

پیش‌بینی نشست سطح زمین ناشی از حفر تونل با استفاده از شبکه‌های عصبی - فازی (مطالعه موردی؛ خط 2 متروی مشهد)

مسعود رضازاده عنبرانی^{1*}، علیرضا حاجیان²، مسعود میرمحمدصادقی³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مکانیک خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران، rezazadeh@mail.com

2- استادیار، دانشکده مهندسی هسته‌ای و علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران، a.hajian@iaun.ac.ir

3- استادیار، مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق اصفهان، ایران، msadeghi@ieht.ac.ir

چکیده

تونل‌سازی در نواحی کم‌عمق شهری و در زمین‌های نرم، همواره توأم با مخاطراتی است که نادیده گرفتن آن‌ها می‌تواند عواقب ناخوشایندی در بر داشته باشد. مسأله نشست سطح زمین و تأثیر آن بر سازه‌های سطحی از مهم‌ترین این مخاطرات است، که به منظور جلوگیری از خسارت بر سازه‌های روزمینی می‌بایستی با آیین‌نامه‌های مربوطه کنترل گردد. نشست سطح زمین ناشی از حفر تونل به عوامل مختلفی از قبیل نحوه حفاری، پارامترهای مربوط به حفاری، هندسه تونل، شرایط زمین‌شناسی و خصوصیات ژئوتکنیکی بستگی دارد. تعداد زیادی فرمول‌های تجربی و نیمه‌تجربی برای پیش‌بینی نشست سطح زمین موجود است؛ همچنین روش‌های تحلیلی و عددی مختلفی برای پیش‌بینی نشست به کار رفته است. در این مقاله ابتدا مقدمه‌ای بر نشست و پیش‌بینی آن بیان می‌گردد. پس از آن توضیحی در مورد روش‌های موجود و همچنین کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی نشست سطحی ارائه می‌شود. سپس در مورد زمین‌شناسی مسیر مورد مطالعه و مشخصات تونل خط 2 متروی مشهد توضیحاتی بیان می‌گردد. با استفاده از بانک اطلاعاتی جمع‌آوری شده مربوط به خط 2 متروی مشهد و یک‌سری ورودی‌های مؤثر بر نشست سطحی و خروجی‌ها که همان نشست‌های اندازه‌گیری شده با ابزار دقیق می‌باشند، شبکه عصبی - فازی با استفاده از ANFIS و با به کارگیری نرم‌افزار MATLAB طراحی شده، آموزش می‌بیند و ارزیابی می‌گردد. در نهایت، خطاهای حاصل از شبکه در حالت‌های مختلف نشان داده شده و همبستگی بین نشست‌های واقعی و نشست‌های پیش‌بینی شده نیز بررسی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی نشست، تونل مترو، متروی مشهد، شبکه عصبی فازی، حفر تونل، منطق فازی.

1- مقدمه

به طور کلی حفر تونل و دیگر سازه‌های زیرزمینی منجر به حذف توده‌ای از خاک و سنگ محل و بروز تغییرات قابل توجه در وضعیت تنش اطراف آن‌ها می‌گردد. از جمله پدیده‌ی مهم ناشی از این دست‌خوردگی، وقوع نشست‌هایی در سطح زمین است که این امر به ویژه در مناطق شهری و به خصوص به هنگام عبور از زیر مناطق مسکونی شهرها از اهمیت خاصی برخوردار است؛ بنابراین برای جلوگیری از خسارت‌های وارده ناشی از حفر تونل بر روی سازه‌های سطحی و زیرزمینی میزان نشست باید پیش‌بینی شود [1].

برای پیش‌بینی میزان نشست سطح زمین ناشی از تونل‌سازی، تا کنون روش‌های تجربی، تحلیلی و عددی گوناگونی ارائه گردیده است. یکی از روش‌های عددی پیش‌بینی میزان نشست سطحی، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد. هر چند که مبانی طراحی شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم عصبی در بدن موجودات زنده می‌باشد، لیکن باید توجه داشت که این شبکه‌ها سعی در حفظ پیچیدگی مغز در ساختار خود را ندارند و فقط اصول کلی و پایه‌ای خود را از علم بیولوژی سلول‌های