Archive of SID

بررسی تاثیر ژئوتکستایل بر بهسازی توانایی باربری خاک‌های مخلوط رس- شن (محدوده مورد مطالعه: باراندوز)

سمانه قاسم‌وش اخیر [۱] و روزبه دبیری [*۲]

۱- گروه زمین‌شناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
۲- گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

نویسنده مسئول: rouzbeh_dabiri@iaut.ac.ir *

دریافت: ۹۶/۱/۱۰ پذیرش: ۹۶/۹/۷

چکیده

تثبیت خاک روشی است که در روسازی راه به منظور بهبود کیفیت مصالح بکار می‌رود تا مصالحی با مشخصات مناسب برای به کار بردن در لایه‌های روسازی بدست آید. از نظر ژئوتکنیک زیست‌محیطی نیز استفاده از ژئوتکستایل‌ها در بسیاری از کاربردهای مهندسی می‌تواند به عنوان یک روش موثر در اصلاح خاک به شمار آید. هدف اصلی از تحقیق حاضر، بررسی آزمایشگاهی تاثیر ژئوتکستایل در میزان توانایی باربری خاک‌های مخلوط شنی و رسی منطقه‌ی باراندوز جهت کاربرد در لایه‌های روسازی راه می‌باشد. در این تحقیق، مصالح شنی با رس در درصدهای ۲۵٪ ، ۵۰٪ و۷۵٪ مخلوط گردیده است. تاثیر ژئوتکستایل در دو حالت به صورت لایه‌ای (یک، دو و سه‌لایه) و مخلوط قطعات ژئوتکستایل در ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع با درصدهای وزنی ۱، ۲ و ۳ درصد مورد بررسی قرار گرفته است. جهت ارزیابی توانایی باربری از آزمون آزمایشگاهی نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) در دو حالت خشک و اشباع بهره گرفته شده است. هم‌چنین در حالت اشباع میزان پتانسیل تورم نمونه‌های مسلح شده ارزیابی گردیده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که تعداد مناسب ژئوتکستایل مورد نیاز جهت مسلح نمودن مصالح مورد مطالعه و بهبود توانایی باربری بصورت قراردادن ۱ لایه در قسمت میانی و یا افزودن ۱٪ وزنی قطعات ژئوتکستایل به ابعاد۱×۱ سانتی‌متر مربع بصورت راندم می‌باشد. این مقادیر در شرایطی که خاک اشباع باشد به طور قابل‌ملاحظه‌ای از میزان تورم در نمونه‌های حاوی رس می‌کاهد.

واژه‌های کلیدی: روسازی راه، ژئوتکستایل، آزمایش CBR، تورم، مخلوط رس و شن

۱- مقدمه

روسازی راه‌ها به عنوان یک سازه نقش بسیار مهمی در عملکرد و تأمین سطح هموار و ایمن دارد. بستر روسازی راه، سطح لایه متراکم شده خاکریزها، برش‌ها و یا زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده است. این بستر طبق مشخصات آماده شده و اولین لایه روسازی راه روی آن قرار می‌گیرد. بستر روسازی، که نهایتاً پی روسازی راه محسوب می‌شود، کلیه بارهای وارده ناشی از جسم روسازی و وسایل نقلیه روی آن را تحمل می‌کند. بنابراین ساخت روسازی‌های با قابلیت باربری و عمر بالا و کیفیت مناسب و نیز نگهداری آن‌ها در شرایط عملکردی مناسب از اهمیت بسیاری برخوردار است. اضافه شدن رس یا لای به ذرات دانه‌ای خاک مانند شن و ماسه در درصدهای مختلف می‌تواند بطور اساسی رفتار ماتریس ماسه یا شن و رس را تغییر دهد. هنگامی‌که درصد ریزدانه صفر است ذرات درشت‌دانه بخوبی با یکدیگر تماس دارند و می‌توانند نیرو را منتقل کنند. زمانی‌که میزان درصد ریزدانه افزایش می‌یابد، ریزدانه‌ها فضای خالی بین دانه‌های شن را پر می‌کنند و باعث کاهش تخلخل و دانسیته نسبی می‌شوند بدون آنکه در باربری شرکت داشته باشند. با افزایش مقدار ریزدانه مشاهده می‌گردد که دانه‌های شن بیش‌تر از یکدیگر جدا می‌شوند و ذرات ریزدانه نقش مهم‌تری را ایفا می‌کنند در حالتی‌که ریزدانه‌ها به طور فعال در باربری نقشی ندارند و کاملاً در فضاهای خالی بین دانه‌های شن قرار گرفته‌اند و تخلخل کلی نمونه را کاهش می‌دهند. با افزایش مقدار ریزدانه به تدریج ذرات رس تعدادی از دانه‌های شن را نیز از هم جدا می‌کنند. هم‌چنین، درحالتی‌که دانه‌های ریز رسی فضای خالی بین دانه‌های درشت را کاملاً پر کرده‌اند بطوریکه دانه‌های درشت با یکدیگر تماس ندارند. به

www.SID.ir

Archive of SID

عبارت دیگر، دانه‌های درشت به صورت غوطه‌ور میان دانه‌های ریز قرار دارند و نمی‌توانند با یکدیگر در باربری ماتریس نقش داشته باشند، بلکه تنها به عنوان انتقال دهنده نیرو بین دانـه‌های ریز اطراف خـودشـان کـار می‌کنند. در صورتی‌که مصالح مناسـب برای سـاخت لایه‌های بدنه روسازی را در دسترس نباشد بایستی مصالح موجود در محدوده اجرای راه را تثبیت نمود. روش‌های مختلفی برای این منظور موجود می‌باشند که شامل روش‌های مکانیکی، شیمیایی هستند. امروزه استفاده از مصالح ژئوسنتتیک به عنوان ابزاری جهت تثبیت و بهبود میزان توانایی باربری لایه‌های روسازی راه استفاده می‌شود. در بیش‌تر موارد از لایه‌های ژئوتکستایل و ژئوگرید بدین منظور استفاده می‌شود که در این زمینه می‌توان به تحقیق‌های گسترده انجام یافته توسط (حائری و همکاران، ۲۰۰۰)، (واروسو و همکاران، ۲۰۰۵) ، (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵)،(لاتها و مورتی، ۲۰۰۷)، (ویلیامز و اوکینه، ۲۰۰۸)، (نائینی و ضیایی موید، ۲۰۰۹)، (سنتهیل کومار و راج کومار، ۲۰۱۲) و (صادقی و دبیری، ۲۰۱۵) اشاره نمود. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، جهت بررسی امکان احداث لایه‌های زیراساس و اساس و خاک بستر در بدنه راه با استفاده از مصالح مذکور در تحقیق حاضر تاثیر نحوه کاربرد لایه ژئوتکستایل (بصورت لایه‌ای و یا قطعه‌ای) در بهبود میزان توانایی باربری خاک مخلوط رس- شن پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مصالح مورد استفاده

در تحقیق حاضر، خاک رسی و شنی از معدنی نزدیک شهر باراندوز در استان آذربایجان غربی تهیه شده است (شکل ۱). خاک رسی بصورت خالص و با درصدهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ با خاک شنی مخلوط گردیده است. منحنی دانه‌بندی مصالح مخلوط براساس استاندارد ASTM D421 و D422 ASTM[1] تعیین گردیده که مطابق شکل ۲ قابل مشاهده می‌باشد. میزان چگالی ویژه خاک‌های رسی و شنی مورد مطالعه طبق استاندارد ASTM D854 ارزیابی شده که بـه ترتـیب مـقادیر آن‌ها برابر ۲/۲۸ و ۲/۶۸ می‌باشد. طبق طبقه‌بندی متحد شن مورد استفاده از نوع GP[2] (شن ضعیف و بد دانه‌بندی شده) می‌باشد. میزان حدود آتربرگ خاک رسی طبق استاندارد ASTM D4318-95a برآورد گردیده است. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که میزان PI[3]=14 بوده و نوع خاک رسی طبق نام‌گذاری روش متحد بصورت CL[4] می‌باشد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر هدف بررسی تاثیر شرایط قرارگیری ژئوتکستایل به صورت لایه‌ای و یا مخلوط (راندم) با ابعادهای ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع در میزان توانایی باربری و رفتار مصالح مخلوط رس- شن می‌باشد، مشخصات ژئوتکستایل مورد استفاده به شرح جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

۲-۲- آزمایش‌های آزمایشگاهی

همانطور در بخش گذشته ذکر گردید هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر شرایط قرارگیری ژئوتکستایل به صورت لایه‌ای (یک لایه، دو لایه و سه لایه) (شکل ۳) و یا مخلوط بصورت راندم (۱، ۲ و ۳ درصد) با ابعادهای ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع در مصالح مخلوط رس- شن می‌باشد. لازم بذکر است که لایه‌های ژئوتکستایل در فاصله‌های یک دوم و یک سوم ارتفاع قالب نمونه‌ها قرار گرفته‌اند. برای بررسی رفتار مکانیکی و ژئوتکـنیکی نمونه‌های خاکی مخلوط اصلاح شده از آزمون‌های آزمایشگاهی تراکم طبق استاندارد ASTM D698 و نسبت باربری کالیفرنیا (CBR[5]) طبق استاندارد ASTM D1883 در دو حالت خشک و اشباع استفاده شده است. هم‌چنین در حالت اشباع میزان تورم احتمالی ایجاد شـده در نمونه‌های خاکی مورد مطالعه اندازه‌گیری شده است. در ادامه به نتایج بدست آمده از آزمایش‌های مذکور اشاره می‌گردد:

۳- نتایج

نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر به شرح موارد ذیل قابل بیان می‌باشد:

۱- نتایج حاصل از آزمایش تراکم برای بررسی تاثیر ژئوتکستایل بر روی مصالح مورد مطالعه به ترتیب در

[1] American Standard of Tests and Materials

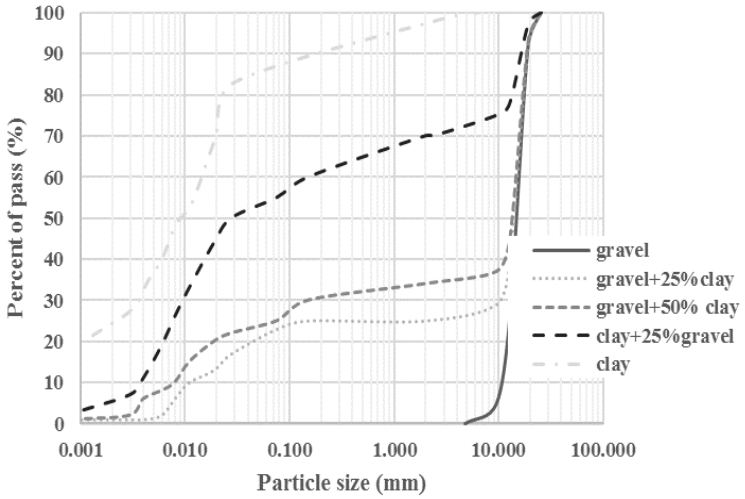
[2] GP is gravel poor
[3] PI is plasticity index
[4] CL is clay with low plasticity
[5] CBR is California bearing ratio

www.SID.ir

Archive of SID

شکل‌های ۴ تا ۶ ارائه شده است. با توجه به این شکل‌ها درصد شن در خاک رسی مقدار وزن مخصوص خشک حداکثر افزایش می‌یابد. در حالت مسلح نمودن مصالح، در خاک رسی زمانی‌که یک لایه ژئوتکستایل در قسمت میانی نمونه قرار داده می‌شود و یا به میزان ۰٫۱ ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به آن افزوده می‌گردد مشاهده می‌شود بیش‌ترین میزان وزن مخصوص خشک حداکثر بدست می‌آید. اگرچه یک لایه ژئوتکستایل به میزان متوسط ۳ درصد در مقایسه با ۰٫۱ وزنی مخلوط ژئوتکستایل (هر دو ابعاد) میزان وزن مخصوص بیش‌تری ارائه می‌کند. همزمان میزان رطوبت بهینه نیز در چنین شرایطی دارای حداقل میزان است و به اندازه متوسط ۰٫۵ کاهش می‌دهد. هم‌چنین در ادامه مشاهده می‌گردد که با قرار می‌توان دریافت که در حالت غیر مسلح، با افزایش میزان دادن یک لایه ژئوتکستایل و یا افزودن راندم ۰٫۱ وزنی قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر به در مصالح مخلوط میزان وزن مخصوص خشک حداکثر اصلاح می‌گردد و اندازه رطوبت بهینه کاهش می‌یابد و اگرچه شدت کاهش در مخلوط ۰٫۱ وزنی در مقایسه با حالات دیگر بیش‌تر است. با بررسی بیش‌تر نمودارها می‌توان دریافت که هرچه میزان مصالح درشت دانه در خاک رس افزایش می‌یابد و ابعاد قطعه‌های ژئوتکستایل بزرگ‌تر انتخاب می‌گردد (۵×۵ سانتی‌متر مربع) وزن مخصوص خشک حداکثر با افزایش میزان درصد آن‌ها یک روند کاهشی پیدا می‌کند و مقدار رطوبت بهینه افزایش می‌یابد.

شکل ۱. معدن مصالح مورد استفاده در تحقیق حاضر (قاسم‌وش، ۲۰۱۴)



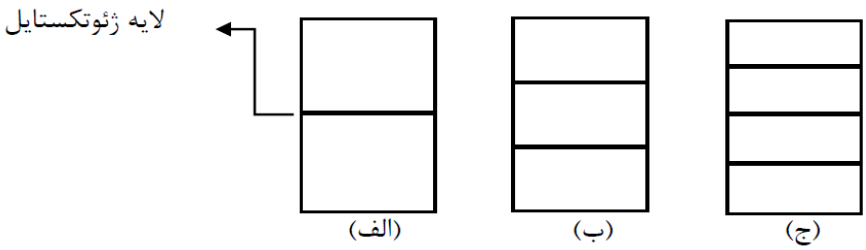
شکل ۲. منحنی دانه‌بندی مصالح مخلوط مورد استفاده در تحقیق حاضر

www.SID.ir

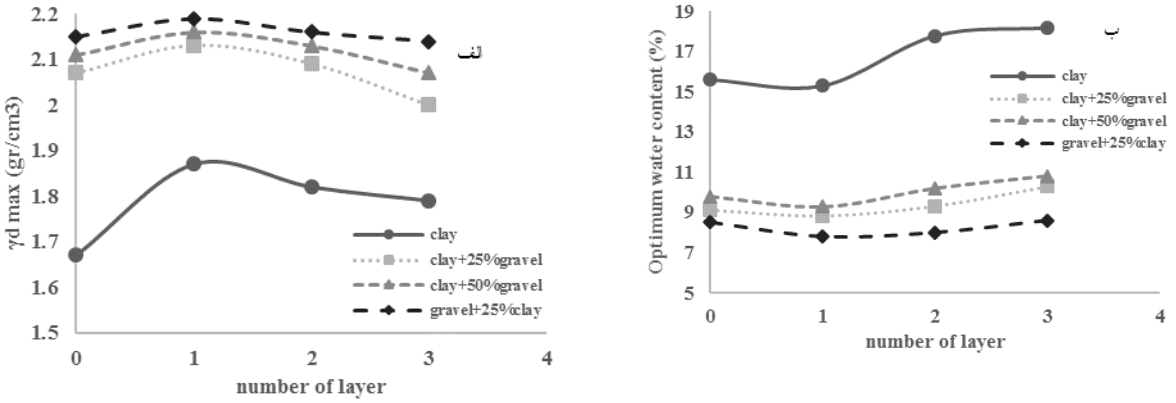
Archive of SID

جدول ۱. مشخصات فنی ژئوتکستایل مورد استفاده در تحقیق حاضر (قاسم‌وش، ۲۰۱۴)

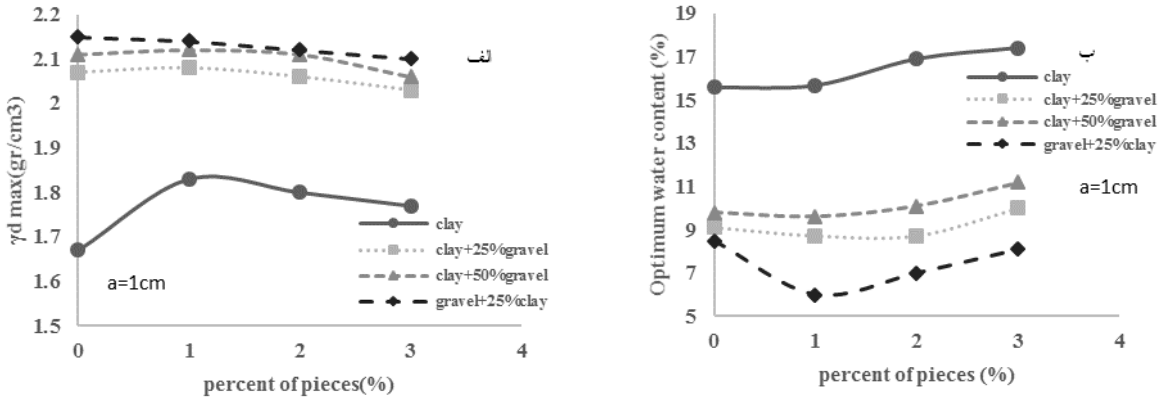
خصوصیات	مقادیر
وزن (g/m^2)	۱۶۳
ضخامت (mm)	۰/۹
پارگی استاتیکی N (CBR-test)	۲۲۰۰
سقوط دینامیکی مخروط (mm)	۲۸
مقاومت کششی (kN/m)	۱۵
میزان کشش در تنش‌های بالا(%)	۴۵-۵۵



شکل ۳. نحوه قرارگیری لایه‌های ژئوتکستایل در نمونه‌های مورد مطالعه، الف- یک لایه، ب- دولایه، ج- سه‌لایه



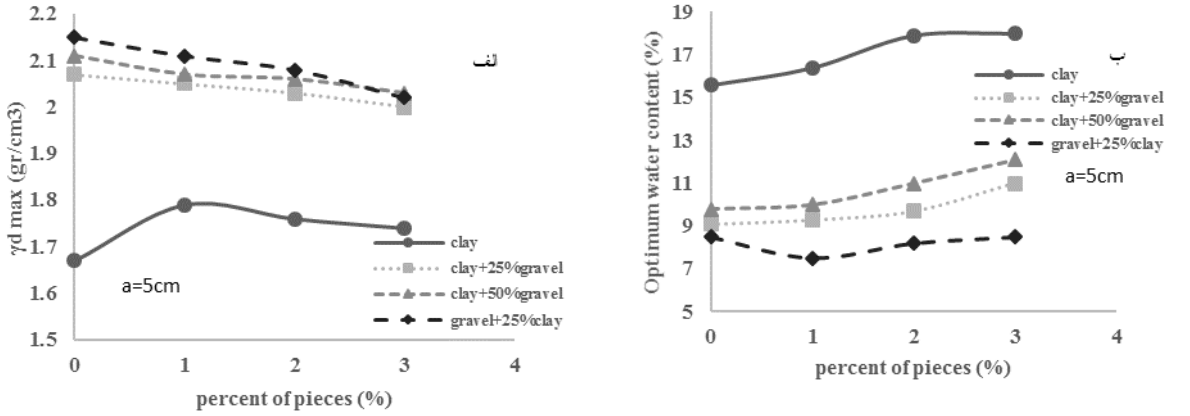
شکل ۴. تاثیر تعداد لایه‌های ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش تراکم، الف- تغییرات وزن مخصوص خشک حداکثر-ب- تغییرات رطوبت بهینه



شکل ۵. تاثیر قطعات ۱×۱ سانتی‌متر مربع ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش تراکم، الف- تغییرات وزن مخصوص خشک حداکثر- ب- تغییرات رطوبت بهینه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. تاثیر قطعات ۵×۵ سانتی‌متر مربع ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش تراکم، الف- تغییرات وزن مخصوص خشک حداکثر- ب- تغییرات رطوبت بهینه

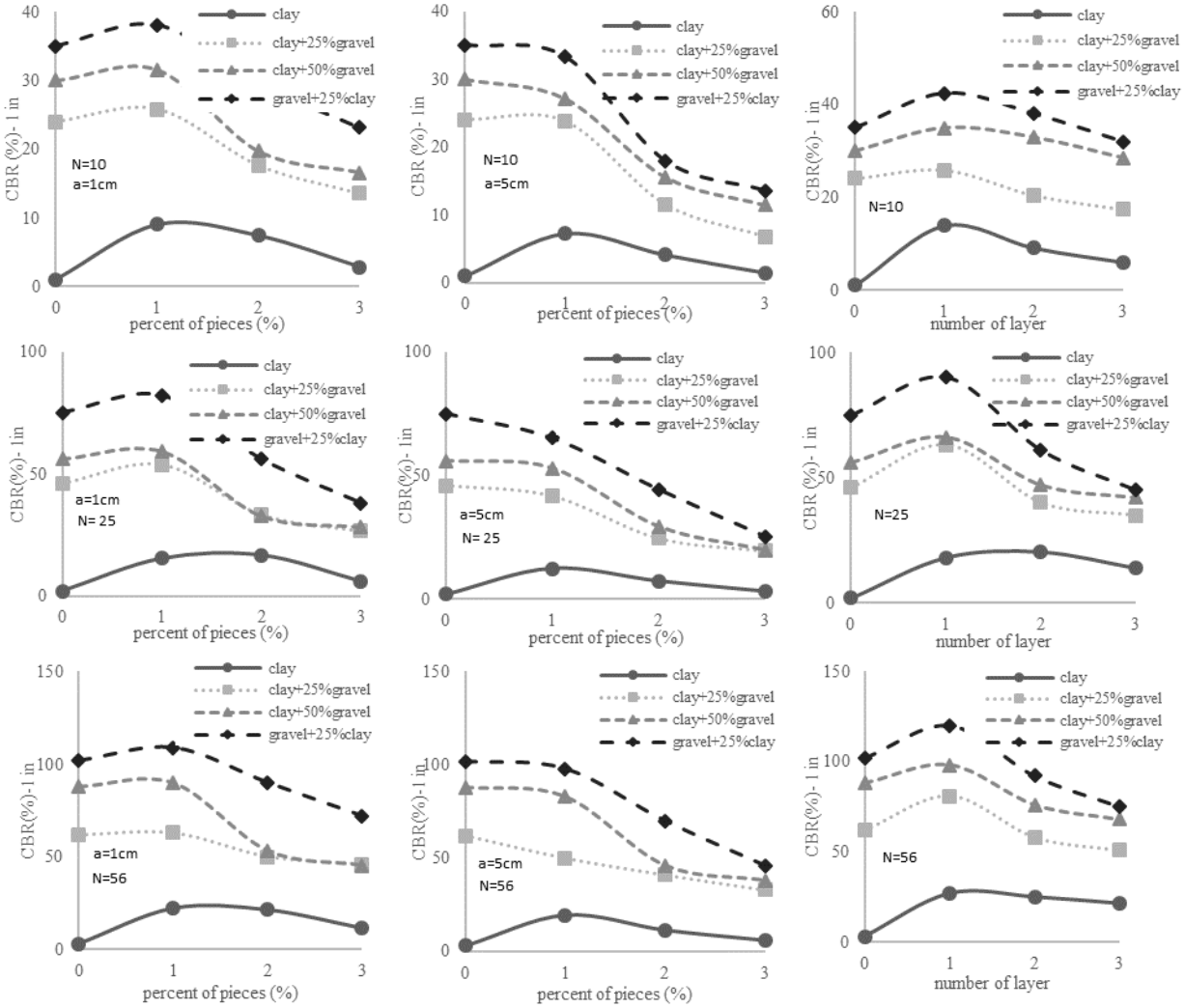
۲- آزمون نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) در حالت خشک در سه انرژی تراکمی متفاوت (۱۰، ۲۵ و ۵۶ ضربه برای هر لایه) برای نمونه‌های مورد مطالعه انجام گرفته است و مقادیر نسبت باربری برای میزان‌های نفوذ ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر) و ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر) پیستون مطابق شکل‌های ۷ و ۸ برآورد گردیده است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که در حالت غیر مسلح، با افزایش میزان درصد ذرات شن در خاک رس میزان توانایی باربری مصالح افزایش می‌یابد و این شرایط برای تمامی تراکم‌ها سازگار می‌باشد. در حالت بهسازی، هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل در قسمت میانی نمونه قرار داده می‌شود و یا به میزان ۱٪ ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به خاک رسی افزوده می‌گردد مشاهده می‌شود که در تمامی تراکم‌ها میزان عدد CBR افزایش می‌یابد ولی در ادامه افزودن تعداد لایه‌ها و یا درصد قطعات ژئوتکستایل مخلوط شده در خاک رس (در هر دو ابعاد) مشاهده می‌گردد که میزان توانایی باربری خاک کاهش یافته است. در نمونه‌های مخلوط رس- شن مشاهده می‌گردد که در تراکم متوسط مسلح‌سازی خاک مناسب نبوده و باعث می‌گردد که میزان توانایی باربری تغییر نیافته و یا اینکه روند نزولی را طی نموده است. در صورتی‌که در خاک‌های با تراکم شل و متراکم نتیجه عکس بوده و قرار دادن یک لایه ژئوتکستایل و یا مخلوط نمودن ذرات ژئوتکستایل (به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر مربع) بصورت راندم در مصالح مخلوط نشان می‌دهد که باربری نسبی و مقدار CBR نسبت به حالت غیر مسلح نمونه‌ها افزایش یافته است.

۳- آزمون نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) در حالت اشباع در سه انرژی تراکم متفاوت (۱۰، ۲۵ و ۵۶ ضربه برای هر لایه) برای نمونه‌های مورد مطالعه انجام گرفته است و مقادیر نسبت باربری برای میزان‌های نفوذ ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر) و ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر) پیستون به صورت شکل‌های ۹ و۱۰ برآورد گردیده است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت مشابه حالت خشک که در نمونه‌های خاکی در حالت غیر مسلح با افزایش درصد شن در خاک رس میزان نسبت CBR در تمامی تراکم‌ها افزایش می‌یابد. در حالت مسلح، هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل در قسمت میانی قرار داده می‌شود و یا به میزان ۱٪ وزنی قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به خاک رسی افزوده می‌گردد مشاهده می‌شود که در تمامی تراکم‌ها میزان عدد CBR افزایش یافته است. ولی در ادامه، با افزودن تعداد لایه‌های ژئوتکستایل و درصد قطعات ژئوتکستایل مخلوط شده در خاک رس (در هر دو ابعاد) مشاهده می‌گردد که میزان توانایی باربری خاک در تمامی تراکم‌ها کاهش یافته است. اگرچه قرارگیری یک لایه ژئوتکستایل در مقایسه با شرایط مخلوط ذرات ژئوتکستایل در خاک میزان نسبت CBR بالاتری را ارائه می‌نماید. هم‌چنین با بررسی نمودارها مشاهده می‌گردد که در مصالح مخلوط با افزودن ژئوتکستایل بصورت یک لایه و یا ۱×۱ سانتی‌متر مربع مخلوط میزان توانایی باربری نمونه‌ها در تراکم‌های شل و زیاد افزایش می‌یابد و با ادامه افزایش

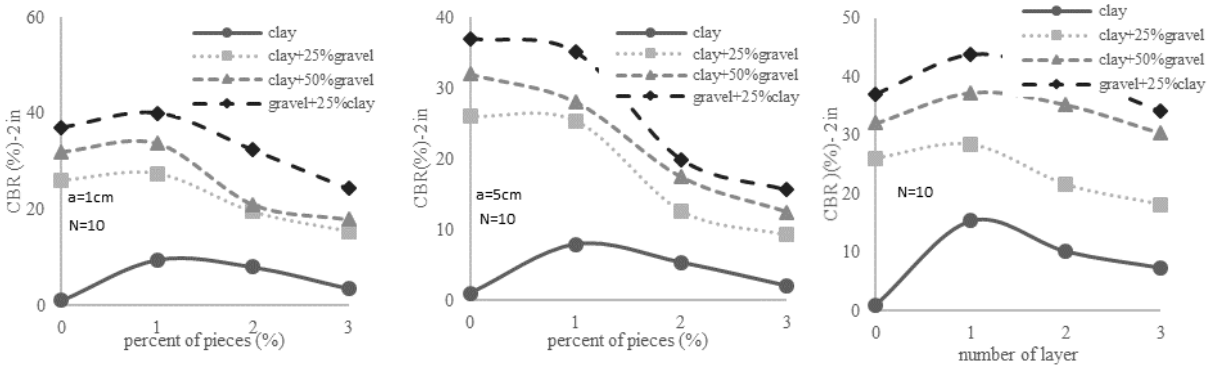
www.SID.ir

Archive of SID

میزان قطعات ژئوتکستایل و تعداد لایه‌های ژئوتکستایل اندازه نسبت CBR یک روند کاهشی را طی می‌نماید. در انتها می‌توان بیان کرد که در نمونه‌های مخلوط رس-شن با تراکم متوسط مسلح‌سازی خاک مناسب نبوده و باعث می‌گردد که میزان توانایی باربری تغییر نیافته و یا اینکه روند نزولی را طی نموده است.



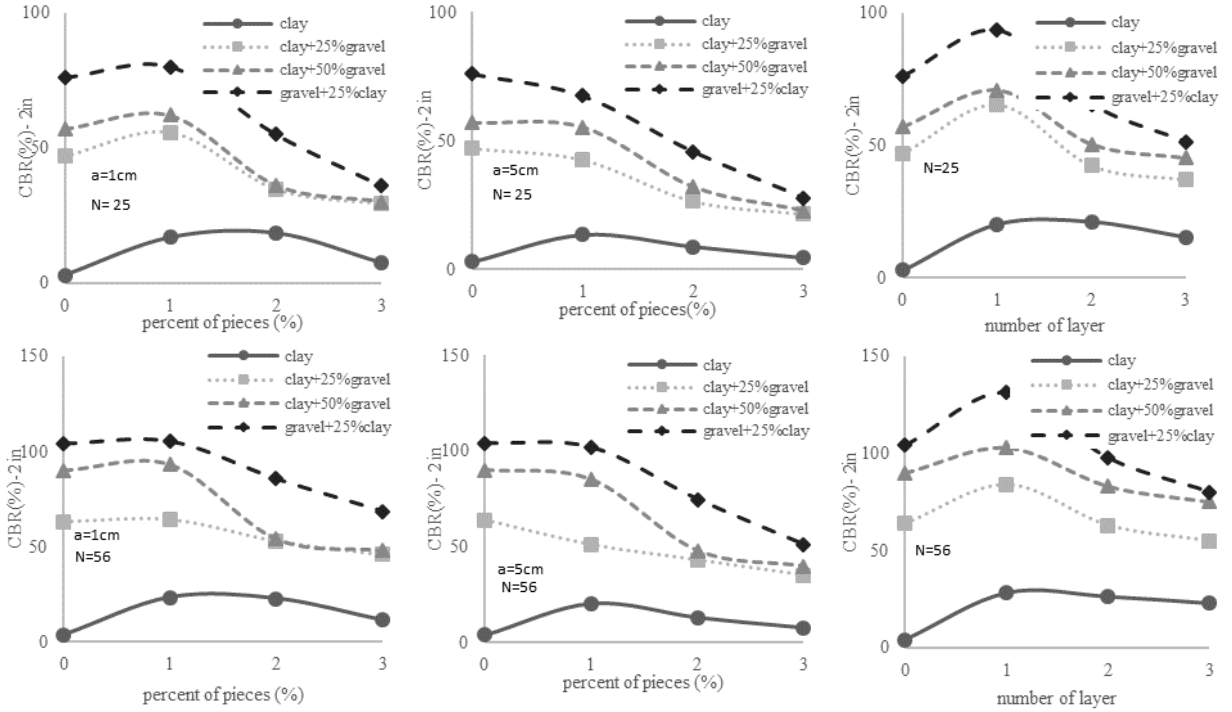
شکل ۷. تاثیر نحوه کاربرد ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت خشک برای نفوذ ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر)



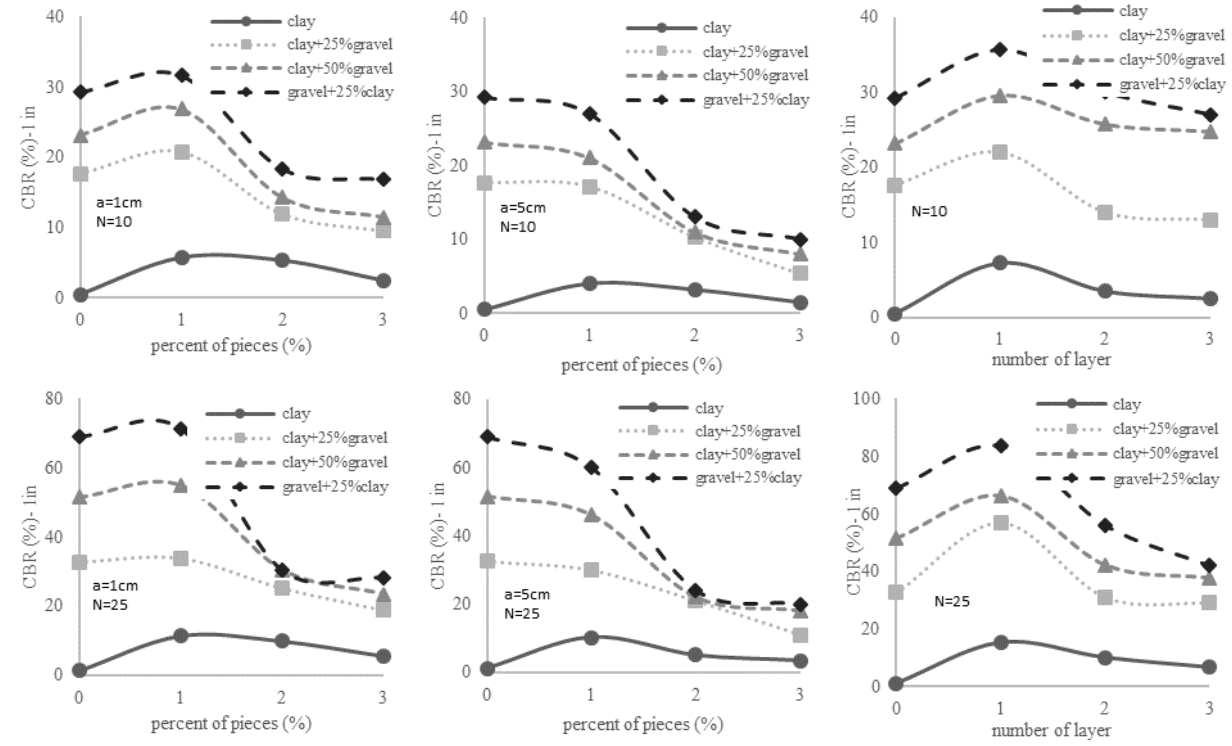
شکل ۸. تاثیر نحوه کاربرد ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت خشک برای نفوذ ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر)

www.SID.ir

Archive of SID



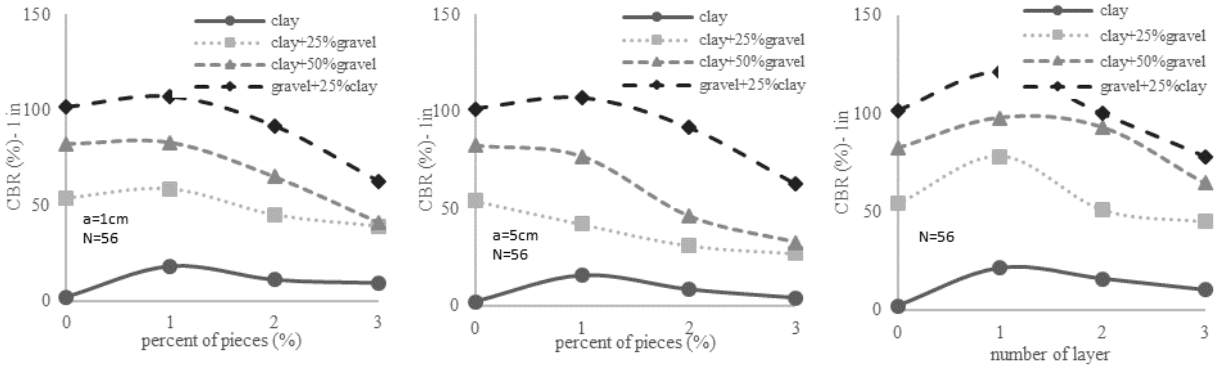
ادامه شکل ۸. تاثیر نحوه کاربرد ژئوتکستایل بر نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت خشک برای نفوذ ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر)



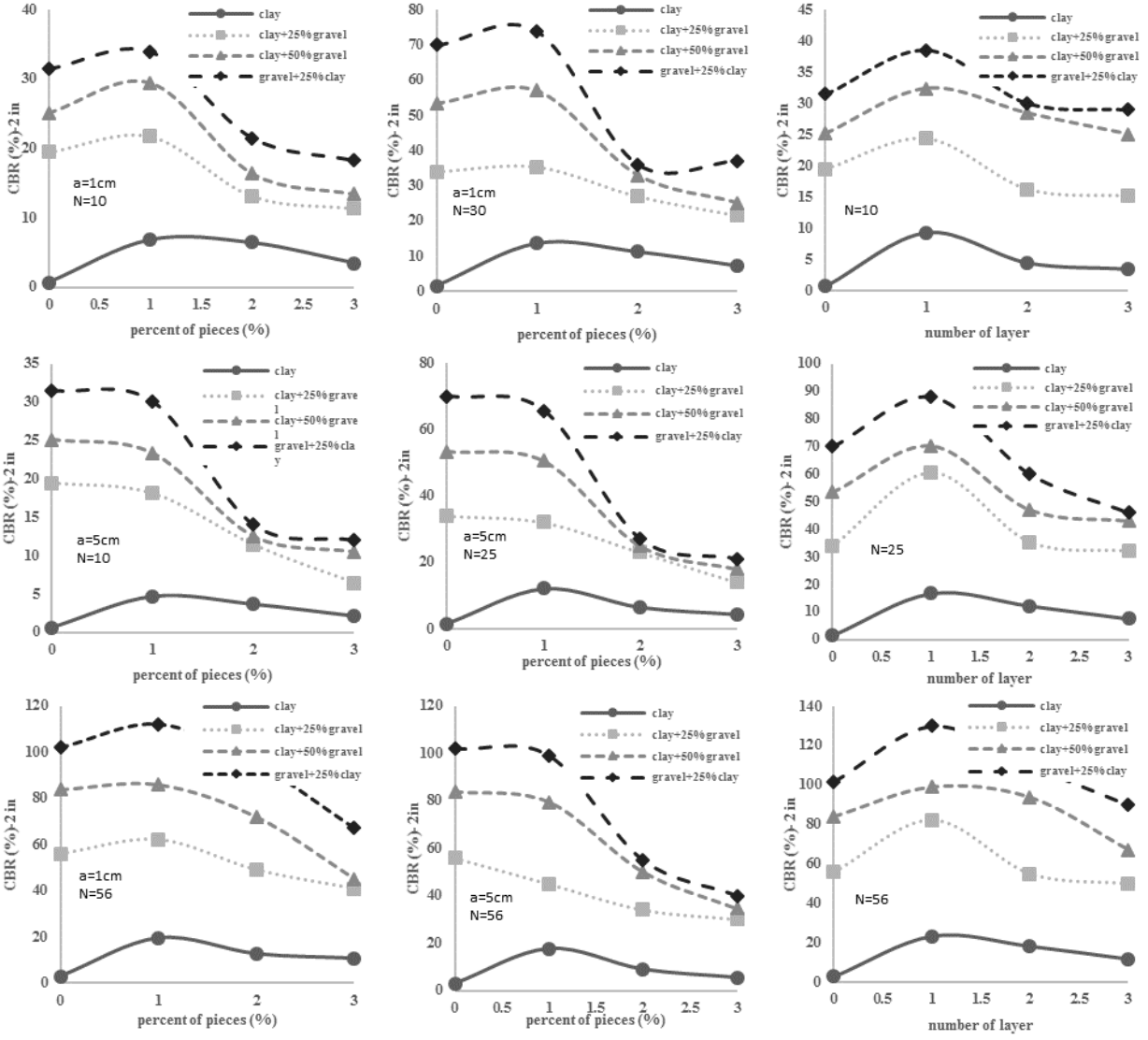
شکل ۹. نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت اشباع برای نفوذ ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر)

www.SID.ir

Archive of SID



ادامه شکل ۹. نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت اشباع برای نفوذ ۱ اینچ (۲/۵ سانتی‌متر)



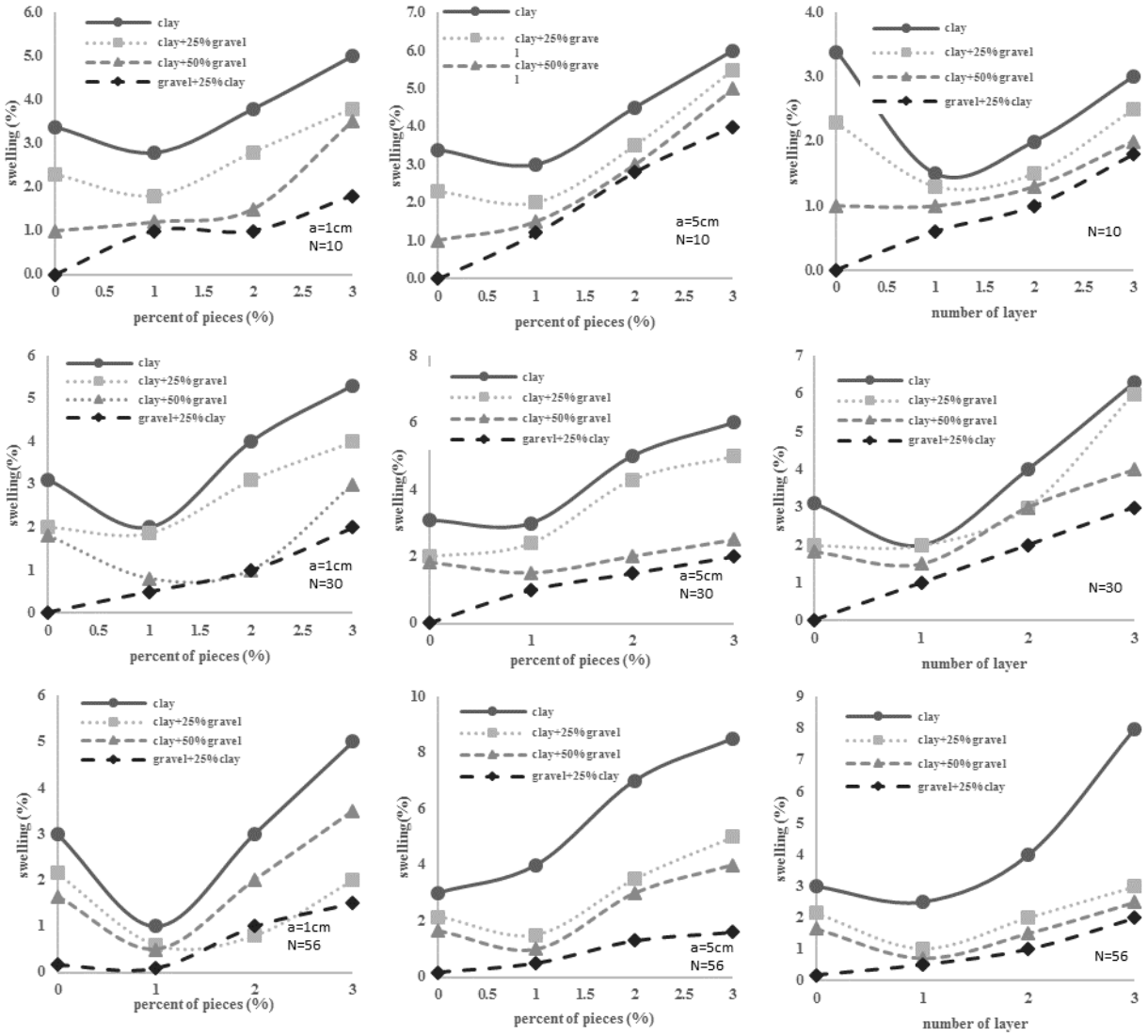
شکل ۱۰. نتایج حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت اشباع برای نفوذ ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر)

۴- میزان تورم در نمونه‌های خاکی مورد مطالعه حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا در میزان نفوذ ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر) و در تمامی سه انرژی تراکم متفاوت (۱۰، ۲۵ و ۵۶ ضربه برای هر لایه) اندازه‌گیری شده است که مقادیر آن در شکل ۱۱ قابل مشاهده می‌باشد. بر این اساس می‌توان دریافت که در نمونه‌های خاکی غیر مسلح میزان تورم در تمامی تراکم‌ها با افزایش میزان درصد شن در خاک رسی یک روند کاهشی را طی نموده است. در

www.SID.ir

Archive of SID

حالت مسلح‌سازی، در خاک رسی و در خاک‌های مخلوط (در تمامی تراکم‌ها) مشاهده می‌گردد که هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل در نمونه‌ها قرار داده می‌شود و یا قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به میزان یک درصد افزوده می‌گردد مقدار تورم کاهش یافته و این شرایط برای خاک رسی به طور قابل‌ملاحظه‌ای مشخص می‌باشد. در مقابل، با افزایش میزان تعداد لایه‌های ژئوتکستایل در نمونه‌ها و یا افزایش ابعاد قطعات ژئوتکستایل و درصد مخلوط آن‌ها در نمونه‌ها به دلیل آنکه فضای خالی بین ذرات را افزایش می‌یابد و در ساختار نمونه‌ها ناپیوستگی ایجاد می‌کند، در نتیجه خاصیت زهکشی و میزان جذب آب در نمونه‌های حاوی ریزدانه افزایش می‌دهد و میزان تورم بالا رفته و یک روند صعودی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱. تاثیر نحوه کاربرد ژئوتکستایل بر تغییرات میزان تورم در نمونه‌های خاکی برای تراکم‌های متفاوت (۱۰، ۲۵، ۵۶ ضربه برای هر لایه) در حالت اشباع برای نفوذ ۲ اینچ (۵ سانتی‌متر)

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همچنان‌که در بخش‌های گذشته به آن اشاره گردید، هدف از تحقیق حاضر بررسی امکان بهسازی و افزایش میزان توانایی باربری خاک‌های مخلوط رس- شن منطقه باراندوز با کاربرد ژئوتکستایل بصورت لایه‌ای (یک لایه، دولایه و سه‌لایه) و یا مخلوط آن بصورت راندم به ابعاد ۱× و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به میزان (۱، ۲ و ۳ درصد وزنی) می‌باشد. خلاصه نتایج بدست آمده از تحقیق به شرح ذیل قابل بیان می‌باشد:

۱- براساس نتایج حاصل از آزمایش تراکم بر روی نمونه‌های مورد مطالعه می‌توان بیان کرد که هنگامی‌که در خاک رسی و مصاح مخلوط رس- شن یک لایه

www.SID.ir

Archive of SID

ژئوتکستایل قرار داده می‌شود و یا به میزان ۰٫۱ قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به آن افزوده می‌گردد میزان وزن مخصوص خشک حداکثر به میزان متوسط ۳ درصد در مقایسه با ۰٫۱ ذرات مخلوط ژئوتکستایل (هر دو ابعاد) بیش‌تر می‌شود و میزان رطوبت بهینه بطور متوسط به میزان ۰٫۵ کاهش می‌دهد. اگرچه، قرار دادن لایه‌های بیش‌تر ژئوتکستایل و یا افزودن قطعات با ابعاد بزرگ‌تر و با درصدهای بالاتر تاثیر مناسبی در میزان تراکم مصالح مخلوط و رطوبت بیهنه ندارد.

۲- آزمون نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) در حالت خشک برای نمونه‌های مورد مطالعه صورت گرفته است با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که در حالت مسلح، هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل قرار داده می‌شود و یا به میزان ۰٫۱ ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به خاک رسی افزوده می‌گردد مشاهده می‌شود که در تمامی تراکم‌ها میزان عدد CBR افزایش یافته است. هم‌چنین در مصالح مخلوط مشاهده می‌شود که در خاک‌های با میزان تراکم نسبی شل و متراکم با قرار دادن یک لایه ژئوتکستایل و یا مخلوط نمودن قطعات ژئوتکستایل (به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر مربع) بصورت راندم در مصالح مخلوط توانایی باربری نسبی و مقدار CBR نسبت به حالت غیر مسلح نمونه‌ها افزایش یافته است ولی در تراکم متوسط مسلح‌سازی خاک مناسب نبوده و باعث می‌گردد که میزان توانایی باربری تغییر نیافته و یا اینکه روند نزولی را طی نموده است.

۳- آزمون نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) در حالت اشباع برای نمونه‌های مورد مطالعه صورت گرفته است با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که همانند حالت خشک، هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل قرار داده می‌شود و یا به میزان ۰٫۱ وزنی قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به صورت راندم به خاک رسی افزوده می‌گردد مشاهده می‌شود که در تمامی تراکم‌ها میزان عدد CBR افزایش یافته است. اگرچه قرارگیری یک لایه ژئوتکستایل در مقایسه با شرایط مخلوط قطعات ژئوتکستایل در خاک میزان نسبت CBR بالاتری را ارائه می‌نماید که علت آن ایجاد فضای خالی نسبی کم در درون ذرات خاک رس می‌باشد. این شرایط برای مصالح مخلوط رس- شن در تمامی تراکم‌ها نیز برقرار می‌باشد. ولی با ادامه افزودن تعداد لایه‌ها و یا درصد ذرات ژئوتکستایل مخلوط شده در خاک رس (در هردو ابعاد) مشاهده می‌گردد که میزان توانایی باربری خاک کاهش یافته است.

۴- نتایج بدست آمده از آزمون نسبت باربری کالیفرنیا در هر دو حالت خشک و اشباع نشان می‌دهد که در تراکم‌های متوسط مصالح استفاده از ژئوتکستایل (بصورت لایه و یا قطعه) نتیجه مناسبی را در بهسازی ارائه نمی‌دهد. این بدان علت است که تماس مناسب و کافی بین ذرات خاک و قطعات و لایه‌های ژئوتکستایل برقرار نمی‌شود و ساختار درستی تشکیل نمی‌گردد در نتیجه بهسازی تاثیر مناسبی را بوجود نیاورده است. بنابراین میزان انرژی مصرفی جهت تراکم در بهسازی مصالح دارای اهمیت بالایی می‌باشد.

۵- میزان تورم در نمونه‌های خاکی مورد مطالعه حاصل از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا در حالت اشباع اندازه‌گیری شده است که براین اساس می‌توان دریافت که در تمامی خاک‌های مخلوط مشاهده می‌گردد که هنگامی‌که یک لایه ژئوتکستایل در نمونه‌ها قرار داده می‌شود و یا قطعات ژئوتکستایل به ابعاد ۱×۱ و ۵×۵ سانتی‌متر مربع به میزان یک درصد مخلوط می‌گردد مقدار تورم کاهش یافته و این شرایط برای خاک رسی به طور قابل‌ملاحظه‌ای مشخص می‌باشد.

در انتها با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که کاربرد ژئوتکستایل به عنوان یک ابزار جهت بهسازی مصالح مربوط به بدنه راه مناسب می‌باشد و با توجه به نشریه ۲۳۴، اعداد CBR بدست آمده حاصل از آزمایش‌ها بیان کننده آن است که استفاده از ژئوتکستایل به عنوان یک مصالح تثبیت کننده برای تمامی لایه‌های بدنه روسازی راه مناسب می‌باشد. اگرچه میزان آن و نحوه کاربرد آن در رفتار مکانیکی و ژئوتکنیکی مصالح تاثیرگذار می‌باشد. در تحقیق حاضر میزان بهینه ژئوتکستایل مورد نیاز جهت مسلح نمودن مصالح مورد مطالعه بصورت قراردادن ۱ لایه در قسمت میانی لایه‌های روسازی و یا افزودن ۰٫۱ وزنی ژئوتکستایل به ابعاد۱×۱ سانتی‌متر مربع برآورد گردیده است. زیرا این نتایج بیان کننده آن است که استفاده از ژئوتکستایل به صورت‌های ذکر شده باعث افزایش میزان تراکم‌پذیری محیط و کاهش میزان نشست و تغییر شکل (نشست) تحت اثر بارهای احتمالی وارده می‌گردد که این شرایط برای

www.SID.ir

Archive of SID

ساخت لایه‌های روسازی راه مناسب مـی‌باشد. در صورتی‌که جهت بهسازی مصالح مقادیر ژئوتکستایل از این میزان تجاوز نماید و ابعاد قطعات ژئوتکستایل بزرگ انتخاب گردد مشاهده می‌شود که که بین ذرات ناپیوستگی بیش‌تری بوجود می‌آید و تماس بین آن‌ها کاهش می‌یابد که در نـتیجه آن ایـجاد یک سـاختار دانه‌بندی نامناسب می‌باشد و امکان انجام تراکم مناسب از کاهش یافته و خاصیت جذب رطوبت و زهکشی آب افزایش می‌یابد که در نتیجه آن میزان توانایی باربری کاهش یافته و وقوع تورم و افزایش حجم در نمونه‌های خاکی حاوی ذرات ریزدانه رسی افزایش می‌یابد.

منابع

ASTM D422-63 (1963) Standard Test Method for article-Size Analysis of Soils, Annual book of ASTM standards (reapproved 1998).

ASTM D421-85, (1985) Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants, Annual book of ASTM standards, (reapproved 1998).

ASTM D1883-93 (1993) Standard test method for CBR (California bearing ratio) of laboratory-compacted soils, Annual book of ASTM standards.

ASTM D 4318-95a (1995) Standard test method for liquid limit, plastic limit an plasticity index for soils, Annual book of ASTM standards.

ASTM-D 698-00 (2000) Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft^3 (600 kN-m/m^3)), Annual book of ASTM standards.

ASTM-D 854-02 (2002) Standard test method for specific gravity of soil solids by water pycnometer, Annual book of ASTM standards.

Ghasemvash, S. (2014) Evaluation of Geotextile Effects on Improvement Bearing Capacity of Clay-Gravel Mixtures (Study Area: Barandouz), M.Sc. of engineering geology, Ahar branch, Islamic Azad University (In persian).

Haeri, S. M., Nourzad R. and Oskrouch A. M (2000) Effect of geotextile reinforcement on the mechanical behavior of sands, Geotextiles and Geomembranes, 18: 385-402.

Latha, G. M. and Murthy V. S (2007) Effects of reinforcement form on the behavior of geosynthetic reinforced sand, Geotextiles and Geomembranes, 25: 23-32.

Naeinie, S. A. and Ziyaie Moayed R (2009) Effect of plasticity index and reinforcement on the CBR value of soft clay, International Journal of Civil Engineering, 7: 124-130.

Sadeghi Azar, K., Dabiri, R (2015) The effects of Geotextile layers on bearing capacity of gravel-silt mixture, Trakya university journal of engineering science, 16: 61-69.

Senthil Kumar, P. and Rajkumar, R (2012) Effect of geotextile on CBR strength of unpaved road with soft subgrade, electronic journal of geotechnical engineering (EJGE), 17: 1355-1363.

Varuso, R. J., Griesnaber, J. B. and Nataraj, M. S (2005) Geosynthetic reinforced levee test section on soft normally consolidated clays, Geotextiles and Geomembranes, 23: 362-383.

Williams, E. D. and Okine, N. A (2008) Effect of geogrid in granular base strength – An experimental investigation, Construction and Building Materials, 22: 2180-2184.

Zhang, M. X., Javadi, A. A. and MIN X (2006) Triaxial tests of sand reinforced with 3D inclusions, Geotextiles and Geomembranes, 24: 201-209.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Geotextile Effects on Improvement Bearing Capacity of Clay-Gravel Mixtures (Study Area: Barandouz)

S. Ghasemvash[1] and R. Dabiri[2*]

1- Dept., of Geology, Ahar Branch, Islamic Azad University, Ahar, Iran
2- Dept., of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

*rouzbeh_dabiri@iaut.ac.ir

Recieved: 2017/3/30 Accepted: 2017/11/28

Abstract

Soil improvement is a method used for increasing in quality of materials can be applied in pavement layers. From the standpoint of environmental geotechnics, application of the geotextile in many engineering projects can be effective method for soil improvements. Main aim of this study is laboratory evaluation of geotextile effects on bearing capacity of clay-gravel soil mixtures from Barandouz area for applying in pavement. In this research, gravelly soils was mixed with clay in 25, 50 and 75 percent. Geotextile effects evaluated in two conditions. First, in layers (in one, two and three layer). Second, as mixed pieces with 1×1 and 5×5 cm^2 dimensions and weight percent of 1, 2 and 3. For determining bearing capacity of specimens, California Bearing Ratio (CBR) test performed in dry and saturate conditions. Also, in saturated state swelling potential of reinforced samples evaluated. Results of study showed appropriate geotextile layer number is one that is embedded in middle part of specimens or adding one percent by weight geotextile pieces with 1×1 cm^2 dimensions randomly to reinforcing for improvement of bearing capacity. These values in saturated state significantly reduces swelling in specimens with clay content.

Keywords: Pavement design, Geotextile, CBR, Swelling, Clay-Gravel mixture.

www.SID.ir