

پیش‌بینی نرخ نفوذ ماشین‌های تونل‌بری تمام‌مقطع حفاری (TBM) با استفاده از شبکه‌های عصبی - فازی (مطالعه موردی؛ تونل انتقال آب گلاب)

یاسر مبرا^{1*}، علیرضا حاجیان²، محمدعلی رهگذر³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مکانیک خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران،

yasermobarra@yahoo.com

2- استادیار، دانشکده مهندسی هسته‌ای و علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران، a.hajian@iaun.ac.ir

3- استادیار، دانشکده حمل‌ونقل و راه‌آهن، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، mohammadali-rahgozar@yahoo.com

چکیده

ماشین‌های حفاری تمام مقطع تونل، ماشین‌هایی هستند که با اعمال نیروی رانش و دوران کله‌حفار به واسطه دیسک‌های برش‌دهنده، تونل را به صورت یکپارچه و دایره‌ای حفر می‌کنند. امروزه استفاده روزافزون از حمل‌ونقل زمینی و لزوم احداث مسیرهای جدید و تونل‌های طولانی منجر به پیدایش و گسترش ماشین‌های تونل‌بری TBM گردیده است. علیرغم سرمایه‌گذاری اولیه، سرعت و کیفیت بالای حفاری این ماشین‌ها، آن‌ها را قابل رقابت با روش‌های حفاری سنتی کرده است. این ماشین‌ها علاوه بر نرخ پیشروی سریع و ایمنی کار بالا، وسعت زون خسارت‌دیده و دیگر مشکلات مرتبط با روش حفاری آتشی را کاهش می‌دهند. عوامل مختلفی نظیر شرایط زمین‌شناسی، خصوصیات توده‌سنگ، شیب مسیر و همچنین مشخصات ماشین به کار رفته بر میزان کارایی ماشین‌ها تأثیر می‌گذارند. تحلیل کارایی TBM و پژوهش‌های ژئوتکنیکی ساختمان مبنای بررسی‌های برآورد هزینه و برنامه زمانبندی ساخت هر پروژه تونلی است. یکی از راه‌های پیش‌بینی میزان کارایی این ماشین‌ها، تخمین نرخ نفوذ آن‌هاست. استفاده توأم از شبکه‌های عصبی و منطق فازی باعث ارتقاء عملکرد شبکه عصبی در تخمین نرخ نفوذ می‌گردد که ناشی از نگرش فازی به کمیتهای مربوطه می‌باشد زیرا این کمیتهای بیشتر ماهیت فازی دارند. در واقع ورودی شبکه عصبی- فازی مقاومت فشاری تک‌محوره، شاخص بار نقطه‌ای، نیروی نفوذ هر دیسک، تعداد دور کاترهد در دقیقه و خروجی آن نرخ نفوذ ماشین می‌باشد. پس از تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی در حدود 0.92 بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: نرخ نفوذ، ماشین تونل‌بری، tbm، شبکه‌های عصبی، منطق فازی، تونل گلاب.

1- مقدمه

کاربرد ماشین‌های تونل‌بری در حفر تونل‌های طولانی به صورت روشی استاندارد، در صنعت تونل مورد توجه قرار گرفته است. انواع مختلف ماشین‌های تونل‌بری برای زمین‌های متفاوت طراحی و ساخته شده است. انتخاب روش مناسب تونل‌سازی و در نتیجه انتخاب ماشین‌آلات متناسب با روشهای فوق منوط به امکان برآورد سرعت حفاری این ماشین‌آلات است. بدیهی است که در حفاری مکانیزه، نرخ نفوذ ماشین زمان تکمیل پروژه و به تبع آن هزینه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نقش اساسی در انتخاب شدن یا نشدن حفر مکانیزه به عنوان روش حفر بازی می‌کند. لذا پیش‌بینی نرخ نفوذ بخش مهمی از هر پروژه حفاری مکانیزه است. این ضریب بصورت فاصله حفاری شده تقسیم بر زمان عملیات ماشین در طی یک مرحله حفاری پیوسته تعریف می‌شود و تابعی از پارامترهای سنگ، مشخصات ماشین و اپراتور می‌باشد. تخمین دقیق نرخهای نفوذ برای زمان طرح‌ریزی، کنترل هزینه و انتخاب روش حفاری نیازمند است. محاسبات نرم از اجزای محاسباتی مختلفی مثل شبکه‌های عصبی، تئوری مجموعه‌های فازی، استدلال تقریبی و روش‌های بهینه‌سازی بدون مشتق‌گیری مثل الگوریتم‌های