

حفر تونل در سنگ های درزه و گسل دار به وسیله TBM

**TBM TUNNELLING
IN JOINTED AND FAULTED ROCK**

نوشته: دکتر نیک بارتن

ترجمه: دکتر سیامک هاشمی

خرداد ۱۳۹۲

سرشناسه	: بارتن ، نیک	Barton, Nick
عنوان و نام پدیدآور	: حفر تونل در سنگ‌های درزه و گسل‌دار به وسیله TBM	
مشخصات نشر	: تهران : شادرنگ، ۱۳۹۲.	
مشخصات ظاهری	: ۲۲۷ ص: مصور، جدول، نمودار.	
شابک	: 978-964-7434-35-5 : ۹۵۰۰۰ ریال	
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا	
یادداشت	: عنوان اصلی: TBM tunnelling in jointed and faulted rock.	
یادداشت	: کتاب حاضر اولین بار با عنوان "تونلسازی در سنگهای درزه‌دار و گسله (با بکارگیری TBM)" در سال ۱۳۸۲ توسط دانشگاه علم و صنعت ایران به چاپ رسیده است.	
یادداشت	: کتابخانه: ص: ۲۰۳.	
عنوان دیگر	: تونلسازی در سنگهای درزه‌دار و گسله (با بکارگیری TBM).	
موضوع	: تونل‌سازی	
موضوع	: سوراخ‌کاری -- ماشین‌آلات	
شناسه افزوده	: هاشمی، سیامک، ۱۳۵۲ -	
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ت ۹۰۵/۱۸۸۰	
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۹۳	
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۲۷۸۶۹	

عنوان : حفر تونل در سنگ های درزه و گسل دار به وسیله TBM

نویسنده: نیک بارتن

مترجم: سیامک هاشمی

صفحه آرایشی: شاهرخ سعادت

ناشر: شرکت چاپ و نشر شادرنگ

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۹۵۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ است.



شرکت تعاونی
چاپ و نشر
SHADRANG PRINTING
& Publishing Co.

چاپ و نشر شادرنگ: تهران، خیابان قائم مقام فرامانی، خیابان ماگنولیا، پلاک ۳۸ تلفن: ۸۸۸۴۸۳۹۴-۶

الف

پیشگفتار مترجم

ب

پیشگفتار نویسنده

ج

قدردانی نویسنده

بخش ۱: اندرکنش بین توده سنگ و دستگاه TBM

۳	فصل ۱: مقدمه
۵	فصل ۲: طراحی‌های اولیه دستگاه‌های TBM
۹	فصل ۳: خلاصه‌ای از مشکلات معمول ژئوتکنیکی
۱۱	فصل ۴: ناحیه تحت تأثیر حفاری با TBM
۱۵	فصل ۵: عوامل اصلی مؤثر بر نرخ نفوذ
۲۳	فصل ۶: نرخ نفوذ و نیروی رانش به ازای هر ابزار برش
۲۷	فصل ۷: تأثیر احتمالی نسبت‌های نس و کرنش
۳۱	فصل ۸: نحوه ایجاد تراشه به وسیله ابزار غلتکی
۳۳	فصل ۹: مقاومت کششی و ناهمسانی آن
۳۷	فصل ۱۰: نرخ نفوذ و ناهمسانی بافت
۴۱	فصل ۱۱: نرخ نفوذ، فاصله‌داری و ویژگی‌های درزه‌ها

بخش ۲: Q ، TBM و تنوع توده سنگ

۴۷	فصل ۱۲: عملکرد TBM و طبقه‌بندی توده‌های سنگ
۵۵	فصل ۱۳: عملکرد TBM و پارامترهای طبقه‌بندی Q
۵۹	فصل ۱۴: عملکرد TBM و مقتضیات اولیه Q_{TBM}
۶۱	فصل ۱۵: قانون کاهش نرخ پیشروی
۶۷	فصل ۱۶: بهره‌وری و کاهش آن با مرور زمان
۶۹	فصل ۱۷: رخداد‌های دور از انتظار و شاخص‌های Q مربوط به آنها
۷۵	فصل ۱۸: جریان آب به درون تونل‌هایی که با TBM حفر می‌شوند

۷۷	فصل ۱۹: پیامدهای زمان خودایستایی محدود در تونل‌های حفر شده با TBM
۸۳	فصل ۲۰: رابطه میان نرخ نفوذ، نرخ پیشروی و Q_{TBM}
۸۹	فصل ۲۱: تغییرات توده سنگ و تأثیر آن بر پیش‌بینی عملکرد
۹۳	فصل ۲۲: تدقیق Q_{TBM} برای ناهمسانی
۹۹	فصل ۲۳: فرسایش ابزار برش و تأثیر آن بر نرخ نفوذ و نرخ پیشروی
۱۰۵	فصل ۲۴: تأثیر تخلخل و محتوای کوارتز بر گرادیان و نرخ نفوذ
۱۰۷	فصل ۲۵: اثرات اندازه تونل
۱۱۱	فصل ۲۶: حفاری در شرایط بسیار دشوار و تنش زیاد
۱۱۷	فصل ۲۷: بررسی مجدد تأثیرات فشار ابزار برش
۱۲۱	فصل ۲۸: پیش‌بینی نرخ پیشروی در سنگ‌های گسل‌دار

بخش ۳: توجیه پیمایش، نگهداری، شناسایی و طراحی تونل

۱۳۱	فصل ۲۹: پیمایش Q برای TBM و تأثیر اندازه تونل
۱۳۹	فصل ۳۰: روش‌های معمول نگهداری سنگ در تونل‌های حفر شده با TBM
۱۴۳	فصل ۳۱: جزییاتی در مورد طراحی نگهداری در تونل‌های حفر شده به وسیله TBM
۱۴۹	فصل ۳۲: چالزنی شناسایی و اندازه‌گیری همگرایی
۱۵۵	فصل ۳۳: چالزنی شناسایی و پیمایش لرزه‌ای یا صوتی
۱۵۹	فصل ۳۴: تعیین نوع نگهداری تونل حفر شده با TBM به وسیله روش‌های عددی
۱۶۵	فصل ۳۵: برداشت کیفیت سنگ و نگهداری مورد نیاز
۱۷۱	فصل ۳۶: حفر تونل به کدام روش، استفاده از TBM یا چالزنی و آتشباری؟
۱۷۹	فصل ۳۷: نتیجه‌گیری

پیوست

منابع

۱۸۵

۲۰۳

۲۱۳

۲۲۱

واژه نامه انگلیسی به فارسی

واژه نامه فارسی به انگلیسی

پیشگفتار مترجم

گسترش فعالیت‌های تونل‌سازی در ایران و افزایش به کارگیری TBM در پروژه‌های متعدد باعث شده که در دهه اخیر مطالعات زیادی در زمینه استفاده از این دستگاه‌ها در پروژه‌های متعدد و تحلیل روند اجرایی آنها توسط متخصصان، دانشجویان و اساتید این رشته در داخل کشور انجام گیرد. در دسترس بودن منابع مختلف و استفاده از تجربیات و نتیجه تحقیقات متخصصان و اساتید سایر نقاط جهان در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کتاب حاضر ترجمه کتاب **TBM TUNNELLING IN JOINTED AND FAULTED ROCK** نوشته آقای دکتر نیک‌بارتن می‌باشد. پس از انجام مذاکرات، آقای دکتر بارتن و ناشر اصلی کتاب با ترجمه و انتشار نسخه فارسی آن توسط انجمن تونل ایران موافقت نمودند. این کتاب در سه بخش و ۳۷ فصل، به مباحث متعدد مربوط به عملکرد این دستگاه در توده‌های سنگ با شرایط گوناگون می‌پردازد و تجربیات نگارنده که به عنوان یکی از متخصصان شناخته شده بین‌المللی و پایه گذار طبقه‌بندی Q و Q_{TBM} می‌باشد را در اختیار خوانندگان و دانش‌پژوهان می‌گذارد.

در اینجا لازم است از آقایان مهندس محمد خسرواشار و مهندس بهمن احدی که با بازخوانی متن اولیه و ارائه نظرات و پیشنهادات خود با اینجانب همکاری نمودند صمیمانه سپاسگذاری نمایم. هر چند نهایت تلاش به عمل آمده تا متن حاضر از کاستی‌ها به دور باشد ولی هیچ مجموعه‌ای خالی از نقص نیست و بدینوسیله از خوانندگان درخواست می‌شود که با راهنمایی‌های خود مترجم را در بهبود ترجمه در چاپ‌های آتی یاری نمایند.

سیامک هاشمی

خرداد ۱۳۹۲

پیشگفتار نویسنده

در طی فعالیت طولانی و بین‌المللی در زمینه حفاری تونل به روش چالزنی و آتشیاری (فعالیتی که در زمان شروع تدوین روش Q در اوائل دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد) توجه نویسنده به سوی تونل‌های حفر شده به وسیله دستگاه‌های TBM نیز جلب شد، اگر چه این موضوع در ابتدا با بی‌میلی و اکراه همراه بود. سؤالات متعددی مطرح بودند، از جمله اینکه چگونه می‌شد درزه‌ها را در جایی که تقریباً هیچ بیش شکستگی و ریزی وجود نداشت طبقه‌بندی نمود؟ چرا در توده سنگ‌های با کیفیت ضعیف، که در آنها بیش شکستگی و ریزش زیادی رخ می‌داد، مشکلات عدیده‌ای برای دستگاه‌ها ایجاد می‌شد؟

ارتباط نویسنده با پروژه‌های حفر تونل با TBM بیشتر در رابطه با کشمکش‌های میان کارفرما و پیمانکار و گاهی میان پیمانکار و پیمانکار دست دوم بود. در بیشتر مواقع این اختلافات مرتبط با شرایط زمین‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی و نیز عدم توجه به ویژگی‌های دستگاه TBM و ایمنی اپراتور و گروه‌های دخیل در پروژه بود.

دو مشکل ژئوتکنیکی مذکور مختص تونل‌های حفر شده به وسیله دستگاه TBM می‌باشد. عدم وقوع ریزش ناشی از بیش شکستگی، به سادگی کیفیت واقعی توده سنگ را پنهان نموده و در واقع یک منشأ ریسک است. به نظر نویسنده، زمانی که در زمینی با کیفیت بد و نامناسب کار می‌شود، چتر یا سپر دستگاه مانع انجام مؤثر اصلاحات مقدماتی می‌شود. در حال حاضر، این نظریه در مراجع متعددی تأیید شده است.

این واقعیت که دستگاه‌های TBM قادر هستند بیش از ۱۵۰ متر در روز، ۵۰۰ متر در هفته، ۲ کیلومتر در ماه یا حتی ۱۵ کیلومتر در یک سال پیشروی نمایند، تحسین و گاه نابرابری هر مهندس تونلی را برمی‌انگیزد و باعث می‌شود که برخی محدودیت‌های دستگاه‌های TBM پذیرفته شده و از آنها چشم‌پوشی شود.

کتاب حاضر سعی دارد که نقاط قوت و ضعف این دستگاه‌ها را در زمین‌های نامساعد بررسی و درک نموده و به صورت کمی ارائه دهد، خواه در سنگ‌های سخت، ساینده و متراکم و خواه در نواحی گسل‌دار که با فرسایش ذرات ریزدانه و تشکیل دودکش همراه باشد. حرفه تونل‌سازی باید قادر باشد که کوردهای به دست آمده و شکست‌های گاه و بی‌گاه، و همچنین تغییرات شرایط زمین که بیشترین تأثیر در بیش‌بینی‌ها را دارد، توضیح داده و توجیه نماید.

قدردانی نویسنده

فرصت کار در تونل‌های متعدد حفر شده به وسیله TBM در شرایط مختلف و با کارفرمایان، پیمانکاران و مشاوران گوناگون بخش عمده و پر اهمیتی از تدوین روش Q_{TBM} را به خود اختصاص داده است. نویسنده بدین وسیله مایل است به دلایل زیادی از جمله تجربه کار در شرایط متنوع پروژه‌های تونل سازی، از شرکت‌های زیر سازگداری نماید:

Statkraft, UK Nirex, Euro Tunnel, Geo Engineering در انگلستان، در نیروژ و کشمیر، Kraftbyggarna در سوئد، NOCON در نیروژ و ایتالیا و Fuji RIC در ژاپن.

البته نباید فراموش نمود که از خود طبیعت و راه‌های غربی که زمین‌شناسی، آب‌زمین‌شناسی و اعماق تونل با یکدیگر در اندرکنش می‌باشند، نیز تشکر شود.

از همکارانم در NGI آقایان Fredrik Leset و Eystein Grimstad به خاطر گفتگوها و در اختیار گذاشتن تجربه‌های ارزشمندشان در پروژه‌های متعدد تونل‌سازی صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

از کمک Pat Coughlin و Marcel Medina Abrahão در آماده نمودن متن و نمودارها که امکان استفاده آسان از Q_{TBM} را فراهم نموده است نیز تشکر می‌کنم.

در پایان این کتاب را به Eda Quadros که فضای لازم و امکان تمرکز بر یک پروژه در هر مقطع زمانی را در سال‌های فعالیتیم در NGI فراهم نمود، تقدیم می‌نمایم.

همچنین از پروفسور Lineu Ayresda Silva و پروفسور Carlos Maffei از دانشگاه سائوپائولو که به طور غیرمستقیم ولی سخاوتمندانه، از جمله با در اختیار گذاشتن دفتر کاری بدون تلفن و پست الکترونیک، به این پروژه کمک نمودند، تشکر می‌نمایم.