

OHN10106090746

## بررسی اثر سیمان بر روی خط حالت پایدار و نقاط تغییر فاز ماسه‌ی فیروزکوه

فرزاد کاویانی<sup>۱</sup>، امیرحسین اقبالی<sup>۲</sup>، محمود عاشق<sup>۳</sup>، کاظم فخاریان<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، *kaviani.farzad@aut.ac.ir*

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، *eghbali@iiiau.ac.ir*

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، *m.ashegh@aut.ac.ir*

۴- هیئت علمی، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، *kfakhari@aut.ac.ir*

*kaviani.farzad@aut.ac.ir*

### خلاصه

رفتار خاک ماسه‌ای فیروزکوه در دانسیته‌های مختلف و تحت تنش‌های تحکیمی مختلف مورد بررسی قرار گرفت و سپس با افزودن درصد‌های مختلف سیمان پرتلند تپ دو در یک دانسیته مشخص و پس از عملآوری، نمونه‌ها تحت بارگذاری سهمحوری فشاری در دو تنش همجانبه متفاوت قرار گرفت. پس از مقایسه مسیرهای تنش حاصل از نمونه‌های سیماته و بدون سیمان با یکدیگر مشاهده شد که در درصد‌های سیمان کم، نمونه‌ها به حالت پایدار میرسند. اما این امر برای نمونه‌های با درصد سیمانهای بالاتر محقق نشد. شیب خطوط تغییر فاز و حالت پایدار در فضای  $q-p'$  برای یک درصد ثابتی از سیمان افزوده، ثابت است. همچنین شیب خطوط تغییر فاز و حالت پایدار در فضای  $q-p'$  با افزایش درصد سیمان، افزایش یافت.

کلمات کلیدی: ماسه سیماته، خط حالت پایدار، خط تغییر فاز، آزمایش سهمحوری

### ۱. مقدمه

خاک‌های درشت‌دانه با گذشت زمان و بر اثر نهشته شدن کربنات‌ها، هیدروکسیدها و مواد آلی، عوامل محیطی نظیر انحلال و رسوب بعضی از مواد در نقاط تماس دانه‌ها، جوش خوردگی دانه‌ها بر اثر فشار زیاد، تبلور مجدد برخی از کانی‌ها بر اثر هوازدگی و وجود لایه‌ی آب جذب شده در اطراف دانه‌ها، ساختار پیدا کرده و بین ذرات پیوندهایی بوجود می‌آید [۱]. مهمترین عامل ظهور چسبندگی در خاک‌های درشت‌دانه، سیمانی شدن است. سیمانی شدن معمولاً بر اثر دو عامل ایجاد پوشش و پیوند سیمانی در اطراف و نقاط تماس دانه‌ها و دیگری با پر کردن فضاهای خالی و افزایش تراکم، به مقاومت خاک می‌افزاید. غالباً منظور از سیمانی شدن، ایجاد پوشش و پیوند سیمانی بین ذرات است [۲]. به دلیل افزایش مقاومت ناشی از سیمانی شدن، یکی از روش‌های مناسب در بهسازی خاک، استفاده از سیمانی کردن مصنوعی به منظور بهبود رفتار مقاومتی خاک است. نقطه‌ی تغییر فاز طبق تعریف به حالتی موقتی گفته می‌شود که رفتار خاک از حالت انقباضی به حالت اتساعی تبدیل می‌شود و این نقطه مستقل از آنست که آیا افت موقتی در تنش رخ می‌دهد یا نه [۳]. استقلال و واحد بودن خط حالت پایدار در نمونه‌های حاصل از روش‌های نمونه‌سازی مختلف خود جای بحث و اختلاف نظر است. [Oda<sup>۴</sup>] در سال ۱۹۷۲ به وضوح اثر این تغییر بافت را در حالت پایدار نشان داده است. اما [Ishihara<sup>۵</sup>] و [Been & Jefferies<sup>۶</sup>] نشان دادند که تغییر در نحوه نمونه‌سازی در آزمایشگاه تنها در کرنش‌های ابتدایی تاثیر داشته و در کرنش‌های بزرگ، خاک‌ها به خط حالت پایدار یکسانی می‌رسند. با توجه به آنکه برای خاک سیمانی شده نیز در کرنش‌های بزرگ پیوندهای سیمانی تشکیل شده گسسته خواهد شد، در نتیجه انتظار می‌رود همانند خاک پایه دارای خط حالت پایدار ثابتی باشد. در مورد نقاط تغییر فاز نیز همانند خط حالت پایدار بسیاری معتقدند که آماده‌سازی نمونه تاثیر در نسبت  $q/p'$  محل رخداد آن ندارد. حال با بررسی و مقایسه‌ی آزمایش‌های حاصل از خاک پایه با نمونه‌های ساخته شده به همراه میزان مشخصی از سیمان پرتلند، تاثیرات سیمانی شدن بر خط حالت پایدار و مکان هندسی نقطه‌ی تغییر فاز در صفحه  $q-p'$  بررسی شده است.