



مطالعه عددی پدیده جکینگ هیدرولیکی در تونل های تحت فشار با استفاده از روش عددی المان های مجزا

سید صالح الدین فیروزآبادی^۱، محمود یزدانی^۲، مصطفی شریف زاده^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خاک و پی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- استادیار دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۳- استادیار دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه امیرکبیر، تهران

myazdani@modares.ac.ir

خلاصه

مهم ترین مسأله ای که در طراحی تونل های تحت فشار در مقابل نشت مورد توجه قرار می گیرد، پدیده جکینگ هیدرولیکی است. این پدیده هنگامی اتفاق می افتد که فشار آب اعمال شده بر روی سطح یک ناپیوستگی از تنش های عمودی که روی سطح عمل می کنند بیشتر باشد. در نتیجه سطح ناپیوستگی باز شده و نفوذپذیری و میزان نشت درزه افزایش می یابد. در صورت کافی بودن روباره میزان تنش های محصور کننده کافی می باشد. اما در صورت کافی نبودن روباره، جهت جلوگیری از وقوع این پدیده نیاز به پوشش فلزی با هزینه بسیار بالا می باشد. پرکاربردترین روشی که جهت تخمین روباره مورد نیاز مورد استفاده قرار می گیرد، روش های تجربی نیروژی می باشند. این روش ها میزان روباره را بیش از اندازه مورد نیاز و غیر اقتصادی تخمین می زنند. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار اجزا مجزای Udec، رفتار یک تونل تحت فشار که به عنوان مطالعه موردی، تونل بی-کانتی واقع در ایالت واشنگتن آمریکا انتخاب شده است، مورد بررسی قرار گرفته است. مدل رفتاری سنگ ارتجاعی و مدل رفتاری درزه ها ارتجاعی - خمیری کامل در نظر گرفته شده است. روال کار چنین است که با افزایش فشار آب داخل تونل، فشار آبی که در آن پدیده جکینگ هیدرولیکی رخ می دهد به دست آمده است. عواملی چون نشت آب از درزه های اطراف تونل، بازشدگی درزه های اطراف تونل و جابجایی های سطح زمین به عنوان شاخص وقوع پدیده جکینگ هیدرولیک مورد استفاده قرار گرفته اند. سپس نتایج به دست آمده از مطالعه عددی با نتایج روش نیروژی مقایسه شده و نشان داده شده است که میزان فشار آبی که روش های نیروژی در آن فشار وقوع پدیده را تخمین زده اند بسیار کم بوده و این موضوع باعث شده که میزان استفاده از پوشش فلزی افزایش یافته و طراحی توسط این روش ها غیر اقتصادی باشد.

کلمات کلیدی: جکینگ هیدرولیکی، جاکنش آبی، تونل تحت فشار، توده سنگ درزه دار، اندرکنش هیدرومکانیکی

۱. مقدمه

تونل های تحت فشار یکی از اجزاء پروژه های برق آبی می باشند که جهت انتقال آب پر فشار به نیروگاه، مورد استفاده قرار می گیرند. این تونل ها از نقطه نظر پوشش به چهار دسته تونل های بدون پوشش، تونل های با پوشش بتنی غیر مسلح، تونل های با پوشش بتنی مسلح و تونل های با پوشش فلزی تقسیم می شوند. تونل های بدون پوشش تنها در نواحی با سنگ پر مقاومت، با دسته درزه های محدود با فاصله داری زیاد و همراه با روباره کافی استفاده می شوند. همچنین پوشش های فلزی اغلب جهت جلوگیری از نشت استفاده می شوند. [۱]

یکی از مسائل مهم در طراحی تونل های تحت فشار احتمال وقوع پدیده جکینگ هیدرولیکی می باشد. پدیده جکینگ هیدرولیکی زمانی رخ می دهد که فشار هیدرولیکی بر سطح جکینگ (مثلا درزه و یا سطح لایه بندی) در اطراف تونل از تنش نرمال سطح بیشتر شود. نتیجه این پدیده آن است که دهانه بازشدگی ناپیوستگی مورد نظر بیشتر شده، هدایت هیدرولیکی آن افزایش می یابد و در نتیجه فرار آب از بدنه تونل به اندازه قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.