



کاربرد نتایج آزمایش CPT در برآورد ظرفیت باربری شمع‌های کوبشی با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی

توحید اخلاقی^۱، فاروق رحیم‌زاده^۲، محمد مردشجاعی نوبری^۳

۱- دانشیار مهندسی ژئوتکنیک، دانشکده‌ی فنی و مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد خاک و پی، دانشکده‌ی فنی و مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، پردیس بین‌المللی ارس، دانشگاه تبریز

خلاصه

آزمون نفوذ مخروط (CPT) یکی از آزمون‌های درجای خاک می‌باشد که به دلیل سادگی، سرعت بالای انجام، هزینه نسبتاً کم، دارا بودن خروجی پیوسته در عمق خاک و نیز به دلیل شباهت‌های موجود بین مخروط نفوذسنج و شمع، تخمین ظرفیت باربری شمع‌ها یکی از اولین کاربردهای آن به شمار می‌رود. دو رویکرد برای استفاده از نتایج CPT در طراحی شمع‌ها وجود دارد. رویکرد مستقیم که ظرفیت باربری شمع را مستقیماً بر اساس نتایج CPT محاسبه می‌کند و رویکرد غیر مستقیم که با استفاده از مشخصات خاک که از نتایج CPT بدست آمده‌اند، ظرفیت باربری شمع را تخمین می‌زند. به کارگیری شبکه‌ی عصبی مصنوعی در تخمین ظرفیت باربری شمع‌ها بر اساس نتایج CPT، در زمره‌ی رویکردهای مستقیم قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر شبکه‌ی عصبی مصنوعی نوع GMDH به عنوان ابزار استحصال رابطه‌ی بین نتایج CPT و ظرفیت باربری شمع‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق که مربوط به ۴۰ شمع بتنی پیش‌ساخته‌ی کوبشی می‌باشند، از مقالات چاپ شده جمع‌آوری گردیده‌اند. روش پیشنهادی این تحقیق در نرم‌افزار MATLAB پیاده شده و نتایج به روش‌های آماری با نتایج ۸ روش شناخته شده مبتنی بر نتایج CPT و یک روش تحلیل استاتیکی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و برای محاسبه‌ی ظرفیت باربری شمع‌ها، مقایسه شده است. تحلیل‌های آماری و رده‌بندی روش‌ها بر اساس معیارهای مختلف آماری، عملکرد بهتر روش پیشنهادی را نسبت به روش‌های دیگر بررسی شده در این تحقیق، نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: شمع‌های کوبشی، آزمایش CPT، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک

۱. مقدمه

علیرغم پیشرفت چشمگیر علم مکانیک خاک و مهندسی ژئوتکنیک در دهه‌های اخیر، تعیین ظرفیت باربری شمع‌ها هنوز با دشواری‌هایی همراه است. به همین دلیل پژوهشگران متعددی در دهه‌های گذشته، جهت ارائه‌ی روابط تئوریک یا تجربی برای تعیین ظرفیت باربری شمع‌ها تلاش نموده‌اند؛ اما هر یک از روش‌های ارائه شده و پارامترهای ورودی مربوطه برحسب شرایط آزمایشگاهی، محلی و یا فرض‌های ساده‌کننده تنظیم شده‌اند که در مجموع برای شرایط کلی و عمومی ممکن است کارآیی مطلوب را نداشته باشند. علاوه بر مشکل ارائه‌ی یک مدل رفتاری برای شمع‌ها و تعیین ظرفیت باربری، همانند سایر مسائل ژئوتکنیکی، تعیین پارامترهای مدل با دقت مورد نیاز نیز امر دشواری است.

با توجه به هزینه‌ی نسبتاً بالای پی‌های عمیق (شمع‌ها)، نیاز به طراحی بهینه‌ی شمع‌ها پژوهشگران را بر آن داشته است که روش‌ها و شیوه‌های دیگری را به عنوان مکمل روش‌های موجود، برای تعیین ظرفیت باربری پیشنهاد نمایند. شبکه‌های عصبی مصنوعی که از ساختمان و عملکرد مغز انسان الهام گرفته شده‌اند، در علوم مختلف کاربرد روز افزونی یافته‌اند. کاربرد این روش در گرایش‌های مختلف علم ژئوتکنیک نیز، توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته شده است. نتایج این تحقیقات، دقت و قابلیت اعتماد بالای روش‌های بر پایه‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی را گزارش داده‌اند [1,2]. شبکه‌ی عصبی مصنوعی نوع GMDH یکی از انواع شبکه‌های عصبی است که به جای بایاس نرون‌ها و وزن سیناپس‌ها، از چندجمله‌ای‌ها برای یادگیری روابط پیچیده‌ی بین متغیرهای یک مسئله استفاده می‌کند.