



کاربرد روش تحلیل حدی در بررسی پایداری جبهه حفاری تونل در محیط غیر اشباع

محمد ملکی^۱ محمدامین نوذری^۱

۱- دانشجوی دکترای مکانیک خاک و مهندسی پی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

mohammadaminnozari@gmail.com

خلاصه

خاک مناطق زیادی از کشور ایران به صورت غیر اشباع است. تا کنون روش های تحلیلی متفاوتی برای دستیابی به فشار جبهه حفاری و شکل گوهی گسیختگی در چارچوب مکانیک خاک های اشباع ارائه شده است. روش تحلیل حدی پرکاربردترین روش در مسایل پایداری است. در تحقیق حاضر با استفاده از مفاهیم و روابط توسعه یافته در مکانیک خاک غیر اشباع مانند تنش موثر و قانون جریان همراه، روش تحلیل حدی برای پایداری جبهه حفاری تونل بازنویسی شده است. هم چنین با مدل سازی شرایط غیر اشباع در فضای نرم افزار PLAXIS 3D Tunnel پایداری تونل و تغییر شکل گوهی گسیختگی بررسی شده است. مجموعه ای نتایج به دست آمده نشان می دهد که در نظر گرفتن مکش در پروفیل خاک، فشار جبهه حفاری را کاهش و پایداری را افزایش می دهد. نتایج حاصل از روش عددی نیز با نتایج به دست آمده از روش تحلیل حدی مطابق است. در تمامی حالات گوهی گسیختگی دارای تغییرات در قسمت تاج است.

کلمات کلیدی: خاک غیر اشباع، تحلیل حدی، مکش، تنش خالص

۱. مقدمه

در مسائل باربرداری چون گودبرداری ها و حفاری تونل ها بعد از اجرای باربرداری در مدت زمان نه چندان زیادی عملیات نصب تکیه گاه صورت می پذیرد. با این ترتیب در فاصله ی زمانی حفاری تا اجرای سیستم های نگهدارنده به نحو مقتضی می توان از قوانین مکانیک خاک های غیر اشباع بهره برد. از آن جا که تعیین صحیح فشار جبهه حفاری تونل مسئله ای حیاتی در حفاری ایمن است؛ روش های تحلیلی متفاوتی برای تعیین آن ارائه شده است. این روش ها را می توان به سه دسته ی کلی روش تعادل حدی (Numerical Method)، روش تحلیل حدی (Limit Equilibrium)، حد بالا و پائین و روش عددی تقسیم کرد. روش تحلیل حد بالا پرکاربردترین روش از روش های یاد شده است. این روش، روشی مستقیم برای محاسبه ی بار حدی و گسیختگی در سازه ها محسوب می شود. در این روش یک مکانیسم گسیختگی مشخص فرض می شود در قدم بعد یک میدان تغییر مکان مجازی که پیوسته و یکبار مشتق پذیر و ارضاکننده شرایط مرزی است در نظر گرفته می شود. در ادامه معادله کار مجازی نوشته می شود که از برابری کار حاصل از نیروهای خارجی با انرژی داخلی تلف شده روی سطوح لغزشی بدست می آید. در محاسبه ی انرژی تلف شده نیاز به لحاظ کردن معیار تسلیم خمیری است. که عموماً از معیار گسیختگی کولمب استفاده می شود به علاوه جهت کرنش های خمیری نیز اهمیت دارد که در اکثر مسائل قانون جریان متحد بکار گرفته می شود. پس از استخراج معادلات حاکم با اعمال اکسترمم سازی بار حدی در مسئله مستقیماً قابل محاسبه خواهد بود. هدف از اکسترمم سازی تعیین شکلی از مکانیسم گسیختگی است که بحرانی ترین بار را بدست می دهد [۱]. مطالعه ی پایداری جبهه حفاری تونل های مدور که با سپر فشاری حفر شده اند، توسط بسیاری تحقیق شده است. اولین تلاشها برای تعیین فشار حداقل لازم برای پایداری جبهه حفاری تونل، در خاک های رسی صورت گرفت که در این خصوص می توان به کارهای کیمورا و مایر [۲] همچنین برومز و بنرمارک [۳] اشاره کرد.

^۱ دانشجوی دکترای مکانیک خاک و مهندسی پی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین

^۲ دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان