



برخی ملاحظات اجرایی در پروژه‌های تونل‌سازی

گردآوری و تدوین:

مهندس علی حبیبی

معاونت فنی و مهندسی قرارگاه سازندگی نوح (ع)

مدیریت دانش

سرشناسه: حبیبی علی، ۱۳۵۴

عنوان و نام گردآورنده: برخی ملاحظات اجرایی در پروژه‌های تونل‌سازی - علی حبیبی
مشخصات نشر: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص). قرب نوح (ع)
مشخصات ظاهری: ۱۷۸ ص. یک جلد: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۰-۵۹۷۴-۳۹-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: تونل‌سازی

شناسه افزوده: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص). قرب نوح (ع). مدیریت دانش

رده بندی کنگره: TA ۸۰۵/ج ۲ ب ۴ ۱۳۹۲

رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۹۳

شماره کتاب شناسی ملی: ۳۱۰۴۷۳۵

نام کتاب: برخی ملاحظات اجرایی در پروژه‌های تونل‌سازی

گردآورنده: علی حبیبی

ویراستار: سعیدرضا مختاری، امیرمستور عبداللّٰهی

ناشر: قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص). قرب نوح (ع)

صفحه‌بندی: سعید فراشیانی - جعفر شعبانی مقدم

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰

تاریخ انتشار: ۱۳۹۲

چاپ: اول

بهاء: ۱۰۰,۰۰۰ ریال

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری و سایر موارد برای قرارگاه سازندگی نوح (ع) محفوظ است
(نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

تهران - بزرگراه شهید عباس دوران - جنب ستاد نیروی دریایی سپاه - قرارگاه سازندگی نوح (ع)

تلفن: ۳۳۲۱۹۲۳۴-۳۵ نمابر: ۳۳۲۱۹۲۳۴ پست الکترونیکی: e-mail:Nooh@Khatam.net

پیش‌نوشتار

نظر به اینکه دانش و تجربیات سازمان‌ها در زمره مهم‌ترین سرمایه‌ها و دارائی‌های آنها محسوب می‌شود، موضوع شناسایی، تولید، نگهداری، توسعه و بکارگیری مطلوب این سرمایه‌های گران‌بها - که به‌طور خلاصه به آن مدیریت دانش اطلاق می‌شود - امر مهمی است که امروزه به‌عنوان یکی از مباحث علمی جدید و موضوعات عملی فراگیر، توجه بسیاری از مراکز علمی و سازمان‌های بزرگ دنیا را به خود معطوف نموده است. از آنجائی که در سازمان‌های مجری پروژه‌های عمرانی، دانش تخصصی و تجربیات بدست آمده در پروژه‌ها نقش بسیار مهم و کلیدی در انجام کارها و فعالیت‌ها دارد، ضرورت توجه به این سرمایه‌های با ارزش در سازمان‌های مذکور به‌طور دو چندان احساس می‌شود. در این خصوص گفتنی است کم نیستند مواردی که کارها در پروژه‌های عمرانی نسبت به موضوعاتی که قبلاً تجربیات و دانش تخصصی آنها در سازمان بدست آمده، دوباره از نو و با روش سعی و خطا انجام یافته‌اند که در نتیجه بعضاً این امر باعث به هدر رفتن منابع قابل توجهی از سرمایه‌های ملی شده است. به همین دلیل ثبت مستمر دانش فنی و تجربیات کسب شده سازمان در پروژه‌ها و حفظ و استفاده مطلوب از آنها در پروژه‌های بعدی از اهمیت بالایی برخوردار است و پرداختن به این امر را می‌توان به‌عنوان راه‌حلی برای برطرف نمودن بخش قابل توجهی از مشکلات موجود در پروژه‌های عمرانی کشور مطرح نمود.

در همین راستا و با توجه به فعالیت گسترده و رو به افزایش قرب نوح (ع) در پروژه‌های مختلف و متنوع مهندسی، دپارتمان مدیریت دانش از سال ۱۳۸۰ به‌عنوان یکی از زیر مجموعه‌های فنی و مهندسی آن فعال شده است.

از جمله پروژه‌های عمرانی که سهم عمده‌ای را در کشور به خود اختصاص داده‌اند ساخت و ساز تونل می‌باشد، به‌طوری که در راه‌سازی، راه‌آهن، انتقال آب، سد و نیروگاه، تونل‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در سال‌های اخیر نیز تعداد قابل توجهی تونل با کاربری‌های متنوع با استفاده از روش‌های مکانیزه یا آتشباری در کشور اجرا شده یا در حال ساخت است که اطلاعات و تجارب این پروژه‌ها به‌صورت کامل احصاء نشده است. پر واضح است که با استفاده از تجربیات حاصل از این پروژه‌ها می‌توان در پروژه‌های آتی از بسیاری از نارسایی‌هایی که قبلاً رخ داده جلوگیری کرد. از این جهت امید است موضوع ثبت تجربیات فنی و اجرایی پروژه‌های اتمام یافته و پروژه‌های در حال اجرای فعلی مورد توجه کارفرمایان محترم قرار گیرد.

با عنایت به موارد ذکر شده و اهمیت پروژه‌های زیرزمینی، تهیه و تدوین کتاب "برخی ملاحظات اجرایی در پروژه‌های تونل‌سازی" در دستور کار دپارتمان مدیریت دانش قرب نوح (ع) قرار گرفت. کتاب حاضر جهت مرور مجدد برخی مباحث تونل‌سازی گردآوری شده است تا ضمن یکپارچه‌سازی مطالب، دسترسی سریع به آنها تسهیل شود. موضوعاتی که در این کتاب به آنها پرداخته می‌شود شامل نکاتی در خصوص ملاحظات اجرا و حفاری فضای زیرزمینی، ملاحظات ایمنی، ملاحظات زیست‌محیطی و مسائل مربوط به قرارداد (پیمان) می‌باشد، همچنین لازم به ذکر است در این کتاب سعی شده است به دوروش حفاری آتشیاری و حفاری با دستگاه TBM به شکل گذرا اشاره شود. در بخش پیوست کتاب نیز چکلیست مراحل اجرای فضاهای زیرزمینی و آیتم‌های موثر در برآورد قیمت فعالیت‌های تونلی به صورت جدول ارائه شده است و در پایان نیز مراحل شکل‌گیری طرح‌های عمرانی، چارت سازمانی پیشنهادی، برنامه زمان‌بندی و مدیریت دانش در تونل‌سازی آورده شده است. گفتنی است در تهیه و تنظیم نوشتار حاضر از منابع و مآخذ و تجارب سازمانی صاحب‌نظران فن و متولیان صنعت تونل‌سازی استفاده شده است و می‌تواند برای کارشناسانی که در بدو ورود به سازمان‌ها و کارگاه‌های فعال در پروژه‌های تونل‌سازی هستند قابل استفاده باشد. تهیه این کتاب با حمایت و همکاری افراد ذیل محقق شده است که مراتب تقدیر و تشکر از آنها اعلام می‌شود:

- آقایان مهندس محمد جوانبخت، مهندس سعیدرضا مختاری
- آقای دکتر روح اله ناصرزاده
- آقایان مهندسین حسینعلی امینی، محسن کریمی، نعمت‌اله سلیم‌پور، داریوش فرزی، محمدرضا گلیان و امیرحسین ابوطالبی از موسسه حرا
- آقایان مهندسین مصطفی متدین، رامین بهمنی و کامران طاهریان از موسسه مهندسین مشاور ساحل
- آقای مهندس بهزاد اقبال
- آقایان مهندسین محمدرضا گل‌محمدی، محمدمهدی محمدزاده فراوانی و حامد صادقی
- علوی از مدیریت HSE قرب نوح (ع)
- آقایان مهندسین غلامرضا توسلی‌پور، بهمن غلامپور، فربرز مفیدیان و سیدمرتضی حسینی
- آقایان مهندس محمود قطمیر و علی طاهری
- آقای دکتر علی مریدی و آقای مهندس امامی

مدیریت دانش معاونت فنی و مهندسی قرب نوح (ع)

فروردین ۱۳۹۲

۷	پیش‌نوشتار
	فصل اول
۱۵	کلیات
۱۶	طبقه‌بندی فضاهای زیرزمینی
۱۷	برنامه‌ریزی
۱۸	الف- برنامه‌ریزی قبل از شروع عملیات اجرایی
۱۸	ب- برنامه‌ریزی در مرحله عملیات اجرایی
۱۸	پ- برنامه‌ریزی بعد از مرحله ساخت
۱۸	نقش مدیریت در پروژه‌های تونل‌سازی
۱۹	نقش نیروهای متخصص
	فصل دوم
۲۳	مراحل طراحی و اجرا
۲۳	اکتشاف مسیر تونل‌ها
۲۵	ملاحظات طراحی
۲۷	ناپایداری‌ها
۳۳	نگهداری
۳۴	طراحی سیستم نگهداری
۳۶	شاخص کیفیت سنگ (RQD)
۳۷	نقشه‌برداری
۳۸	اقدامات و ملاحظات مراحل اجرا
۳۸	انتخاب شکل و ابعاد مقطع تونل
۳۸	ترانشه‌زنی
۳۸	باز کردن دهانه تونل
۳۹	اقدامات تحکیم‌سازی و پیش‌تحکیم‌سازی تونل
۴۱	روش‌های حفاری و نصب سیستم نگهداری در زمین‌های مجاله شونده
۴۲	۱- روش حفاری تونل‌های جانبی

- ۲- روش حفاری پیشانی و پله‌برداری ۴۴
- ۳- روش حفاری تمام مقطع ۴۵

فصل سوم

- حفاری ۴۹
- ملاحظات حفاری ۴۹
- انتخاب سیستم حفاری ۵۱
- آتشکاری ۵۱
- حفاری با ماشین آلات نیمه مکانیزه مورد استفاده در حفاری سنتی ۵۳
- حفاری با ماشین حفر تمام مقطع تونل TBM ۵۴
- ملاحظات حفاری با ماشین TBM ۵۴
- مقایسه بین حفاری تونل با TBM و حفاری به روش آتشکاری ۶۰
- طبقه‌بندی انواع تونل‌ها و روش‌های حفاری ۶۱
- فلوچارت برنامه‌ریزی و مراحل مطالعات، طراحی و ساخت تونل ۶۵

فصل چهارم

- ملاحظات ایمنی ۷۳
- خطرات مربوط به نامشخص بودن وضعیت زمین‌شناسی ۷۵
- سقوط سنگ ۷۵
- ریزش ۷۶
- سیل یا هجوم آب ۷۶
- انفجار گاز ۷۶
- گازهای مضر ۷۷
- تمهیداتی جهت کاهش خطر ۷۸
- خطرات تحت کنترل انسان ۸۰
- مقررات و برنامه‌ریزی ایمنی ۸۲
- ملاحظات ایمنی دستگاه حفر TBM ۸۴

فصل پنجم

- برخی اثرات و ملاحظات زیست‌محیطی پروژه‌های تونل‌سازی ۸۹
- الف- اثرات نشست و حرکت‌های زمین ۹۰
- ب- کنترل آب زیرزمینی و آلودگی آن ۹۰

- پ- مدیریت نخاله (پسماند) ۹۲
- ت- فاضلاب‌ها ۹۲
- ث- کنترل گرد و غبار ۹۲
- ج- کنترل پساب ناشی از رگبار باران و فرسایش ۹۳
- چ- سر و صدا (آلودگی صوتی) و ارتعاش ۹۳
- ح- برنامه‌ریزی برای پیشامدهای محتمل ۹۴

فصل ششم

- برخی مسائل مربوط به امور قراردادی ۹۷
- ملاحظات عمومی مربوط به قراردادها و دستورالعمل‌های پروژه‌های تونل‌سازی ۹۸
- ملاحظات تنظیم قرارداد برای پروژه‌های تونل‌سازی با ماشین TBM ۹۹
- برآورد قیمت پروژه‌های زیرزمینی ۱۰۰
- تجهیز کارگاه ۱۰۷
- ملاحظات قراردادی تجهیز کارگاه ۱۰۹
- ارزیابی مخاطرات تونل‌سازی و مدیریت ریسک ۱۱۰
- بیمه‌های تمام خطر مهندسی ۱۱۱
- برخی توصیه‌های مدیریتی در خصوص فرایند مناقصه و اجرای پروژه‌های تونل‌سازی ۱۱۲

پیوست ۱

- چک‌لیست مراحل اجرای فضا‌های زیرزمینی ۱۱۷

پیوست ۲

- جداول آنالیز قیمت ۱۲۷
- آیتم‌های مؤثر در یک چرخه حفاری ۱۲۸
- شرح فعالیت: سیکل عملیات حفاری و تحکیم در تونل ۱۲۹
- شرح فعالیت: سیکل عملیات آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی در تونل ۱۳۱
- شرح کار: تهیه شبکه میلگرد پیش جوش ساخته شده (مش) از میلگرد ساده ۱۳۲
- شرح کار: اجرای میله‌های مهاري سنگ (بولت) تا قطر ۲۶ ۱۳۳
- شرح کار: حفاری تونل با دستگاه رودهدر پائورات ۱۳۴
- شرح کار: چالزنی تونل با دستگاه جامبو دریل ۱۳۷
- شرح کار: تهیه بتن و بتن‌پاشی جداره تونل (شاتکریت) ۱۳۹
- شرح کار: تهیه وسایل قالب‌بندی بتن پوششی تونل‌ها با قالب فلزی ۱۴۱

- شرح کار: تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار..... ۱۴۳
- شرح کار: تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته..... ۱۴۵
- شرح کار: حفاری و لاینینگ تونل با دستگاه TBM..... ۱۴۷

پیوست ۳

- مراحل شکل‌گیری طرح‌های عمرانی..... ۱۵۳
- معرفی روش‌های مختلف در مرحله ساخت..... ۱۵۳
- نمودار ترتیب فعالیت‌های مرحله ساخت..... ۱۵۴
- انواع قراردادهای پیمانکاری..... ۱۵۵
- ۱- روش سه عاملی (روش سنتی/مثلثی)..... ۱۵۵
- ۲- روش دو عاملی..... ۱۵۶
- معایب و محاسن روش سه عاملی..... ۱۵۶
- معایب و محاسن روش دو عاملی..... ۱۵۷

پیوست ۴

- نمودار سازمان اجرایی کارگاه تونل آبرسان و نمونه‌هایی از برنامه‌های زمان‌بندی پروژه‌های تونل‌سازی..... ۱۶۱

پیوست ۵

- مدیریت دانش در پروژه‌های تونل‌سازی..... ۱۷۱

- منابع..... ۱۷۶