

تونل

نشریه انجمن تونل ایران

Tunnel

شماره ۷، تابستان ۸۸

Iranian Tunnelling Association Magazine



www.irta.ir

www.irta.ir

www.irta.ir

[www.irta](http://www.irta.ir)

تعالیه

تونل شماره ۷، تابستان ۸۸ نشریه انجمن تونل ایران



- ۲ سرمقاله
- ۳ اخبار
- ۱۲ سازه های آبی شوشتر
- ۱۷ کاربری مهندسی سنگ در فضای زیرزمینی بر اساس تجارب ژاپن در پروژه های زیرزمینی ذخیره انرژی
- ۳۲ تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری
- ۴۰ چکیده مقالات منتخب نشریات
- ۴۲ معرفی کتاب
- ۴۳ رویدادهای تونلی

شرح روی جلد: پروژه نیروگاه دوم سد شهید عباسپور (کارون یک) - تونل آبرسان چپ



- | | |
|------------------------|--|
| صاحب امتیاز | انجمن تونل ایران |
| مدیر مسئول | دکتر مرتضی قارونی نیک |
| سر دبیر | دکتر سیامک هاشمی |
| زیر نظر | هیئت مدیره انجمن تونل ایران |
| مدیر داخلی | مهندس مرتضی همزه ابیازنی |
| هیئت تحریریه | دکتر محمد جواد جعفری، دکتر حسین سالاری راد، دکتر مصطفی شریفزاده،
دکتر محمد حسین صدقیانی، دکتر اورنگ فرزانه، دکتر احمد فهیمی فر،
دکتر مرتضی قارونی نیک، دکتر حسین کنعانی مقدم،
مهندس ابوالقاسم مظفری شمس، دکتر سیامک هاشمی، دکتر علی یساقی |
| امور اجرایی | نشرین |
| تبلیغات | معصومه قره داغی |
| صفحه آرایی و طراحی جلد | ایمان جلالی |
| لیتوگرافی | کحالی |
| چاپ | صنوبر |
| صحافی | سپیدار |

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

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

• نشانی: خیابان کارگر شمالی - بالاتر از بیمارستان قلب - بعد از خیابان دوم - ساختمان ۴۶۷ - طبقه ۵ - واحد ۴۱ - انجمن تونل ایران

نمابر: ۸۸۰۰۸۷۵۴

تلفن: ۶ - ۸۸۶۳۰۴۹۵

Website: www.irta.ir

Email: info@irta.ir



میراث فرهنگیمان را ارج نهیم

میراث فرهنگی کشورها به عنوان حافظه ملی و منبع مهم تجارب علمی و فرهنگی جوامع در طول تاریخ به خوبی بیانگر ظرفیت ها و استعدادهای بالقوه و متنوع تاریخی و فرهنگی ملل و مناطق مختلف می باشد. انسان ها در طول زندگی خود در مناطق مختلف در صدد رفع نیازها و بهبود وضعیت رفاهی خود با توجه به عوامل محیطی پیرامون خود بوده و در طول این سال ها تجارب فراوانی اندوخته اند. آنها عوامل محیطی پیرامون خود را شناخته و برای تطبیق یا تفوق بر آن تدابیر فراوانی اندیشیده و از مسیر سخت موفقیت ها و شکست ها عبور کرده اند و این خط سیر را در میراث فرهنگی خود برای درس گرفتن آیندگان به یادگار گذاشته اند. آنچه محققان میراث فرهنگی از جستجو در گذشته و بررسی این خط سیرهای شگفت انگیز به دست می آورند، دستیابی به استعدادها و ظرفیت های بالقوه و متنوع تاریخی و فرهنگی ملل و مناطق مختلف می باشد که می تواند مورد توجه خاص سیاستگذاران و برنامه ریزان قرار گیرد.

تمدن های باستانی ایران از جمله قدیمی ترین سکونتگاه های بشری محسوب می شوند. ظهور این تمدن ها به همراه رونق کشاورزی، شهرنشینی و ساخت و ساز و شکل گیری شهرها، برآمیختگی شکوهمندی از تکوین حیات تمدنی ایرانیان با شرایط اقلیمی پیرامون آنها به ویژه بهره برداری از منابع سطحی و زیرزمینی را گواهی می دهد. این سرزمین کهن با تمدن دیرپای خود یکی از گهواره های فرهنگ و تمدن شناخته شده جهان است و به دلیل جذابیت عقاید دینی و تاریخی طولانی و پرفراز و نشیب خود، و همچنین به واسطه عقاید اخلاقی و گنجینه ادبی و هنری غنی، همواره منبع الهامی برای شعرا، نویسندگان و نقاشان ملل و اقوام دور و نزدیک بوده است. نگاه به گذشته تاریخی ایران بیانگر آن است که جهانیان، ایران و اقوام ایرانی را به مردمی صاحب دانش های تاثیرگذار در زمینه های مختلف عملی برای تکوین تمدن می شناختند و ساکنان آن از آیین ها، ادبیات، و هنر معماری غنی برخوردار بوده اند.

نه تنها در ایران، بلکه در بسیاری از کشورها، چگونگی برخورد با میراث فرهنگی یک مسئله مهم به شمار می رود. میراث به یادگار مانده از گذشته تنها منابعی هستند که می توانند فرهنگ گذشته یک ملت را نشان دهند و برنامه ریزی را برای آینده سهل و آسان نمایند، چرا که میراث فرهنگی و طبیعی بیان کننده پیشینه تاریخی، تمدن و فرهنگ و جاذبه های طبیعی هر کشوری است که شکل گیری و به وجود آمدن آن در طی سالیان متمادی صورت گرفته است. امروزه تمدن هر کشوری بر پایه فرهنگ مردم آن استوار است. حفظ میراث فرهنگی در زندگی امروز ما، استحکام مبانی هویت ما، ایستادگی و دوام ما در مسیر طوفانهای سیاسی جهان معاصر، رونق اقتصادی و اشتغال ما، جلوگیری از خودباختگی نسل جوان ما در مقابل فرهنگ های بیگانه و دفاع از کیان تاریخیمان در مقابل بیگانگان نقش مهمی دارد. کشوری که سابقه تمدن کهن دارد و نشانه های آن را برای خود و جهانیان حفظ و معرفی می کند در واقع سپری امنیتی در مقابل بی فرهنگی ها در جهان می سازد و نسل جدید ما بیش از ما به این سپر دفاعی فرهنگی نیاز دارد.

توسعه پایدار عرصه نوینی است که به طور همزمان هم سیاست و فرهنگ را مورد توجه قرار می دهد و هم بر رونق اقتصاد و تجارت و صنعت تاکید می ورزد؛ هم از محیط زیست و همزیستی با طبیعت و هم از حقوق برابر انسانها حمایت می کند. توسعه پایدار عبارت است از توسعه ای که نیازهای کنونی جهان را تامین کند، بدون آنکه توانایی نسلهای آتی را در برآوردن نیازهای خود به مخاطره افکند. برای توسعه پایدار باید ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی که با هم مرتبط و به طور نسبی بر یکدیگر تاثیر گذارند را باز شناخت و نخستین گام در این راه شناسایی محیط زیست طبیعی و انسانی و حفاظت از آنچه که در آن نهفته یعنی میراث طبیعی و فرهنگی است.

تحول و نوآوری همانند تاریخ، یک نیاز در ذات زندگانی است. انسان پویانده و تنوع طلب است. بنابراین، نو نمودن محیط زیست، همسو با شرایط تاریخی است ولی در این دگرگونی ها، توجه به ماندگاری هویت ها را نیز باید جدی گرفت. همچنان که انسان ها حتی در عصر ارتباطات و تکنولوژی همواره به هویت های بومی و ملی اصیل خود پایبندند، مسلماً یکی از راه های پایداری اصالت هر جامعه در حفظ نشانه های فرهنگی است. اگر تغییر نگاه ما نسبت به فضاهای زیستی مان باعث ایجاد شکاف بین سنت ها و تکنولوژی روز شده باشد، نگاهی به زمان بروز این شکاف نیز می تواند تا حدودی راهگشا باشد. از زمانی که سرعت حرکت جوامع و پیشرفت تکنولوژی افزایش یافته، قدرت ما در تلفیق این دو مقوله کاهش پیدا کرده است. منظور بازگشت به گذشته نیست؛ باید به اقتضای امروز توجه شود، ولی نگاهی نیز به گذشته و تجربیات پیشینیان بیاندازیم. دگرگونی اجتماعی و حرکت به سوی مطلوب نمی تواند و نباید به بهای قربانی شدن فرهنگ و میراثمان به دست آید، بلکه این روند با ارج گذاری به آنها به سرانجام خواهد رسید.



اولین تونل ایرانی در شمال عراق گشایش یافت



تونل «ازمر» که در ارتفاعاتی به همین نام در شمال عراق حفر شده، بعد از حدود پنج سال کار مستمر با حضور «برهم صالح» معاون نخست وزیر عراق در امور اقتصادی و جمعی از مسؤولان محلی و سفیر جمهوری اسلامی ایران در عراق گشایش یافت. 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 و از خطرات رانندگی در این منطقه کوهستانی به میزان قابل توجهی می‌کاهد.

عملیات حفر تونل راهبردی ازمر که دولت محلی منطقه آن را به نام «پیشرو» یکی از مهندسان ناظر که در جریان احداث تونل، جان خود را از دست داد، نامگذاری کرده اند، اوایل سال ۲۰۰۵ با تخصیص اعتباری بالغ بر ۱۸ میلیون و ۲۰۰ هزار دلار آغاز شد. این تونل که رییس ایرانی شرکت سازنده «ای.سی.جی»، آن را یکی از بزرگترین تونل های خاورمیانه یاد کرده، با طول دو هزار و ۳۸۹ متر، عرض ۸/۵ متر، ارتفاع ۷/۶۵ متر مطابق با استانداردهای جهانی ساخته شده است. از ویژگی های این

تونل «رنو» با شماره ثبتی ۲۶۰۲۲ در فهرست آثار ملی کشور به ثبت رسیده است. به گفته او، اکنون بیش از ۶۳۰ اثر فرهنگی تاریخی استان ایلام در فهرست آثار ملی به ثبت رسیده است. خبرگزاری فارس
۱ تیر ۱۳۸۸

نخستین تونل دست ساز کشور در ایلام در فهرست آثار ملی ثبت شد



مرحله اول طرح قطار شهری اصفهان آماده ریل گذاری



سخنگوی شورای اسلامی شهر اصفهان گفت: مرحله اول طرح قطار شهری اصفهان به طول ۱۱ کیلومتر آماده ریل گذاری است. به گزارش خبرگزاری اقتصادی ایران، «قربانی» با بین این مطلب افزود: این مرحله حد فاصل شهرک قدس ملک شهر (ایستگاه پاسداران)-میدان امام حسین به صورت تونل کم عمق حفر شده است که ریل گذاری آن به زودی آغاز می‌شود. قربانی افزود: در صورت تأمین واگن ها، مرحله اول متروی اصفهان تا پایان سال آینده به بهره برداری می‌رسد. اجرای قطار شهری اصفهان به طول ۲/۲۰ کیلومتر در چهار مرحله، حدفاصل ملک شهر-میدان آزادی، سال ۱۳۸۱ آغاز و تا کنون برای آن بیش از ۵۰۰ میلیارد تومان هزینه شده است.

خبرگزاری اقتصادی ایران (اکنونوز)
۸ تیر ۱۳۸۸

به گزارش خبرگزاری فارس، مسعود اسکندری، رئیس سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان ایلام گفت: تونل قدیمی ایلام -ایوان که در مسیر این دو شهرستان قرار دارد با توجه به اینکه یکی از قدیمی ترین تونل های کشور محسوب می‌شود، به تازگی در فهرست آثار ملی ثبت شد.

وی گفت: تونل «رنو» مربوط به دوران پهلوی اول است که با استفاده از ساده ترین امکانات دستی ساخته شده است. با توجه به تاریخ حک شده روی تونل احتمال بهره‌برداری از تونل «رنو» در سال ۱۳۱۰ هجری شمسی است. تونل «رنو» در دامنه کوهی با همین نام واقع شده است که در جهت شرق شهرستان ایوان غرب و شمال غرب شهرستان ایلام قرار گرفته است. اسکندری با اشاره به اینکه اداره راه و ترابری مالک این اثر تاریخی است گفت: تونل «رنو» ۶۰ متر طول، ۵/۵ متر ارتفاع و ۱۵/۱۴ متر عرض دارد و در گذشته به عنوان یکی از راه‌های ارتباطی استان با شهرستان ایوان بوده است.

رئیس سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان ایلام یادآور شد: در حال حاضر این اثر تاریخی سالم است ولی به دلیل اینکه در کنار آن تونل جدیدی احداث شده این تونل بدون استفاده است. وی اضافه کرد:

تونل اختصاص گذر ۷۰ سانتیمتری برای عابران پیاده و یک متر برای نصب و لوله کشی لوله های آب و دیگر تاسیسات است.

برهم صالح معاون نخست وزیر عراق احداث این تونل را توسط شرکت های ایرانی نشانه روابط بسیار خوب بین بغداد و تهران دانسته و خواستار گسترش بیشتر روابط بین دو کشور در همه زمینه ها شده است. «حسن کاظمی قمی» سفیر ایران در عراق نیز از احداث این تونل ابراز خرسندی کرده و گفته است که روابط بین جمهوری اسلامی ایران و منطقه کردستان عراق امروز به سطح ممتازی رسیده است.

خبرگزاری ایرنا

۱۳ تیر ۱۳۸۸

طرح تونل انتقال آب از کرج به تهران در حال اجراست

مدیرعامل شرکت آب منطقه ای تهران گفت: اجرای طرح احداث تونل انتقال آب از کرج به تهران به قوت خود باقیست و رئیس جمهوری دستوری برای توقف این طرح صادر نکرده است. خسرو ارتقایی در گفت و گو با خبرنگار اقتصادی خبرگزاری فارس با تأیید این که مسئولان سازمان حفاظت محیط زیست اخیراً مکاتباتی با کمیسیون زیربنایی دولت در خصوص مشکلات زیست محیطی اجرای طرح مزبور داشته اند، اظهار داشت: کمیسیون زیربنایی دولت بارها برای داشتن یا نداشتن مشکلات زیست محیطی طرح انتقال آب از کرج به تهران جلساتی برگزار کرده اما سرانجام آنرا به تصویب رساند. وی افزود: مطالعات این طرح از سال ۸۰ آغاز و از سال ۸۴ نیز عملیات اجرایی طرح تونل انتقال آب از کرج به تهران آغاز شد. ارتقایی با بیان اینکه در حال حاضر نیز این طرح حدود ۵۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است، اظهار داشت: این که جدیداً مکاتباتی از سوی برخی نمایندگان کرج در مجلس و رئیس سازمان حفاظت محیط زیست با کمیسیون زیربنایی دولت صورت گرفته صحت دارد اما این که رئیس جمهوری دستوری برای متوقف شدن طرح داده باشد، صحت ندارد. نماینده کرج به

تازگی از توقف اجرای احداث تونل انتقال آب از کرج به تهران با دستور رئیس جمهوری خبر داده بود.

به گزارش خبرنگار فارس، در این طرح آب رودخانه کرج از سد تنظیمی امیرکبیر به وسیله تونل به تصفیه خانه تهران منتقل و به این شکل آب این رودخانه بدون پیمودن مسیر ۳۰ کیلومتری سد تا آبگیر بیلقان به طور مستقیم به تهران، سرآزیر می شود. هم اکنون انتقال آب رودخانه کرج به پایتخت به این شکل است که پس از جاری شدن آب از سد امیرکبیر و گذر از حاشیه سرسبزترین قسمت جاده چالوس به وسیله دو لوله به تصفیه خانه های شماره یک و ۲ تهران، منتقل می شود.

خبرگزاری فارس

۲۱ تیر ۱۳۸۸

تونل آزادگان مشکین شهر بازگشایی شد

بعد از دو روز عملیات بهسازی و تجهیز تونل آزادگان در شهرستان مشکین شهر به روی رانندگان باز شد. به گزارش خبرگزاری فارس از اردبیل، رئیس اداره راه و ترابری مشکین شهر عصر یکشنبه در بازدید از مراحل پایانی تجهیز و بهسازی این تونل گفت: در این مدت تلاش کردیم سیستم روشنایی، علائم داخل تونل و نیز برخی مسیرهای تونل را بهسازی کرده و آماده استفاده کنیم. احمد حاتمی اظهار داشت: با اتمام بهسازی و تعمیر این تونل به صورت رسمی تونل بازگشایی شده و در اختیار رانندگان قرار می گیرد. وی در ادامه از آغاز عملیات تعریض محور مشکین شهر به مغان خبر داد و تصریح کرد: این پروژه با اعتبار اولیه ۲ میلیارد و ۷۰۰ میلیون ریال اجرایی می شود. رئیس اداره راه و ترابری مشکین شهر خاطرنشان کرد: در مراحل اجرایی این مسیر سعی می شود ضمن برطرف شدن نقاط حادثه خیز، زیرسازی و آسفالت آن به صورت خوب و شایسته انجام گیرد. وی به حادثه خیز بودن محور مشکین شهر - فخرآباد و مشکین شهر - اردبیل اشاره کرد و گفت: در این مسیر به دلیل برخی نقاط حادثه خیز شاهد تصادفات مرگباری بوده ایم که

راه و ترابری مشکین شهر در یک برنامه ریزی تلاش می کند ضمن رفع این معایب نسبت به بازسازی و اصلاح این مسیر اقدام کند. حاتمی افزود: راه و ترابری مشکین شهر با یک حرکت منسجم و خوب تلاش می کند ضمن شناسایی محورهای خطرناک همچنین نقاط حادثه خیز آنها را در کمترین زمان تعریض و اصلاح کند. وی خاطرنشان کرد: با وجود کاهش اعتبارات به نظر می رسد تعریض محور مشکین شهر به مغان امسال به پیشرفت قابل قبولی برسد و در سال های آینده نیز برای تکمیل این محور مواصلاتی اعتبار مناسب در نظر گرفته می شود. تونل آزادگان به طول ۹۳۵ متر در ۷۲ کیلومتری جاده مشکین شهر - مغان و ۱۲۰ کیلومتری محور اردبیل - پارس آباد قرار دارد.

خبرگزاری فارس

۲۲ تیر ۱۳۸۸

بخشی از خیابان شهید بهشتی بر اثر حفاری خط سه مترو فرو ریخت

مجری خط سه متروی تهران گفت: بخشی از خیابان شهید بهشتی تهران مقابل استانداری به دلیل حفاری آزمایشی مترو برای ساخت تونل خط سه مترو فرو ریخت. «محمد مجد» در گفت و گو با خبرنگار اجتماعی ایرنا افزود: بر اثر این ریزش بخشی از لاین سمت راست خیابان شهید بهشتی حد فاصل مفتوح - میرعماد فرو ریخته که این امر منجر به بسته شدن یک خط عبوری در این مسیر شده است. خوشبختانه این حادثه هیچ گونه مصدومی نداشته است. وی تأکید کرد: با توجه به ترافیک عبوری این خیابان به سرعت حدود دو تا سه متر عمق ریزش را خاکبرداری کرده و بتن ریزی می کنیم که این اقدام چند روز طول می کشد و پس از آن امکان عبور ترافیک از محل فرو ریخته شده فراهم می شود. رئیس پلیس منطقه ۷ راهنمایی و رانندگی تهران بزرگ هم در این زمینه به ایرنا گفت: هم اکنون دو لاین از این خیابان باز است ولی با توجه به مسدود شدن یک لاین با ترافیک خودروهای عبوری مواجه



هلال احمر، مولوی و ری به بزرگراه شهید محلاتی رسیده و در پایان با عبور از بزرگراه بسیج به منطقه قصر فیروزه و ورزشگاه تختی منتهی می شود.

پوشش دائمی تونل خط ۷ مترو به وسیله نصب این قطعات تامین می شود و در این روش پوشش نهایی به موازات حفاری نصب می شود. در این روش، که از سگمت های ذوزنقه ای استفاده می شود، با کنار هم قرار گرفتن ۸ قطعه آن، یک حلقه ایجاد می شود که پوشش نهایی ۱/۵ متر از طول تونل را تامین می کند.

خبرگزاری ایسکانیوز
۵ مرداد ۱۳۸۸

عملیات آسفالت تونل پیامبر اعظم (ص) ایوان آغاز شد

فرماندار ایوان گفت: عملیات آسفالت تونل پیامبر اعظم (ص) در شهرستان ایوان آغاز شد. به گزارش خبرگزاری فارس از ایلام، مسعود ملکی در جریان بازدید از این پروژه راه سازی اظهار داشت: عملیات آسفالت ورودی تونل از سمت ایلام به طول ۲ هزار و ۷۰۰ متر آغاز شده و عملیات شن ریزی مسیر خروجی تونل به سمت ایوان نیز در دست اجرا است. وی ادامه داد: تاکنون برای احداث تونل پیامبر اعظم (ص) در مسیر ایلام - ایوان، ۱۲ میلیارد تومان اعتبار هزینه شده و قرار است این طرح در هفته دولت امسال به بهره برداری برسد. این مسئول اضافه کرد: اکنون بر اساس برآورد کارشناسان مرتبط با موضوع تونل ایوان ۹۳ درصد پیشرفت فیزیکی داشته و براساس تقویم زمان بندی شده روند احداث آن مطلوب است. ملکی تصریح کرد: ایجاد این تونل یکی از مطالبات به حق

خاطر نشان کرد: با توجه به تاثیرات مثبت این پروژه در کشاورزی و گردشگری منطقه، تسریع در اجرای پروژه همراه با رعایت استانداردهای فنی و زیست محیطی و منابع طبیعی مورد توجه مسئولان است. تا کنون برای اجرای این پروژه مهم ۲۸۰ میلیارد تومان هزینه شده و ۶۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است. در صورت تامین اعتبار، پیش بینی می شود این پروژه در سال آینده به بهره برداری می رسد. احداث سد مخزنی و تاسیسات مربوطه، احداث سد انحرافی زرينگل و کانال و تونل انتقال آب زرينگل - کبودوال به طول حدود سه کیلومتر، ایجاد کانال آبرسان سد به شبکه ۱۴ کیلومتر و احداث شبکه آبیاری و زهکشی از ویژگی های این طرح است.

خبرگزاری ایسکانیوز
۲۵ تیر ۱۳۸۸

کارخانه سگمت سازی خطوط مکانیزه متروی تهران افتتاح شد

کارخانه سگمت سازی خطوط مکانیزه متروی تهران امروز با حضور دکتر قالیباف شهردار تهران و هیات همراه طی مراسم رسمی افتتاح شد. به گزارش خبرنگار باشگاه خبرنگاران دانشجویی ایران «ایسکانیوز»، کارخانه سگمت سازی کارخانه پیشرفته تولید قطعات بتنی با مقاومت بالا است که با احداث تونل خط هفت متروی تهران، با دستگاه تمام مکانیزه حفر تونل، مورد استفاده قرار می گیرد. بر اساس این گزارش کارخانه سگمت سازی با زیربنایی بالغ بر شش هکتار در منطقه علی آباد تهران واقع در خیابان شهید دستواره احداث شده و روزانه ظرفیت تولید ۲۰ حلقه را داراست.

بنابراین گزارش خط هفت متروی تهران به طول ۲۷ کیلومتر و با ۲۵ ایستگاه در واقع پل ارتباطی شمال غرب به جنوب شرق است که از ایستگاه میدان بوستان منطقه سعادت آباد در شمال غرب تهران آغاز و با گذر از میدان صنعت و مجموعه برج و بیمارستان میلاد از حاشیه بزرگراه چمران به میدان توحید و بزرگراه نواب صفوی متصل شده و از طریق خیابان های



هستیم. سرهنگ «محمد معقول» فازود: سریعا با دستگاههای خدماتی از جمله گاز، آب، برق و آتش نشانی و شهرداری ناحیه تماس گرفته و از آنها خواسته شده در محل حادثه حضور یابند. وی تاکید کرد: اگر بار ترافیک در مسیر شرق به غرب خیابان شهید بهشتی سنگین تر از وضعیت کنونی شود به ناچار محدودیت های ترافیکی در این مسیر اعلام می کنیم.

خبرگزاری ایرنا
۲۴ تیر ۱۳۸۸

بهره برداری از سد کبود وال سبب تحول در کشاورزی منطقه خواهد شد

معاون امور عمرانی استانداری گلستان گفت: بهره برداری از سد کبود وال در علی آباد کتول سبب تحول در کشاورزی منطقه و به تبع آن تاثیر مثبت در روند توسعه استان خواهد داشت. به گزارش باشگاه خبرنگاران دانشجویی ایران «ایسکانیوز»، به نقل از رئیس اداره روابط عمومی شرکت آب منطقه ای گلستان، مهندس «هوشنگ غلامزاده» در جلسه شورای فنی استان افزود: با احداث این سد سالانه ۵۵ میلیون متر مکعب آب جمع آوری و تنظیم می شود. به گفته وی، همچنین احداث این سد موجب رونق کشاورزی در این منطقه و تامین آب ۱۴ هزار هکتار از اراضی کشاورزی می شود. وی در این نشست با موضوع بررسی پیشرفت کار پروژه سد کبودوال و رفع مشکلات فنی و اجرایی آن تشکیل شده، خاطرنشان کرد: تاکنون اجرای این پروژه ۶۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است. معاون امور عمرانی استاندار گلستان

با افتتاح دو دهانه تونل همرو و گذرده؛ مریوان ۲۲ کیلومتر به سنندج نزدیک تر می شود

مدیرکل راه و ترابری استان کردستان گفت: با افتتاح دو دهانه تونل همرو و گذرده در مسیر سنندج - مریوان، طول این مسیر ۲۲ کیلومتر کوتاه تر می شود. عطاالله قادری در گفتگو با خبرنگار فارس در سنندج اظهار داشت: این مهم که تا سال ۱۳۹۰ محقق می شود، کاهش تصادفات رانندگی، افزایش ایمنی جاده ها، کاهش هزینه نگهداری راه و برفروبی در فصل زمستان و همچنین کاهش مصرف سوخت را به دنبال دارد. وی افزود: ایجاد تونل همرو به طول ۹۴۵ متر موجب حذف گردنه همرو و تونل گذرده نیز به طول ۲۷۵ متر سبب حذف قوس مسیر مریوان سنندج شده و تاثیر بسیار مهمی در اقتصاد و رونق منطقه نیز دارد. مدیرکل راه و ترابری استان کردستان با اشاره به اینکه اکثر مسیرهای منتهی به سنندج با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه دارای تونل است، اذعان داشت: وجود این تونل ها نقش بسیار مهمی در کوتاه کردن این مسیرها دارند. قادری اجرای طرح تیرتیز - گاران به طول ۵۲ کیلومتر و اجرای جاده حدفصل سه راهی تودار - شویشه و تقاطعات آن را از دیگر طرح های مسیر سنندج - مریوان عنوان کرد و افزود: این طرح نیز که اکنون در حال اجراست از پیشرفت خوبی برخوردار است. وی خاطرنشان کرد: افزایش تردد خودروها در مسیر سنندج - مریوان، فراهم کردن زمینه رونق اقتصادی در بازارچه مرزی مریوان و توسعه گردشگری منطقه به واسطه دریاچه زیورار نیازمند بهره برداری سریع از این مسیر است. مدیرکل راه و ترابری استان کردستان اجرای طرح های جاده سازی در کردستان را با توجه به کوهستانی بودن منطقه هزینه بردارتر از سایر استان های دیگر کشور دانست و تصریح کرد: امید است با توجه به این امر، اعتبارات ویژه ای برای طرح های راه سازی کردستان اختصاص یابد. قادری راه را زیرساخت اساسی توسعه عنوان کرد و یادآور شد: در چند سال اخیر بدون شک تحول خاصی در بخش

قرمز بود و خوشبختانه هیچ خودرویی از تقاطع نگذشته بود. گزارش ایسکانیوز می افزاید، دو موتورسوار که به داخل گودال افتاده بودند بدون آسیب جانی، نجات یافتند.

خبرگزاری ایسکانیوز

۱۸ مرداد ۱۳۸۸

هدر رفت آب و حفره های زیرزمینی، عامل حادثه تونل توحید بود

معاون فنی و عمرانی شهرداری تهران با اشاره به هدر رفت آب و ایجاد حفره های زیر زمینی در نقاط بسیاری از شهر تهران گفت: این مساله در بخشی از مسیر احداث تونل توحید موجب فرونشست زمین و ایجاد حادثه تونل توحید شد. روز یکشنبه هیجدهم مرداد ماه بخشی از مسیر احداث تونل توحید تهران حدفصل خیابان ارومیه و کلهر نشست کرد که بر اثر آن یک کارگر جان باخت و تعدادی نیز زخمی شدند. به گزارش خبرنگار شهری ایرنا، احمد دنیامالی با اشاره به وجود حفره های متعدد در مسیر احداث تونل توحید خاطرنشان کرد: برخی از کارشناسان وزارت نیرو اعلام کردند که بیش از ۲۵ تا ۳۰ درصد آب هدر می رود که این آب وارد حفره های زیرزمینی شده و باعث ناپایدار شدن زمین و در برخی موارد باعث فرونشست می شود. معاون فنی عمران شهرداری تهران در خصوص میزان مقاومت تونل تصریح کرد: سازه تونل موقت بوده و کارشناسانی که از پروژه بازدید کرده اند یکی از سوالات آن ها این بود که چرا اینقدر در ساخت این تونل ایمنی به کار رفته است. وی با تأکید بر این موضوع که تدابیر ایمنی بالایی در تونل صورت گرفته است، گفت: تونل توحید همزمان با صفر شدن روزشمار آماده افتتاح و بهره برداری می شود. وی با اشاره به انجام ۴ هزار و ۱۰۰ متر حفاری تونل توحید افزود: دویست متر دیگر از این حفاری باقی مانده که در زمان مقرر انجام می شود.

خبرگزاری ایرنا

۲۶ مرداد ۱۳۸۸

مردم شهرستان ایوان برای دسترسی آسان به مرکز استان ایلام بوده که توسط دولت نهم روند تکمیل آن شتاب گرفته است. وی ادامه داد: هدف از اجرای این پروژه راه سازی در شمال غربی استان ایلام حذف گردنه صعب العبور و پیچ های خطرناک و حادثه خیز گردنه رنو است. با حذف ۱۸ کیلومتر از مسیر فعلی ایلام به ایوان، شش کیلومتر جایگزین می شود یعنی مسافت ایلام به شهرستان ایوان و کرمانشاه ۱۱ کیلومتر کاهش می یابد. این پروژه راه سازی بر کاهش زمان سفر و کاهش هزینه های استهلاک و سوخت و در نهایت در توسعه استان و شبکه حمل و نقل تاثیر مهمی دارد. شهرستان ایوان در ۴۵ کیلومتری شمال غرب ایلام قرار دارد.

خبرگزاری فارس

۸ مرداد ۱۳۸۸

ریزش تونل توحید تهران



بخشی از تونل «توحید» تهران فرو ریخت و کمک رسانان آتش نشانی را به آنجا کشاند. به گزارش خبرنگار گروه حوادث ایسکانیوز بخشی از تونل «توحید» در تقاطع بزرگراه «نواب» و خیابان «کلهر» تهران ریزش کرد. به دنبال این رخداد، ماموران عملیاتی ایستگاه ۵۲ و گروه نجات شماره یک آتش نشانی تهران به نقطه مورد نظر رفتند و به منظور پیشگیری از هرگونه رخداد احتمالی دیگر با استفاده از نوار هشدار دهنده، محدوده تونل را بستند. همچنین پنج دستگاه آمبولانس اورژانس رهسپار آنجا شد. این حادثه ۵ مصدوم در پی داشت که یکی از این مصدومان، راننده لودر بود که متأسفانه جان خود را از دست داد. یک تن دیگر از مصدومان به بیمارستان امام خمینی (ره) منتقل شد و ۳ مصدوم دیگر نیز در محل حادثه به صورت سریایی درمان شدند. شاهدان اعلام کردند در لحظه ریزش تونل، چراغ راهنمایی تقاطع

اکباتان نیز در دست اجراست و تا سال آینده این خط در منتهی الیه غربی به شهرک اکباتان خواهد رسید.

وی با تاکید بر اینکه توسعه خطوط مترو با جدیت دنبال می‌شود افزود: امیدواریم با کمک مجلس و دولت، اعتبارات مورد نیاز مترو به موقع تامین شود تا روند سریع توسعه مترو دچار خلل و مشکل نشود. شهردار تهران ادامه داد: در گذشته وقتی کمک ۱۰۰ میلیارد تومانی به مترو می‌شد، به نظر کمک قابل توجهی می‌آمد اما امروز با توانمندی‌ها و قابلیت‌هایی که در ساخت و توسعه مترو وجود دارد سالانه نزدیک به ۲ هزار میلیارد تومان می‌توان در مترو هزینه و کار کرد. دکتر قالیباف خاطر نشان کرد: برای ساخت و بهره برداری از هر کیلومتر مترو، منطبق بر استانداردها و با سرفاصله ۲ دقیقه حرکت قطارها باید ۴۰ میلیارد تومان هزینه شود.

وی با بیان اینکه تاکنون حدود ۱۰۰ کیلومتر مترو در تهران به بهره برداری رسیده است، گفت: در تلاشیم تا سال ۹۲، طول شبکه مترو را به ۲۱۷ کیلومتر برسانیم و در واقع ۱۱۷ کیلومتر مترو در تهران احداث کنیم که برای تحقق این مهم دولت و مجلس باید نهایت همکاری را داشته باشند و اعتبارات مورد نیاز به موقع و به صورت کامل تامین شود. شهردار تهران در ادامه بودجه تعیین شده برای توسعه مترو در سال جاری را مجموعاً هزار و ۱۰۰ میلیارد تومان اعلام و اظهار کرد: امسال در مجموع بیش از هزار میلیارد تومان در بودجه شهرداری و توسط مجلس برای توسعه مترو پیش بینی شده که سهم شهرداری بیشتر از سهم تعیین شده دولت است.

وی همچنین کمبود واگن‌های مترو و مشکل اعتبارات اسنادی را نقطه چالش و از مهمترین مشکلات پیش روی مترو تهران دانست و بیان کرد: تا ۲ سال قبل توسعه ایستگاه‌ها و پیشرفت ساخت تونل‌های مترو دغدغه اصلی محسوب می‌شد اما اکنون که روند ساخت شتاب مناسب گرفته و سالانه حداقل ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر مترو در تهران احداث می‌شود دغدغه و چالش اصلی در مترو واگن سازی و تامین واگن‌های مورد نیاز است و به هیچ وجه قابل قبول نیست که

محل احداث این تونل آغاز شده و امیدواریم با افزایش سرعت کار تکمیل این پروژه، بتوانیم در زمان تعیین شده مراحل اجرای این عملیات را به پایان ببریم. رئیس راه و ترابری درگز گفت: ساخت و بهره‌برداری از این تونل به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های محور ۲۴ کیلومتری درگز - لطف‌آباد محسوب می‌شود که ساخت آن سبب سرعت بخشیدن به عملیات اجرایی سایر مراحل پروژه نیز می‌شود. رئیس اداره راه و ترابری شهرستان درگز تصریح کرد: در حال حاضر درصد پیشرفت فیزیکی این پروژه بیش از ۲۷ درصد است.

خبرگزاری فارس

۴ شهریور ۱۳۸۸

تکمیل تونل خط ۴ مترو تهران تا دو ماه آینده



دکتر محمد باقر قالیباف و هیات همراه صبح ۱۱ شهریور از مراحل انجام عملیات اجرایی و پیشرفت کار بخش غربی خط چهار متروی تهران حد فاصل ایستگاه اکباتان که ایستگاه تقاطعی خطوط چهار و پنج مترو به شمار می‌آید، تا ایستگاه انقلاب بازدید کردند. به گزارش سما، دکتر محمد باقر قالیباف در حاشیه از بازدید بخش غربی خط ۴ مترو در تهران ضمن بیان اینکه تا ۲ ماه آینده تونل خط ۴ متروی تهران از منتهی الیه شرق از میدان کلاهدوز تا غرب تهران در شهرک اکباتان تکمیل و متصل می‌شود گفت: خط ۴، یکی از مهمترین خطوط مترو تهران است که تا پایان سال این خط در منتهی الیه شرقی از شهدا تا میدان کلاهدوز ادامه می‌یابد و به بهره برداری خواهد رسید. شهردار تهران افزود: توسعه غربی خط ۴ مترو تهران از میدان انقلاب تا شهرک

راه‌های استان ایجاد شده و امیدواریم با این روند افزایش کار و فعالیت در اداره راه و ترابری کردستان، به اهداف مدنظر و چشم‌انداز برسیم.

خبرگزاری فارس

۲۱ مرداد ۱۳۸۸

تونل «دلا» بین استانهای خوزستان و چهار محال و بختیاری بهسازی شد

مدیر کل راه و ترابری خوزستان از اتمام عملیات بهسازی و روکش آسفالت تونل دلا در شهرستان مسجدسلیمان خبر داد و گفت: این تونل ارتباط بین استانهای خوزستان و چهار محال و بختیاری را برقرار می‌کند. به گزارش خبرنگار ایرنا، خیرالله خادمی، طول این تونل را یک هزار و ۱۷۰ متر اعلام کرد و افزود: این تونل در مسیر بین استانی خوزستان - چهارمحال و بختیاری در شهرستان مسجد سلیمان واقع است که برای بهسازی و روکش آسفالت آن افزون بر چهار میلیارد و ۵۰۰ میلیون ریال از محل اعتبارات ملی هزینه شده است. وی با اشاره به این که به زودی کار نصب سیستم روشنایی این تونل نیز آغاز می‌شود، افزود: پیش از این، عبور از تونل دلا به علت نداشتن رویه آسفالت مناسب و همچنین مرطوب بودن آن به سختی انجام می‌شد.

خبرگزاری ایرنا

۲۴ مرداد ۱۳۸۸

آغاز خاکبرداری و ساخت تونل محور درگز - لطف‌آباد

رئیس اداره راه و ترابری شهرستان درگز از آغاز مراحل اجرای عملیات ساخت تونل در محور درگز به لطف‌آباد خبر داد. محسن قربان‌نژاد در گفتگو با خبرنگار فارس در درگز اظهار داشت: بر اساس نقشه‌برداری‌های انجام شده در کیلومتر پنج محور درگز به لطف‌آباد، تونلی به طول ۵۰۰ متر احداث می‌شود. وی افزود: در حال حاضر عملیات خاکبرداری دو طرف

سازمان آب و برق مسوول اجرای طرح مصوب تونل بلیتی است

رئیس سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری خوزستان گفت: سازمان آب و برق خوزستان مسئول اجرای اصلی اجرایی کردن طرح مصوب تونل بلیتی شوشتر است. صادق محمدی امروز در گفتگو با خبرنگار فارس در اهواز اظهار داشت: از روزهای اولیه فروریزی قسمت‌هایی از تونل بلیتی در شوشتر در مرداد ماه سال گذشته، کارشناسان اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری طرح استحکام بخشی این اثر تاریخی را تهیه کردند و این طرح در کمترین زمان آماده و برای بررسی کارشناسی در تهران ارسال شد. وی افزود: طرح تهیه شده در شهرستان شوشتر پس از بررسی‌های کارشناسی در تهران به تصویب رسید و برای اجرا به سازمان آب و برق ارائه شده است اما تا کنون این طرح اجرایی نشده است. رئیس میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری خوزستان درباره وضعیت کنونی این تونل گفت: در حال حاضر تونل بلیتی در وضعیت مناسبی نیست و شرایط این تونل روز به روز به وخامت نزدیک‌تر می‌شود. محمدی با اشاره به اقداماتی که برای این تونل اجرا شده است، تاکید کرد: اصلی‌ترین اقدامی که باید انجام شود، کاهش بارهای موجود بر این تونل است که با تملک و تخریب منازل واقع بر این تونل از طرف اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری شهرستان شوشتر در حال انجام است. وی خاطر نشان کرد: برای تملک منازل موجود بر تونل بلیتی در سال جاری ۷ میلیارد ریال اعتبار در نظر گرفته شده که این اعتبار برای منازل واقع در این منطقه بسیار ناچیز است. محمدی تاکید کرد: باید امنیت جانی مردم در منطقه فراهم شود و وضعیت آثار تاریخی و میراث فرهنگی به گونه‌ای نباشد که برای مردم آشفته‌گی روانی به همراه داشته باشد. پیش از این نیز دیگر مسئولان ارشد استان بر اجرای هر چه سریع‌تر طرح استحکام بخشی تونل بلیتی به عنوان جزیی از مجموعه سازه‌های

لایه سقف این تونل و از بین رفتن توانایی تحمل بارهای موجود بر این تونل در روزهای گذشته فرو ریخته بود و روند ریزش‌های این تونل بیشتر شد. برخی از قسمت‌های این تونل تنها با ضخامت ۷۰ سانتیمتر، ضربات ناشی از تردد مردم و سکونت اهالی این شهرستان را تحمل می‌کند که این امر باعث می‌شود تا میزان تحمل و آستانه استقامت آن کاهش یابد و امنیت به حداقل کاهش یابد. فرماندار شوشتر در این باره در گفتگو با خبرنگار فارس در شوشتر گفت: برخی از قسمت‌های این تونل در روزهای گذشته استحکام و استقامت خود را از دست داده است و این تونل نیازمند رسیدگی و اقدام عاجل برای ترمیم و استحکام بخشی است. علی اصغر قوچانی افزود: اقدامات لازم برای اطلاع دادن شرایط این تونل به سازمان‌ها و ادارات کل مرتبط در استان انجام شده است و منتظر اقدامات لازم برای رفع خطر از آن هستیم. وی با اشاره به اینکه رسیدگی به این مشکل باید به صورت ضربتی انجام شود و نباید با طولانی کردن این پروژه، خطرات احتمالی در منطقه ناشی از فروریختن تونل افزایش یابد، گفت: منتظر اقدامات عملی سازمان آب و برق خوزستان در اجرای پروژه استحکام بخشی این تونل هستیم. تونل باستانی بلیتی در شهرستان شوشتر مردادماه سال گذشته به دلیل نشست تاسیسات آب و فاضلاب شهری فرو ریخت و برق شهرستان شوشتر را به مدت طولانی قطع کرد. در این حادثه سه پایه برق به درون تونل سقوط کرد و شرایط بحرانی برای این اثر باستانی ایجاد شد. از آن زمان تاکنون این تونل و خیابان‌های منتهی به آن به دلیل ایجاد امنیت مسدود بوده که ترافیک شدید در خیابان‌های اطراف را منجر شده است. مدت زمانی طولانی برای مطالعه و طراحی طرح استحکام بخشی تونل در میراث فرهنگی صرف شده است و اکنون با وجود اتمام مطالعات، سازمان آب و برق به بهانه کمبود اعتبار از اجرای این پروژه خودداری می‌کند.

خبرگزاری فارس

۱۱ شهریور ۱۳۸۸

خطوط مترو با سرعت احداث شوند اما امکان بهره برداری کامل از آن‌ها وجود نداشته باشد. دکتر قالیباف تصریح کرد: ۱/۵ سال قبل برای خرید واگن‌های مورد نیاز مترو LC باز شد اما اکنون مشکلاتی در این زمینه داریم که امیدواریم با کمک دولت و بانک‌ها بتوانیم این مشکلات را رفع کرده و از ۴۰۰ میلیون یورو LC که برای استفاده از آن دچار مشکل شده‌ایم، بهره‌مند شویم. شهردار تهران تاکید کرد: اگر واگن‌های مورد نیاز مترو به طور کامل تامین شود، تنها در ایستگاه‌ها و خطوط موجود می‌توانیم تا ۲ برابر مسافرانی که اکنون با مترو سفر می‌کنند را جابه‌جا کنیم، به عبارتی با تامین واگن‌های مورد نیاز با کاهش سرفاصله حرکت قطارها از ۵ دقیقه به ۲ دقیقه به جای ۱/۵ میلیون مسافر که روزانه با مترو سفر می‌کنند می‌توانیم روزانه نسبت به جابه‌جایی ۳ میلیون مسافر اقدام کنیم.

همشهری آنلاین

۱۱ شهریور ۱۳۸۸

قسمت‌هایی از تونل باستانی بلیتی شوشتر فرو ریخت



به دلیل از بین رفتن استحکام در برخی از نقاط تونل باستانی شوشتر، قسمت‌هایی از این تونل فرو ریخت. به گزارش خبرگزاری فارس از شوشتر، قسمت‌هایی از تونل باستانی بلیتی شوشتر به دلیل کاهش استحکام در

این اثر تاریخی تردد صورت گیرد و نسبت به استحکام بخشی و مرمت آن اقدام شود و تردد از روی این اثر تاریخی و کم استحکام تنها باعث تسریع تخریب آن می‌شود. گهستونی با اشاره به مصوبه ممنوعیت تردد از پل گرگر در نخستین روزهای فرو ریختن بخشی از دیواره شمالی این پل افزود: طبق تشخیص و اعلام مشاور طرح، نباید از این پل تردد صورت پذیرد، اما پس از گذشت دو ماه از بروز حادثه، بدون انجام هیچگونه عملیات ترمیم و استحکام‌بخشی، همان مشاور تردد از بخشی از این اثر تاریخی را بدون اشکال عنوان کرد. وی تصریح کرد: در حال حاضر تردد به صورت یک طرفه از بخش جنوبی این اثر آزاد است، اما در مواقعی از روز، تردد دو طرفه از این مجرا انجام می‌شود که باعث کاهش استحکام و استحکام بخش‌های اصلی این اثر در قسمت جنوبی شده و تسریع در فروریزی پل را به دنبال دارد.



دیواره شمالی پل باستانی گرگر در تاریخ ۱۹ تیر ماه ۱۳۸۸، تنها پس از گذشت دو هفته از ثبت مجموعه سازه‌های آبی - تاریخی شوشتر در ردیف آثار جهانی، فرو ریخت. مرمت نامناسب، فرسایش و استهلاک، و عدم مراقبت صحیح از جمله عوامل این ریزش بوده‌اند.

خبرگزاری فارس

۳۱ شهریور ۱۳۸۸

شورای شهر شوشتر تلاش می‌کند در سال آینده اعتبارات کافی برای ساخت پل جدید را در بودجه شهرداری لحاظ کند. حیات بهداروند افزود: شاید ساخت و ساز در این عرصه‌های تاریخی پل بند گرگر و بند میزان ممنوع باشد و اداره میراث فرهنگی در این زمینه مخالفت کند، اما به منظور برطرف کردن مشکلات ترافیکی و تردد مردم این شهر، شورای شهر بر ساخت پل در این منطقه اصرار دارد و همه تلاش خود را در این راستا به کار می‌بندد.

طبق تعهدات ایران در یونسکو که در پرونده ثبت سازه‌های آبی - تاریخی شوشتر به ثبت رسیده است، ساخت و ساز در حریم آثار تاریخی ممنوع بوده و ایران برای حراست از حریم آثار، تعهد داده و به همین دلیل تصویب طرح جامع شهری شوشتر پس از گذشت یک سال از ارائه این طرح هنوز انجام نشده است که امروز با این توافق انجام خواهد شد. موضوع ساخت پل جدید در محدوده آثار باستانی همچون پل بند گرگر و بند میزان با موافقت تمام اعضای کارگروه و تنها با مخالفت نماینده اداره میراث فرهنگی و گردشگری شوشتر به تصویب رسید. با تصویب مجوز احداث پل بر روی عرصه تاریخی سازه‌های آبی شوشتر تنها ۴۷ روز پس از ثبت جهانی این اثر مهم تاریخی، احتمال حذف آن از میراث جهانی قوت گرفت.

خبرگزاری فارس

۲۲ مرداد ۱۳۸۸

فروریزی کامل پل گرگر شوشتر قربالوقوع است

سخنگوی انجمن میراث فرهنگی خوزستان گفت: فروریزی کامل پل گرگر شوشتر بسیار قریبالوقوع بوده و این اثر تاریخی نیازمند رسیدگی عاجل است. مجتبی گهستونی در گفتگو با خبرنگار فارس در اهواز اظهار داشت: پل گرگر شوشتر دارای مشکلات بسیار زیادی است که فرو ریزی کامل این پل را تسریع می‌کند. وی با اشاره به برخی از مشکلات این اثر تاریخی گفت: در حال حاضر با توجه به بحرانی بودن شرایط این پل، نباید از روی

آبی تاریخی شوشتر که در فهرست یونسکو نیز به ثبت رسیده است، تاکید کرده‌اند.

خبرگزاری فارس

۱۵ شهریور ۱۳۸۸

ساخت و ساز در عرصه آثار تاریخی شوشتر تصویب شد

با وجود ممنوعیت‌های قانونی برای ساخت و ساز در عرصه‌های تاریخی و مغایرت با تعهد ایران در یونسکو، ساخت پل در عرصه دو اثر تاریخی در شوشتر به تصویب رسید. به گزارش خبرگزاری فارس از شوشتر، معاون فرماندار شوشتر در جلسه تصویب طرح جامع شهرستان شوشتر بر لزوم ارتباط میان بافت قدیم و جدید این شهر تاکید کرد و اظهار داشت: برای این منظور احداث پلی میان پل تاریخی و باستانی گرگر و بند میزان در طرح جامع شوشتر لحاظ شده است. هوشنگ محمدپور افزود: با توجه به گذر رودخانه گرگر از میان شهر شوشتر، لازم است ارتباط میان دو سوی رودخانه از طریق ساخت پل برقرار و تسهیل، تا مشکلات ترافیکی نیز برطرف شود. وی به تخریب دیواره شمالی پل گرگر که منجر به مسدود شدن این پل در شهر شوشتر شده است، اشاره کرد و اظهار داشت: با مسدود شدن این پل گره ترافیکی بسیار بزرگی در شوشتر ایجاد شده و برای بازکردن این گره و روانسازی ترافیک، اعضای کارگروه به ساخت پل جدیدی در میان پل گرگر و بند میزان رای موافق دادند. همچنین عضو شورای شهر شوشتر در این جلسه گفت: باید برای ایجاد و تسهیل ارتباط و تردد مردم در شهر چاره‌ای اندیشید و نمی‌توان مشکل ترافیک شهر کوچکی مانند شوشتر را نادیده گرفت. رجبعلی چهارلنگی با اشاره به مشکلات مردم در این باره گفت: ترافیک مشکلات اساسی برای مردم شوشتر به وجود آورده و باید برای رفع این معضل چاره‌اندیشی کرد و تنها راهکار آن، تامین مسیرهای جایگزین و موازی برای کاهش ترافیک است.

عضو دیگر شورای شهر شوشتر با تاکید بر نیاز ارتباط میان بخش‌های مختلف شهرستان گفت:



تونل متروی اصفهان از زاینده رود عبور کرد

مدیر عامل سازمان قطار شهری اصفهان گفت: تونل مترو از رودخانه رد شده به نحوی که در قسمت تونل غربی، ۱۵۰ متر و در قسمت تونل شرقی، ۱۰۰ متر از زاینده رود رد شده‌ایم. به گزارش خبرگزاری فارس از اصفهان، عبدالجواد زعفرانی در جمع نمایندگان رسانه‌های اصفهان، با بیان اینکه تاریخچه مترو به بیش از ۱۵۰ سال گذشته برمی‌گردد، اظهار داشت: این وسیله نقلیه ۱۰ سال پیش در تهران به بهره‌برداری رسید و کار مطالعاتی آن در اصفهان از قبل از انقلاب آغاز شد و از سال ۱۳۸۰ با تخصیص اعتبار لازم عملیات اجرایی آن در یکی از خطوط آغاز شده است. وی با اشاره به اینکه شبکه مترو اصفهان در حال حاضر ۳ خط دارد، افزود: این سه خط دارای مصوبه شورای عالی ترافیک کشور است، خط یک مترو، خط شمال به جنوب بوده که در طول ۲۰ ممیز ۲ دهم در دست اجراست و اکنون ۱۸/۵ کیلومتر از تونل این خط حفاری شده و تنها حدود ۱۵۰۰ متر دیگر برای حفاری باقی مانده است.

مدیر عامل سازمان قطار شهری اصفهان تصریح کرد: خط شمال به جنوب متروی اصفهان دارای ۲۱ ایستگاه است که ۱۵ ایستگاه به پیمانکار سپرده شده و هنوز برای ایستگاه‌های انقلاب، دروازه دولت، سی و سه پل، کارگر، میرداماد و خوابگاه پیمانکاری در نظر گرفته نشده است. وی افزود: بقیه ایستگاه‌ها در طول ۲۰ کیلومتر از ناحیه شمال غرب به جنوب در دست اجراست. وی با بیان اینکه بخش‌های مختلف این خطوط با روش‌های مختلف حفاری انجام شده، گفت:

در قسمت شمال متروی اصفهان، زمین از رو باز شده و پس از ساخته شدن تونل روی آن بسته شده است که به این نوع، تونل کم عمق گفته می‌شود. زعفرانی افزود: با توجه به اینکه دستگاه TBM توانایی کار در زیر سطح آب‌های زیر زمینی را بدون ریزش داشته و استفاده از آن بدون جابه‌جایی تاسیسات شهری انجام می‌شود از این دستگاه برای قسمت میانی مترو استفاده شده است. وی اضافه کرد: قسمت میانی مترو که به وسیله دستگاه TBM که از یک شرکت آلمانی خریداری شده، به طول ۵/۵ کیلومتر است که از وسط شهر و رودخانه زاینده رود می‌گذرد. مدیر عامل سازمان قطار شهری اصفهان اظهار داشت: TBM در قوس و مستقیم حرکت کرده و شعاع قوس مورد نیاز برای مترو ۲۵۰ متر است تا قطار با سرعت و در سطح تخت با سلامت عبور کند.

وی با بیان اینکه این دستگاه دارای کیفیت مناسب بوده و تا به امروز با آن از نظر فنی مشکلی نداشته‌ایم، گفت: در حال حاضر تونل مترو با موفقیت کامل از رودخانه رد شده به نحوی که در قسمت تونل غربی ۱۵۰ متر و در قسمت تونل شرقی ۱۰۰ متر از رودخانه عبور کرده‌ایم. زعفرانی بیان داشت: در قسمت خیابان شریعتی به سمت جنوب تقریباً حفاری به طور کامل انجام شده و تنها قسمتی که از ابتدای چهارباغ تا ایستگاه شریعتی قرار دارد، حفاری نشده است. وی با اشاره به آخرین مصوبه خط شمال - جنوب مترو در اسفند سال ۱۳۸۵ گفت: در این مصوبه آمده است که این خط مترو باید با فاصله گرفتن از محور چهارباغ به سمت شمس‌آبادی و با حفظ استحکامات اطراف چهارباغ، اجرا شود و تا کنون نیز دقیقاً این مصوبه رعایت شده است.

مدیر عامل سازمان قطار شهری اصفهان افزود: البته در تفسیر این مصوبه با میراث فرهنگی اختلاف نظر داشتیم اما طی جلسه‌ای با حضور رئیس میراث فرهنگی کشور، استاندار اصفهان و رئیس میراث فرهنگی اصفهان که در دفتر آقای مشایی برگزار شد مقرر شد که مشاوره از سوی میراث فرهنگی انتخاب شود و در صورت صلاحدید وی، اگر استفاده از تکنولوژی جدید و ایجاد لرزش به ساختمان‌های مجاور آسیبی نمی‌زد به مسیر مترو ادامه دهیم.

وی بیان داشت: مسیر ما قبل از این مصوبه یک تونل در باند غربی بوده و یک تونل در باند شرقی بوده اما الان هر دو تونل به باند غربی یعنی در پیاده‌رو غربی چهارباغ منتهی شده است. وی افزود: در مقابل این خط مترو مدرسه چهارباغ قرار دارد که بیشترین فاصله در واقع با توجه به محافظت‌های ساختمان‌های اطراف چهارباغ دقیقاً مصوبه را رعایت کردیم. زعفرانی خاطرنشان کرد TBM به صورت برشی عمل می‌کند نه لرزشی، و تا کنون حتی یک سانتی‌متر نشست از دروازه دولت تا جنوب رودخانه در هیچ نقطه‌ای ثبت نشده است. وی با بیان اینکه تونل متروی اصفهان به سلامت از سی و سه پل رد شده است گفت: اکنون برای ادامه کار دیگر به این پل کاری نداشته و با رعایت کامل مشخصات تعیین شده توسط مشاور میراث فرهنگی از کنار این پل تاریخی به طور کامل عبور کرده‌ایم. وی گفت: تونل با حداقل فاصله مصوب و پس از بررسی‌ها از کنار سه و سه پل عبور کرده و انحراف مذکور در جنوب رودخانه اتفاق افتاده است. مدیر عامل سازمان قطار شهری اصفهان با اشاره به مشکل به وجود آمده در دستگاه حفاری گفت: انحراف به وجود آمده در پارک جنوبی رودخانه است و

بعد از پل بوده و هیچ آسیبی را به سی‌وسه پل وارد نمی‌کند. وی افزود: مشکل تغییر مسیر تونل مترو و انحراف آن مشکل داخلی مترو است که این تونل به ایستگاه نمی‌رسد و این انحراف مسیر خطری برای سی‌وسه پل ندارد. معاون حفظ، احیا و ثبت آثار سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری اظهار داشت: آنچه به میراث فرهنگی مرتبط است این است که مسیر قطار شهری تا به این لحظه به لحاظ حفاری‌هایی که انجام شده به هیچ وجه از حریم و محدوده‌ای که مربوط به سی‌وسه پل بوده منحرف نشده و این انحراف مسیر به بعد از سی‌وسه پل مرتبط است. در حال حاضر به لحاظ سازه‌ای هیچ مشکلی در سی‌وسه پل نداریم.

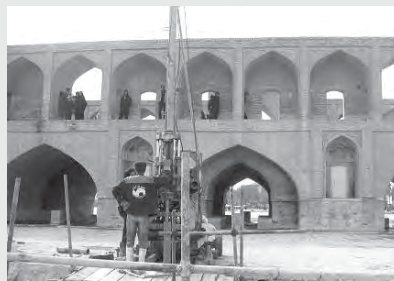
علویان صدر گفت: به لحاظ تبعات عبور مترو و لغزش‌های ممکن که بحث جدی میراث فرهنگی است مشاور را طی هفته آینده انتخاب می‌کنیم که این مشاور هم تخصص میراث فرهنگی و هم تخصص امور شهری دارد. ممکن است از ظرفیت‌های دانشگاه‌ها نیز در این زمینه استفاده کنیم. وی افزود: این تعهد برای حفظ آثار تاریخی هم در مسئولان استانی و هم در مسئولان ستادی وجود دارد و هر گونه تهدید برای آثار تاریخی مورد قبول میراث فرهنگی نخواهد بود و در برابر آسیب‌ها نیز اقدام قانونی خواهیم کرد.

معاون حفظ، احیا و ثبت آثار سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری درباره اخبار منتشر شده مبنی بر احتمال نشست سی‌وسه پل نیز تصریح کرد: اصلاً چنین چیزی ممکن نیست، در سیستم قطار شهری پس از حفاری، سیستم سازه‌ای پشت آن انجام می‌شود که این باعث شده حفاری‌های مترو هیچ‌گونه تبعاتی برای سی‌وسه پل نداشته باشد.

علویان صدر گفت: در حال حاضر پروژه حفاری تونل مترو متوقف شده است که تا زمان تعیین مسیر برای حل انحراف موجود متوقف خواهد بود.

خبرگزاری فارس

۳۰ شهریور ۱۳۸۸



موقعیت جهانی که دارد باید تمام هم و غم مسئولان برای حفاظت، نگهداری و بهره‌برداری از آثار تاریخی آن در جهت حیات فرهنگی و اقتصادی این شهر به کار گرفته شود. وی در ادامه گفت: مسئله عبور مترو از چهارباغ و تبعاتی که برای بناهای تاریخی این محوطه دارد از دغدغه‌های سازمان میراث فرهنگی و گردشگری است که بر این اساس تفاهم‌نامه‌ای را با استانداری و شرکت مترو امضا کرده‌ایم که در اولین فرصت مشاور ذی‌صلاحی را باید انتخاب کنیم تا نسبت به بررسی جوانب موضوع اقدام کند. در شرایطی که این مشاور تشخیص لرزه و صدمه به بنای تاریخی سی‌وسه پل را پیش‌بینی کند مطمئناً هرگونه عبور و مرور را ممنوع خواهیم کرد یعنی حتی اگر متروی اصفهان راه بیفتد اما خطری برای سازه سی‌وسه پل داشته باشد حتماً تردد آن را متوقف خواهیم کرد. معاون حفظ، احیا و ثبت آثار سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری ادامه داد: بهره‌برداری از متروی اصفهان نیازمند اعلام نتیجه ارزیابی این مشاور دارد.

علویان صدر درباره موضوع انحراف مسیر تونل متروی اصفهان و برخورد آن با سی‌وسه پل و احتمال تخریب این بنای تاریخی تصریح کرد: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری به علت اهمیت موضوع سی‌وسه پل بلافاصله پس از اعلام انحراف مسیر مترو دو گروه کارشناسی را برای بررسی موضوع به اصفهان اعزام کرد. بر اساس بررسی‌های مشاور قبلی سازمان میراث فرهنگی و گردشگری حریم ۴۰ متری برای عبور تونل شرقی متروی اصفهان پیش‌بینی شده بود که این مسیر در کل امتداد پل سی‌وسه‌پل رعایت شده است اما تونل مترو پس از اینکه مسیر سی و سه پل را رد کرده ۶ درجه منحرف شده است که این انحراف ۶ درجه‌ای

دم آسفالت خیابان بوده و موازی رودخانه است. وی افزود: تونل غربی به سلامت رد شده اما در ایجاد تونل شرقی مشکلی ایجاد شده که ۳۰ تا ۳۵ متر از محور جا به جا شده‌ایم به طوری که در رینگ اول ۶ سانتی‌متر، در رینگ دوم ۶ سانتی‌متر و به تدریج این مسئله رخ داده و در ماکزیمم به ۶ متر و ۳۰ سانت رسیده است. وی بیان داشت: این اتفاق در فاصله ۶۰ متری سی و سه پل و در جنوب این پل رخ داده است. وی در مورد اینکه برخی می‌گویند مصالح عجیب و غریب در حفاری دیده شده گفت: این مسئله را تکذیب می‌کنم و طول کشیدن حفاری در قسمتی از تونل به دلیل برخورد دستگاه TBM به سنگ بوده است. وی اضافه کرد: راه‌حلی برای نزدیک کردن ایستگاه سی و سه پل به سمت جنوب وجود دارد که در صورت قطعی شدن بیان خواهد شد.

زعفرانی توضیح داد: تونل مترو در قسمت تحتانی خیابان تاریخی چهارباغ عباسی ۲۴ متر عمق و از مدرسه تاریخی سلطانی نیز ۲۸ متر فاصله دارد. وی گفت: مسیر خط یک مترو اصفهان به طول ۲۰/۲ کیلومتر بصورت شمالی جنوبی است که تاکنون ۱۸/۵ کیلومتر آن حفاری شده و بقیه آن تا پایان سال جاری انجام می‌شود. عملیات حفر تونل اصلی مترو اصفهان در مسیر شمال جنوب به طول ۲۰/۲ کیلومتر از محل ترمینال «کاوه» در شمال تا ترمینال «صفه» در جنوبی ترین نقطه شهر اصفهان از سال ۷۵ آغاز شد.

خبرگزاری فارس

۱۰ شهریور ۱۳۸۸

جزئیات آخرین وضعیت عبور مترو از سی‌وسه پل اعلام شد

معاون حفظ، احیا و ثبت آثار سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، جزئیات آخرین وضعیت عبور مترو از سی‌وسه پل را اعلام کرد.

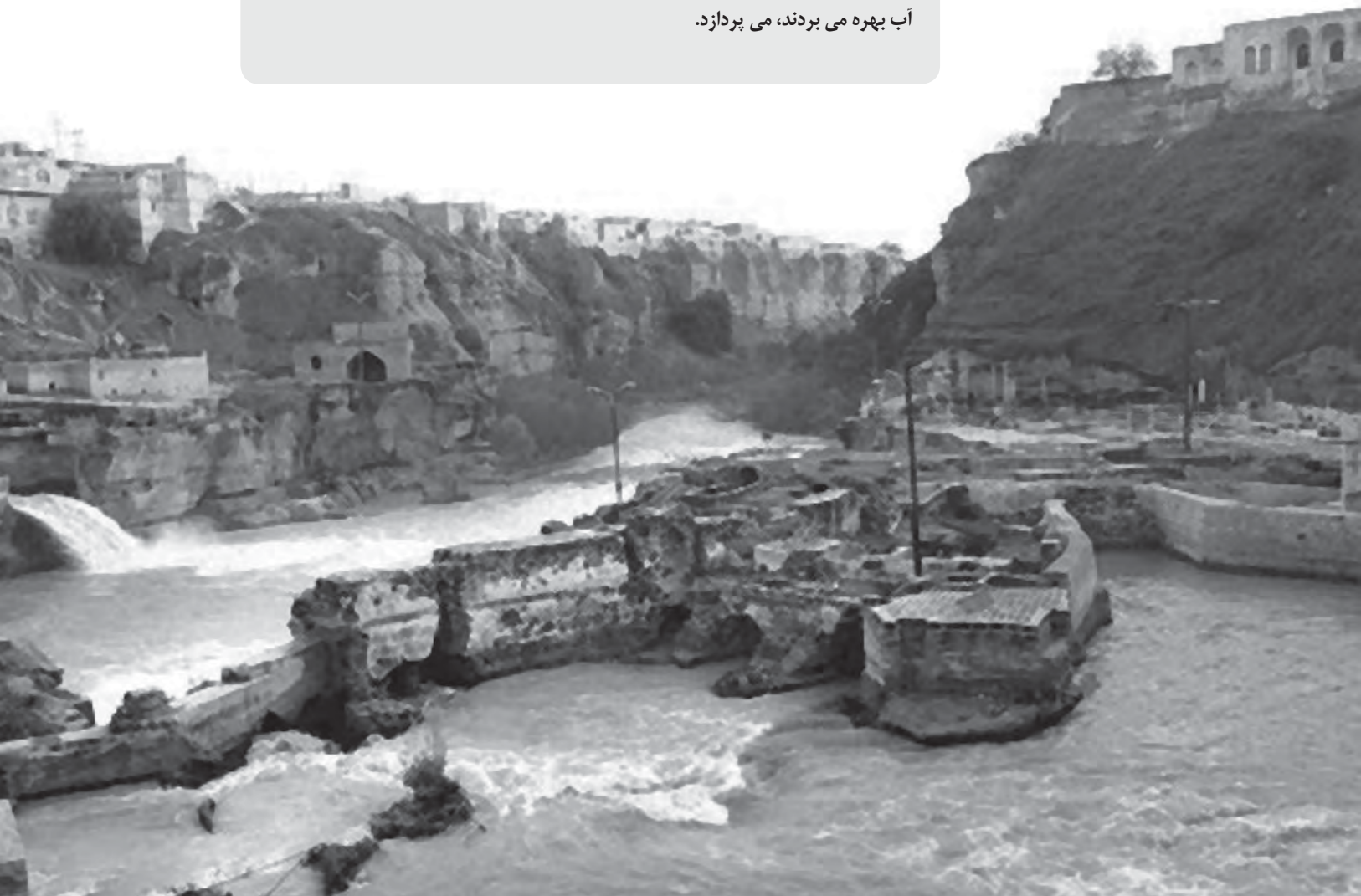
مسعود علویان صدر در گفت‌وگو با خبرنگار اجتماعی فارس اظهار داشت: اصفهان و اهمیتی که این شهر به لحاظ آثار فرهنگی، تاریخی و

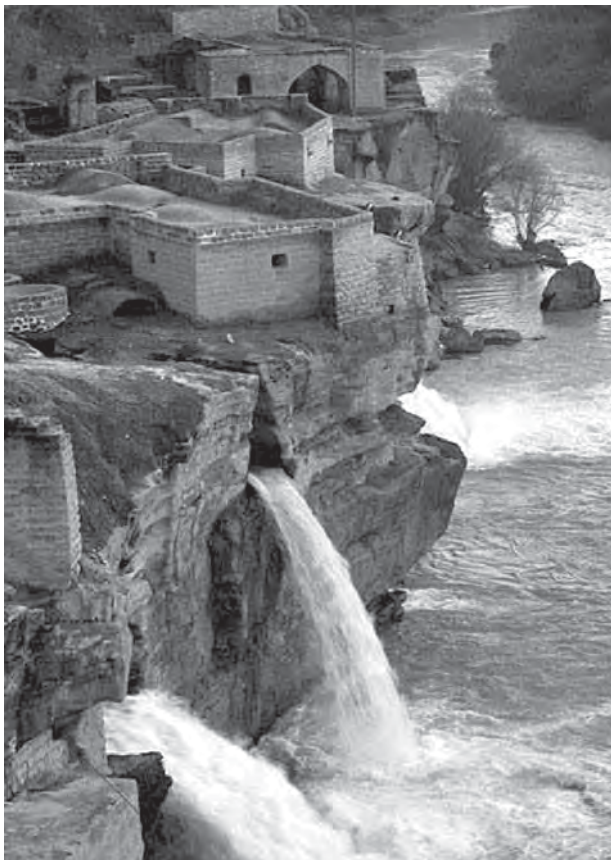
سازه‌های آبی شوشتر

گردآوری: دکتر سیامک هاشمی

چکیده

شهر تاریخی شوشتر در واقع شهر صنعت آب است. شهری که به قدمت تاریخ، از آب و انرژی آن بهره گرفته و امروز مانند موزه ای می ماند که هنر پیشینیان را در صنعت آب به ما عرضه می نماید. استفاده از آب در ساخت محیطی برای زندگی براساس شرایط اقلیمی، با ایجاد شبکه های زیرزمینی در زیر شهر کهن شوشتر، موجب بروز یکی از هوشمندانه ترین اشکال معماری شهری آبی شده است. سازه های آبی شوشتر، که در تاریخ ۵ تیر ماه ۱۳۸۸ در سی و سومین اجلاس کمیته میراث جهانی در شهر سویل اسپانیا به ثبت جهانی رسید، مجموعه ای شامل آسیاب ها، آبشارها، کانال ها و تونل های هدایت آب می باشد. متن حاضر به استفاده از انرژی آب در این شهر باستانی در روزگار قدیم که آسیاب ها از انرژی آب بهره می بردند، می پردازد.





مقدمه [۱]

شهر شوشتر در شمال شرقی خوزستان در نزدیکی محل ورود رودخانه کارون به این دشت قرار دارد. این موقعیت جغرافیایی ویژه موجب شده است که نه تنها تاریخ شکل گیری اولین سکونت های مبتنی بر کشاورزی در این منطقه به هشت تا ده هزار سال پیش باز گردد، که با استفاده از فن آبیاری در دشتی مستعد جوامع سازمان یافته شکل گرفته و سابقه سکونت های شهری ابتدایی همزمان با قرن چهارم پیش از میلاد باشد. طبق کتیبه های یافت شده از تخت جمشید منطقه شوشتر بنام ایلامی آن «هیدالو» نامیده می شود. شهر هیدالو در نزدیکی شوشتر امروزی قرار دارد و در کنار رود کارون، اندکی پس از خروج این رود از کوهساران به طرف دشت سوریانی قدیم بنا شده است. احداث و باز سازی نهر داریان یکی از مهمترین عناصر معماری آبی شوشتر را در دوره هخامنشیان به وجود آورد. مجموعه عظیم آبی شوشتر به دست نیاکان ما در طول سده های طولانی به صورت پل ها، بندها، پل بندها، آسیاب ها و کانال های سنگی ساخته شده است. بند میزان، پل بند گرگر، و پل بند شادروان بخش هایی از این مجموعه می باشند که در ادامه به طور خلاصه تشریح می گردند.

بند میزان از بناهای بسیار مهم در مجموعه بناهای آبی تاریخی شوشتر است که آغازگر و عامل ایجاد حلقه های آبی شوشتر است. این بند که در شمال شهرستان، و به صورت شرقی - غربی واقع شده، رودخانه کارون را پس از ورود به شوشتر به دو بخش با نسبت ۲ به ۴ تحت عنوان شطیط (۴ دانگه) و گرگر (۲ دانگه) تقسیم می نماید. بند میزان از سازه های دوره ساسانی در شوشتر است. این بند به طول ۳۹۰ متر و ارتفاع ۵۰/۴ متر بر روی بستر صخره ای ایجاد شده که به شکل دیواره هایی مورب و از نوع سد های وزنی است. این سازه در قسمت شمالی به صورت دیواره ای مستقیم و دارای ۹ دهانه آبرو است که آب را به سمت جنوب و رود گرگر هدایت می کند.

پل بند گرگر بر روی محوطه آبشارها و در شرق خیابان شریعتی شوشتر واقع است. بنای اولیه آن مربوط به دوره ساسانی می باشد. رود گرگر یا مسرقان شاخه ای مصنوعی از رود کارون است که در شمال شهر شوشتر توسط بند میزان از رود کارون جدا می شود و راه جنوب را در پیش می گیرد. نهر گرگر یکی از بزرگترین نهرهای دستکند در ایران است که از محل جدا شدنش از رود کارون در شمال شوشتر تا پایان مسیر خود که باز هم به کارون می پیوندد، مسیری حدود ۱۰۰ کیلومتر را طی می کند. دلیل حفر نهر گرگر آبرسانی از شمال شوشتر و از رود کارون به زمینهای جنوبی شوشتر است. بر روی این نهر در فواصل مختلف به ترتیب، بند برج عیار و بند خدا آفرین قرار دارند. نهر گرگر در نهایت در جنوب شوشتر در کیلومتر ۴۴ جاده شوشتر به اهواز در محلی به نام بند قیر به شاخه اصلی کارون می پیوندد.

پل بند شادروان در شمال غربی شهرستان شوشتر، در جهت شمالی - جنوبی بر شاخه اصلی رود کارون (شطیط) ساخته شده است. این پل بند در گذشته یکی از مهمترین دروازه های ورودی شهر نیز محسوب می گردید. قدمت پل را به دوران ساسانی نسبت می دهند و معتقدند اسرای رومی آن را ساخته اند. طول تقریبی پل ۵۴۳ متر و عرض ۱۰ تا ۱۵ و ارتفاع تقریبی ۸ متر می باشد، مشتمل بر ۴۴ دهانه اصلی و ۴۳ دهانه فرعی بوده که در حال حاضر تنها ۲۵ دهانه از دهانه های اصلی آن باقی مانده است. این پل بند در خط مستقیمی ایجاد نشده و به صورت منحنی می باشد که علت این امر را جهت استفاده بهینه از بستر طبیعی رودخانه دانسته اند.

مجموعه آسیاب ها و آبشارها در شرق شوشتر، در مسیر رود گرگر و در جنوب پل گرگر قرار گرفته است. این مجموعه محوطه ای به وسعت ۵ هکتار را در بر می گیرد که با عناصری چون کانال ها، تونل ها و آسیاب ها یک سازه هیدرولیکی بزرگ را تشکیل می دهد که با هدف بهره گیری از قدرت نیروی آب جهت استفاده های صنعتی احداث شده و علاوه بر آن از نظر طبیعی بواسطه ی برخورد شدید آب از فراز صخره ها بر سطح رودخانه با ایجاد آبشاره های مصنوعی مناظر بی نظیری خلق کرده است.

دشت میان آب با موقعیت ویژه خود که محصور در بین دو شاخه رودخانه کارون است، مسیر مناسبی برای کشاورزی و اسکان به وجود آورده است. آنچه از دیرباز در این دشت اهمیت داشته، نحوه بهره برداری از آب رودخانه جهت کشاورزی و نهایتاً آسیاب کردن محصولات است. انسانهایی که در گذشته در این دشت ساکن بودند زندگی خود را در کنار بندهای طبیعی آغاز کرده و علاوه بر بهره برداری از آب ذخیره شده در پشت بندها جهت آبیاری، از فضای ایجاد شده در پایین دست بندها جهت آسیاب نمودن گندم و جو نیز بهره می بردند. آسیاب های فعلی شوشتر نیز در پایین دست بند گرگر، محلی که زمانی یک بند طبیعی بوده، احداث شده اند. بند طبیعی گرگر به دلیل موقعیت خاص خود از نظر ارتفاعی، تقریباً از همان زمان که به طور فصلی فعال می شد و آب را به پایین دست هدایت می کرد، برای فعال ساختن آسیاب ها نیز مناسب بوده. به همین دلیل بعدها که گرگر حضور دائم پیدا می کند و بند گرگر تثبیت می شود، آسیاب ها نیز به طور دائم احداث شده و فعال می شوند که البته تاریخ این واقعه به طور دقیق مشخص نیست. مجموعه آسیاب ها در جنوب پل بند و چاه های مخزن انباشت انرژی آب و شبکه آبرسانی و آسیاب ها، دریچه های کنترل آب و فضای چرخ آسیاب ها در دل صخره طبیعی دو سمت محور رودخانه کنده و جاسازی شده اند.

تا نیم قرن پیش، تعداد چهل آسیاب در پشت بند گرگر منبع گندم شهروندان شوشتری و شهرهای دور و نزدیک پیرامون آن را با بهره گیری از انرژی آب، آرد می کرده اند. پس از آن زمان، فضای سه باب آسیاب به کارخانه برق اختصاص یافت که در آن برق مورد نیاز اهالی شهر شوشتر تامین می شد. از چندی پیش با متروک شدن آسیاب ها و نیز کارخانه قدیمی برق، گردش آب در این مجموعه صنعتی از کنترل خارج شده و اینک در مجاری فرسوده این شبکه به هرز می رود و پساب آسیاب های از



به طور کلی این مجموعه که در حال حاضر تحت عنوان «آبشارها» خوانده می شود، محوطه ای است مشتمل بر ۵۰ آسیاب آبی که آب مورد نیاز آنها از پشت بند گرگر توسط سه تونل (بلیتی، دهانه شهر، سه کوره) به پائین منتقل و در اعماق زمین به شعب فرعی تقسیم می شوند. به طور کلی تمامی شعب وظیفه تامین آب مورد نیاز آسیاب ها و در سال های اخیر نیروگاه برق آبی و کارخانه یخ و چرخاندن چرخ آنها را بر عهده دارند.

در این محوطه دو نوع آسیاب «تنوره ای» (پره ای) و «شیبی» (چرخ) وجود داشته است. که در سال های اخیر استفاده از آسیابهای شیبی از رونق افتاده و آسیاب های تنوره ای جایگزین آن شد. در آسیاب شیبی به خاطر بهره گیری از تسمه، جهت تبدیل نیروی چرخشی افقی به عمودی، استهلاک بالاست و نسبت به آسیاب نوع تنوره ای مقرون به صرفه نیست، به همین دلیل از رونق افتاده است. چرخاب آسیاب تنوره ای با فشار نیروی آبی که در تنوره یا چال انباشته می شود می چرخد. در این نوع آسیاب آب از کانال با ارتفاع زیاد وارد استوانه ای عمودی می شود و در انتهای حفره یک دریچه به قطر ۳۰ الی ۴۰ سانتیمتر قرار دارد که بعد از خارج شدن آب از حفره با فشار به پروانه ها برخورد کرده و باعث چرخیدن آسیاب حول محور عمودی می شود. برخی از این آسیابها در فصل پر آبی کارایی چندانی ندارند، زیرا سطح آب بالا آمده و مانع کار می شود.

آسیاب های شوشتر [۲]

رود کارون که از کوه های زاگرس در نواحی زرد کوه بختیاری سرچشمه می گیرد، از دره ها و دشت های کوچکی گذشته و وارد دشت شوشتر می شود. نزدیک شوشتر رودخانه به دو شاخه تقسیم می شود و جزیره معظم شوشتر را که موسوم به «میان آب» است تشکیل می دهد، شاخه اصلی از شمال شهر می گذرد و شاخه دیگر در جنوب از کانالی به نام نهر «سردکان» جریان می یابد که امروزه رود «گرگر» نامیده می شود.



تونل دیگر است و در اکثر مواقع به خصوص مواقع کم آبی خشک است. این تونل نیز پس از مسافتی حدود ۶۰۰ متر دوباره به ساحل چپ رودخانه گرگر و به فاصله حدود ۱۰۰ متری پایین دست محدوده آبشارها و آسیاب ها منتهی می شود و در مسیر خود، آسیاب های متعددی را تغذیه می کرده ولی احتمالاً کار اصلی آن عبور سیلاب بوده و به صورت سرریز اضطراری عمل نموده و احیاناً به آسیاب های دربر گیرنده خود کاربرد فصلی می داده است.

پس به طور کلی آب بالادست پل بند گرگر توسط سه تونل کفی، قبلی و بلیتی به پایین دست هدایت می شود. این تونل ها همان طور که ذکر شد در طول مسیر خود آب مورد نیاز تعدادی آسیاب را تأمین می کنند، ولی آنچه که در تأمین آب مهم است نسبت ابعاد تونل ها است، به طوری که هرچه از تونل اصلی دورتر شده و به آسیاب نزدیک می شویم، مقطع تونل کوچکتر می شود. این کوچکتر شدن طی دو مرحله صورت می گیرد. مرحله اول آن است که از تونل اصلی تونل های فرعی کوچکتر منشعب می شوند و در مرحله بعد از تونل فرعی کانال های کوچکتری جهت آسیاب به سمت تنوره آسیاب هدایت می شود. ارتباط این تونل ها با یکدیگر قابل توجه است. ارتباط این تونل ها که توسط دریچه هایی کنترل می شده به صورتی بوده که در مواقع لزومی که می بایست یک آسیاب از سیستم خارج شود، با بستن یک دریچه بدون اینکه به کار دیگر آسیاب ها لطمه ای وارد شود، این کار صورت می گرفته یا در مواقعی که لازم بود یک بخش از آسیاب ها از سیستم خاج شوند نیز این عمل به راحتی با بستن دریچه ای بزرگتر صورت می گرفته بدون اینکه در روند جریان آب خللی وارد شود.

یکی از نکات مهم که در این مجموعه حائز اهمیت است، ایجاد فشار لازم برای آب جاری در تونل ها است، چرا که برای چرخاندن آسیاب، آب باید سرعت و فشار لازم را می داشته است. برای رسیدن به این وضعیت تمهیداتی در نظر گرفته شده بودند که مهمترین آنها عبارت از شیب دار کردن مسیر تونل ها و کانال ها، و نیز استفاده از تنوره های بلند به جهت بهره برداری از حداکثر دبی آب می باشد. در این خصوص آنچه که می تواند رمز موفقیت سازندگان قدیمی این آسیاب ها به شمار رود، تلاشی است که آنان در جهت رسیدن به مرز تعادل انجام داده اند. تلاش آنان در واقع در جهت دستیابی به حدی از آب است که آنقدر زیاد باشد تا بتواند سنگ آسیاب را بچرخاند و در عین حال به اندازه قابل کنترلی باشد. به همین منظور علاوه بر تمهیدات ذکر شده از سوی پیشینیان، حجم آب مورد نیاز در هر بخش از این مسیر با تغییر ابعاد تونل صورت می گیرد به طوری که از یک تونل بزرگ چند کانال با ابعاد کوچکتر منشعب می شود تا حجم آب جاری در یک تونل به چند کانال تقسیم شده و در تنوره آسیاب های مربوط جاری شود.

همانطور که قبلاً ذکر شد، صخره شوشتر که دچار شکاف شده و گرگر را در دل خود جای داده در محل فعلی مجموعه آسیاب ها دارای

کار افتاده به صورت آبشارهایی زیبا از جای جای حفره بیرون می زند. پیشینه ساخت آسیاب های قدیمی فضای رودخانه گرگر به گذشته ای دور باز می گردد و احداث پل بند گرگر را باید به زمانی پس از تحلیل رفتن صخره ای طبیعی منسوب دانست که در جای پل گرگر سرپا بوده است و به دلیل کند و کاوهایی که برای جاسازی آسیاب ها و شبکه آبرسانی آنها در صخره ها صورت گرفته است به تدریج فرسوده شده و از میان رفته است. این فرضیه از پیشینه موضوع احداث پل بند گرگر به بند میزان نیز مرتبط است و همچنین احتمال دارد که در زمان ساختن پل بند میزان، صخره طبیعی موضع پل بند گرگر برپا بوده و پس از مدتی پل بند گرگر ساخته شده است. به هر حال تاریخ دقیق ساختن پل گرگر روشن نیست، اما تاریخ از میان رفتن آن به اوایل قرن نوزدهم میلادی باز می گردد. در آن زمان و پس از سیل طغیانی رودخانه گرگر به شکستن پل بند قدیمی می انجامد، پل بند امروزی را در چهار متری شمال پل بند قبلی برپا ساخته اند.

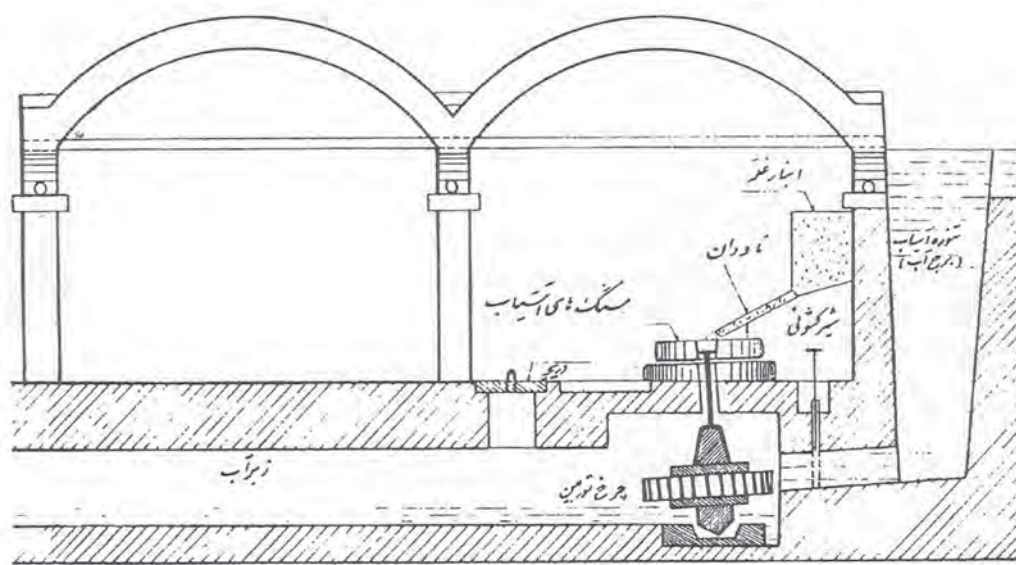
شاخه گرگر پس از جدا شدن از کارون در بند میزان پس از طی مسافتی در ادامه مسیر خود به پل بند گرگر می رسد. در اینجا آب پشت سد جمع شده و حجم عظیمی از آب را در بالادست انباشته می کند که تنها راه های عبوری آن توسط سه تونل «کفی»، «قبلی» و «بلیتی» تعریف می شود.

تونل «کفی» در بالادست پل سد گرگر در منتهی الیه ساحل راست رودخانه قرار دارد که به تونل «سه کور» یا «غربی» نیز معروف است. این تونل بیشترین میزان آب رودخانه گرگر را به پایین دست هدایت می کند و این به خاطر اختلاف عمق زیاد رودخانه در این بخش و در واقع شیب زیاد کف رودخانه به سمت غرب است که حتی در مواقع کم آبی این تونل به طور کامل پر آب بوده است.

تونل کفی در پایین دست پل بند گرگر به حوضچه بزرگی منتهی می شود. از این حوضچه انشعابات متعددی گرفته شده که هر کدام بار هیدرولیکی مورد نیاز یک آسیاب را تأمین می کنند. آب اضافی این حوضچه سرریز شده و در ساحل راست رودخانه در پایین دست پل بند، آبشارهای متعدد زیبایی را پدید می آورد.

در سمت دیگر بالادست پل بند گرگر در منتهی الیه ساحل چپ رودخانه، تونل «قبلی» قرار گرفته است. کف تونل قبلی از کف تونل کفی بالاتر است، به طوری که در مواقع کم آبی معمولاً آب آن به شدت کاهش می یابد. این تونل که آب رودخانه بالادست را به سمت چپ پایین دست بند گرگر هدایت می کند، دارای انشعابات متعددی است که آب مورد نیاز آسیاب های بخش شرقی مجموعه را تأمین می نماید. آب اضافی آن از طریق آبشارهای موجود در ساحل سمت چپ رودخانه که در پایین دست پل بند گرگر واقع هستند به رودخانه گرگر هدایت می شود.

در بالادست پل بند گرگر در ساحل چپ رودخانه انشعابات وجود دارد که به تونل «شرقی» یا «بلیتی» معروف است. کف این تونل بالاتر از دو



در این بخش آثاری از آسیاب‌ها به جا مانده و بعدها کارخانه یخ نیز در این مجموعه و در عرصه ساخت و سازهای تعدادی از آسیاب‌ها ساخته می‌شود. این بخش به طور کلی در صخره حفر شده و به شکل معماری صخره‌ای خودنمایی می‌کند. بخش دیگر مجموعه بخش شرقی است که آسیاب‌های این بخش نیز مانند قسمت غربی در دل صخره حفر شده‌اند ولی به دلیل ارتفاع زیاد نسبت به آب رودخانه، عمق حفاری زیاد نبوده و

منابع:

- [۱] «شوشتر با سازه های آبی، جهانی شد». روزنامه آفرینش، ۲۱ تیر ۱۳۸۸، نسخه شماره ۳۳۶۰.
- [۲] «شوشتر؛ از آسیاب تا نیروگاه برق آبی - قسمت اول: آسیاب های شوشتر»، آب نیرو (نشریه شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران)، سال هشتم، شهریور ۱۳۸۴، شماره ۶۰، صص ۴۴ الی ۴۷.

کاربری مهندسی سنگ در فضای زیرزمینی

بر اساس تجارب ژاپن در پروژه‌های زیرزمینی ذخیره انرژی

مصطفی شریف زاده، مرتضی جوادی اصطهباناتی؛ دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ایران

متن حاضر ترجمه مقاله زیر می باشد:

Kenji Aoki, 2007, "Rock Engineering in Underground Space Utilization in Japan – Experience of Underground Energy Storage Projects", Proceedings of 3rd Iranian Rock Mechanics Conference, Amir Kabir University of Technology, Tehran.

چکیده: از اوایل دهه ۷۰ به بعد در کشور ژاپن، مغارهای سنگی بزرگ زیرزمینی برای ذخیره انواع مختلف انرژی به کار گرفته می شود. مهمترین دستاورد های هیدروژنولوژی و مکانیک سنگی حاصل از ۳۰ سال تجربه در زمینه طراحی و ساخت پروژه های تلمبه-ذخیره ای و مخازن زیرزمینی ذخیره نفت و گاز مورد مطالعه قرار گرفته و بزرگترین مغارهای زیرزمینی ذخیره گاز مایع (LPG) در حال ساخت جهان معرفی می شوند. در این مقاله، راهکار ها و فناوری های طراحی مشاهده ای و تکنولوژی ساخت و اجرای پروژه ها با تکیه بر جنبه های مهندسی و مکانیک سنگی ارائه شده است. همچنین، چشم اندازهای آینده و فناوری های نوین نیز به اختصار معرفی می شوند.

۱. مقدمه

استفاده های متنوع از فضاهای زیرزمینی، ارتباط نسبتاً زیادی با سیاست های انرژی ژاپن بعد از جنگ دارد. در اواخر دهه پنجاه تقاضا برای انرژی به سرعت و به طور همزمان با بازسازی پایدار اقتصاد در این کشور شروع به رشد کرد. در اواخر دهه ۶۰، تقاضا برای انرژی الکتریکی به سرعت افزایش و تولید نیروگاه های برق هسته ای به طور مداوم افزایش یافت. در ادامه، ساخت نیروگاه های زیرزمینی بزرگ مقیاس تلمبه-ذخیره ای، در اوایل دهه ۷۰ شروع شد تا کمبود موقت انرژی در ساعات اوج مصرف را تامین کند. بعد از بحران نفت، جهت اطمینان از تامین پایدار نفت، در سال ۱۹۷۵ ذخیره نفت را آغاز کرد. مغارهای ذخیره زیرزمینی به عنوان یک روش جدید برای ذخیره نفت، مورد توجه قرار گرفت و نخستین طرح آزمایشی ژاپن در سال ۱۹۸۲ ساخته شد. در اوایل دهه ۹۰، ساخت مغارهای ذخیره نفت در مقیاس کامل، در کوچی، کیکوما و کوشیکینو آغاز و هر سه طرح در سال ۱۹۹۴ شروع به کار کردند. در حال حاضر، طرح های زیرزمینی بزرگ ذخیره گاز مایع (LPG) در نامیکاتا ($910,000 \text{ m}^3/450,000 \text{ ton}$) و کوراشیکی ($860,000 \text{ m}^3/400,000 \text{ ton}$) در دست ساخت هستند. این نیروگاه های تلمبه-ذخیره ای و مغارهای ذخیره نفت و گاز، مهمترین و شاخص ترین دستاورد بکارگیری فناوری در زمینه مهندسی سنگ و مغارهای سنگی هستند.

۲. مغارهای بزرگ سنگی برای تسهیلات ذخیره انرژی

۲-۱. نیروگاه های زیرزمینی تلمبه-ذخیره ای

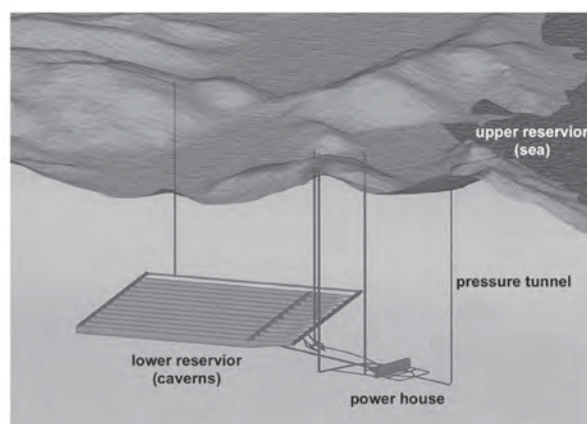
در ژاپن تقریباً ۵۰ نیروگاه زیرزمینی ساخته شده که از این تعداد، حدود ۲۰ نیروگاه هیدرولیکی و ۳۰ نیروگاه از نوع زیرزمینی تلمبه-ذخیره ای هستند. نیروگاه های بزرگ هیدرولیکی زیادی در زیر زمین ساخته شده اند، که اختلاف فشار هیدرولیکی زیادی را بوجود آورده و قادر به تولید مقادیر بالای انرژی با هزینه های پایین هستند. نیروگاه های زیرزمینی تلمبه-ذخیره ای، سیستمهایی برای ذخیره انرژی الکتریکی هستند که با استفاده از مازاد شبانه انرژی تولیدی توسط نیروگاه های هسته ای و سایر انرژی های پایه، آب را از مخازن پایین دست به مخازن بالا دست پمپاژ و در زمان اوج مصرف، کمبود برق را جبران می کنند. نخستین نیروگاه زیرزمینی هیدرولیکی ژاپن، نیروگاه یوریو (هوکایدو، تکمیل شده در ۱۹۴۳) و نخستین نیروگاه زیرزمینی تلمبه-ذخیره ای، نیروگاه شیروایاما (کاناگاوا، تکمیل شده در ۱۹۶۵) است. بعد از ساخت نیروگاه شین تاکاسه گاوا که در سال ۱۹۷۱ شروع شد، نیروگاه های مختلفی با سطح مقطع هایی بالغ بر ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار متر مکعب و با چیره شدن بر مشکلات فنی مختلف، مثل فشار بسیار بالای زمین و سنگهای بسیار درزه دار ساخته شده اند. اخیراً ساخت نیروگاه های تلمبه-ذخیره ای کازونوگاوا (عکس ۱) و کاناگاوا به پایان رسیده است.



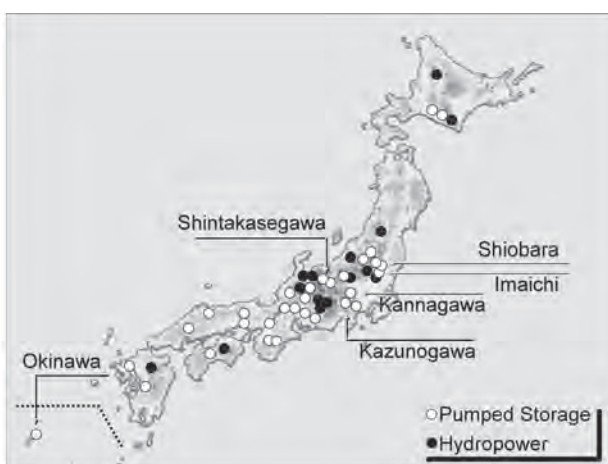
عکس ۲- نیروگاه تلمبه-ذخیره ای با آب در اکیناوا



عکس ۱- نیروگاه های تلمبه-ذخیره ای کازونوگاوا



شکل ۱- نیروگاه تلمبه-ذخیره ای زیرزمینی



شکل ۲- موقعیت نیروگاه های زیرزمینی در ژاپن

همچنین در سال ۱۹۹۸، ساخت یک نیروگاه آزمایشی تلمبه-ذخیره ای در اکیناوا (عکس ۲) که از آب دریا استفاده می کند به پایان رسید و شروع به کار کرد. نوعی از نیروگاه های زیرزمینی تلمبه-ذخیره ای با مخزن پایین دست زیرزمینی و با هدف تولید هد فشار زیاد طراحی شده است (شکل ۱). امکان سنجی سایر انواع نیروگاه های تلمبه-ذخیره ای نیز در دست بررسی است.

در سیستم ذخیره انرژی هوای فشرده (CAES)، هوای فشرده با فشار بالا را در مغارهای زیرزمینی ذخیره و این هوا برای تولید انرژی در زمان اوج مصرف به کار گرفته می شود. چنین هوای پرفشاری، در مغارهای سنگی ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار متر مکعبی و در عمق ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری ذخیره می شوند. ذخیره هوا موجب وارد آمدن فشار هوایی بین ۵ تا ۸ مگاپاسکال بر دیواره های مغار می شود که در نتیجه مغارها بایستی هوابندی شده و در دراز مدت، پایداری دینامیکی در مقابل تغییر فشارهای مکرر را داشته باشند.

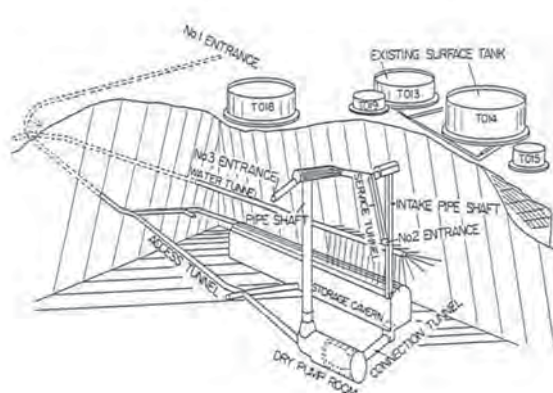
۲-۲. مغارهای ذخیره نفت و گاز

بعد از بحران نفت، در سال ۱۹۷۵ انبار کردن نفت در ژاپن و با هدف اطمینان از تامین پایدار نفت آغاز شد. انبار کردن نفت در ژاپن به دو صورت انجام می شود. انبار کردن دولتی که مستقیماً توسط دولت ژاپن انجام می گیرد و انبار کردن توسط بخش خصوصی که به صورت قانونی توسط شرکت های نفتی خصوصی انجام می شود.

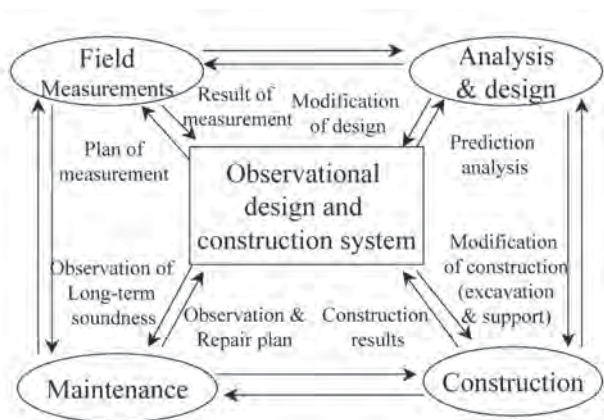
از اواخر دهه ۷۰، مغارهای بدون آستر ذخیره نفت در سنگ ها، به عنوان یک روش اقتصادی برای ذخیره نفت مورد توجه قرار گرفت که در این پروژه ها، مغارهای سنگی بدون آستر و بدون حضور آب زیرزمینی و با هدف جلوگیری از نشست نفت و گاز به کار گرفته می شود. همچنین این روش از لحاظ جلوگیری از حوادث ناگوار و حفاظت زیست محیطی ممتاز است. طرح با ابعاد بزرگ به صرفه تر است. از اواخر دهه ۵۰ تاکنون، در اروپا و آمریکای شمالی، مغارهای نفتی آب بندی شده به صورت عملی برای ذخیره نفت سنگین، گاز مایع، گازوئیل و دیگر فرآورده های نفتی نیز به کار گرفته می شود. در ژاپن،



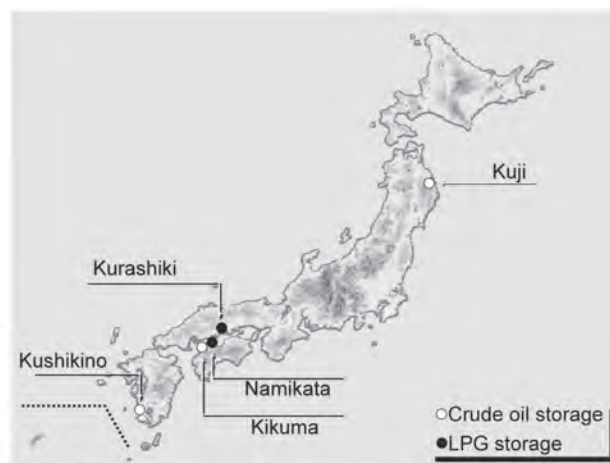
عکس ۳- طرح زیرزمینی ذخیره نفت کوچی



شکل ۳- طرح آزمایشی ذخیره نفت در کیکوما



شکل ۵- جزئیات روش طراحی و ساخت مشاهده ای



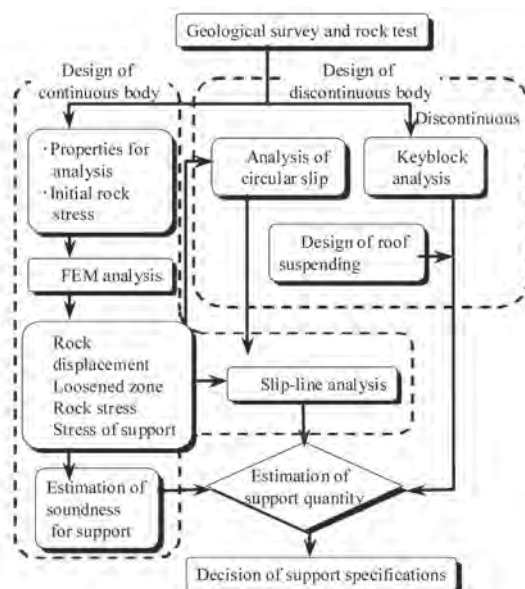
شکل ۴- تسهیلات ذخیره گاز و نفت در ژاپن

هدایت هیدرولیکی متوسط توده سنگ با استفاده از چندین آزمایش نفوذپذیری بدست آمده و برای شبیه سازی میزان نفوذ یا تراوش به درون مغار، توزیع فشار آب منفذی و نوسان سطح تراز آب های زیرزمینی استفاده شد. نتایج شبیه سازی، سازگاری خوبی با مقادیر واقعی داشته که این موضوع نشان می دهد که آنالیزهای جریان استفاده شده، کارآمد و موثر بوده است. این، اولین سری از مطالعات سیستماتیک در ژاپن بود که بررسی های میدانی، آزمایش، تحلیل و ارزیابی رفتار آب های زیرزمینی را در برمی گرفت. این نتایج، مطالعات موثری را بر روی هیدرولوژی سنگ سبب شد.

مغار ذخیره نفت برای آزمایش های اعتبار سنجی، ظرفیت ذخیره ۲۵۰۰۰ متر مکعب را دارد. مغارهای ذخیره نفت خام ساخته شده در کوچی، کیکوما و کوشیکینو در حال بهره برداری هستند (عکس ۳). این مغارها مجموعه ای از مغارهای سنگی بسیار بزرگ و پیچیده ای هستند که هر کدام حدود ۲۰ متر عرض، ۳۰ متر ارتفاع و ۵۰۰ متر طول دارند. شرکت جاکمک در حال حاضر، بر طبق طرح ها پیش می رود تا دولت در

ارزیابی های فنی طرح آزمایشی کیکوما در دهه ۸۰ و ۹۰ انجام شد. طرح آزمایشی کیکوما (شکل ۳) با ساخت واقعی یک مغار و به منظور ارزیابی مشکلات مختلف ممکن در بکارگیری فناوری های ذخیره در زیر زمین و نیز برای جمع آوری داده های فنی پایه لازم برای فرموله کردن خط مشی های فنی متناسب با شرایط طبیعی و اجتماعی ژاپن ساخته شد. عملیات ساخت از مارس ۱۹۸۰ تا مارس ۱۹۸۲ به طول انجامید. در طول ساخت طرح، آزمایش های اعتبارسنجی بوسیله شرکت ملی نفت ژاپن انجام و در مارس ۱۹۸۷ خاتمه یافت. آزمایش اعتبارسنجی شامل ارزیابی رفتار آب زیرزمینی در توده سنگ موجود در ناحیه طرح، قبل و در طول ساخت و در حین عملیات بهره برداری، مقایسه مقادیر تئوری و واقعی، بررسی صحت آب بندی مغار در زمان ذخیره سازی نفت و پایداری سطح تراز آب های زیرزمینی انجام شده است. داده های هیدرولوژیکی از قبیل بارندگی، میزان تبخیر، آب های سطحی، نشست آب به درون مغار، سطح آب زیرزمینی و توزیع فشار آب منفذی در اطراف مغار مورد مطالعه قرار گرفت.

مراحل نشان داده شده در شکل های ۶ و ۷ طراحی می شوند. در عمل، تحلیل المان محدود همانند تحلیل لغزش خطی، تحلیل بلوک کلیدی که ناپیوستگی های سنگ را در نظر می گیرد و تحلیل لغزش قاشقی برای تحلیل حفاری مغارها انجام می شود. در طراحی اولیه، ابتدا شکل و جهت مغارها مشخص می شوند. نگهداری مغارهای نیروگاهی معمولاً از نوع شاتکریت، پیچ سنگ و میل مهارهای پیش تنیده هستند (شکل ۸). میزان پیش تنیدگی یک میل مهار معمولاً $40tf$ تا $120tf$ است.



شکل ۷- طراحی سیستم نگهداری

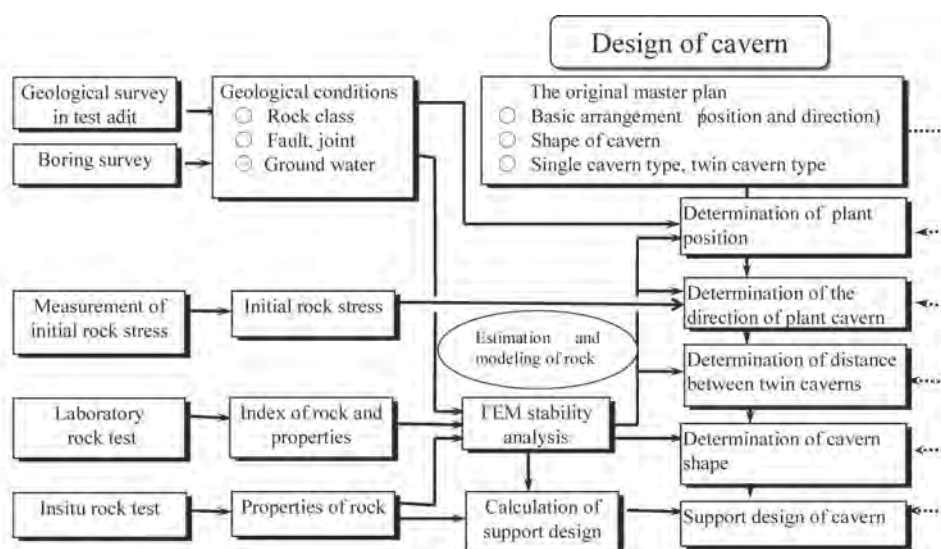
سال مالی ۲۰۱۰ به ۱/۵ میلیون تن ذخیره گاز مایع دست یابد. با تحقق این هدف و افزوده شدن ذخیره ۵۰ روزه بخش خصوصی، یک سیستم انبار گاز مایع معادل با واردات ۸۰ روز در دسترس خواهد بود. پایگاه های ذخیره صنعت ملی نفت، از ۱۰ پایگاه ذخیره نفت و ۵ پایگاه ذخیره گاز مایع تشکیل شده که سه پایگاه کوچی، کیکوما و کوشیکینو برای ذخیره نفت و دو پایگاه نامیکاتا و کوراشیکی برای ذخیره گاز مایع و در بخش مغارهای ذخیره زیرزمینی بزرگ جای می گیرند (شکل ۴).

۳. طراحی و ساخت مغارهای بزرگ در سنگ

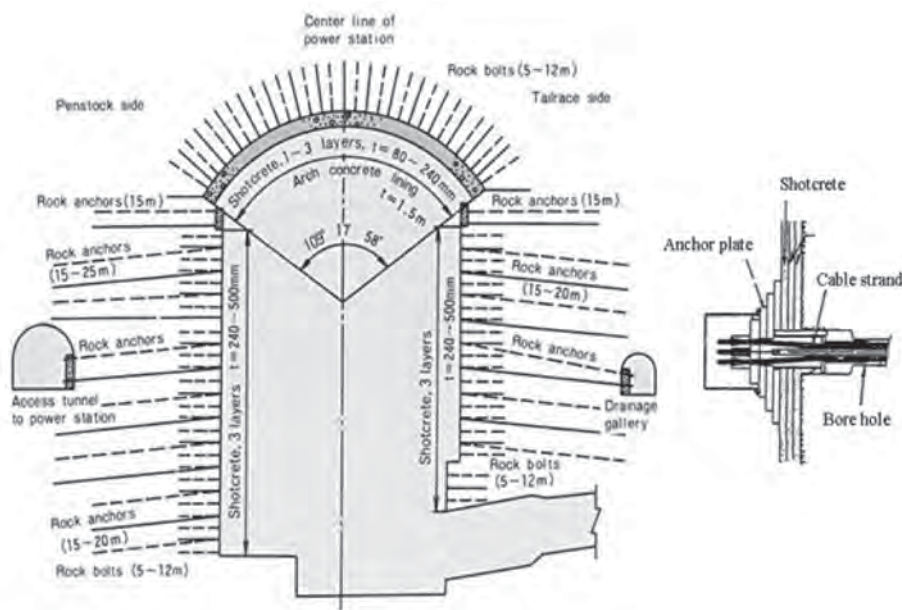
۳-۱. طراحی مغارهای نیروگاهی

مغارهای بزرگ سنگی براساس ارزیابی های محلی، آزمایش ها و اصول اولیه طراحی، حفاری می شوند. سیستمهای طراحی و ساخت مشاهده ای که در این ۳۰ سال پایه ریزی شده اند یکی از بزرگترین موفقیت ها به شمار می آیند. مفهوم طراحی و ساخت مشاهده ای در شکل ۵ نشان داده شده است. چنین سیستمهایی از طریق ساخت عملی و واقعی چند مغار نیروگاهی بهبود و تکامل یافته اند. یک سیستم طراحی و ساخت مشاهده ای، به طور فعال اطلاعات متنوعی از قبیل اندازه گیری ها، شرایط زمین شناسی و شیوه های ساخت را به کار گرفته و به مهندسان در تصمیم گیری های مرتبط با «اندازه گیری ها»، «طراحی و تحلیل ها»، «ساخت» و «بهینه سازی طراحی و ساخت» کمک می کند. توسعه سخت افزارها از قبیل ابزارهای رفتارنگاری و انقلاب فناوری در زمینه نرم افزارهای کامپیوتری به منظور پردازش و تحلیل داده ها، توانایی و تاثیر گذاری این چنین سیستمهایی را افزایش داده است.

مغارهای نیروگاهی براساس نتایج برداشت ها و آزمایش ها و با توجه به



شکل ۶- طراحی مغار، برداشت های زمین شناسی و آزمایش



شکل ۸- نگهداری مغار نیروگاه با استفاده از انواع میل مهار

۳-۲-۲. طراحی مغار

تحلیل و پیش بینی رفتار سنگ ها در طول حفاری مغار، با استفاده از مدل عددی و با در نظر گرفتن ساختارهای زمین شناسی انجام شده است. از آنجاییکه آزمایش های تراکمی سه محوره بر نمونه های حفاری نشان داد که سنگ های محدوده از خاصیت کرنش نرم شوندگی برخوردارند، مدل ها بر اساس تحلیل المان محدود غیرخطی و با حفاری چند مرحله ای مورد بررسی قرار گرفتند که رفتار کرنش نرم شوندگی در آنها منظور شده بود.

در طراحی واقعی، میل مهارها در نواحی تمرکز تنش نسبت به سایر نواحی، با تراکم بیشتری نصب شدند تا به طور فعال از شدت پیشرفت سست شدگی در اطراف مغار جلوگیری شود. طرح نگهداری مورد استفاده برای مغار نیروگاه در شکل ۱۰ نشان داده شده است که آرایش اجزا سیستم نگهداری در سطح مغار، به صورت غیر یکنواخت و با هدف رسیدن به یک آرایش منطقی در نظر گرفته شده است.

۳-۲-۳. رفتار مغار در حین حفاری

میزان جابجایی دیواره و توزیع کرنش در مقطع و در پایان حفاری به صورت نمادین در شکل ۱۱ و میزان جابجایی اندازه گیری شده برحسب زمان سپری شده در شکل ۱۲ نشان داده شده است. کرنش در اطراف مغار به صورت ناپیوسته توزیع شده است که این موضوع در اطراف آبراهه مغار به خوبی قابل مشاهده است.

مقاطع با کرنش بالا تقریباً در نواحی با ناپیوستگی های پی در پی زمین شناسی قرار گرفته اند. همانطور که در شکل های ۱۱ و ۱۲ نشان داده

و از میان نگهدارنده های شرح داده شده، میل مهارهای پیش تنیده از اهمیت بیشتری برخوردارند.

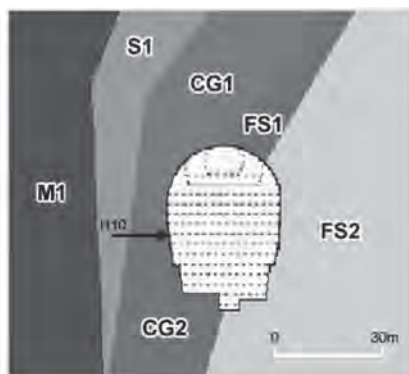
۳-۲-۴. رفتار واقعی مغارها (مطالعه موردی)

نیروگاه کاناکاوا، یک نیروگاه تلمبه-ذخیره ای با تولید حداکثر ۲۸۲۰ مگاوات است که توسط «شرکت انرژی الکتریکی توکیو» و در ۱۵۰ کیلومتری شمال غرب توکیو در حال ساخت است. ابعاد مغار زیرزمینی نیروگاه به این شرح است: ۲۱۶ متر طول، ۳۳ متر عرض، ۵۲ متر ارتفاع، در مجموع حدود ۲۲۰ هزار متر مکعب حجم حفاری و با بیشینه سطح مقطع ۱۴۰۰ مترمربع. اندازه گیری های مربوط به میزان کرنش سنگ و امواج صوتی همانند اندازه گیری های متداول کرنش و جابجایی توده های سنگی به منظور ارزیابی مستقیم مناطق سست شده به کار گرفته شده است.

آنالیزهای مورد نیاز برای پیش بینی رفتار مغار با استفاده از داده های اولیه بدست آمده از برداشت های زمین شناسی انجام و به منظور افزایش دقت پیش بینی ها، نتایج تحلیل های برگشتی نیز در نظر گرفته شد.

۳-۲-۱. زمین شناسی

زمین شناسی ناحیه کاناکاوا، عمدتاً از سنگ های رسوبی پالوزویک-موزوویک تشکیل شده است. همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده، لایه های اطراف مغار نیروگاه به شش زیرگروه با خصوصیات سنگی متفاوت تقسیم می شوند. تنش های اولیه نیز در شکل ۹ نشان داده شده است.



M1 = mudstone

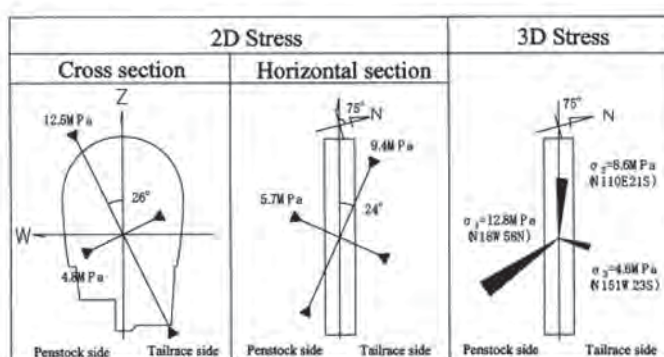
S1 = medium grained sandstone

CG1 = conglomerate

CG2 = conglomerate and coarse grained sandstone

FS1 = fine grained sandstone with lens shaped layers

FS2 = fine grained sandstone.



شکل ۹- مقطع زمین شناسی برای تحقیق و حالت برجای اولیه

به کارگیری این سیستم را برای کاربردهای عملی (میدانی) اعتبارسنجی کرده اند (Aoki et al, ۲۰۰۵).

شده است، ارزیابی نگهداری مغار با استفاده از میل مهارها، کارایی مناسب این نوع نگهداری برای پایداری مکانیکی مغار را نشان می دهد.

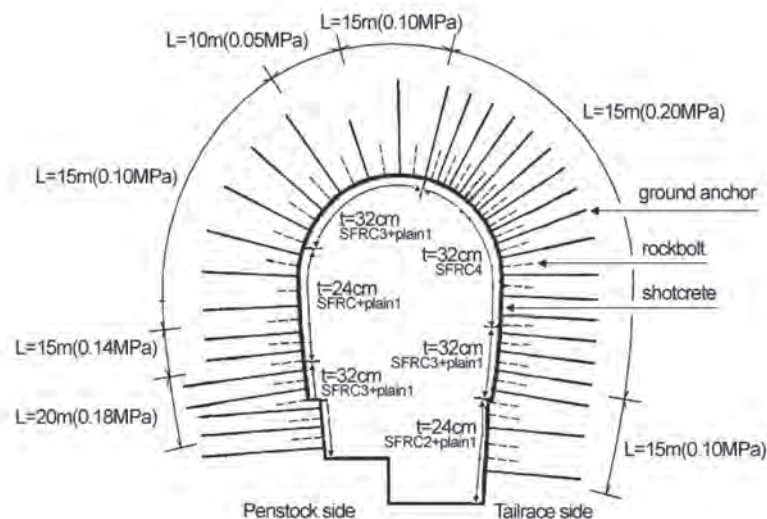
۳-۳-۱. مغارهای نیروگاه در سنگ های متبلور

شکل ۱۳ تغییرات کرنش، تنش، ضربات ثبت شده آزمایش امواج صوتی، فرکانس اصلی امواج صوتی و مقدار m را در عمق ۳ متری و در امتداد $H=10$ (در سطح تراز پله ی شماره ۴) نشان می دهد. روابط بین تنش و کرنش و رفتار پارامترهای آزمایش امواج صوتی، با نتایج حاصله از آزمایش های آزمایشگاهی سازگار است. مدل ذرات متصل به هم، براساس روش دوبعدی المان مجزا و برای شبیه سازی حفاری مغارهای سنگی و با هدف برآورد چگونگی تشکیل ناحیه آشفته مورد استفاده قرار گرفته شده است. به منظور مشخص کردن جزئیات توزیع تنش و توزیع ترکهای اولیه در توده سنگ، در حین پیشروی برش پله ها پروسه زیر به کار گرفته شده است.

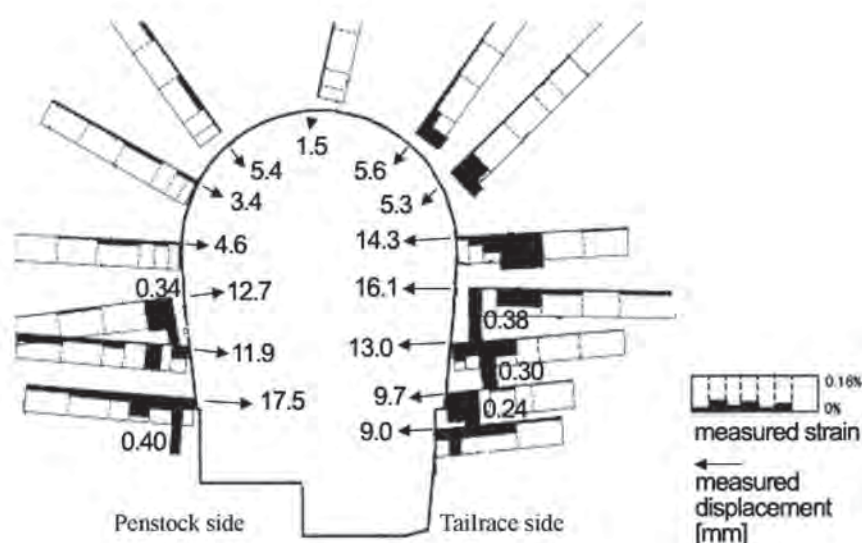
مقادیر خواص میکروسکوپی ذرات متصل به هم همانند رفتار ماکروسکوپی توده سنگ، با استفاده از یک سری آزمایش های برجا مشخص می شوند. شکل ۱۴ نحوه توزیع مقادیر محاسبه شده تنش و ترکهای ایجاد شده با پیشرفت مراحل استخراج پله را نشان می دهد.

۳-۳-۲. محاسبه ناحیه آشفته در اثر حفاری

حفاری زیرزمینی سبب تشکیل ناحیه آشفته (Excavation Disturbed Zone, EDZ) در اطراف محل بازشدگی می شود. ارزیابی دقیق پایداری مکانیکی و ایمنی در ناحیه آشفته و توسعه ملاحظات اصلی طراحی، بسیار مهم هستند. بخصوص در سنگ های تحت فشار بالا و در عمق زیاد، تشکیل ناحیه آشفته به شدت تحت تاثیر تغییرات تنش در توده سنگ است. بنابراین، ضروری است که ناحیه آشفته با در نظر گرفتن تغییرات تنش محاسبه شود. برای این منظور، اندازه گیری های امواج صوتی «AE» هم از نظر علمی و هم از لحاظ عملی مناسب خواهند بود و ارزیابی ناحیه آشفته را امکان پذیر می سازد. به منظور برقراری سیستم ارزیابی مبتنی بر تنش در ناحیه آشفته، روابط بین امواج صوتی، تغییرات تنش و گسیختگی ها در توده های سنگی تحت فشار بالا با استفاده از اندازه گیری امواج صوتی و شبیه سازی روش المان مجزا با مدل ذرات متصل بهم مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر این اساس، نویسندگان مقاله، سیستم ارزیابی ناحیه آشفته را توسعه (Aoki et al, ۲۰۰۴) و قابلیت



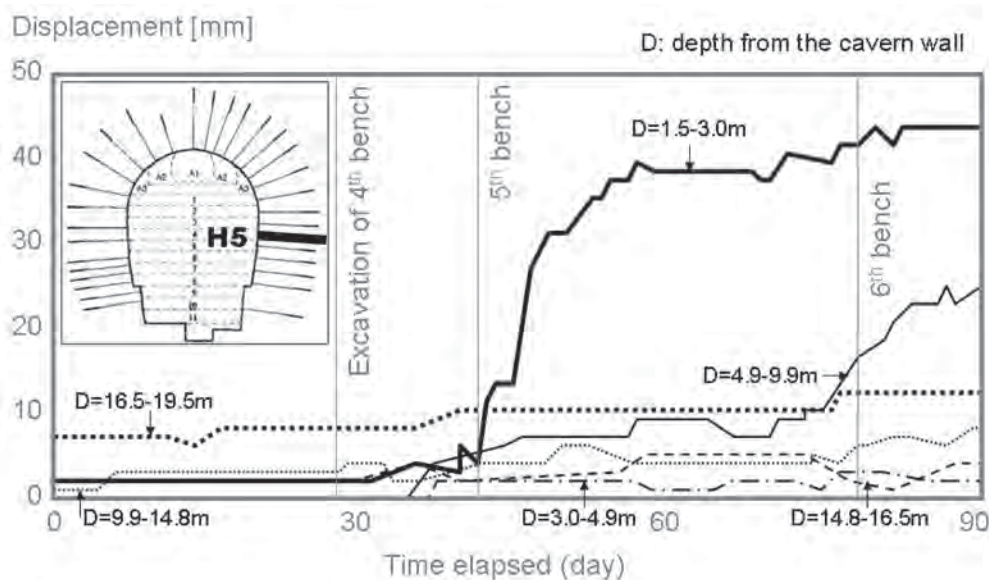
شکل ۱۰- آرایش نهایی نگهداری مغار



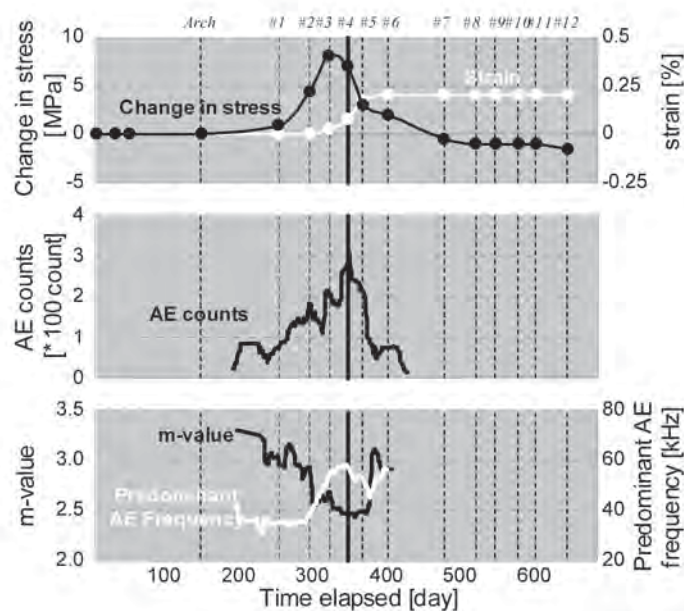
شکل ۱۱- توزیع کرنش و جابجایی سنگ

شکل ۱۵، مقدار کل دهانه ترک های اولیه را در امتداد خط $10H$ نشان می دهد. مقادیر دهانه با استفاده از تصاویر تلویزیونی درون گمانه ای و در حین حفاری پله های شماره ۳ و ۶ اندازه گیری شده است. این مقادیر با توزیع ترک محاسبه شده (شکل ۱۴) تطابق خوبی را نشان می دهد. مقایسه بین تنش اندازه گیری شده و تنش محاسبه شده با روش المان مجزا و با پیشروی حفاری در شکل ۱۶ نشان داده شده است. همچنین تنش محاسبه شده با روش المان محدود و با در نظر گرفتن رفتار کرنش نرمی سنگ نیز در شکل ۱۶ نشان داده شده است. تنش محاسبه شده با روش المان مجزا، سازگاری بسیار خوبی با مقدار اندازه گیری شده، نشان می دهد. تنش محاسبه شده توسط روش المان محدود نیز سازگاری

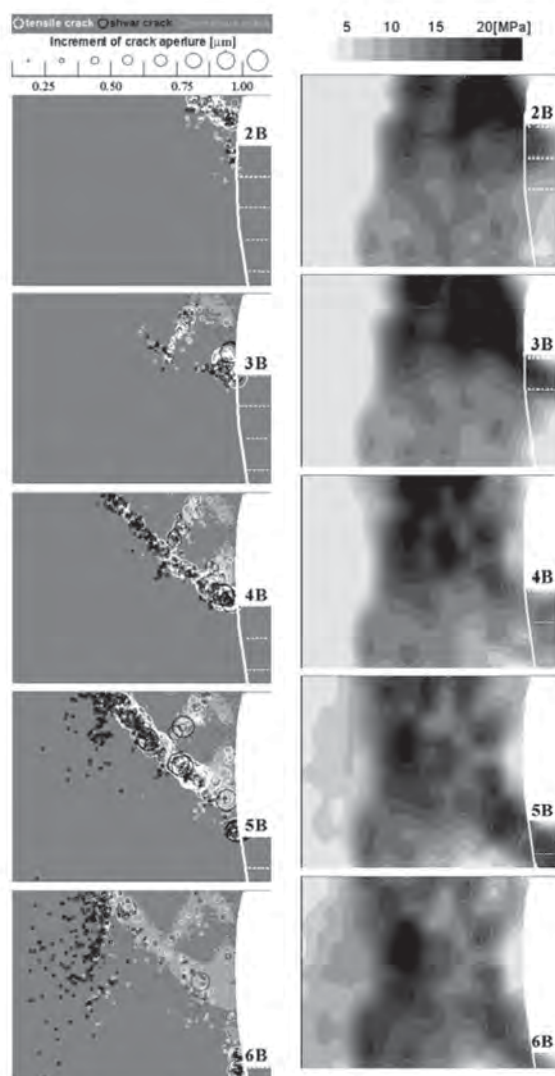
با حفاری پله های شماره ۱ و ۲، تمرکز تنش فقط در همسایگی پله های حفاری شده ظاهر می شود و ترکهای کششی به طور عمده از آنجا آغاز می شود. در ادامه، شکست ماکروسکوپی در امتداد مرزهای زمین شناسی شروع به رشد کرده (حفاری پله های شماره ۳ و ۴)، ترکهای با انرژی کرنشی آزاد شده بالا، در امتداد شکستگی های ماکروسکوپی تشکیل و ناحیه تمرکز تنش به قسمت های عمیق تری از دیواره های مغار منتقل می شود (حفاری پله های شماره ۵). در پایان، در حالی که ترک های برشی در قسمت های عمیق تر و در امتداد مرزهای زمین شناسی (پله ی شماره ۶) آغاز می شوند، تنها تعدادی ترک کششی با انرژی آزاد شده کم، اتفاق می افتد.



شکل ۱۲- نمایش جابجایی محلی در طول زمان



شکل ۱۳- نتایج اندازه گیری های انجام شده در عمق ۳ متری از دیواره مغار در سطح تراز پله ۴



الف) تغییرات تنش ب) توزیع ترک های ایجاد شده

شکل ۱۴- توزیع تغییرات تنش و ترکهای ایجاد شده با استفاده از روش DEM

خوبی نشان می دهد با این وجود، در هنگام حفاری پله ی شماره ۵، کماکان مقدار تنش با توجه به نتایج روش FEM افزایش می یابد ولی اندازه گیری ها کاهش تنش را نشان می دهد. این مسئله را این گونه می توان توجیه کرد که اندازه بزرگ المان با ابعاد ۲ متر و بیشتر در روش المان محدود، در بعضی موارد باعث تمرکز تنش بی دلیل می شود، در حالی که روش المان مجزا از گلوله های کوچک با قطر ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر استفاده می کند که بوسیله آنها می توان تشکیل تدریجی ترکها را نشان داد.

نتایج شبیه سازی، سازگاری خوبی را با نتایج اندازه گیری واقعی نشان می دهد که کارایی بالایی برای تحلیل رفتار حفاری فضاهای زیرزمینی را همراه با یک تفسیر سازگار از رفتار پارامترهای آزمایش امواج صوتی، فراهم می آورد.

۳-۲- گمانه های عمیق در سنگ های رسوبی

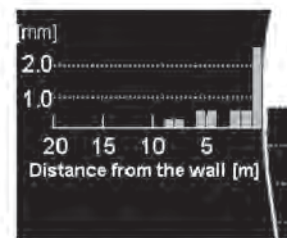
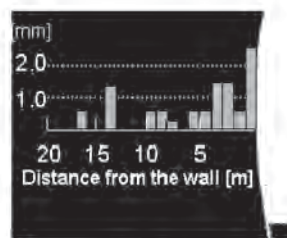
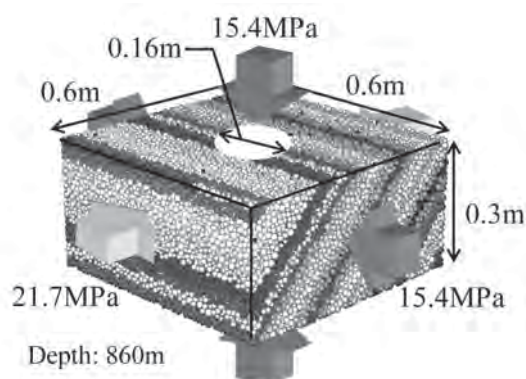
مدل ذرات متصل به هم، برای ارزیابی رشد ترک در اطراف گمانه های حفاری شده در سنگ های رسوبی به کار گرفته شده است. به این منظور از شبیه سازی سه بعدی المان مجزا استفاده شده است. تنش های برجای بدست آمده از روش شکست هیدرولیکی در مدل سه بعدی ذرات متصل به هم استفاده اعمال شده است. همان گونه که در شکل ۱۷ نشان داده شده، بخش استوانه ای مرکزی به عنوان گمانه حفر شده در نظر گرفته می شود.

با توجه به نتایج شبیه سازی، بیشترین تمرکز تنش نزدیک دیواره گمانه و در جهت محور تنش اصلی حداقل مشاهده می شود (شکل ۱۸). ترک ها عمدتاً در ناحیه ای که تنش تغییر یافته است، شروع می شوند. به بیان بهتر، همانطور که در شکل (۱۸-ب) نشان داده شده، ترک های با دهانه بزرگتر، به طور عمده در ناحیه ای که آزاد شدگی تنش رخ می دهد، متمرکز می شوند و همانگونه که در شکل (۱۸-ج) آمده، نزدیک دیواره گمانه شدت تغییرات تخلخل بیشتر است.

۴- مغارهای ذخیره گاز

۴-۱- اصول طراحی مغار ذخیره زیرزمینی با استفاده از سیستم جدار آبی

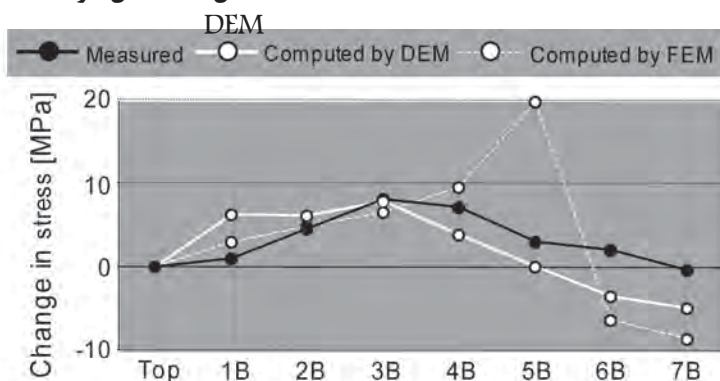
سیستم جدار آبی شامل مغارهای ذخیره زیرزمینی بدون پوشش های فلزی یا سیمانی است که گاز مایع با دمای معمولی و تحت فشار زیاد در داخل مغار ذخیره شده و با استفاده از جریان پیوسته آب زیرزمینی به سمت مغار از خروج گاز جلوگیری می شود. همان گونه که در شکل ۱۹ نشان داده شده، فشار آب زیرزمینی در اطراف مغار ذخیره، بالاتر از فشار مایع (گاز) ذخیره شده در داخل مغار، نگه داشته می شود. برای اطمینان از هوابندی اطراف مغار، شیب هیدرولیکی در جهت عمود بر بالای سقف مغار، بایستی بزرگتر از ۰/۵ باشد. همچنین برای اطمینان



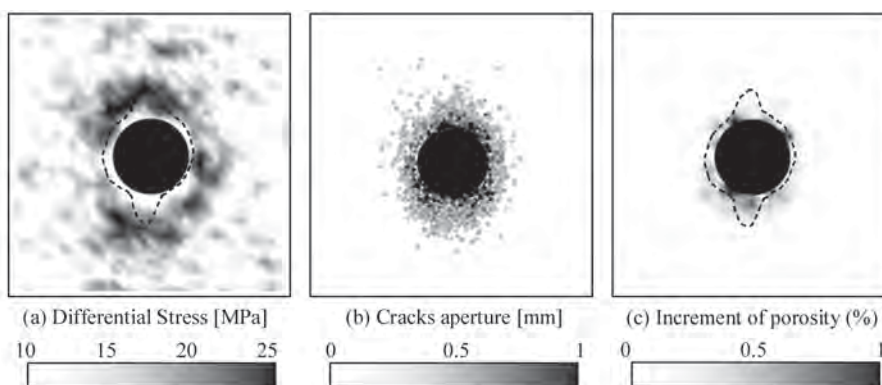
الف) پله شماره ۳ (B۳) ب) پله شماره ۶ (B۶)

شکل ۱۵- توزیع کلی بازشدگی ترکها در امتداد خط H۱۰ محاسبه شده با تصویر تلویزیون داخل گمانه

شکل ۱۷- مدل ذرات متصل به هم برای شبیه سازی



شکل ۱۶- مقایسه بین تنش محاسبه شده و اندازه گیری شده در حین پیشروی (در عمق ۳ متری از دیواره مغار)



شکل ۱۸- شبیه سازی ناحیه آشفته در اطراف گمانه حفاری با استفاده از شبیه سازی با روش DEM (خطچین نشان دهنده دیواره گمانه است)

علاوه بر بهبود نفوذپذیری توده سنگ اطراف مغار، یک سیستم آب بندی مهندسی (سیستم جدار آبی) نیز طراحی می شود. در سیستم جدار آبی، آب با فشار قابل تنظیم از طریق گمانه های حفر شده از درون گالری های آبی (تونل های آب بندی) فراهم می شود. جلوگیری از ایجاد نواحی غیراشباع در توده سنگ اطراف و در حین حفاری مغار، تامین آب برای اجرای هوابندی و اطمینان از پیوستگی عملکرد جدار آبی در حین

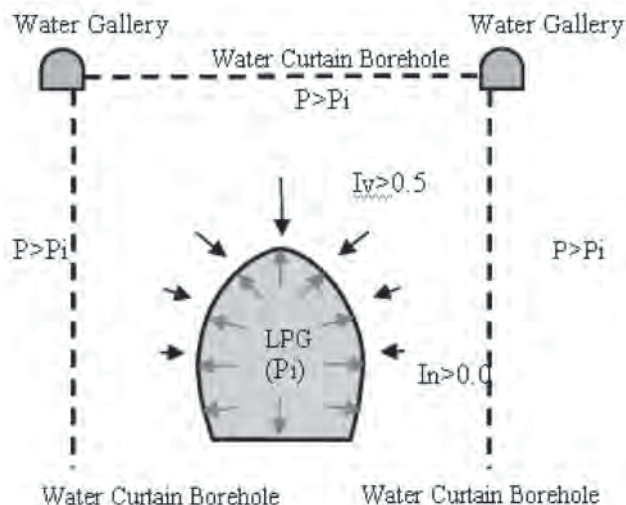
از شرایط آب بندی، شیب هیدرولیکی در جهت عمود بر دیوارهای مغار بایستی بزرگتر از صفر باشد. برای اطمینان از چنین شرایط آب بندی و هوابندی، لازم است که مغار ذخیره کاملاً در زیر سطح تراز آب زیرزمینی واقع شود. برای اطمینان از جریان مداوم آب زیرزمینی به سمت مغار، تامین مصنوعی آب زیرزمینی ضروری است. برای حصول شرایط آب بندی و هوابندی مغار ذخیره،

عملیات، از اهداف اصلی سیستم آب بندی مهندسی هستند.

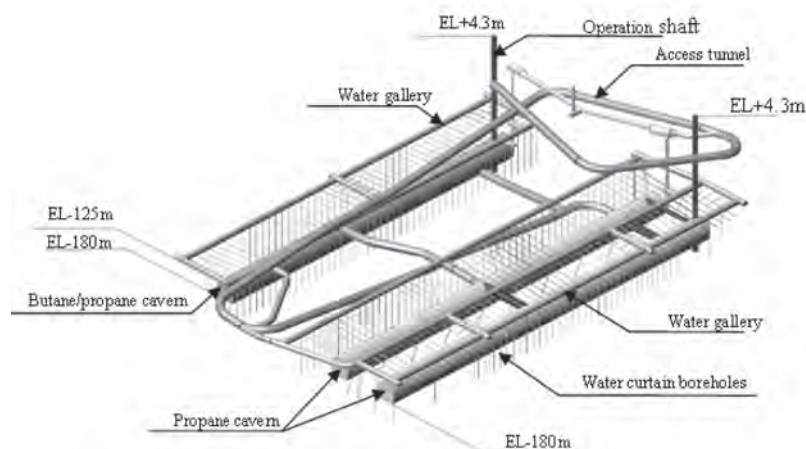
۴-۲. طرح ذخیره زیرزمینی نامیکاتا (مطالعه موردی)

طرح کلی تسهیلات ذخیره زیرزمینی نامیکاتا در شکل ۲۰ نشان داده شده است. این طرح از یک مغار ذخیره ۱۵۰۰۰۰ تنی برای ذخیره هر دو گاز مایع بوتان و پروپان و دو مغار ۱۵۰۰۰۰ تنی برای ذخیره گاز مایع پروپان، تشکیل شده است. در ابتدا مغار بوتان-پروپان فقط برای ذخیره بوتان طراحی شده بود، اما بعداً در جهت استفاده موثر از طرح، برای ذخیره هر دو نوع گاز مایع تغییر یافت. ارتفاع و عرض مغار به ترتیب ۳۰ و ۲۶ متر و سطح مقطع آن تخم مرغی شکل است. طول مغارهای ذخیره پروپان و بوتان-پروپان، به ترتیب ۴۸۵ متر و ۴۳۰ متر هستند و حجم کل مغارهای ذخیره ۹۱۰۰۰۰ متر مکعب است.

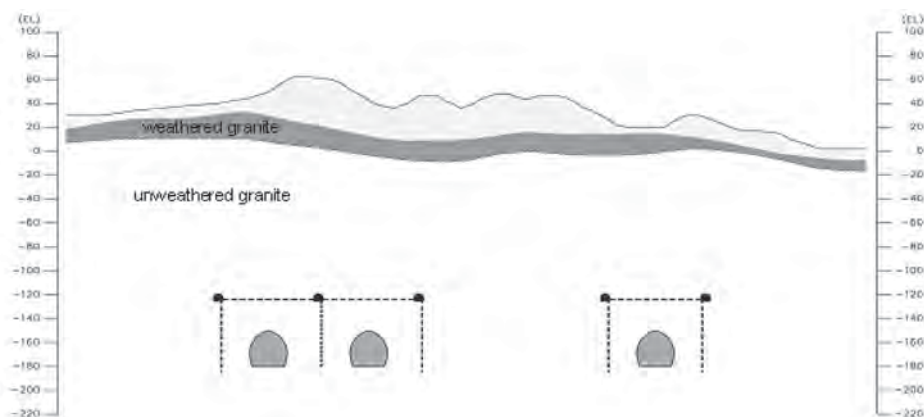
ارتفاع روباره مغار از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر متغیر است. همانطور که در شکل ۲۱ نشان داده شده، زمین شناسی محل شامل گرانودیوریت و گرانیات کریتاسوس دوره مزوزوئیک است که لایه هوازه در عمق ۴۰ تا ۶۰ متر زیر



شکل ۱۹- نمایش سیستم جدار آبی



شکل ۲۰- طرح کلی تسهیلات ذخیره زیرزمینی نامیکاتا



شکل ۲۱- مقطع زمین شناسی از ساختگاه طرح نامیکاتا

محدودیت هاست که مزایای خاصی را نیز دارد. برای نمونه، هر برآوردی که با استفاده از شبیه سازی نمایشگر ترتیبی محاسبه شود با ساختار احتمال فضایی سازگاری دارد؛ در حالی که برآوردهای محاسبه شده با روش کریجینگ معمولی، عموماً چنین سازگاری را ندارند. شبیه سازی نمایشگر ترتیبی، تخصیص چند کران را شامل می شود. برای مثال دهک های توزیع تجمعی نمونه که برای تبدیل داده ها به مجموعه ای از متغیرهای دودویی، استفاده می شود. بعد از تعیین موقعیت (بلوک) برای برآورد از طریق اعداد تصادفی یکنواخت، (شکل ۲۲-الف) تابع تبدیل نمایشگر $\hat{I}(X;Z_i)$ (در موقعیت X) با مقدار حدی توزیع تجمعی شرطی Z_i ، برای مقدار معلوم $Z(X)$ ، به صورت زیر خواهد بود (شکل ۲۲-ب):

$$i(\mathbf{x};z_i) = \begin{cases} 1 & \dots & z(\mathbf{x}) < z_i \\ 0 & \dots & z(\mathbf{x}) \geq z_i \end{cases} \quad (1)$$

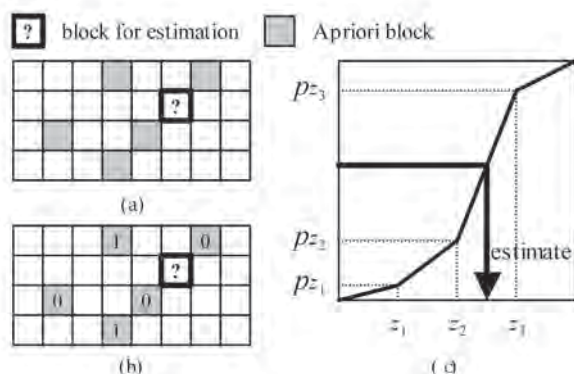
واریوگرام مرتبط با $\hat{I}(X;Z_i)$ با رابطه زیر بیان می شود :

$$\gamma_i(\mathbf{h}) = \frac{1}{2} E \left\{ \left[\hat{I}(\mathbf{x};z_i) - \hat{I}(\mathbf{x}+\mathbf{h};z_i) \right]^2 \right\} \quad (2)$$

که در آن h ، فاصله بین یک جفت از نمونه ها است. با محاسبه ضرایب وزنی براساس واریوگرام داده ها، احتمال اینکه برآورد دارای مقداری کمتر از مقدار حدی Z_i باشد، از رابطه زیر بدست می آید:

$$p_{z_i}^*(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(\mathbf{x}) \cdot I(\mathbf{x}_i; z_i) + \left[1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i(\mathbf{x}) \right] \cdot m_{z_i} \quad (3)$$

تابع توزیع از محاسبه احتمال دامنه پایینی هر مقدار حدی با استفاده از معادله (۳) برآورد می شود. برآوردها در موقعیت X را می توان با استفاده از جایگذاری اعداد تصادفی یکنواخت در معکوس تابع توزیع بدست آورد



شکل ۲۲- شماتیک از روش شبیه سازی نمایشگر ترتیبی

سطح زمین قرار گرفته و توده سنگ های پایین تر، از جنس گرانیت های جوان هستند. متوسط مقاومت فشاری تک محوره و ضریب نفوذپذیری در توده سنگ های جوان به ترتیب 118 MPa و 10^{-8} m/s است. درزه های موجود در گرانیت با شیب تند و در جهت های شمال غربی-جنوب شرقی و شمال شرقی-جنوب غربی امتداد یافته اند.

۳-۴. مدل سازی هیدروژئولوژیکی سه بعدی

فشار ذخیره گاز مایع 0.59 MPa در نظر گرفته شده تا در دمای متعارف پروپان (با نقطه جوش 15°C در فشار 0.75 MPa) در فاز مایع بماند. برای اطمینان از هوابندی مخزن گاز مایع و قابلیت نگهداشت آب در جداره های آبی، بسیار مهم است که ساختار هیدروژئولوژیکی در مقیاس محلی فهمیده شود. بنابراین در پروژه های نامیکاتا و کوراشیکی، سیستم های ساخت و طراحی مشاهده ای، از منظر هیدروژئولوژیکی به کار گرفته شده و داده های هیدروژئولوژیکی متعددی از تحقیقات متنوع انجام شده در طول فاز طراحی و ساخت، بدست آمده است. با این وجود، برای اتخاذ پیشاپیش یک سیاست منطقی در قبال کنترل آب زیرزمینی، تحلیل سیستماتیک داده های بدست آمده و دست یابی به یک مدل هیدروژئولوژیکی مناسب، بسیار مهم است. بنابراین در این تحقیق تلاش می شود تا راه کار جدیدی در مدل سازی ترکیبی سه بعدی هیدروژئولوژیکی و براساس هر دو شبیه سازی آب های زیرزمینی و زمین آماری ارائه شده تا یک مدل هیدروژئولوژیکی مناسب و با توانایی پیش بینی دقیق رفتارهای هیدرولیکی در مراحل بعدی پروژه را ارائه کند.

۳-۴-۱. برآورد زمین آماری از هدایت هیدرولیکی

در ابتدا، مدل هیدروژئولوژیکی در مقیاس محلی و براساس داده های بدست آمده از آزمایش های هیدرولیکی محلی و با استفاده از روش های زمین آماری ساخته شد. روش کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging)، و روش شبیه سازی نمایشگر ترتیبی (Sequential indicator simulator, SIS) به منظور برآورد توزیع هدایت هیدرولیکی در هر مرحله به کار گرفته شدند. یک مدل اولیه از هدایت هیدرولیکی براساس نتایج آزمایش هیدرولیکی در گمانه های اکتشافی با روش کریجینگ معمولی ساخته شده و در ادامه، با دسترسی به داده های جدید هدایت هیدرولیکی در حین حفاری گالری های آبی و گمانه های جدار آبی، مدل اولیه به روز شده در هر مرحله از حفاری ساخته می شود.

شبیه سازی زمین آماری یک روش احتمالاتی است که با استفاده از تولید تعداد زیادی انتزاع (Realization) که از ساختار احتمال فضایی پیروی می کنند و با محاسبه آماره های توصیفی مرتبط با آنها، میزان عدم قطعیت متغیر هدف را ارزیابی می کند (چپلس، ۱۹۹۹). کاربرد نمودارهای متداول و کریجینگ معمولی برای تحلیل های زمین آماری به دلیل بعضی فرضیات اولیه، محدود می شود (لوید و آتکینسن، ۱۹۹۹). محدودیت های اصلی در ارتباط با نرمال بودن (باوجود تکنیک های اصلاح کننده) و استقلال واریانس برآوردی روی داده ها است. شبیه سازی نمایشگر ترتیبی، یک واسطه برای غلبه بر هردوی این

زمین آمار برآورد می شود. در ابتدا، بر روی همه سطوح عمودی و افقی شرایط مرزی فشار اعمال شده و شبیه سازی جریان پایدار، تحت شرایط اولیه آب زیرزمینی اجرا می شود. سپس جریان آب در طول حفاری گالری های آبی به عنوان شرایط مرزی متغیر و برای شبیه سازی جریان گذرا اعمال می شود.

عموما با استفاده از روش SIS، همبستگی فضایی در همه نقاط رعایت می شود که این موضوع در مقادیر محاسبه شده با روش کریجینگ معمولی رعایت نمی شود. در هر یک از انتزاع های ایجاد شده با روش SIS دقیقا یک توزیع فضایی خاص در هر نقطه تولید شده و در نتیجه بیش برآوردهای همبستگی فضایی ناشی از هموارسازی حذف می شود.

تعداد ۳۰ انتزاع مختلف از توزیع هدایت هیدرولیکی با استفاده از شبیه سازی نمایشگر ترتیبی و سری های مختلفی از اعداد تصادفی تولید و در ادامه شبیه سازی جریان آب زیرزمینی بر روی این انتزاع ها اعمال می شود که در نتیجه تعداد ۳۰ مجموعه متفاوت از شبیه سازی های آب زیرزمینی حاصل می شود. در ادامه، با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده محلی، نتایج شبیه سازی جریان آب زیرزمینی ارزیابی و بهترین انتزاع های شبیه سازی نمایشگر ترتیبی را برای بیان رفتارهای آب زیرزمینی پیشنهاد می شود.

شکل ۲۴ مقایسه بین تغییرات اندازه گیری شده و محاسبه شده در فشار روزنه ای در داخل گمانه های حفاری شده را نشان می دهد. هر دو مقادیر محاسبه شده اندازه گیری شده یک رفتار نزولی را نشان می دهند. با این وجود بین مقادیر اندازه گیری شده و محاسبه شده اختلاف قابل توجهی دارند. توزیع هدایت هیدرولیکی مربوط به انتزاع شماره ۳ در شکل ۲۵ نشان داده شده است. مدل ارزیابی شده حاصل از شبیه سازی نمایشگر ترتیبی، نسبت به مدل کریجینگ معمولی که تاثیر نامطلوب هموارسازی را دارد، پیوستگی هیدروژئولوژیکی پایین تری را نشان می دهد. شکل ۲۶ مقایسه بین دو مقدار اندازه گیری شده و محاسبه شده (مدل کریجینگ معمولی و مدل ارزیابی شده شبیه سازی نمایشگر ترتیبی) تغییرات فشار روزنه ای در گمانه های حفر شده را نشان می دهد. در واقع فشار روزنه ای محاسبه شده از طریق مدل ارزیابی شده شبیه سازی نمایشگر ترتیبی، نسبت به مدل کریجینگ معمولی، سازگاری بهتری با مقادیر اندازه گیری شده دارد. بنابراین عملکرد موثرتری از این روش مدلسازی قابل انتظار است.

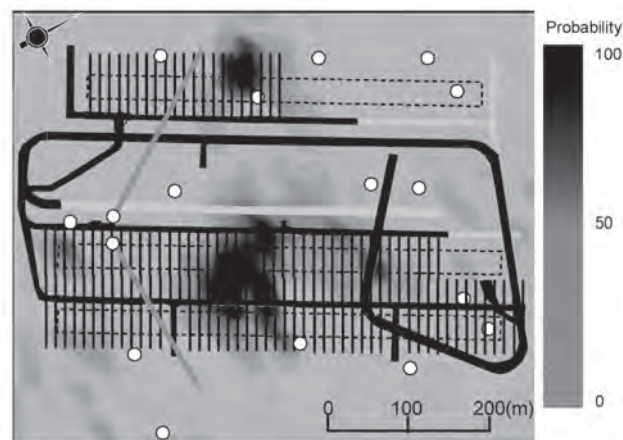
۵. نتیجه گیری

در آینده همچنان مغارهای زیرزمینی در سنگ، عمدتا برای تسهیلات مرتبط با انرژی به کار گرفته خواهند شد. برای اینکه تقاضای انرژی الکتریکی به طور موثری رفع شود، نوسانات ظرفیتی می بایست تسطیح شود و فناوری های گوناگون برای ذخیره انرژی الکتریکی باید توسعه یابند تا شبکه های انرژی غیرمتمرکز کوچک و متوسط مقیاس از سیستم های بزرگ مقیاس متمرکز، ساخته شوند. به طور متداول این نقش توسط نیروگاه های تلمبه-ذخیره ای ایفا شده است. سیستم های جدیدی برای تامین و توزیع منطقی انرژی الکتریکی توسعه خواهد یافت.

(شکل ۲۲-ج). به همین منوال، موقعیت نقطه برآورد با استفاده از اعداد تصادفی تعیین می شود و تکنیک مشابهی برای محاسبه برآورد این نقطه، به کار گرفته می شود. انجام چنین برآوردی، تازمانی که همه مقادیر بلوک ها تخمین زده شود ادامه یافته و در نهایت یک انتزاع از تابع توزیع احتمال تولید می شود. با استفاده از این پروسه و با استفاده از مجموعه های متفاوت از اعداد تصادفی، مجموعه ای از انتزاع ها ساخته می شود. در پایان، احتمال دامنه پایینی یک کران داده شده، که امکان تهیه نقشه احتمالی برای تحلیل ریسک را فراهم می کند، در هر بلوک برآورد به صورت زیر محاسبه محاسبه می شود:

$$p(z_c) = \frac{N_R(\mathbf{x} | Z(\mathbf{x}) < z_c)}{N_R(\mathbf{x})} \quad (4)$$

که در آن $N(\mathbf{x} | \times)$ تعداد انتزاع های ارضا کننده شرط $(\times)$ است. مجموعه ای از انتزاع ها، که با استفاده از مجموعه دیگری از اعداد تصادفی تولید می شوند و یک نقشه از احتمال دامنه بالایی برای یک کران بالا را ارائه می کند. شکل ۲۳، نقشه (مقدار در ریسک) VaR هدایت هیدرولیکی بیشتر از 10^{-5} cm/s را نشان می دهد. این نقشه



شکل ۲۳- نقشه مقدار در ریسک هدایت هیدرولیکی (مقدار در ریسک ۵ تا ۱۰ متر بر ثانیه)

برای ارزیابی ریسک مرتبط با عدم قطعیت هدایت هیدرولیکی مناسب است.

۴-۳-۲. مدلسازی هیدروژئولوژیکی با استفاده از شبیه سازی نمایشگر ترتیبی و شبیه سازی آب زیرزمینی

در این تحقیق یک مدلسازی هیدروژئولوژیکی سه بعدی ترکیبی جدید براساس دو شبیه سازی نمایشگر ترتیبی و آب زیرزمینی ارائه شده تا یک مدل زمین آماری و هیدروژئولوژیکی دقیق و با قابلیت پیش بینی رفتارهای هیدرولیکی در مرحله بعدی پروژه بدست آید. در این مطالعه، برای تحلیل میدانی رفتار آب زیرزمینی از روش حجم محدود سه بعدی استفاده شده است. مقدار هدایت هیدرولیکی که هر المان فضایی با استفاد از روش

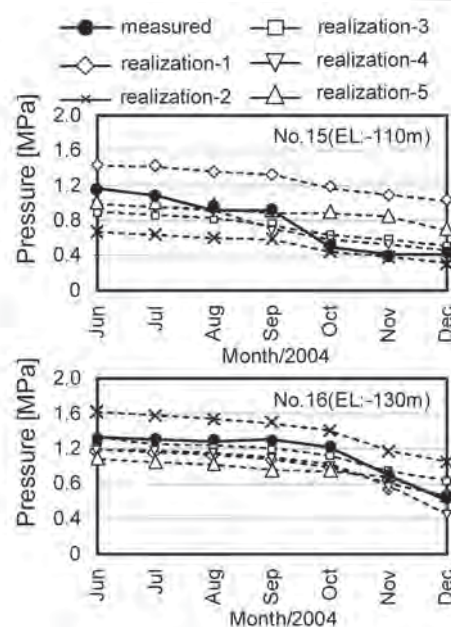
تسهیلاتی برای دفن زباله های رادیواکتیو سطح بالای نیروگاه های هسته ای (شکل ۲۷) نیز یکی از مهمترین مسائل در مهندسی سنگ است. برای شناخت خصوصیات مخازن زباله های سطح بالا باید فناوری های ویژه موجود و دانسته های علمی در قالب سیستم های فناوری جامع و فراگیر ترکیب شوند.

علاوه براین، در خیلی از کشورها اهمیت تسهیلات ذخیره نفت و گاز و در راستای مسائل زیست محیطی در حال افزایش است. در این مقاله، از دیدگاه مهندسی سنگ نقش مهم سیستم طراحی و ساخت مشاهده ای برای مغارهای سنگی و برخی افق های جدید نیز معرفی شده اند.

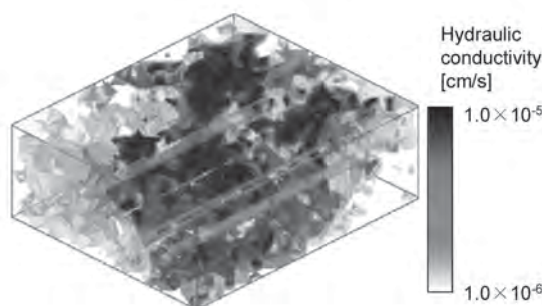
۱- رفتارنگاری ناحیه آشفته (EDZ) یکی از مهمترین فناوری های لازم برای طراحی مغارهای سنگی است. سیستم ارزیابی مبتنی بر تنش در ناحیه EDZ بوسیله رفتارنگاری امواج صوتی و شبیه سازی المان مجزا معرفی و قابلیت بکارگیری این سیستم برای کاربردهای عملی اثبات شد. شبیه سازی سه بعدی المان مجزا با اعمال شرایط تنش های برجا، نتایج مناسبی برای ارزیابی رفتارهای اندازه گیری شده در طرح های عملی را فراهم می کند.

۲- از نقطه نظر هیدروژئولوژیکی برای اینکه رفتارهای هیدرولیکی اطراف مغارها به منظور طراحی و ساخت مشاهده ای به دقت پیش بینی شوند، روش مدلسازی هیدروژئولوژیکی سه بعدی برای پروژه های بزرگ ذخیره گاز مایع، بسط داده شده است. طرح در دست ساخت ذخیره گاز مایع نامیکاتا، یکی از بزرگترین مغارهای ذخیره گاز مایع دنیا، موضوع این تحقیق است. تا کنون بیش از هزار داده هدایت هیدرولیکی از بررسی های میدانی بدست آمده است. برای مدیریت تعداد زیادی داده فضایی که از هر یک از مراحل پروژه بدست می آید تکنیک زمین آماری بکار گرفته شده است. شبیه سازی نمایشگر ترتیبی (SIS) یکی از روشهای شبیه سازی زمین آماری که بطور گسترده استفاده شده، برای ارزیابی عدم قطعیت هدایت هیدرولیکی نیز به کار گرفته می شود. مجموعه ای از انتزاع ها با استفاده از سری های مختلف اعداد تصادفی تولید و نقشه احتمال دامنه بالایی برای بالای کران بالا ارائه شده است. علاوه بر این با لحاظ کردن همبستگی های هیدروژئولوژیکی و زمین آماری بین یک جفت از داده های فضایی در موقعیت های متفاوت و با هدف ارائه یک مدل هیدروژئولوژیکی و زمین آماری با توانایی پیش بینی رفتارهای هیدرولیکی در مراحل مختلف پروژه، ارائه شده است. انتزاع های ایجاد شده با استفاده از روش SIS با روش حجم محدود سه بعدی برای شبیه سازی جریان سیال ترکیب شده است. منطبق ترین مدل با استفاده از مقادیر واقعی فشار آب منفذی، شناسایی می شوند.

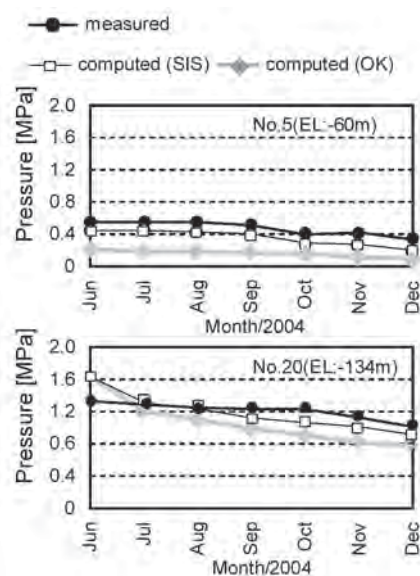
۳- طرح زیرزمینی ذخیره گاز مایع، یکی از تسهیلات ذخیره انرژی است که از مغارهای بزرگ سنگی با فشار گاز داخلی زیاد تشکیل می شود. طراحی ذخیره گاز، اساسا بر این اصل استوار است که فشار آب زیرزمینی اطراف مغار همواره از فشار خروج گاز ذخیره شده بزرگتر باشد. بنابراین پیش گیری از نشت گاز از طریق شبکه درزه های متصل به هم که توسط ترکهای اولیه، پدیده انتشار و جریانهای هم سو ناشی از فشار سیال ایجاد می شوند، دارای اهمیت است. روش المان مجزا با مدل ذرات متصل به هم، برای شبیه سازی فرآیند شکست پیش رونده مناسب است. برای آینده،



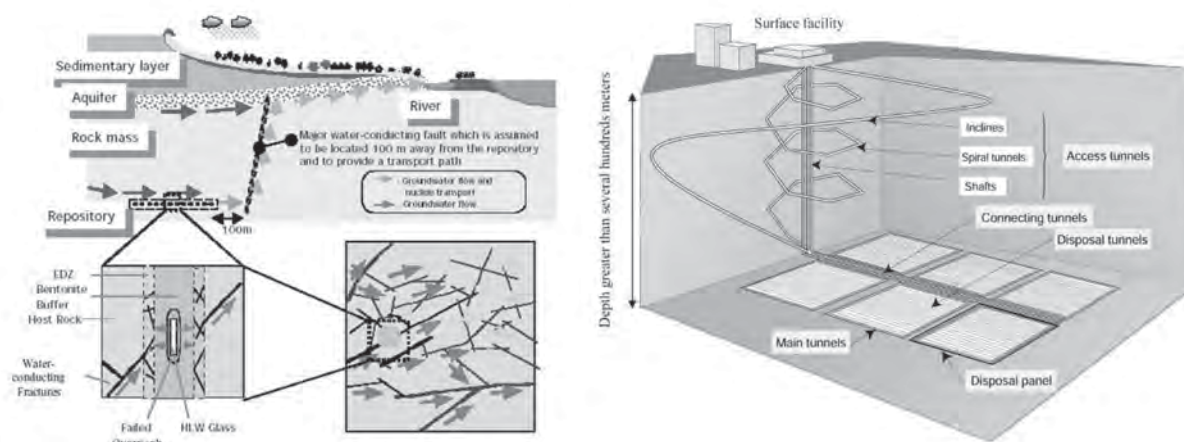
شکل ۲۴- مقایسه بین مقادیر پیش بینی شده (سیستم نمایشگر ترتیبی) و اندازه گیری شده فشار منفذی



شکل ۲۵- هدایت هیدرولیکی ارزیابی شده بر اساس سیستم نمایشگر ترتیبی و شبیه سازی آب زیرزمینی



شکل ۲۶- مقایسه بین مقادیر محاسبه و اندازه گیری شده فشار منفذی



شکل ۲۷- مفهوم دفن زیرزمینی زباله های رادیواکتیو سطح بالا

Aoki, K., Mito, Y., Mori, T., Morioka, H. and Maejima T. (2004) "Evaluation of behavior of EDZ around rock cavern by AE measurements and DEM simulation using bonded particles model" 3rd ARMS, Kyoto, Japan.

Aoki, K., Mito, Y., Mori, T. and Maejima T. (2005) "Evaluation of EDZ around highly stressed rock cavern by AE measurements" EUROCK2005, Brno Czech Republic.

Aoki, K. and Mito, Y. (2006) "Hydrogeological modelling of rock mass by MDS-IDW technique" EUROCK2006, Liege, Belgium.

Aoki, K., Mito, Y. and Maejima T. (2006) "Japanese underground storage facilities" International Workshop on the Underground Storage Facilities in Conjunction with the 4th Asian Rock Mechanics Symposium.

Aoki, K., Mito, Y., Chang, C. S. and Maejima T. (2006) "Numerical analysis of rock fracturing process by DEM using bonded particles model" 4th Asian Rock Mechanics Symposium.

Aoki, K., Mito, Y., Chang, C. S., Matsui, H., Niunoya, S., and Minami M. (2007) "Evaluation of fracturing process of soft rocks at great depth by AE measurement and DEM simulation" 11th International Congress on Rock Mechanics, Lisbon, Portugal.

Aoki, K., Mito, Y., Chang, C. S., Tasaka, Y. and Maejima T. (2007) "Hydromechanical coupled discrete modelling for the assessment of airtightness of unlined large rock cavern" 11th International Congress on Rock Mechanics, Lisbon, Portugal, 2007.

Aoki, K., Mito, Y., Chang, C. S., Tasaka, Y. and Maejima T. (2007) "Three-dimensional hydrogeological modelling around the rock cavern for the LPG storage project" 11th International Congress on Rock Mechanics, Lisbon, Portugal, 2007.

سیستم تکنیک ارزیابی پدیده های توانان مکانیکی- هیدرولیکی (سیال و گاز) به عنوان موضوعات مهم برای مطالعات آینده مطرح می شوند.

۶. منابع

Aoki, K. (2002) "The design and construction of underground opening in Japan, - Experience and challenges for the 21st century -", Keynote lecture at the 2002 ISRM Regional Symposium in Korea, KSRM.

Aoki, K., Mori, T., Morioka, H., Iwano, T., Tanaka K. and Kanagawa T. (2003) "Application of borehole seismic and AE monitoring technique in the rock cavern" Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy.

Aoki, K., Mito, Y., Yamamoto, T., and Shirasagi, S. (2003) "Evaluation of the rock property around TBM tunnels using seismic reflective survey data and TBM driving data" International Symposium on the Fusion Technology of Geosystem Engineering, Rock Engineering and Geophysical Exploration, Seoul, Korea.

Aoki, K., Mito, Y., Mori, T. and Maejima T. (2004) "Evaluation of behavior of EDZ around rock cavern by AE measurements and PFC simulation" Numerical modelling in Micromechanics via Particle Method, pp.73-83.

Aoki, K., Mito, Y., Matsuoka, T. and Kondoh D. (2004) "Design of gas storage rock cavern by the hydro-mechanical coupled discrete model" Numerical modelling in Micromechanics via Particle Method, pp.289-330.

Aoki, K., Mori, T., Iwano, T., Morioka, H. and Minami M. (2004) "Application of micro seismic monitoring technique in the rock cavern" 3rd ARMS, Kyoto, Japan.

تأثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری

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

متن حاضر ترجمه مقاله زیر می باشد.

Goel, R.K., Jethwa, J.L., Dhars, B.B., 1996, "Effect of Tunnel Size on Support Pressure" (Technical Note), International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, Vol. 33, No. 7, pp. 749-755.

مقدمه

علم مکانیک بیان می کند که نیروهای عمودی در موردی که حفره مستطیلی شکل و با سقف مسطح باشد، بزرگتر خواهد بود که در این حالت بلوک بوسیله وزنش از سنگ جدا شده و می تواند سقوط نماید. شکل ۱، الف و ب بترتیب جهت حرکت بلوکها را در حالت سقف های قوسی و مستطیلی شکل نشان می دهد. نکته برجسته اینکه بلوکهای جدا شده در اثر جابجایی در سقف قوسی شکل به علت رفتار اتساعی توده سنگ در هم قفل می شوند (شکل ۱- الف).

هوک و براون [۱۱] مثالی از یک معدن ارائه کردند که در هنگام تعریض تونل های بارگیری کوچک جهت تطبیق دادن تجهیزات حمل و نقل معدنی با مشکلاتی مواجه شده اند. فرض بر این بوده که پایداری حفریات مستقل از اندازه آن بوده و دهانه ای از تونل که دو برابر شده تاثیر مهمی بر روی این پایداری نخواهد داشت. ثابت شد که این فرض نادرست است و با مسائل ناپایداری جدی همانند سقوط از سقف (بازشدگی درزه هایی که در حالت تونل کوچک باز نشده بودند)، مواجه خواهیم شد.

برخی طراحان حفریات زیرزمینی معتقدند به دلیل آنکه تنش های القایی ایجاد شده در سنگ پیرامون حفریات مستقل از اندازه حفریات است، بنابراین پایداری حفریات نیز مستقل از اندازه آنها می باشد. اگر توده سنگ کاملاً الاستیک و بطور کامل عاری از نقایص باشد این نتیجه گیری بطور معقولی صحیح خواهد بود. اما در توده سنگ واقعی که معمولاً دارای شکستگی بوده و ناسالم است. حتی اگر تنش ها تغییر نکنند، پایداری حفریات در یک توده سنگ درزه دار و شکسته شده بوسیله نسبت اندازه حفریات به اندازه بلوکها در توده سنگ کنترل خواهد شد [۱۱]. نتیجتاً افزایش اندازه حفریات در توده سنگ درزه دار ممکن است سبب افزایش در تنش نگردد اما مطمئناً افزایش ناپایداری را به همراه خواهد داشت

پیش بینی فشار نگهداری در تونلها و تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری دو مسئله مهم در مکانیک تونل می باشد که توجه بسیاری از محققین را جلب کرده است.

روشهای مختلفی برای پیش بینی فشارهای نگهداری در گذشته نه چندان دور گسترش یافته است. برخی معتقدند که فشار نگهداری مستقل از اندازه تونل است، در حالیکه دیگران از اینکه فشار نگهداری بطور مستقیم به اندازه تونل وابسته می باشد طرفداری می کنند. توجه به تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری و مفهوم پیشنهاد شده بوسیله Goel [۹] اهمیت تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری را بیان می کند.

بازنگری روشهای تجربی موجود

روشهای تجربی برای تخمین فشار نگهداری در جدول ۱ به منظور مطالعه تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری ارائه شده است.

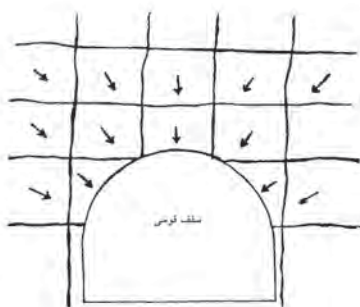
تأثیر شکل حفره

تعدادی از روشهای تجربی در جدول ۱ فهرست شده اند که بعضی برای سقفهای مسطح و بعضی برای سقف های قوسی شکل بسط داده شده اند. در مورد حفره های زیرزمینی با سقف مسطح عموماً فشار نگهداری ایجاد شده با پهنا یا اندازه حفره تغییر کرده است، در حالیکه در سقف قوسی شکل تونل ها، فشار نگهداری ایجاد شده مستقل از اندازه تونل بوده است (به استثنای سیستم RSR ارائه شده توسط Wickham و همکاران [۷] (جدول ۱) که حالت محافظه کارانه ای را در نظر گرفته است و بر مبنای اندازه گیری های واقعی در زمین نبوده است).

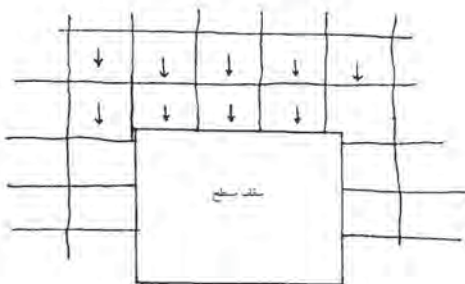
جدول ۱- روشهای تجربی مهم و توصیه های آنها

نظریه	اساس نتایج	توصیه ها
۱- Terzaghi [۵]	a. آزمایش در ماسه ها b. حفرات مستطیلی با سقف مسطح c. رویکرد کیفی	فشار نگهداری با اندازه حفره افزایش پیدا می کند
۲- Deere [۶]	a. بر اساس مفهوم ترزاقی و سنجش بر اساس RQD	فشار نگهداری با اندازه حفره افزایش پیدا می کند
۳- سیستم RSR [۷]	a. سقفهای قوسی b. سنگهای سخت c. رویکرد کمی	فشار نگهداری با اندازه حفره افزایش پیدا می کند
۴- سیستم Q [۳]	a. سنگهای سخت b. سقف قوسی شکل c. رویکرد کمی	فشار نگهداری مستقل از اندازه حفره می باشد
۵. [۸] با استفاده از RMR بتیائوسکی [۱۰]	a. معادن زغالسنگ b. حفرات مستطیل شکل با سقف مسطح c. رویکرد کمی	فشار نگهداری با اندازه حفره افزایش پیدا می کند
۶- Singh [۴]	a. تونل با سقف قوسی شکل b. هر دو نوع سنگ سخت و ضعیف c. رویکرد کیفی	فشار نگهداری مستقل از اندازه حفره می باشد

(الف)



(ب)



شکل ۱- (الف) جدا شدن بلوکها از توده سنگ که در اثر جابجایی در هم قفل می گردند. (ب) جدا شدن بلوکها از توده سنگی که آزاد برای سقوط هستند.

[۱۱]

عامل تاثیر گذار دیگر کیفیت توده سنگ است (جدول ۱) که در بخش زیر در باره آن بحث می گردد.

تاثیر نوع توده سنگ

برعکس توده سنگ خوب، (مطابق جدول ۱) در توده سنگ ضعیف یا سست فشار نگهداری مستقیماً متناسب با اندازه تونل می باشد. از اینرو می توان استنباط کرد که بکارگیری نظریه بسط داده شده برای توده سنگهای ضعیف یا سست در توده سنگ های خوب با تردیدهایی همراه می باشد. روش Unal [۸] برای تونل های سنگی هند که سقف قوسی دارند مورد ارزیابی قرار گرفت [شکل ۲-الف و ۲-ب]. شکل ۲- الف توده سنگ های مناسب، در شرایط زمین غیر مچاله شونده را نشان می دهد. فشار نگهداری پیش بینی شده بوسیله Unal برای تونل های با اندازه متوسط (قطر ۶ تا ۹ متر) ایمن بوده اما برای تونل های کوچک (قطر ۳ الی ۶ متر) فاقد ایمنی و برای تونل های بزرگ (قطر ۹ الی ۱۲ متر) محافظه کارانه می باشد. بنظر می رسد رابطه Unal را در تونل های سنگی در سنگ سخت با سقف قوسی، نمی توان بکار برد. شکل ۲- ب شرایط سنگ مچاله شونده را که بیشتر در توده سنگ های سست و بیش از حد متعارف ضعیف، با آن مواجه هستیم نشان می دهد. به عبارت دیگر نشان می دهد

نمود. آنها پی بردند که نظریه بارتن و همکارانش ممکن است در شرایط زمین مچاله شونده به تصحیح نیاز داشته باشد و اعتبار روشهای Singh [۴] و Barton [۳] به امتیاز کاهش تنش بارتن (SRF) بستگی دارد. آنها همچنین پی بردند که نظریه Singh ممکن است برای تونل‌های بزرگ در شرایط زمین مچاله شونده نامناسب باشد.

روشی جدید برای پیش بینی فشار نگهداری

Goel و همکاران [۱۲] روابط متفاوتی برای پیش بینی فشار نگهداری در شرایط زمین مچاله شونده و غیر مچاله شونده پیشنهاد کردند. این روابط (معادلات ۱ و ۲) برای استفاده در تونل به عمق H ، شعاع تونل a و عدد توده سنگ N (که بوسیله Q بارتن با $SRF = 1$ تعریف شده است) و ضریب تصحیح برای تونل محصور (شرایط زمین مچاله شونده جهت بدست آوردن مقدار سختی حائل)، توسعه داده شده اند. شرایط زمین غیر مچاله شونده:

$$P_{el} = [(0.12 H^{0.1} a^{0.1}) / (N^{0.33})] - 0.038, \text{ Mpa} \quad (r = 0/95)$$

$$P_{sq} = (f/30) 10^{(H^{0.6} a^{0.1}) / (50 N^{0.33})}, \text{ Mpa} \quad (r = 0/97)$$

شرایط زمین مچاله شونده:

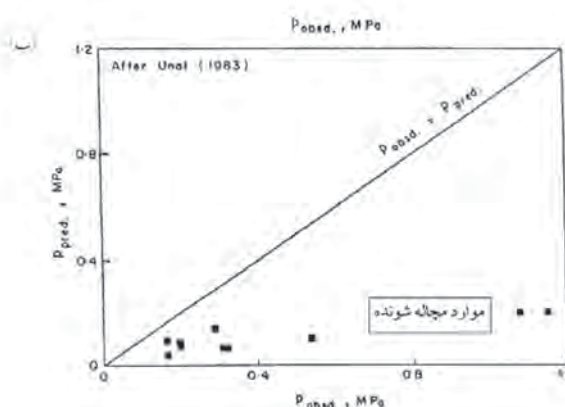
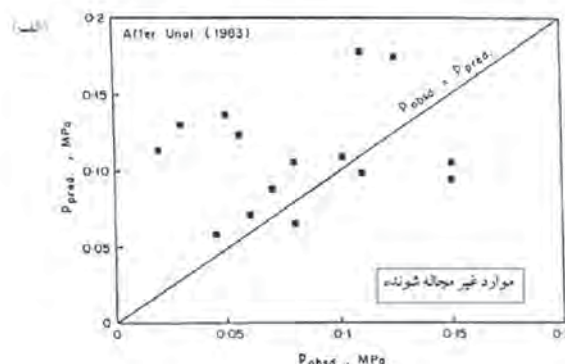
که در این معادلات: P_{el} تخمین فشار نگهداری نهایی در شرایط زمین غیر مچاله شونده بر حسب MPa و P_{sq} تخمین فشار نگهداری نهایی در شرایط زمین مچاله شونده بر حسب MPa و N ، عدد توده سنگ (طبقه بندی بارتن Q با $SRF = 1$) و f ، ضریب تصحیح برای تونل محصور که از طریق جدول ۲ بدست می آید و H ، عمق تونل بر حسب متر و a ، شعاع تونل بر حسب متر و f ، ضریب همبستگی می باشد. برای اندازه گیری، از فشار نگهداری ۲۵ مقطع تونل استفاده شده است که فرصت خوبی را برای مطالعه اثر اندازه تونل بر فشار نگهداری در سقف تونلهای قوسی محیا نمود.

شرایط زمین غیر مچاله شونده

اثر اندازه تونل (به عبارتی شعاع تونل، a) بر فشار نگهداری سقف تونل قوسی مطابق معادله ۱ در اعماق مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- ضریب تصحیح f برای تونل محصور

عدد تراکم پذیری	درجه مچاله شوندگی	درصد محصور شدگی ترمال	ضریب تصحیح f
۱	خیلی کم مچاله شونده	۱-۲	۱/۵
۲	کم مچاله شونده	۲-۳	۱/۲
۳	کم تا نسبتاً مچاله شونده	۳-۴	۱/۰
۴	نسبتاً مچاله شونده	۴-۵	۰/۸
۵	مچاله شوندگی بالا	۵-۷	۱/۱
۶	مچاله شوندگی بسیار بالا	۷ <	۱/۷



شکل ۲- الف - مقایسه فشار نگهداری اندازه گیری شده و

پیش بینی شده در شرایط زمین غیر مچاله شونده

ب- مقایسه فشار نگهداری اندازه گیری شده و پیش بینی

شده در شرایط زمین مچاله شونده [۱۴]

که پیش بینی فشار نگهداری برای تمامی اندازه های تونل غیر ایمن می باشد [۹] (از جمله تونل‌های با اندازه متوسط که در سنگ مناسب، ایمن در نظر گرفته می شوند).

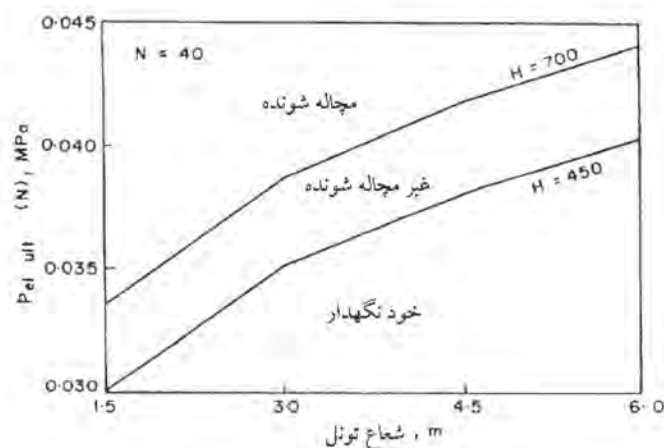
Goel و همکاران [۱۲] روشهای Barton و همکاران [۳] را ارزیابی کرده و Singh [۴] از فشار نگهداری ۲۵ مقطع تونل را اندازه گیری

شکل های فوق برای سه نوع توده سنگ خوب، نسبتاً خوب و متوسط بترتیب با مقادیر N برابر ۴۰ و ۱۰ و ۱ ترسیم شده است. برای اطمینان از باقی ماندن تمام موارد در گروه غیر تراکم پذیر، عمق بدست آمده خیلی کمتر از عمق بحرانی حاصل از رابطه پیشنهاد شده بوسیله Goel و همکاران [۱۳] تعیین شده است و در جدول ۳ برای تونل های با پهنای ۱۲ متر به منظور اطمینان از اینکه مقاطع تونل به شعاع کوچکتر از ۱۲ متر نیز در شرایط زمین غیر مچاله شونده باقی خواهند ماند، ارائه شده است. شکل ۳ در تهیه جدول ۴ مورد استفاده قرار گرفته و افزایش فشار نگهداری را وقتی شعاع تونل از ۱/۵ به ۶ متر در نزدیکی عمق بحرانی افزایش پیدا می کند نشان می دهد. همانطور که در جدول ۴ مشاهده میشود، پیشرفت فشار نگهداری در مورد توده سنگ خوب تا ۳۰ درصد رسیده است. به نظر می رسد که این میزان پیشرفت زیاد باشد، اما در حقیقت چندان مهم نیست چرا که مقادیر واقعی فشار نگهداری خیلی کمتر از این مقدار است (جدول ۴). این امر نیز ممکن است مورد توجه قرار بگیرد که وقتی عمق تونل خیلی کمتر از عمق بحرانی و پهنای تونل نیز کمتر از ۱۲ متر باشد، پیشرفت فشار نگهداری کمتر خواهد بود. بنابراین میتوان پی برد که فشار نگهداری در شرایط زمین غیر مچاله شونده عملاً مستقل از اندازه تونل با سقف های قوسی شکل می باشد.

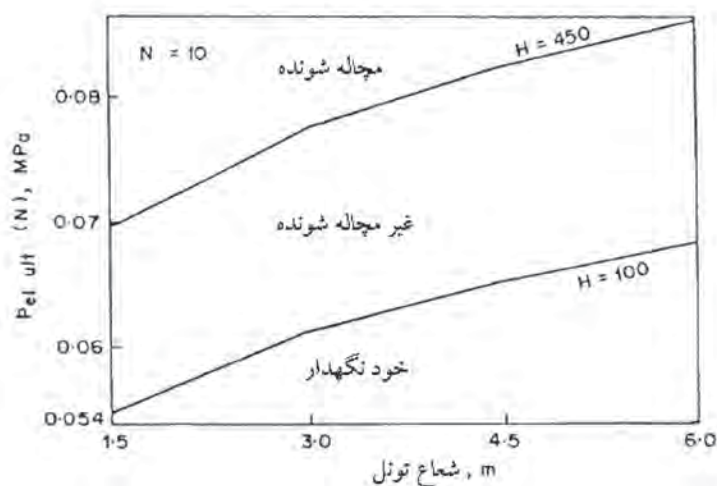
شرایط زمین مچاله شونده

تأثیر شعاع تونل بر فشار نگهداری در شرایط زمین مچاله شونده که از معادله ۲ بدست آمده در شکل ۴ نشان داده شده است. شکل ۴ برای سه نوع توده سنگ نسبتاً خوب، متوسط و ضعیف بترتیب با مقادیر N ، برابر ۱۰، ۱ و ۰/۵ ترسیم شده است. مقادیر بحرانی عمق تونل برای درجه های مختلفی از مچاله شوندگی از معادلات مختلف بدست آمده که در جدول ۳ برای تونل های به شعاع ۶ متر ارائه شده است. خطوط نزدیک مقادیر بحرانی عمق تونل در شکل ۴ ترسیم شده و این شکل در تهیه جدول ۵ مورد استفاده قرار گرفته است. در این جدول پیشرفت فشار نگهداری وقتی که شعاع تونل در عمق ۷۰۰ متری از ۱/۵ به ۶ متر افزایش پیدا می کند، نشان داده شده است. همچنین تأثیر

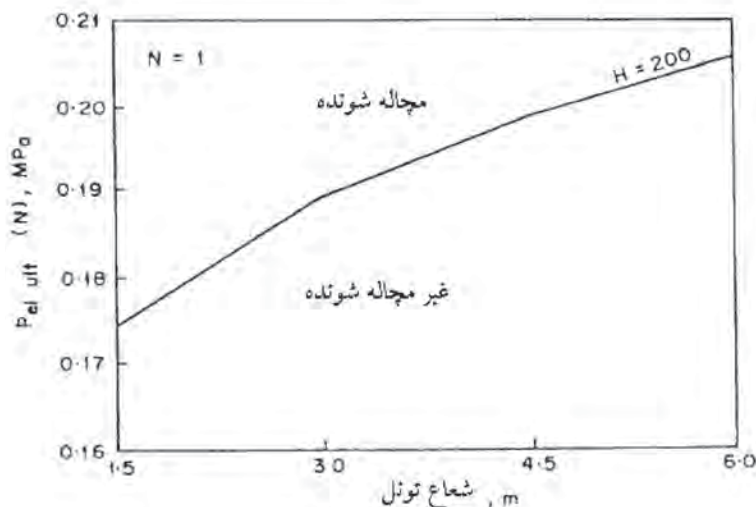
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۳- تأثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری در شرایط زمین غیر مچاله شونده از طریق معادله ۱ برای

(الف) $N = 40$ ، (ب) $N = 10$ ، (ج) $N = 1$

جدول ۳- پیش بینی شرایط زمین با استفاده از عدد توده سنگ N

روابط	شرایط زمین	عدد مچاله شوندگی
$H < 23.4 N^{0.88} B^{-0.1}$ and $1000 B^{-0.1}$	خود نگهدار	۱
$23.4 N^{0.88} B^{-0.1} < H < 275 N^{0.33} B^{-0.1}$	بدون مچاله شوندگی	۲
$275 N^{0.33} B^{-0.1} < H < 360 N^{0.33} B^{-0.1}$	خیلی کم مچاله شونده ($u/a = 1-2\%$)	۳
$360 N^{0.33} B^{-0.1} < H < 450 N^{0.33} B^{-0.1}$	کم مچاله شونده ($u/a = 2-3\%$)	۴
$450 N^{0.33} B^{-0.1} < H < 540 N^{0.33} B^{-0.1}$	کم تا نسبتاً مچاله شونده ($u/a = 3-4\%$)	۵
$540 N^{0.33} B^{-0.1} < H < 630 N^{0.33} B^{-0.1}$	نسبتاً مچاله شونده ($u/a = 4-5\%$)	۶
$630 N^{0.33} B^{-0.1} < H < 800 N^{0.33} B^{-0.1}$	مچاله شوندگی زیاد ($u/a = 5-7\%$)	۷
$H > 800 N^{0.33} B^{-0.1}$	مچاله شوندگی خیلی زیاد ($u/a > 7\%$)	۸

که در آن u ، همگرایی شعاعی تونل و a ، شعاع تونل به متر و u/a ، نسبت نرمال شده تونل محصور و N ، عدد توده سنگ و H ، عمق تونل به متر و B ، قطر تونل به متر می باشد.

جدول ۴- پیشرفت فشار نگهداری برای انواع مختلف توده سنگ تحت شرایط زمین غیر مچاله شونده

پیشرفت فشار نگهداری در نزدیکی عمق بحرانی تونل، MPa		
نوع توده سنگ	عمق بحرانی، (متر)	استفاده از معادله ۱
خوب ($N = 40$)	۷۰۰	$0.43 - 0.33$ (٪۳۰)
نسبتاً خوب ($N = 10$)	۴۵۰	$0.85 - 0.69$ (٪۲۳/۲)
متوسط ($N = 1$)	۲۰۰	$0.25 - 0.14$ (٪۱۷/۸)

اندازه تونل بر فشار نگهداری که با بهبود توده سنگ کاهش یافته است را می توان مشاهده نمود. پیشرفت فشار نگهداری در توده سنگ نسبتاً خوب ($N=10$) تا ۱۸٪ (جدول ۵) و در مورد توده سنگ ضعیف تا ۵۷/۸٪ میرسد. تنوع اندازه بر عمق تونل تاثیر می گذارد. این تاثیر شاید به دلیل اندازه بلوکهای کوچکتر همپیوندشده با توده سنگ ضعیفی است که به درجه بالایی از مچاله شوندگی متمایل شده و درجه بزرگی از آزادی را جهت لغزش ایجاد و نتیجتاً فشار نگهداری بالایی را بوجود می آورند. پیش بینی احتمال افزایش فشار نگهداری با اندازه تونل برای مقاطع تونل حفاری شده در شرایط زیر با اهمیت می باشد:

۱. مناطق خط واره
۲. حفرات گسلی ضخیم
۳. شیل و رس سست
۴. رسهای پلاستیک نرم
۵. برش خرد شده و توده سنگهای برشی
۶. درزه های پر شده با رس
۷. شدت تاخیر در نگهداری توده سنگ ضعیف

خلاصه ای از تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری در جدول (۶) ارائه شده است.

نتیجه گیری

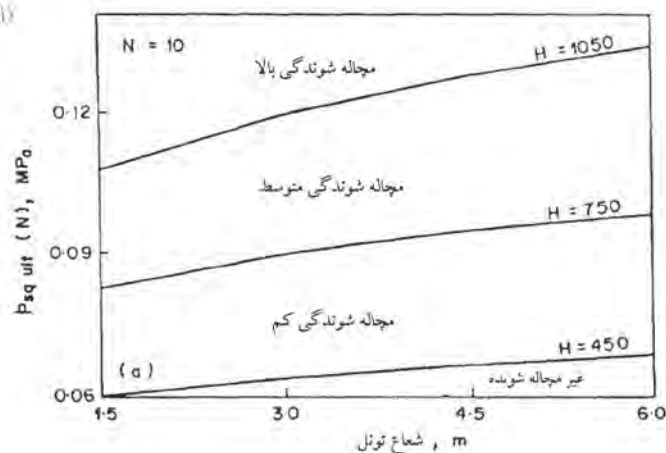
۱. تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری متاثر از دو عامل شکل فضای

زیرزمینی و مصالح پیرامون تونل می باشد.
 ۲. در فضاهای زیرزمینی با سقف صاف و حفاری شده در سنگ های ضعیف، فشار نگهداری متاثر از ابعاد تونل می باشد.
 ۳. تونلهایی که از میان سنگ های خوب و با سقف قوسی عبور می کنند ممکن است اندازه تونل تأثیری بر فشار نگهداری را نشان ندهند. در تونل های با سقف قوسی که از میان سنگ های ضعیف و شرایط مجاله شونده عبور می کنند فشار نگهداری با افزایش اندازه تونل، افزایش خواهد یافت.
 ۴. معادلات ۱ و ۲ و جدول ۶ برای تخمین رابطه فشارهای نگهداری پیشنهاد می گردند.

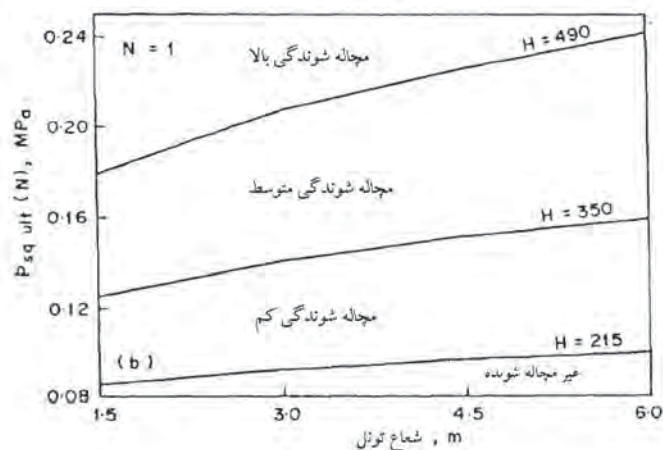
منابع

1. Daemen J. J. K. Tunnel support loading caused by rock failure. Ph.D. thesis, University of Minnesota, Minneapolis, U.S.A (1975).
2. Jethwa J. L. Evaluation of rock pressure under squeezing rock conditions for tunnels in Himalayas. Ph.D. thesis, Univ. of Roorkee, India (1981)
3. Barton N., Lien R. and Lunde J. Classification of rock masses for the design of tunnel support. In Rock Mechanics, Vol. 6, pp. 189-236. Springer (1974).
4. Singh B., Jethwa J. L., Dube A. K. and Singh B. Correlation between observed support pressure and rock mass quality. Tunnelling and Underground Space Technology 7, 59-74 (1992).
5. Terzaghi K. Rock defects and load on tunnel supports. Introduction to Rock Tunnelling with Steel Supports, R. V. Proctor and T. C. White, Youngstown, Ohio, U.S.A., Commercial Shearing and Stamping (1946).
6. Deere D. U., Peck R. B., Monsees J. E. and Schmidt B. Design of tunnel liners and support system, Highway Research Record No. 339, U.S. Department of Transportation, Washington

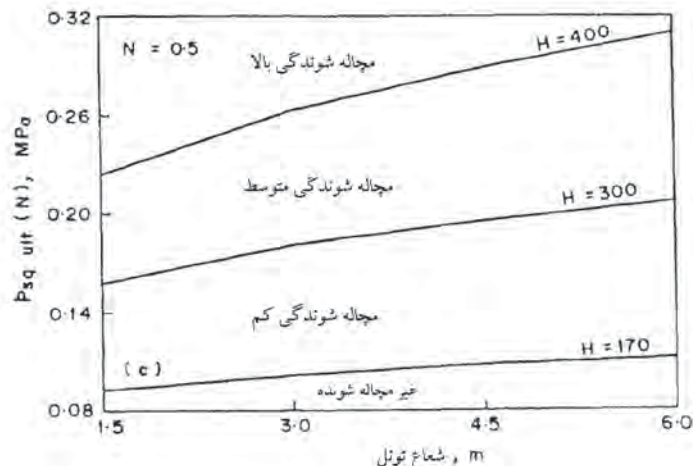
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۴- تأثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری در شرایط زمین مجاله شونده از طریق معادله ۲ برای

(الف) $N=10$ ، (ب) $N=1$ ، (ج) $N=0.5$

جدول ۵- پیشرفت فشار نگهداری برای انواع مختلف توده سنگ
تحت شرایط زمین مچاله شونده

نوع توده سنگ	پیشرفت فشار نگهداری برای عمق تونل ۷۰۰ متر، MPa استفاده از معادله ۲
خوب (N = 10)	۰/۰۹۴ - ۰/۰۸۰ (۱۸٪)
نسبتاً خوب (N = 1)	۰/۶۰ - ۰/۴۲ (۴۳٪)
متوسط (N = ۰/۵)	۱/۲۴ - ۰/۷۹ (۵۷/۸٪)

جدول ۶- تاثیر اندازه تونل بر فشار نگهداری

افزایش فشار نگهداری ناشی از		
عدد مچاله شوندگی	نوع توده سنگ	افزایش اندازه تونل
الف- تونل های سنگی با سقف قوسی:		
۱	شرایط زمین غیر مچاله شونده	تا ۲۰٪
۲	توده سنگ نسبت متحرک شرایط زمین مچاله شونده (N= ۰/۵-۱۰)	۳۰ تا ۶۰ درصد
۳	رسهای پلاستیک نرم، زمین روان، زمینهای ریزشی، رسهای مرطوب پر شده در حفرات گسلی، رس مرطوب و زون برشی خط واره ای (N= ۰/۱-۰/۵)	۱۰۰٪
ب- فضای مستطیل شکل با سقف صاف بدون در نظر گرفتن نوع سنگ		تا ۱۰۰٪

11. Hoek E. and Brown E. T. Underground Excavations in Rock. Institution of Mining & Metallurgy, London (1980).

12. Goel R. K., Jethwa J. L. and Paithankar A. G. Indian experiences with Q and RMR systems. Tunnelling and Underground Space Technology 10, 97-109 (1995b).

13. Goel R. K., Jethwa J. L. and Paithankar A. G. An empirical approach for predicting ground condition for tunnelling and its practical benefits. Proc. 35th U.S. Sym. on Rock Mech., pp. 431-435. Lake Tahoe, U.S.A. (1995a).

14. Goel R. K. and Jethwa J. L. Prediction of support pressure using RMR classification. Proc. Indian Geotechnical ConI, Surat, India (1991).

D.C(1969).

7. Wickham G. E., Tiedmann H. R. and Skinner E. H. Support determination based on geologic predictions. Proc. Rapid Excav. Tunnelling ConI, pp. 43-64. AIME, New York (1972).

8. Unal E. Design guidelines and roof control standards for coal mine roofs. Ph.D. thesis, Pennsylvania State University [Reference Bieniawski Z. T. Rock Mechanics in Mining and Tunnelling, p. 113. A. A. Balkema, Rotterdam (1984)].

9. Goel R. K. Correlations for predicting support pressures and closures in tunnels. Ph.D. thesis, Nagpur University, India, p. 308(1994)

10. Bieniawski Z. T. The geomechanics classification in rock engineering applications. Proc. 4th Int. Congr. Rock Mech., Vol. 2, pp. 41-48. ISRM, Montreux (1979).

حفاری اولین تونل گردشگری ایران به پایان رسید

حسینعلی طاهری - محمد خسرو تاش (شرکت مهندسين مشاور پیچاپ کاوش)



آشنایی با غار

کارشناسان قدمت غار چال نخجیر را هفتاد میلیون سال و عامل اصلی و اولیه تشکیل آنرا عملکرد یک گسل معکوس در منطقه می دانند که شکستگیهای بوجود آمده در اثر این گسل طی گذشت میلیونها سال، بر اثر آبها و نزولات جوی دارای گاز کربنیک (که باعث انحلال سنگهای آهکی شده) باز و بزرگ شده به شکل فعلی در آمده اند. آبهای حاوی کربنات کلسیم محلول در محل حفرات و فضاهای خالی ایجاد شده بتدریج تبخیر و کربنات کلسیم باقیمانده بصورت بلورهای بسیار زیبا با اشکال مختلف و نیز استالاکتیت و استالاکمیت در تمام نقاط غار قابل مشاهده هستند، سنگهای کریستاله با شکل های مختلف و زیبا با تنوع بی نظیر، زیبایی خاصی به غار داده، به طوری که هر بیننده ای را به شگفتی وامی دارد. غار دارای یک حوضچه بزرگ (دریاچه کوچک) در انتهای یک شکاف گسلی است که به نوبه خود به ارزش و زیبایی غار افزوده است، با توجه به اینکه تشکیل غار نخجیر در راستای تعدادی گسل نزدیک به هم صورت گرفته است، حفرات انحلالی ایجاد شده از طول زیاد و عرض محدودی برخوردار هستند و همین مسئله سبب شده که غار نخجیر بیشتر به یک تونل طویل و در عین حال کم عرض شباهت داشته باشد.

این غار در سال ۱۳۸۱ جزء آثار ملی ایران به ثبت رسیده است و سازمان میراث فرهنگی تصمیم گرفته تا این غار را تبدیل به یک جاذبه گردشگری نموده و آنرا جهت بازدید عموم آماده نمایند. غار چال نخجیر در حاشیه جنوب شرقی استان مرکزی در ۹۵ کیلومتری شرق اراک و ۷ کیلومتری شمال غرب نراق قرار دارد. ارتفاع دهانه آن از سطح دریا ۱۶۶۰ متر است. لازم به توضیح است که از دلچایان و پس از طی مسافت حدود ۱۲ کیلومتر به سمت نراق، جاده جدیدالاحداثی ساخته شده است که به دهانه غار منتهی می شود. نام این غار از نام کوه چال نخجیر گرفته شده که غار در قسمت دامنه جنوبی آن تشکیل شده است.

عملیات حفاری و احداث تونل خروجی غار چال نخجیر به طول ۴۸۰ متر با موفقیت کامل و بدون هیچ گونه آسیبی به غار در خرداد ماه ۱۳۸۸ به پایان رسیده و این تونل به محل مورد نظر در غار متصل گردید. مطالعات شناسایی این غار از سال ۱۳۸۰ توسط مهندسين مشاور پیچاپ کاوش و به دستور سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی استان مرکزی (کارفرمای پروژه) شروع و حفر یک تونل به طول حدود ۵۰۰ متر جهت اتصال به غار (قسمتی از غار که بعد از آن عبور و مرور بسیار سخت و برای افراد عادی غیر ممکن می شود) پیشنهاد شد. عملیات تکمیلی شناسایی و نقشه برداری کنترلی و طراحی تونل در سال ۱۳۸۵ توسط شرکت مهندسين پیچاپ کاوش انجام و پس از مراحل اداری و اخذ مجوزهای لازم به مناقصه گذاشته شده و با برنده شدن شرکت سابیر نیرو به عنوان پیمانکار، عملیات اجرایی تونل آغاز گشت.

هدف از اجرای پروژه

به دلیل صعب العبور بودن مسیر غار و در عین حال جاذبه های گردشگری و ارزشی غار (به خصوص به لحاظ بلور شناسی و تنوع بلور ها در غار نخجیر) و زمان طولانی طی کردن مسیر، گردشگران در برگشت بازدید از غار دچار خستگی شدید و مشکل می شوند بنابراین، تونل دسترسی به قسمت انتهایی در مسیر بازدید عمومی غار قسمتی از غار (حدوداً متر ۱۵۰۰ از راهپیمایی در غار) طراحی شد تا امکان خروج راحت گردشگران فراهم شده و باز کردن غار بر روی گردشگران بیشتر و عمومی تر ممکن و مسائل ایمنی و امکان ارائه خدمات اضطراری برقرار شود. شکل این تونل نعل اسبی با ارتفاع و عرض ۴ متر و در قسمت انتهایی با مقطع ۳×۳ متر با قوس به غار متصل گردید. تونل و کلیه فعالیتهای مربوطه به گونه ای طراحی شده اند تا تغییر در محیط و به خصوص اکوسیستم غار در کمترین حد ممکن باشد.

چکیده مقالات منتخب نشریات

مکانیزم توقف دوغاب های سیمانی با نسبت های آب به سیمان متفاوت

M. Axelsson, G. Gustafson, Å. Fransson, "Stop mechanism for cementitious grouts at different water-to-cement ratios", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 24, Issue 4, (July 2009), Pages 390-397.

دوغاب های سیمانی از جمله پر استفاده ترین مصالح تزریق دنیا می باشد. هدف کلی از انجام تزریق، انتشار حجم دوغاب کافی به درون زمین به منظور کنترل نفوذپذیری می باشد. این تحقیق به منظور تعیین و آزمایش مکانیزم های متفاوتی که باعث توقف نفوذ دوغاب های سیمانی می شوند، انجام گرفته است. برای این کار آزمون های آزمایشگاهی با استفاده از ستون های ماسه ای و نیز تزریق های آزمایشی صحرایی انجام گرفته اند. نتایج به دست آمده نشان می دهند که برای توقف نفوذ دوغاب سه مکانیزم قابل تشخیص می باشند که به نسبت اندازه دانه های دوغاب و میزان بازشدگی فضای مورد تزریق، بستگی دارد. زمانی که اندازه بازشدگی تا سه برابر اندازه بزرگترین ذره تشکیل دهنده دوغاب باشد، دوغاب به دلیل گیر کردن دانه ها و مسدود شدن بازشدگی به درون آن نفوذ نخواهند کرد. در صورتی که اندازه بازشدگی تا پنج برابر اندازه بزرگترین ذره تشکیل دهنده دوغاب باشد، محدودیتی برای نفوذ دوغاب وجود ندارد و توقف نفوذ در اثر به تعادل رسیدن نیروی رانش دوغاب و نیروهای مقاوم در برابر آن صورت می گیرد. بین نسبت های مذکور ناحیه انتقالی وجود دارد که در این محدوده درصد رطوبت موجود تعیین کننده قابلیت نفوذ دوغاب می باشد و توقف جذب دوغاب نیز به دلیل فرآیند پالایش (فیلتر شدن) دانه های موجود در دوغاب صورت می گیرد. این موضوع نشان می دهد که انجام تزریق با نسبت آب به سیمان بیشتر باعث افزایش ناحیه نفوذ می شود و در صورت استفاده از روش تغلیظ مخلوط در حین تزریق می توان به آب بندی موثرتری دست یافت.

تأثیر شرایط نامساعد زمین شناسی بر عملکرد دستگاه TBM در پروژه تونل آبرسانی قمروود

Ebrahim Farrokh, Jamal Rostami, "Effect of adverse geological condition on TBM operation in Ghomroud tunnel conveyance project", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 24, Issue 4, (July 2009), Pages 436-446.

تونل قمروود با طولی معادل ۳۶ کیلومتر یکی از بلندترین تونل های در حال اجرا در ایران می باشد. حدود نیمی از این تونل (۱۸ کیلومتر) توسط دستگاه TBM تلسکوپی حفاری گردیده است. در حین این عملیات شرایط نامساعد زمین شناسی از جمله زمین های مچاله شونده و ریزش در جبهه کار باعث کاهش راندمان دستگاه TBM، گیر کردن دستگاه و توقفات متعدد شده است. مقاله حاضر تأثیر وضعیت زمین بر کارایی و راندمان دستگاه بر پایه مشاهدات صحرایی و نتیجه مطالعات ژئوتکنیکی انجام شده را ارائه می نماید. در این متن شرایط زمین شناسی مسیر تونل تشریح شده و روش اندازه گیری همگرایی تونل و نتایج به دست آمده از اندازه گیری ها و نیز تأثیر آنها بر عملیات ساخت تونل مورد بحث قرار می گیرد. بررسی اطلاعات زمین شناسی موجود و نتایج ناشی از همگرایی سنجی در تونل وجود توده سنگی با ساختار ضعیف را نشان می داد که باعث همگرایی زیاد شده که دلیل اصلی برای گیر کردن دستگاه TBM بوده است. از آنجا که مشاهده و اندازه گیری پارامترهای زمین شناسی در یک تونل پوشش دار در حال ساخت با ماشین سپردار امکان پذیر نیست، سعی شده که رابطه ای میان پارامترهای عملیاتی دستگاه TBM با همگرایی زمین ارائه گردد. نتایج تحلیل ها رابطه مناسبی میان پارامترهای عملیاتی دستگاه و همگرایی تونل را نمایش می دهند. در صورت تکمیل این سیستم، پارامترهای مذکور می توانند شاخص های مناسبی برای همگرایی زیاد باشند. اعلام خطر زود هنگام و به موقع برای اجرای اقدامات احتیاطی و جلوگیری از گیر کردن دستگاه TBM یک اقدام ضروری می باشد.

استفاده از یک روش تحلیلی برای طراحی پیچ سنگ های تزریقی فعال در پایداری تونل بر اساس روش همگرایی-همجواری

Ahmad Fahimifar, Masoud Ranjbaria, "Analytical approach for the design of active grouted rockbolts in tunnel stability based on convergence-confinement method", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 24, Issue 4, (July 2009), Pages 363-375.

در این مقاله با فرض اینکه پیچ سنگ های تزریقی باعث افزایش فشار داخلی توده سنگ شکسته شده می شود، یک روش جدید برای محاسبه منحنی عکس العمل زمین برای یک تونل تقویت شده توسط پیچ سنگ های تزریقی فعال، با در نظر گرفتن فاصله ناحیه بولت شده از جبهه کار تونل، ارائه می شود. این روش تحلیلی برای مدلسازی رفتار حفاریات دایروی تحت تنش هیدروستاتیکی و با در نظر گرفتن معیار مقاومت غیرخطی توده سنگ و برای دو نوع مدل رفتاری ماده به کار گرفته شده است. در این تحقیق رابطه عکس العمل زمین برای تونل تقویت شده با پیچ سنگ های تزریقی منفعل نیز ارائه گردیده است. مدل پیشنهادی مواردی همچون تاثیر فاصله ناحیه تقویت شده تا جبهه کار تونل، تاثیر افزایش فاصله داری پیچ سنگ ها، تاثیر افزایش بارگذاری اولیه در محاسبه منحنی عکس العمل زمین، و نیز تاثیر افزایش سطح مقطع پیچ سنگ ها را در نظر می گیرد. نتایج به دست آمده نشان می دهند که کاهش در فاصله داری پیچ سنگ ها برخلاف بارگذاری اولیه، باعث افزایش صلبیت سیستم نگهداری می شود.

تاثیر شرایط زهکشی بر پراکندگی فشار آب منفذی و تنش های پوشش در تونل های زهکشی شده

Ponlawich Arjnoi, Jae-Hyeung Jeong, Chang-Yong Kim, Kyung-Ho Park, "Effect of drainage conditions on porewater pressure distributions and lining stresses in drained tunnels", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 24, Issue 4, (July 2009), Pages 376-389.

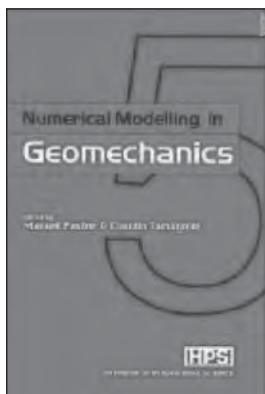
این تحقیق تاثیر شرایط زهکشی بر پراکندگی فشار آب منفذی و تنش های پوشش تونل زهکشی شده را بررسی می نماید. ابتدا روش ساده ای برای بررسی فشار آب منفذی ثابت استفاده شده و به صورت نظری دو حالت شرایط مرزی متفاوت (یک حالت بدون فشار آب و دیگری با فرض هد ثابت) در امتداد پیرامون یک تونل و با روش برداشت تطبیقی (Conformal Mapping) مورد تحلیل قرار گرفتند. به این منظور شبیه سازی عددی یک تونل زهکشی شده دایروی با در نظر گرفتن جریان آب زیرزمینی و یکنواخت، به منظور بررسی تاثیر پراکندگی فشار آب منفذی بر تنش های پوشش تونل، صورت پذیرفت. در بخش دوم یک مطالعه موردی در رابطه با پروژه تونل متروی South Blue Line Extension با جریان آب زیرزمینی یکنواخت انجام گرفت. برای این کار چهار وضعیت زهکشی در امتداد پیرامون تونل در نظر گرفته شدند: حالت آب بند، حالت کاملاً زهکشی شده با فشار آبی معادل صفر، حالت هد ثابت، و حالت زهکشی در کف. تاثیر هر یک از وضعیت های زهکشی بر پراکندگی فشار آب منفذی، شبکه جریان، و تنش های وارد بر پوشش تونل مورد بررسی قرار گرفته و ارائه می شوند.

استفاده از روش فازی چند عاملی برای طبقه بندی قابلیت نفوذ دستگاه TBM در سنگ های سخت

Reza Mikaeil, Masoud Zare Naghadehi, Farhang Sereshki "Multifactorial fuzzy approach to the penetrability classification of TBM in hard rock conditions", Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 24, Issue 5, (September 2009), Pages 500-505.

نرخ نفوذ دستگاه TBM در سنگ سخت یکی از عوامل اصلی در تشریح سختی یا آسانی انجام عملیات حفاری در توده سنگ است. در این مقاله قابلیت نفوذ دستگاه TBM در سنگ های سخت با استفاده از یک سیستم طبقه بندی فازی که برای همین منظور تکوین یافته، مورد بررسی قرار گرفت. نرخ نفوذ دستگاه TBM و ویژگی های سنگ از جمله مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت کششی برزیلی، شکنندگی سنگ، فاصله متوسط میان سطوح ضعف، و جهت ناپیوستگی ها در توده سنگ، با استفاده از روش فازی چند عاملی مورد بررسی قرار گرفت. این روش تصمیم گیری چند عاملی به منظور طبقه بندی قابلیت نفوذ دستگاه TBM در سنگ سخت تکوین یافته و با استفاده از عملکرد تصمیم گیر قادر به طبقه بندی عملکرد نفوذ دستگاه TBM به سه دسته خوب، متوسط، و ضعیف بوده است. پس از ارزیابی قابلیت نفوذ امکان تعیین نرخ پیشروی نیز با در نظر گرفتن شرایط جدید و نیز ویژگی های سنگ مورد نظر با استفاده از سیستم طبقه بندی فازی، وجود دارد.

معرفی کتاب



برای تحلیل مصالح مذکور را ایجاد می نماید. روش های متعددی همچون المان محدود و المان مجزا از جمله ابزاری هستند که امروزه برای مدلسازی و تحلیل به کار گرفته می شوند. ویژگی ها و شرایط متعددی همچون مصالح نرم یا شکننده، جریان آب و شرایط اشباع یا نیمه اشباع، کرنش ها و تنش های کم و زیاد از جمله مواردی هستند

که در چنین مدلسازی هایی قابل اعمال می باشند. این کتاب در فصول متعدد به بررسی رفتارهای مختلف مصالح فوق، نحوه مدلسازی و تحلیل شرایط مختلف با ارائه نمونه های موردی می پردازد.

عنوان: AUA Guidelines for Backfilling and Contact Grouting of Tunnels and Shafts

ویرایش: Raymond W. Henn

ناشر: Thomas Telford Ltd

تاریخ انتشار: ۲۰۰۳



دستورالعمل های ارائه شده در این کتاب نحوه اجرای تزریق به منظور پر نمودن خلل و فرج و فضاهای خالی میان سطوح حفاری و استخراج شده با پوشش تونل ها را تشریح می نماید. این کتاب علاوه بر تشریح اصول عملیات تزریق، مطالب مفیدی راجع به مسائل قراردادی، و همچنین نحوه برنامه ریزی زمانی و هزینه ای ارائه می نماید. از جمله فصول کتاب عبارتند از:

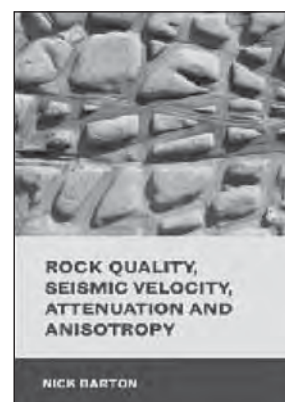
تاثیر شرایط زمین شناسی بر تزریق، نیازهای ساختاری و عملیاتی در تزریق، تزریق انواع پوشش ها (لاینینگ)، مصالح تزریق، ویژگی های مصالح تزریق، وسایل و دستگاه های تزریق، کنترل کیفیت، اسناد و قراردادهای.

عنوان: Rock Quality, Seismic Velocity, Attenuation and Anisotropy

تالیف: Nick Barton

ناشر: Taylor & Francis

تاریخ انتشار: ۲۰۰۶



اندازه گیری های لرزه ای می توانند به شکل های گوناگونی انجام گیرند و نقش مهمی در علوم زمین دارند. «دیدن و لمس» شرایط زیر پوسته زمین ارزش بسیاری دارد. این کتاب رفتارهای لرزه ای در مقیاس های گوناگون را تشریح نموده و تفسیرهای گوناگونی از این رفتارها را در رابطه با مکانیک سنگ ارائه می نماید. نمونه های متعددی از اندازه گیری های لرزه ای در

زمینه های عمرانی، معدنی، نفت، ژئوفیزیک، و تکتونیک در ابعادی از ریز ترک ها و مقیاس آزمایشگاهی تا اندازه گیری های پوسته زمین که تحت تاثیر عمق و سن زیاد می باشند، در این کتاب تشریح می شوند. آزمایش های بلوکی، پایداری گمانه ها، رفتار پی ها، آتشیاری در معادن روباز، تونل های حمل و نقل، مغارهای سنگی، فضاهای زیرزمینی دفع زباله های اتمی، و معادن زیرزمینی از جمله مطالبی هستند که در کتاب مزبور مورد بحث و بررسی قرار می گیرند.

عنوان: Numerical Modelling in Geomechanics

ویرایش: Manuel Pastor, Claudio Tamagnini

ناشر: ISTE Publishing Company

تاریخ انتشار: ۲۰۰۳

مدلسازی عددی تحول بزرگی در ابزار و روش های مورد استفاده در تحلیل های ژئومکانیکی ایجاد نموده است. این تحول شامل تحلیل مصالح متعددی می باشد که رفتارشان وابسته به تنش های محیط اطراف است. این مصالح شامل خاک، سنگ، و بتن بوده و مدلسازی عددی امکان به کارگیری روش های عددی و اعمال شرایط مختلف

رویدادهای تونلی

INTERtunnel 2010 - 3rd International Tunnelling Exhibition

17 – 19th of March 2010, Expocentre, Moscow, Russia.

The 3rd INTERtunnel exhibitions and the 4th Exporail will take place at Moscow's Expocentre from 17 to 19 March 2010. Both events will have the support of RZD, the Russian Tunnelling Association, the Department for Transport and Infrastructure of the Government of Moscow, and the International Transport Academy. The show provides a unique international showcase for the very latest in systems for constructing, equipping and operating tunnels and underground spaces. Taking place alongside INTERtunnel 2010 will be an international conference covering aspects of transport policy and infrastructure development in Russia.

For general information about future Intertunnel or Exporail events in Russia contact:

Natalia Charman, Mack Brooks Exhibitions

Tel: +44 (0) 1727 814 400

Fax: +44 (0) 1727 814 401

Email: intertunnelrussia@mackbrooks.com

Web: www.intertunnelrussia.com

or exporailrussia@mackbrooks.com

or www.exporailrussia.com

Symposium ISTSS 2010 4th International Symposium on Tunnel Safety and Security

Frankfurt, Germany,
17-19th of March, 2010.

Symposium Themes:

- Case Studies
- Modelling and Experimental Investigations
- Fire Development
- Active and Passive Fire Protection
- Security in Tunnels
- Critical Asset Design
- Human Behaviour
- Incident Management
- Threat and Risk Assessment
- Threat Deterrence

<http://istss.se/en/symposium/2010/Sidor/default.aspx>

Email: istss@sp.se

ITA-AITES World Tunnel Congress 2010 and the 36th ITA-AITES General Assembly

Tunneling Association of Canada (TAC)
Vancouver, British Columbia, Canada,
14 – 20th of May, 2010.

Topics:

- Innovative Techniques and Advances in Geotechnical Investigations for Tunnel Projects
- Tunnelling in Soft Ground
- Hard Rock Tunnelling
- Tunnelling in Weak Rock
- Tunnelling under High Stress Conditions
- New Advances and Innovation in Mechanized Tunnelling
- Tunnelling under Sensitive Structures
- Geotechnical Instrumentation and Monitoring
- Shafts and Tunnels for Mining Projects
- The Use of Underground Space
- New Advances in Rehabilitation and Repair
- Risk Assessments
- New Advances in Contract Practices and Procurement
- Financing of Tunnel Projects
- Insurance for Tunnel Projects
- Innovation and Research for Tunnelling
- Sequential Excavation and Sprayed Concrete Linings

Web: <http://www.wtc2010.org>

• Editorial	2
• News	3
• The Hydro-Structures of Shoushtar	12
• Rock Engineering in Underground Space Utilization in Japan – Experience of Underground Energy Storage Projects	17
• Effect of Tunnel Size on Support Pressure	32
• Selected International Paper Abstracts	40
• Book Review	42
• Tunnelling Events	43



Dr. M. Gharouni Nik

President

Dr. S. Hashemi

Chief Editor

Board of Directors of Iranian Tunnelling Association

Supervised By

Mr. M. Hamzeh Abyazani

Internal Managment

Dr. A. Fahimifar, Dr. O. Farzaneh, Dr. M. Gharouni Nik,

Editorial Board

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

Nashr-e-Fan

Executive Producer