Archive of SID

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و سوم، شماره اول، ۱۳۹۵
http://jwfst.gau.ac.ir

بررسی پتانسیل تغییر حجم خاک جنگلی بهسازی شده با مواد پلیمری

فاطمه موسوی[۱]، *احسان عبدی[۲]، علی رئیسی استبرق[۳] و باریس مجنونیان[۴]

[۱]مربی گروه جنگداری، دانشگاه دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان، ایران، [۲]دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، [۳]استادیار گروه مهندسی آبادانی و آبیاری، دانشگاه تهران، کرج، ایران، [۴]استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۳/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰۷/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: رفتار تورمی برخی از خاک‌ها به‌دلیل مشخصات فنی نامطلوب، مشکلاتی در جاده‌های جنگلی ایجاد می‌کند. این رفتار اغلب در خاک‌هایی که مقدار زیادی ذرات ریزدانه مانند رس دارند، مشاهده می‌شود. تمایل به جذب آب در این ذرات و تغییر در رطوبت خاک، موجب می‌شود که رطوبت خاک در دامنه‌ای بین حد خمیری تا پایین‌تر از حد انقباض تغییر کند. تغییرات حجمی ناشی از تغییر درصد رطوبت خاک، باعث وارد آمدن خساراتی به جاده‌های جنگلی می‌شود. این امر نشان‌دهنده اهمیت مطالعه در جهت به‌کارگیری روش‌هایی به‌منظور بهبود خواص تورمی این‌گونه خاک‌ها می‌باشد. در این پژوهش تأثیر ماده تثبیت کننده یونی با نام تجاری CBRPLUS با توجه به درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده (۰/۰۰۹٦ درصد)، بر روی کنترل تورم خاک به‌عنوان مصالح جاده‌های جنگلی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: آزمایش تورم و فشار تورمی بر روی نمونه‌های خاک طبیعی (شاهد) و نمونه‌های تیمار شده با درصد پیشنهادی شرکت سازنده، که با استفاده از روش تراکم استاتیکی تهیه شده بودند، صورت گرفت. بدین منظور نمونه‌ها با رطوبت بهینه حاصل شده از آزمایش تراکم و به شیوه تراکم استاتیکی متراکم و سپس به دستگاه تحکیم منتقل شدند.

*مسئول مکاتبه: abdie@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج نشان داد قدرت تورمی خاک شاهد برابر ۱۷/۵ درصد و برای خاک تیمارشده با درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده برابر با ۱٦/۵ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده ۵/۷۱ درصد کاهش پتانسیل تورمی خاک بعد از افزودن ماده تثبیت کننده یونی می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد، فشار تورمی برای خاک شاهد برابر ۵۷۰kPa و برای خاک تیمارشده با درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده برابر با ۵۱۰kPa می‌باشد که نشان‌دهنده ۱۰/۵۲ درصد کاهش فشار تورمی خاک بعد از افزودن ماده تثبیت کننده یونی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: بنابراین افزودن ماده شیمیایی مذکور با درصد پیشنهادی، میزان تورم و فشار تورمی خاک را تا حدودی کاهش می‌دهد ولی این کاهش در حد ادعای شرکت سازنده نمی‌باشد. این ماده با نرخ کاربردی پیشنهاد شده تأثیری در بهبود کلاسه تورمی خاک موردنظر ندارد.

واژه‌های کلیدی: تثبیت کننده یونی، دستگاه تحکیم، رفتار تورمی، رطوبت بهینه

مقدمه

از آن‌جا که جاده جنگلی بر روی بستر طبیعی زمین ساخته می‌شود آگاهی از خصوصیات مکانیکی خاک و تعیین مشخصات فنی آن برای انجام کارهای ساختمانی و تنظیم پایداری امری ضروری است (۱۸). می‌توان گفت مطالعات مکانیک خاک در کاهش تخریب طبیعت نقش انکارناپذیری دارند. در بخش مطالعات مکانیکی خاک، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد تا با توجه به شناخت ویژگی‌های خاک، راه‌کارهای مناسب ارائه و تا حد امکان از صرف هزینه‌های اضافی خودداری گردد. بعضی از خاک‌ها در زمره خاک‌های مسئله‌دار[1] قرار می‌گیرند که خاک‌های ریزدانه از این دسته‌اند. خاک‌های ریزدانه به‌دلیل داشتن خصوصیات فنی نامطلوب، مشکلاتی را برای جاده‌سازی ایجاد می‌کنند. مسئله تورم رس‌ها، به‌عنوان یک مسئله جهانی همواره باعث خسارت به سازه‌های ساخته شده روی این خاک‌ها شده است (۵ و ۱٦). بنابراین باید به دنبال راه‌حلی برای بهبود ویژگی‌های این خاک‌ها قبل از احداث سازه روی آن‌ها بود. روش‌های بهسازی زمین مانند تثبیت توسط مواد افزودنی شیمیایی، پیش مرطوب کردن، کنترل تراکم و بارگذاری سطحی از روش‌های

1- Problem soils

www.SID.ir

Archive of SID

عمومی برای حل مسئله تورم خاک‌ها می‌باشد (١٦). تورم در خاک به معنی تغییر حجم خاک بر اثر افزایش میزان رطوبت است. خاک‌های متورم شونده خاک‌هایی هستند که دارای کانی‌های رسی مانند مونت موریلونیت بوده و شرایط لازم را برای متورم شدن دارند (١٦). تورم، خاصیت ذاتی ذراتی است که می‌توانند مقدار قابل توجهی آب را در خود ذخیره کنند. این خاک‌ها به‌دلیل وجود کانی‌های رسی با جذب آب و تبادل یونی متورم شده و باعث ایجاد خسارت به جاده‌ها می‌شوند. در رابطه با تأثیر مواد افزودنی مختلف بر کنترل تورم خاک پژوهش‌های گسترده‌ای در جهان صورت گرفته است. پژوهشگرانی همچون بل (١٩٩٦) و ال راواس و همکاران (٢٠٠٥) به‌این نتیجه رسیدند که آهک موجب افزایش رطوبت بهینه، حد انقباض و مقاومت خاک شده و از طرفی کاهش حد روانی، حداکثر وزن مخصوص خشک، خواص خمیری خاک و پتانسیل تورم را در پی خواهد داشت، ضمن این‌که درصد بهینه آهک اضافه شده به خاک بین ٢ تا ٨ درصد توسط آنان گزارش شد (٤ و ٦). کرافت (١٩٦٨) اضافه نمودن ١٠ درصد وزنی سیمان را روشی مناسب جهت تثبیت خاک ارزیابی کرد (١٠). پژوهشگرانی از قبیل نل بن توقلو (٢٠٠٤)، ترنر (١٩٩٧)، کلیاس و همکاران (٢٠٠٥)، سزار و همکاران (٢٠٠٦) و سنول و همکاران (٢٠٠٦) به‌این نتیجه رسیدند که افزودن خاکستر بادی تا سقف ٢٠ درصد وزنی به خاک می‌تواند در جهت تثبیت تورم‌زایی آن مؤثر واقع شد (١٩ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٧). محققین بسیاری از قبیل سریدهاران و الم (١٩٨٢)، دیف و بلی مل (١٩٩١) و جانی و همکاران (٢٠٠٧)، به بررسی اثر چرخه‌های متوالی تر و خشک شدن بر پتانسیل تورم پرداختند و به‌این نتیجه رسیدند که چرخه‌های متوالی تر و خشک شدن سبب کاهش پتانسیل تورم خواهد شد. در مقایسه تحقیقات بسیار محدودی در رابطه با کاربرد مواد پلیمری وجود دارد (١١ و ١٦ و ٢٦). ابادجیوا (٢٠٠٦) دو نوع خاک را با ماده CBR PLUS تیمار و آزمایش‌های حدود آتربرگ، تراکم و CBR را بر روی نمونه‌های تیمار شده و بدون تیمار انجام داد و به‌این نتیجه رسید که ماده CBR PLUS می‌تواند هزینه ساخت و نگهداری جاده را کاهش دهد و جاده در فصل باران و گرد و غبار می‌تواند بدون مشکل مورد استفاده قرار گیرد (١). پژوهشگرانی همچون کاواک و همکاران (٢٠١٠) به مطالعه بهبود ویژگی‌های خاک جاده، با استفاده از نوعی پلیمر تحقیقی، پرداختند. نتایج آزمایش CBR، بهبود مقدار CBR را در خاک تیمار شده با پلیمر نشان داد (٢٠). شرساوکار و همکاران (٢٠١٠) پژوهشی در رابطه با تثبیت جاده با استفاده از یک نوع پلیمر طبیعی در کشور هند انجام دادند که نتایج نشان داد که این ماده، باعث افزایش CBR و مقاومت خاک و همچنین کاهش رطوبت بهینه و شاخص خمیری

www.SID.ir

Archive of SID

خاک می‌شود (۲۵). استبرق و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر افزودن دو نوع ماده پلیمری اکریلیک رزین بر افزایش مقاومت مخلوط خاک- سیمان را مورد بررسی قرار دادند (۱۲). نتایج این تحقیق نشان داد که این مواد باعث افزایش میزان مقاومت مخلوط خاک- سیمان می‌شوند. از طرفی در طول دو دهه اخیر نیز، پژوهشگرانی از قبیل اینیانگ و همکاران (۲۰۰۷)، براندون و همکاران (۲۰۰۹)، شرساوکار و همکاران (۲۰۱۰) و فایسال (۲۰۱۲) به بررسی کاربرد پلیمرها به‌منظور کاهش تورم خاک پرداختند (۷ و ۱۳ و ۱۷ و ۲۵). از معدود تحقیقاتی که در زمینه تثبیت خاک در جاده‌های جنگلی در ایران صورت گرفته می‌توان به پژوهش مجنونیان و صادقی (۲۰۰۵) اشاره کرد که اقدام به تعیین درصد بهینه آهک برای تثبیت و اصلاح خاک جاده‌های جنگلی در سری نم‌خانه نمودند که نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که خاک‌های CH_L، CH، ML، CH_H به‌ترتیب در درصدهای ۷، ۷، ۳ و ۱۰ درصد به بیش‌ترین مقاومت خود می‌رسند (۲۱). با توجه به مطالب ذکر شده در این پژوهش اثر ماده تثبیت کننده یونی با نام تجاری CBRPLUS با توجه به درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده بر کنترل تورم خاک جنگلی در مسیر جاده بخش نم خانه جنگل خیرود بررسی شده است. شایان ذکر است که این پژوهش اولین پژوهش در این زمینه بر روی جاده‌جنگلی می‌باشد. با توجه به ریز دانه بودن و درصد رس بالای خاک منطقه اثرات مخرب ناشی از تورم در این خاک‌ها مشهود بوده که به‌کارگیری روش‌هایی از این قبیل به‌منظور بهبود خواص تورمی این‌گونه خاک‌ها ضرورت پیدا می‌کند.

مواد و روش‌ها

خاک مورد استفاده در این پژوهش، نمونه‌ای از خاک حاشیه جاده فرعی جنگلی واقع در سری نم‌خانه جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در نوشهر می‌باشد. این خاک براساس استاندارد یونیفاید، رس با خاصیت خمیری بالا (CH) با حد روانی ۸۹/۱۶ درصد، حد خمیری ۳۵ درصد، شاخص خمیری ۵۲/۱۶ درصد و شامل ۸۵ درصد رس و ۱۵ درصد لای می‌باشد. ماده پلیمری مورد استفاده در این پژوهش به‌صورت مایع، به رنگ قهوه‌ای تیره مایل به قرمز، بدون بو و مزه که از مواد نفتی چسبناکی ساخته شده و دارای چسبندگی بالا می‌باشد. طبق ادعاهای سازندگان این ماده، CBRPLUS در مقایسه با سایر مواد مشابه دارای قابلیت نفوذپذیری بالا و ویژگی عمل آوری سریع می‌باشد (۱).

مشخصات ماده پلیمری (CBRPLUS) مورد استفاده در جدول (۱) نشان داده شده است (۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات ماده CBRPLUS.

Table 1. CBRPLUS matter charactristics.

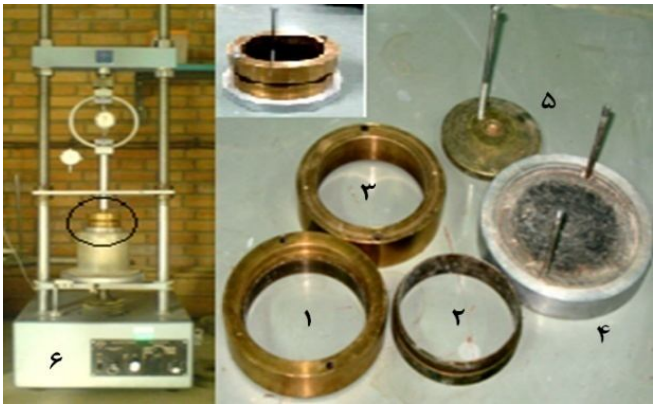
pH	وزن مخصوص Specific Gravity ($gr\ cm^{-3}$)	وزن مولکولی (mol) Molecular Weigh	نام شیمیایی Chemical Name	فرمول شیمیایی Chemical Formula
3.1	1.05	340	Sulphonic Acid Derivatives	R^{1}-SO3H

تهیه نمونه‌ها: انجام این آزمایش روی نمونه‌های تهیه شده از روش تراکم استاتیکی که دارای γ_{dmax} (وزن مخصوص خشک بیشینه خاک) و ω_{opt} (رطوبت بهینه) بودند، بر روی خاک طبیعی و نمونه‌های تیمار شده با درصد پیشنهادی ماده CBRPLUS توسط شرکت سازنده (۰/۰۰۹۶ درصد) صورت گرفت. جهت این کار نمونه‌ها با رطوبت موردنظر تهیه و نمونه‌های خاک به شیوه تراکم استاتیکی متراکم شدند. به‌این ترتیب که وزن خاک به سه قسمت تقسیم و هر قسمت تحت نیروی مشخصی با سرعت بارگذاری ۱/۵ میلی‌متر در دقیقه با استفاده از دستگاه تک محوری متراکم شد. مقدار نیرویی که برای متراکم ساختن نمونه‌ها برای رسیدن به وزن واحد حجم خشک انتخابی روی منحنی تراکم استاندارد لازم بود به شیوه سعی و خطا به‌دست آمد (۱۲). بدین ترتیب که مخلوطی از خاک با شرایط رطوبتی موردنظر در سه لایه تحت یک نیروی خاص متراکم و در پایان عمل تراکم پس از استخراج رینگ میانی قالب تراکم که در ادامه اجزای آن تشریح شده است، وزن واحد حجم خشک آن تعیین و در صورت مغایرت با وزن واحد حجم خشک انتخابی روی منحنی تراکم، سعی مجدد با نیروی متفاوت صورت گرفت تا در پایان نیروی موردنیاز برای تهیه نمونه‌ها به‌دست آمد و مطابق با همان نیرو، نمونه‌ها ساخته شدند. برای متراکم ساختن نمونه‌ها از قالب ساخته شده برای این آزمایش استفاده شد. این قالب از سه قسمت مجزا تشکیل شده و در قسمت میانی آن رینگی قرار می‌گیرد که دارای ابعاد یکسان با رینگ دستگاه تحکیم (قطر ۷/۵ و ارتفاع ۲ سانتی‌متر) می‌باشد. قسمت‌های بالایی و زیری این قالب از جنس برنز بوده و رینگ نمونه‌گیری بین این دو قرار می‌گیرد، این سه رینگ روی یک پایه از جنس آلومینیوم قرار گرفته و توسط دو میله که به صفحه آلومینیومی متصلند روی آن نصب می‌شوند. همچنین همراه این مجموعه از یک صفحه بارگذاری دارای ابعاد مناسب برای ساخت نمونه‌های آزمایش استفاده شد (شکل ۱).

1- Hydrocarbon

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- قالب تراکم مورد استفاده برای تهیه نمونه‌ها به روش تراکم استاتیکی. ۱- رینگ تحتانی ۲- رینگ میانی ۳- رینگ فوقانی ٤- پایه آلومینیومی ٥- صفحه بارگذاری ٦- دستگاه تک محوری.

Figure 1. Compaction core used for statistic compaction method sampling. 1- Beneath ring, 2- Central ring, 3- Upper ring, 4- Aluminium base, 5- Upload plate and 6- Single-axle instrument.

آزمایش تورم آزاد و تعیین فشار تورمی نمونه‌ها: جهت تعیین پتانسیل تغییر حجم، نمونه‌های متراکم شده به دستگاه‌های تحکیم منتقل شدند. به‌منظور جایگذاری نمونه‌ها در دستگاه تحکیم ابتدا سنگ متخلخل زیری و رینگ حاوی نمونه به‌ترتیب در دستگاه قرار گرفتند سپس درپوش بیرونی روی رینگ نمونه قرار داده و توسط سه پیچ در جای خود تثبیت شد پس از آن سنگ متخلخل بالایی و صفحه بارگذاری روی نمونه قرار داده شدند و گیج روی صفحه بارگذاری مستقر شد و عدد آن روی صفر تنظیم شد. لازم به ذکر است که پیش از این مرحله سنگ‌های متخلخل بالایی و پایینی جهت رسیدن به حالت اشباع در آب قرار داده شده بودند. به‌منظور تعیین پتانسیل تورم‌پذیری همزمان با ریختن آب در محفظه دستگاه در فواصل زمانی مشخص تغییر شکل محوری آن توسط گیج ثبت شد. پس از رسیدن نمونه‌ها به حداکثر تورم و ثابت شدن عدد گیج تغییر شکل، اقدام به تعیین فشار تورمی نمونه‌ها شد. فشار تورمی خاک مقدار نیرویی است که به‌منظور به صفر رساندن تغییر شکل ناشی از تورم یک خاک متورم شونده لازم است. به‌منظور اندازه‌گیری این فشار، سربار لازم جهت رساندن ارتفاع نمونه به مقدار اولیه از طریق گذاشتن وزنه‌هایی بر اهرم دستگاه تحکیم اندازه‌گیری و با توجه با سطح مقطع نمونه خاک، مقدار فشار تورم مطابق رابطه (۱) به‌دست آمد (۲).

$$S_F = \frac{F}{A}$$

رابطه (۱)

www.SID.ir

Archive of SID

که در رابطه فوق S_P فشار تورمی و F میزان نیروی مورد نیاز جهت رساندن ارتفاع نمونه به مقدار اولیه و A سطح مقطع نمونه می‌باشد. در شکل (۲) دستگاه تحکیم مورد استفاده برای آزمایش تورم (الف) و فشار تورمی (ب) نشان داده شده است.

شکل ۲- دستگاه تحکیم مورد استفاده برای آزمایش تورم (الف) و فشار تورمی (ب).

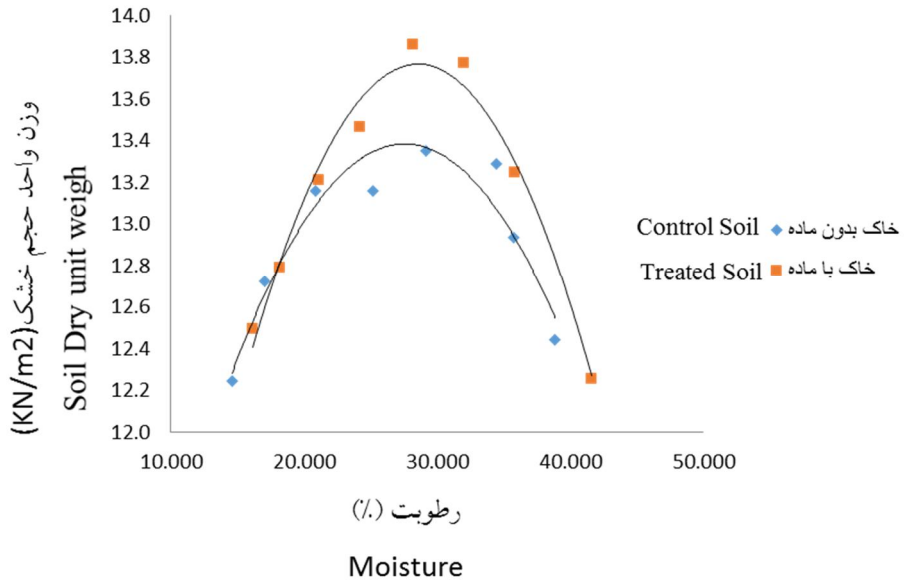
Figure 2. Used odometer cell for (A) Swelling and (B) Swelling pressure test.

نتایج و بحث

اثر ماده تثبیت‌کننده بر مشخصات تراکمی خاک: نتایج آزمایش تراکم انجام شده بر روی خاک تیمار شده و مقایسه آن با نمونه شاهد در یک انرژی تراکمی ثابت در شکل (۳) ارائه شده است. آزمایش تراکم با استفاده از چکش استاندارد ۲/۴۹ کیلوگرمی انجام شد. در این آزمایش به‌منظور به‌دست آوردن حداکثر تراکم خاک و رطوبت بهینه آن، با توجه به نوع خاک، خاک در سه لایه با ۳۵ ضربه کوبیده شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود وزن مخصوص خشک بیشینه، قبل از تیمار خاک با ماده در خاک شاهد برابر با ۱۳/۲۹ $KN\ m^{-3}$ و رطوبت بهینه خاک برابر با ۲۸ درصد می‌باشد و وزن مخصوص خشک بیشینه و رطوبت بهینه در خاک تیمار شده به‌ترتیب برابر با ۱۳/۵۰ $KN\ m^{-3}$ و ۲۷ درصد می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که اصلاح خاک جنگلی مورد آزمایش با این ماده شیمیایی باعث افزایش ۱/۵ درصد وزن مخصوص خشک بیشینه و کاهش ۳/۵۷ درصد رطوبت بهینه خاک می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID



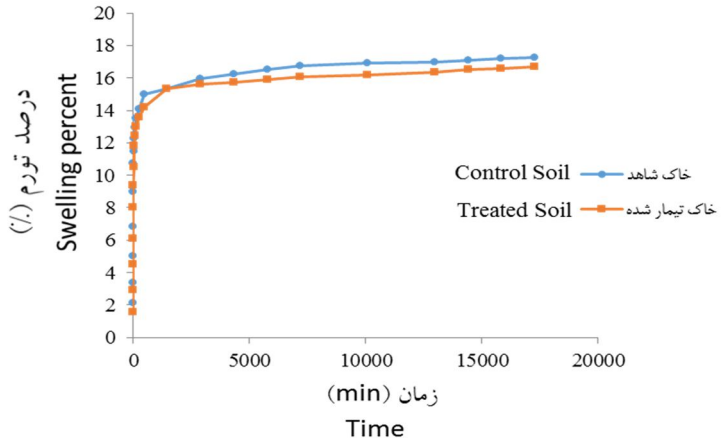
شکل ۳- نتایج آزمایش تراکم.

Figure 3. Result of compaction test.

اثر ماده تثبیت‌کننده بر پتانسیل تورمی خاک: آزمایشات تورم آزاد بر روی نمونه خاک شاهد و نمونه خاک تیمارشده با ۰/۰۰۹٦ درصد وزنی ماده تثبیت کننده یونی انجام شد که نمودار تورم آزاد در شکل (٤) مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در شکل ملاحظه می‌گردد، قدرت تورمی خاک شاهد برابر ۱۷/۵ درصد و برای خاک تیمارشده با درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده (۰/۰۰۹٦ درصد) برابر با ۱٦/۵ درصد می‌باشد. که نشان‌دهنده ۵/۷۱ درصد کاهش پتانسیل تورمی خاک بعد از افزودن ماده تثبیت کننده یونی می‌باشد.

www.SID.ir

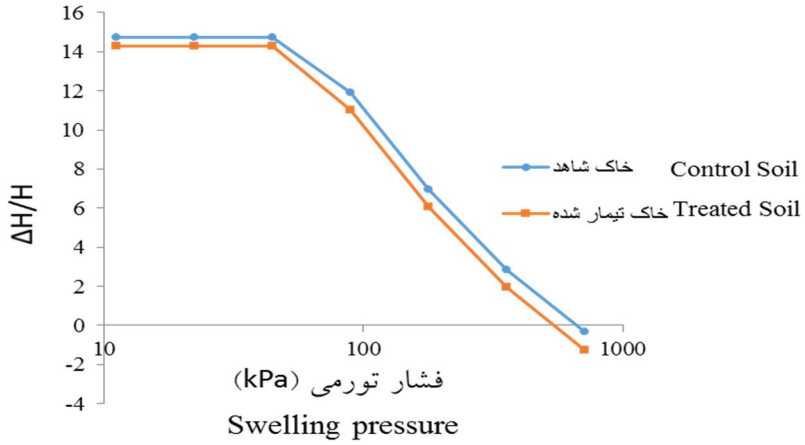
Archive of SID



شکل ٤- نمودار حاصل از آزمایش تورم خاک تیمار شده و شاهد.

Figure 4. Swelling potential test plot of treated and control soil.

اثر ماده تثبیت‌کننده بر فشار تورمی: آزمایش فشار تورمی بر روی نمونه خاک شاهد و نمونه خاک تیمارشده با ۰/۰۰۹٦ درصد ماده تثبیت کننده یونی انجام شد که نمودار حاصل در شکل (۵) مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در شکل (۵) ملاحظه می‌گردد، فشار تورمی خاک شاهد برابر ۵۷۰kPa و برای خاک تیمارشده با درصد پیشنهاد شده شرکت سازنده (۰/۰۰۹٦ درصد) برابر با ۵۱۰kPa می‌باشد. که نشان‌دهنده ۱۰/۵۲ درصد کاهش فشار تورمی خاک بعد از افزودن ماده تثبیت کننده یونی می‌باشد.



شکل ۵- نمودار حاصل از آزمایش فشار تورمی خاک تیمار شده و شاهد.

Figure 5. Swelling pressure test plot of treated and control soil.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار و نوع کانی‌های رسی، خصوصیات خمیری و وزن مخصوص خاک عواملی هستند که بر میزان تورم اثر می‌گذارند. منشا تورم به نوع کانی‌های رسی و کاتیون‌های موجود در لایه دو گانه آن‌ها مربوط می‌شود. برای مثال هر چه Na^{+} در آب منفذی بیشتر باشد، پتانسیل تورم بیشتر خواهد بود. در میان کانی‌های رسی، مونت موریلونیت، ایلیت و کائولینیت به‌ترتیب دارای سطح ویژه و پتانسیل تورم‌پذیری زیاد به کم هستند. وزن مخصوص حقیقی خاک مورد استفاده در این پژوهش به‌روش پیکنومتر برابر ۲/۸۵ $gr\ cm^{-3}$ می‌باشد و مطابق طبقه‌بندی یونیفاید از نوع CH (رس با حد روانی بالا) می‌باشد و کانی‌های تشکیل دهنده آن با توجه به حد روانی (LL=۸۹/۱٦) احتمالاً از نوع مونت‌موریونیت و ایلیت می‌باشد. بنابراین دارای سطح ویژه و پتانسیل تورم‌پذیری بالایی می‌باشد.

کارتر و بنلی (۱۹۹۱) رابطه‌ای بین شاخص خمیری و میزان تورم را بیان کردند که در جدول (۲) مشاهده می‌شود. طبق این رابطه هر چه شاخص خمیری بیشتر باشد، میزان تورم افزایش می‌یابد (۸). با توجه به این‌که خاک مورد استفاده در این پژوهش دارای شاخص خمیری ٥٤/١٦ درصد می‌باشد بنابراین دارای قابلیت تورم بسیار بالایی است.

جدول ۲- تأثیر دامنه خمیری بر قابلیت تورم خاک‌ها (۸).

Table 2. Effects of plastic index on swelling potential of soils.

شاخص خمیری (درصد) Plastic index	میزان تورم (درصد) Swelling potential
0-15	پایین (0-15)
15-25	متوسط (5-1.5)
25-46	بالا (25-5)
>46	بسیار زیاد (25<)

در این پژوهش آزمایش‌های تورم و فشار تورمی بر روی نمونه‌های خاک تیمار شده با درصد پیشنهاد شده توسط سازنده ماده (۰/۰۰۹٦ درصد وزنی) و نمونه‌های خاک تیمار نشده (شاهد) انجام گرفت. با توجه به شکل‌های (٥) و (٦)، مشاهده می‌شود افزودن تثبیت‌کننده یونی CBRPLUS باعث کاهش درصد تورم خاک و همچنین فشار تورمی خاک می‌شود که با نتایج اینیانگ و همکاران (۲۰۰۷)، براندون و همکاران (۲۰۰۹)، شرساوکار و همکاران (۲۰۱۰) و فایسال (۲۰۱۲) مطابقت دارد. آب جذبی یا مضاعف عمده‌ترین عامل تورم و یا انقباض می‌باشد. به‌خصوص در مورد رس‌ها که

www.SID.ir

Archive of SID

قابلیت جذب آب بالایی دارند (١٤). این خاصیت بر عملکرد خاک تأثیر منفی خواهد داشت. لذا بهترین روش برای از بین بردن اثر نامطلوب تورم کاهش ضخامت این لایه آب از طریق جانشینی یونی می‌باشد. ماده CBRPLUS به‌علت دارا بودن خاصیت یونی خود موجب کاهش ضخامت لایه آب جذبی، نزدیک شدن ذرات خاک به‌هم و کاهش پتانسیل تورم خاک می‌گردد. اصلاح خاک‌های رسی با این ماده سبب می‌شود که قابلیت تورم این خاک‌ها کم شود. علت این امر کاهش میل به جذب آب، توسط دانه‌های رس پس از انجام واکنش‌های تبادل یونی و کاهش دامنه خمیری آن‌هاست.

نتیجه‌گیری کلی

طبق آزمایش‌های انجام گرفته شاخص خمیری خاک شاهد برابر با ٥٤/١٦ درصد می‌باشد که طبق تقسیم‌بندی کارتر و بنلی (١٩٩١) خاک موردنظر دارای میزان تورم بسیار بالایی است و بعد از افزودن این ماده طبق درصد پیشنهاد شده شاخص خمیری خاک تیمار شده، برابر با ٥١/٥٦ درصد می‌باشد و باز هم خاک مذکور در همان کلاسه قرار می‌گیرد. بنابراین با وجود این‌که این ماده باعث اندکی کاهش در میزان تورم و فشار تورمی خاک مورد آزمایش می‌شود اما کاهش تورم در حد انتظار و حد ادعایی شرکت سازنده نبود. نتایج نشان می‌دهد که خاک موردنظر چه قبل از تثبیت و چه بعد از تثبیت در کلاسه خاک با تورم بسیار بالا قرار می‌گیرد. بنابراین این ماده با نرخ کاربردی پیشنهاد شده تأثیری در بهبود کلاسه تورم خاک موردنظر نداشته است. لذا برای نائل شدن به نتیجه‌گیری کلی پیشنهاد می‌شود آزمایشاتی با درصدهای بالاتر این ماده صورت گیرد که البته در این صورت جنبه اقتصادی نیز باید در نظر گرفته شود.

منابع

1.Abadjieva, T. 2006. Chemical stabilization for low cost roads in BOTSWANA. First road transportation technology transfer conference in Africa, Tanzania, 364-369.
2.Aflaki, E. 2008. Soil Mechanics Laboratory. Elm and Sanaat Press, 208p. (In Persian)
3.Al-Akhras, N.M., Attom, M.F., Al-Akhras K.M., and Malkawi, A.I.H. 2008. Influence of fibers on swelling properties of clayey soil. Geosynthetics International, 15: 4.304-309.
4.Al-Rawas, A.A., Hago, A.W., and Al-armi, H. 2005. Effect of lime, cement and saroj on the swelling potential of an expansive soil from Oman. Building Environ, 40: 1. 681-687.
5.Askari, F., and Fakher, A. 1993. Swelling and divergence of soils from the geotectonics. Jahad daneshgahi university of Tehran. 245p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

6.Bell, F.G. 1996. Lime Stabilization of Clay Minerals and Soils. Engineering Geology, 42: 1.23-37.
7.Brandon, T.L., Brown, J.J., Daniels, W.L., DeFazio, T.L., Filz, G.M., Mitchell, J.K., Musselman, J., and Forsha, C. 2009. Rapid Stabilization/Polymerization of Wet Clay Soils. Air Force Research Laboratory. Tyndall AFB FL. 195p.
8.Carter, M., and Bentley, S.P. 1991. Correlations of Soil Properties. London. Pentech Press Publishers. London, 130p.
9.CON-AID (Pty). 1998. Consumer guidelines for the CON-AID Super. CBR PLUS and CBR classis for the construction of roads. Florida. RSA.
10.Croft, J.B. 1968. The structures of soils stabilized with cementitious agents. Engineering Geology 2: 2.63-80.
11.Dif, A.E., and Bluemel, W.F. 1991. Expansive soil under cyclic drying and wetting Geotech Testing. Geotechnical Testing Journal, 14: 1.96-102.
12.Estabragh, A.R., Beytolahpour, I., and Javadi, A.A. 2011. Effect Resin on the Strength of Soil-Cement Mixture. American Society of Civil Engineering, 23: 7.669-679.
13.Estabragh, A.R., Moghadas, M., and Javadi, A.A. 2014. Mechanical behaviour of an expansive clay mixture during cycles of wetting and drying inundated with different quality of water. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 19: 3.278-289.
14.Faisal, A. 2012. Stabilization of residual soil using liquid chemical, Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 17: 1.115-126.
15.Farzane, O., and Mosadegh, A. 2011. Laboratory investigation and technical and economical comparing of Kerman-Zangi Abad road bed soil stabilization by using of 4 stabilizer matter, ZAM II, ZAM, RRP. Journal of Civil and Surveying Engineering, 45: 1.23-34. (In Persian)
16.Guney, Y., Sari, D., Cetin, M., and Tuncan, M. 2007. Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil. Journal of Building and Environmen, 42: 2.681–688.
17.Inyang, H., Bae, S., Mbamalu, G., and Park, S. 2007. Aqueous polymer effects on volumetric swelling of na-montmorillonite. Journal of Materials in Civil Engineering, 19: 1.84–90.
18.Jamshidy, A., Majnounian, B., Zahedi Amiri, Gh., and Hoseini, S.A. 2009. Forest soil classification to reduce costs of mechanical capability study for roadway and transportation (Case study: Agh- Mashhad Forest). Journal of the Iranian Natural Resorce, 61.4: 877-888.
19.Kolias, S., Kasselouri-Rigopoulou, V., and Karahalios, A. 2005. Stabilization of clayey soils with high calcium fly ash and cement. Journal of Cement and Concrete Composites, 27: 1.301-313.
20.Kavak, A., Bilgen, G., and Mutman1, U. 2010. In-situ modification of a road material using a special polymer. Scientific Research and Essays, 5: 7.2547-2555.
21.Majnounian, B., and Sadeghi, B. 2005. Determination of Optimum Lime Percent Content for Forest Road Soils Stabilization and Treatment in Namkhaneh District

www.SID.ir

Archive of SID

of Kheiroodkenar Research Forest. Journal of Iranian Natural Res, 57: 4.663-673. (In Persian)
22. Nalbantoglu, Z. 2004. Effectiveness of class C fly ash as an expansive soil stabilizer. Constr Build Mater, 18: 2.377-381.
23. Senol, A., Edil, T.B., Bin-Shafique, M.S., and Acosta, H.A. 2006. Benson CH. Soft subgrades stabilization by using various fly ashes. Resources. Conservation and Recycling, 46: 4.365-376.
24. Sezer, A., Inan, G., Yilmaz, H.R., and Ramyar, K. 2006. Utilization of a very high lime fly ash for improvement of Izmir clay. Building and environment, 41: 1.150-155.
25. Shirsavkar, S.S., and Koranne, S. 2010. Innovation in road construction using natural polyme. The Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 15: 2.1614-1624.
26. Sridharan, A., and Allam, M.M. 1982. Volume change behavior of desiccated soils. Journal of the Geotech Div proc ASCE, 108: 2.1057- 1071.
27. Turner, J. 1997. Evaluation of western coal fly ashes for stabilization of low-volume roads. In: Testing soil mixed with waste or recycled materials. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken. STP, 12: 1.157–165.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (1), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Assessing the effect of polymeric materials in improving the potential of forest soil volume change

F. Musavi[1], *E. Abdi[2], R. Estabragh[3] and B. Majnunian[4]
[1]Instructor, Dept., of Forestry, Behbahan Khatam Alanbla University of Technology, Behbahan, Iran, [2]Associate Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, [3]Assistant Prof., Irrigation and Reclamation Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran, [4]Professor, Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Received: 06/12/2013 ; Accepted: 10/02/2015

Abstract

Background and objectives: Undesirable mechanical properties of soil such as swelling that causes many problems to forest roads often observe in soils with high clay content. Soil volumetric changes that are the result of changes in soil moisture content causes high damages to forest roads. This shows the importance of investigation about applying techniques to improve the swelling properties of these soils. Therefore, in this study, the effect of an ionic stabilization material (CBRPLUS) on controlling the swelling behavior of soil as the forest road material was investigated. Swelling and swelling pressure tests were performed on natural soil samples (control samples) and samples that treated with company proposed percentage (0/0096%).

Materials and methods: In order to test swelling potential and swelling pressures, samples were prepared with optimum moisture determined by compaction test and were compressed by static compaction method and then moved to consolidate apparatus.

Results: The swelling potential for control and treated samples with company proposed percentage (0/0096%) were 17.5% and 16.5% respectively, which shows 5.71% reduction in swelling potential. Also, the swelling pressure for control and treated samples with company proposed percentage (0/0096%) were 570 and 510 kPa respectively, which shows 10.52% reduction in swelling potential by adding the ion stabilizer.

Conclusion: Therefore, adding the proposed dose of this substance could reduce swelling and swelling pressures of soil. But, that the amount of swelling and swelling pressure reduction was not as high as claimed by producing company. Therefore, this matter with proposed dose has no significant effect on improvement of soil swelling properties.

Keywords: Consolidate, Ion Stabilizer, Optimum Water, Swelling Behavior

*Corresponding author: abdie@ut.ac.ir

www.SID.ir