



بررسی رفتار و پایداری تونل‌ها در محیط سنگی

مهدی مرادی^۱، واحد قیاسی^۲

۱- دانشجوی دکتری عمران - سازه دانشگاه ملایر

۲- استادیار گروه عمران دانشگاه ملایر

mehdimoradi@live.com

خلاصه

پایداری تونل‌ها با توجه به شکل پیچیده، محیط بی‌ثبات و پیچیدگی قابل توجه در توزیع تنش‌ها به روش متداول تحلیل سازه‌ها قابل بررسی نیست. روابط تجربی می‌توانند بخشی از نیاز طراحان را پاسخگو باشند. اما برای دستیابی به رفتار دقیق سازه‌ای تونل در محیط سنگی روش‌های مدل‌سازی عددی کارایی بیشتری را ارائه می‌کنند. در این روش‌ها در نظر گرفتن کلیه عوامل موثر بر پایداری تونل امکان‌پذیر است. همچنین می‌توان از این روش‌ها برای طراحی بهینه و مناسب تونل‌ها و سیستم پشتیبانی آنها در محیط سنگی بهره برد. روش‌های مدل‌سازی عددی شامل روش‌های پیوسته و ناپیوسته می‌شوند. بدیهی است که هر یک از روش‌های ذکر شده دارای معایب و مزایایی هستند. استفاده از این روش‌ها با توجه به شرایط توده سنگ، مشخصات و شرایط طراحی تونل محدود می‌شوند. در این مقاله برای درک بهتر رفتار و اثر پارامترهای مختلف بر پایداری تونل‌های سنگی و نحوه مدل‌سازی این محیط، نتایج مطالعات پژوهشگران به شکل خلاصه گردآوری و تحلیل شده است.

کلمات کلیدی: پایداری، تونل‌های سنگی، المان محدود، ناپیوستگی

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسائل در هنگام طراحی و اجرای تونل‌ها اطمینان از پایداری رخ تونل است. شرایط پایداری یک تونل را می‌توان با تعیین فشاری ناپایداری مشخص نمود. فشار ناپایداری، فشاری است که اگر بر رخ تونل وارد شود از گسیختگی توده سنگ حول تونل در اثر حفر سازه زیرزمینی جلوگیری می‌کند. مشخصات فیزیکی و مکانیکی توده سنگ، ضخامت لایه سربار، تنش‌های درجا، شکل و اندازه تونل، روش‌های حفاری و تقویت، پوشش تونل از جمله عوامل مهم و موثر بر پایداری تونل‌هاست. مهم‌ترین عامل موثر بر پایداری تونل را می‌توان مشخصات فیزیکی و مکانیکی توده سنگ دانست؛ مشخصات فیزیکی و مکانیکی توده سنگ بر میزان اثر بخشی دیگر عوامل بر پایداری تونل تأثیر گذار است. در مناطق کم عمق شهری عموماً جنس زمین شامل سنگ نرم و خاک می‌شود. برای خاک و سنگ نرم پایداری به وسیله پارامترهای مقاومت برشی تأمین می‌شود که در آزمایشگاه قابل اندازه‌گیری است. تونل‌های عمیق‌تر معمولاً در توده سنگ سخت‌تری قرار می‌گیرند. توده سنگ‌های سخت عموماً از بهم پیوستن بلوک‌های گسسته تشکیل می‌شوند. پایداری در این سنگ‌ها وابستگی شدیدی به درزه‌ها دارد، که موجب رفتاری بسیار پیچیده‌تر در آنها می‌شود. مکانیزم‌های پراهمیتی مثل لغزش نامطلوب، تغییر شکل و برش و اثر پرکننده‌های نرم در محل درزه جزء عوامل مهم و تأثیر گذار بر پایداری این تونل‌ها است.

با توجه به تفاوت عمده رفتار توده سنگ سخت و نرم، پایداری آنها به صورت جداگانه بررسی می‌شود. در ادامه ابتدا رفتار تونل در توده سنگ نرم و خاک معرفی شده و روش‌های بررسی پایداری این محیط شرح داده می‌شود، سپس به بررسی رفتار تونل در توده سنگ‌های سخت و نحوه مدل‌سازی آن پرداخته می‌شود.

^۱ دانشجوی دکتری عمران - سازه دانشگاه ملایر

^۲ استادیار گروه عمران دانشگاه ملایر