

برآورد Q_{TBM} و RME و بررسی پارامترهای موثر بر راندمان عملیات تونل سازی مکانیزه (طرح غدیر - خوزستان)

کیوان زینعلی^۱، علی اصغر میرمحمد لو^۲

چکیده

طرح آبرسانی غدیر با هدف انتقال آب شرب از مخزن سد دز به شهرستان‌های استان خوزستان از جمله شوش، سوسنگرد، اهواز، شادگان، آبادان و خرمشهر، در مرحله ساخت می‌باشد. طول مسیر خط لوله حدود ۳۰۰ کیلومتر بوده و در ابتدای مسیر، شامل مغار آبگیر و تونل جهت انتقال آب به تصفیه خانه خواهد بود. تونل ذکر شده ۹۲۰۰ متر طول داشته و حفاری آن از درون توده سنگ کنگلومرای بختیاری به روش حفاری مکانیزه توسط ماشین TBM دوسپره تلسکوپی با انجام سگمنت گذاری می‌باشد. در این مقاله مقادیر Q_{TBM} بر اساس پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ و پارامترهای فنی دستگاه حفار TBM محاسبه و بر اساس روش های پیشنهادی بارتن، نرخ پیشروی حفاری در مقاطع مختلف تونل برآورد گردیده است. همچنین از طریق برآورد پارامتر RME، روش بینیاوسکی نیز برای پیش بینی نرخ پیشروی استفاده شده و در نهایت با توجه به آمار ثبت شده از حفر تونل، اقدام به مقایسه روش های یاد شده گردیده تا دقت هر دو روش با نتایج واقعی سنجیده شود و در نهایت، زمان مورد نیاز برای حفر کیلومتر از باقیمانده تونل پیش بینی گردیده است. همچنین، تاخیرات و توقفات متاثر از مسایل غیر فنی موثر در روند حفاری تونل نیز محاسبه گردیده تا نقش آن در ضریب بهره وری مورد بررسی قرار گرفته باشد. در انتهای مقاله نیز به ذکر دلایل و مسائل موثر در کاهش راندمان عملیات حفاری مکانیزه تونل‌ها در ایران پرداخته و راهکارهای موجود در این زمینه بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: Q_{TBM} ، RME، غدیر، ضریب بازدهی

۱- مقدمه

استفاده از ماشین های TBM در دهه‌ی ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ با پیشرفت تکنولوژی که امکان حفر تونل‌های موفق در سنگ‌های سخت و مناسب را فراهم آورد، افزایش یافت. در ادامه با توسعه صنعت TBM، ظرفیت نیرو و گشتاور آن افزایش یافت به طوری که تکنولوژی TBM به مرحله‌ای از توسعه رسیده است که یک تونل در هر سنگ و خاکی قابل حفر است. امروزه دستگاه‌های TBM می‌توانند به سرعت ۱۰۰۰ متر بر ماه هم برسند، ولی نرخ‌های پیشروی کمتر از ۵۰ متر بر ماه یا حتی کمتر در شرایط بد زمین‌شناسی یا ریزش تونل قبل از سگمنت گذاری نیز قابل انتظار است. حفاری با TBM، نیازمند سرمایه‌گذاری زیاد بوده اما

k.zeinali1975@gmail.com

۱- کارشناس زمین شناسی (شرکت مهندسیین تهران بوستن (TBE) مهندسیین تهران - بوستن TEHRAN - BOSTON ENGINEERS)

Mirmohammadlo.aliasghar@gmail.com

۲- کارشناس ارشد مکانیک سنگ (شرکت مهندسیین مشاور کاوشگران (K&S) مهندسیین مشاور کاوشگران)

مزیت آن، حفر و نگهداری سریع است. البته هنگامی که شرایط نامناسبی بدون هشدار و برنامه زمان‌بندی قبلی اتفاق بیافتد، مشکلات به‌وجود آمده در حفاری مکانیزه بسیار بیشتر از تونل‌های سنتی است.

یک تخمین قابل اعتماد از نرخ‌های حفاری مکانیزه، نیازمند برنامه‌ریزی زمانی، کنترل هزینه و انتخاب روش حفاری به‌جهت اقتصادی در مقایسه با روش‌های حفاری سنتی است. عملکرد TBM به‌عنوان تابعی از نرخ نفوذ و نرخ پیشروی اندازه‌گیری می‌شود. نرخ نفوذ^۱، نسبت فاصله‌ی حفاری شده به زمان انجام در طول حفاری پیوسته یا به عبارتی برابر با نرخ پیشروی آنی ماشین است. در حالی که نرخ پیشروی^۲، فاصله واقعی زمان حفاری به‌علاوه زمان اجرای سیستم نگهداری بر زمان کل است و شامل تاخیرات برای تعمیر و نگهداری TBM، ریزش‌های تونل و غیره است. حتی در سنگ‌های پایدار، نرخ پیشروی کمتر از نرخ خالص نفوذ است و ضریب بهره‌وری^۳ به دلیل تعمیرات و نگهداری، در حدود ۳۰٪ الی ۵۰٪ است. در سنگ‌های کیفیت پایین، نرخ نفوذ می‌تواند خیلی بیشتر باشد، ولی نیازهای نگهداری و سایر توقفات که منجر به کاهش ضریب بهره‌وری تا ۵٪ الی ۱۰٪ و یا کمتر از آن می‌شود، نرخ پیشروی را نیز کاهش خواهد داد [1].

روش TBM توسط بارتن^۴ و روش RME توسط بینیاوسکی^۵ از جمله روش‌های موجود برای پیش بینی نرخ پیشروی در حفاری مکانیزه می‌باشند که طی سالیان گذشته با توجه به تغییر در نوع دستگاه‌های TBM و پیشرفت فن آوری در آن‌ها و نیز کسب تجربه بیشتر و متنوع‌تر در لایه‌های مختلف زمین‌شناسی در چهار گوشه دنیا، همواره در حال بروز رسانی بوده است.

در این مقاله، ابتدا مشخصات فنی پروژه و سپس استفاده از دو روش یاد شده در تخمین نرخ پیشروی و مقایسه آن‌ها با مقادیر ثبت شده ارائه گردیده و ضریب بهره‌وری نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- موقعیت جغرافیایی، مشخصات زمین‌شناسی، مشخصات تونل و دستگاه حفاری:

مختصات جغرافیایی (UTM): ورودی X=260663, Y=3612319 و خروجی X=255287, Y=3605042 - طول تونل: 9200 متر - ارتفاع: ورودی 304.75 و خروجی 303.25 متر بالاتر از سطح دریاهاى آزاد - روند تونل (از خروجی به سمت ورودی): N215 - قطر اولیه: 5.27 متر و قطر تمام شده: 4.5 متر - ضخامت روباره: دست کم 50 و دست بالا 400 متر و بدون وجود آب - نوع دستگاه: (S357) TBM double shield ساخت شرکت Herrenknecht - نیروی رانش دستگاه (Thrust) : 5500 KN - گشتاور دستگاه (Torque): 0.6 MN.m. جنس سنگ: گنکومرای بختیاری واقع در تکیه‌گاه چپ سد دز - مشخصات زمین‌شناسی مهندسی و مکانیک سنگ توده سنگ در برگیرنده تونل در جدول‌های شماره ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۱- سیستم ناپیوستگی کلی موجود در طرح

Joint set	Dip direction	Dip
J _۱	۰۳	۸۹
J _۲	۲۱۸	۸۴
J _۳	۲۶۴	۸۹
J _۴	۳۱۲	۹۰
Bedding	۲۳۰	۳۰-۵۰

¹ - Penetration rate

² - Advance rate

³ - Factor of efficiency

⁴ - Barton

⁵ - Bieniawski