موجود در اجرای عملیات تزریق پر کننده پشت سگمنت در قطعه اول تونل انتقال آب کرج و عدم پرشدگی کامل فضای پشت سگمنت‌ها بخصوص در نواحی سقف و کف تونل نشان داد که باید تغییر اساسی در سیستم تزریق پر کننده در این پروژه ایجاد شود تا بتوان بر این مشکلات فائق آمد. بررسی روش‌های مختلف تزریق پر کننده پشت سگمنت، بررسی مشکلات موجود و ارائه راهکارهای مناسب از مباحث این مقاله می‌باشد.

کلمات کلیدی : حفاری مکانیزه، TBM نوع سپر تلسکوپی، پوشش سگمنتی، تزریق پر کننده.

۱ – مقدمه

سامانه انتقال آب غرب تهران به منظور انتقال و تامین آب شرب تهران از سد امیرکبیر طراحی و در حال اجرا می‌باشد. این پروژه شامل احداث تونلی بلند با طول تقریبی ۳۰ کیلومتر بوده که در دو قطعه مجزا به روش مکانیزه حفاری می‌گردد. قطعه دوم این تونل در ادامه قطعه اول با استفاده از دستگاه TBM سپرتلسکوپی نوع Hard Rock با نام S۳۲۳ طراحی و ساخت شرکت هرنکنشت کشور آلمان، با قطر حفاری ۴/۶۶ متر از نقطه K" تا نقطه BR در محدوده بند تنظیمی سد کرج با طول تقریبی ۱۳/۵ کیلومتر در حال حفاری می‌باشد. درشکل ۱ موقعییت تونل انتقال آب کرج – تهران نشان داده شده است.



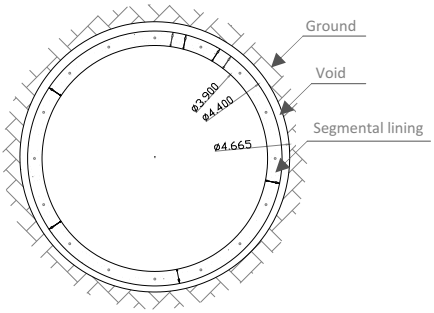
شکل ۱. موقعیت تونل انتقال آب کرج – تهران

همزمان با حفاری تونل، عملیات اجرای پوشش نهایی تونل که شامل نصب قطعات پیش ساخته بتن آرمه به نام سگمنت و پرکردن فضای خالی بین این سگمنت‌ها و توده سنگ دربرگیرنده است، در حال اجرا می‌باشد. از مشکلات موجود در این پروژه چسبیدن سگمنت کف به زمین و عدم پرشدگی کامل فضای خالی بین سگمنت‌ها و مقطع حفاری شده تونل می‌باشد که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای اجرایی مناسب ارائه شده است.

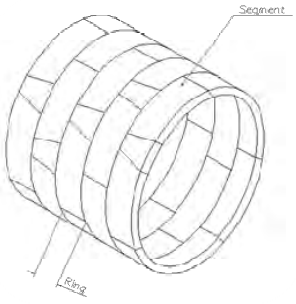
۲ – مشخصات پوشش سگمنتی تونل

استفاده از اولین قطعه بتنی پیش ساخته به عنوان پوشش تونل به سال ۱۹۰۳ میلادی مربوط می‌شود که در گلاسکو (Glasgow) اسکاتلند توسط یک پیمانکار انگلیسی ساخته شد [۱]. سگمنت‌ها در اشکال مختلف مانند هگزاگونال (شش وجهی یا لانه زنبوری) و یا تتراگونال (چهاروجهی) طراحی و ساخته می‌شوند.

سگمت مورد استفاده در تونل انتقال آب کرج از نوع تتراگونال بوده که تعداد سگمنت‌های هر رینگ با توجه به طراحی انجام شده ۱+۵ می‌باشد (۵ سگمنت و یک کلید). عرض سگمنت‌ها ۱/۳ متر، طول بزرگترین قطعه ۲/۶۰ متر، ضخامت سگمنت‌ها ۰/۲۵ متر و قطر خارجی رینگ سگمنتی ۴/۴ متر می‌باشد. نحوه قرارگیری سگمنت‌ها در هر رینگ بصورت گردشی بوده که متاثر از پلان، پروفیل مسیر و انحرافات حفاری می‌باشد. شکل ۲ مقطع عرضی بخش مکانیزه تونل و شکل ۳ نمایی از پوشش سگمنتی تونل را نشان می‌دهد [۲].



شکل ۲. مقطع عرضی بخش مکانیزه تونل



شکل ۳. نمایی از پوشش سگمنتی تونل

آببندی تونل از طریق نصب نوار آببند (gasket) پیرامون سگمنت‌ها تامین می‌شود و اتصال میان قطعات سگمنت از طریق بولت ارتباطی که باعث به هم فشرده شدن قطعات سگمنت می‌شود، برقرار می‌گردد. رینگ سگمنتی داخل شیلد انتهایی نصب و با پیشروی دستگاه از شیلد خارج می‌شود که در این زمان برای جلوگیری از نشست آن در اثر وارد شدن وزن گنتری‌های سیستم پشتیبان، لازم است فضای خالی زیر سگمت کف و پشت سگمنت‌های دیواره و سقف به طور کامل پر گردد.

۳ – اهمیت و اهداف تزریق پرکننده پشت سگمنت

مهمترین اهداف تزریق پرکننده عبارتند از:

- ایجاد بستری یکنواخت حول پوشش تونل برای انتقال یکنواخت بارسنگ از طرف زمین به پوشش و جلوگیری از اعمال فشارهای نقطه‌ای بر روی پوشش سگمنت
- تحکیم و تثبت رینگ پوشش بتنی جهت جلوگیری از خروج آنها از امتداد واقعی خود در هنگام اعمال تراست و پیشروی TBM وهمچنین یکپارچه کردن پوشش سگمنتی (که از قطعات مجزا ساخته شده) جهت

افزایش قابلیت باربری پوشش بتنی در برابر بارهای وارده در زمان اجرا و بهره برداری

- جلوگیری از نشست زمین بخصوص در مناطق با روباره کم و سنگ ضعیف
- کمک به آب‌بندی تونل (البته کار اصلی آببندی تونل را گسکت‌های نصب شده پیرامون سگمنت‌ها انجام می‌دهند) و در نتیجه کاهش هزینه‌های آب‌کشی و هزینه‌های تمیزکاری داخل تونل (به دلیل کاهش حجم آب ورودی به تونل)
- ایجاد لایه محافظ جهت جلوگیری از فرسایش پوشش نهایی در اثر جریان آب پشت پوشش سگمنتی

برای رسیدن به این نتایج، تزریق باید تا حد امکان بلافاصله پس از نصب پوشش بتنی و به طور کامل اجرا گردد [۳] و [۴].

۴ – روش‌های تزریق پشت پوشش سگمنتی تونل

روش‌های مختلفی جهت پرکردن فضای خالی پشت سگمنت‌ها در حفاری تونل‌ها بوسیله TBM وجود دارد. به طور کلی تزریق پشت پوشش سگمنتی تونل به دو روش تزریق طولی از انتهای سپر همزمان با پیشروی دستگاه و تزریق بصورت شعاعی از داخل سگمنت تقسیم بندی می‌شود. روش اول که تزریق طولی از انتهای سپر می‌باشد، بیشتر در مورد حفاری زمینهای سست و توده سنگ‌های ریزشی و یا محیط‌های شهری که مسئله نشست زمین از اهمیت بالایی برخوردار است، کاربرد پیدا می‌کند که بلافاصله پس از خارج شدن رینگ سگمنتی از داخل شیلد انتهایی دستگاه، قبل از ریزش مصالح داخل فضای خالی پشت سگمنت و پرشدن آن و یا نشست زمین، این فضا بایستی پر گردد. بدین منظور، لوله‌های داخل شیلد انتهایی (Tail Shield) و سایر تجهیزات لازم در دستگاه تعبیه می‌شود. اما در مورد اکثر تونل‌های سنگی و حفاری در زمین‌های سخت‌تر، روش دوم بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد که مصالح از طریق سوراخ‌های تعبیه شده در سگمنت تزریق می‌گردد.

در یک تقسیم بندی دیگر، روش‌های تزریق پرکننده پشت سگمنت را می‌توان بر حسب نوع و ترکیب مصالح مورد استفاده، تقسیم بندی نمود. جهت انجام عملیات تزریق پرکننده پشت سگمنت، ترکیب‌های مختلفی از مصالح می‌توان بکار برد که نسبت و نوع این مصالح بسته به اهداف و کاربرد تزریق، در دسترس بودن مصالح و اقتصادی بودن عملیات دارد. تزریق جداگانه شن نخودی و دوغاب و یا تزریق ملات دو روش متداول در پر کردن فضای پشت سگمنت‌ها می‌باشند[۵].

در پروژه تونل انتقال کرج از روش تزریق مصالح شن نخودی و دوغاب بصورت شعاعی از سوراخ‌های تعبیه شده در سگمنت، جهت پرکردن فضای خالی پشت سگمنت‌ها استفاده می‌شود. همانگونه که گفته شد، این عملیات با مشکلاتی همراه است که در ادامه به بررسی آنها پرداخته شده است.

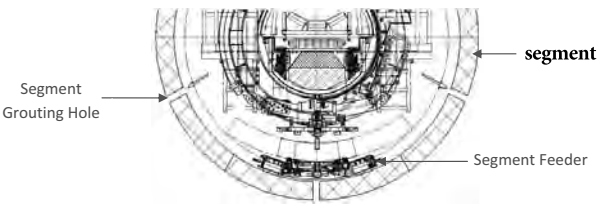
شکل ۴. پرکردن پشت سگمنت‌ها از طریق سوراخ‌های تعبیه شده در سگمنت در تونل انتقال آب کرج

۵ – بررسی مشکلات موجود در اجرای تزریق پرکننده تونل انتقال آب کرج

در این پروژه برای پرکردن فضای پشت سگمنت‌ها از تزریق جداگانه شن نخودی و دوغاب استفاده می‌شود. بدین صورت که در مرحله اول شن‌نخودی فضای پشت سگمنت را پر کرده و در مرحله دوم با تزریق دوغاب، خلل و فرج داخل مصالح شن‌نخودی پر خواهد شد. تجربیات بدست آمده در اجرای قطعه اول تونل، نشان داد عملیات تزریق و پرکردن کامل فضای پشت سگمنت‌ها بخصوص زیر سگمنت کف و در سقف با مشکلاتی مواجه است. برخی از این مشکلات مختصراً عبارتند از:

الف– مانع بودن سگمنت فیدر جهت تزریق زیر سگمنت کف

بدلیل نوع طراحی دستگاه، پس از نصب و خارج شدن رینگ سگمنتی از شیلد انتهایی، با پیشروی ماشین، صفحه تحویل‌دهنده سگمنت به ارکتور (سگمنت فیدر) روی منفذ تعبیه شده داخل سگمنت کف جهت تزریق را پوشانده و عملاً دسترسی به آن غیر ممکن می‌گردد. در این حالت باید از سوراخ‌های سگمنت‌های مجاور جهت تزریق زیر سگمنت کف استفاده نمود، در این صورت نیز با توجه به نحوه حرکت دانه‌های سنگی جهت رسیدن به کف تونل و گرفته شدن انرژی جنبشی آنها در اثر برخورد با دیواره‌ها و اصطکاک داخلی مصالح شن نخودی، پرشدگی کامل زیر سگمنت کف میسر نخواهد شد.



شکل۵. قرارگیری سگمنت فیدر روی سگمنت کف و ایجاد مانع جهت تزریق سگمنت کف

ب- نشست سگمنت کف

پس از پیشروی دستگاه و رسیدن گنتری یک به این محل، در اثر وارد شدن وزن این گنتری، بدلیل پایه‌دار نبودن سگمنت کف، در صورت پرنشدن زیر سگمنت کف، نشست این سگمنت و در نتیجه کل رینگ اتفاق خواهد افتاد و سگمنت کف به زمین خواهد چسبید. در این حالت دیگر زیر سگمنت کف امکان تزریق وجود نخواهد داشت.

ج- ناکارآمدی سیستم آببندی پوشش و نشت دوغاب

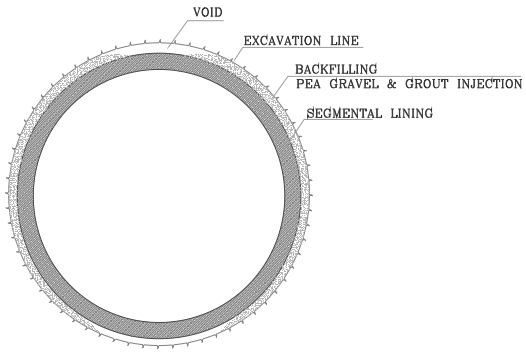
مهمترین مسئله‌ای که در اثر پرنشدن زیر سگمنت کف بلافاصله پس از خارج شدن از رینگ اتفاق می‌افتد، افتادگی سگمنت و ایجاد پله‌گی بین دو رینگ مجاور است که باعث ناکارآمد شدن گسکت و به هم خوردن سیستم آببندی سگمنت‌ها (در اثر تغییر موقعیت گسکت‌ها نسبت به هم) می‌شود که علاوه بر ورود حجم بالای آب به داخل تونل و مشکلات اجرایی حاصل از آن، باعث می‌شود دوغاب تزریق شده پشت سگمنت به داخل تونل نشت کرده و پرت بالایی داشته باشد.

د- عدم تامین شرایط طراحی اولیه

از دیگر مشکلات موجود، تامین نشدن فاصله طراحی شده برای سگمنت کف از سطح حفاری شده زمین می‌باشد. طبق طراحی اولیه با توجه به اینکه مرکز رینگ سگمنتی ۳ سانتیمتر از مرکز حفاری پایین‌تر بوده و با توجه به ضخامت ۲۵ cm سگمنت، فاصله سطح خارجی رینگ سگمنتی در سقف ۱۶ سانتیمتر و در کف ۱۰ سانتیمتر از سطح حفاری شده خواهد بود. با توجه به اینکه ضخامت شیلد انتهایی ۳ سانتیمتر و فاصله سطح خارجی شیلد از سطح حفاری ۴ سانتیمتر است، در صورت قرارگیری مستقیم سگمنت کف روی شیلد فاصله آن تا زمین برابر ۷ cm خواهد شد که نسبت به فاصله ۱۰ cm طراحی شده ۳ cm اختلاف خواهیم داشت. این فاصله باید در شیلد انتهایی قبل از خارج شدن رینگ از شیلد تامین گردد.

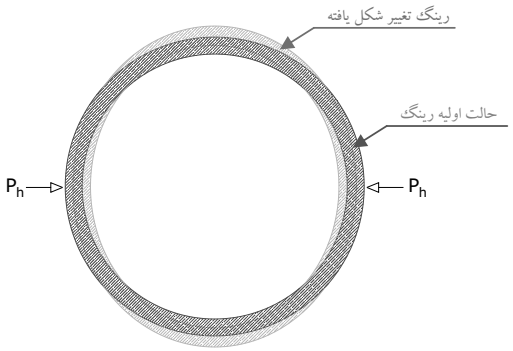
ه- صعوبت اجرای عملیات تزریق بصورت شعاعی و خالی ماندن فضای پشت سگمنت سقف

تجربه نشان داده است که در حین اجرا، صعوبت تزریق شن نخودی در سگمنت سقف، نشست و متراکم شدن آن در اثر لرزش‌های ناشی از عبور قطار حمل مصالح و همچنین نشت دوغاب سیمان سبب می‌شود که پشت سگمنت سقف با روش‌های فعلی (از طریق تزریق شعاعی از سوراخ‌های سگمنت) کاملاً پرنشده و در تاج تونل فضای خالی بین سگمنت و توده‌سنگ باقی بماند. شکل ۶ مقطع شماتیک از شن نخودی تزریق شده پشت پوشش سگمنتی را نشان می‌دهد.



شکل ۶. پرنشدن فضای پشت سگمنت‌های سقف و کف توسط شن نخودی

مشکلات بوجود آمده در اثر پرشدگی ناقص فضای پشت پوشش سگمنتی تونل بسیار زیاد می‌باشد. یکی از این مشکلات انتقال غیریکنواخت بار به پوشش تونل می‌باشد که در اثر همگرایی سنگ دربرگیرنده به علت پر بودن فضای پشت دیواره‌ها و خالی بودن سقف (و کف)، تنها تنش‌های افقی زمین به سگمنت منتقل می‌شود. این امر ممکن است باعث شود رینگ سگمنتی از حالت دایره‌ای خود خارج شده و به سمت بیضی شدن برود. نیروی وارده به رینگ سگمنت و تغییر شکل آن منجر به تشکیل تنش‌های کششی و در نتیجه ترک‌های کششی در سگمنت‌ها می‌شود که این امر در پروژه‌های اجرا شده به وضوح دیده شده است. شکل ۷ بصورت اغراق‌آمیز این پدیده را نشان می‌دهد.

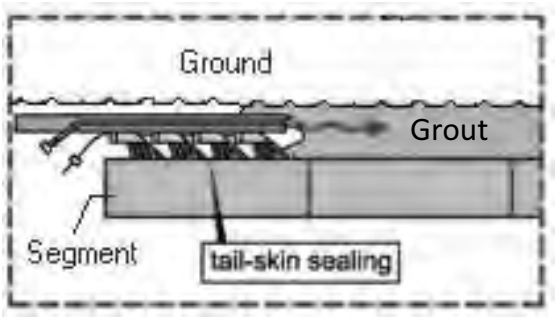


شکل ۷. تغییر شکل رینگ سگمنتی در اثر پرشدگی ناقص فضای پشت آن

۶ – آماده سازی دستگاه TBM جهت رفع مشکلات موجود

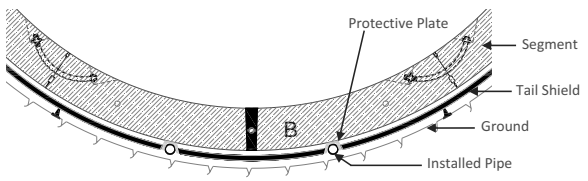
با توجه به مطالب ارائه شده در بخش‌های قبلی و بدلیل وجود مشکلاتی جهت پرکردن فضای خالی پشت سگمنت‌های کف و سقف بوسیله تزریق شعاعی از سوراخ‌های تعبیه شده در سگمنت، لازم است در روش تزریق پشت سگمنت پروژه تونل انتقال آب کرج تغییراتی ایجاد شود. بدین منظور لازم است با ایجاد تغییراتی در دستگاه TBM تونل انتقال آب کرج، امکان تزریق طولی فراهم گردد. همانگونه که گفته شد تزریق طولی از انتهای سپر یکی از روش‌های تزریق پشت سگمنت می‌باشد که بیشتر در زمین‌های

سست و ریزشی و یا مناطق شهری کاربرد دارد. در ماشین‌های نوع متعادل کننده فشار زمین (EPB) نیز عملیات تزریق پرکننده پشت سگمنت بوسیله تزریق طولی از انتهای سپر صورت می‌گیرد. بدین صورت که داخل جداره شیلد انتهایی لوله‌هایی تعبیه شده و از طریق آنها مصالح بصورت طولی همزمان با پیشروی دستگاه تزریق می‌شود. این روش در شکل۸ دیده می‌شود.



شکل ۸ . تزریق از داخل لوله‌های تعبیه شده داخل شیلد [۵]

در دستگاه TBM تونل انتقال آب کرج، می‌توان جهت رفع مشکلات مطرح شده و پرکردن کامل فضای پشت سگمنت کف و سقف تونل، شرایط تزریق طولی را از انتهای شیلد فراهم ساخت. جهت اجرای این روش لازم است لوله‌هایی در شیلد انتهایی تعبیه گردد. این لوله‌ها باید بگونه‌ای جانمایی گردند که مشکلی در زمان نصب سگمنت از لحاظ قرارگیری سگمنت‌ها در مکان خود و یا حرکت جک‌های دستگاه بوجود نیاید. جهت تعبیه لوله‌ها داخل شیلد لازم است برش‌هایی در شیلد انتهایی انجام داد که پس از نصب لوله‌ها لازم است نسبت به ترمیم شیلد و تامین استحکام لازم برای آن از طریق جوش دادن صفحات محافظی اقدام نمود.



شکل ۹. لوله‌های قرار گرفته داخل شیلد به همراه حفاظ آن در قسمت کف شیلد بصورت شماتیک

برای قسمت بالای شیلد هم به همین صورت می‌توان عمل نمود و با نصب لوله در تاج شیلد امکان پرشدگی کامل سقف را فراهم نمود. بسته به نوع ماده تزریقی انتخاب شده از طریق این لوله‌ها، قطر لوله‌ها تغییر می‌کند. قطر این لوله‌ها باید بگونه‌ای باشد که انتقال مواد از داخل آن براحتی صورت گیرد.

از طریق این لوله‌ها پر کردن کامل فضای پشت سگمنت‌ها بوسیله ملات یا شن نخودی میسر خواهد بود. شکل ۱۰ مراحل ایجاد برش در شیلد و شکل ۱۱ نمایی از لوله‌های نصب شده جهت تزریق طولی را نشان می‌دهد. با نصب حفاظ روی لوله تزریق علاوه بر محافظت از لوله، قسمت بریده شده شیلد نیز جهت تامین مقاومت و پایداری شیلد ترمیم گشته و همچنین اختلاف ۳ سانتیمتری فاصله سطح خارجی سگمنت و سطح زمین از فاصله طراحی شده – که در بخش ۵ توضیح داده شد – تامین خواهد گردید [۳].

شکل ۱۰ . مراحل برش و آماده سازی شیلد جهت نصب لوله‌های تزریق

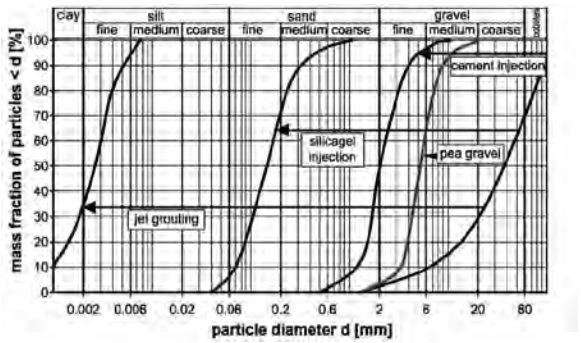
شکل ۱۱ . نمایی از لوله‌های نصب شده جهت تزریق در کف شیلد انتهایی به همراه حفاظ روی آن جهت ترمیم شیلد

بدین ترتیب از مشکلات مطرح شده، مشکل اول که مانع بودن سگمنت فیدر در راه تزریق از سوراخ سگمنت کف بود، حل گشته و در اثر پر شدن زیر سگمنت کف مشکل دوم یعنی نشست سگمنت کف اتفاق نخواهد افتاد. بدین ترتیب در اثر عدم جابجایی سگمنت‌ها نسبت به هم و رفع مشکل پله شدگی، و همچنین بولت کشی مجدد پس از اعمال فشار جک‌های دستگاه و حرکت آن به جلو، کارایی گسکت‌های نصب شده و در نتیجه سیستم آب‌بندی پوشش تامین شده و مشکل سوم حل می‌گردد. همانگونه که گفته

شد، حفاظ جوش داده شده روی لوله‌های تزریق علاوه بر محافظت از لوله و تامین پایداری شیلد، اختلاف ۳ سانتیمتری فاصله سطح خارجی سگمنت و سطح زمین، از فاصله طراحی شده را برطرف ساخته و مشکل چهارم نیز حل می‌گردد. بدیهی است با اجرای این روش صعوبت پرکردن پشت سگمنت‌ها از طریق سوراخ‌های سگمنت و بصورت شعاعی بسیار کاهش یافته و پر شدن کامل فضای پشت سگمنت سقف نیز میسر خواهد بود و بدین ترتیب مشکل پنجم نیز قابل حل خواهد بود.

۶ – ویژگی‌های لازم برای مواد پرکننده

بسته به روش انتخابی، مواد مورد استفاده جهت پرکردن فضای پشت سگمنت‌ها باید شرایط و ویژگی‌های لازم جهت برآورده ساختن اهداف تزریق پرکننده را داشته باشند. اگر از شن نخودی جهت پرکردن اولیه پشت سگمنت استفاده گردد، مقاومت، دانه بندی، فرم و شکل ظاهری سنگدانه‌ها از پارامترهایی است که باید مدنظر قرار گیرد. استفاده از مصالح رودخانه‌ای به دلیل گردشدگی دانه‌ها، باعث روانی جریان آنها پشت رینگ و پرشدگی بهتر می‌گردد. اما در ساخت بتن استفاده از دانه‌های گوشه‌دار (مثل مصالح شکسته شده در سنگ شکن) به دلیل افزایش اصطکاک و درگیری بین دانه‌ها، مقاومت بیشتری را برای بتن حاصل می‌کند. هرچه دانه‌بندی یکنواخت‌تر و همگن‌تر باشد، حجم فضاهای خالی بین مصالح افزایش یافته و حجم دوغاب مصرفی جهت تزریق تکمیلی افزایش می‌یابد. بنابراین برای تضمین نفوذ دوغاب در بین تمامی منافذ، نیاز به یک دانه‌بندی نسبتاً یکنواخت از سنگدانه‌ها می‌باشد. شکل ۱۲ محدوده‌ای که امکان تزریق دوغاب با پایه سیمان در آن میسر است و منحنی دانه‌بندی مناسب شن نخودی جهت تزریق پشت سگمنت را نشان می‌دهد. دانه‌بندی شن نخودی می‌بایست در این محدوده قرار داشته باشد که طبق نمودار ابعاد ۱۰-۴ میلیمتر مناسب می‌باشد [۳] و [۵].



شکل ۱۲. محدوده مجاز برای تزریق به روشهای مختلف و منحنی دانه‌بندی شن نخودی [۵]

تمیزی و عاری از خاک و گل‌ولای بودن مصالح باعث کاهش تولید گرد و خاک هنگام تزریق گشته و چسبندگی بیشتر بین سنگدانه‌ها و دوغاب تزریق شده در مرحله بعدی را سبب می‌شود. همچنین در تهیه بتن، تمیز بودن سنگدانه‌ها، باعث افزایش مقاومت بتن می‌گردد. در مورد تزریق دوغاب و یا ملات ملاحظات و الزاماتی جهت قابلیت پمپاژ و تزریق مناسب وجود دارد. دوغاب یا ملات بایستی قابلیت پمپ شدن از میکسر یا همزن به محل تزریق بخصوص در مسیرهای طولانی و یا لوله‌های باریک را دارا باشد. همچنین در زمان نگهداری، حمل و تزریق باید پایایی خود را حفظ کند به طوریکه دچار آب انداختگی، جداشدگی و ته نشست نشود. طرح اختلاط ملات تزریقی باید به گونه‌ای باشد که ضمن حفظ روانی و عدم گیرش در لوله‌ها در زمان توقف عملیات، پس از تزریق (بخصوص زیر سگمنت کف) به مقاومت کافی جهت جلوگیری از نشست سگمنت برسد. استفاده از روان‌کننده‌ها (یا فوق روان‌کننده Super Plasticizer) می‌تواند اسلامپ بتن را بدون افزایش نسبت آب به سیمان تا حد مناسبی افزایش دهد و در واقع کارایی بتن را در اثر کاهش میزان آب مصرفی، بالا ببرد.

۷ – نتیجه گیری

در تونلسازی مکانیزه با دستگاه TBM نوع سپر تلسکوپی که عملیات حفاری و نصب پوشش بتنی همزمان با پیشروی دستگاه انجام می‌شود، پرکردن فضای خالی پشت سگمنت‌ها دارای اهمیت زیادی می‌باشد. انجام این عملیات در پروژه تونل انتقال آب کرج- تهران با مشکلاتی همراه بود که مهمترین آنها، عدم امکان تزریق زیر سگمنت کف و پرنشدن کامل فضای پشت سگمنت سقف بوده است، بدین جهت راهکار مناسب که تغییر روش تزریق از طریق لوله‌های تعبیه شده در شیلد انتهایی می‌باشد، پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی مطرح شده جهت تزریق، پس از اجرا نتایج مطلوبی را در پی داشته است و ضمن سهولت در اجرای عملیات، پرشدگی بهتر فضای خالی پشت سگمنت‌ها را نتیجه داده است. پرشدگی بیشتر فضای پشت سگمنت‌ها توسط شن نخودی، خورند دوغاب را تا حد زیادی کاهش داده و باعث کاهش هزینه‌های مربوطه شده است.

مراجع

[1] Wittaker B.N. (1990) "Tunneling, Design, Stability and Construction", the Institution of Mining and Metallurgy, London.

[۲] مهندسین مشاور ساحل، ۱۳۸۸، "گزارش روش اجرای مکانیزه تونل، قطعه دوم تونل انتقال آب کرج"

[۳] مهندسین مشاور ساحل، ۱۳۸۸، "گزارش تزریق پرکننده پشت سگمنت، قطعه دوم تونل انتقال آب کرج"

[4] AUA guidelines for backfilling and contact grouting of tunnels and shafts. Edited by Raymond W.Henn; Prepared by the Technical Committee on Backfiling and Contact Grouting of Tunnels and Shafts of the American Underground Construction Association.

[5] Wittke W. (2007) "Stability Analysis and Design for Mechanized Tunneling." Geotechnical Engineering in Research and Practice. WBI-PRINT 6.

تونل‌های شهری – الزامات، مشکلات و محدودیت‌ها

محمد مرادی، کارشناس ارشد استخراج معدن، شرکت خدمات مهندسی برق مشانیر،
m.moradi@moshanir.com

چکیده:
با توجه به سیر صعودی شهرنشینی و افزای جمعیت یکی از مشکلات شهرهای بزرگ مسئله حمل و نقل می‌باشد. در سال‌های اخیر توجه گسترش حمل و نقل ریلی (مترو) و نیزکوتاه کردن و اتصال مسیرهای پرتردد از طریق ایجاد تونل‌های شهری به عنوان راهکار این مشکل مورد توجه زیادی قرار گرفته است. بخش عمده ای از مسیرهای طراحی شده خطوط مترو و تونل‌های شهری به صورت تونل‌های با روباره کم و در محیط‌های شهری با حساسیت بسیار زیاد اجرا می‌شوند که با محدودیت‌ها و مشکلات متعددی مواجه می‌باشند. مقاله حاضر به بررسی برخی از این مسائل می‌پردازد.

۱- مقدمه

سیر صعودی شهرنشینی در دهه اخیر، منجربه افزایش تراکم بافت‌های مسکونی،اداری و تجاری در شهرهای بزرگ شده است.در چنین شرایطی یکی از مهمترین مسائل پیش رو مسئله تردد و حمل و نقل می‌باشد. تولید بسیار بالای خودرو،کمبود وسایل نقلیه عمومی، کمبود راه‌های ارتباطی در شهرهای بزرگ و محدودیت ظرفیت آنها بر مشکلات فوق می‌افزایند. بر این اساس، یکی از راهکارهایی که در سال‌های اخیر توجه زیادی بدان شده است گسترش حمل و نقل ریلی (مترو) و نیزکوتاه کردن و اتصال مسیرهای پرتردد از طریق ایجاد تونل‌های شهری بزرگ مقطع می‌باشد.

در این راستا، ساخت خطوط ۱ و ۲ متروی تهران، تونل رسالت و نیز در حال ساخت بودن خطوط ۳ و ۴ مترو و تونل‌های توحید، صدر- نیایش و سایر پروژه‌های مطرح، از جمله راهکارهای پیش بینی شده برای حل بخشی از مشکلات فوق در تهران است. همچنین موارد بسیاری از این دست در سایر شهرهای بزرگ کشور نظیر مشهد، اصفهان، شیراز، اهواز و غیره در دست مطالعه و اجرا می‌باشند.

از آنجا که بخش عمده مسیرهای طراحی شده خطوط مترو و سایر راه کارهای پیش بینی شده، در زیرزمین و به صورت تونل‌های با روباره کم (Shallow Tunnel) و در محیط‌های شهری با حساسیت بسیار زیاد اجرا می‌شوند، با مشکلات و محدودیت‌هایی در برنامه زمان بندی و روش‌های اجرا مواجه هستند. در ادامه تلاش شده تا برخی الزامات، مشکلات و محدودیت‌های اجرایی مورد بررسی قرار گیرند.

۲ - قابلیت اجرا

از نقطه نظر اجرایی طرح تونل باید با توجه به شرایط موجود، عملی‌ترین روش اجرای پروژه باشد. مهمترین دلیل در شرایطی که زمان عامل تعیین کننده در طراحی و اجرای تونل‌های شهری می‌باشد، بالا بودن راندمان اجرایی آن است؛ چرا که در این حالت کارگاه از سطح زمین و برخورد با زندگی روزمره مردم به زیر زمین منتقل می‌شود تا کمترین تأثیر را برروی ترافیک و شرایط محیط زیستی موجود در منطقه داشته باشد. در این روش، تنها در دو سر ورودی تونل و در نقاط معدودی از مسیر و به منظور انجام عملیات کارگاهی از تلفیق رمپ و تونل دسترسی یا چاه‌های قائم به همراه یک تونل عمود بر مسیر اصلی (Adit) استفاده شده و کلیه عملیات کارگاهی در زیر سطح زمین انجام می‌شود. امتیاز این کار علاوه بر کاهش آلودگی‌های محیطی که پیشتر به آن اشاره شده، در عدم تأثیرپذیری پروژه از شرایط جوی و محیطی بوده و عوامل مذکورکه بعضاً در پروژه‌ها، روند آنها را دچار اختلال می‌نماید در این روش تأثیر چندانی نخواهد داشت.

شایان ذکر است که این روش دارای محدودیت‌ها و مشکلاتی است که لازم است با برنامه‌ریزی دقیق وعملیات کنترل شده تبعات آن به حداقل رسانده شود. به طور مثال، حجم بالای انتقال مصالح به کارگاه و بیرون بردن خاک از محل کارگاه با اتخاذ برنامه منظم عمدتاً می‌تواند در شب و در ساعات کم تردد صورت پذیرد. همچنین طرح انتخابی تونل باید از انعطاف‌پذیری مناسبی برخوردار باشد؛ بدین معنی که مثلاً با تغییر در عمق مسیر و یا برخورد به موانع گوناگون بتوان با

تغییر پروفیل طولی مسیر بدون تغییر در طراحی تونل از آن موانع گذر کند.
در برخی موارد به علت ترافیک سنگین در محدوده پروژه‌ها، حتی عملیات نقشه برداری که گام نخست در اجرای این نوع پروژه‌ها است، در اکثر ساعات روز مشکل و یا غیر ممکن می‌باشد.

۳ – مزاحمت‌های شهری

یکی از پارامترهای مهم در انتخاب طرح اجرایی تونل‌های شهری، به حداقل رساندن مزاحمت و اختلال آن در روند عادی زندگی شهری در آن منطقه می‌باشد. در این راستا می‌توان به موارد زیر به عنوان مهمترین مشخصه‌های تونل در مقایسه با سایر روش‌ها از دیدگاه مزاحمت‌های شهری اشاره کرد.

• گزینه تونل در میان سایر گزینه‌ها به علت قابلیت انجام فعالیت در طول ۲۴ ساعت شبانه روز سریعترین روش اجرایی می‌باشد، مضاف بر اینکه اختلالی در سطح زمین بوجود نمی‌آید.

• کارگاه از سطح زندگی و عبور و مرور مردم جدا بوده و این علاوه بر تأثیرات روانی مثبت،از میزان گرد و خاک و ناهمسانی کف خیابان و ایجاد مشکل در عبور و مرور مردم می‌کاهد. انتقال کارگاه به زیرسطح زمین،خطر از رونق افتادن مناطق تجاری منطقه راکه می‌تواند از عوامل بسیار مهم در ایجاد نارضایتی در مردم و کسبه باشد، از میان خواهد برد.

• با توجه به اینکه مسیر عبور و مرور وسایل نقلیه در روش اجرای تونل دچار تغییر نمی گردد، در نتیجه وسایل نقلیه نیازی به تغییر مسیر و افزایش طول سفر خود نداشته و به دنبال آن میزان معطلی وسایل نقلیه عبوری نسبت به گزینه‌های دیگر به حداقل می‌رسد.این میزان کاهش میزان معطلی و عدم افزایش طول مسیر سفر وسایل نقلیه، می‌تواند تاثیر بسزایی در کاهش آلودگی هوا و کاهش مصرف سوخت داشته باشد.

• در اغلب موارد بارگیری و حمل مصالح حفاری از محوطه کارگاه در طول روز میسر نبوده و در شب نیز با مشکلاتی همراه است.در این مورد بایستی به صدای لودر و شکایت همسایگان توجه کرد.

۴ – تملک اراضی

یکی از فعالیت‌های زمانبر و پرهزینه پروژه‌های شهری، موضوع تملک اراضی در مناطق شهری، مسکونی وتجاری در مسیر پروژه می‌باشد که بعضاً نیز به دلیل عدم رضایت مالکین، موجب تحمیل توقف‌های طولانی مدت بر پروژه می‌شود. گزینه تونل کمترین نیاز احتمالی را به تملک اراضی و مناطق مسکونی نسبت به سایر گزینه‌های محتمل دارد و این خود می‌تواند در اجرای سریع‌تر پروژه‌هایی از این دست و نیز کاهش هزینه‌های پروژه نقش مهمی ایفا نماید.
البته لازم به ذکر است که جهت ایجاد رمپ یا شفت‌های دسترسی در این نوع تونل‌ها نیاز به تملک اراضی بوده و حتی المکان برای این نوع فعالیت‌ها از زمین‌هایی که در تملک کارفرما بوده استفاده می‌گردد.

۵ – برخورد به تاسیسات شهری

برخورد به تاسیسات شهری مانند لوله‌های گاز، کابلهای برق، مخابرات و خطوط لوله آب و فاظلاب، همواره یکی از اصلی ترین نگرانی‌های مجریان پروژه‌های شهری می‌باشد. لذا طرح‌هایی از اولویت برخوردارند که کمترین برخورد را با تأسیسات شهری داشته باشند. به طور کلی مشکلات برخورد با تاسیسات شهری را می‌توان در سرفصل‌های زیر خلاصه نمود.

۵-۱ - شناسایی و اکتشاف

با توجه به اینکه عموماً تاسیسات شهری (به خصوص در شهر تهران) قدیمی بوده و فاقد نقشه‌های مدون جانمایی می‌باشند، در بسیاری از موارد شناسایی و مکان یابی این تاسیسات بسیار پرهزینه و زمانبر است.

۵-۲ - هماهنگی

هماهنگی با ارگان‌ها و سازمانهای ذیربط پس از عملیات اکتشاف، باید به صورت مستمر و پیگیر انجام شود. اگر چه در برخی موارد بسیار وقت گیر و پر دردسر می‌باشد.

۵-۳ - راه حل یابی

در برخی موارد با پایدارسازی این تاسیسات در محل برخورد با رمپ‌های دسترسی، می‌توان از آن عبور کرد و در پاره‌ای موارد سازمان‌های مرتبط با این تأسیسات حاضر به ارائه هیچ گونه راه حلی برای رفع آنها نبوده و بعضاً نیز انتقال این تأسیسات غیر ممکن می‌باشد.

۵-۴ - انتقال تاسیسات

در صورتی که قرار بر انتقال تأسیسات باشد، انجام این عمل با توجه به حساسیت بالای آنها، هزینه‌های زیادی را بر پروژه تحمیل می‌نماید.
در میان تاسیسات شهری برخورد به لوله‌ها و کانالهای آب و فاضلاب به دلیل بروز نشت آب و تخریب مصالح و تحکیمات پیرامون تونل از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. لذا لازم است تا در صورت بروز نشت آب عملیات حفاری سریعاً متوقف و عملیات رفتارنگاری سطحی و عمقی و نیز عملیات بهسازی قبل از سرگیری حفاری اصلی صورت پذیرد [۱].
مجموعه عوامل فوق باعث می‌شودکه در طرح پیشنهادی مسیر تونل این نکته که حداقل برخورد با تاسیسات شهری صورت گیرد، لحاظ شده و از اهمیت زیادی برخوردار باشد. در این موارد حداقل عمق روباره تونل عامل تعیین کننده ای در برخورد با تاسیسات شهری می‌باشد. در نظر گرفتن حداقل عمق روباره حدود ۸-۶ متر کمترین برخورد با تأسیسات شهری را به همراه دارد چرا که عموماً تاسیسات شهری در عمق کمتری از میزان فوق الذکر اجرا می‌شوند که این امر کمترین نیاز به هماهنگی با سازمانها و ارگانهای ذیربط را در پی خواهد داشت. در

شکل۱ نحوه مهارکردن لوله گاز و کابل فشار قوی در رمپ دسترسی کارگاه شماره ۵ پروژه خط ۳ مترو تهران مشاهده می‌شود [۲].

۵-۵ - سازه‌های موجود

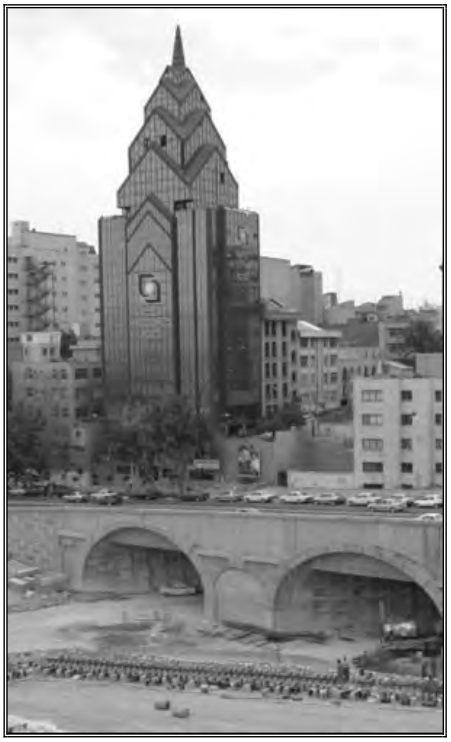
برخورد با قنات‌ها،چاه‌های فاضلاب خانگی،آب انبارهای قدیمی و سایر سازه‌های موجود در حین حفاری تونل‌های شهری به فراوانی دیده شده است. با توجه به اینکه هر کدام از عوامل ذکر شده جزء عوامل مشکل ساز در طرح می‌باشند، دقت در شناسایی آنها در مرحله شناسایی (حفاری گمانه‌ها) و بررسی نقشه‌های قدیمی طرح قنات‌های موجود و دقت در انجام مطالعات ژئوفیزیکی و نیز دقت در انتخاب و اجرای گام‌های حفاری و نیز عمق تونل‌ها تا حدودی از میزان این مشکلات می‌کاهد [۱].

شکل ۱. نحوه مهار کردن لوله گاز و کابل فشار قوی در رمپ دسترسی کارگاه شماره ۵ پروژه خط ۳ مترو تهران را نشان می‌دهد

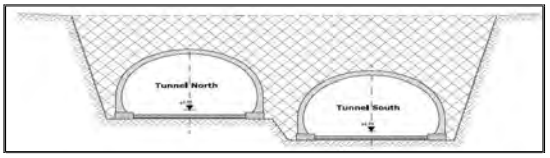
۶ – هندسه مناسب طرح

هندسه طرح را می‌توان در دو بخش پروفیل طولی و مقطع عرضی مورد توجه قرار داد. در بخش پروفیل طولی از رمپ یا شفت‌های دسترسی جهت دسترسی به تونل اصلی استفاده می‌شود. در صورت وجود فضای کارگاهی به مقدار کافی گزینه رمپ ارجح است چرا که در این حالت کلیه عملیات نقل و انتقال مصالح حفاری شده، تردد افراد، سرویس دهی و سایر عملیات مورد نیاز از راندمان و ایمنی بالاتری برخوردار خواهند بود.شیب رمپ با توجه به فضای موجود و تراز تونل اصلی تا ۱۳ درصد متغییر بوده و در پاره ای موارد تا ۱۸ درصد (۱۰ درجه) در نظر گرفته می‌شود [۱].= در بحث مقطع عرضی، بسته به شرایط زمین، بار ترافیکی و سایر موارد می‌توان از شکل مقطع‌های مختلف همچون مستطیلی، دایروی، نعل اسبی و به صورت تونل‌های منفرد و مجزا و یا دو قلو استفاده کرد. در این مورد محدودیت‌های پوسته طرح در زمان عبور از خیابان‌های با عرض کم و ضرورت کنترل ساختمانهای اطراف که در مجاورت تونل قرار دارند عامل تعیین کننده در مقطع عرضی این نوع تونل‌ها می‌باشد. به طور مثال، شکل مقطع در تونل‌های رسالت و توحید همانطورکه در شکل۲ مشاهده می‌شود به صورت دوقلو و به هم چسبیده است. همچنین در شکل۳ تصویری از تراکم و بافت ساختمان‌ها در محدوده تونل رسالت دیده می‌شود. جانمایی در تونل صدر- نیایش به صورت دو تونل مستقل از هم با فواصل متغییر در نظر گرفته شده است (شکل۴).

شکل ۲. تصویری از مقطع عرضی تونل رسالت



شکل ۳. تراکم و بافت ساختمانها در محدوده تونل رسالت

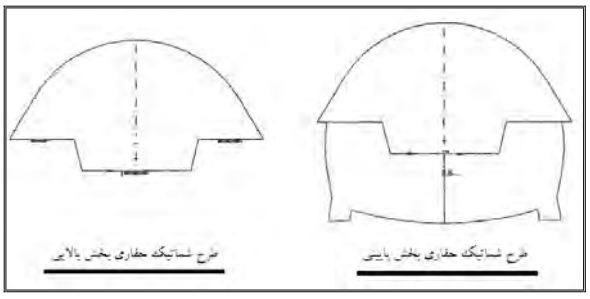


شکل ۴. مقطع عرضی تونل صدر- نیایش [۳]

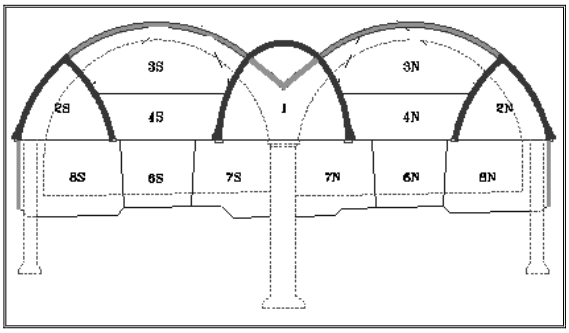
۷ - روش اجرا

با توجه به مقاطع نسبتاً بزرگ تونل‌های شهری ونظربه ضروریات پایداری تونل و اهمیت بحث نشست در سطح زمین، در صورت عدم بکارگیری دستگاه‌های تمام مقطع حفاری(TBM)، لازم است تا حفاری این تونل‌ها در چند مرحله صورت پذیرد. وجود توده سنگ‌های ضعیف و توده‌های خاکی ناپایدار نیز بر مشکلات اجرایی می‌افزاید. روش متداول حفریات زیرزمینی شهری در ایران، برمبنای روش جدید تونلسازی اتریشی (NATM) می‌باشدکه به کرات در تونل‌های مترو و شهری مورد استفاده قرارگرفته است.

همانطورکه اشاره شد، یکی از مسائلی که اهمیت بسیار زیادی در اجرای این نوع پروژه‌ها دارد،کنترل بسیار دقیق نشست‌ها و تغییر شکل‌های سطحی و عمقی زمین در حین عملیات حفاری می‌باشد. با پردازش کامل اطلاعات حاصل از ابزاربندی، شامل نشست سطحی زمین،عکس العمل ساختمانهای مجاور و رفتار لایه‌های مختلف خاک و سنگ در اثر حفاری تونل می‌توان از کنار ساختمانهای متعدد و از زیر خیابانهای پررفت و آمد بدون ایجاد مشکل عبور کرد. در این روش تفکیک مقطع حفاری به بخش فوقانی و تحتانی برای تونل‌های مترو و برای تونلهای با سطح مقطع بزرگتر تفکیک مقطع حفاری به بخش فوقانی و تحتانی در چندین بخش و متعاقب آن اجرای هر بخش در قالب گالری‌هایی، استفاده شده است. در شکل ۵ مراحل حفاری در نظر گرفته شده در خط ۳ متروی تهران و در شکل ۶ مراحل حفاری درطرح زوج تونل کوتاه رسالت مشاهده می‌شوند.



شکل۵. مراحل حفاری در پروژه خط ۳ مترو تهران (کریدور جنوبی) [۴]



شکل۶. جزئیات مراحل حفاری در زوج تونل کوتاه رسالت [۵]

انتخاب مقطع گالری‌ها و تعداد آنها وابسته به هندسه و ابعاد مقطع نهایی تونل و جنس خاک محل پروژه است. هنگامیکه حفاری این تونل‌ها طی چند مرحله صورت می‌پذیرد معمولاً از سیستم‌های نگهداری موقت و اولیه در بین مراحل حفاری استفاده می‌شود که در برخی مقاطع این سیستم‌های نگهداری در مراحل بعدی حفاری در جایی که تونل به شکل نهایی خود نزدیک می‌گردد، تخریب و سیستم نگهداری اصلی در پیرامون تونل اجرا می‌شود.

دقت در انتخاب گام حفاری و اجرای پوشش موقت و اولیه و زمان نصب و تخریب آنها عامل مهمی در بروز ناپایداری‌های بوجود آمده نظیر نشست زمین، ریزشهای موضعی و یا بزرگ مقیاس می‌باشد. چراکه در صورت بروز ناپایداری‌های فوق علاوه بر از دست دادن زمان و افزایش هزینه‌های اجرایی، مشکلاتی نظیر افزایش بار ترافیکی، نشست و تخریب ساختمانهای مجاور پروژه، اختلال در عبور و مرور و بعضاً تلفات جانی در منطقه ای که ناپایداری در آن صورت پذیرفته بوجود می‌آورد[۱]. در شکل ۷ خسارت وارده به ساختمان‌ها در طی عملیات حفاری تونل شهری فرودگاه هیترو لندن در سال ۱۹۹۴ مشاهده می‌شود. همچنین در شکل۸ گستره وسیع خسارات براثر ریزش یک تونل در سنگاپور دیده می‌شود.

تصویر ۷. خسارت وارده به ساختمانها در طی عملیات حفاری تونل شهری فرودگاه هیترو لندن در سال ۱۹۹۴ [۶]

شکل۸. خسارات ایجاد شده دراثر ریزش تونلMRT در سنگاپور [۷]

۸ – طراحی تأسیسات مکانیکی (تهویه)، روشنایی، آب‌های سطحی در زمان بهره برداری

به طورکلی مهمترین نکات مطرح در بحث طراحی تأسیسات جانبی تونل را می‌توان در موارد ذیل خلاصه کرد:

الف- جهت افزایش امنیت وسایل نقلیه در هنگام عبور از تونل بایستی از تأسیسات مناسب مکانیکی و الکتریکی استفاده کرد.

ب- علاوه بر فن‌های تهویه مناسب، از شفت‌هایی که عملکرد مناسبی جهت ایجاد جریان هوای داخل تونل دارند استفاده شود.

ج- به دلیل طول نسبتاً زیاد این تونل‌ها، رفتارنگاری پیوسته شرایط محیطی تونل‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است و به همین جهت تمام مسیر تونل توسط دوربین مداربسته و در اتاق کنترل که در خارج از تونل تعبیه شده است بطور شبانه روزی کنترل می‌گردد و بروز هرگونه حادثه‌ای مانند تصادف،آتش سوزی و حوادث غیرقابل پیش بینی دیگر در اسرع وقت بطور خودکار به اطلاع مراکز مربوطه خواهد رسید.ضمن آنکه سیستم‌های ایمنی و آتش نشانی و اطفاء حریق نیز در مواقع ضروری می‌توانند وارد عمل شوند.

د- وجود مخزن آب، ایستگاه پمپاژ، برق اضطراری و سیستم تلفن داخلی مرتبط با اتاق کنترل از دیگر مواردی است که در طراحی این تونل‌ها بایستی مورد توجه قرار گیرند.

ه- وجود تاسیسات کامل الکتریکی و مکانیکی و سوق دادن این سیستم‌ها به سمت عملکرد خودکار نه تنها استانداردهای مورد نیاز را در این زمینه تأمین می‌نماید، بلکه می‌تواند در درازمدت از هزینه‌های تعمیر و نگهداری این تأسیسات نیز بکاهد.

۹ – جمع بندی

با توجه به آنچه گفته شد احداث تونل‌های شهری از حساسیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. دقت در مطالعات، طراحی و اجرای این تونل‌ها سبب کاهش مشکلات و مسایل پیش رو می‌گردد. امروزه با پیشرفت تکنولوژی و طراحی وساخت ماشین آلات تمام مقطع حفاری (T.B.M)، حفاری اغلب تونل‌ها ازجمله تونل‌های شهری توسط این گونه ماشین آلات صورت می‌پذیرد. حفاری تمام مقطع به دلیل حفاری یکنواخت و بدون خسارت به محیط پیرامون تونل، قابلیت تطابق در محیط‌های سست و ریزشی و یا سنگ‌های سخت و مستحکم، راندمان بالا در حفاری و نصب سیستم نگهداری، صرفه جویی در زمان و هزینه‌ها در سطح وسیعی گسترش یافته است. از این جمله می‌توان به استفاده بخش‌هایی از خط ۳ وخط ۶ مترو تهران، مترو اصفهان و سایر پروژه‌های مشابه از ماشین‌های تمام مقطع حفاری اشاره کرد که گام مهمی در جهت مکانیزه کردن این روش در کشور می‌باشد. براین اساس، تحلیل و برآوردهای اقتصادی گزینه T.B.M درکلیه پروژه‌هایی که گزینه تونل ارجح می‌باشد ضروری است.

۱۰ – منابع

[۱] یادداشت‌های نگارنده – تیم نظارت بر پروژه خط ۳ متروی تهران، شرکت مشانیر.

[۲] مشخصات فنی و تکنولوژی‌های اجرای پروژه خط ۳ مترو تهران(کریدور جنوبی)، شرکت جهاد توسعه منابع آب

[۳] بروشورهای پروژه تونل‌های صدر- نیایش، مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار

[۴] مجموعه نقشه‌های سازه اولیه و سازه نهایی تونل در بخش‌های زیرزمینی پروژه خط ۳ مترو تهران(کریدور جنوبی)،مهندسین مشاور سیویار

[۵] امیرعباس بصیر طهرانی و محمد احمدزاده، ۱۳۸۵، پروژه تونل‌های دوقلوی رسالت،انجمن علمی دانشجویان مهندسی عمران دانشکده فنی دانشگاه تهران

[6] Erin-Haymes, Karla -Young, 2008, "Heathrow Airport Tunnel Collapse"

[7] T.W. Hulme, J.N. Shirlaw, R.N. Hwang, "Settlements During the Underground Construction of The Singapore MRT".

چکیده مقالات منتخب نشـــریات

رفتار قطعات مرکب (سگمنت‌های کامپوزیتی) در تونلسازی سپری

Wenjun Zhang, Atsushi Koizumi, 2010, "Behavior of composite segment for shield tunnel" Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 25, Issue 4, July 2010, Pages 325-332.

چکیده: سگمنت مرکب برای ایجاد ظرفیت نگهداری بالا در پوشش تونل‌های سپری که تحت تأثیر تنش‌های هیدرولیکی زیاد و فشار بالای زمین در اعماق زیاد حفر می‌گردند، به‌کارمی‌روند.
این قطعات از صفحات فولادی تشکیل شده که با استفاده از اتصالات برشی به بتنی با انعطاف زیاد متصل می‌شود. هرچند، به دلیل آنکه رفتار قطعات مرکب روشن نیست، نمی‌توان روشی منطقی برای طراحی این قطعات بیان کرد. هدف از این مقاله، مطالعه رفتاربسیار پیچیده قطعات متشکل از شش صفحه فولادی با استفاده از روش اجزای محدود وآزمایش خمش چهارنقطه‌ای است. تأثیرمیخ‌های برشی و نیز ضخامت صفحات فولادی بررسی شده و بصورت کمی تخمین زده شده است. ضمناً، رفتار شکست قطعات مرکب نیز مورد بررسی قرارگرفته است.
مقایسه نشان می‌دهدکه روش اجزای محدود در مدلسازی و تخمین رفتار قطعات مرکب دقیق و مناسب است.

تحلیل تأثیر رفتار لرزه‌ای تونل‌های کم عمق در زمین‌های روانگرا

M. Azadi, S.M. Mir Mohammad Hosseini, 2010, "Analyses of the effect of seismic behavior of shallow tunnels in liquefiable grounds" Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 25, Issue 4, July 2010, Pages 543-552.

چکیده: مطالعات زیادی در رابطه با نحوه تأثیر بارگذاری زمین‌لرزه بر نیروها و جابجایی‌های وارده بر سازه‌های زیرزمینی متمرکز شده‌اند. به عنوان بخشی از تحلیل این نیروها و جابجایی‌ها، تأثیرات بارگذاری لرزه‌ای در هنگام طراحی سازه‌های زیرزمینی لحاظ می‌شوند، و معادلات برای کرنش‌های کوچک بدست می‌آیند. بنابراین، درهنگام وقوع کرنش‌های بزرگ به دلیل برخورد با پدیده‌ای همچون روانگرایی، کاربرد این معادلات منجربه ارائه نتایج واقعی در سازه‌های زیرزمینی و تونل‌ها نخواهد شد.
به عبارت دیگر، مکانیزم رفتار لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی بطورکامل درک نشده است، و علاوه بر مطالعاتی که تاکنون انجام شده است، بررسی‌های بیشتری نیاز است. در مطالعه حاضر تلاش شده تا تأثیر روانگرایی بر تونل‌های سپری سنجیده شود.

پیش‌بینی عملکرد TBM در سنگ‌های سخت با استفاده از روش امتیاز توده‌سنگ (RMR)

Jafar Khademi Hamidi, Kourosh Shahriar, Bahram Rezai, Jamal Rostami, 2010, "Performance prediction of hard rock TBM using Rock Mass Rating (RMR) system" Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 25, Issue 4, July 2010, Pages 333-345

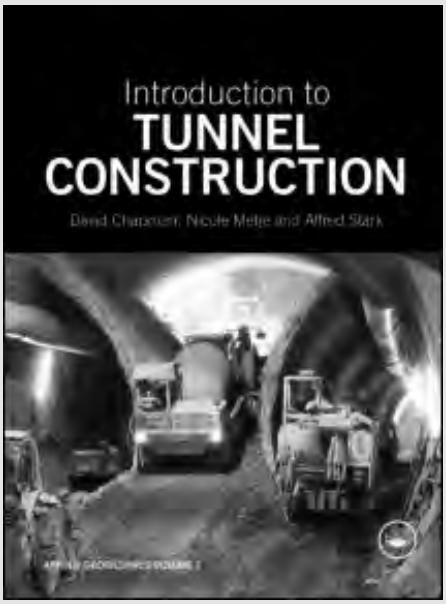
چکیده: RMR یک روش ساده طبقه‌بندی توده‌سنگ بوده و عموماً درگام‌های اولیه یک پروژه معدنی یا عمرانی برای توصیف سنگ و طراحی استفاده می‌شود. البته استفاده از RMR در ایجاد یک مدل دقیق پیش‌بینی شاخص نفوذ TBMدرسایت(FPI)، به دلیل طبیعت روش امتیازدهی(وزن‌ها) به پارامترهای ورودی وتأثیر آنها برFPI بسیار محدود است. این محدودیت را می‌توان با استفاده از تحلیل‌های رگرسیون چندجمله‌ای چندمتغییری خطی یا غیرخطی پارامترهای ورودی RMR تعدیل کرد. این روش در سنگ‌های رسوبی عموماً سخت تا متوسط تونل بلند زاگرس در غرب ایران آزمایش شده است. به این منظور، شرایط آب زیرزمینی، به دلیل همبستگی ضعیف آن با FPI، در محاسبه RMR و تحلیل‌های بعدی، لحاظ نشده است. ضمناً، زاویه بین صفحات ناپیوستگی و محورتونل به عنوان جایگزین ضریب تصحیح امتداد ناپیوستگی در سیستم RMR، در مدل درنظرگرفته شده است. مقایسه FPI اندازه-گیری شده با مدل‌های رگرسیون چندجمله‌ای، لگاریتمی و چندخطی، تطابق خوبی نشان داده و ضرایب همبستگی به ترتیب برابر با ۰/۸۶، ۰/۸۷ و ۰/۸۷ بدست آمده-اند. این نتایج، توانایی مدل‌های چندمتغییره طبقه‌بندی توده‌سنگ را در پیش-بینی عملکرد TBM نشان می‌دهد. هرچند، روابط بدست آمده در این تحلیل‌ها فقط برای شرایط زمین‌شناسی مشابه آنچه که در تونل زاگرس وجود دارد، معتبر بوده و برای ایجاد و بسط مدل بصورت یک مدل جامع مطالعات عمیق‌تری نیاز است. دراین مقاله، مطالعات پیشین در این ارتباط مورد بحث قرارگرفته و اطلاعات موجود از پروژه تونل زاگرس مرور شده است و یک مدل تجربی مناسب برای پیش-بینی عملکرد TBM با استفاده از سیستم طبقه‌بندی RMR ارائه شده است.

تأثیردرزه‌های قطاعی بر پوشش تونل

Supot Teachavorasinskun, Tanan Chub-uppakarn, 2010, "Influence of segmental joints on tunnel lining" Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 25, Issue 4, July 2010, Pages 490-494.

چکیده: یک روش ساده شده برای ارزیابی گشتاور وارد بر پوشش قطعات یک تونل با استفاده از نتایج مدلسازیFEM پیشنهاد شده است که درآن پارامترها با استفاده از کالیبراسیون یک مدل در مقیاس واقعی بدست آمده‌اند. تأثیر درزه قطعات، تعداد قطعات و مدول بسترخاکی و مشخصات گشتاورخمشی وارده در یک تونل با پوشش قطعه‌ای بررسی شده است. اثر درزه‌ها با استفاده از تعدادی فنرکه نماینده سختی زاویه‌ای هستند، مدل شده است.
برمبنای نتایج تعدادی از آزمایشات مدل، دامنه مقادیر عملی سختی زاویه‌ای درحدود ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ KN است.
مشخص شدکه پوشش‌های درزه‌دار درمقایسه با پوشش‌های بدون درزه مقادیر ممان خمشی حداکثر کمتری را تحمل می‌کنند. کاهش ممان خمشی، که با استفاده از پارامتری بنام ضریب کاهش ممان معرفی می‌شود، را می‌توان به سادگی بصورت تابعی از سختی زاویه‌ای درزه و تعداد قطعات بیان کرد.

معـــرفی کتاب



عنوان کتاب: Introduction to Tunnel Construction
نویسندگان: David Chapman, Nicole Metje, Alfred Stärk
ناشر: Spon Press
تاریخ انتشار: ۲۰۱۰

تونل‌سازی راه حل‌های مناسبی برای چالش‌های متعدد مهندسی ارائه می‌نماید. ساخت تونل فرآیند پیچیده‌ای می‌باشد که نیاز به شناخت و درک کاملی از شرایط زمین ساختگاه و نیز مسائل سازه‌ای دارد. این کتاب دامنه وسیعی از اطلاعات مورد نیاز در ساخت تونل‌ها را در بر می‌گیرد.
مطالب مورد بحث شامل شرایط ساخت تونل در زمین‌های سخت و نرم، مطالعات ساختگاهی، انتخاب پارامترهای طراحی، مدل سازی، روش‌های بهبود پایداری تونل، روش‌های مختلف حفر تونل، رفتارنگاری، نکات ایمنی و نیز بازرسی و نظارت بر تونل‌های در حال ساخت و اجرا می‌باشد که همراه با نمونه‌های موردی متعددی می‌باشد.

عنوان کتاب: Cut and Cover Metro Structures
نویسنده: Krishan Kaul
ناشر: Spon Press
تاریخ انتشار: ۲۰۱۰

سازه‌های مترو به دلیل پیچیدگی و ابعادشان تمامی جنبه‌های ضروری روش اجرای کند و پوش را در بر می‌گیرند و به همین دلیل نیز تمامی موارد اساسی در این کتاب بررسی می‌شوند. مطالب مطرح شده در کتاب شامل جزئیات طراحی و ساخت سازه مترو به روش مذکور می‌باشد. اصول مهندسی ژئوتکنیک و مهندسی سازه همراه با شرح روش‌های طرح و اجرا به همراه نمونه‌های متعددی تشریح شده است.
عناوین مطرح شده شامل برنامه‌ریزی، روش‌های نگهداری، آب‌های زیرزمینی و کنترل جریان آب، اندرکنش سازه با زمین ساختگاه، تعیین بارهای وارد بر سازه، تعیین فشار زمین، بررسی بارهای لرزه ای، گودبرداری، پایداری ترانشه‌ها، بالا زدگی کف، پارامترهای طراحی، مدل سازی، و تحلیل سازه‌ای می‌باشد.

رویدادهای تونل

چهارمین کنفرانس مکانیک سنگ ایران
اردیبهشت ۱۳۹۰، تهران

انجمن مکانیک سنگ ایران چهارمین کنفرانس ملی مکانیک‌سنگ را در بهار سال ۱۳۹۰ در تهران برگزار می‌کند. این کنفرانس زمان مناسبی برای تبادل نظرهای علمی و انتقال تجربیات و دستاوردهای ارزشمند صاحبنظران و پژوهشگران در عرصه‌های مختلف مکانیک سنگ خواهد بود. اهداف کنفرانس عبارتند از: آشنایی با آخرین دستاوردهای علمی و کاربردی مکانیک سنگ؛ انتقال و اشتراک آخرین یافته‌ها و تجربیات علمی و پژوهشی در زمینه مکانیک سنگ؛ توسعه فعالیت‌های دانش بنیان از طریق ترویج فناوری‌های جدید؛ فراهم نمودن زمینه‌های مشارکت در شناخت نیازهای تخصصی و ارائه راهکارها در جهت استفاده بهینه از علم مکانیک سنگ در فعالیت‌های عمرانی و معدنی کشور؛ تقویت و ارتقاء ارتباط پروژه‌های پژوهشی با صنایع مربوطه.

محورهای اصلی کنفرانس

- مبانی مکانیک سنگ
- تونل‌ها و سازه‌های زیر زمینی
- شیب‌ها، دیوارهای حایل و ترانشه‌های سنگی
- منابع طبیعی زمین و محیط زیست
- مکانیک سنگ و سد سازی
- مکانیک سنگ در صنایع نفت و گاز
- ابزاربندی و رفتارسنجی در پروژه‌های ژئومکانیکی

گاه شمار کنفرانس

آخرین مهلت ارسال چکیده مقالات: ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۹
اعلام نتیجه داوری چکیده مقالات: ۳۰ آبان ماه ۱۳۸۹
آخرین مهلت ارسال اصل مقالات: ۱۵ بهمن ماه ۱۳۸۹
اعلام نتیجه داوری اصل مقالات: ۳۰ بهمن ماه ۱۳۸۹
آخرین مهلت ارسال مقالات اصلاح شده: ۱۵ اسفند ۱۳۸۹

آدرس دبیرخانه کنفرانس

تهران- دانشگاه تربیت مدرس- دانشکده فنی و مهندسی- بخش مهندسی معدن-
صندوق پستی ۳۱۴-۱۴۱۱۵
تلفن: ۸۲۸۸۳۵۳۴ فکس: ۸۸۶۳۰۴۸۲
سایت انجمن مکانیک سنگ ایران: www.irsrm.net
سایت کنفرانس www.irmc4.com

6th International Conference on Seismology and Earthquake Engineering
16 -18 May 2011, Tehran

ششمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله – اردیبهشت ۱۳۹۰، تهران

The population growth and enhancement of life quality has resulted in an increase in the number of buildings and civil infratstructures as well as rising the public demand which results in a high probability of direct and indirect loss due to the occurance of earthquakes.

Earthquake risks and the diversity of the related fields cause more challenge and initiate more applied and scientific research with the necessity of presenting new solutions and introducing innovative methods for decreasing such risks.

In this regard, and based on its goals, strategies and tasks, the International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), holds this international conference during which national and international researchers and stakeholders involved in Seismology, Earthquake Engineering, and Earthquake Risk Management will discuss, share and exchange their latest achievements.

The conference main subjects are as follows:

- Seismology (Seismotectonics and Paleoseismology, Earthquake Prediction, …)
- Geotechnical Earthquake Engineering (Earth Structures, Soil-Structure Interaction, Geotechnical Hazards, …)
- Earthquake Engineering (Dynamic Modelling, Seismic Design, Seismic Retrofit, …)
- Seismic Risk Management

Contact: International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES)
Tel: 0098 – 21 - 22830830
Email: see6@iiees.ac.ir
Web: www.see6.ir

بسمه تعالی

انجمن تونل ایران

فرم تقاضای عضویت

(اعضای حقیقی)

محل الصاق

عکس

۱- نام خانوادگی: ۲ - نام:	*Surname:* *First Name:*	کد عضویت: شماره عضویت:

۳ - تاریخ و محل تولد:	۴ - شماره شناسنامه و محل صدور:

۵ - نشانی	محل کار:	کدپستی:
	منزل:	کدپستی:
	پست الکترونیکی (**Email**):	
۶ - تلفن	محل کار:	دورنگار:
	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 سازه های زیرزمینی:

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، تألیف، ترجمهٔ 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 سازمان ها و کمیته های ملی و جهانی		
زبان	میزان تسلط			نام سازمان، کمیته و	تاریخ	
	عالی	خوب	متوسط		از	تا

۱۳- داوطلب عضویت: پیوسته ☐ وابسته ☐ دانشجویی ☐

۱۴- مدرک لازم	۱- تصویر شناسنامه ۲- دو قطعه عکس 4*3 ۳- تصویر آخرین مدرک تحصیلی یا گواهی اشتغال به تحصیل ۴- گواهی سوابق کار بخصوص در صنعت تونل	حق عضویت	حقوقی ۱,۵۰۰,۰۰۰ ریال پیوسته ۲۰۰,۰۰۰ ریال وابسته ۱۰۰,۰۰۰ ریال دانشجویی ۴۰,۰۰۰ ریال

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 تونل سازی

۳ - اشخاص با درجه کارشناسی ارشد و بالاتر در رشته‌های مرتبط و پایان نامه در زمینه تونل با حداقل یک سال سابقه کار مفید در صنعت تونل سازی

۴ - اشخاص با درجه کارشناسی در رشته مرتبط با حداقل ۴ سال سابقه کار مفید در صنعت تونل سازی

۵ - اشخاص با درجه کارشناسی در سایر رشته‌ها با حداقل ۵ سال سابقه کار مفید در صنعت تونل سازی

تبصره ۱: رشته‌های مرتبط به صنعت تونل سازی شامل: مهندسی عمران – مهندسی معدن – زمین شناسی مهندسی زمین شناسی – مهندسی برق – مهندسی مکانیک – مهندسی نقشه برداری و شاخه‌های وابسته می باشد.

عضویت وابسته

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

عضویت دانشجویی

کلیه اشخاصی که در رشته‌های مرتبط در دوره کارشناسی یا بالاتر در رشته‌های مرتبط به صنعت تونل سازی به تحصیل مشغول هستند می توانند به عضویت دانشجویی انجمن در آیند.

عضویت افتخاری

شخصیت‌های ایرانی و خارجی که مقام علمی آنان در زمینه‌های مرتبط با صنعت تونل سازی حایز اهمیت خاص باشد و یا در پیشبرد اهداف انجمن کمک‌های موثر و ارزنده ای نموده باشند می توانند به عضویت افتخاری انجمن، انتخاب شوند.

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

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

Tunnel Summer 2010, No.11

Iranian Tunnelling Association Magazine

IN THE NAME OF GOD

- Editorial..... 2
- Report of the 6th General Assembly of the Iranian Tunnelling Association..... 3
- News..... 4
- A review of monitoring systems in underground excavations using extensometers and convergence measurements..... 14
- New technologies for emergency remedies of tunnels – Case study: remedy action for the Boleiti historical tunnel in Shoushtar..... 20
- Improving the process of grout filling behind segments in section 2 of the Karaj-Tehran water conveyance tunnel..... 27
- Urban Tunnels – Requirements, Problems and Limitations..... 33
- Selected International Paper Abstracts..... 38
- Book Review..... 40
- Tunnelling Events..... 41

Front Cover: Tehran's Metro Line 1

Dr. M. Gharouni Nik	President
Dr. S. Hashemi	Chief Editor
Board of Directors of Iranian Tunnelling Association	Supervised By
Mr. M. Hamzeh Abyazani	Internal Management
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	Editorial Board
Mr. A. Iranzadeh, Mr. M. Khosrotash	Other Contributors
Nashr-e-Fan	Executive Producer

www.irta.ir