



ارائه مدلی برای پیش‌بینی نرخ نفوذ TBM با استفاده از ویژگی‌های توده سنگ (مطالعه موردی تونل البرز)

حامد رعیت دوست تلوکی¹، کوروش شهریار²، کاوه آهنگری³

1،3- گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات/تهران / ایران

2- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

:

taluki@yahoo.com

خلاصه

این مقاله سعی بر ارائه مدلی برای پیش‌بینی عملکرد TBM تونل سرویس البرز با استفاده از تحلیل آماری داشته که در آن پارامترهای مقاومت فشاری تک محوره (UCS)، تعداد درزه در واحد حجم (Jv)، زاویه بین صفحه ناپیوستگی با محور تونل (α)، فاصله‌داری ناپیوستگی (Js) به عنوان متغیر مستقل و نرخ نفوذ (PR) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. در نهایت مدل آماری بدست آمده با نرخ نفوذ اندازه‌گیری شده از سایت، مورد مقایسه قرار گرفته و ضریب همبستگی آن برابر 0/84 شده است ($R=0/84$).

کلمات کلیدی: TBM، نرخ نفوذ، رگرسیون چند متغیره

1. مقدمه

به خاطر استفاده سودمند و با موفقیت از ماشین حفاری تمام مقطع (TBM) در سنگ‌های سخت از ابتدای سال 1950، این ماشین در جهت بهبود نصب، قدرت کله حفار، اندازه ماشین، ظرفیت باربری و طراحی برای استفاده در شرایط زمین‌شناسی متنوع، حتی در زمین‌های ناسازگار تغییراتی داشته است. در طول سه دهه گذشته، مدل‌های پیش‌بینی زیادی بر اساس تحقیقات تئوری، تجربی مطرح شده است. تمام این مدل‌ها به منظور تخمین درست نرخ نفوذ TBM و چگونگی تعامل بین توده سنگ و ویژگی‌های توده سنگ بوده است. پیش‌بینی عملکرد TBM نیازمند تخمین نرخ نفوذ (PR) که عبارت است از نسبت فاصله حفاری شده در واحد زمان در یک فاز پیوسته حفاری و نرخ پیشروی (AR) که عبارت است از نسبت فاصله واقعی استخراج و نگهداری به مدت زمان کل می‌باشد. مهمترین ویژگی توده سنگ که در اکثر مدل‌ها برای پیش‌بینی نرخ نفوذ (PR) استفاده شده است مقاومت فشاری تک محوره و مقاومت کششی ماده سنگ و فراوانی و امتداد درزه‌های سنگ می‌باشد [1].

به‌طور خلاصه، تمام مدل‌های پیش‌بینی کننده نرخ نفوذ، به دو دسته تئوری و تجربی تقسیم می‌شوند. مدل‌های تئوری فرآیند اثر نیروی برش توسط تیغه‌ها بر روی توده سنگ را در مقیاس آزمایشگاهی آنالیز می‌کنند تا رابطه تعادلی بین نیروها را پیدا کنند. در مدل‌های تجربی از پارامترهای توده سنگ و پارامترهای عملیاتی به همراه طراحی ماشین برای تخمین عملکرد ماشین در شرایط زمین‌شناسی متفاوت استفاده شده است. همچنین گروهی از محققین از سیستم‌های طبقه‌بندی سنگ برای پیش‌بینی عملکرد TBM استفاده کرده‌اند. یک مدل واقع‌گرایانه برای عملکرد TBM می‌بایست با آزمون‌های آزمایشگاهی، زمین‌شناسی منطقه و شرایط ساخت ترکیب شود [2].

2. مطالعه موردی (تونل البرز)

یکی از پروژه‌های ملی که در حال حاضر در کشور در حال انجام می‌باشد پروژه احداث آزادراه تهران شمال بوده که به موازات پیشرفت تکنولوژی و فن‌آوری جدید در صنعت تونل‌سازی تلاش شده که از روش مدرن در احداث برخی از تونل‌های آن استفاده شود. تونل سرویس البرز که در ارتفاع 2450 متری از رشته کوه‌های البرز واقع شده، طولی‌ترین تونل دو قلو به طول 6535 متر در این پروژه می‌باشد که با دستگاه تمام مقطع TBM از نوع باز حفاری شده است و به صورت دو تونل بزرگ‌راهی رفت و برگشت در مسیر آزاد راه تهران - شمال که در حد فاصل گچسار تل پل زنگوله می‌باشند. در بین دو تونل اصلی، تونل سرویس و تهویه با قطر 5/2 متر قرار دارد. هر تونل اصلی دو خطه به همراه شانه راه و مسیر پیاده‌رو به قطر 12/04