

# مدل‌سازی عددی اثر پارامترهای هندسی و مکانیکی در رفتار

## ستون‌های خرده‌سنگی

### چکیده

بهسازی خاک در حل مشکلات ژئوتکنیکی نقش کلیدی دارد، مخصوصاً وقتی ناگزیر به ساخت‌وساز در خاک‌های مسأله‌دار هستیم. روش‌های گوناگونی برای بهبود مشخصات خاک گسترش یافته که از میان آن‌ها روش ستون‌های خرده‌سنگی به عنوان روشی کاربردی و اقتصادی اثبات شده است. تحقیقات و تجربیات عملی نشان داده‌اند که جایگزین کردن خاک نرم با ستون‌های خرده‌سنگی، مشخصات مکانیکی زمین را بهبود می‌بخشد و منجر به نشست کم‌تر و ظرفیت باربری بیش‌تر می‌شود. به علاوه، ستون‌های خرده‌سنگی به طور مؤثری نرخ تحکیم را افزایش و آسیب‌پذیری خاک‌های دانه‌ای اشباع در برابر روانگرایی را کاهش می‌دهند. مزایای کلیدی این روش عبارتند از در دسترس بودن مصالح، سهولت اجرا و زمان ساخت کوتاه. ستون‌های خرده‌سنگی می‌توانند برای اهداف بهسازی متعددی مانند شالوده‌ی به کار رفته در مخازن آب و سوخت به کار روند. تحقیقات فراوان تحلیلی، عددی و آزمایشگاهی برای مطالعه‌ی رفتار زمین بهسازی شده با ستون‌های خرده‌سنگی انجام شده است. با وجود تحقیقات انجام شده در دهه‌های اخیر، تأثیر پارامترهای هندسی و مکانیکی در کاهش نشست نیازمند بررسی بیش‌تری است. در این پایان‌نامه، اثر مصالح، بارگذاری و پارامترهای مختلف هندسی مرتبط با ستون‌های خرده‌سنگی با استفاده از رویکرد عددی بررسی شده است. برای این منظور، معادله‌ی دیفرانسیل حاکم بر مسأله به دست آمده و با روش عددی تفاضل محدود حل شده است. پارامترهای مهم که مطالعه شده‌اند شامل قطر و فاصله‌ی ستون‌ها، سختی نسبی ستون و خاک، ظرفیت باربری خاک و ستون و مقاومت برشی تشک دانه‌ای است. پارامتر مهم دیگری که بررسی شده، ماهیت بار است. در این راستا انواع بار استاتیکی و دینامیکی به مدل‌ها اعمال و تفاوت‌های عمده مشخص شده‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که استفاده از ستون‌های خرده‌سنگی منجر به انتقال تنش از خاک به ستون شده و اثر قابل توجهی در کاهش نشست زمین دارد. پارامترهای متعددی مانند ظرفیت باربری، مقاومت برشی تشک دانه‌ای، قطر و فاصله‌ی ستون‌ها و سختی نسبی ستون و خاک می‌توانند به طور جدی در عملکرد ستون‌ها اثر بگذارند. از میان این پارامترها، سختی نسبی اثر بیشتری دارد. علاوه بر این، مشاهده شده که ستون‌ها به طور چشمگیری سرعت تحکیم را افزایش می‌دهند. نتیجه مهم به دست آمده با توجه به بار دینامیکی، اهمیت فاصله به قطر ستون‌ها

است. روند نشست در زیر پی تحت بار دینامیکی قابل پیش‌بینی نیست و نسبت فاصله به قطر ستون‌ها باید با توجه به اهداف پروژه با دقت انتخاب شود.

**واژه‌های کلیدی:** بهسازی خاک، ستون خرده‌سنگی، رفتار دینامیکی، مدل‌سازی عددی، روش تفاضل محدود