



کنفرانس ملی یافته های نوین پژوهشی و آموزشی

عمران ، معماری ، شهرسازی و محیط زیست ایران

سوم دی ماه ۱۳۹۵ - تهران

National Conference of new research and training,  
civil engineering, architecture, urbanism and environment of Iran

## بررسی مقاومت فشاری محصور نشده و عوامل موثر بر تثبیت خاک رسی با مقادیر متفاوت سیمان و آهک

سید یعقوب ذوالفقاری فر<sup>1\*</sup>، محمد حسین مفرحی<sup>2</sup>

1- استاد و عضو هیئت علمی گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج. پست الکترونیکی: yzfsayyed2@live.utm.my

2- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج.

### خلاصه

خاک طبیعی موجود در محل عملیات ساختمانی، همواره به طور کامل مناسب برای تحمل سازه مورد نظر نیست. بهبود خصوصیات خاکها در وضعیت درجا، با استفاده از مواد افزودنی را تثبیت گویند. مهمترین اهداف تثبیت خاک عبارت است از (الف) اصلاح خاک (ب) تسریع در عملیات (ج) بهبود در مقاومت و پایداری خاک. تثبیت خاک به روشهای گوناگون نظیر تثبیت مکانیکی، بیولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و الکتریکی انجام می شود. یکی از اصلی ترین کاربردهای تثبیت خاک در عملیات راهسازی است که در آن، با اصلاح خاکهای نامرغوب، این نوع خاکها را برای استفاده در بستر، اساس و زیراساس مناسب می کند. مواد افزودنی برای تثبیت

خاک‌ها، به خصوص خاک‌های ریزدانه، مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمول‌ترین این مواد افزودنی، آهک (lime)، مخلوط آهک و خاکستر بادی (lime-fly ash) و سیمان (cement) می‌باشد. هدف از این تحقیق مروری اجمالی بر روش‌های مرسوم در ایران برای تثبیت خاک و مقایسه نتایج تحقیق‌های صورت گرفته است. بر روی دو نوع خاک رس، در حالت عادی و مخلوط با مواد افزودنی، آزمایش‌های حدود آتربرگ و تراکم و مقاومت فشاری محصور نشده انجام گرفت. نتایج نشان دادند که خاک‌های دانه‌ای و خاک‌های رسی با خاصیت خمیری کم، برای تثبیت با سیمان مناسب‌ترند و اثر آهک در کاهش دامنه خمیری خاک رس با دامنه خمیری بالا بیش از سیمان بوده و همچنین روند تغییرات مقاومت فشاری خاک تثبیت شده با سیمان و آهک با گذشت زمان عمل‌آوری، افزایشی است.

**کلمات کلیدی:** تثبیت، خاک رس، آهک و سیمان، حدود آتربرگ، مقاومت فشاری محصور نشده

## 1. مقدمه

خاک طبیعی موجود در محل عملیات ساختمانی، همواره به طور کامل مناسب برای تحمل سازه مورد نظر نیست. در نهشته‌های دانه‌ای، خاک طبیعی ممکن است خیلی شل باشد و نشست الاستیک زیادی از خود نشان دهد. در چنین حالتی لازم است قبل از بارگذاری، خاک متراکم گردد تا وزن مخصوص و در نتیجه مقاومت برشی آن افزایش یابد. گاهی مواقع در اعماق کم، به لایه‌های نرم و اشباع رس برخورد می‌شود. بر حسب بار وارده و ضخامت لایه رسی، ممکن است نشست‌های قابل توجهی در سازه به وجود آید. به منظور جلوگیری از آن، تکنیک‌های خاصی برای بهبود وضعیت خاک به کار گرفته شود.

بهبود خصوصیات خاک‌ها در وضعیت درجا، با استفاده از مواد افزودنی را تثبیت گویند. مواد افزودنی برای تثبیت خاک‌ها، به خصوص خاک‌های ریزدانه، مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمول‌ترین این مواد افزودنی، آهک (lime)، مخلوط آهک و خاکستر بادی (lime-fly ash) و سیمان (cement) می‌باشد. مهمترین اهداف تثبیت خاک عبارت است از (الف) اصلاح خاک (ب) تسریع در عملیات (ج) بهبود در مقاومت و پایداری خاک.

از گذشته ساخت راه در مناطق باتلاقی و زمین‌های سست با مشکل مواجه بوده است. با توجه به مشکلات اجرایی، اقتصادی و فنی ساخت و ساز در چنین زمین‌هایی، ارائه راهکاری مناسب جهت تسهیل راهسازی در چنین زمین‌هایی بسیار ضروری بوده و از هدر رفتن سرمایه‌ها جلوگیری می‌کند [1]. هدف از این تحقیق مروری اجمالی بر روش‌های مرسوم در ایران برای تثبیت خاک و مقایسه نتایج تحقیق‌های صورت گرفته است. با توجه به اینکه در ایران کمتر از خاکستر بادی استفاده می‌شود بنابراین در ادامه واکنش‌های خاک با سیمان و آهک مورد بررسی قرار می‌گیرد:

1-1. واکنش آهک با خاک: