



## بررسی عددی اثر حضور میکروپایل در کاهش پتانسیل روانگرایی ماسه اشباع

سید ابوالحسن نائینی<sup>۱</sup>، احسان طاهرآبادی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، گرایش خاک و پی، دانشگاه بین المللی امام خمینی

Ehsan.taherabadi@gmail.com

### خلاصه

یکی از آسانترین و سریعترین شاخص های ارزیابی مقاومت و پتانسیل روانگرایی اعماق مختلف زمین، آزمایشات صحرایی همچون نفوذ مخروط و نفوذ استاندارد است. در این مقاله اثر نصب میکروپایل ها در ماسه اشباع، بکمک نرم افزار المان محدود بررسی شده است. نتایج حاصل از مدلسازی عددی با اطلاعات دریافتی از پروژه انجام شده، مقایسه گردیده و مدل نرم افزاری بسط داده شده است. نتایج نشان می دهد مدلسازی عددی استعداد روانگرایی خاک را کمی بیشتر از آنچه در آزمایشات صحرایی اعلام شده، تخمین می زند. با اعمال تغییراتی در فاصله میکروپایل ها ( $m_1/6, m_3$  و  $m_0/8$ ) و نیز تغییر در شدت تزریق نتایج معناداری مبنی بر رابطه میزان اصلاح خاک با فاصله میکروپایلها و شدت تزریق بدست آمده است. نتایج این پژوهش که در قالب گراف هایی ارائه شده، نشان می دهد با افزایش فشار تزریق اصلاح بیشتری متوجه خاک شده و هر چه فاصله میکروپایل ها بیشتر شود، اصلاح خاک مستلزم فشار تزریق بیشتری خواهد بود. چون ارزیابی پتانسیل روانگرایی رابطه مستقیمی با عدد نفوذ استاندارد دارد؛ بنظر می رسد مدلسازی عددی این آزمایش صحرایی و صحت سنجی آن با نتایج واقعی قبل و بعد نصب میکروپایل، ضروری باشد. این روش می تواند در کاهش هزینه های اجرایی پروژه، کاربردی باشد.

کلمات کلیدی: میکروپایل، روانگرایی، مدلسازی عددی، ماسه اشباع، تزریق

### ۱. مقدمه

دو مکانیزم رایج در بهبود خاکهای مسأله دار بمنظور حصول ظرفیت باربری بالاتر، کاهش نشست و بعضاً کاهش فشار آب حفره ای، تسلیح و تثبیت است. این دو مکانیزم به اشکال مختلف اجرا می شوند. برای مثال اجرای شمع به هر شکل کوبشی و ریختنی، ستونهای سنگی و نصب انکر و مهار، برخی روشهای معمول تسلیح خاک به شمار می روند. از دیگر سو، استفاده از هر ماده شیمیایی یا معدنی که بر سطح زمین ریخته یا در عمق تزریق می شود، نمونه ی بارز تثبیت خاک است. در این میان میکروپایل ها سیستم اصلاح دومنظوره ی خاکها محسوب می شوند که همزمان عمل تسلیح و تثبیت را انجام می دهند. این سیستم اصلاح در بسیاری از کاربردهای ژئوتکنیکی مؤثر واقع شده و بر ظرفیت باربری زمین افزوده و از نشست آن می کاهد.

عموماً شمع حفاری و تزریق شده با قطر بین ۵ تا ۱۲ اینچ و با عضو تقویت کننده ی فولادی که در مرکز گمانه ی استوانه ای شکل حفاری شده قرار می گیرد و می تواند شامل میگردهای منفرد یا مظاعف باشد را میکروپایل گویند. در واقع میکروپایل ها (ریزشمع)، شمع های دایره ای هستند که با کوبش لوله (غلاف) به داخل زمین و سپس حفاری خاک درون لوله و کارگذاری میلگردهای طولی و نهایتاً تزریق با فشار ۱ تا ۸ مگاپاسکال ساخته می شوند. روش طراحی و اجرای این تکنیک در FHWA-NHI-05-039 [1] تشریح شده است. اکثر تحقیقات صورت گرفته تا کنون، متوجه اثر میکروپایل در اصلاح ظرفیت باربری ثقلی و کنترل نشست خاک است [2-9]. این تحقیقات بسته به تعریف مسأله با یکدیگر تفاوت دارند. بیشینه و کمینه فاصله بین میکروپایل ها برای تشخیص عملکرد تکی و گروهی آنها تعریف می شود. طبق FHWA برای فشار تزریق میکروپایلهایی که به روشهای B، C و D با قطر ۲۰۰ میلیمتر نصب می شوند، فاصله ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی متری از یکدیگر بعنوان کمینه توصیه می شود. مطالعات گذشته بر

<sup>۱</sup> دکترای عمران- خاک و پی، دانشگاه بین المللی امام خمینی، دپارتمان عمران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- خاک و پی، دانشگاه بین المللی امام خمینی