



## اثر تغییرات دوره عمل آوری و درصد اختلاط بر مقاومت برشی خاکهای رس (CH) - مخلوط آهک و خاکستر پوسته برنج (LRHA)

مهدی سیاوش نیا<sup>1</sup>، امیر نجفی زاده<sup>2</sup>

- 1- عضو هیئت علمی دانشکده فنی مهندسی، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
- 2- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- مکانیک خاک و پی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

آدرس پست الکترونیکی: [amir\\_najafizadeh@yahoo.com](mailto:amir_najafizadeh@yahoo.com)

### خلاصه

با توجه به درصد بالای سیلیس موجود، ارزیابی و در دسترس بودن خاکستر پوسته برنج، می‌توان از آن در ترکیب با آهک برای تثبیت شیمیایی خاکهای مسئله‌دار نظیر رس با خمیری بالا (CH)، استفاده نمود. در این تحقیق اثر تغییرات درصد اختلاط آهک - خاکستر پوسته برنج (7%، 10% و 13%) و زمان عمل آوری (7 و 28 روز) بر روی مقاومت برشی و تغییرات جابجایی قائم و افقی نمونه خاک، طی انجام آزمایش برش مستقیم بزرگ مقیاس (30\*30) بررسی شد. نتایج نشان داد افزایش زمان عمل آوری و درصد اختلاط، باعث افزایش تنش برشی حداکثر، چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی و کاهش جابجایی قائم نمونه خاک می‌شود.

کلمات کلیدی: تثبیت خاک، مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج، خاک رس با خمیری زیاد، مقاومت برشی

### 1. مقدمه

خاکهای رسی از نقطه نظر ظرفیت باربری، نشست، تورم و... همواره جزء خاکهای مسئله‌دار محسوب می‌شوند. در عین حال خاکهای رسی به سهولت کوبیده و متراکم می‌شوند و براحتمی می‌توان آنها را جا به جا کرد. لذا با توجه به وجود چنین خاکهایی در اکثر نقاط کشورمان، در نظر گرفتن تمهیدات مناسب به مانند تثبیت خاک رس و یا بهسازی آن می‌تواند کمک شایانی به استفاده از این خاکها در پروژه های مهندسی به ویژه امر راهسازی نماید. برای تثبیت و بهسازی خاکهای رسی معمولاً از آهک استفاده می‌شود. آهک با کانی‌های رسی ترکیب شده و تشکیل سیلیکات و آلومینات کلسیم می‌دهد که سبب چسباندن دانه‌های خاک و سنگ به یکدیگر می‌شود [5]. ضمناً تثبیت با آهک برای خاکهایی مؤثر است که میزان کانیهای رسی موجود در آنها جهت انجام واکنشهای پوزولانی به اندازه کافی باشد، یعنی حداقل 10 درصد کانیهای رسی در آن موجود باشد [9].

تکنیک اصلاح خاک با آهک از زمانهای قدیم متداول بوده است. از سال 1945 اصلاح خاک با آهک شکفته در آمریکا رایج شد [12]. همچنین در ایران نیز تحقیقات زیادی انجام شد، به طور مثال وزارت راه و ترابری بر روی تثبیت خاک منطقه شلمچه با آهک پژوهشهایی انجام داده است [3]. در بعضی مناطق (مانند مازندران)، آهک به تنهایی قابلیت تثبیت ندارد یا واکنش خاک با آهک به کندی صورت می‌گیرد. همچنین استفاده از آهک به تنهایی هزینه بر است و در مناطق مرطوب به خوبی با خاک رس واکنش نمی‌دهد. جهت کاستن از میزان مصرف آهک و تسریع در واکنش پذیری آهک و خاک رس، می‌توان از مصالحی نظیر خاکستر پوسته برنج استفاده کرد که در مناطق شمال کشور به وفور یافت می‌شوند [2]. از جمله تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده است میتوان به پژوهش باقریان [2] اشاره کرد. باقریان توانست با اضافه کردن میکروسیلیس به خاک موردنظر خصوصیات فنی آن را بهبود بخشد. خاکستر پوسته برنج دارای سیلیس فراوان با سطح مخصوص بالاست که جهت فعال کردن واکنش خاک با آهک بسیار مناسب است. پوسته برنج در نواحی شمال ایران سالیانه به مقدار زیادی تولید می‌شود که برای خوراک دام مناسب نبوده و دفع کردن آن در محیط زیست مشکل آفرین است. در مورد استفاده از خاکستر پوسته برنج به عنوان یک ماده افزودنی قبلاً نیز تحقیقاتی انجام شده است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کویسینی و همکارانش در سال 1977 در خصوص واکنش خاکستر پوسته برنج و آهک [13]، پروفوسور کوک [11] و مهتا در سال 1992 [10] در مورد استفاده از خاکستر پوسته برنج در بتن تحقیقاتی انجام داده‌اند. آگوس ستیو و همکارانش در مورد اثر خاکستر پوسته برنج و آهک روی خواص