



## نشست طولی و عرضی ایجاد شده بر اثر حفر تونل، بررسی روش‌های تجربی و تحلیلی - عددی پیشنهادی

سمیه جلفائی<sup>۱</sup>، علی لکی روحانی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و مهندسی پی دانشگاه زنجان

۲- عضو هیأت علمی، دانشکده فنی گروه عمران دانشگاه زنجان

somaie\_jolfaei@yahoo.com

### خلاصه

طراحی و ساخت تونل مخصوصاً تونل سازی در عمق کم و مناطق شهری از لحاظ کنترل نشست‌های به وجود آمده در زمین و تغییر شکل‌های دهانه تونل، مسأله مهمی تلقی می‌شود. اهمیت این مسأله از لحاظ، کنترل تغییر شکل‌ها و نشست سطحی زمین، پایداری جبهه کار و نیروهای ایجاد شده در پوشش می‌باشد. روش‌های مختلفی برای تخمین نشست در اثر حفر تونل‌ها ارائه شده است که می‌توانند به سه دسته کلی روش‌های تجربی، تحلیلی و عددی اشاره کرد. پارامترهای موثر در دو روش اول درصد افت حجمی و موقعیت نقطه عطف پروفیل نشست می‌باشند که وابسته به شرایط زمین، نوع خاک و مشخصات هندسی تونل دایروی هستند. روش‌های تجربی و تحلیلی بر مبنای فرضیات ساده کننده ای از جمله فرض زمین همگن و ایزوتروپ و اغلب بر مبنای تئوری الاستیسیته ارائه شده‌اند و در تخمین نشست واقعی زمین دارای خطا می‌باشند. این روش‌ها مقدار نشست را به صورت دست بالا تخمین می‌زنند. روش‌های عددی به دلیل پیشرفت کامپیوتر و توسعه مدل‌های رفتاری، دارای مقبولیت زیادی هستند. در این مقاله روش‌های پیشنهادی برای محاسبه نشست بر اثر حفاری تونل به طور کامل ارائه و پارامترهای موثر بر هر روش شرح داده و مقایسه شده‌اند.

کلمات کلیدی: تونل‌سازی، پروفیل نشست سطح زمین، روش‌های تجربی، روش‌های تحلیلی، مدل دو بعدی

### ۱. مقدمه

محیط زمین در ابتدا تحت فشار ناشی از تنش‌های طبیعی محیط بوده در اثر احداث تونل، وضعیت تنش‌های مؤثر بر زمین تغییر می‌کند که تغییر شکل‌هایی را به دنبال دارد. با توجه به اهمیت پدیده نشست، باید روش‌هایی را برای حفر و نگهداری تونل برگزید که نشست به حداقل ممکن برسد. ابتدا باید نشست تخمین زده شود تا در صورت عبور از حد مجاز، تدابیری برای پایدار کردن تونل و محیط اطراف آن اتخاذ گردد. مطالعات انجام شده برای دست‌یابی به نشست در سه دسته روش‌های تجربی، تحلیلی و عددی طبقه بندی شده‌اند. در روش‌های تجربی و تحلیلی که برای مدل‌های دوبعدی ارائه شده‌اند، رفتار خاک معمولاً به صورت الاستیک خطی مدل می‌شود. در زمینه روش‌های تجربی اولین مطالعه برای محاسبه نشست ایجاد شده بر اثر حفاری تونل در زمین نرم، توسط Peck و Schmidt در سال‌های (1969, 1974) انجام شد و مطالعات آنها اساس کار سایر مطالعات شد. سپس روش‌های تحلیلی با انجام محاسبات ریاضی ارائه شد که می‌توان به مطالعات Verruijt - Booker (1996)، Loganathan - Poulos (1998) و (2001) Bobet اشاره کرد. در این مقاله مروری بر روش‌های تجربی و تحلیلی ارائه شده برای محاسبه پروفیل نشست (عرضی و طولی) صورت گرفته است. پارامترهای هر روش تعریف و نقاط ضعف و قوت آنها مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب ابتدا فهرست علائم به کار رفته در این مقاله و تعریف آنها آورده شده است. سپس روش‌های تجربی در دو بخش: محاسبه نشست عرضی (نشست قائم و افقی) و نشست طولی آورده شده‌اند و در پایان روش‌های تحلیلی - عددی بررسی شده‌اند.