

تونل TUNNEL

شماره ۲۱ / زمستان ۱۳۹۱

www.irta.ir

IRANIAN TUNNELING ASSOCIATION MAGAZINE نشریه انجمن تونل ایران





فهرست مطالب:

۲	 سر مقاله
۴	 اخبار
۱۰	 بهینه سازی روش اجرا به کمک آنالیز حساسیت و تحلیل برگشتی (مطالعه موردی تونل امیرکبیر تهران)
۲۰	 بررسی تأثیر حفر تونل های دوقلو بر نشست سطح زمین با استفاده از روش های تجربی و عددی (مطالعه موردی: متروی اصفهان)
۲۶	 دانش مرتبط با مدیریت ریسک در ساخت و سازهای زیرزمینی و تونل
۳۶	 چکیده مقالات منتخب نشریات
۳۸	 چکیده پایان نامه تونل
۳۹	 معرفی کتاب
۴۰	 رویدادهای تونلی

شرح روی جلد: آب بندی و کف بندی تونل نیایش

صاحب امتیاز

انجمن تونل ایران

مدیر مسئول

دکتر مرتضی قارونی نیک

سر دبیر

دکتر سیامک هاشمی

زیر نظر

هیئت مدیره انجمن تونل ایران

هیئت تحریریه

دکتر محمد جواد جعفری، دکتر حسین سالاری راد، دکتر مصطفی شریف زاده، دکتر محمد حسین صدقیانی، دکتر اورنگ فرزانه، دکتر احمد فهیمی فر، دکتر مرتضی

قارونی نیک، دکتر حسینک نعانی مقدم، مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر سیامک هاشمی، دکتر علی ساقی

همکاران این شماره

مهندس امیر عبدالله ایران زاده و مهندس محمد خسرو تاش

امور اجرایی

نشرفن

تبلیغات

معصومه قره داغی

گرافیک و صفحه آرایی

سعید معاریان

memarian_saeed@yahoo.com



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

■ نقل مطالب نشریه با ذکر مأخذ بلامانع است.
نشانی: خیابان ک ارگر شمالی - بالاتر از بیمارستان قلب -
بعد از خیابان دوم - ساختمان - ۴۶۷ طبقه - ۵ واحد -
۴۱ انجمن تونل ایران
تلفن: ۶ - ۸۸۶۳۰۴۹۵ - ۸۸۰۸۷۵۴
Website: www.irta.ir
Email: info@irta.ir
شرح روی جلد



■ موضوع مقاله در ارتباط با اهداف نشریه باشد.
■ مطالب و مقاله های دریافتی بازگردانده نمی شود.
■ مقاله تألیفی یا تحقیقی مستند به منابع علمی معتبر باشد.
■ ارسال اصل مطالب ترجمه شده الزامی است.
■ مسئولیت صحت علمی و محتوای مطالب بر عهده نویسندگان است.
■ نظرات نویسندگان به منزله دیدگاه و نظریه های نشریه نیست.
■ نشریه در تلخیص، تکمیل، اصلاح و ویرایش مطالب آزاد است.

یادداشت سردبیر - نشریه شماره ۲۱ - زمستان ۱۳۹۱

اخبار تونل

پنج سال نشریه تونل

فلسفه انتشار نشریات تخصصی و علمی، نشر دانش است تا یافته‌های علمی نشر یافته و سایر محققان از آن استفاده نموده و پژوهش‌های جدیدی انجام شود. تبیین نگاه تخصصی در انجام کارها کیفیت خروجی پروژه‌ها را فعالیت‌ها را افزایش می‌دهد و از این جهت گامی مثبت در جهت صرفه جویی در منابع و هزینه‌ها است. نشریات علمی و تخصصی در انتقال اطلاعات جاری علمی و فنی دارای جایگاه مهمی می‌باشند و یکی از موفق‌ترین و جامع‌ترین رسانه‌هایی هستند که می‌توانند آخرین اطلاعات، یافته‌ها و نتایج تحقیقات و پژوهش‌های علمی و فنی، و نقدها و تفسیرها را در زمینه یک رشته علمی مطرح کنند. از سوی دیگر با انتشار آخرین یافته‌ها و نظریات، افراد علاقه‌مند به یک رشته و همچنین دانشجویان و اساتید دانشگاه، مخاطبان با یک دستاورد فرهنگی نو روبرو می‌شوند. نقش‌هایی که نشریات تخصصی قادر به ایفا می‌باشند را می‌توان به شکل زیر خلاصه نمود:

الف) کارکرد اطلاعاتی شامل جمع‌آوری، عرضه و توزیع اخبار و اطلاعات جاری.

ب) کارکرد فرهنگی با معرفی تاریخچه‌ها و نیز طرح دیدگاه‌های متفاوت و کمک به ارتقای سطح دانش علمی و فنی متخصصان و دست‌اندرکاران یک رشته خاص.

ج) ایجاد ارتباط میان مراکز آموزشی، علمی و تحقیقاتی و همچنین میان پژوهشگران و کارشناسان به منظور انتقال و تبادل آموخته‌ها و تجربیات و کسب دستاوردهای جدید علمی،

د) کمک به مسئله بایی و حل مسائل علمی و فنی.

ایجاد و تقویت ظرفیت مطالعاتی و اجرایی در کشور، یک راهبرد اساسی برای دستیابی به اهداف برنامه‌های توسعه و ارتقای عملکردها و توسعه توانمندی‌های فنی می‌باشد. در این راستا نشریه تونل که از زمستان سال ۱۳۸۶ به صورت فصلنامه منتشر شده است، در پنج سال گذشته با انتشار ۲۰ شماره توانسته به عنوان نخستین فصل-نامه تخصصی کشور در زمینه تونل و تونلسازی جایگاه مناسبی را در عرصه این صنعت یافته است. این نشریه بستر مناسبی برای انتقال تجربیات ارزنده اساتید دانشگاه‌ها، متخصصان و کارشناسان این رشته فراهم نموده است.

سعی بر این بوده است که مطالب درج شده در هر یک از شماره‌های پیشین نشریه تونل دارای تنوع باشد و شامل بخش‌های اخبار، مقالات علمی، معرفی پروژه‌های تونلی داخلی و خارجی، معرفی پژوهش‌های انجام شده در دانشگاه‌ها، مرور و معرفی تحقیقات بین‌المللی، ترجمه مقالات و مطالب از منابع خارجی، معرفی کتاب-های تخصصی تونل سازی و رشته‌های مرتبط، اطلاع‌رسانی در رابطه با رویدادهای تونلی همچون دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و کنفرانس‌های داخلی و خارجی، و اعلام فعالیت‌های انجمن تونل بوده است.

در طول این پنج سال، استقبال اساتید و دانشجویان، سازمان‌ها، مؤسسات و شرکت‌های دست‌اندرکار صنعت تونل از این نشریه باعث دلگرمی همکاران نشریه تونل بوده است و امیدواریم با عملکرد خود تا کنون گامی هرچند کوچک در توسعه و رشد صنعت تونل برداشته باشیم.



برق‌دار شدن ۵ تونل محور اردبیل - سرچم

استاندار اردبیل از برق‌دار شدن پنج تونل محور اردبیل - سرچم تا پایان امسال خبر داد. به گزارش خبرگزاری فارس از اردبیل، اکبر نیکزاد در جلسه بررسی زیرساخت‌های محور اردبیل - سرچم اظهار داشت: تاکنون دو تونل دارای برق روشنایی هستند و انتظار می‌رود با همت و تلاش مضاعف مسئولان دستگاه‌های دخیل تا پایان امسال پنج تونل دیگر نیز با اعتباری بالغ بر ۶۹۰ میلیون تومان برق‌دار شوند. استاندار اردبیل خواستار برق‌دار شدن مسیر مواصلاتی اردبیل - سرچم از شرکت توزیع نیروی برق استان شد و یادآور شد: شش سایت از کل ۱۹ سایت با اعتبار ۵۷ میلیارد ریال به طول ۳۰ کیلومتر در حال اجرا است. نیکزاد گفت: در تلاش هستیم ۱۰ کیلومتر باقیمانده را نیز از سیستم روشنایی برخوردار کنیم. این مسئول تاکید کرد: این جاده مواصلاتی پرتردد که فاصله شهرهای مرکز استان اردبیل را تا مرکز کشور کاهش می‌دهد و به همین علت هر روز شاهد افزایش تردد در این مسیر هستیم.

رئیس کمیسیون ایمنی راه‌های اردبیل بیان داشت: امروزه حمل و نقل و راه‌های ارتباطی یکی از اجزای مهم اقتصاد ملی محسوب می‌شود و این موضوع به دلیل داشتن نقش زیربنایی تاثیر فراوانی بر فرآیند رشد اقتصادی کشور به ویژه استان اردبیل دارد. نیکزاد افزود: این افزایش تردد در جاده اردبیل - سرچم توجه ویژه دست‌اندرکاران امر را در خصوص زیرساخت‌ها و تجهیزات و امکانات مورد نیاز را می‌طلبد تا نسبت به تامین زیرساخت‌ها و رفع نواقصات این جاده مهم و پرتردد تمهیدات لازم را در اسرع وقت به عمل آورند.

وی تصریح کرد: استفاده‌کنندگان از این محور مواصلاتی باید با خیال آسوده و بدون داشتن دغدغه و نگرانی از کمبود امکانات و نواقصات جاده به مسافرت خود ادامه دهند. استاندار اردبیل ادامه داد: این جاده از مسیر فاراب تا پایان حوزه استحفاظی اردبیل که به طول ۹۰ کیلومتر است تنها ۲۰ کیلومتر آن دارای پوشش آنتن‌دهی همراه اول است و ۴۰ کیلومتر دیگر نیز بدون پوشش آنتن‌دهی است. نیکزاد از مسئولان دستگاه‌های ذی‌ربط خواست که تا پایان امسال نسبت به زیرپوشش قرار دادن این ۴۰ کیلومتر آنتن‌دهی در مسیر اردبیل - سرچم اقدامات مطلوبی را داشته باشند تا مسافران و استفاده‌کنندگان از این مسیر پرتردد که جدیدالتاسیس نیز می‌باشد مشکلی در رفت و آمد نداشته باشند. به گزارش خبرگزاری فارس از اردبیل، این مسئول در پایان سخنان خود با بیان اینکه با احداث ۱۹ سایت در این مسیر حداکثر تا پایان امسال پوشش آنتن‌دهی در این جاده پرتردد امکان پذیر خواهد بود، اذعان داشت: در صورت انجام چنین اقداماتی از سوی مبادی ذیربط تا پایان امسال در هیچ جای این مسیر

مواصلاتی عدم پوشش آنتن‌دهی همراه اول نخواهیم داشت.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۱۰/۱۶

پیشرفت ۲۵۰۰ متر تونل تاسیسات انرژی در منطقه

ثامن مشهد

سخنگوی سازمان مجری طرح نوسازی و بهسازی بافت فرسوده پیرامون حرم مطهر رضوی از پیشرفت ۲۵۰۰ متری تونل تاسیسات انرژی در منطقه ثامن خبر داد. به گزارش خبرگزاری فارس از مشهد، عباسعلی رشید در جمع خبرنگاران اظهار داشت: هدف از ایجاد تونل مشترک انرژی که انتقال دهنده تاسیسات آب، برق و مخابرات است، ایجاد هماهنگی و برنامه‌ریزی دقیق به منظور اجرای پروژه‌های خدماتی است و تا حد امکان از کنده کاری‌های بی‌مورد و وارد آمدن صدمه به شبکه تاسیسات جلوگیری می‌شود. سخنگوی سازمان مجری طرح نوسازی و بهسازی بافت فرسوده پیرامون حرم مطهر رضوی خاطرنشان کرد: سهولت تعمیر و تعویض لوله‌ها و کابل‌ها بدون نیاز به حفاری، امکان حفاظت فیزیکی تاسیسات، رفع مشکلات ترافیکی بر اثر حفاری‌های متعدد و سهولت در ارائه پشتیبانی خدمات از دیگر مزیت‌های احداث این تونل است. وی به حفر ۱۲ حوضچه به منظور جلوگیری از حفاری‌های متعدد و غیرضروری اشاره کرد و گفت: عملیات اجرایی تونل انرژی در خیابان شارستان حدفاصل میدان امیر تا تقاطع بازار رضا، به طول ۳۳۰ متر در حال اجرا است. رشید اظهار کرد: همچنین عملیات اجرایی این تونل در خیابان شارستان حدفاصل کوچه چهار باغ و مخابرات به طول ۲۰۰ متر با پیشرفت ۱۰ درصدی پیگیری می‌شود. وی اظهار کرد: در صورتی که اعتبار مورد نیاز این پروژه تامین شود، ۱۱ کیلومتر باقی مانده تونل ظرف یک سال و نیم آینده تمام شده و در اختیار شرکت‌های بهره‌بردار قرار می‌گیرد.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۱۰/۱۴

اتمام پروژه روشنایی تونل شماره دو محور

ایران شهر - نیکشهر

مدیر راهداری راه و شهرسازی جنوب سیستان و بلوچستان گفت: پروژه روشنایی تونل شماره دو محور ایران شهر - نیکشهر به طول ۶۳۰ متر با صرف هزینه‌ای بالغ بر ۵ میلیارد ریال به پایان رسید. عزیز الله درخوش امروز در گفت‌وگو با خبرنگار فارس در زاهدان اظهار داشت: اجرای روشنایی، رنگ‌آمیزی، نصب علائم داخل و بیرون و سولارهای چشمک زن در محل ورودی از اقدامات لازم برای ایمن سازی و اجرای پروژه روشنایی این تونل بشمار می‌رود. وی همچنین با اشاره به

ایمن‌سازی محور ایران شهر - نیکشهر بیان داشت: در راستای ایمن سازی محور ایران شهر - نیکشهر خط‌کشی، روشنایی، ساماندهی و آرام سازی مسیر، نصب ۷۰۰ متر گاردریل و نیز نصب چراغ‌های چشمک زن در پلیس راه نیکشهر انجام شده است. وی تصریح کرد: نصب ۸۵ مترمربع تابلوهای اطلاعاتی، ۷۰ عدد اختطاری، ۵۰ عدد انتظامی، ۴۵۰۰ عدد مسیر نما، ۶۰۰ عدد جانپناه، ۱۶۰۰ عدد فلش پیچ و تابلو های جهت نما خورشیدی با اعتباری بالغ بر ۲ میلیارد و ۳۴۰ میلیون ریال نیز از دیگر اقدامات انجام شده این محور است.

خبرگزاری فارس

۱۳۹۱/۱۱/۰۹

افتتاح تونل امامزاده هاشم تا پایان سال / بهره

بررداری از کنارگذر رودهن در دهه فجر

معاون وزیر راه و شهرسازی با اشاره امکان استفاده مسافران نوروزی از تونل امزاده هاشم در محور هراز، گفت: بزرگراه کنارگذر رودهن به فیروزکوه و قائم‌مهر متصل می‌شود. احمد صادقی در گفتگو با مهر در خصوص ساخت تونل امامزاده هاشم در محور هراز، اظهار داشت: ساخت این تونل در مراحل پایانی قرار دارد و تا پایان سال به بهره برداری می‌رسد. معاون وزیر راه و شهرسازی با بیان اینکه این تونل سهم زیادی در حمل و نقل کشور دارد، گفت: این تونل بخشی از واریانت گردنه تونل امامزاده هاشم است که با انجام این واریانت به طول ۵ کیلومتر و ۴۰۰ متر، گردنه صعب العبور و پرحادثه امامزاده هاشم حذف خواهد شد. وی افزود: این تونل به دلیل شرایط بسیار سخت و صعب العبور بودن با دشواری در حفاری و ساخت روبرو بوده است ضمن اینکه بافت تونل ریزشی بود و در زمان حفاری ۶۰۰ لیتر در ثانیه آب در تونل وجود داشت. وی با اشاره به اینکه مسافران در عید نوروز می‌توانند از این تونل استفاده کنند، بیان کرد: نکات برجسته تونل این است که ما تراز عبور را ۴۵۰ متر کاهش دادیم بنابراین خطر برف و کولاک در این منطقه وجود ندارد. صادقی با اشاره به پایان ساخت بزرگراه کنارگذر رودهن تا دهه فجر، اظهار داشت: این بزرگراه بطول ۸ کیلومتر به رودهن، فیروزکوه و قائم‌مهر متصل می‌شود که با احتساب رمپ و لومپ و تقاطع غیرهمسطح به ۱۰ کیلومتر می‌رسد. مدیرعامل شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل و نقل با بیان اینکه این کنارگذر زمان سفر را کوتاه می‌کند، بیان کرد: این مسیر حداقل یکساعت زمان سفر را کوتاه می‌کند و تاثیر زیادی بر کاهش مصرف سوخت خودروها دارد.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۱۱/۳

بهره برداری از سیستم هوشمند مدیریت ترافیک

در تونل نیایش

مدیرعامل شرکت کنترل ترافیک با بیان اینکه در تونل نیایش سیستم‌های هوشمند و مطابق با استانداردهای جهانی به کارگیری شده است گفت: همزمان با بهره برداری از تونل نیایش کلیه تجهیزات و سیستم‌های هوشمند ترافیکی و ایمنی این تونل تکمیل و آماده بهره برداری می‌شود. به گزارش خبرگزاری مهر، حجت الله بهروز اظهار کرد: در تونل نیایش به دلیل طول زیاد از تجهیزات و استانداردهای متفاوت استفاده شده است. تمامی سیستم‌ها مدیریت ترافیکی و ایمنی تونل از جمله سیستم های کنترل سرعت ، تهویه، آتش نشانی، روشنایی و... همزمان با بهره برداری از تونل به بهره برداری می‌رسند. وی افزود: این در حالی است که در تونل رسالت و توحید برخی از این سیستم ها با فاصله زمانی از بهره برداری تونل، تکمیل و به بهره برداری رسیدند. مدیر عامل شرکت کنترل ترافیک شهرداری تهران افزود: در تونل نیایش دوربینهای تردد شمار، ثبت سرعت لحظه ای و متوسط، دوربینهای نظارت تصویری، دوربینهای کنترل خط اضطرار و امداد و دوربینهای شناسایی نقطه حادثه نصب و راه اندازی می‌شود. بهروز بیان کرد: با سیستم های هوشمند به کارگیری شده، امکان مدیریت و نظارت دقیق بر وضعیت ترافیک در تونل نیایش فراهم شده و از نظر ایمنی نیز تونل نیایش تونلی کاملاً استاندارد و ایمن است.

خبرگزاری مهر

۲۲/۱۱/۱۳۹۱

مسیر غرب به شرق تونل نیایش افتتاح شد

شهردار تهران در مراسم بهره‌برداری آزمایشی از مسیر غرب به شرق تونل نیایش گفت: تونل جنوبی نیایش نیز آماده بهره برداری است اما به دلیل ترافیک زیاد و مسائل ایمنی، باند جنوبی تونل بعد از اتمام احداث پل صدر بازگشایی می‌شود. به گزارش خبرنگار مهر، مراسم بهره برداری آزمایشی تونل نیایش با حضور جمعی از مدیران شهرداری، نمایندگان مجلس، رئیس پلیس راهور تهران بزرگ و مرتضی طلایی رئیس کمیسیون فرهنگی اجتماعی شورای شهر صبح شنبه برگزار شد در این مراسم محمد باقر قالیباف با اشاره به آغاز احداث این تونل در خرداد ۹۰ گفت: شاید آن روز از من گرفته تا مهندسان و کارگران که تابلوی احداث را نصب کردیم باور به اجرای این کار داشتیم اما می‌دانستیم که کاری سخت است ولی با تکیه بر فرهنگ دوران دفاع مقدس و کار بسیجی توام با عقلانیت و خود باوری دست به دست یکدیگر داده و تونل نیایش را احداث کردیم. وی این تونل را از نظر زیبایی، زمان ساخت و کیفیت یکی از تونل های مشخص و



تونل راه‌آهن در مناطق ۱۷ و ۱۸ تهران تا اردیبهشت ۹۲

مدیرعامل راه‌آهن از افتتاح تونل راه‌آهن در مناطق ۱۷ و ۱۸ تهران تا اردیبهشت ۹۲ و تکمیل راه‌آهن کمربندی قم خبر داد و گفت: واریانت پل تله زنک آماده افتتاح بوده ضمن آنکه بازسازی کامل راه‌آهن هفت‌تپه-شوشتر تا فروردین ۹۲ به اتمام می‌رسد. به گزارش شبکه اطلاع رسانی دانا، عبدالعلی صاحب‌محمدی درباره پروژه‌های مهر ماندگار راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، اظهار داشت: پروژه‌های مهر ماندگار شامل پروژه‌های دارای اولویتی است که دولت تلاش می‌کند با اختصاص بودجه بیشتر، آنها را حداکثر تا شهریور ۱۳۹۲ به اتمام برساند. وی به طرح انتقال خط‌آهن تهران - تبریز به زیرزمین در مناطق ۱۷ و ۱۸ شهرداری تهران

راهداری اداره کل راه و شهرسازی استان فارس افزود: در صورت همکاری شرکت توزیع برق کازرون، روشنایی این تونل ها قبل از نوروز ۹۲ برقرار می گردد و به بهره برداری می رسد. روشن اظهار داشت: همچنین روشنایی کمربندی شیراز از پل امام حسن مجتبی(ع) تا تقاطع شهرک فرهنگیان به طول ۷ کیلومتر با همکاری شرکت توزیع برق شیراز با هزینه ای بالغ بر ۴ میلیارد ریال قبل از پایان سال ۹۱ برقرار می گردد. وی همچنین افزود: عملیات اجرایی کابل کشی نیز در محدوده پل میرزایی شیرازی و اجرای فنداسیون، کابل کشی و نصب پایاه و چراغ در محدوده پل اکبر آباد تا شهرک جوادیه در سال ۹۲ انجام می شود.

خبرگزاری مهر

۱۳۹۱/۱۲/۱۸

به طول ۵۰۰ متر و با پوشش فلزی را از بخش های دشوار این پروژه ذکر کرد و ادامه داد: بخش عمده ای از این پروژه در زیرزمین اجرا شده به طوریکه چندین کیلومتر تونل برای انتقال آب از سدها به یکدیگر و احداث مغارهای استقرار نیروگاه در عمق ۳۰۰ متری زمین ساخته شده که از بیرون قابل مشاهده نیست. این مسئول با اشاره به تفاوت این طرح با سدهای دیگر اظهار کرد: در این طرح، آب سدها هر ۲۴ ساعت باید چرخش داشته باشد در نتیجه برای جلوگیری از آسیب به سازه ها نیاز به دقت و پیشبینی های فنی خاصی دارد. طرح سیاه بیشه دارای دو سد سنگریزه ای باپوشش بتنی و یک نیروگاه تلمبه ذخیره ای زیرزمینی به ظرفیت یکهزارو چهل مگاوات است. مهندس غلامی، اختلاف ارتفاع دو سد بالا و پائین را حدود ۵۰۰ متر و حجم مفید هرکدام از مخزن ها را برابر با ۳/۵ میلیون مترمکعب اعلام نمود و گفت: یکی از دشوارترین بخش های نصب تجهیزات هیدرومکانیک نیروگاه سیاه بیشه مربوط به شفت مایل هر دو آبراهه بود که در این بخش مجموعاً» بالغ بر ۱۳۰ قطعه پوشش فلزی به قطر پنج متر و طول های ۵ تا ۱۰ متر در مدت زمان حدود یک سال نصب شد. وی میزان اعتبارات هزینه شده در این طرح را حدود ۱۲ هزار میلیارد ریال اعلام کرد و گفت: تونل جایگزین محور این سد نیز به طول ۶۰۰ متر و عرض ۱۱ متر ظرف مدت دو سال ساخته شده است. سد و نیروگاه سیاه بیشه به عنوان اولین نیروگاه تلمبه ذخیره ای کشور با بیش از ۹۷ درصد پیشرفت فیزیکی در فاصله ۱۲۵ کیلومتری شمال تهران و در مسیر جاده کرج-چالوس در استانمازندران در حال احداث است که در سالجاری به بهره برداری می رسد.

تارنمای شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

۱۳۹۱/۱۱/۲۹

افتتاح روشنایی تونل های دشت ارژن و کمربندی شیراز

مدیر راهداری اداره کل راه و شهرسازی استان فارس گفت: روشنایی تونل های دشت ارژن و کمربندی شیراز(پل امام حسن مجتبی(ع) تا تقاطع شهرک فرهنگیان به طول ۷ کیلومتر) از جمله طرح های راهداری است که تا پایان سال ۹۱ به بهره برداری می رسند. به گزارش خبرگزاری مهر، عزیزالله روشن با اعلام این خبر گفت: روشنایی شش دستگاه تونل محور دشت ارژن-کازرون با هزینه ای بالغ بر ۳۰ میلیارد ریال با ۱۰ دستگاه ترانس برای تامین برق و اجرای شبکه و کابل کشی ۲۰ کیلو ولت در مرحله تست تجهیزات و تاسیسات منصوبه در تونل ها می باشد. مدیر

تعریف شده در دنیا دانست و گفت: این تونل استانداردهای روز دنیا را دارد که توسط مهندسان این کشور هم اکنون آماده بهره برداری است. قالیباف افزود: تونل جنوبی نیایش نیز آماده بهره برداری است اما چون ترافیک حجم گسترده ای خواهد داشت و این بخش از تونل به پل طبقاتی صدر متصل می شود به دلیل مسائل ایمنی باند جنوبی تونل نیایش بعد از اتمام احداث پل صدر بازگشایی شده و مردم از آن استفاده خواهند کرد.

خبرگزاری مهر

۲۸/۱۱/۱۳۹۱

عملیات حفاری بزرگ‌ترین تونل فارس در لامرد پایان یافت

رئیس اداره راه و شهرسازی لامرد گفت : این تونل به عنوان بزرگ‌ترین تونل استانبه منظور حذف موانع سخت گذر از سال ۸۹ در حال ساخت است. آقای منصوری افزود : در عملیات حفاری این تونل دیواره ای به ارتفاع ۶ متر ، عرض ۱۵ و نیم متر و طول ۲ هزار و ۶۵۰ متر ایجاد شده است. وی اضافه کرد : تعداد انفجارهای صورت گرفته ۶۹۱ انفجار و حجم کلی حفاری آنحدود ۱۹۰ هزار مترمکعب است و به طور میانگین هر روز ۵/۵ متر عملیات حفاری انجام شد. این تونل ۲ هزار و ۸۰۰ متری ، ۱۵ و ۵ متر عرض و ۱۰ متر ارتفاع دارد. با ساخت تونل شهید باقری حدود ۱۱ کیلومتر طول مسیر لامرد - شیراز کاهش می یابد. وی اعتبار اولیه برای ساخت تونل گردنه شهید باقری را ۲۷۲ میلیارد ریال اعلام و پیش بینی کرد: این تونل تیر سال آینده به بهره برداری برسد .

واحد خبر صدا و سیمای مرکز فارس

اولین واحد نیروگاه تلمبه ای ذخیره ای سیاه بیشه وارد مدار می شود.

براساس برنامه تا پایان امسال اولین واحد نیروگاه تلمبه ای ذخیره ای سیاه بیشه واردمدار می شود. مهندس مهدی غلامی معاون اجرایی طرح سیاه بیشه با اعلام این خبر گفت: اولین واحد نیروگاه تلمبه ای ذخیره ای سیاه بیشه در سال جاری به بهره برداری می رسد و سه واحد دیگر آن در سال ۹۲ به بهره برداری می‌رسد. وی یادآور شد: نیروگاه تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه نخستین نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای ایران و دارای اولین سدهای سنگریزه‌ای با پوشش بتنی در ایران (CFRD) است که جزو بزرگترین تاسیسات برق آبی کشور و جهان محسوب می شود. معاون اجرایی طرح سیاه بیشه با اشاره به سختی های اجرای این طرح تصریح کرد: قرار گرفتن این پروژه در کنار جاده پر تردد چالوس ،دشواری هایی از بابت حمل تجهیزات به همراه داشت و از همین رو بخشی از تجهیزات سنگین در داخل کارگاه ساخته شد. وی عملیات ساخت شفت فولادی

به عنوان چاه های شرب و بهداشت شناخته می شوند که به کسانی که با این چاه ها به آب شرب تهران کمک کنند، پروانه بهره برداری داده خواهد شد.

ضمن آنکه بالغ بر ۵۰۰ حلقه چاه دارای پروانه بهره برداری شده اند و بالغ بر نیم لیتر در ثانیه اجازه برداشت دارند. وی به وجود چاه های متعدد در سطح شهر تهران اشاره کرد و گفت: در حال حاضر با مناطق مختلف شهرداری جلساتی برگزار شده و درصدد هستیم چاه های غیر مجاز را تعطیل کرده و در آینده از طریق پساب جایگزینی صورت می گیرد. ارتقای گفت: شرکت آب منطقه ای تهران به عنوان حافظ مظهر و مسیر قنات استان شناخته می شود و شناسایی چاه های غیر مجاز دشت ورامین در دستور شرکت است و با چاه هایی که بیش از مقدار مجاز برداشت کنند برخورد می شود. ارتقای در پایان بر آگاهی و همکاری مردم برای جلوگیری از حفاری چاه های غیر مجاز تاکید کرد و تصریح کرد: با حفاری چاه های غیرمجاز به طور طبیعی از حقآبه مالکان چاه های مجاز کم شده و در حقیقت از سهم واقعی این افراد کاسته خواهد شد.

روابط عمومی شرکت آب منطقه ای تهران
۱۳۹۱/۱۲/۲۷

وی افزود: در سال ۹۲ فاز اول تصفیه خانه ششم تهران به بهره برداری خواهد رسید و شاهد آغاز عملیات اجرایی تونل انتقال آب لار به کلان خواهیم بود، همچنین اجرای خط دوم انتقال آب ورامین نیز با استفاده از سرمایه گذاری بخش غیردولتی اجرا خواهد شد. وی به مطالعات خط دوم انتقال آب طالقان به سد امیرکبیر اشاره کرد و گفت: سال آینده مطالعات خط دوم انتقال آب طالقان به سد امیرکبیر در دست پیگیری خواهد بود تا عملیات اجرایی آن در سال ۹۳ اجرایی شود. ارتقایی تصریح کرد: علاوه بر اقدامات طرح و توسعه در سال ۹۲ یکی از اقداماتی که آب تهران انجام خواهد داد، سرمایه گذاری برای حدود ۲۰۰ میلیون متر مکعب پساب نامتعارف است که از دسترس خارج می شود و چنانکه بتوانیم سرمایه گذاری خارجی را برای این مهم جذب کنیم، آب های آلوده جنوب تهران جمع آوری و تصفیه خواهد شد و یکی از اهداف اصلی جمع آوری این آب های آلوده سالم سازی آنها است.

مدیر عامل شرکت آب منطقه ای تهران گفت: در محدوده استان تهران حدود ۱۶ هزار حلقه چاه مجاز با برداشت حدود دو میلیارد متر مکعب آب وجود دارد و بالغ بر ۲۱ هزار چاه غیر مجاز داریم که برداشت آب از چاه های غیر مجاز نیز بسیار زیاد است. وی افزود: حدود ۱۲ تا ۱۳ هزار حلقه چاه

وی تصریح کرد: هم اکنون در دنیا بحران جدی برای تامین آب وجود دارد و این امر از اهمیت بزرگی برخوردار است. از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵، دهه آب برای زندگی نام گرفته و در کشور ما و در حوزه آب استان تهران برای بیش از ۱۳ میلیون نفر جمعیت استان تهران آبرسانی صورت می گیرد. وی با اشاره به اینکه در افق ۱۴۱۰ این جمعیت بالغ بر ۱۸ میلیون نفر خواهد شد، گفت: تامین آب سالم از وظایف حیاتی شرکت آب منطقه ای تهران است و در سالی که گذشت در بخش مربوط به حفاظت منابع آب شامل آب های سطحی و زیرزمینی اقدامات خوبی انجام شده است.

ارتقایی افزود: بخش عمده ای از ساخت و سازهای غیر مجاز که حدود ۸۰ واحد مسکونی بودند، در محدوده نصرت آباد جمع آوری و تخریب شد و قرار است این محل در آینده تبدیل به پارک شده و عموم مردم از آن استفاده نمایند. ارتقایی افزود: همچنین در سال ۹۱ و با کسب مجوزات قانونی لازم در منطقه اوشان فشم و کن نیز ساخت و سازهای غیر مجاز تخریب شده در حوزه سد لثیان، ماملو و خجیر نیز واحد هایی با آلایندگی بالا قلع و قمع شد.

مدیر عامل شرکت آب منطقه ای تهران با اشاره به سایر طرح های این شرکت، گفت: اجرای ۳۰ کیلومتر تونل انتقال آب از سد تنظیمی کرج به شهر تهران و اجرای ۵۶ کیلومتر تونل انتقال آب از سرشاخه های دز به قمرود به پایان رسیده و در مجموع حدود ۹۰ کیلومتر از تونل های بلند انتقال آب توسط شرکت آب منطقه ای تهران در سال ۹۱ اجرایی شده است. وی با اشاره به انجام مطالعات مربوط به تصفیه خانه های پساب و باز چرخانی آب، گفت: در افق ۱۴۱۰ حدود یک میلیارد و ۳۰۰ میلیون متر مکعب آب باز چرخانی خواهد شد و در حال حاضر ۱۵۰ میلیون متر مکعب پساب برای دشت ورامین استفاده می شود.

ارتقایی در ادامه تصریح کرد: مطالعات مربوط به علاج بخشی سد لار انجام شده است و توسط یک تونل از سد لار از فرار آب جلوگیری و آب آن به منطقه کلان منتقل می شود، ضمن آنکه مطالعات مرحله اول طرح تونل انتقال آب از سد طالقان به سد امیرکبیر به انجام رسیده است و در صدد هستیم تا طرح انتقال آب از سرشاخه های دز به قمرود را در آینده نزدیک به اتمام برسانیم.

مدیر عامل شرکت آب منطقه ای تهران همچنین از انتقال آب به صورت ثقلی از طریق تونل قمرود خبر داد و گفت: از هفته پیش سیستم پمپاژ آب متوقف شده است و آب به صورت ثقلی و از طریق تونل به سد ۱۵ خرداد می رسد و از طریق خط انتقال آب قم نیز بالغ بر چهار و نیم متر مکعب در ثانیه آب منتقل می شود.

به عنوان یکی از پروژه های مهر ماندگار راه آهن اشاره کرد و گفت: در این پروژه حجم عملیات ۱۰ کیلومتر، طول تونل ۸ کیلومتر، عرض داخل تونل ۲۳ متر و ارتفاع آن ۷/۷ متر است. معاون وزیر راه و شهرسازی ادامه داد: تاریخ شروع عملیات اجرایی این پروژه سال ۱۳۸۷ بود و پیش بینی می شود حداکثر تا اردیبهشت ۱۳۹۲ این پروژه به بهره برداری برسد. مدیرعامل راه آهن تصریح کرد: کاهش چشم اندازهای نامناسب شهری در حاشیه خطوط راه آهن، ارتقای کیفی راه آهن موجود، امکان توسعه حمل و نقل ریلی خط آهن تهران - تبریز در آینده و کاهش آلودگی های زیست محیطی از مزایای عمده این طرح است.

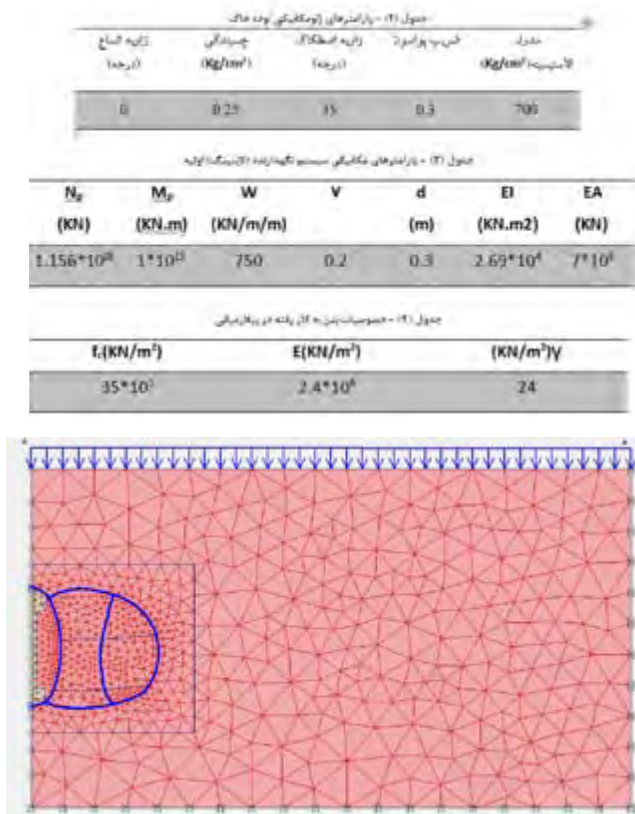
شبکه اطلاع رسانی دانا
۱۳۹۱/۱۲/۲۱

مدیر عامل شرکت آب منطقه ای تهران از انتقال آب به صورت ثقلی از طریق تونل قمرود به سد ۱۵ خرداد خبر داد

به گزارش روابط عمومی شرکت آب منطقه ای تهران، مهندس خسرو ارتقایی، مدیر عامل شرکت، در جمع خبرنگاران گفت: در حال حاضر در پنج سد زیر پوشش این شرکت، حدود ۶۲۷ میلیون متر مکعب ذخیره آبی داریم که این مقدار در سال گذشته حدود ۶۵۳ میلیون متر مکعب بوده است که در مقایسه با سال گذشته ۲۶ میلیون متر مکعب کاهش نشان می دهد. وی با اشاره به وضعیت مقدار ذخیره آب پشت سدهای زیر پوشش شرکت آب منطقه ای تهران، گفت: در حال حاضر مقدار ذخیره آب در سد امیرکبیر و در سال آبی جاری حدود ۱۲۱ میلیون متر مکعب، سد لثیان حدود ۵۰ میلیون متر مکعب، سد لار ۲۵ میلیون متر مکعب و سد طالقان ۲۷۲ میلیون متر مکعب است که مجموعاً نسبت به سال گذشته کاهش را نشان می دهد. ارتقایی بهره برداری هرچه زودتر تصفیه خانه هفتم تهران را که توسط شرکت آب و فاضلاب در حال احداث است، شایان توجه خواند و گفت: با بهره برداری از این تصفیه خانه شهرهای ورامین و پاکدشت و مناطق جنوبی تر می توانند از آن بهره مند شوند. ارتقایی شعار روز جهانی آب را در سال جاری «آب در هر مکان، برای همگان با همکاری های بین المللی» عنوان کرد و گفت: کشورهایی که دارای ذخایر آبی هستند، در مصرف آن نهایت صرفه جویی را می کنند، زیرا یکی از مشکلات حوضه های آبریز، انتقال آب بین حوضه ای است ضمن آن که یک میلیارد نفر از جمعیت جهان به دنبال آب سالم هستند.



در رفتار کلی مدل کمترین تاثیر را داشته باشد. با در نظر گرفتن موقعیت قطعه TU تونل امیرکبیر، ابعاد مدل ساخته شده به ترتیب برای طول، عرض و عمق ۲۷*۵۰*۲۴ متر



شکل ۴ - المان بندی در مقطع عرضی

انتخاب شد. به دلیل حجم بالای مدل و باتوجه به نزدیکی خواص لایه های خاک اطراف تونل، این لایه ها تجميع و به صورت یک لایه معادل فرض شد و نیز با توجه به مقارن بودن مدل و روند حفاری، نیمی از مقطع تونل شبیه سازی گردید.

مدل رفتاری الاستوپلاستیک کامل با معیار موهبر- کولمب برای توده خاک اطراف تونل و مدل رفتاری الاستیک برای شاتکریت (پوشش اولیه تونل) و پیلار میانی اختصاص یافت. پارامترهای مکانیکی خاک و سیستم نگهدارنده و بتن بترتیب مطابق جداول ۲ تا ۴ می باشد. المان بندی در مقطع عرضی در شکل ۴ نشان داده شده است.

۶- ۱. آنالیز حساسیت

به منظور انجام موفق تحلیل برگشتی به روش مستقیم، ابتدا تحلیل حساسیتی بر روی پارامترها صورت می گیرد تا مهمترین آنها تعیین شوند. جهت تحلیل حساسیت ابتدا لازم

$$\text{Error Function} = \frac{\sum_{k=1}^N [u_k - u_k^*]^2}{\sum_{k=1}^N u_k^*}$$

این مقادیر به صورت جداگانه از آزمایش های آزمایشگاهی و صحرایی انجام شده، بدست آمده است. بعلاوه فرض شده است یک نوع خاک در اطراف تونل وجود دارد که پارامترهای الاستیسیته آن با افزایش عمق افزایش می یابد. مقدار این افزایش ۲۱۰۰ kg/cm² به ازای هر ۱۰ متر افزایش عمق می-باشد. حداکثر مقدار مدول الاستیسیته ۱۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

۵. رفتارسنجی و ابزار دقیق

با توجه به اهمیت پایداری تونل و عبور از زیر خیابان پرتدد

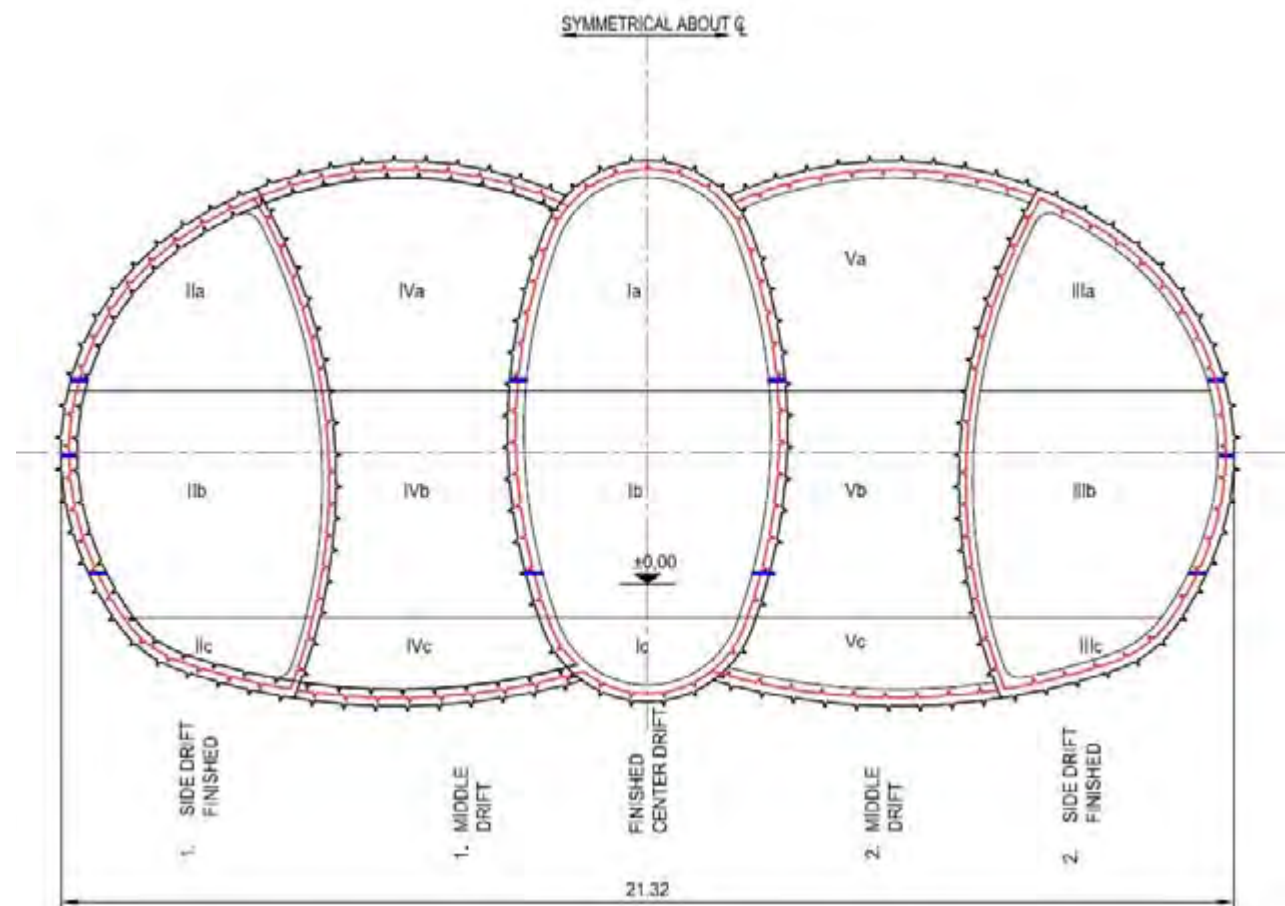


شکل (۳) - آرایش پین های نشست سنج محدوده تونل

۱۷ شهریور و همچنین عبور تونل از زیر کانال فاضلاب لازم است عملیات رفتارسنجی به صورت سیستماتیک انجام شده و عوامل ناپایداری های احتمالی مورد بررسی قرار گیرند. سیستم ابزار دقیق در نظر گرفته شده برای رفتارسنجی تونل TU شامل اکستنسومتر (کشیدگی سنج)، نشست سنجی سطح زمین، پین های ژئودتیک داخل تونل و پین های ژئودتیک دهانه شرقی و غربی می باشد که بعنوان نمونه آرایش نشست سنجی سطح زمین در شکل (۳) نشان داده شده است [۳].

۶. مراحل ساخت مدل

با در نظر گرفتن شرایط فوق، مقطع حدفاصل کیلومتراژ ۰+۲۱۱ تا ۰+۲۳۵ به عنوان مقطع مدلسازی قطعه TU از تونل امیرکبیر تهران انتخاب و مقطع ۰+۲۱۱ به عنوان مقطع شاخص آنالیز برگشتی برگزیده شد. جهت مدلسازی سه بعدی از نرم افزار ۳D Tunnel Plaxis استفاده شده است. برای اینکه شرایط واقعی زمین در نظر گرفته شود، بایستی ابعاد مدل انتخابی به نحوی باشد که شرایط مرزی اعمال شده



شکل (۲) - روند خاکبرداری چند مرحله ای

و رس هستند (GC, GM, SC, SM). این خاکها حاوی مقادیر مختلفی (۵ تا ۵۰ درصد) از مصالح ریزدانه هستند. بعلاوه میان لایه های سیلتی و رسی مشاهده می شود. بر اساس نتایج آزمایشهای ژئوتکنیکی، پارامترهای لایه ها بصورت جدول (۱) آورده شده است [۲].

قابل ذکر است که اعداد ارائه شده در این جدول به عنوان خصوصیات متوسط کل خاک منطقه در نظر گرفته شده است.

پارامترهای مقاومتی لایه خاک دستی (۰ تا ۵ متر)	
$\phi_{cu} = 31 \text{ degree}$	internal friction angle
$c_{cu} = 0.15 \text{ Kg/cm}^2$	Cohesion (CU)
$\gamma_m = 1.9 \text{ gr/cm}^3$	Natural density
$\nu = 0.35$	Poisson ratio
$E = 300 \text{ kg/cm}^2$	Elasticity modulus
پارامترهای مقاومتی لایه درشت دانه (بیشتر از ۵ متر)	
$\phi_{cu} = 35 \text{ degree}$	Internal friction angle
$c_{cu} = 0.25 \text{ Kg/cm}^2$	Cohesion(CU)
$\gamma_m = 2.0 \text{ gr/cm}^3$	Natural density
$\nu = 0.3$	Poisson ratio
$E = 700 \text{ kg/cm}^2$	Elasticity modulus

به عبارت دیگر، پس از هر ۰/۵ متر حفاری، یک لیتس تعبیه می شود و شاتکریت پاشیده می شود. پس از اتمام ۱۰ متر، حفاری قسمت مرکزی پائین آغاز می شود. مراحل حفاری این قسمت نیز مشابه حفاری بخش فوقانی است. بدین معنی که حفاری قسمت پائینی ۱۰ متر از حفاری قسمت فوقانی عقب تر می باشد.

پس از آن حفاری سایر قسمتها تونل آغاز می شود.. در شکل (۲) مراحل حفاری نشان داده شده است.

۴. مشخصات ژئوتکنیکی

با توجه به نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و صحرایی انجام شده، شرایط زیر سطحی محل پروژه به شرح زیر می باشد: سطح آب زیرزمینی در حدود عمق ۲۸ متری از سطح زمین می باشد و براساس لوگ گمانه های موجود می توان به وجود مصالح دارای لای ورس (GC, GM, SC, SM) پی برد که درصد ریز دانه شان بین ۵ تا ۴۰ متغیر می باشد. قابل ذکر است که تعداد لنها و لایه های ریز دانه به علت قابل توجه بودن مقادیر مصالح درشت دانه چندان مهم نمی باشد.. بطور کلی خاک منطقه از شن ماسه ای متراکم و ماسه های متراکم تشکیل شده است که هر دوی آنها دارای مقداری سیلت

محیط	پارامتر	درجه حساسیت
توده خاک	چسبندگی	۴
	زاویه اصطکاک	۳
	مدول الاستیسته	۱
	نسبت پواسون	۵
—	نسبت تنشها	۳

* مقدار حساسیت ۱ نمایانگر بیشترین حساسیت و افزایش مقدار، نمایانگر کاهش حساسیت می باشد.

درصد تغییرات مدول الاستیسته، ضریب پواسون، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و نسبت تنشها و در جدول ۵ نتایج حاصله از تحلیل حساسیت ارائه شده است. نتایج این تحلیلها نشان می دهد که بیشترین حساسیت مربوط به مدول الاستیسته ی توده خاک و نسبت تنش هاست. با در نظر گرفتن تمام نتایج فوق نسبت به تدقیق پارامترهای اصلی حساستر با استفاده از روش سعی و خطا اقدام شده است.

حسب درصد تغییرات همان پارامتر رسم می گردد. اکنون برای انتخاب پارامتر حساستر، به نمودار مراجعه کرده و آن منحنی که دارای شیب بیشتری است به عنوان پارامتر حساستر انتخاب می شود. در شکلهای (۵) تا (۹) نمودار تغییرات تابع خطا بر حسب

جدول (۶) - نتایج نشست سنجها در مقاطع ابزار دقیق، قبل از احداث پیلارمیانی

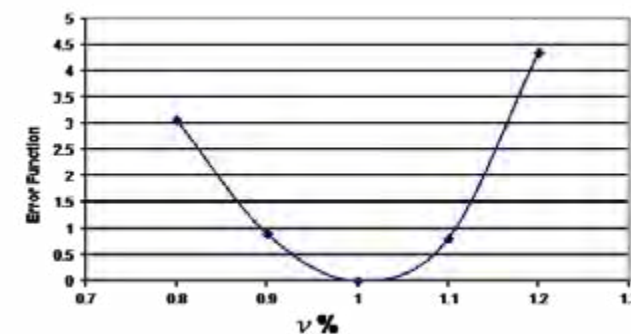
ردیف	ایستگاه	کیلومتر اژ	نشست ثبت شده رفتارنگاری (mm)	میزان نشست مدل (mm)
۱	S41	0+211	1.8	1.151
۲	S42	0+222	2	
۳	S51	0+211	1.3	0.964
۴	S52	0+222	1.2	

جدول (۶) - نتایج نشست سنجها در مقاطع ابزار دقیق، قبل از احداث پیلارمیانی

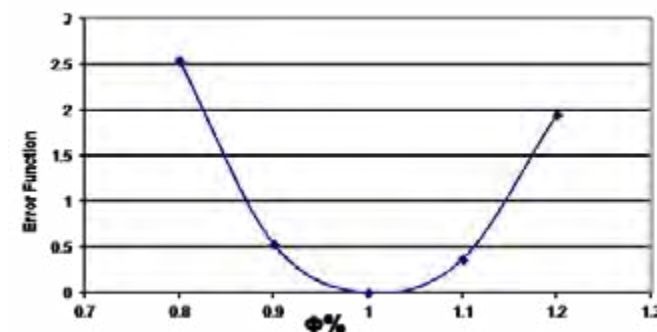
ترکیبی از آنها را در مدل مربوطه مورد بررسی قرار داد. برای هر پارامتر ۵ مقدار مختلف در نظر گرفته شد. در هر مرحله در جریان اجرای برنامه نقاط کنترلی بررسی و با داده های ابزار بندی مقایسه شدند. در جدول (۶) تغییرات جابجایی قبل از احداث پیلارمیانی که نشست سنجهای سطحی نشان می دهند

۵- ۲. آنالیز برگشتی
روش تحلیل برگشتی انتخابی در این تحقیق روش مستقیم می باشد که در این مرحله می بایست پارامترهای حساس و

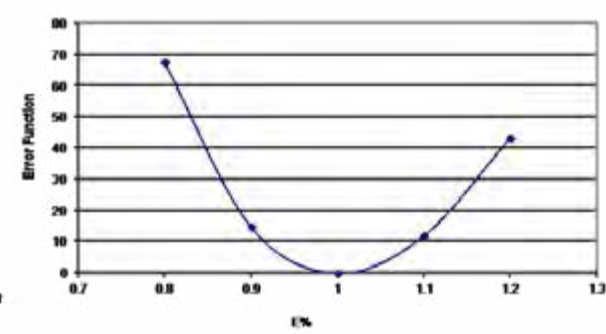
انتهای حفاری ادامه می یابد و مقدار جابجایی در نقاط کنترلی ذخیره می شود. سپس در هر پارامتر به طور جداگانه ۱۰٪ تغییر داده می شود و مجددا مدل ساخته می شود و مقدار جابجایی در نقاط کنترلی ذخیره می گردد. برای هر پارامتر ۵ مرتبه این عملیات انجام می گیرد و اطلاعات، نگهداری می شود. پس از اتمام تمامی مراحل، مقادیر بدست آمده از هر مرحله در تابع خطا قرار داده می شود و منحنی این تابع بر



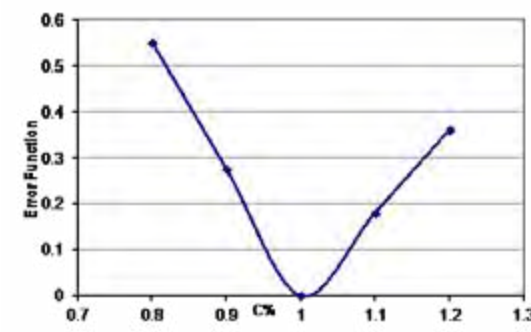
شکل (۶) - نمودار تغییرات تابع خطا برای ضریب پواسون



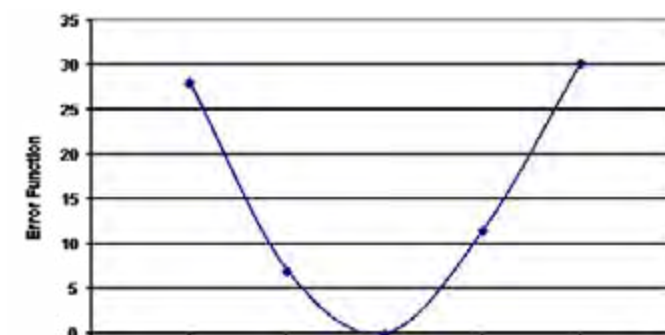
شکل (۸) - نمودار تغییرات تابع خطا برای زاویه اصطکاک داخلی



شکل (۵) - نمودار تغییرات تابع خطا برای مدول الاستیسته

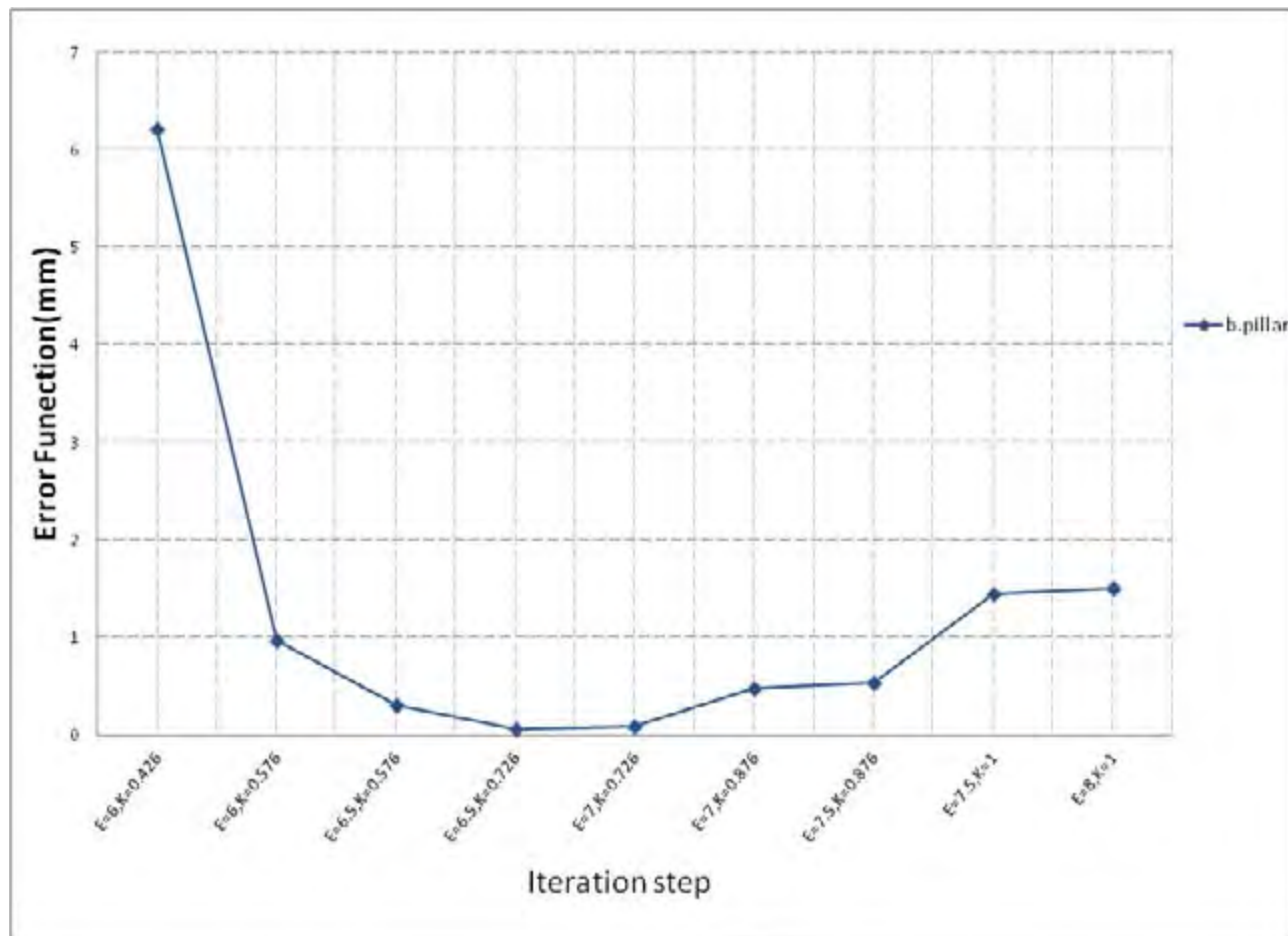


شکل (۷) - نمودار تغییرات تابع خطا برای چسبندگی



شکل (۹) - نمودار تغییرات تابع خطا برای نسبت تنشها

جدول (۵) - نتایج تحلیل حساسیت

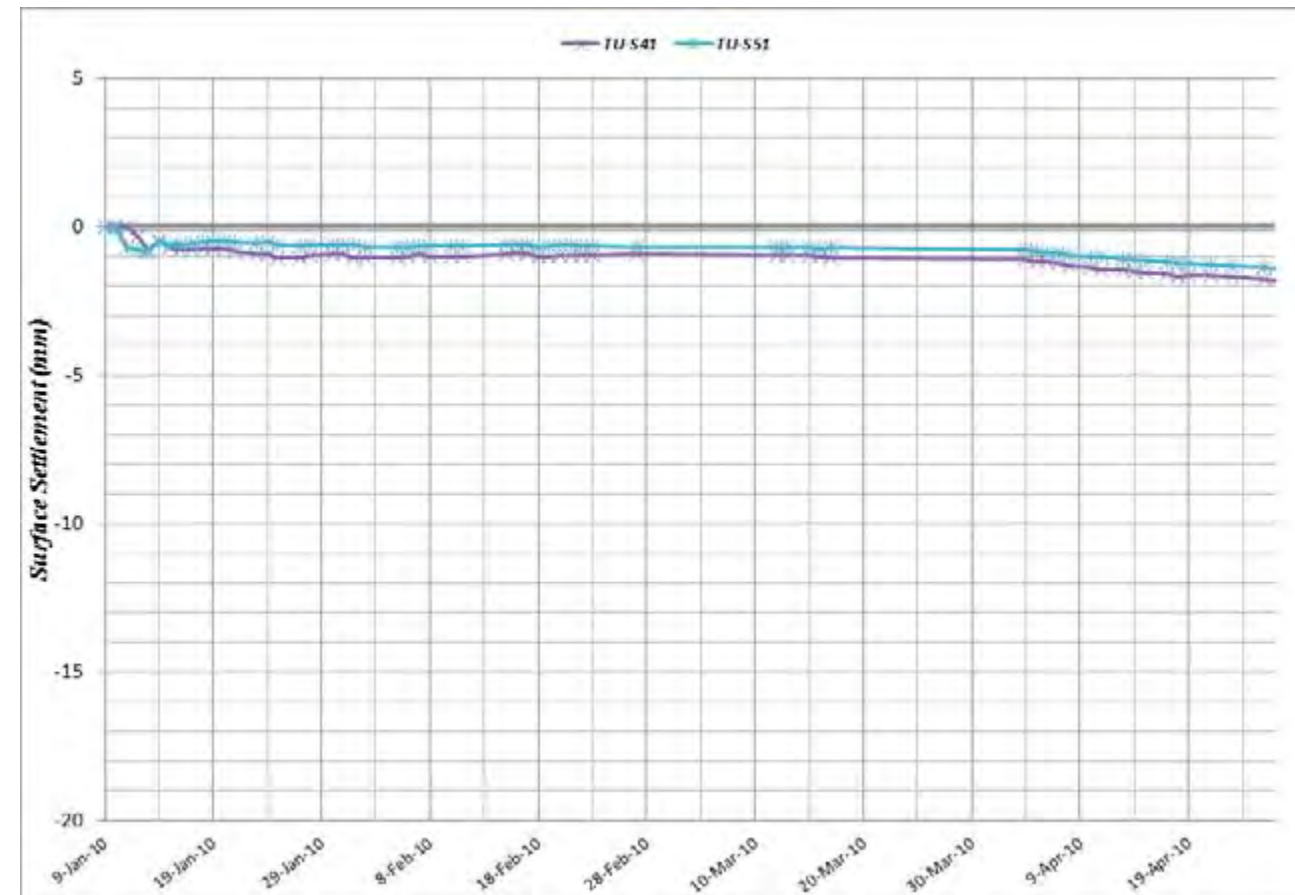


شکل (۱۲): نمودار تابع خطا با ترکیبات پلکانی E,K (قبل از احداث پیلارمیانی)

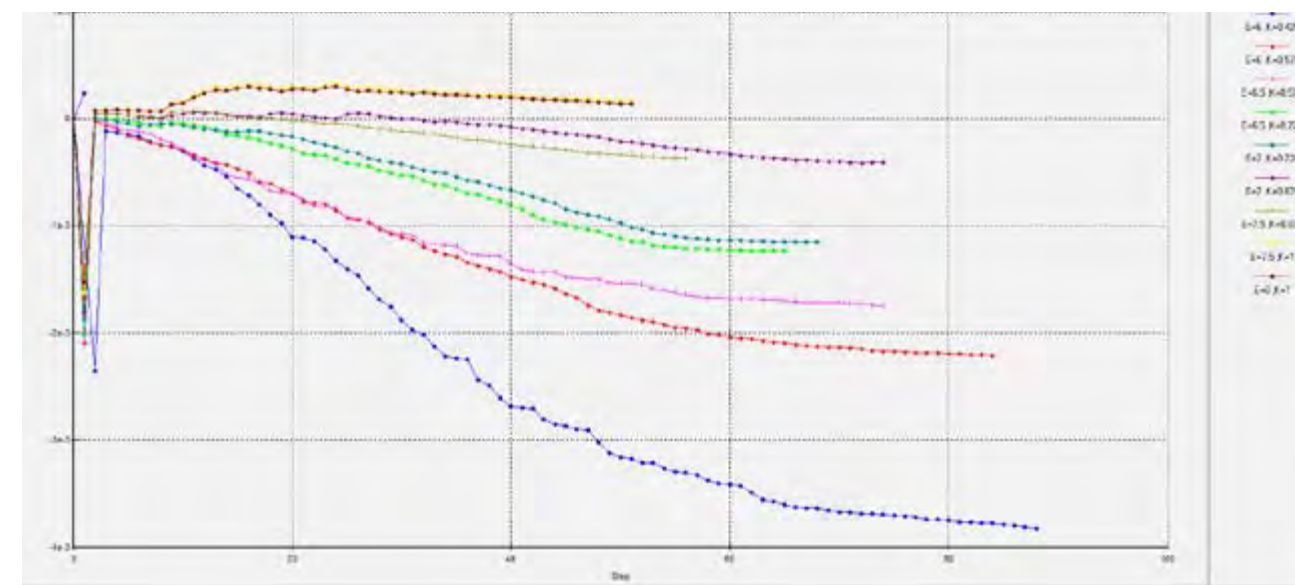
در جدول (۷) تغییرات جابجایی بعد از احداث پیلارمیانی که نشست سنجهای سطحی نشان می دهند به همراه نتایج مدل در مقطع مورد تحلیل آورده شده است.

ردیف	ایستگاه	کیلومترراژ	نشست ثابت رفتارنگاری (mm)	میزان نشست مدل (mm)
۱	S41	0+211	9.8	9.926
۲	S42	0+222	7.8	
۳	S45	0+235	10.3	
۴	S51	0+211	7	9.264
۵	S52	0+222	7.8	

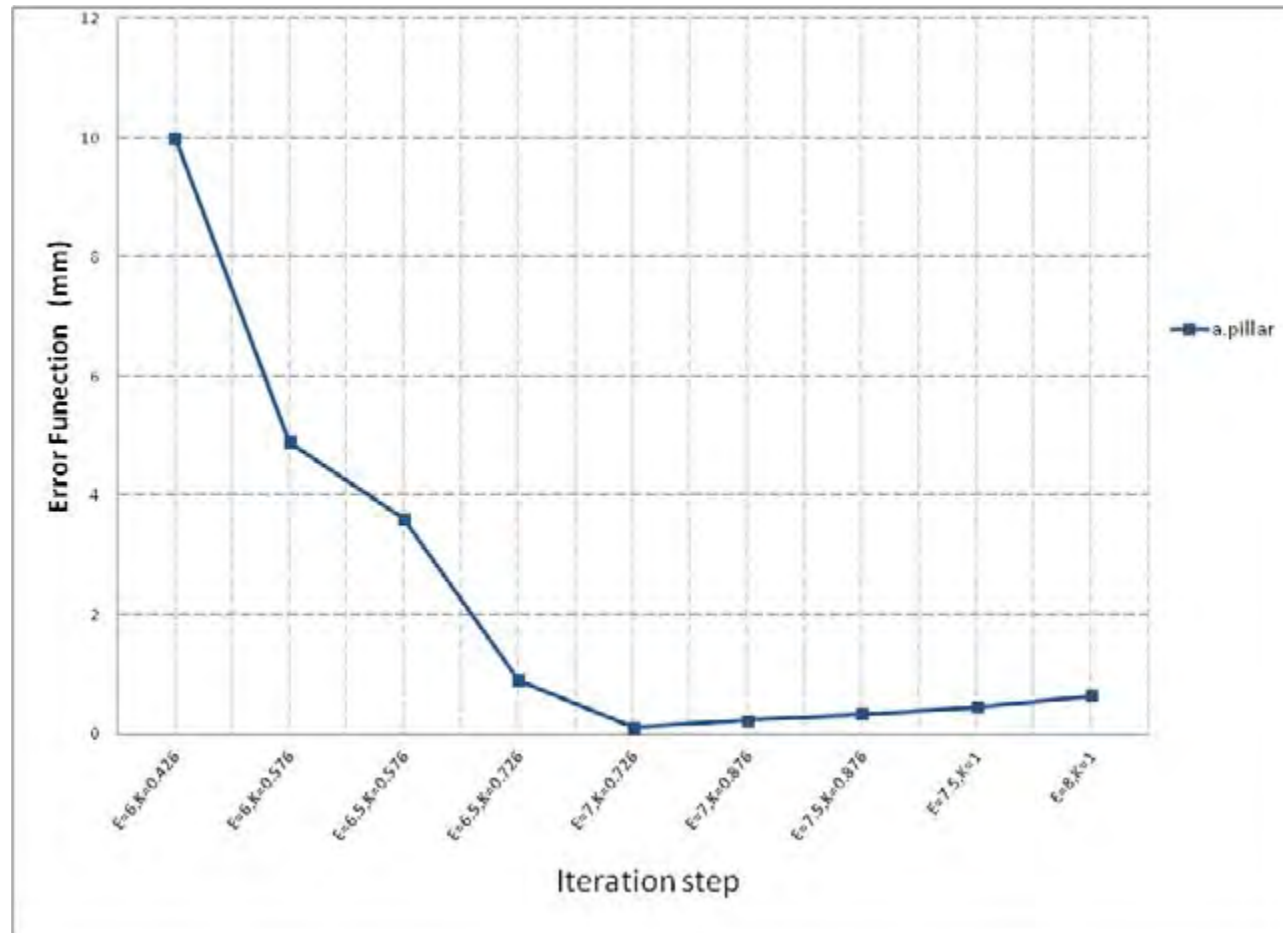
جدول (۷) - نتایج نشست سنجها در مقاطع ابزار دقیق، بعد از احداث پیلارمیانی



شکل (۱۰) - نمودار نشست سطحی ابزار دقیق در کیلومترراژ ۰+۲۱۱ (قبل از احداث پیلارمیانی)



شکل (۱۱) - نمودار نشست سطحی خروجی مدل با ترکیبات پلکانی E,K (قبل از احداث پیلارمیانی)



شکل (۱۵): نمودار تابع خطا با ترکیبات پلکانی E, K (بعد از احداث پیلارمیانی)

اعمال شرایط نگه داری اولیه، سیستم نگه داری و توده خاک به تعادل می رسند، بنابراین سیستم فعلی مناسب بوده و نیازی به تقویت آن نمی باشد.

مراجع

[۱] مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار، طراحی مفهومی تونل امیرکبیر، شهریور ۱۳۸۸.

[۲] مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار، گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیک تونل امیرکبیر، مهر ۱۳۸۸.

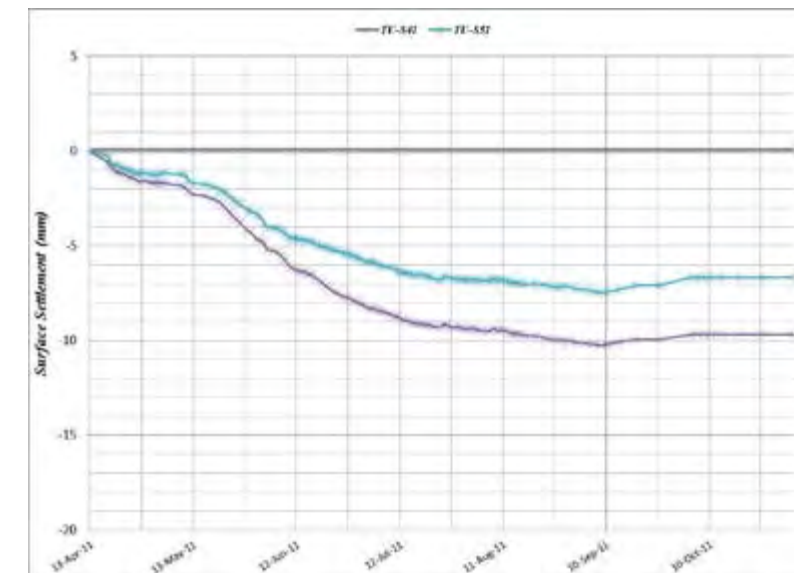
از بین مدل‌های در نظر گرفته شده نتایج مدلی که در آن نسبت تنش برابر مقدار ۰/۷۲۶ و مدول الاستیسیته برابر همان مقدار اولیه است با نتایج ابزار دقیق تطابق بیشتری نشان می دهد.

۷. نتیجه گیری

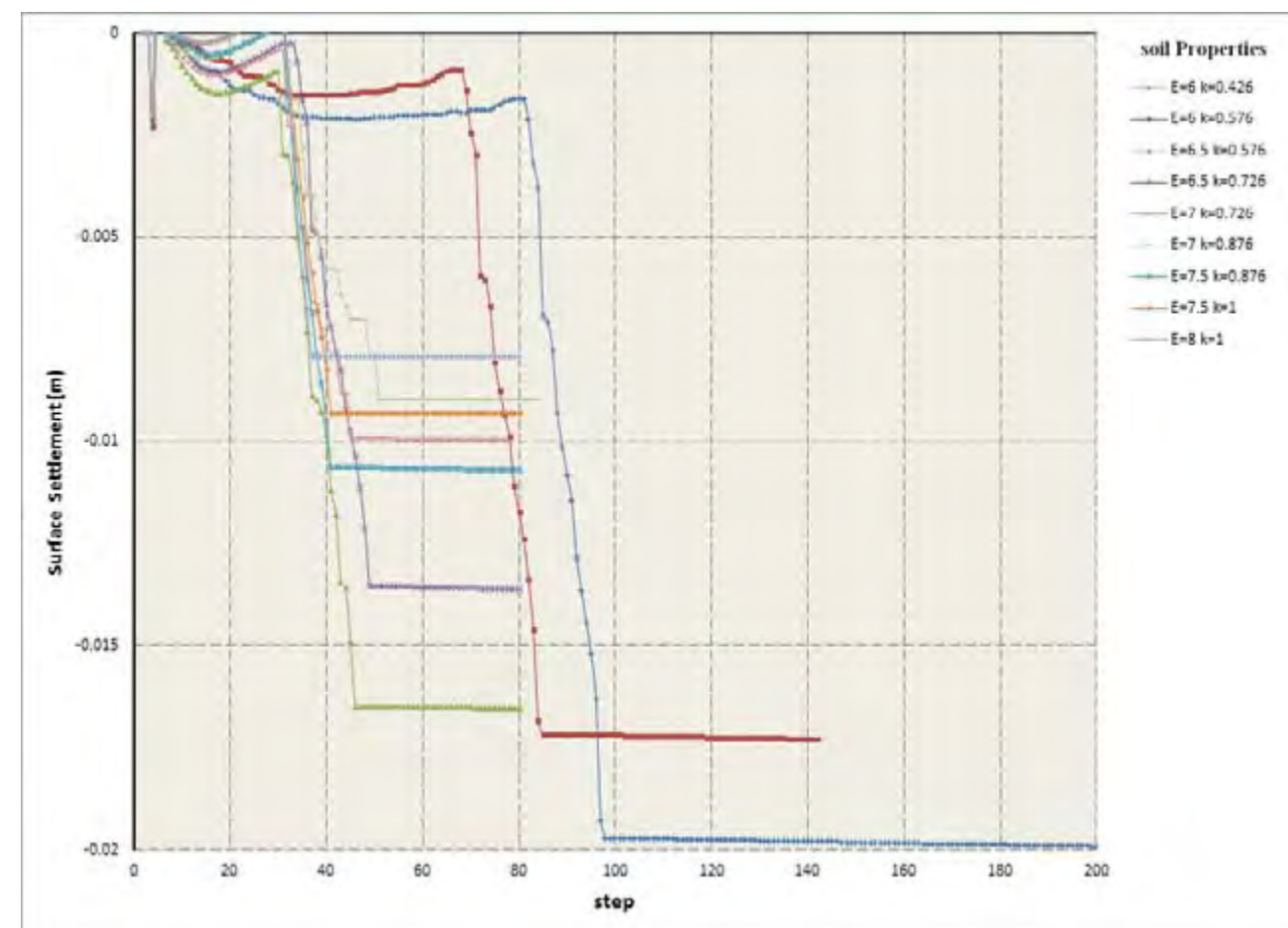
بر اساس آنالیز حساسیت صورت گرفته مشاهده می شود که مدل مورد مطالعه نسبت به مدول الاستیسیته (E) و نسبت تنشها (K) حساسیت بیشتری در مقایسه با سایر پارامترها نشان می دهد. با انتخاب مقادیر مختلفی از این دو پارامتر و بررسی کاربرد همزمان آنها و نیز تأثیر ترکیب آنها بر روی نتایج مدل، نتیجه به دست آمده حاکی از آنست که مقدار مدول الاستیسیته برابر $E = 70 \text{ MPa}$ و نسبت تنشها در حدود ۰/۷ می باشد.

نتایج به دست آمده از محاسبات در مقایسه با داده های حاصله از ابزار دقیق مربوط به دو بخش زمانی قبل از فعال شدن پیلار میانی و پس از فعال شدن آن، تطابق نسبتاً خوبی نشان می دهند. نتایج بدست آمده از مدلسازی سه بعدی نشاندهنده اینست که سیستم نگه دارنده به کار رفته در تونل، کارآمد بوده و تعادل خوبی بین سیستم نگهداری و توده خاک حاصل شده است به طوریکه مدتی پس از حفر و

شکلهای ۱۳ تا ۱۵ بترتیب نمودار نشست سطحی ابزار دقیق در کیلومتراژ ۰+۲۱۱، نمودار نشست سطحی خروجی مدل با ترکیبات پلکانی E, K، نمودار تابع خطا با ترکیبات پلکانی E, K بعد از احداث پیلارمیانی را ارائه می دهند.



شکل (۱۳) - نمودار نشست سطحی ابزار دقیق در کیلومتراژ ۰+۲۱۱ (بعد از احداث پیلارمیانی)



شکل (۱۴) - نمودار نشست سطحی خروجی مدل با ترکیبات پلکانی E, K (بعد از احداث پیلارمیانی)

جدول ۱- روابط تجربی برای محاسبه نقطه عطف منحنی نشست زمین

ارائه دهنده	رابطه	توضیحات
پک [۱]	$\frac{i}{R} = \left(\frac{z_0}{2R}\right)^n; n = 0.8 - 1.0$	مشاهدات محلی
آتول و فارمر [۸]	$\frac{i}{R} = \left(\frac{z_0}{2R}\right)$	مشاهدات محلی در تونل‌های بریتانیا
اشمیت [۹]	$\frac{i}{R} = \left(\frac{z_0}{2R}\right)^{0.8}$	مشاهدات محلی در تونل‌های بریتانیا
نیو و اُرایلی	$i = 0.43z_0 + 1.1; 3 \leq z_0 \leq 34m$	مشاهدات محلی در تونل‌های بریتانیا
اتکینسون و پاتس [۱۰]	$i = 0.25(1.5z_0 + 0.5R)$	مشاهدات محلی و تست‌های آزمایشگاهی
لیچ	$i = (0.45z_0 + 0.57) \pm 1.01m$	مکان‌هایی که تحکیم وجود ندارد
میر و همکاران	$i = 0.5z_0$	مشاهدات محلی و تست سائتریفورژ

۳- معرفی پروژه

خط شمالی - جنوبی متروی اصفهان از ایستگاه پاسداران در شمال شروع شده و به ترمینال مسافربری صفه در جنوب ختم می‌شود و از خیابان‌های بهارستان، کاوه، چهارباغ پایین، چهارباغ عباسی (یا مسیر جایگزین)، چهارباغ بالا و هزار جریب عبور می‌کند. طول کل مسیر ۲۰/۲ کیلومتر بوده که عمده طول مسیر در زیرزمین احداث می‌شود. تعداد ایستگاه‌های این خط ۲۱ واحد می‌باشد که تماماً زیرزمین واقع شده‌اند.

این خط به پنج قطعه تقسیم می‌شود که در این تحقیق حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه (قطعه جنوبی) بررسی شده است. قطعه جنوبی از ایستگاه آزادی شروع و تا ایستگاه صفه توسط دو دستگاه حفار نیمه اتوماتیک رودهدر به روش مرحله‌ای (تاج و کف) اجرا می‌شود.

قطعه جنوبی شامل دو تونل رفت و برگشت مجزا با مقطع نعل اسبی و قطر حفاری ۷ متر و عمق ۱۴ تا ۲۷ متر از سطح آسفالت به طول ۳/۸ کیلومتر در حال اجرا است. فاصله محور به محور دو تونل نیز حدود ۱۴ متر می‌باشد.

بررسی تأثیر حفر تونل‌های دوقلو بر نشست سطح زمین با استفاده از روش‌های تجربی و عددی (مطالعه موردی: متروی اصفهان)

سینا رستم‌آبادی^۱، مصطفی شریف‌زاده^۲، نوید حسینی^۳

[۳] مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار، گزارش رفتارنگاری تونل امیرکبیر، ۸۹-۱۳۸۸.

چکیده

یکی از مسائل مهم در ساخت تونل‌های شهری، توجه به نشست سطح زمین و برآورد آن است. در این مقاله با استفاده از روش‌های تجربی و عددی برای نخستین بار به بررسی میزان نشست زمین در متروی اصفهان، حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه پرداخته شده است. میزان نشست زمین با روش تجربی برای تونل‌های دوقلو، در حالت تکی ۱۴ میلیمتر و برای حالت دوقلو ۲۹ میلیمتر بدست آمده است. در مرحله بعد تونل‌های دوقلو با استفاده از روش عددی المان محدود مدل‌سازی شده و با توجه به حفر مرحله‌ای تونل‌ها، میزان نشست بعد از حفر کامل دو تونل ۱۷ میلیمتر برآورد شده است. همچنین یک مطالعه پارامتریک روی تأثیر فاصله محور تونل‌ها بر میزان نشست انجام شده است که نشان می‌دهد با افزایش فاصله محورها میزان نشست کاهش می‌یابد. رهیافت به کار رفته در این تحقیق نشان می‌دهد که روش تجربی به دلیل در نظر نگرفتن پارامترهای ژئومکانیکی خاک میزان نشست بیشتر و محافظه کارانه‌تری را نسبت به روش عددی بدست می‌دهد و استفاده از روش‌های تجربی فقط در مراحل اولیه مطالعات توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: نشست زمین- تونل دوقلو-روش تجربی-روش عددی المان محدود-متروی اصفهان

۱- مقدمه

در حال حاضر با توجه به افزایش جمعیت در کلان شهرها و ایجاد مشکلات ترافیکی در حمل و نقل، ساخت متروها برای کاهش ترافیک و آلودگی هوا امری اجتناب ناپذیر است و از این رو در شهرهای بزرگ پروژه‌های مترو در دست احداث است. یکی از مهم‌ترین مسائل در ساخت تونل‌های شهری توجه به میزان نشست زمین برای حفظ ایمنی سازه‌های سطحی می‌باشد. در یک دسته‌بندی کلی، برای پیش‌بینی میزان نشست زمین، سه روش تجربی، تحلیلی و عددی وجود دارد. برای مثال روش‌های ارائه شده توسط پک [۱]، رانکین [۲] و وانگ [۳] از جمله روش‌های تجربی و روش‌های ارائه شده توسط لگاناتان - پولوس [۴]، ورویت - بوکر [۵] و بابت [۶] روش‌های تحلیلی می‌باشند.

روش‌های تجربی بر اساس انجام مشاهدات و تجربیات بدست آمده از پروژه‌های گذشته شکل گرفته‌اند و برای مطالعات اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند و در بیشتر موارد تنها به عمق و شعاع تونل وابسته می‌باشند. روش‌های تحلیلی بر مبنای ریاضیات و حل معادلات استوار بوده و جزئیات

بیشتری در این روش‌ها نسبت به روش‌های تجربی در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله برای نخستین بار میزان نشست زمین در متروی اصفهان، حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه، با به کارگیری روش تجربی تونل‌های دوقلو و استفاده از روش عددی المان محدود (۲D Plaxis ۸,۲) برآورد شده است. در انتها یک مطالعه پارامتریک بر روی فاصله محور تونل‌ها بر میزان نشست زمین به روش المان محدود انجام شده است.

۲- معرفی روش تجربی برای تونل‌های دوقلو

در تونل‌های دوقلو، پیش‌بینی میزان نشست زمین در اثر حفر تونل، به دلیل رفتار اندرکنشی و ایجاد زون اغتشاش، امری دشوار است. در ارتباط با تونل‌های دوقلو با فاصله‌ای بیش از دو قطر می‌توان با اضافه کردن منحنی‌های نشست مربوط به هر تونل تخمین مناسبی از نشست زمین بدست آورد. در حالتی که فاصله تونل‌ها کمتر از دو قطر باشد باید میزان کاهش حجم بیشتری را برای تونل دوم لحاظ کرد تا این روش کارایی داشته باشد [۳]. رابطه تجربی ارائه شده برای این روش مطابق رابطه (۱) است.

$$S_{max2} = 1.5 \left(\frac{z_0}{d} \right)^{0.3} S_{max1} \quad (1)$$

رانکین در سال ۱۹۸۸ رابطه (۲) را برای پیش‌بینی نشست بیشینه ارائه کرده است [۲]:

$$S_{max} = 0.0126V_i \frac{R^2}{i} \quad (2)$$

در حقیقت نشست زمین، ناشی از کاهش حجم خاک پیرامون تونل است. زیرا خاک به داخل فضای حفاری شده حرکت کرده و باعث نشست در سطح زمین می‌شود. برای بدست آوردن نشست بیشینه تونل تک باید از رابطه (۲) استفاده شود و برای این کار باید نقطه عطف منحنی نشست زمین محاسبه شود.

محققین زیادی برای محاسبه این پارامتر روابطی ارائه کرده‌اند که برخی از آنها به طور خلاصه در جدول ۱ قابل مشاهده است.

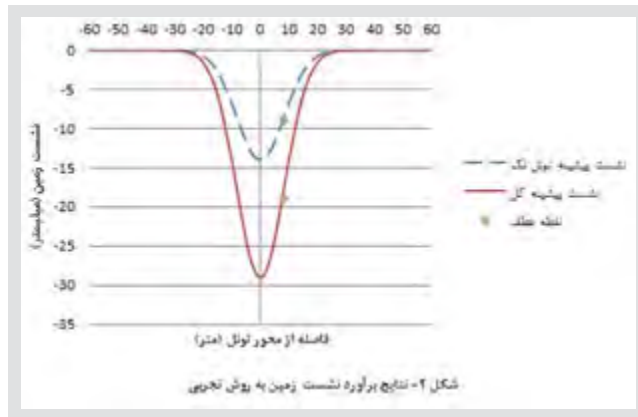
جدول ۲- مشخصات ژئومکانیکی محدوده مورد بررسی [۱۲]

پارامتر	خاک دستی	آبرفت	شیل	واحد (بعد معادل)
عمق (ضخامت لایه)	۰-۳	۳-۹/۹	۹/۹-۳۰	متر
وزن مخصوص خشک	۱۸	۲۱/۵	۲۶	کیلونیوتن بر مترمکعب
مدول الاستیسیته	۲×۱۰۴	۳/۶×۱۰۵	۹/۲×۱۰۴	کیلونیوتن بر مترمربع
نسبت پواسون	۰/۳۵	۰/۴	۰/۳	بدون بعد
چسبندگی	۱۶	۵۰	۷۱	کیلونیوتن بر مترمربع
زاویه اصطکاک داخلی	۲۳	۳۵	۲۶	درجه

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی استخراج معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، دانشکده تحصیلات تکمیلی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، عضو انجمن تونل ایران؛ sina.rostamabadi@gmail.com

۲. دانشیار دانشکده مهندسی معدن و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ sharifzadeh@aut.ac.ir

۳. استادیار و رئیس گروه مهندسی استخراج معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب؛ n_hosseini@azad.ac.ir

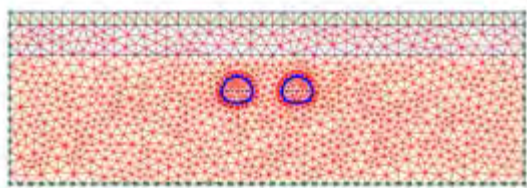


شکل ۲- نتایج برآورد نشست زمین به روش تجربی

تونل‌ها وجود ندارد. تنها پارامتر مؤثری که روابط تجربی در محاسبات مربوط به نشست زمین مدنظر قرار می‌دهند نقطه عطف منحنی نشست زمین است که این پارامتر برای بررسی آسیب وارده به ساختمان‌ها بسیار ضروری است.

۴-۲- مدلسازی عددی به روش المان محدود

مدلسازی توسط نرم‌افزار ۲D Plaxis ۸٫۲ انجام شده است. این نرم‌افزار قادر است مراحل حفر تونل‌ها را در یک محیط دو بعدی مدل کرده و در پایان هر مرحله از حفاری میزان تنش و جابجایی در سازه و محیط پیرامون را به عنوان خروجی ارائه دهد [۷]. این مدلسازی در شرایط کرنش مسطح و با المان‌های



شکل ۳- نحوه المان‌بندی و ساخت مدل تونل‌های دوقلوی متروی اصفهان

مثلی ۱۵ گرهی انجام شده. طول مدل ۱۲۰ متر و عرض (عمق) ۴۰ متر لحاظ شده است. در مدلسازی محیط پیرامون تونل‌ها از مشخصات ارائه شده در جدول ۱ استفاده شده و مطابق با واقعیت تونل‌ها در دو بخش فوقانی و تحتانی مورد حفاری واقع شده‌اند. شکل ۳ نحوه مدلسازی تونل‌ها و المان‌بندی صورت گرفته را نمایش می‌دهد.

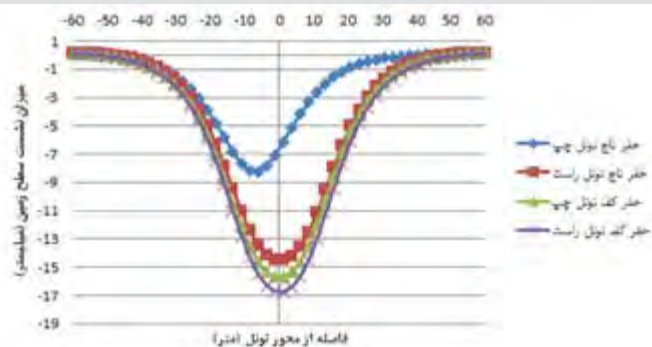
مرزهای جانبی مدل نسبت به حرکت افقی و مرز تحتانی مدل نسبت به حرکات افقی و قائم، ثابت شده‌اند تا شرایط مدل به رفتار واقعی زمین نزدیک شود. برای مقایسه بهتر نتایج روش عددی با نتایج روش تجربی از اعمال بار ترافیک سطح خیابان صرفنظر شده است.

در روند حل، ابتدا مدل به تعادل اولیه رسیده و میزان جابجایی‌ها

صفر شده است. سپس قسمت فوقانی تونل سمت چپ حفر شده و سیستم نگهداری اعمال شده. در گام بعد قسمت فوقانی تونل سمت راست حفاری و سیستم نگهداری اعمال شده است و به همین ترتیب قسمت تحتانی تونل سمت چپ و سپس تونل سمت راست تکمیل شده است. برای مدلسازی سیستم نگهداری تونل از المان Plate استفاده شده است که مشخصات آن مطابق جدول ۳ لحاظ شده است.

جدول ۳- مشخصات سیستم نگهداری مدلسازی		
پارامتر	مقدار	
سختی محوری (KN/m)	۱/۷×۱۰۶	
سختی خمشی (m/KNm ^۲)	۲/۳×۱۰۴	
نسبت پواسون (بدون بعد)	۰/۲	

در شکل ۴ میزان نشست زمین در هر مرحله از حفر تونل نمایش داده شده است. مطابق شکل ۴ بعد از حفر قسمت فوقانی تونل چپ میزان نشست زمین ۸/۱ میلیمتر و بعد از حفر کامل دو تونل میزان نشست زمین به ۱۷ میلیمتر رسیده است. مطابق شکل ۴ پروفیل عرضی نشست زمین بعد از هر



شکل ۴- نشست زمین در هر مرحله از حفاری تونل‌ها

مرحله حفاری به سمت تونل حفر شده انتقال می‌یابد. بیشینه نشست سطح زمین بعد از حفر کامل تونل‌ها ۱۷ میلیمتر می‌باشد.



شکل ۱- مسیر خطوط متروی اصفهان [۱۱]

شکل ۱ شبکه خطوط متروی اصفهان و محدوده مورد بررسی را نمایش می‌دهد [۱۱]. مشخصات ژئومکانیکی محدوده مورد بررسی مطابق جدول ۲ گزارش شده است [۱۲].

۴-۲- برآورد میزان نشست سطح زمین

۴-۱- روش تجربی برای تونل‌های دوقلو

ابتدا میزان نشست بیشینه توسط رابطه رانکین برآورد شده است. نقطه عطف منحنی نشست زمین از میانگین نتایج روابط ارائه شده در جدول ۱ بدست آمده است. طول نقطه عطف طبق محاسبات ۸/۳ متر بدست آمده. همچنین میزان نشست بیشینه برای تونل تک طبق رابطه رانکین ۱۴ میلیمتر برآورد شده است که با جاگذاری این مقدار در رابطه (۱)، میزان نشست بیشینه برای حفاری کامل دو تونل ۲۹ میلیمتر می‌باشد. شکل ۲ پروفیل عرضی نشست زمین را برای تونل تک و نشست تجمعی ناشی از حفر دو تونل را نشان می‌دهد. مطابق شکل واضح است که بعد از حفر کامل دو تونل، میزان نشست زمین از ۱۴ میلیمتر به ۲۹ میلیمتر (۲ برابر) افزایش پیدا کرده است. لازم به ذکر است که روابط تجربی (۱) و (۲) مشخصات ژئومکانیکی محیط پیرامون تونل را لحاظ نکرده و فقط به عمق و شعاع تونل وابسته هستند، همچنین در این روابط امکان درنظر گرفتن حفر مرحله‌ای

۵- اعتبارسنجی مدل عددی

یکی از مسائل مهم و ضروری در یک تحقیق اعتبار سنجی نتایج حاصله از آن تحقیق است. در این زمینه از آنجایی که در محدوده مورد مطالعه هیچ کنترلی مربوط به نشست زمین صورت نگرفته است و از ابزار دقیق استفاده نشده است، امکان اعتبار سنجی به صورت دقیق با یک مرجع معتبر وجود ندارد. اما نگاهی به دو تحقیق صورت گرفته توسط شفیع خیر آبادی مربوط به قطعه جنوبی و نوریان بیدگلی مربوط به خیابان چهارباغ بالا نشان می‌دهد که نتایج این تحقیق به دور از واقعیت نبوده و قابل استناد می‌باشد. نتایج اشاره شده در جدول ۴ ارائه شده است. نگاهی به جدول پیش‌رو نشان می‌دهد که نتیجه بدست آمده از این مقاله قابل استناد می‌باشد.



شکل ۵- تأثیر فاصله محور تونل‌ها بر میزان نشست زمین

در روش عددی المان محدود، تأثیر فاصله محور به محور تونل‌ها در فواصل ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ متر مورد ارزیابی واقع شده است. شکل ۵ تأثیر میزان فاصله محور به محور تونل‌ها در میزان نشست زمین را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۵، با افزایش فاصله محور به محور تونل‌ها، میزان نشست زمین کاهش پیدا می‌کند. در فاصله محور به محور ۱۴ متر، میزان نشست زمین ۱۷ میلیمتر و در فاصله ۲۰ متر، میزان نشست ۹/۳ میلیمتر برآورد شده که کاهش نسبتاً زیادی می‌باشد. در حقیقت این کاهش ناشی از تداخل کمتر زون اغتشاش متأثر از حفاری تونل‌هاست. هرچه میزان فاصله دو تونل بیشتر باشد، میزان نشست در سطح زمین کاهش می‌یابد.

منبع

esfahanmetro.org
 [۱۲] (۱۳۸۶) گزارش بازنگری طراحی پوشش نهایی حدفاصل ایستگاه دانشگاه-صفه. گروه مهندسين مشاور هراز راه.
 [۱۳] رستم‌آبادی، س.، (۱۳۹۲)، آنالیز تأثیر حفر تونل‌های شهری بر نشست سطح زمین و سازه‌های سطحی، (مطالعه موردی: تونل متروی اصفهان، حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، دانشکده تحصیلات تکمیلی.

[۱] Peck, R. (۱۹۶۹). Deep Excavation and Tunnelling in Soft Ground. vth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (pp. ۲۹۰-۲۲۵). Mexico City: State of the Art Volume.

[۲] صدقیانی، م. ح.، علیاری، ی.، (۱۳۸۷)، بررسی اندرکنش خاک و تونل در مراحل حفاری به روش EPB و اثر آنها در نشست سطح زمین، مورد مطالعه: تونلهای قطار شهری تبریز، نشریه انجمن تونل ایران، شماره ۳، تابستان ۸۷، صص ۱۳-۲۱.

[3] Wang, Z., & Sampco, K. (2000). Models for Predicting Surface Settlement Due to Soft Ground Tunnelling. North American Tunnelling (pp. 652-645, ISBN: 9058091627). Boston: AA Balkema Publishers.

[4] Loganathan, N., & Poulos, H. (1998). Analytical Prediction for Tunnelling-Induced Ground Movements in Clays. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering , (9) 124 856-846, ISSN: 0856-0846-0009/98/0241-1090/.

[5] Verruijt, A., & Booker, J. (1996). Surface Settlement Due to Deformation of a Tunnel in a Elastic Half Plane. Geotechnique , (4) 46 753-756.

[6] Bobet, A. (2001). Analytical Solution for Shallow Tunnels in Saturated Ground. Engineering Mechanics , 1266-1258 (12) 127, ISSN: 1266-1258-0012/01/9399-0733.

[7] Brinkgreve, R. (2002). PLAXIS 2D Version 8.2 Reference Manual. Delft University of Technology, Netherlands .

[8] Attewell, P., & Farmer, I. (1974). Ground Deformation Resulting From Shield Tunnelling in London Clay. Canadian Geotechnic , -380 395, doi: 10.1139/t039-74.

[9] Michael, A., & Lach, P. (2011). Managing Settlement Risk Due to Tunneling beneath Downtown Seattle. American Society of Civil Engineers, (pp. 1199-1179, ISBN: -7844-0-978 4-1183). Atlanta, Georgia, United States.

[10] Atkinson, J., & Potts, D. (1977). Subsidence above Shallow Circular Tunnels in Soft Ground. Geotechnical Engineering Division, ASCE , 325-307 (4) 103.

[۱۱] (۱۳۹۱) سازمان قطار شهری اصفهان و حومه. www.

جدول ۴- مقایسه و اعتبارسنجی نتایج [۱۳]

محقق	محدوده مورد مطالعه	روش مطالعه	میزان نشست
رضا شفیعی	حدفاصل میدان آزادی - ترمینال صفه	مدلسازی عددی، روش المان محدود	۱۲ میلیمتر
مجید نوریان	خیابان چهارباغ بالا	مدلسازی عددی، روش المان محدود	۲۰ میلیمتر
مقاله پیش رو	حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه	مدلسازی عددی، روش المان محدود	۱۷ میلیمتر

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله برای نخستین بار به بررسی نشست زمین در اثر حفر تونل‌های دوقلوی متروی اصفهان حدفاصل ایستگاه کارگر - دانشگاه پرداخته شد.

ابتدا بوسیله روش تجربی برای تونل‌ها دوقلو میزان نشست زمین برای تونل تک ۱۴ میلیمتر و برای مجموع دو تونل ۲۹ میلیمتر برآورد شد. در مرحله بعد با استفاده از روش عددی المان محدود تونل‌ها مدلسازی و میزان نشست زمین در اثر حفر مرحله‌ای تونل‌ها برآورد شد. در روش عددی المان محدود میزان نشست کل بعد از حفر کامل تونل‌ها ۱۷ میلیمتر بدست آمد.

همچنین مطالعه پارامتریک به روش عددی المان محدود بر روی فاصله محور تونل‌ها نشان می‌دهد که با افزایش میزان فاصله محورها، میزان نشست زمین کاهش پیدا می‌کند. همانگونه که مشخص است میزان نشست برآورد شده توسط روش تجربی بیشتر از میزان نشست برآورد شده به روش عددی می‌باشد.

این تفاوت ناشی از عدم لحاظ کردن پارامترهای ژئومکانیکی در روش تجربی می‌باشد، در روش تجربی فقط عمق و شعاع تونل لحاظ می‌شود و به هیچ یک از مشخصات ژئومکانیکی منطقه توجه نمی‌شود و همین مسئله باعث می‌شود که تخمین محافظه‌کارانه‌ای از میزان نشست بدست آید بنابراین استفاده از روش‌های تجربی فقط در مراحل اولیه مطالعات توصیه می‌شود.

۷- فهرست نمادها

نماد	واحد	شرح
S_{max2}	m	نشست بیشینه کل
S_{max1}	m	نشست بیشینه تونل تک
z_0	m	عمق محور تونل
d	m	فاصله جدار تونل‌ها
v_l	%	کاهش حجم خاک اطراف تونل
R	m	شعاع تونل
i	m	نقطه عطف منحنی نشست

دانش مرتبط با مدیریت ریسک در ساخت و سازهای زیرزمینی و تونل

محسن ضیایی^۱

^۱ کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش خاک و پی، دانشگاه آزاد تهران مرکز
(Ziaei_mn@yahoo.com)

مقاله حاضر ترجمه مقاله زیر می باشد:

Ibsen Chivat 'a C'ardenas, Saad S.H. Al-jibouri, Johannes I.M. Halman, and Frits A. van Tol, 2013, «Capturing and Integrating Knowledge for Managing Risks in Tunnel Works», Risk Analysis., 108-92, 33:1.

چکیده:

دانش مربوط به ریسکهایی که از پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی بدست می آیند بی نهایت مفید و کارآمد هستند. این مقاله روش پیشنهادی را در گردآوری و تکمیل دانش مربوط به ریسکها ارائه می دهد تا در پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی از تصمیم گیریهای لازم حمایت کند. به منظور بهبود یافتن و رفع مشکلات مربوطه به کمبود دانش در مورد ریسکها که اغلب در پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی با آنها مواجه می شویم، شبکه های باور بیزی مورد استفاده قرار می گیرند و قضاوت و داوری کارشناسی باعث می شوند تا دانش موجود را افزایش دهیم به ویژه این مقاله یک بازبینی از قضاوت بر پایه انحرافات ارائه می دهد که می تواند در انگیزه قضاوتها در شبکه های بیزی ساخت و ساز و تبصره های آنها نمود پیدا می کند که می تواند از این جهت، این نوع از انحرافات را کاهش دهد. این روش پیشنهادی با موفقیت در گسترش شش مدل در خصوص خطرات حیاطی در کارهای زیر زمینی و تونل به کار گرفته شده است. بیش از ۳۰ کارشناس تونل در این بررسی شرکت کردند تا در شناخت و تعیین سناریوهای مربوطه کمک کنند زیرا این داده ها می توانند به حوادث ناگواری که در خطرات کار در تونل رخ می دهند منتهی شوند. این مقاله نمایی از کاربردی بودن این روش تأیید شده در مورد «مواجه با عدم ثبات در خاکهای نرم لایه های گل و لای» ارائه می کند .

کلمات کلیدی: جذب دانش مرتبط با ریسک، شبکه های باور بیزی ، مدل سازی ریسک، تونلسازی

۱. مقدمه:

طبق گفته شرکت های بیمه انجمن بین المللی مهندسان ۱۰ (IAEI)، بیش از ۵۷۰ میلیون یورو از رکودهای اقتصادی در نتیجه ۱۸ پروژه حفر تونل در سطح جهان بین سالهای ۱۹۹۴ و ۲۰۰۵ ایجاد شده اند که بعلت شکست در پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی بودند. این شکستها حتی سبب شدند تا بطور متوسط تکمیل پروژه ها به ۱۹ ماه به تعویق بیفتد. این شکستهای خاص، حوادثی هستند که در آنها فروپاشی یا تغییر شکل اساسی در بخشهای خاصی از کار شکل می گیرند و یا

عملیات پروژه به آسیب جدی یا صدمه به دیگران منجر می شود.

آقایان مویر وود^۱ (Muir Wood) و سوورز^۲ (Sowers) و بی^۳ (Bea) و ویرن^۴ (Wearne) همگی تأکید کرده اند که شکست پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی اساساً به نقایصی مربوط هستند که در دانش موجود و مربوط به آن دیده می شوند .

اجرای روش تحلیل ریسک در پروژه های ساخت و ساز زیرزمینی در عمل چندان صدق نمی کند. دانش آشکار و

نهان مربوط به نتایج و شرایط مربوطه که منجر به خطرات و سوانح بزرگی می شوند اغلب در دسترس نیستند. بنابراین، نیاز نیست که این نوع از اطلاعات تکمیلی در دسترس باشند تا روند تحلیل ریسکها و مدیریت آنها را تسهیل نمایند. در جهت انجام این کار بررسی و جستجوی موجودیت الگوهای توسعه یافته ای که دانش مربوط به عوامل خطر ساز در پروژه های ساخت و ساز را افزایش می دهد بسیار ارزشمند و مهم است. در ادامه این مقاله در بخش ۲، بازبینی از پیشینه علمی ارائه می شود. بخش ۳ گامهای موفق روشی را توضیح می دهد که در الگوهای پیشرونده دنبال شده اند تا اطلاعات و دانش مربوط به شش خطر مهم در پروژه های حفر تونل را افزایش دهند. در بخش ۴، قابل اجرا بودن روش مذکور در نمایش دلایل این خطرات را در خصوص «مواجه با عدم ثبات در خاکهای نرم با دیواره های گل و لای» نشان می دهد. در بخش نهایی، تعدادی از تأثیرات و محدودیت های مهم این بررسی را توضیح می دهد و همراه با چند نتیجه گیری نیز می باشد.

۲. پیشینه علمی:

گرچه پیشرفتهایی بر پایه دانش بدست آمده از پروژه های پیشین صورت گرفته است مثل پروژه های طاح و کار^۱ (Tah and Carr)، چوی و ماهادوان^۵ (Choi and Mahadevan)، دیکمن و همکاران^۶ (Dikmen et al)، ولی لازم است در زمینه گردآوری، ارائه و کاربرد دانش مربوط به ریسکها کارهایی صورت بگیرد. گردآوری دانش مربوط، مشروط به این حقیقت است که داده های باستانی تا حدودی می تواند نظیر کارشناسان به عنوان یک منبع جایگزین در رشد علمی در این زمینه بکار برد. نمونه هایی از این روش خاص را می توان در پروژه های بلس و همکاران^۳ (Bles et al) و چوی و همکاران^۴ (Choi et al) دید. قضاوت کارشناسی اغلب برای ایجاد پلی میان اختلاف موجود در حوادث عینی و خصوصیات ناشناخته یک سیستم بکار می رود. این اطلاعات قطعی نیستند و سطح نامعلومی از اطمینان را در پی خواهند داشت.

۳. روش گسترش الگوها :

این بخش، گامهای موفق روشی را توضیح می دهد که در گسترش الگوهایی که دانش مربوط به شش خطر در پروژه های حفر تونل را افزایش می دهند مؤثر هستند.

این روش تحقیقی می تواند به پنج مرحله تقسیم شود:

۱. انتخاب ریسکها

۲. ایجاد انگیزه در قضاوت کارشناسان در ریسکهای انتخاب

شده

۳. تحلیل تناقض ها

۴. ایجاد و توسعه یک الگوی BBN محور برای هر ریسک

۵. ارزیابی الگو

۳،۱. انتخاب شش ریسک ساخت و ساز اصلی در کارهای زیر زمینی :

در زمینه سابقه تاریخی مطالعه شده از قبیل پایگاه های اطلاعاتی حوادث پرخطر، گزارشات مربوط به شکست در سوانح، و قراردادهای مربوط به کارهای حفر تونل، فهرستی از خطرات و سوانح با جزئیات کامل حاصل می شود که بیش از ۵۰۰ مورد خطر ساز در سطوح مختلف در پروژه های حفر تونل را در بر می گیرد. جهت تعیین خطراتی که باید بر آنها معطوف شد مسایلی که به سطح ساخت و ساز در کار حفر تونل مربوط می شوند را به سه گروه اصلی دسته بندی می کنیم: شکست ها، علت ها و تأثیرات. نوعاً مسایلی که به صدمات یا جراحات و یا مرگ افراد، ضرر طرف سوم، هزینه های اضافی، تأخیر در تکمیل پروژه یا عدم وجود کیفیت در موارد تعیین شده مربوط هستند را به عنوان تأثیرات حاصله در نظر می گیریم. حوادثی که فوراً رخ می دهند و منجر به وقوع تأثیرات مذکور می شوند را به عنوان شکستها در نظر می گیریم و حوادثی که رخ می دهند و به دنبال شکستها دیده می شوند را نیز به عنوان علتها در نظر می گیریم. تعدادی از مصاحبات تحقیقی با متخصصان انجام شده است تا برداشتهای آنها را در مورد مهمترین عوامل خطرات در کارهای حفر تونل در طی مرحله ساخت و ساز را مشخص کند. در جریان این مصاحبه های تحقیقی، از کارشناسان خواسته شد تا خطرات موجود را بررسی و طبقه بندی کنند و البته در طبقه بندی از پیش تعیین شده قرار دهند، شکستها، علتها و تأثیرات. همچنین کارشناسان انگیزه پیدا کردند تا مسایل مربوطه دیگری را هم بررسی و مطرح کنند که در این گزارشها نادیده گرفته شده بودند. در عین حال مسایل زیر موارد خطر سازی را مطرح می کنند:

- مواجه شدن با عدم ثبات در خاکهای نرم زمانی که از سپرهای گلی استفاده می کنیم.
- شکستهای زیاد که منجر به ایجاد حفره هایی در خاک های نرم تونل ها می شوند.
- تغییر شکل، صدمات یا نشت کردن در پوششهای سیمانی.
- ریزش یا تغییر شکلهای اساسی در چاههای حفاری شده در خاکهای نرم.
- ریزش و تغییر شکل شدید در شفتهای حفر شده در خاکهای نرم.



• ریزش و تغییر شکل شدید در مسیرهای عبوری حفر شده در خاکهای نرم.

دلایل کارشناسان برای انتخاب موارد خطرساز بالا به جهت تأثیر زیاد آنها بر هزینه ها، تأخیر در زمان مقرر و صدمات حاصله هستند و کنترل بسیار دشوار این عوامل خطرساز نیز مدنظر بوده است در نتیجه، این خطرات اصلی به عنوان هدف آینده در تحقیق و الگوسازی پیشرفته در نظر گرفته شده اند.

۳,۲. ملزومات داده ها و گستره آنها :

معمولاً ریسکها براساس میزان احتمال آنها و تأثیرات حاصله طبقه بندی می شوند. در این تحقیق، این طبقه بندی به موارد زیر هم بسط داده شده است:

• دلایل و شرایط مربوطه (فاکتورهای ریسک) که با

- ریسکهای بررسی شده همراه هستند.
- روابط احتمالی میان فاکتورهای ریسک.
- شباهت نحوه وقوع فاکتورهای ریسک.
- قدرت این روابط موجود میان فاکتورهای ریسک.

۳,۳. فرایند گزینش کارشناسان :

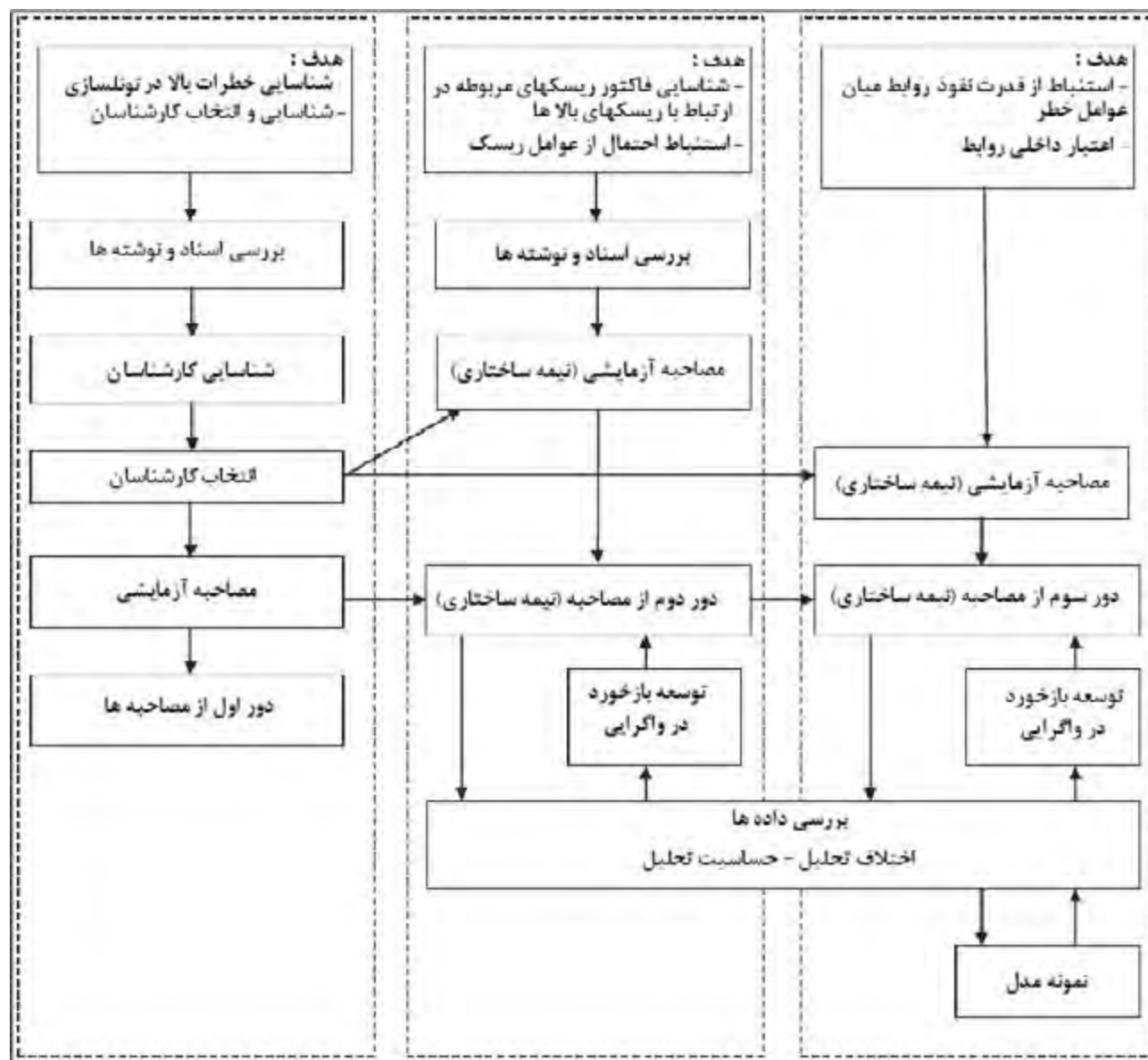
۳,۳,۱. شناسایی و انتخاب کارشناسان برای ایجاد انگیزه:

در گزینش کارشناسان، اسامی متخصصان ابتدا از فهرست خاص حفر تونل تعیین می شوند. بدین صورت، ۱۲۶ نفر به عنوان متخصص در پروژه های زیرزمینی در حال اجرا و انجام شده مشخص می شوند از قبیل حفاری گودالهای عمیق و تونلهای طولانی. سپس با این متخصصان تماس گرفته می شود و از آنها خواسته می شود تا متخصصین حرفه ای و دیگری را نیز معرفی کنند. پس از مطالعه موضوعات مقالات نوشته شده

توسط این ۱۲۶ متخصص معروف، این فهرست به ۵۹ نفری خلاصه می شود که از آنها برای جمع آوری اطلاعات در این پروژه تحقیقی دعوت به عمل آمده است. در مجموع ۳۱ متخصص موافقت کردند تا مصاحبه انجام دهند.

۳,۳,۲. روش طراحی:

قرار است نظر کارشناسان کاملاً بی طرفانه باشد و این امر بر قابل اطمینان بودن داده های جمع آوری شده تأثیر دارد. به منظور کاهش شباهت موجود در اطلاعات بی طرفانه. فرایند بکار رفته در این تحقیق تا حد بسیاری از معیار مورد نظر گوسنس و همکاران^(۷) (Goossens et al)، کاین^(۹) (Kynn) و هالوول و گامباتسی^(۸) (Hallowell and Gambatese)



شکل ۱. انطباق روشهای گزینشی تعیین شده توسط

Goossens و همکاران (۷) و Hallowell and Gambatese

تبعیت می کند. شکل ۱ انطباق روشهای گزینشی تعیین شده توسط گوسنس و همکاران و هالوول و گامباتسی است و گامهای موفق را نشان می دهد که در طی این فرایند اجرا شده اند. مصاحبه های یک به یک مستقیم اصلی ترین ابزار در برانگیختن نظریات و استنباطهای کارشناسان است. این انتخاب برپایه این حقیقت است که گردآوری داده های مورد نیاز ورودی که در بخش ۲-۳ مشخص شده اند به ایجاد ارتباطی کامل با متخصصانی نیاز دارد که فرصت بحث در خصوص اختلاف نظرهای احتمالی اطلاعات مورد گفتگوی آینده را ایجاد می کنند.

اولین دوره ی مصاحباتی، مصاحبه ی کاوشی ای است.

مدل مهیا شود. اطلاعات مدارک موجود، برای کاربران نهائی این تحقیق بسیار مهم ارزیابی شده اند. شکل ۲ یک دسته از متغیرها و مدارک توزیع احتمالی آنرا نشان می دهد. این مثال خاص نشان می دهد که دسته ی احتمالی، مدارک پشتیبان بیشتری نسبت به دیگر حالت های این متغیر دارد. هر کدام از متغیرهای شش مدل ریسک، یک حادثه یا وضعیتی است که نشان دهنده ی حادثه ی خرابی، وضعیت خرابی یا وضعیت نامناسب است. حوادث خرابی و حالت آن در یک متغیر می تواند حوادثی باشد که در آن فاکتور ریسک از حد تعریف شده ی خاصی فراتر می رود. در این تحقیق، تنها متغیرهای گسسته مورد استفاده قرار گرفته اند و در بیشتر متغیرهای مجاز به دو حالت بودند: حضور یا غیاب. زمانی یک متغیر به عنوان متغیر “غایب” در نظر گرفته می شود که بر اساس وضعیت خاصی که در تحلیل وجود دارد، فعال نباشد. بعنوان مثال، در وضعیت تحلیل شکل ۲، تنها یک متغیر بررسی می شود درحالیکه دو متغیر دیگر غایبند. وضعیت “کنونی” به پنج سطح احتمالی تقسیم می شوند برخی متغیرها می توانند بیش از دو حالت احتمالی داشته باشند، اما متغیرهای کمی در این مدل ها را میتوان به این روش شرح داد. برای دستیابی به اطلاعات آزمایشی برای مدلهای ریسک، از متخصصان درخواست شد تا امکان تخمین های کمی احتمال را با استفاده

۳,۵ مدلهای ریسک BBN:

شبکه ی باور بیزی یا BBN، لزوما چارچوبی برای ارائه ی ارتباطات سببی بین متغیرها تدارک دیده و با استفاده از احتمالات قطعی، عدم قطعیت موارد مستقل بین این متغیرها را محاسبه می کند^{۱۵}. در BBN ارتباط داخلی بین متغیرها بصورت گرافیکی نشان داده می شوند. متغیرهایی که وابستگی داخلی دارند، چه متغیرهای مستقل باشند و چه نباشند، دارای ارتباط هستند. مسیر بردارها نشان دهنده ی اثر سببی است. توزیع احتمال برای هر متغیر و ارتباط شبکه، اختصاص داده شده اند. شکل ۲ و ۴ یک نمونه از BBN را نشان می دهد. برخی از جزئیات مربوط به ایجاد مدلهای ریسک با استفاده از چارچوب BBN در این بخش تشریح شده اند. برخی از متغیرهای مدل ریسک با قطعیت شناسائی نشده اند. برای نشان دادن این عدم قطعیت، متغیرها با استفاده از “توزیع احتمال مدارک” نشان داده شده اند. مدارک توزیعی، ارائه ای است که اطلاعات ارقام متغیر و مدارک مستند آنرا بر اساس ارزیابی های متخصصان ارائه می-کند. در این مطالعه، متغیرها به صورتی ارائه می شوند که مدارک پشتیبان ارقام به آنها الحاق شده باشند. این امر با استفاده از یک ارائه ی گرافیکی عدم قطعیت به هر متغیر بدست می آید تا بازنگری ثابتی از میزان مقاومت مدارک پشتیبان در هر

۳,۴ اختلاف تحلیلی:

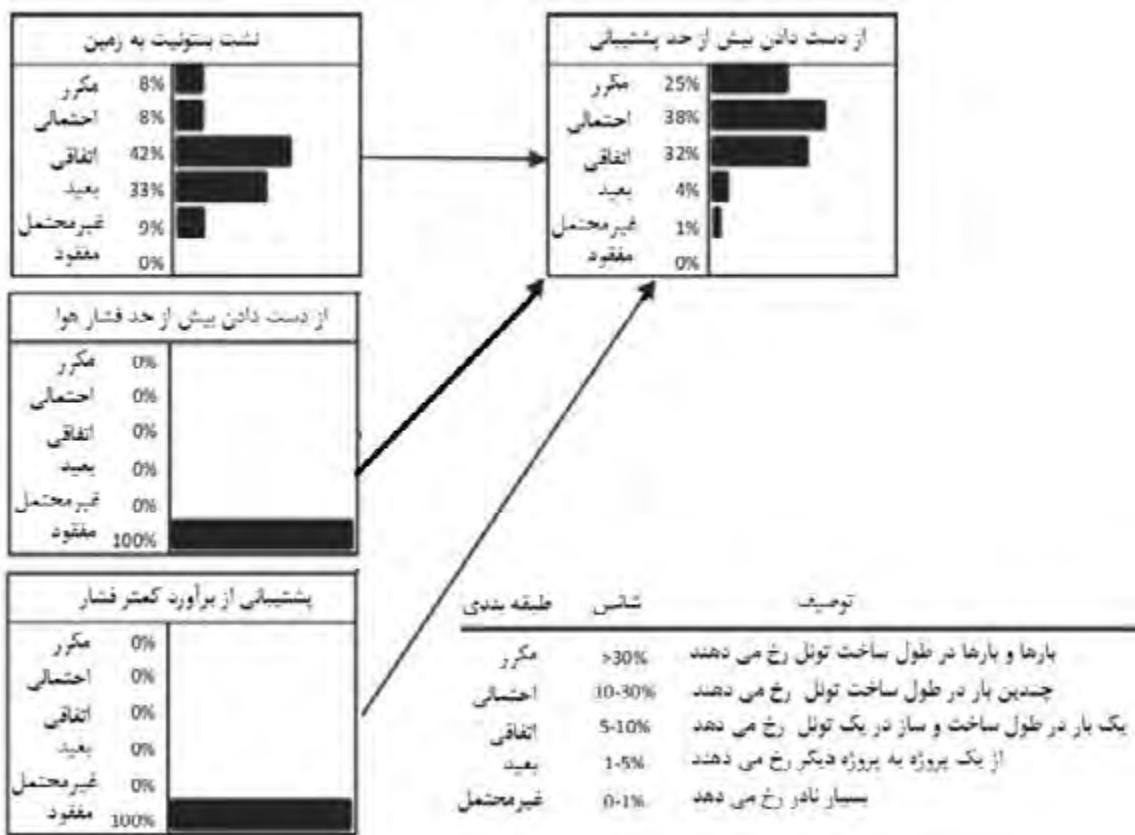
زمانیکه اطلاعات ریسک ها جمع آوری شد، یک تحلیل اختلافی نیز انجام می شود. هدف از تحلیل اختلافی تعیین قسمت هایی از داده هاست که ارزیابی های متخصصان در آنها تفاوت زیادی با هم دارند. این داده ها باید بازنگری شوند تا از هرگونه اختلاف ممکن جلوگیری شده یا با اینکار بتوان ارزش مربوط به محدودیت های رازداری را قبول کرد^{۱۶}. تحلیل اختلافات برای حذف داده های منحرفی که از تورش داوری ها نشأت گرفته اند، انجام می شود. تحلیل اختلافاتی در طی رویه ی فراخوان کلی انجام می شود، با این وجود، ارزیابی تعریفی نیز در انتهای رویه انجام می شود تا از هرگونه حذف بی مورد اطلاعات جلوگیری شود. این امر در این مطالعه ی خاص به اغماض قراردادی مدارک مستند مربوط می شود. اطلاعات تشریحی ممکن است از شرح فاکتورهای ریسک نشأت گیرد. این امر در صورت وجود و دستورالعمل ارتباط بین فاکتورها، مشخص کردن احتمالات، و تخمین احتمالات قطعی انجام می شود. در اجرای تحلیل اختلافی، دو نوع ارزیابی انجام شد. این ارزیابی ها بر اساس معیارهای شرح داده شده توسط وودبری و همکارانش^{۱۷} (Woodberry et al) بوده اند. این ارزیابی ها شامل ارقام مقایسه ای، بین متخصصان مختلف و بررسی مجدد این موارد بوده است. از متخصصان خواسته شد تا اعتماد خود به تخمین را با امتیاز-های عددی مشخص کنند. ارقامی که نشان دهنده ی اعتماد کم بود، نشان دار شدند تا بعدتر مورد بررسی قرار گیرند. داده های تشریحی نیز نشانه ای از وجود عدم قطعیت-هایی است که ممکن است باعث نگاه متفاوت متخصص در اثر مدارک ناقص باشد. رخداد این موارد خاص از یک داده ی تشریحی زمانی مشاهده می شود که دو یا چند دسته ی مساوی و معنی دار از نقاط تخمینی در بین ارزیابی های مختلف وجود داشته باشد. برای نشان دادن آن، فرض می کنیم که از دو متخصص A و B خواسته شده تا احتمال یک حادثه ی خاص را تخمین بزنند. بین این دو متخصص اختلاف نظر زیادی وجود دارد: یکی از آنها به قطع تخمین زده که احتمال این حادثه حداکثر ۱ در ۵۰ است. اگر اختلاف هنوز بین تعداد زیادی از متخصصان وجود داشته باشد، این به عنوان عدم قطعیت شناختی در نظر گرفته می شود. بعد از اینکه تحلیل شناختی انجام شد، داده های واگرا بازنگری شده و برخی اوقات توسط افراد ارائه دهنده ی آن تصحیح می شود، یا زمانیکه این اختلاف پابرجا باقی بماند، نادیده گرفته خواهند شد. باید اشاره داشته باشیم که تحلیل اختلافی نیز تنها برای ردیابی اطلاعات انحرافی در ارزیابی احتمالات قطعی و احتمالی انجام می شود.

دومین دوره ی مصاحبه برای جمع آوری داده ها در علل احتمالی ریسک تونل زنی انجام شده است. بعد از جمع آوری اطلاعات از متخصصان مختلف، پرسشنامه ها به دیاگرام های گره-و-قوس تبدیل شدند. از این دیاگرام ها برای بخش های فراخوان استفاده شد، در انتها از متخصصان درخواست شده تا تخمین خود از احتمال رخداد فاکتورهای ریسک را بدون در نظر گرفتن گستره ی اثرات ممکن، بیان کنند. دور دوم مصاحبات زمانی به پایان می رسد که سه جلسه ی متوالی نتواند هیچ اطلاعاتی را به فاکتورهای ریسک اضافه کند. از این رو در کل ۲۴ متخصص در دور دوم این مطالعه شرکت داشته اند. به طور میانگین، هر متخصص اطلاعات دو نوع خرابی مربوط به زمینه ی تخصصی خود را ارائه کرده است. نمونه هایی وجود دارد که در آنها متخصصان تنها اطلاعات جانبی از خرابی های احتمالی تحت بررسی را ارائه کرده و مدعی اند که نتوانسته اند اطلاعات مورد نیاز را بدست آورند. به طور میانگین، هر نوع خرابی توسط پنج متخصص تحلیل شده است. هر خرابی با استفاده از بیش از چهل فاکتور تشریح شده است. یک نمونه از اطلاعات بدست آمده، در بخش ۴ ارائه شده است.

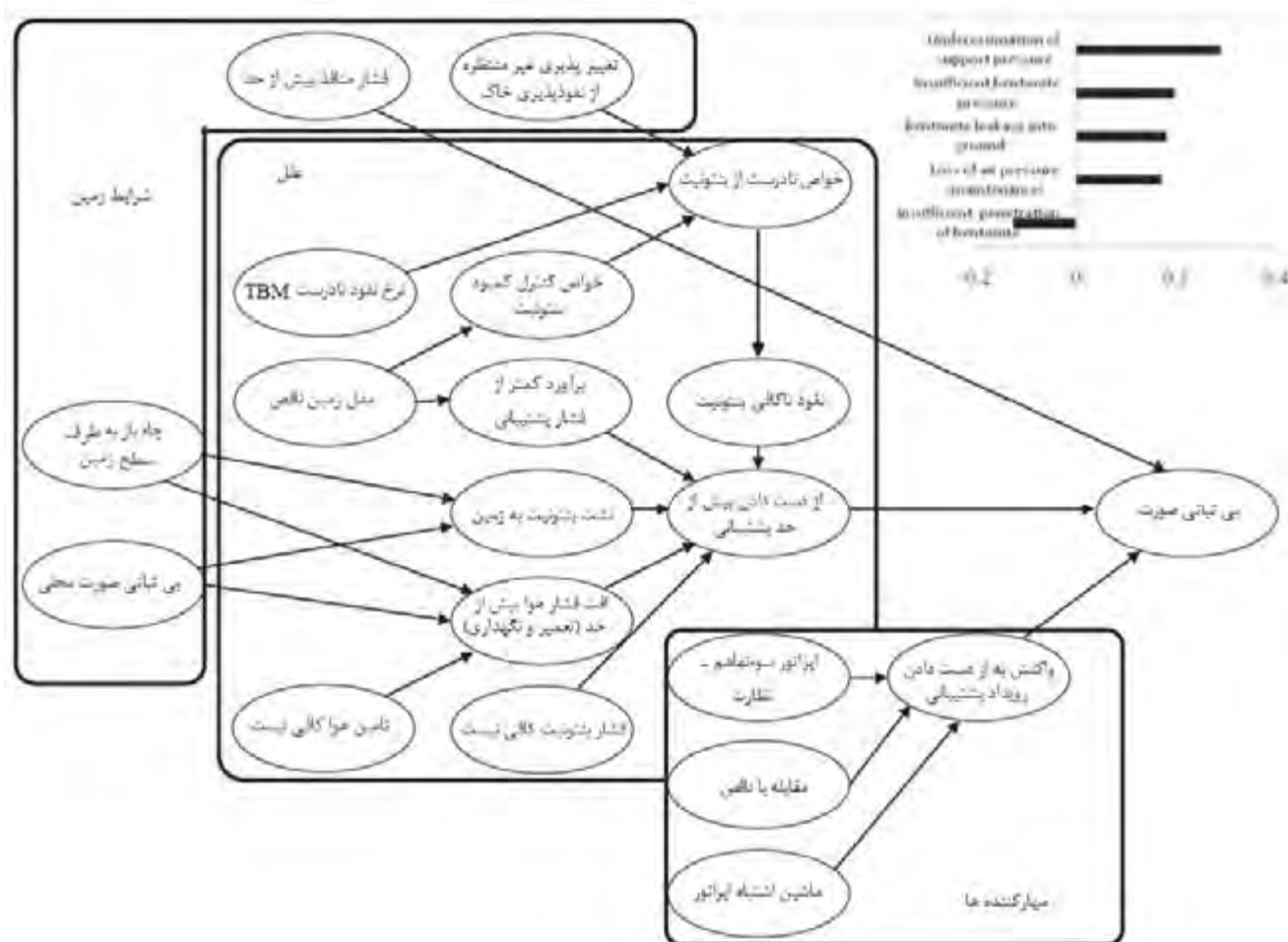
پس از دور دوم مصاحبات، دور سوم و نهائی مصاحبه ها انجام شد تا اطلاعات میزان اثرگذاری ارتباطات، جمع آوری شود. این دوره برای اعتباردهی به اطلاعات جمع آوری شده، با حمایت متخصصان مربوطه، انجام شد. از آنجائیکه اهداف این دوره اندازه گیری میزان اثرگذاری هر کدام از ارتباطات بود، اعتبارسنجی ساختار نیز به صورت یک نمودار ارائه شد.

۳,۳,۳. پروتوکل مصاحبه:

این مصاحبه ها تحت یک پروتوکل و با استفاده از معیارهای فراخوانی بالا انجام می شده است. هر فراخوانی با تشریح ساختار مصاحبه شروع می شده است. به دنبال این، هر مصاحبه به سه بخش تقسیم می شد. اولین مرحله جمع آوری اطلاعات مربوط به پیش زمینه ی متخصص بود. برای این کار یک فرم طراحی شده بود. داده های پیش زمینه ی متخصصان برای ارزیابی توانائی تخصصی آنها استفاده شد تا اطلاعات مربوط به مطالعه جمع آوری شده و در مورد چگونگی استفاده از این اطلاعات تصمیم گیری شود. مرحله ی دوم این جلسه ی فراخوانی، در ابتدا برای آشنا کردن متخصصان با مسائل اصلی تحقیق انجام شده است تا آنها بتوانند درک یکسانی از آن داشته باشند. قسمت اصلی این مصاحبه، مرحله ی سوم، به فراخوانی اطلاعات ریسک مربوط می شود. در ابتدای این مرحله، متخصصان یک دسته از ریسک های بزرگ را دریافت کرده و باید گزینه ای که می خواهند در طی مصاحبه ارزیابی کنند را انتخاب کنند.



شکل ۲. نمونه ای از مدارک ارائه ی توزیع، که از متغیرهای مدل حمایت می کنند.



شکل ۴. عدم یابیداری سطحی در مدل ریسک

حذف، مربوط می شدند. با این پالایش داده ها، اکثر توزیع احتمال غیر مشروط و توزیع احتمالات مشروط، در دو تا سه دسته ی احتمال، قرار گرفته اند.

۵. مشارکت ها، محدودیت ها، و نتایج:

هدف اصلی این مطالعه، گسترش و بیان کاربرد یک رویکرد برای جمع آوری و تجمیع دانش مربوط به ریسک است. شش مدل ریسک با استفاده از این رویکرد گسترش یافته است. در بخش های باقی مانده از این بخش، تعدادی از مشارکت ها و محدودیت های مهم این مطالعه بررسی شده و در بخش پایانی، برخی از نتایج ترسیم شده است.

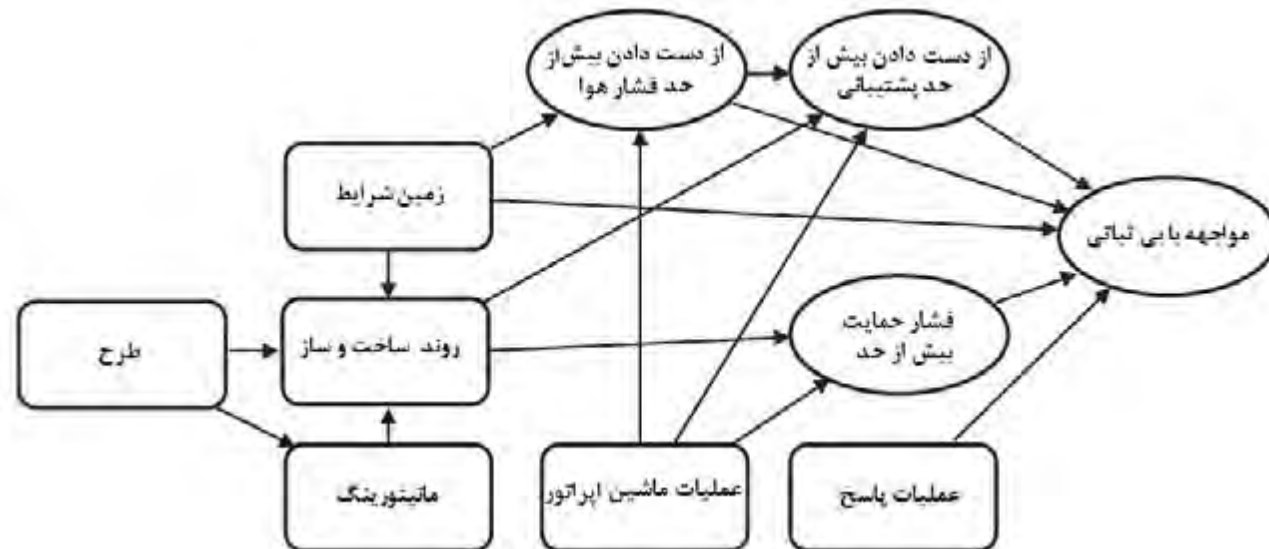
۱,۵ مشارکت ها:

یکی از مهمترین مشارکت های این مطالعه، شرح کامل و تصحیح مراحل متوالی است که برای استخراج معلومات متخصصان و ایجاد مدل های ریسک (بر اساس شبکه های پیزی) ضرورت دارد. در این کار، معیارهای تعیین و انتخاب

منجر به ناپایداری سطحی شود یا خیر. وضعیت های زمین نیز اصولاً بصورت متغیرهای وضعیتی عمل می کنند. بعنوان مثال، برای ایجاد حادثه ی پشتیبانی بیش از حد، ”دیواره های باز یا لوله هایی که به سطح رسیده اند“، یک وضعیت ضروری برای بروز بنتونیت در حادثه ی زمینی هستند. بخش عدم پایداری سطحی در مدل ریسک، در شکل ۴ نشان داده شده است. این بخش از فاکتورهای متفاوتی نسبت به روش های تحلیلی در تخمین عدم پایداری سطح تونل استفاده کرده است. در این روش ها، عدم پایداری سطح تونل از فاکتورهایی مثل استرس های لایه رومی و افزایش فشار مرکزی در زمین، وزن موثر، کشش، اندازه ی ذرات خاک، کشش بنتونیت استفاده کرده است. از این رو، مدل کنونی اطلاعات مربوط به ریسک ناپایداری سطحی را با استفاده از دیگر متغیرهای مربوطه، ارائه می کند. این مدل با تخمین متخصصان، بعد از انجام تحلیل اختلافات، بیان شده است. در نتیجه ی ارزیابی های اختلافی، سه قسمت از مدارک از ۱۳۶ تخمینی احتمالات قطعی، میزان مقاومت تعاملی بین فاکتورها و ۱۳ تخمین از دسته های اولیه از احتمالات غیر مشروط، با فاکتورهای احتمال رخداد در زمان

ریزش سطح منجر خواهد شد. که عموماً حفر تونل با استفاده از غلاف های بسته مثل دوغاب ها و غلاف های فشار متعادل زمین انجام می شوند. این غلاف های بسته، باعث می شوند که سطح در طی استخراج همیشه پشتیبانی شود. غلاف های دوغاب از بتونیت های آویزان بعنوان مایع پشتیبانی کننده استفاده می کنند. غلاف های فشار زمین از خاک استخراج شده بعنوان پشتیبان استفاده می کنند. این خاک ها معمولاً با دوغاب بتونیت و دیگر ماکمل ها سفت می شوند.

شکل ۳ اجزای مدل ریسک در عدم پایداری سطحی تونل را نشان می دهد. سه سناریوی اصلی (شکل های تخم مرغی در شکل ۳)، در زمان استفاده از غلاف های دوغابی می توانند منجر به ناپایداری سطحی شوند. از بین رفتن بیش از حد حمایت، فشار بیش از حد حامی، و عدم فشار هوا، این سه سناریو باعث دلایل معمولی می شوند که می تواند منجر به تجمع بخش ها، مثل خرابی در رویه ی استخراج، در طراحی یا نظارت، و دیگر وضعیت های زمینی نیز بر روی آن اثرگذار شوند (مربع های شکل ۳). شکل ۴ بخشی از مدل را نشان می دهد که این متغیرها را نسبت به سناریوی حادثه "عدم پشتیبانی بیش از حد" ارائه می کند. زیر مدل شامل زیردسته های متغیرهایی است که می توان آنها را به علل، وضعیت-ها، و بازدارنده ها تقسیم بندی کرد. علت ها، متغیرهایی هستند که می توانند منجر به خرابی شوند. وضعیت ها، متغیرهایی هستند که لزوماً خرابی را به دنبال دارند، اما این امر به علت های مدل و اثرگذار بودن خرابی بستگی دارد. بازدارنده ها آن دسته از متغیرهایی هستند که ظرفیت کاهش خرابی را دارند. یکی از نمونه های بازدارنده در این مدل، "واکنش به از بین رفتن بیش از حد پشتیبانی" است. اگر پشتیبانی بیش از حد از بین رود، این واکنش نشان می دهد که ایا حادثه می تواند



شکل ۳. خطر مواجهه با بی ثباتی مدل نمونه اولیه

پتانسیل این را دارند تا دانش مورد نیاز برای پروژه در مکان های دیگر را نیز مهیا کنند، اما هنوز این امر ثابت نشده است.

۵,۳ نتایج:

هدف این مطالعه دو بخش اصلی دارد. اول، این مقاله گسترش رویکردی را شرح می دهد که در جمع اوری دانش مربوط به ریسک کارائی دارد. این رویکرد منجر به شش مدل برای ریسک های اصلی تونل شده است. قابلیت اجرا، از منظر کاهش هزینه و واقعیت گرائی، این مدل ها برای ریسک های ساخت و سازی نیز نشان داده شده اند. هدف دوم، نشان دادن قابلیت کاربرد دانش بدست آمده از این رویکرد ها بوده است. در این مقاله، این رویکرد با موفقیت در ریسک ”عدم پایداری خاک های نرم در زمان استفاده از غلاف های دوغابی“ به کار برده شد.

REFERENCES

1. Ayyub BM. Elicitation of Expert Opinions for Uncertainty and Risks. 1st. ed. Boca Raton, London, New York, Washington, DC: CRC Press; 328. 2001 p.
2. Bea R. Reliability and human factors in geotechnical engineering. JGeotech andGeoenvir Engrg, 2006;
3. Bles T, Al-Jibouri S, van de Adel J. A risk model for pile foundations. Pp. 426–421 in Maas G, van Gassel F (eds.). Proceedings of the 20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction ISARC2003 The Future Site. Eindhoven: IAARC, 2003.
4. Choi HH, Cho HN, Seo JW. Risk assessment methodology for underground construction projects. J Constr Eng Manage, 272–258;(2)130 ;2004.
5. Choi HH, Mahadevan S. Construction project risk assessment using existing database and project-specific information. J Constr Eng Manage, 903–894:(11)134 ;2008.
6. Dikmen I, Birgonul MT, Anac C, Tah JHM, Aouad G. Learning from risks: A tool for post-project risk assessment. Automat Constr, 50–42:(1)18 ;2008.
7. Goossens LHJ, Cooke RM, Hale AR, Rodic-Wiersma LJ. Fifteen years of expert judgement at TUDelft. Safety Sci, ;2008 244–234;(2)46.
8. Hallowell MR, Gambatese JA. Qualitative research: Application of the Delphi method to CEM research. J Constr Eng Manage. 107–99:(1)136 ;2010.
9. Kynn M. The ‘heuristics and biases’ bias in expert elicitation. J R Stat Soc A 264–239:(1)171 ;2008.
10. Landrin H, Bluckert C, Perrin JP, Stacey S, Stolfà A. ALOP/DSU coverage for tunnelling risks? Boston: International Association of Engineering Insurers, 19. 2006 p. Report No.: IMIA WGP 06) 48).
11. Muir Wood AM. Tunnelling: Management byDesign. London and New York: Taylor & Francis Group, 256. 2000 p.
12. Sowers GF. Human factors in civil and geotechnical engineeringfailures. J Geotech Eng, 256–238:(2)119 ;1993.
13. Tah JHM, Carr V. Knowledge-based approach to construction project risk management. J Comput Civil Eng. ;2001 177–170:(3)15.
14. Ter’es Flores JR. Risk management in Canadian Tunnelling Projects [Master’s thesis]. [Edmonton]: University of Alberta, 158. 2006 p.
15. van der Gaag LC. Bayesian belief networks: Odds and ends. Comput J, 113–97:(2)39 ;1996.
16. Wearne S. Organisational lessons from failures. Proc Instit Civil Eng-Civil Engrg, 7–4:(6)161 ;2008.
17. Woodberry O, Nicholson AN, Korb KB, Pollino C. Parameterising Bayesian networks. Pp. 745–711 in Webb G, Yu X (eds). Proceedings of 17th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, 2004, Cairns (Australia). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.

کنند. به همین شکل، استفاده از دیاگرام های ریسک، در رویه ی فراخوانی بسیار موثر خواهد بود. هر متخصص می تواند مسیرهای مختلفی را از زنجیره ی فاکتورها دنبال کرده و با مقایسه ی احتمال تخمینی آنها با دیگر احتمالات دیاگرام، و اضافه کردن اطلاعات بیشتر، داوریه های کمی آنها را تایید یا تکذیب کند.

۵,۲ محدودیت ها:

این مطالعه به گسترش مدل های ریسک برای شش حفر تونل مربوط می شود. این مدل ها به استخراج اطلاعات ریسک از متخصصان مربوط می شود. تحقیقات بیشتر می تواند یافته های این مطالعه را با برطرف کردن محدودیت های کنونی آن، افزایش دهد. اولین محدودیت به عدم تکمیل مدل ریسک تونل مربوط می شود. با اینکه مدل های گسترش یافته، اطلاعات جامعی در مورد فاکتور ریسک ارائه کرده اند، این مدل ها همچنان ناقص باقی مانده اند، زیرا به نظر نمی رسد آنها به طور کامل گستره ی فاکتورهای ریسک ممکن را پوشش دهند. این نقص ها ممکن است در اثر شناخت ناکافی متخصصان، یا عدم تشخیص جریان ها در رویه ی فراخوانی رخ داده باشد. با تحقیقات بیشتر می توان دانش جدیدی بدست آورده و مدل ها را برای انعکاس این اطلاعات، به روز نمود. دومین مورد به ارزش افزوده ی مدل در عمل مربوط می شود. کارائی این مدل ها در تدارک اطلاعات ثابت ارزیابی شوند تا معیارهای ریسک در حین ارزیابی اثر داده های مختلف، سنجیده شوند. علاوه بر این، ممکن است نیاز به ارزیابی مدل کارائی در زمان مواجهه با درجات مختلفی از تعهد به اطلاعات متخصصان وجود داشته باشد. در این مدل ها، درجه ی یکسانی از میزان اعتماد به تمام بخش های مدارک اختصاص داده شده است. معلومات یکپارچه ای که برای تعیین خصوصیات ریسک تونل جمع آوری شده، مواردی را در بر گرفته که به خاکهای نرم محدود می شوند. مدل ریسک تونل تنها به حفر تونل ها با غلاف های نزدیک به هم، مثل دوغاب یا غلاف های تعدیل فشار زمینی، و استفاده از بتون های آستری محدود می شوند. دو مورد از مدل های گسترش یافته شامل موارد مربوط شفت های عبوری و استخراجی مربوط می شوند، اما اینها نیز به وضعیت های زمینی مشابهی محدود می شوند. مطالعات بیشتر می تواند اهداف تحقیقی را گسترش داده و دیگر وضعیت های زمینی را نیز به آن اضافه کرده و مدل های دیگری را برای ریسک های کاری ایجاد نمایند.

مورد نهائی در محدودیت های این تحقیق به این سوال مربوط می شود که کدام گستره ی رویکرد در این مقاله می تواند در دیگر انواع پروژه های مهندسی شهری کاربرد داشته باشد. ما اعتقاد داریم که روش هایی که در این مقاله بیان شده اند،

متخصصان، رویه ی فراخوانی ریسک، و ارزیابی داده ها بازنگری و جمع آوری شدند. علاوه بر این، تعدادی از تورش های داورى نیز بعنوان فاکتورهای مشخص شدند که ممکن است بر روی رویه ی گسترش مدل های ریسک اثر گذار باشند. برای کمینه کردن اثرات این تورش ها، شرایط خاصی مشخص شده است. این شرایط شامل نوع جلسات فراخوانی، بکارگیری تحلیل اختلاف، عملی کردن متغیرهای در مدل های ریسک، رویه ی بازنگری و بازخورد متخصصان، و فرم سوالاتی که متخصصان باید به آنها پاسخ دهند است. دومین نوع مشارکت این تحقیق به استفاده از شبکه های ییزی، در ارتباط با رویکردهای مطرح شده، مربوط می شود تا معلومات مرتبط با ریسک بدست آید. این ترکیب برای ممانعت یا کاهش روش های نامناسبی که می دانیم در رویه های حذف داورى متخصصان، می توانند مشکل ساز باشند، سودمند است.

به طور خلاصه، در این رویه مزیت های زیر بدست آمده اند:

• توزیع احتمالات مستند:

روش های موجود برای تجمیع یا تعدیل داورى متخصصان به صورتی مورد سوال بوده که می تواند منجر به ارائه ی نادرست عدم قطعیت در مدل-ها شود. توزیع احتمالات مستند پیشنهاد شده، که با زمینه ی ییزی به روز شده است، رویکرد دیگری است که مدارک را نه ناقص می کند و نه تغییر می دهد.

• فواصل احتمالی:

رسیدن به توزیع های احتمالی، معمولا کار بسیار دشواری است. روشی که متغیرها ارائه شده اند، استفاده از توزیع احتمالات از فواصل احتمالی، باعث کاهش تورش در ارزیابی احتمالات و تسریع رویه ی حذف شده است.

• شبکه های ییزی برای فراخوانی های چند متغیره :

برای حذف یک توزیع احتمالی مشترک در دو یا چند کمیت مختلف، متخصصان باید تخمین های مشترکی مهیا کنند، رویه ای که بسیار دشوار و غیرعملی است. شبکه های ییزی این امکان را ایجاد می کنند که ریسک ها به وظایف ساده تر و کوچکتری تقسیم شده و ارزیابی احتمال و توزیع احتمالات مشترک، بدون ”بند بازی ذهنی“ به انجام برسند.

• دیاگرام ریسک:

در هر رویه ی فراخوانی، داده های خامی که توسط متخصصان مهیا شده معمولا با قوانین احتمال، مغایرت دارد. شبکه های ییزی به بررسی و ثبات داورى داخلی کمک می

چکیده مقالات بین المللی

مطالعه ناپایداری جبهه کار تونل های سپری در ماسه

Ren-peng Chen, Jun Li, Ling-gang Kong, Lv-jun Tang, 2013, «Experimental study on face instability of shield tunnel in sand», Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 33, (January 2013), Pages 21-12.

پایداری جبهه کار یکی از عوامل موثر در نشست زمین و ایمنی عملیات اجرایی در پروژه های حفر تونل به وسیله سپر می باشد. در این تحقیق تعدادی مدل سه بعدی با اندازه بزرگ برای تونلی به قطر یک متر در ماسه خشک با نسبت های متفاوت ضخامت روباره (C) به قطر تونل (D) از جمله C/D برابر ۰/۵، ۱، و ۲ مورد آزمایش قرار گرفته اند. هر آزمایش وضعیت فشار نگهداری و نشست سطح زمین را متناسب با پیشروی جبهه کار تونل ارائه می نماید. در آزمایش C/D=۱ شرایط قوس-زدگی جبهه کار در خاک (arching) از طریق رفتارنگاری توزیع فشار زمین در جلوی جبهه کار مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش های انجام شده برای بررسی گسیختگی و ریزش جبهه کار با جابجایی کنترل شده در ماسه با دانه بندی متوسط، فشار نگهداری به سرعت به کمترین میزان خود رسید و سپس با ادامه جابجایی در جبهه کار کمی افزایش یافته و به وضعیت ثابتی رسید. رابطه میان فشار نگهداری و جابجایی در جبهه کار با در نظر گرفتن ضخامت روباره های متفاوت با استفاده از تحلیل های عددی به وسیله نرم افزار ۳D FLAC بررسی شد. فشار نگهداری با افزایش عمق نسبی و نسبت C/D افزایش می یابد و سپس به ثبات می رسد. آزمایش ها در رابطه با قوس زدگی تونل ها در خاک، چرخش بارز محور تنش های اصلی در زمان ریزش را نشان دادند. بر اساس مشاهدات وضعیت فشار زمین، یک روند گسیختگی دو مرحله ای مطرح شده است. صحت نتایج به دست آمده از روابط نظری و تجربی به کار گرفته شده برای تخمین فشار نگهداری نیز از طریق مقایسه با نتایج آزمایشات انجام شده تایید شد.

تخمین هزینه های ساخت تونل بر اساس تحلیل های آماری و سوابق پروژه های تونلسازی

Jamal Rostami, Mahmoud Sepehrmanesh, Ehsan Alavi Gharahbagh, Navid Mojtabai, 2013, «Planning level tunnel cost estimation based on statistical analysis of historical data», Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 33, (January 2013), Pages 33-22.

تخمین هزینه ساخت تونلی با طول و قطر مشخص در مرحله برنامه ریزی یکی از ضروریات پروژه به ویژه در مرحله توجیه اقتصادی پروژه می باشد. این موضوع علیرغم اهمیت زیاد، امری بسیار مشکل می باشد. متغیرهای متعددی بر هزینه ساخت تونل اثر می گذارند و در مراحل اولیه طراحی تونل نیز اطلاعات محدودی در دسترس می باشند. به همین دلیل مدل های اندکی برای تخمین هزینه ساخت تونل در اختیار مهندسان می باشد. در تحقیق حاضر مدلی برای ارزیابی هزینه های ساخت یک تونل (با کاربری های متفاوت) در مراحل اولیه پروژه ارائه می شود. مدل ارائه شده بر اساس بررسی نزدیک به ۲۷۰ پروژه و تحلیل های آماری هزینه های ثبت شده عملیات اجرایی، ابعاد تونل، شرایط زمین، و کاربری تونل به دست آمده است. چند مدل تخمین هزینه برای انواع تونل از جمله تونل فاضلاب، تونل انتقال آب، و تونل راه در سنگ و در زمین نرم ارائه می شوند. در این مدل چند شاخص هزینه ای برای تدقیق تخمین هزینه ها با توجه به زمان و محل اجرای پروژه مورد استفاده قرار گرفته اند. مدل های هزینه ای پیشنهاد شده در این تحقیق شامل نرم افزار ساده ای برای تخمین سریع و دقیق هزینه های یک پروژه تونل سازی می-باشد. مدل های ارائه شده ریسک ها و مخاطرات اجرایی را در نظر نگرفته و این موارد باید به طور جداگانه با در نظر گرفتن هزینه های مربوطه و متناسب با شرایط هر پروژه در نظر گرفته شوند.

ارزیابی رابطه میان شاخص چالخوری با ویژگی های مکانیک سنگ

Olgay Yarali, Eren Soyer, 2013, «Assessment of relationships between drilling rate index and mechanical properties of rocks», Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 33, (January 2013), Pages 53-46.

این مقاله رابطه میان شاخص چالخوری (DRI) و ویژگی های مکانیکی سنگ را جهت تعیین میزان تاثیر مقاومت سنگ و شاخص های آن بر چالخوری تعیین گردد. به این منظور برخی از ویژگی های سنگ همچون چکش اشمیت، مقاومت بار نقطه ای، مقاومت تک محوری، و مقاومت کششی برزیلین برای ۳۲ نمونه سنگ آذرین، رسوبی و دگرگونی تعیین شدند. رابطه میان شاخص چالخوری و ویژگی های شاخص و مقاومت سنگ با استفاده از تحلیل آماری و رگرسیون مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتیجه بررسی رابطه خطی کاهشی میان شاخص چالخوری با مقاومت تک محوری، سختی اشمیت، و مقاومت بار نقطه ای (محوری و قطری) را نشان می دهد.

تاثیر ناحیه گسله در تونل سازی کم عمق - نمونه موردی تونل متروی ازمیر (ترکیه)

Mete Kun, Turgay Onargan, 2013, «Influence of the fault zone in shallow tunneling: A case study of Izmir Metro Tunnel», Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 33, (January 2013), Pages 45-34

امروزه نیاز زیادی به فضاهاى زیرزمینی بزرگ برای کاربری های مختلف وجود دارد. علیرغم مشکلات مربوط به شرایط زمین همچون وضعیت زمین شناسی، وجود گسل، توده های سنگ درزه و ترک دار، و وجود آب زیرزمینی، ساخت تونل های جدید مترو از جمله نیازهای زندگی شهری است. هدف تحقیق حاضر بررسی ریسک های مربوط به ساخت تونل های کم عمق در سنگ های ضعیف درزه دار. ارزیابی تاثیر ساخت تونل بر سازه های سطحی می باشد. بر همین اساس مسیر تونل به منظور تعیین نواحی دارای ریسک مورد مطالعه قرار گرفتند. در این راستا از روش مشاهده ای، آزمون های آزمایشگاهی، و مدل سازی کامپیوتری استفاده شد.

سپس نتایج به دست آمده از مدل های کامپیوتری با برداشت های برجای مقایسه شدند. این نتایج با توجه به شرایط کنونی پروژه و تغییرات وضعیت زمین پیش و پس از حفر تونل بررسی شدند. بررسی های مذکور نشان دادند که برای ایمنی سازه های سطحی، تقویت سیستم نگهداری موجود لازم است. کاهش فاصله میان پیچ سنگ هاریال استفاده از قوس چتری (umbrella arc) و تزریق پرفشار (jet-grouting) روش هایی هستند که به منظور تقویت سیستم نگهداری به کار گرفته شدند.

چکیده پایان نامه تونل

«تهیه پایگاه داده ژئوتکنیکی - رفتارسنجی تونل ها»

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مکانیک سنگ
دانشگاه صنعتی امیرکبیر - دانشکده مهندسی معدن و متالورژی

نویسنده: حسن احمدیان
اساتید راهنما: دکتر مصطفی شریف زاده و دکتر کوروش شهریار
استاد مشاور: دکتر سیامک هاشمی

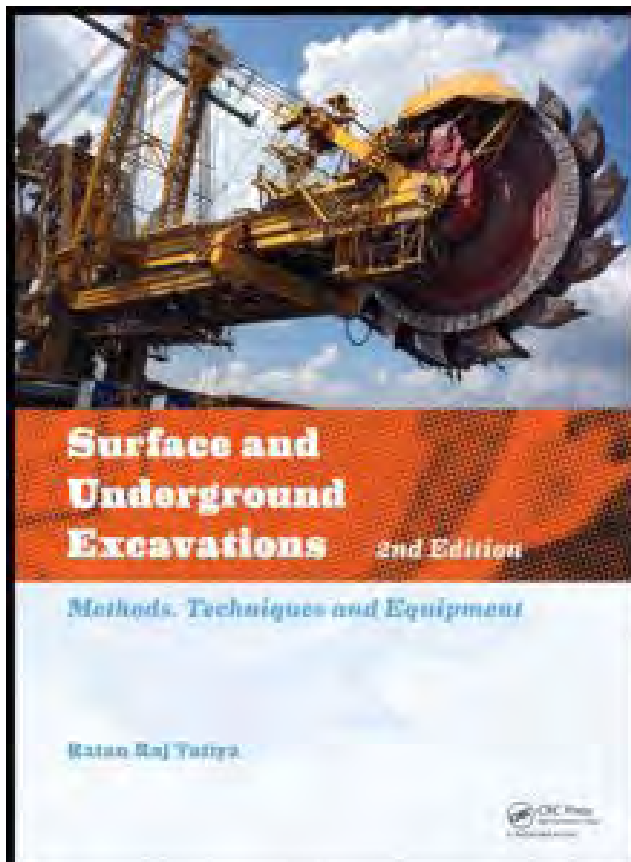
چکیده:

امروزه تونل ها در شهرهای مدرن بهترین گزینه جهت ایجاد خدمات شهری از قبیل بزرگراه، قطار شهری و تاسیساتی می باشند. راه سازی، انتقال آب، سدسازی و تاسیسات نظامی نیاز به تونل در خارج از شهرها را توجیه می نمایند.

شرایط زمین شناسی دشوار در مسیر تونل ها باعث می شود که مهندسان در حین پروژه ها با ریسک های ذاتی ناشی از طبیعت زمین مواجه شوند. این ریسک ها وابسته به عدم اطمینان در مدل زمین شناسی و خصوصیات فیزیکی زمین، کم بودن دقت و همچنین ساده سازی در مدل های ریاضی مورد استفاده در طراحی می باشد که این امر نیاز به داده های واقعی ناشی از ابزاربندی و رفتارنگاری حین ساخت تونل را افزایش می دهد. تنوع ابزارهای پایش زمین و سازه در تونل سازی و حجم بالای داده ها طی ساخت تونل قابل تامل بوده که ضرورت پایگاه داده ژئوتکنیکی را توجیه می کند. پایگاه داده ژئوتکنیکی رفتارنگاری تلاشی در ترکیب دانش فن آوری اطلاعات و علم ژئوتکنیک است که در این تحقیق بعد از انجام مطالعه اولیه و برآورد لازم، ابزارهای پرکاربرد در تونل سازی شناسایی شده و داده های مورد نیاز آن تحت نرم افزار Access در جداول، فرم ها و تقاضاها (Query) پیاده سازی شده اند و با اعمال فرمان های فیلتراسیون، به راحتی در دسترس قرار گرفته و قابلیت انتقال به نرم افزار Excel را فراهم می سازد.

همچنین تولید نمودار که از اهم وظایف گروه رفتارنگاری می باشد، با اعمال قوانین پردازش داده نظیر غربالگری حاصل می شود. در گام نهایی با توجه به روند ساخت تونل، تفسیر نمودارهای تولید شده بر اساس قضاوت و تجربه مهندسی توسط مهندسان مجرب ژئوتکنیک صورت می گیرد تا طراحی صورت گرفته، با حذف تاثیرات عدم اطمینان و ساده سازی در مدل سازی، بر اساس رفتار واقعی زمین اصلاح شود. در پایگاه داده طراحی شده به عنوان مطالعه موردی تعدادی از داده های چند ابزار به کار رفته در پروژه تونل امیرکبیر وارد گردیده و همچنین چند نمودار مهم از قبیل نشست در پروفیل طولی و عرضی در محور یکی از تونل ها در امتداد خیابان درودیان رسم شده است و مقادیر آن با مقادیر محاسبه شده از طریق روابط نظری مقایسه گردیده است و با انطباق بر اطلاعات حفاری، واکنش و رفتار زمین مورد تفسیر قرار گرفته است.

معرفی کتاب

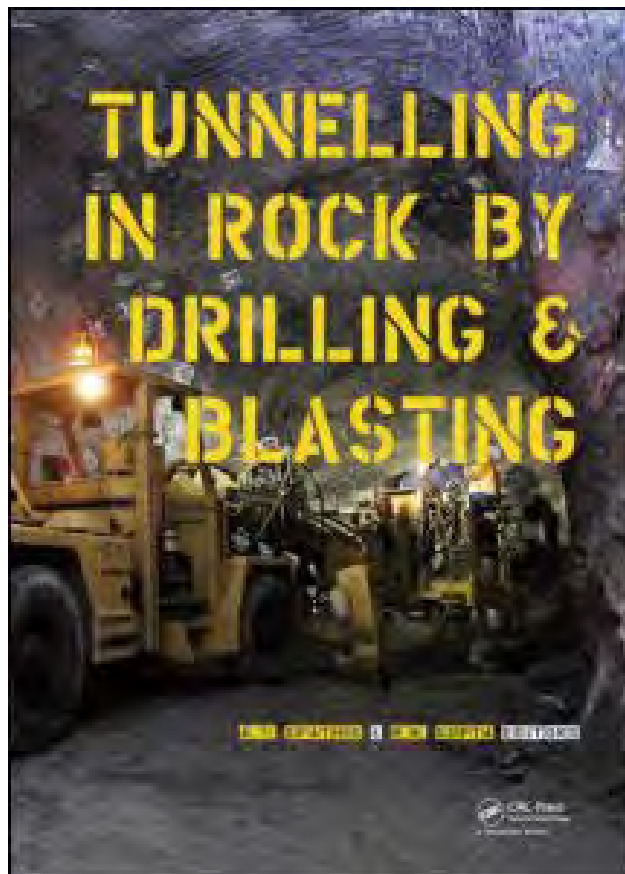


عنوان کتاب:
Surface and Underground Excavations:
(2nd) Methods, Techniques and Equipment
(Edition)

نویسنده: Ratan Raj Tatiya

چکیده:

این کتاب فن آوری ها و پیشرفت های مربوط به روش های حفر و استخراج سطحی و زیرزمینی را مرور می نماید. در چند فصل نخست روش های اجرایی از جمله چالزنی، مواد منفجره و روش های آتشباری، خاکبرداری، روش های نگهداری و بهسازی مورد بحث و بررسی قرار می گیرند. پس از آن روش های حفر و استخراج در پروژه هایی همچون تونلسازی، حفر شفت و چاه، معدنکاری سطحی و زیرزمینی تشریح می شوند. علاوه بر موارد فوق روش های تحلیل، طراحی، و اجرا در پروژه های سطحی و زیرزمینی بررسی می شوند و مطالعات موردی متعددی نیز مورد بحث قرار می گیرند.



عنوان کتاب:
Tunneling in Rock by Drilling and Blasting

ویرایش: Alex Spathis, R.N. Gupta
تاریخ انتشار: ۲۰۱۳
ناشر: CRC Press

کتاب حاضر آخرین پیشرفت ها در حفر تونل با استفاده از روش چالزنی و آتشکاری ارائه می نماید. نمونه های متعددی از پروژه های اجرا شده در نقاط مختلف جهان از جمله شبه قاره هند، استرالیا، سوئد و دیگر کشورها مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند. این پروژه های تونلی چالش ها و اهمیت چالزنی دقیق را به تصویر کشیده و تاثیر زمین-شناسی بر دقت چالزنی را تشریح می نماید. همچنین نحوه تخمین لرزش ناشی از آتشکاری و روش های کنترل آن. نیز روش های ارزیابی تونل از لحاظ بیش شکستگی، نرخ پیشروی، و صدمات وارد بر توده سنگ به تفصیل تشریح شده است. علاوه بر موارد فوق تعدادی مطالعه موردی از حفر تونل در شرایط مشکل ارائه شده است. در نهایت مروری کلی بر نرم افزارهای مورد استفاده در روش های فوق، و نیز مواد منفجره و تجهیزات مربوط به عملیات انفجار که در طراحی آتشکاری مورد استفاده قرار می گیرند، ارائه شده است.

رویدادهای تونلی

The 2nd «Tunnels and ITS» Symposium
Bergen, Norway
19-18 September 2013

The Norwegian Public Roads Administration and ITS Norway are organising the second international symposium on the development and deployment of intelligent transport systems for tunnels with high or low traffic density. The symposium will be held in Bergen Norway on the 18th and 19th of September 2013.

Contact:
Symposium management
Øystein Olsen
Tel.: + 947560 22 47 or 61
Fax: + 947501 22 47
Email: oystein.olsen@tekna.no
Website: <http://www.tekna.no>

The 2nd Tunnelling and Microtunnelling Short Course
Istanbul Turkey
28-27 September 2013

Contact:
ZED Event Management & Consultancy
Tel.: 00 57 219 312 90+
Fax: 01 57 219 312 90+
Email: info@tunnelcourse.com
Website: www.zed.com.tr
Event website: www.tunelcilikkursu.com

International Congress, Italy 2013
Bologna Italy
19-17 October 2013

ExpoTunnel is the new showcase dedicated to the world of tunnelling, drilling, mining, underground construction and research. It is an opportunity to meet in a global framework of supply and demand of high technology and its field applications, with the chance to learn new methods, access state-of-the-art techniques and face the world market.

Contact:
Segretaria Scientifica- Società Italiana Gallerie
Tel.: 77790415 02 39+
Fax: 77790419 02 39+
Email: eventi@societaitalianagallerie.it
Website: www.societaitalianagallerie.it
Event website: www.expotunnel.it/