



بهبود خواص ژئوتکنیکی خاک تثبیت شده با سیمان با اضافه کردن شیشه خرد شده

احسان حق شناس^۱، مهیار عربانی^۲، علی قربانی^۳

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش خاک و پی، دانشکده فنی دانشگاه گیلان

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی دانشگاه گیلان

N

m_arbani@yahoo.com

خلاصه

در سال‌های اخیر، اضافه کردن برخی از مواد ضایعاتی به خاک برای تثبیت مورد توجه زیادی قرار گرفته است. اضافه کردن مواد ضایعاتی علاوه بر بهبود خصوصیات خاک می‌تواند از دو دیدگاه دفع مواد ضایعاتی و کاهش هزینه‌های اجرایی نیز مورد بررسی قرار گیرد. در سال‌های اخیر استفاده از شیشه خرد شده مورد توجه محققین بوده است. در این پژوهش تأثیر افزودن شیشه خرد شده ضایعاتی بر خواص ماسه تثبیت شده با سیمان، از طریق آزمایش‌های تراکم و C.B.R مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از شیشه خرد شده تأثیر مطلوب و قابل توجهی بر بهبود خصوصیات فیزیکی نمونه‌ها دارد.

کلمات کلیدی: تثبیت خاک با سیمان، شیشه خرد شده، شیشه ضایعاتی، تراکم استاندارد، C.B.R

۱. مقدمه

عموماً خاک موجود در سایت از دیدگاه مهندسی برای ساخت و ساز، ایده آل و کاملاً مطلوب نیست و باید با اعمال تغییراتی بر آن جهت فعالیت‌های عمرانی آماده شود. لذا دو راهکار متفاوت در مواجهه با خاک‌های نامناسب در مهندسی ژئوتکنیک، تغییر محل سایت و تغییر خصوصیات سایت است که به بهسازی و یا در مواردی همسازی موسوم است. بهسازی (یا گاه اصلاح) به مجموعه عملیاتی اطلاق می‌شود که به حذف برخی رفتارهای نامناسب خاک یا تحمیل رفتارهای مناسب به آن می‌انجامد. اصولاً اهداف عمده بهسازی عبارتند از افزایش مقاومت خاک، کاهش خصوصیات کلی تغییر شکل پذیری و حذف برخی رفتارهای نامناسب یا اضافه نمودن برخی رفتارهای مناسب به خاک. روش‌های متداول بهسازی خاک عبارتند از: متراکم کردن، اختلاط و جایگزینی خاک با مصالح دیگر. همه روش‌های یاد شده برای همه سایت‌های موجود مناسب نیستند و هر سایت با یک یا چند روش قابل بهسازی است. تثبیت خاک با سیمان عموماً اشاره به خاک-سیمان دارد. نخستین بار در سال ۱۹۱۷ میلادی Amies مخلوط خاک-سیمان را به عنوان یک اختراع در فیلادلفیای آمریکا به ثبت رساند. پس از وی در سال ۱۹۲۲ میلادی دپارتمان بزرگراه‌های ایالت داکوتای جنوبی و آیووا و متعاقب آن در سال ۱۹۳۲ میلادی اداره راه کارولینای جنوبی این مخلوط را در تثبیت مسیر جاده‌ها و احداث بزرگراه‌ها به کار گرفت [۱]. در طول سالهای ۱۹۴۰-۱۹۵۰ تحقیقاتی بر روی فاکتورهای موثر خاک بهبود یافته متراکم شده در بستر راه‌ها انجام گرفت [۲]. چهار فاکتور کنترل کننده بنیادی جهت طراحی و ساخت خاک-سیمان عبارتند از درصد رطوبت، شیوه و زمان عمل آمدن، تراکم و میزان سیمان. این فاکتورها قبل از ساخت بوسیله عملیات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های خاک طبق استانداردهای ASTM و AASHTO تعیین می‌شود. سیمنتاسیون به معنای عام آن سیمانی شدن و چسبیدن است و در مهندسی ژئوتکنیک به چسبیدن ذرات خاک به یکدیگر و ایجاد یک توده چسبنده و با مقاومت بیشتر است. سیمانی شدن مصنوعی عموماً در ارتباط با ماسه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است زیرا مصالح درشت تر مانند شن و ماسه‌های درشت دانه اصولاً نیازمند به بهسازی نیستند و اغلب خصوصیات ژئوتکنیکی مطلوبی دارند به همین منظور جهت بهسازی خاک با استفاده از سیمانی شدن مصنوعی آن، محققین بیشترین توجه را به ماسه‌ها و مصالح ریزدانه معطوف داشته‌اند [۳]. پس از اضافه شدن سیمان به خاک واکنش‌های مختلفی بین خاک و سیمان صورت می‌گیرد. مهمترین این واکنش‌ها واکنش جانیشینی یونهای مثبت و واکنش تجمع-تراکم است. در این دو واکنش بافت خاک با تجمع ذرات در کنار یکدیگر و به نوعی دانه بندی آن تغییر می‌کند و مقاومت آن افزایش می‌یابد. هرچه ذرات سیمان ریزتر باشند هیدراتاسیون بیشتر و برای مدت طولانی‌تر حتی تا سالیان دراز انجام می‌شود و این امر به افزایش مقاومت ترکیب سیمانی با زمان می‌گردد [۴]. برخی کاربردهای ترکیبات خاک-سیمان با خاک‌های تثبیت شده با سیمان عبارتند از: محافظت از