



## تعیین تانسور مرتبه دو هدایت هیدرولیکی یک محیط شکسته با استفاده از شبیه‌سازی المان نماینده

فرامرز دولتی ارده‌جانی<sup>۱</sup>، سجاد علیزاده کاکلر<sup>۲\*</sup>

۱- استاد مهندسی معدن، دانشکده فنی دانشگاه تهران، fdoulati@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی شاهرود، s\_alizadeh\_k@shahroodut.ac.ir

### چکیده

گسترش استفاده از فضاهای زیرزمینی در عصر حاضر، بر کسی پوشیده نیست. یکی از مهم‌ترین فضاهای زیرزمینی که کاربردهای مختلفی مانند ترابری، انتقال آب و فاضلاب و ... دارد، تونل‌ها هستند. با توجه به پیچیدگی‌های زیاد و شرایط خاص فضاهای زیرزمینی از نظر شکستگی‌ها و توده سنگ در برگیرنده، شبیه‌سازی دقیق آن‌ها می‌تواند هزینه مطالعات را کاهش دهد. مدل‌سازی توده سنگ شکسته با استفاده از روش DFN و نرم‌افزار UDEC و 3DEC یکی از رایج‌ترین روش‌ها در شبیه‌سازی اینگونه فضاهاست. از آنجایی که نرم‌افزار 3DEC یک نرم‌افزار المان مجزا است، اجرای کدهای مربوط به آن در محیط نرم‌افزار از نظر زمانی و نوع مدل‌سازی طولانی است. در این تحقیق هدف تعیین مؤلفه‌های تانسور مرتبه دو هدایت هیدرولیکی محیط متخلخل ناهمسانگرد مربوط به تونل اکتشافی مغار نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سد رودبار لرستان با توجه ویژه به اندازه المان نماینده، REV است. در واقع، استقلال تانسور به دست آمده از ابعاد REV مدل شده بایستی تأمین شود. در این راستا، ۱۲ مدل بلوکی به صورت سه‌بعدی در ابعاد ۱ تا ۱۲ متر شبیه‌سازی و اجرا شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، بلوکی با ابعاد ۷ متر به عنوان مدل بهینه برای REV تعیین گردید. زمان اشباع از آب بلوک سه‌بعدی با ابعاد ۱۲ متر، ۲۰ برابر زمان اشباع بلوک با ابعاد ۷ متر است. این تفاوت در زمان حل و افزایش تصاعدی آن با افزایش ابعاد مدل بلوکی، نشان‌دهنده اهمیت به دست آوردن REV است.

**واژه‌های کلیدی:** تانسور هدایت هیدرولیکی، محیط ناهمسانگرد، شبکه شکستگی مجزا، اندازه المان نماینده، 3DEC

### ۱- مقدمه

در سده اخیر و همزمان با پیشرفت جوامع بشری و افزایش جمعیت، استفاده از فضاهای زیرزمینی روز به روز گسترده‌تر و متنوع‌تر شده است. تونل‌ها از جمله مهم‌ترین فضاهایی هستند که توسط بشر امروزی توسعه یافته و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این فضاها برای اهداف مختلفی چون ترابری، انتقال آب و فاضلاب، اکتشاف و غیره استفاده می‌شوند. برای طراحی ایمن‌تر و اقتصادی‌تر آن‌ها نیاز به دانش گسترده‌ای (در زمینه‌های مکانیک سنگ، زمین‌شناسی، اقتصاد، آمار و سایر علوم) می‌باشد، که این امر باعث پیچیده‌تر شدن هر چه بیشتر طراحی این فضاها می‌شود. با توجه به گسترش نیازهای کشور، ساخت این قبیل فضاها در زمین‌های مختلف و با شرایط پیچیده رو به گسترش است. یکی از مواردی که همواره تحلیل‌ها را با عدم قطعیت همراه می‌سازد وجود آب زیرزمینی است. در طول ساخت تونل، آب‌های زیرزمینی به صورت آزادانه از طریق شکستگی‌ها و درزه‌ها نفوذ می‌کنند ولی از آنجا که تعیین کلیه پارامترها و عوامل موثر بر نفوذ آب امکان‌پذیر نیست، پیش‌بینی دقیق نفوذ آب به فضاهای زیرزمینی مشکل است.