

## بهینه سازی چیدمان گروه ستون های سنگی با حجم ثابت در خاکهای رسی اشباع

رضوانه بیانی<sup>۱</sup>، یونس باقری<sup>۲</sup>، احسان مهدوی<sup>۳</sup><sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، گرایش ژئوتکنیک، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لامعی گرگانی<sup>۲</sup>عضو هیأت علمی مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی میرداماد<sup>۳</sup>مدرس مدعو گروه عمران، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لامعی گرگانی

## چکیده

بار در سال ۱۹۷۲ در چندین پروژه به صورت محدود استفاده شد. اما در اروپا از سال ۱۹۵۰ بطور وسیعی از ستونهای سنگی جهت اصلاح خاک استفاده می شود [۱]. امروزه ستون های سنگی بیشتر در خاکهای ریزدانه (سیلت و رس) و خاکهای ماسه ای سست مورد استفاده قرار می گیرند [۲]. فلسفه ی استفاده از ستون های سنگی، زیاد بودن مقاومت برشی مصالح و تأمین قید جانبی به وسیله ی خاک اطراف است [۳]. از این رو ستون سنگی می تواند بار را از سازه دریافت کرده و به لایه های مقاوم زیرین انتقال دهد. اجرای ستون های سنگی باعث افزایش دانسیته خاک اطراف شده و از امکان وقوع روانگرایی می کاهد و اجازه ی زهکشی برای کنترل فشار آب حفره ای را می دهد [۴]. همچنین اجرای ستون های سنگی باعث می شود که خاک های اطراف بتوانند سطوح بالاتری از تنش را تحمل کنند، زیرا ستون سنگی با سختی بیشتر مقدار بیشتری از تنش را جذب می کند و از تنش در خاک های اطراف می کاهد و باعث افزایش مقاومت در برابر نشست می شود [۵].

## صحت سنجی عملکرد نرم افزار

در تحقیق حاضر، مدل سازی عددی ستون سنگی به روش اجزای محدود و با نرم افزار Plaxis 3D Foundation v1.6 انجام شده است. در مدل سازی ستون سنگی و خاک، رفتار مصالح مطابق با معیار موهر - کولمب و مدل رفتاری الاستو پلاستیک در نظر گرفته شده است. برای مش بندی از المان های ۱۵ گره ای و با اندازه متوسط استفاده شده است. برای مشخص کردن اندرکنش ستون سنگی و خاک در فصل مشترک آنها، از المان سطح مشترک استفاده گردید و مقاومت فصل مشترک مصالح به صورت ضریبی از ویژگی های ژئوتکنیکی خاک اطراف در نظر گرفته شد. در این تحقیق این ضریب مطابق با راهنمای نرم افزار معادل ۰/۵۰ برای رس و ۰/۶۷ برای ماسه در نظر گرفته شده است [۶]. جهت صحت سنجی عملکرد نرم افزار Plaxis 3D Foundation و اطمینان از درستی نتایج این نرم افزار در زمینه ی مدل سازی ستون سنگی از نتایج تحقیق Gandhi و Ambily در سال ۲۰۰۷ استفاده شده است [۷]. در این مطالعه ی آزمایشگاهی، یک ستون سنگی با قطر ۱۰۰ و طول ۴۵۰ میلیمتر در

ستون سنگی یکی از روشهای بهسازی خاک می باشد که در سالهای اخیر در خاکهای رسی سست اشباع مورد استفاده قرار گرفته است. ایده ی اصلی این روش کاهش نیروی وارد بر خاک نرم بدون تغییر اساسی در ساختار خاک است که باعث کاهش تراکم پذیری خاک، افزایش ظرفیت باربری و مقاومت برشی زمین اصلاح شده می گردد. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار Plaxis 3D Foundation، به بررسی عملکرد و رفتار نیرو- نشست گروه ستون های سنگی در خاکهای رسی اشباع جهت دستیابی به بهترین حالت چیدمان ممکن ستونها در شرایط حجم ثابت پرداخته شده است. رفتار خاک و ستون سنگی بر اساس مدل رفتاری موهر- کولمب و رفتار پی بر اساس مدل الاستیک در نظر گرفته شده است. در این تحقیق، با بررسی حالات مختلف چیدمان گروه ستون های سنگی با حجم ثابت، مشخص شد که بهینه ترین چیدمان برای ستون های سنگی از لحاظ عملکرد فنی و بعد اقتصادی، استفاده از ستونهای با طول ثابت و قطر متغیر به گونه ای است که قطر ستونها از بیرون به سمت مرکز پی کاهش یابد. نشست این نوع چینش گروه ستون سنگی باعث کاهش ۷۵ درصدی در نشست خاک و افزایش ظرفیت باربری نهایی و مجاز به ترتیب به میزان ۹۸ و ۱۵۲ درصد نسبت به شرایط قبل از بهسازی گردیده است.

## واژه های کلیدی

گروه ستون سنگی، حجم ثابت، رس اشباع، ظرفیت باربری، چیدمان.

## مقدمه

ساخت ستون های سنگی به عنوان روشی مؤثر، اقتصادی و سازگار با محیط زیست، توانایی بهسازی زمین های متشکل از خاک های چسبنده و غیر چسبنده ی سست را دارد. این روش سالهاست به منظور کاهش نشست، افزایش ظرفیت باربری، کاهش پتانسیل روانگرایی و افزایش سرعت تحکیم زمین های سست و لجنی به کار برده می شود. برای اولین بار در فرانسه (۱۸۳۰) از ستون سنگی جهت اصلاح خاک استفاده شد. در آمریکا از ستون سنگی نخستین