تحلیل عددی میزان همگرایی تونل شمارهٔ ۳ محور مواصلاتی ایلام – حمیل

معین بهادری[۱]، حسن بخشنده امنیه[۲]

۱- دانشجوی دکتری معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان

۲- استادیار گروه معدن، دانشکدهٔ مهندسی، دانشگاه کاشان

moein.bahadori@gmail.com

خلاصه

تونل‌ها از سازه‌های پرکاربرد در صنعت حمل و نقل می‌باشند. هنگام حفر تونل در مسیرهای مواصلاتی، بعلت عدم شناخت کافی از محیط پیرامونی، گستردگی و تنوع فعالیت‌ها و بزرگی سطح مقطع حفاری، استفاده از روش‌های حفاری تمام مقطع با جابجایی‌های سریع و همگرایی شدید همراه است. اگر منطقه حفاری از سنگ‌های سست و درزه‌دار تشکیل شده باشد، ریزش و همگرایی به سرعت اتفاق افتاده و اجازهٔ نصب سیستم‌های نگهداری را نمی‌دهد. استفاده از روش‌های حفاری چند مقطعی، هرچند با افزایش زمان و هزینه‌های عملیاتی همراه است، اما ایمنی و فرصت کافی برای نصب تجهیزات نگهداری را تضمین می‌نماید. به‌منظور بررسی تاثیر روش حفاری بر پایداری تونل بزرگ مقطع محور مواصلاتی ایلام حمیل، بافرض حفاری تمام مقطع نوع سیستم نگهداری لازم با نرم‌افزار Unwedge پیشنهاد شده و نتایج آن با روش‌های تجربی Q و RMR مقایسه شده است. نهایتا با روش المان مجزا، تاثیر نوع سیستم حفاری بر میزان همگرایی و پایداری تونل در نرم‌افزار UDEC بررسی شده است. بر این اساس حفاری تونل‌های بزرگ مقطع در توده‌سنگ درزه‌دار با ریزش‌های سنگین همراه بوده و در صورت استفاده از سیستم حفاری چند مقطعی می‌توان میزان همگرایی و جابجایی‌ها را کنترل نمود. تحلیل‌ها نشان می‌دهد در صورت استفاده از شاتکریت به ضخامت ۱۰۰میلی‌متر و بکارگیری سیستم حفاری چند مقطعی NATM، حداکثر جابجایی‌ها در سقف تونل ۴/۶ میلی‌متر خواهد بود.

کلمات کلیدی: حفاری تمام مقطع، حفاری چند مقطعی، UDEC، Q، RMR.

۱. مقدمه

در احداث مسیرهای مواصلاتی، هنگام برخورد با شرایط پیچیدهٔ زمین‌شناسی و عوارض طبیعی از سازه‌هایی مانند ترانشه‌ها، تونل‌ها و پل‌ها استفاده می‌شود. حفر تونل بزرگ مقطع در اعماق کم و سنگ‌های سست و هوازده، علاوه بر ایجاد جابجایی‌های افقی و عمودی و نشست در سطح زمین، با ناپایداری‌ها و همگرایی‌های سریع و شدید همراه است. لذا لازم است با استفاده از روش‌های مختلف تحلیل پایداری، مقایسهٔ بین نتایج حاصل از آنها و قضاوت مهندسی مناسب، وضعیت پایداری سازه از نقطه نظر روش‌های مختلف حفاری بررسی شود. از آنجا که پایداری سازه‌های زیرزمینی به‌خصوص تونل‌های حمل و نقل از اهمیت بالایی برخوردار است، مطالعات پایداری آنها به برداشت‌های صحرایی برجا، اندازه‌گیری‌های دقیق، آزمایش مدل‌های مختلف و بررسی‌های تحلیلی عددی نیاز دارد. از این رو محققین مختلف تلاش‌های گسترده‌ای در تحلیل عددی پایداری تونل‌ها انجام داده و نتایج این بررسی‌ها بصورت پیشنهاداتی در مراحل اجرایی واردشده است. لی و همکاران (۱۹۹۵) با استفاده از روش‌های تحلیل عددی سه‌بعدی و اندازه‌گیری‌های صحرایی، میزان همگرایی و نیز تغییر خواص سنگ‌های اطراف یک مخزن آب زیرزمینی را بررسی کرده‌اند [۱]. جانسون و کولا (۱۹۹۵) با استفاده از روش‌های عددی المان محدود در فضای سه‌بعدی، پایداری یک فضای زیرزمینی را تحلیل و نتایج آن را با اندازه‌گیری‌های تجربی مقایسه کرده‌اند [۲]. یوشیدا و همکاران (۱۹۹۵) در تحلیل پایداری یک مغار زیرزمینی از مدل جدید محیط‌های پیوسته در یک توده‌سنگ درزه‌دار استفاده کرده‌اند [۳]. راماورتی و همکاران (۱۹۹۵) با استفاده از نتایج بررسی‌های عددی میزان تغییر شکل در نواحی کف و محدودهٔ حفاری همچنین مقاومت سنگ و تنش‌های برجای منطقه، پایداری منطقهٔ حفاری شده را بررسی کرده و به منظور پیش‌بینی تغییرشکل در سنگ‌های اطراف رابطه‌ای پیشنهاد داده‌اند [۴]. به منظور تحلیل پایداری یک مغار ترکیبی نیروگاه زیرزمینی در هند، داسگوپتا و همکاران (۱۹۹۹) ، نتایج شبیه‌سازی های عددی دو بعدی وسه‌بعدی را با

---

[۱] دانشجوی دکتری معدن، دانشکدهٔ مهندسی، دانشگاه کاشان

[۲] استادیار گروه معدن، دانشکدهٔ مهندسی، دانشگاه کاشان