



Engineering and Design
TUNNELS AND SHAFTS IN ROCK

مهندسی و طراحی تونل و شفت در سنگ

تألیف

Colonel OTIS WILLIAMS

مترجم

دکتر حسین صالح زاده

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ﷺ) - قرب نوح (ﷺ)

موسسه مهندسی مشاور ساحل

معاونت عمران قرب نوح (ﷺ) - مدیریت تونل



عنوان و نام پدیدآور: مهندسی و طراحی تونل و شفت در سنگ، Colonel OTIS WILLIAMS، مترجم حسین صالح زاده
مشخصات نشر: تهران: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)، قرب نوح(ع)، موسسه مهندسين مشاور ساحل، ۱۳۸۷
مشخصات ظاهری: ۵۳۰ صفحه

شابک: ۳-۱۸۵۴-۰۴-۹۶۴-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی: Engineering and Design TUNNELS AND SHAFTS IN ROCK

موضوع: تونل سازی

موضوع: حفر چاه

موضوع: تونلها - طرح و ساختمان

موضوع: سنگها - مکانیک

شناسه افزوده: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)، قرب نوح(ع)، موسسه مهندسين مشاور ساحل

شناسه افزوده: Colonel OTIS WILLIAMS

شناسه افزوده: United States Army . Corps of Engineers

شناسه افزوده: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)، قرب نوح(ع)، معاونت عمران

رده بندی کنگره: ۱۳۸۷ ط ۴ / PIR ۸۰۵

رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۹۳

شماره کتاب شناسی ملی: ۱۳۴۲۸۷۵

نام کتاب: مهندسی و طراحی تونل و شفت در سنگ

تألیف: Colonel OTIS WILLIAMS

مترجم: حسین صالح زاده

ناشر: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) - قرب نوح(ع).

ویرایش، صفحه بندی: فریبرز مفیدیان - محمد حسن زارع پیدکی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: بهار ۱۳۸۸

چاپ: زلال کوثر

بهاء: ۷۰۰۰۰ 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).

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردها در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد ارتقاء کیفیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور مورد تأکید قرار گرفته است.

با توجه به رشد سریع صنعت حفاری و نیاز به اجرای فضاهای زیرزمینی جهت کاهش بار سنگین عبور و مرور در شهرها و به منظور دسترسی آسان به اقصای نقاط کشور، احداث تونل جهت انتقال آب و فاضلاب، لوله‌گذاری بدون حفاری سطحی برای انتقال انرژی از قبیل نفت و گاز، فضاهای زیرزمینی برای تولید برق، خطوط و ایستگاههای مترو، دسترسی و بهره‌برداری از معادن، لزوم احداث فضاهای زیرزمینی روزبه‌روز افزایش می‌یابد. قرارگاه خاتم‌الانبیاء (علیه‌السلام) - قرب نوح (علیه‌السلام) نیز به عنوان یکی از مجموعه‌های توانمند اجرایی و فنی کشور، تاکنون طرح‌های بزرگ عمرانی را در عرصه‌های ملی و بین‌المللی به انجام رسانیده و به وجود سازمان ثبت و گسترش دانش فنی همواره توجه خاص دارد. در این راستا و با نظر به گسترش دانش و فن تونل‌سازی در کشور، گام کوچکی در جهت یکپارچه‌سازی، گردآوری، تدوین و ترجمه ضوابط و معیارهای طراحی این رشته برداشته است.

در ویرایش کتاب حاضر نهایت تلاش جهت درک بهتر مطالب، جداول، نمودارها، تصاویر و حواشی صورت گرفته است. از آنجا که کتاب پیش‌رو ترجمه‌ای از کتاب اصلی می‌باشد لذا از کلیه اساتید و صاحب‌نظران تقاضا می‌شود با نظرات و پیشنهادات خود، ما را در راستای بهبود و ارتقای کیفی کتاب در چاپهای بعدی یاری نمایند.

در پایان از حمایت‌های بی‌دریغ آقایان مهندسین رستم قاسمی، مهدی اعتصام و حمیدرضا ثریا و همچنین از زحمات آقای مهندس غلامرضا توسلی‌پور و دیگر همکاران در معاونت عمران قرب نوح (علیه‌السلام) که با ارائه نظرات و دیدگاه‌های کارشناسانه، امکان تولید این کتاب را فراهم نمودند و نیز از تلاشهای مترجم کتاب، آقای دکتر حسین صالح‌زاده نیز تشکر و قدردانی می‌گردد.

این کتاب، دستورالعملی برای تحلیل، طراحی و اجرای تونل و شفت در سنگ می‌باشد و موضوعاتی که به آنها پرداخته خواهد شد شامل اکتشافات، بررسی‌های زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی مورد نیاز، اجرای تونل و شفت، ملاحظات طراحی، طراحی پوشش و تحکیمات اولیه، تحلیل‌های ژئوتکنیکی، طراحی پوشش نهایی دائمی، برنامه ابزاربندی و رفتارنگاری است.

معاونت عمران قرارگاه سازندگی نوح (علیه‌السلام)

سعیدرضا مختاری

پیشگفتار مترجم

کتابی که در پیش رو دارید کتابی است مرجع که به نظر اینجانب تمامی دست‌اندرکاران تونل‌سازی در ابعاد مختلف آن از ژئوتکنیک، هیدرولوژی، مکانیک سنگ و طراحی تا اجرا و خدمات فنی بدان نیاز خواهند داشت. مجموعه‌ای از تجربیات گرانقدر که در طول سالیان مختلف و در طی اجرای طرح‌های متفاوت طراحی و ساخت تونل فراهم شده است اکنون در قالب این کتاب به مهندسان و فعالان تونل در کشور تقدیم می‌گردد تا با استفاده از آن و افزودن تجربیات خود بر کیفیت امر تونل‌سازی در میهن اسلامیمان بیفزایند. جای بسی خوشحالی است که بار دیگر در فضای انقلاب اسلامی جوهره تیزهوشانه و تمدن‌ساز ایرانی به حرکت و جنبش در آمده است و این افق در برابر چشمان دلسوختگان این مرز و بوم هویدا شده است که ایران بار دیگر پیشتاز و قافله‌سالار تمدن جدید اسلامی خواهد شد و آن‌چه از ما دریغ گردید اکنون از لابه‌لای این تلاش‌ها و بسیج‌ها و از درون بازوان پرتوان همه متخصصان تونل در قلمرو دانش و عمل در حال تحقق و بازسازی است.

در برگردان این کتاب وسواس و دقت زیادی به خرج داده شده است تا حتی الامکان بدون نقص، گویا و مفید در اختیار خوانندگان آن قرار گیرد ولی از آن‌جا که ممکن الخطاء بودن جزء خصوصیات انسان می‌باشد، سهواً ممکن است خطا و نادرستی به نظر بلند عزیزان بیاید که بزرگوارانه گوشزد خواهند کرد. و همچنین مراتب قدردانی و سپاس خود را از کلیه اساتید و عزیزانی که در تهیه این کتاب یاری نمودند از جمله برادر گرامی جناب آقای مهندس شمسی و آقایان مهندسین بهمنی، میقانی، فروغ، علیزاده، حسن‌پور، باسلیقه، حسینی‌نژاد، جزئی‌زاده کریمی و دکتر زارع نیز که با نظرات خود اینجانب را مدد رساندند ابراز دارم. همچنین از آقای مهندس مرادی خواه که در آماده سازی کتاب و مهندس نصیری بخاطر پیگیری‌ها و دریافت مجوزهای لازم، تشکر می‌کنم و برای همگان از دزگاہ احدیت توفیق خدمت خالصانه را خواستارم.

حسین صالح‌زاده

Salehzadeh @ aust.ac.in

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

□ فصل اول - مقدمه

- ۱-۱- اهداف ۱۳
- ۲-۱- حیطه و چارچوب ۱۳
- ۳-۱- کاربران ۱۴
- ۴-۱- مراجع ۱۴
- ۵-۱- واژه شناسی ۱۴

□ فصل دوم - ملاحظات عمومی

- ۱-۲- درآمدی بر طراحی و ساخت تونل و شفت ۱۷
- ۲-۲- سنگ به عنوان مصالح ساخت و ساز ۱۷
- ۳-۲- روش ها و استانداردهای طراحی ۱۸
- ۴-۲- کار گروهی در طراحی ۱۹
- ۵-۲- روند طراحی و اعمال آن ۲۱

□ فصل سوم- زمین شناسی

- ۱-۳- کلیات ۲۹
- ۲-۳- خصوصیات سنگ بکر ۳۰
- ۳-۳- گسل ها، درزه ها و سطوح لایه بندی ۳۵
- ۴-۳- هوازدگی ۴۵
- ۵-۳- ژئوهیدرولوژی ۴۶
- ۶-۳- گازهای درون زمین ۶۶

□ فصل چهارم- اکتشافات ژئوتکنیکی مربوط به تونل و شفت

- ۱-۴- کلیات ۷۷
- ۲-۴- اکتشاف برای شناسایی و مطالعات امکان سنجی ۷۸
- ۳-۴- اکتشاف برای عملیات ساختمانی مقدماتی و بررسی فنی ۸۳
- ۴-۴- آزمایش های مربوط به سنگ بکر و توده سنگ ۸۹
- ۵-۴- ارائه داده های ژئوتکنیکی ۱۰۱
- ۶-۴- بررسی های زمین شناسی در طی اجرا ۱۰۲

□ فصل پنجم- اجرای تونل و شفت

- ۱-۵- کلیات ۱۰۷
- ۲-۵- حفر تونل به روش چال زنی و آتش باری ۱۰۸
- ۳-۵- حفاری تونل با وسایل مکانیکی ۱۲۲
- ۴-۵- پوشش و تحکیمات اولیه زمین ۱۳۸
- ۵-۵- حفاری مرحله به مرحله و نگهداری آن ۱۶۰
- ۶-۵- اجرای پرتال (درگاه تونل) ۱۶۵
- ۷-۵- اجرای شفت ۱۷۲

۱۷۶	۸-۵- گزینه‌هایی برای بهسازی زمین
۱۸۲	۹-۵- زهکشی و کنترل آب زیرزمینی
۱۸۶	۱۰-۵- اجرای پوشش نهایی و دائمی تونل
۱۹۴	۱۱-۵- تهویه تونل و شفت
۱۹۸	۱۲-۵- نقشه‌برداری تونل و شفت
۲۰۴	۱۳-۵- خطرات اجرایی و الزامات ایمنی
۲۱۸	۱۴-۵- ملاحظات زیست محیطی و تأثیرات آن
۲۲۸	۱۵-۵- مسائل مربوط به قرارداد (پیمان)
۲۳۳	۱۶-۵- ملاحظات عملی برای برنامه‌ریزی پروژه‌های تونل

□ فصل ششم - ملاحظات طراحی

۲۳۹	۱-۶- رویکردهای اساسی در طراحی پوشش و نگهداری زمین
۲۴۱	۲-۶- نیازهای کاربری تونل‌ها و شفت‌ها
۲۶۴	۳-۶- انواع حالات شکست تونل‌ها و شفت‌ها
۲۹۳	۴-۶- اثرات لرزه‌ای روی تونل‌ها، شفت‌ها و پرتال‌ها

□ فصل هفتم - طراحی پوشش و تحکیمات اولیه (موقت) تونل

۳۰۵	۱-۷- طراحی تحکیمات اولیه
۳۰۵	۲-۷- روش‌های تجربی انتخاب سامانه تحکیمات اولیه
۳۲۹	۳-۷- روش‌های تئوری و نیمه تئوری
۳۴۳	۴-۷- طراحی قاب‌های فلزی و لیس‌گیردرها

□ فصل هشتم - تحلیل‌های ژئومکانیکی

- ۱-۸- مفاهیم کلی ۳۵۱
- ۲-۸- روش هم‌گرایی - محصوریت ۳۶۴
- ۳-۸- تحلیل تنش ۳۶۴
- ۴-۸- روش تحلیلی محیط پیوسته با استفاده از روش‌های تفاضل محدود (F.D)، عناصر محدود (F.E) یا عناصر مرزی (B.E) ۳۷۰
- ۵-۸- روش‌های تحلیلی محیط ناپیوسته ۳۸۷

□ فصل نهم - طراحی پوشش نهایی دائمی

- ۱-۹- انتخاب نوع پوشش دائمی ۳۹۳
- ۲-۹- قواعد کلی حاکم بر اندرکنش سنگ و پوشش ۳۹۹
- ۳-۹- حالات بارگذاری و ضرایب بار برای طراحی ۴۰۲
- ۴-۹- طراحی پوشش بتنی نهایی ۴۰۳
- ۵-۹- طراحی پوشش دائمی فولادی (فلزی) ۴۲۰

□ فصل دهم - ابزاربندی و رفتارسنجی

- ۱-۱۰- اهداف ابزاربندی و رفتارسنجی ۴۵۳
- ۲-۱۰- برنامه‌ریزی و طراحی عملیات رفتارسنجی ۴۵۵
- ۳-۱۰- رفتارسنجی اجرای تونل و فضاهاى زیرزمینی ۴۶۱

□ پیوست‌ها

- پیوست "الف" - مفهوم عملکرد ماشین حفر تونل (TBM) و پیش‌بینی عملکرد آن ۴۶۹
- پیوست "ب" - اصطلاحاتی که غالباً در تونل‌سازی استفاده می‌شوند ۵۰۳
- پیوست "پ" - ضرایب تبدیل واحدهای اندازه‌گیری ۵۱۷
- پیوست "ت" - منابع و مراجع ۵۱۹