تاثیر ژئوسنتتیک بر عملکرد ژئوتکنیکی خاک

مقاله علمی - پژوهشی

واحد قیاسی*، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ایران

اشکان مصطفائی‌فر، دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: v.ghiasi@malayeru.ac

دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۷- پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۶

صفحه ۸۰-۶۷

چکیده

امروزه استفاده از مواد نوین جهت بهبود ظرفیت باربری خاک کاربرد فراوانی دارد. نوعی از مصالح جدید مورد استفاده در این زمینه ژئوسینتتیک‌ها هستند. در بسیاری از مواقع راهکارهای رایج در مهندسی ژئوتکنیک برای بهبود ظرفیت و خواص خاک کارایی نداشته همچنین نیاز به استفاده از مصالحی با دسترسی آسانتر، هزینه‌ی کمتر و عملکرد بهتر می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر انواع ژئوسنتتیک‌ها همچنین کاربرد و نحوه‌ی استفاده‌ی بهینه از این مواد نوین در مهندسی ژئوتکنیک در پروژه‌های مختلف از قبیل فونداسیون‌ها، استخرها، خاکریزها، کوله‌ی پل‌ها و راه‌ها می‌باشد. در این تحقیق سعی شده تا با مرور مطالعات گذشته بر روی ژئوسنتتیک ها اعم از مطالعات عددی، آزمایشگاهی و عددی به جمع‌بندی کلی درباره‌ی فواید و کاربردهای این مواد در مهندسی عمران و جاده بپردازد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که ژئوسنتتیک‌ها در افزایش ظرفیت باربری و بهبود خواص مقاومتی خاک کاربرد فراوانی داشته و همچنین از لحظ اقتصادی توجیه بیشتری نسبت به روش‌های دیگر بهسازی خاک دارد.

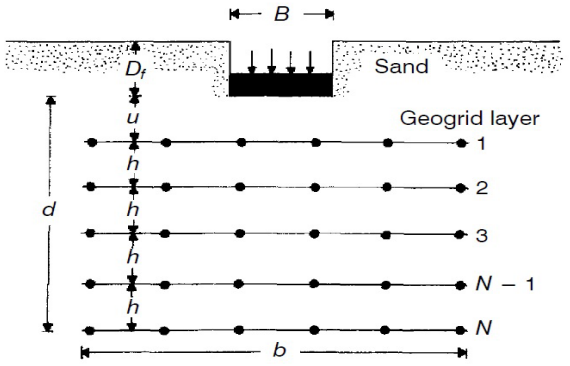
واژه‌های کلیدی: ژئوسینتتیک، فونداسیون،جاده، ظرفیت باربری

۱-مقدمه

ژئوسنتتیک‌ها از جمله محصولات نوین ژئوتکنیکی برای بهبود ظرفیت باربری خاک‌ها، افزایش پارامترهای مقاومت برشی و همچنین تسلیح بهینه و اقتصادی آنها می‌باشند. از جمله‌ی انواع مختلف ژئوسنتتیک‌های موجود می‌توان به ژئوگرید، ژئوفوم، ژئوممبراین، ژئوتکستایل و غیره اشاره کرد(قیاسی و همکاران۱۴۰۲،۱۴۰۱،۱۴۰۰،۱۳۹۹). استفاده از ژئوسنتتیک‌ها گستره ی بزرگی را شامل می‌شود و می‌توان گفت در اکثر پروژه های عمرانی و ژئوتکنیکی از قبیل کوله‌ی پل‌ها، فونداسیون‌ها، استخرها، اجرای خاکریزها و روسازی جاده‌ها کاربرد دارند. در این تحقیق به مرور برخی از مطالعات انجام شده در مورد خواص و کاربرد ژئوسنتتیک‌ها، با توجه به اهمیت آن‌ها پرداخته می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که در یک منطقه با ضخامت مشخص، ظرفیت باربری خاک وقتی که عمق فونداسیون (در فونداسیون‌های سطحی) بزرگتر از صفر باشد افزایش می‌یابد. (داس و شین،۲۰۰۰)

۲- بررسی مطالعات مختلف در مورد خواص و کاربرد ژئوسنتتیک‌ها

در سال ۲۰۰۰ مطالعات آزمایشگاهی بر روی ظرفیت باربری پی نواری بر روی خاک ماسه‌ای مسلح شده با ژئوگرید توسط داس وشین مطابق شکل (۱) صورت گرفته است.



شکل ۱. مطالعات صورت گرفته بر روی ظرفیت باربری فونداسیون

روی خاک ماسه‌ای مسلح شده با ژئوگرید. (داس و شین،۲۰۰۰)

در این آزمایش مدل مقیاس شده‌ی کوچک و همچنین مدل با مقیاس دقیق میدانی برای تعیین ظرفیت باربری فونداسیون سطحی واقع شده بر روی خاک ماسه‌ای مسلح شده با ژئوگرید مورد آزمایش قرار گرفته است. در شکل(۱)، N لایه ژئوگرید که هر کدام پهنای معادل b دارند قرار گرفته است. عمق فونداسیون برابر D_f ، لایه‌ی بالایی ژئوگرید در عمق u در زیر سطح پایینی فونداسیون می‌باشد، فاصله ی میان لایه‌های موازی ژئوگرید برابر h می باشد. همچنین، ضخامت منطقه مسلح شده‌ی d که در زیر فونداسیون قرار دارد از طریق رابطه‌ی (۱) محاسبه شده است:

$$d= u+(N-1) h \qquad (۱)$$

نتایج مدل آزمایشگاهی و تمام مقیاس میدانی مطالعاتی که در گذشته صورت پذیرفته رابطه‌ی (۲) را نشان می‌دهد. (در فونداسیون سطحی D_f =۰ می‌باشد.) افزایش ظرفیت باربری منجر به معرفی پارامتر بی‌بعد سمبلیکی است که بصورت ۳ نشان داده می‌شود.

$$BCR=q_{u(R)}/q_u \qquad (۲)$$

در بارگذاری قائم، رابطه‌ی ظرفیت باربری نهایی، q_u، یک فونداسیون سطحی نواری بر روی خاک ماسه‌ای مسلح نشده بصورت رابطه‌ی (۳) بیان می‌شود:

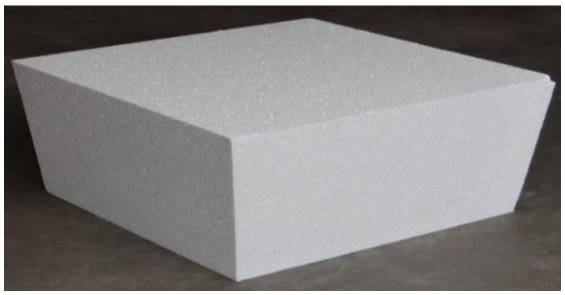
$$q_u=qN_qF_{qd}+1/2gBN_gF_g \qquad (۳)$$

در طی این مطالعات نتایج پیوست حاصل شد.

عمق بحرانی تسلیح (d/B_{cr}) برای BCR، BCR_g و BCR_q تقریباً برابر ۲ برای خاک تسلیح شده بوسیله‌ی چند لایه‌ی ژئوگرید می‌باشد (وقتی که BCR ضریب باربری می‌باشد).

برای مقادیر آزمایش شده ($۰< D_f/B<۰,۷۵$)، BCR_q بزرگتر از BCR_g می‌باشد. (داس و شین،۲۰۰۰)

در سال ۲۰۲۱ مطالعاتی بر روی کاربردهای ژوفوم[1]EPS و ژئوممبراین‌ها در صنعت پل‌سازی و خاکریزها توسط نایدو و مونوهار صورت پذیرفت. در شکل (۲) نمونه‌ای از ژئوفوم EPS نشان داده شده است.



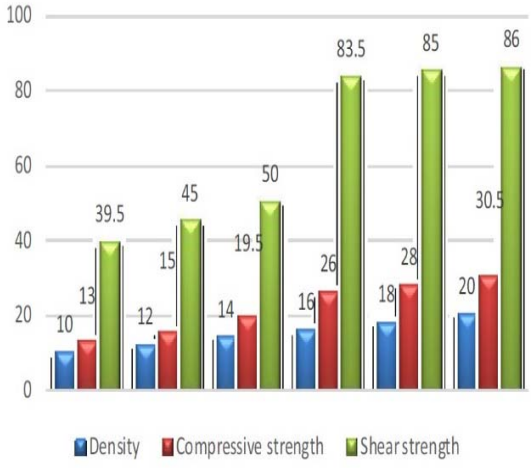
شکل ۲. نمونه‌ای از ژئوفوم EPS، (نایدو و مونوهار،۲۰۲۱)

همچنین، در شکل (۳) نمونه‌ای از ژئوممبراین که برای جلوگیری از رطوبت استفاده شده و نوعی از ژئوسنتتیک‌ها می‌باشد، نشان داده شده است.

شکل ۳. نمونه‌ای از ژئوفوم EPS، (نایدو و مونوهار،۲۰۲۱)

EPS: Expanded Poly Styrene

در این مطالعه ژئوفوم با چگالی‌ها مختلف آزمایش شده و در مقابل مقاومت برشی و مقاومت فشاری خاک تعیین شده است. نتایج آزمایش توسط شکل (٤) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش چگالی ژئوفوم، پایداری خاک سست که با پارامترهای مقاومت برشی و مقاومت فشاری نشان داده شده است افزایش می‌یابد.



شکل ٤. نمونه‌ای از ژئوفوم EPS، (نایدو و مونوهار،۲۰۲۱)

بر اساس مطالعات انجام شده می‌توان نتایج زیر را برداشت کرد.

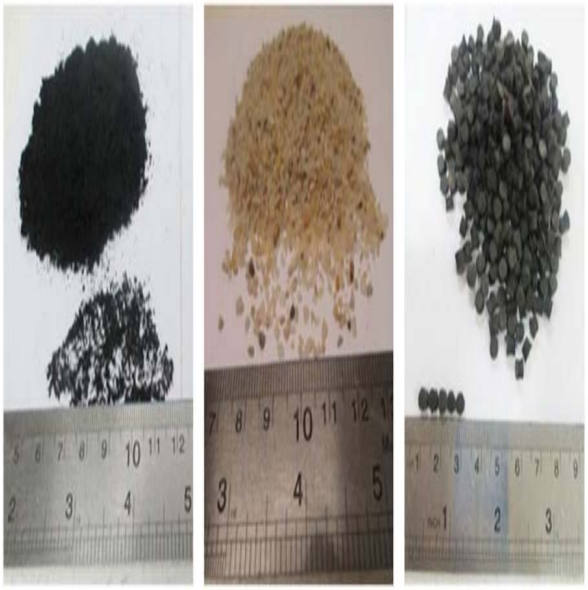
الف- خاک ضعیف می‌تواند با استفاده از ژئوفوم‌ها و ژئوممبراین‌ها مقاوم‌تر شود.

ب-این شیوه در مقایسه با روش پایدارسازی خاک با استفاده از مواد پایدارکننده اقتصادی‌تر است. زیرا قیمت ژئوسنتتیک‌ها بسیار ارزانتر از مصالح دیگر است.

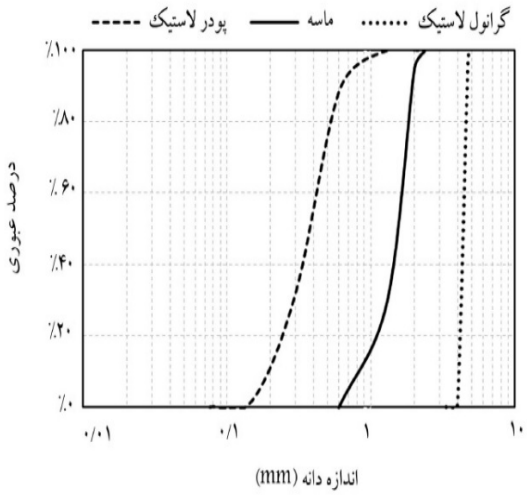
ج-رفتار خاک ضعیف بستگی به چگالی‌های مختلف ژئوفوم استفاده شده در خاک دارد.

د-استفاده از ژئوفوم‌ها و ژئوممبراین در پل‌ها و خاکریز آزاد راه‌ها برای کاهش نشست تحکیم، به تکنولوژی روز بسیاری از کشورهای جهان تبدیل شده است. (نایدو و مونوهار،۲۰۲۱)

در سال ۱۳۹٦ به بررسی رفتار سیکلی پی‌های نواری در ماسه‌های تقویت شده با ژئوسل و خرده لاستیک توسط محمدی و همکاران پرداخته شد. مصالح مورد استفاده در این پژوهش گرانول لاستیک و پودر لاستیک بوده که در شکل (۵) نشان داده شده است. در این آزمایش اندازه‌ی ذرات لاستیک استفاده شده بزرگتر از ذرات ماسه می‌باشد. همچنین منحنی دانه‌بندی گرانول لاستیک، ماسه و پودر لاستیک در شکل (٦) نشان داده شده است.

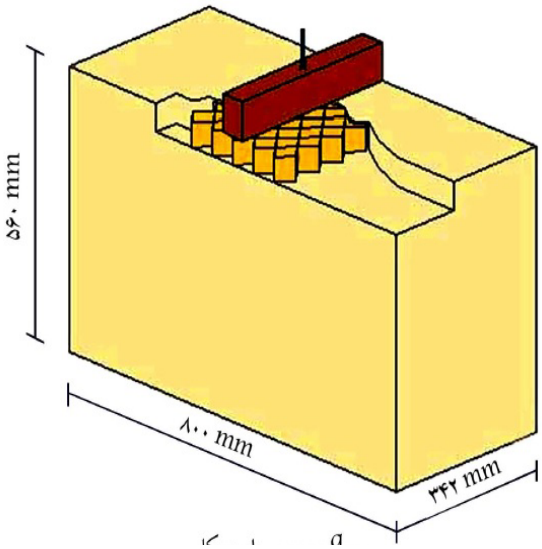


شکل۵. گرانول لاستیک، ماسه و پودر لاستیک استفاده شده در آزمایش (محمدی و همکاران، ۱۳۹٦)



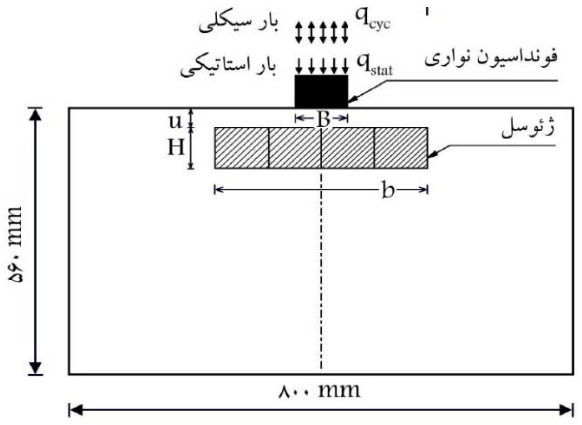
شکل ٦. منحنی دانه‌بندی گرانول لاستیک، ماسه و پودر لاستیک استفاده شده در آزمایش (محمدی و همکاران، ۱۳۹٦)

مطابق شکل (۷) نمونه‌ای از پی‌نواری بر روی خاک ماسه‌ای مسلح شده با ابعاد نشان داده شده مدل شده است.



شکل(۷). نمونه‌ای از پی نواری مدل شده (محمدی و همکاران، ۱۳۹٦)

همچنین در شکل (۸) ابعاد کلی نمونه و موقعیت قرارگیری مدل فونداسیون نواری و ژئوسل نشان داده شده است.



شکل ۸ ابعاد کلی نمونه و موقعیت قرارگیری فونداسیون و ژئوسل (محمدی و همکاران، ۱۳۹٦)

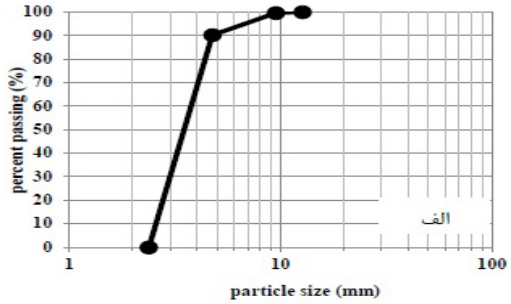
از مطالعات صورت گرفته نتایج زیر حاصل می گردد:

می‌توان دریافت که نکته‌ی حائز اهمیت در عملکرد مطلوب ژئوسل در جهت افزایش سختی و باربری خاک مسلح، تراکم مصالح پرکننده‌ی ژئوسل است که این موضوع در کنار سایر پارامترها، به عنوان عاملی مهم و کلیدی در راستای بروز هرچه بیشتر اثرات ژئوسل نقش اساسی ایفا می‌کند. (محمدی و همکاران، ۱۳۹٦) . در سال ۱۳۹۷ به بررسی تاثیر ذرات ژئوفوم بر خصوصیات ژئوتکنیکی خاک‌های ماسه‌ای توسط توفیق‌آذری و دبیری پرداخته شد. هدف از این تحقیق بررسی میزان ذرات ژئوفوم بر بهسازی ظرفیت خاک‌های ماسه‌ای گرد گوشه و تیز گوشه بود. میزان تاثیر ژئوفوم استفاده شده در این آزمایش پنج صدو درصد، یک دهم و پانزده صدم درصد وزنی مصالح مورد مطالعه می‌باشد. به منظور بررسی تاثیرگذاری ذرات ژئوفوم بر پارامترهای ژئوتکنیکی خاک‌های ماسه‌ای مخلوط شده با ژئوفوم آزمون‌های آزمایشگاهی تراکم، برش مستقیم (تحت اثر تنش‌های۱، ۲ و ۳ کیلوگرم بر سانتی متر مربع) و نفوذ پذیری انجام گرفته است. در شکل (۹) نمونه‌ای از خاک مورد آزمایش که خاک ماسه‌ای گرد گوشه و تیز گوشه‌ی شهر تبریز می‌باشد، نشان داده شده است.

شکل ۹. خاک ماسه‌ای گرد گوشه و تیز گوشه‌ی شهرستان تبریز

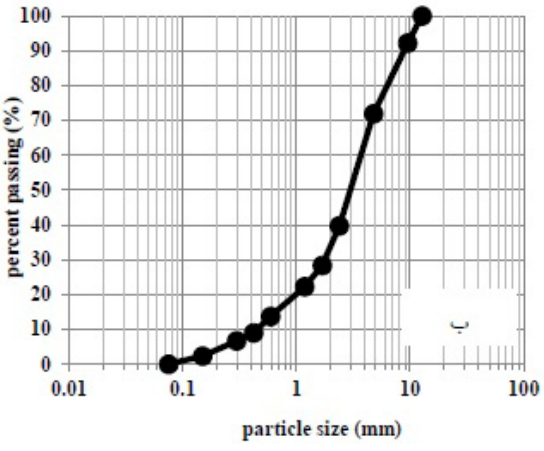
(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)

همچنین در شکل (۱۰) منحنی‌های دانه‌بندی مصالح مورد آزمایش قابل مشاهده است.



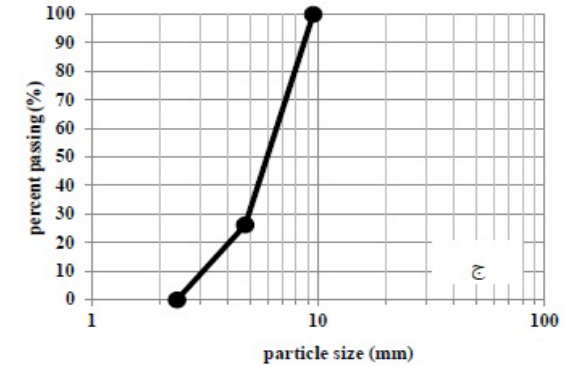
شکل (۱۰-الف). منحنی دانه‌بندی مصالح گرد گوشه

(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)



شکل (۱۰-ب). منحنی دانه بندی مصالح تیزگوشه

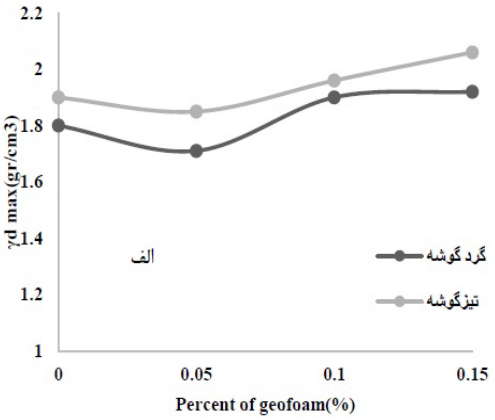
(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)



شکل(۱۰-ج). منحنی دانه بندی ذرات ژئوفوم

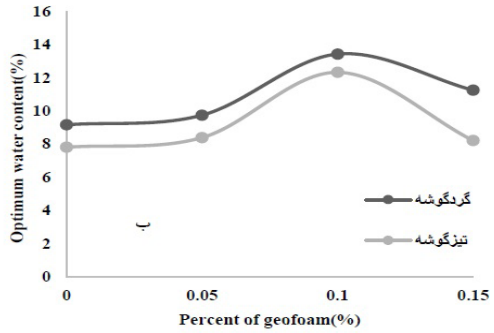
(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)

در این آزمایش همانطور که در شکل (۱۱) نشان داده شده است، تاثیر ذرات ژئوفوم بر نتایج حاصل از آزمایش تراکم قابل مشاهده است.



شکل (۱۱-الف). تغییرات وزن مخصوص خشک حداکثر

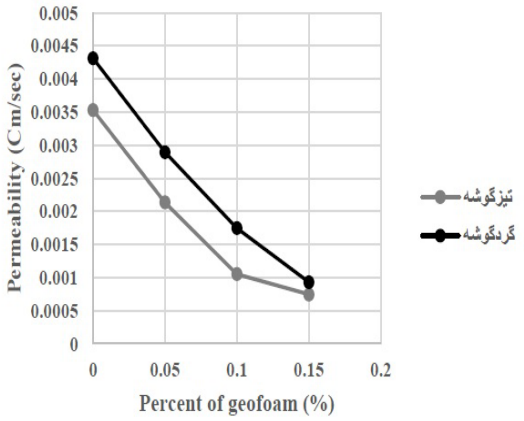
(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)



شکل (۱۱-ب). تغییرات رطوبت بهینه

(توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)

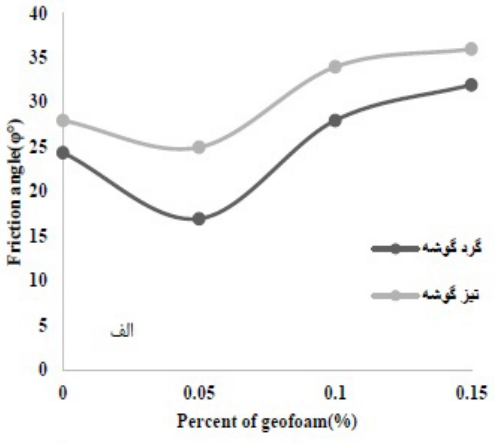
نتایج حاصل از آزمایش نفوذ پذیری برروی مصالح ماسه‌ای تیز گوشه و گرد گوشه مطابق شکل (۱۲) قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به نتایج آزمایش انجام گرفته می‌توان دریافت که با افزایش میزان درصد ذرات ژئوفوم، مقدار نفوذپذیری کاهش یافته که این روند در خاک‌های ماسه‌ای تیزگوشه شدیدتر می‌شود.



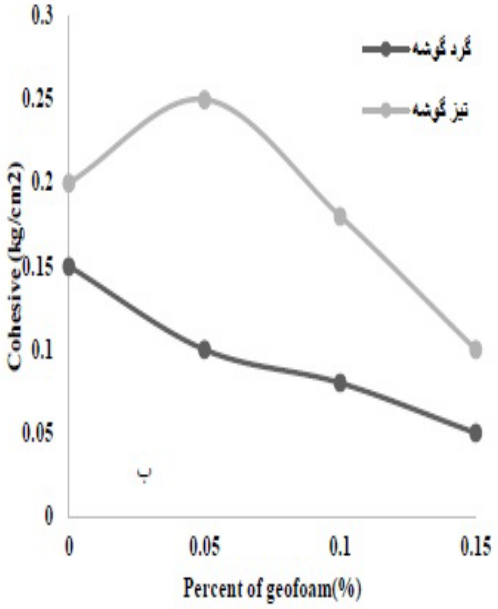
شکل۱۲. تاثیر ذرات ژئوفوم بر میزان نفوذپذیری مصالح مورد استفاده (توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)

۳- بحث

به منظور مطالعه‌ی تاثیر ذرات ژئوفوم بر روی پارامترهای ژئوتکنیکی چسبندگی و زاویه‌ی اصطکاک داخلی ماسه‌های گرد گوشه و تیز گوشه آزمون برش مستقیم انجام گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش همانطور که در شکل (۱۳) مشاهده می‌شود، هنگامی که پانزده صدم درصد وزنی ژئوفوم به خاک ماسه‌ای افزوده می‌شود، سبب افزایش زاویه‌ی اصطکاک داخلی بین ذرات شده است. اگرچه این افزایش در خاک ماسه‌ای تیز گوشه و گرد گوشه به ترتیب برابر ۲۸درصد و ۳۱ درصد می‌باشد. همچنین در شکل (۱۳–ب) می‌توان دید، ذرات ژئوفوم تاثیر مناسبی بر روی چسبندگی مصالح ماسه‌ای ندارند. بگونه‌ای که در ماسه‌ی گرد گوشه، افزایش میزان ذرات ژئوفوم سبب کاهش میزان چسبندگی شده است. در حالیکه این روند در خاک ماسه‌ای تیز گوشه متفاوت می‌باشد. به طوری که افزودن ۵ صدم درصد ژئوفوم به خاک تیزگوشه باعث بالا رفتن چسبندگی شده ولی با افزایش درصد حضور ژئوفوم مقدار چسبندگی کاهش می‌یابد. (توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)



شکل (۱۳–الف). تاثیرذرات ژئوفوم بر نتایج حاصل از آزمایش برش مستقیم–زاویه‌ی اصطکاک داخلی (توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)



شکل (۱۳–ب). تاثیرذرات ژئوفوم بر نتایج حاصل از آزمایش برش مستقیم–چسبندگی (توفیق آذری و دبیری، ۱۳۹۷)

جدول۱. بررسی روش‌های مختلف ارزیابی خاک‌های مسلح شده با ژئوسنتتیک‌ها با روش‌های عددی، تحلیلی و آزمایشگاهی

ردیف	نام نویسنده و سال	پارامترهای مورد مطالعه	روش انجام پژوهش	نتیجه‌گیری
۱	E.C.Shin and B.M Das 2000	ظرفیت باربری پی نواری بر روی خاک ماسه‌ای مسلح شده با ژئوگرید	مطالعات آزمایشگاهی و روابط عددی	۱.عمق بحرانی (ضریب عمق بحرانی(((d/B)cr)) برای BCR,BCRg,BCRq محاسبه گردید. ۲.برای محدوده ی انجام شده ۰ ≤ Df/B ≥ ۰,۷۵ ، BCR_q بزرگ‌تر از BCR_g می‌باشد. اندازه BCR برای ۲ ≤d/B≤ ۰ بزرگتر از BCR_g می‌باشد.
۲	غلامعلی شفابخش، عبدالحسین حداد، مهدی اکبری، زهرا گواشیری ۱۳۸۷	اعتمادپذیری دیوار خاک مسلح با ژئوسنتتیک و مقایسه اقتصادی	آماری	دیوارهای خاک مسلح با ژئوسنتتیک‌ها دارای هزینه کمتری نسبت به روش‌های دیگر مسلح سازی هستند. از طرفی ژئوسنتتیک‌ها در برابر برخی عوامل محیطی و طبیعی آسیب پذیرند.
۳	محمدرضا عبدی، محمدعلی ارجمند ۱۳۸۹	پارامترهای مقاومت برشی رس با افزایش درگیری ماسه و ژئوگرید	عددی تفاضل محدود	مسلح نمودن خاک رس توسط ژئوگرید، باعث افزایش مقاومت برشی گردیده که عمدتاً ناشی از تأثیر چشمه‌های باز ژئوگرید بوده است. تأثیر مسلح‌کننده بیشتر در بهبود چسبندگی نمود داشته و تأثیرچندانی در زاویه‌ی اصطکاک ظاهری نداشته است.
٤	سید مجدالدین میرمحمدحسینی، شکوفه صادقی‌فرد ۱۳۸۹	ظرفیت باربری شالوده‌های ماسه‌ای مسلح تحت بارهای سیکلی افقی FLAC	عددی تفاضل محدود	با افزایش تعداد سیکل‌های بارگذاری افقی، تغییرمکیان قائم (نشست) شالوده ثابت و بدون تغییر مانده، اما مقدار ظرفیت باربری به طور مرتب کاهش خواهد یافت. افزایش دامنه بارگذاری باعث افت بیشتر ظر فیت باربری شالوده، چه در شرایط مسلح و چه در شرایط غیرمسلح، شده است. آهنگ کاهش ظرفیت باربری با افزایش سیکل‌های بارگذاری خطی است.
٥	AM M.R.Karim,C.T.Gnanedr and S-C.R.LO 2012	محاسبه‌ی کرنش بلند مدت ژئوسنتتیک‌های خاکریز	مدلسازی عددی به روش اجزا محدود	عملکرد ژئوسنتتیک‌ها با مرتبط کردن رفتار خزش با تحلیل اجزا محدود بهتر قابل پیش بینی می‌باشد.
٦	Pardeep Singh and K.S.Gill 2012	CBR سابگرید مسلح شده با ژئوگرید	تحلیل عددی و تئوری	-ظرفیت CBR خاک وقتی با لایه‌ی نازکی از ژئوگرید مسلح شود از ۵۰ تا۱۰۰٪ افزایش می‌یابد. -ظرفیت CBR سابگرید وقتی ژئوگرید در عمق 0.2H نسبت به سطح قرار می‌گیرد، از ۳,٦٪ به ۸,۷٪ افزایش می‌یابد. وقتی ژئوگرید در موقعیت بهینه قرار می‌گیرد، تحت اثر بار استاتیکی عملکرد تنش-کرنشی آن بطور قابل توجهی بهبود می‌یابد.
۷	محمد موحدان ۱۳۹۱	کنترل نشت آب استخر	آزمایشگاهی	ژئوممبراین در کاهش نشت استخر تاثیر بسزایی داشته و در انتخاب فاکتورهای نصب ژئوممبراین باید دقت فراوانی شود.

۸	کاوه شریف پور، حمیدرضا صبا ۱۳۹۲	ظرفیت باربری و میزان فرورفتگی نمونه	مطالعات آزمایشگاهی- CBR	استفاده از لایه‌ی مسلح‌کننده باعث افزایش CBR خاک و در نتیجه مقاومت خاک می‌شود.
۹	Subrata Chawdra Das, Md.Eanamulhaque Nizam 2014	پروسه ی ساخت ژئوتکستایل	آماری	کمک به کشف فواید و خواص ژئوتکستایل
۱۰	عیسی شوش پاشا، مسیح الله بخشی، ایمان امیری، حسین ملاعباس ۱۳۹۲	نشست، ضریب اطمینان و ظرفیت باربری Plaxis 2D	عددی به روش اجزا محدود	نشست خاک ماسه‌ای برروی بستر خاک رسی با استفاده از ژئوگرید کاهش می‌یابد.
۱۱	مهدی یوسفی، ناصر علیپور مازندرانی، منصور پرویزی ۱۳۹۲	تعداد لایه‌ها، فاصله‌ی لایه‌ها از هم و ... تحت اثر بار دینامیکی ناشی از زلزله منجیل	مروری بر مطالعات گذشته	جهت حصول بیشترین ظرفیت باربری ضخامت لایه خاک دانه‌ای که مسلح کننده را دربر گرفته است محدود می‌باشد و بهینه‌ترین حالت برای استفاده از ژئوتکستایل در زیر پی نواری زمانی است که فاصله مسلح‌کننده از پی به اندازه نصف عرض پی باشد.
۱۲	غلام مرادی، آروین عبدالمالکی، مجید مهدی، پرهام سلطانی ۱۳۹۲	پایداری شیروانی سنگی Plaxis و Slide	عددی المان محدود	استفاده از باکسهای ژئوسنتتیکی باعث افزایش محصوریت بین مصالح سنگی از یک سو و بالا بردن ظرفیت کششی از سوی دیگر می‌شود.
۱۳	پیام شریفی، سید ناصر مقدس تفرشی ۱۳۹۳	بررسی نشست تحت اثر سیکل بارگذاری و ضخامت بهینه خاک بین دو لایه ژئوسل	آزمایشگاهی	تسلیح بستر با ژئوسل می‌تواند موجب کاهش قابل توجه نشست تحت بارگذاری سیکلی در مقایسه با بستر غیر مسلح شود.
۱٤	Oluwapelumi O.Ojuri and Peter K.Adejoke 2015	تاثیر مواد زائد پسماندهای شهری بر دانه‌بندی خاک	آزمایشگاهی	-مقاومت برشی زباله‌های جامد شهری با افزایش وزن مخصوص آن افزایش می‌یابد. -قابلیت فشردگی زباله‌های جامد شهری بالا می‌باشد و در نتیجه نشست پذیری زیادی دارند.
۱۵	نازنین سهرابی، نادر هاتف ۱۳۹۳	نتایج آزمایش بیرون کشش Plaxis3D tunnel	مطالعات آزمایشگاهی و عددی اجزا محدود	با افزایش ضخامت لایه‌ی خاک درشت دانه‌ی محصور کننده‌ی مسلح کننده‌ها، مقاومت بیرون کشش مسلح کننده‌ها رفته رفته افزایش می‌یابد تا اینکه به حد تقریبا ثابتی می‌رسد.
۱٦	محمودرضا عبدی، حامد میرزائی فر، مهدی رفیعی‌نیا و حسین ملک زاده ۱۳۹٤	مقاومت فشاری و کرنش گسیختگی خاک تثبیت شده با آهک و مسلح شده با ژئوگرید.	مطالعات آزمایشگاهی	مقاومت فشاری تک محوری نمونه‌های رس حاوی ۳، ۵ و ۷ درصد آهک با افزایش زمان عمل‌آوری تا ۳۰ روز افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد.
۱۷	جمشید آقائی، آیدا مهرپژوه، مرتضی اسماعیلی ۱۳۹٤	مکانیزم عملکرد ژئوسل در خاک مسلح (چسبندگی،سختی و مدول الاستیسیته)	مروری بر مطالعات گذشته	با درنظر گرفتن اثرات افزایش مقاومت جانبی، توزیع تنش قائم و اثر غشایی ژئوسنتتیک‌ها استفاده از این محصولات می‌تواند عاملی در جهت پایدار سازی خاکریزها و شیروانی‌های خاکی و کاهش ضخامت لایه روسازی شود.

۱۸	سینا حسین پور سنبلی، احمد ملکی ۱۳۹٤	تغییرات تنش موثر PLaxis	المان محدود	با افزایش تعداد لایه‌های مسلح کننده ژئوگریدی، مقدار عددی تنش‌های موثر حاصل از اعمال سربارها کاهش می‌یابد.
۱۹	طاهره شقاقی، سید ناصر مقدس تفرش ۱۳۹٤	تخمین تغییرات فشار-نشست پی دایروی با استفاده از داده‌های آزمایش سه محوری	تحلیل تئوریک روسازی و خاک‌های چند لایه	-افزایش مدول سختی بدون بعد خاک K_u و مدول مماسی ژئوسل(M) موجب افزایش باربری پی و کاهش نشست آن می‌شود. -افزایش ضخامت لایه‌ی ژئوسل(hg) موجب افزایش سختی بستر و در نتیجه بهبود رفتار پی واقع بر بستر مسلح می‌شود. نرخ بهبود در باربری پی با افزایش ضخامت لایه‌ی ژئوسل کاهش می‌یابد.
۲۰	سعید کوزه‌گران، محمد علیایی ۱۳۹۵	مقایسه ژئوسل با ژئوسنتیک‌های صفحه‌ای و نسبت ظرفیت BCR FLAC3D	تحلیل عددی	سیستم تسلیح ژئوسل می‌تواند باعث افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست خاک شود.
۲۱	فروغ اشکان ۱۳۹٦	ظرفیت باربری نهایی پی و جابجایی خاک Plaxis	مدلسازی فیزیکی و عددی	افزایش تعداد مسلح کننده موجب افزایش ظرفیت باربری پی می‌گردد.
۲۲	محمودرضا محمدی، سید مجدالدین میر حسینی، محسن کارگری ۱۳۹٦	تغییر شکل‌های خمیری و کشسان	آزمایش و تحلیل بار-نشست	بطور کلی در حالت استفاده از مصالح متراکم نسبت به مصالح سست (به عنوان پرکننده‌های چشمه ژئوسل) افزایش سختی و ظرفیت باربری خاک مسلح می‌تواند متجاوز از ۲۰٪ بیشتر باشد.
۲۳	فهید توفیق آذری، روزبه دبیری ۱۳۹۷	تراکم، پارامترهای مقاومت برشی و نفوذپذیری	آزمایشگاهی	درصد بهینه ذرات ژئوفوم در نمونه‌های خاکی برابر ۱۵٪ وزنی است که سبب کاهش میزان تخلخل حداقل، بالارفتن وزن مخصوص خشک خاک حداکثر، رطوبت بهینه و بالارفتن زاویه‌ی اصطکاک داخلی بین ذرات می‌شود.
۲٤	سید طاها طباطبایی عقدا، علی قنبری، غلامحسین توکلی مهرجردی ۱۳۹۷	بررسی رفتار بار-نشست	آزمایشگاهی (آزمایش بار صفحه)	استفاده از ژئوسل برای تسلیح ماسه لایروبی منجر به بهبود رفتار بار-نشست آن می‌شود و یکی از نکات حائز اهمیت در عملکرد مطلوب ژئوسل، نوع خاک استفاده شده در لایه فوقانی ژئوسل است که نقش پیش توزیع بارها و جلوگیری از لهیدگی دیوارهای ژئوسل را بر عهده دارد.
۲۵	علی لکی روحانی، مژگان عباسیان ۱۳۹۷	تنش برشی در فصل مشترک خاک و ژئوگرید	آزمایشگاهی (آزمایش برش مستقیم)	اصطکاک و قفل و بست دانه‌ها با یکدیگر دارای بیشترین سهم در مقاومت برشی خاک هستند و مقدارش از اصطکاک دانه‌های خاک با سطح ژئوگرید و مقاومت ناشی از برخورد خاک با نوارهای عرضی ژئوگرید بیشتر است.
۲٦	بهنام مهدی پور، بهرام نادی، حمید هاشم الحسین، مسعود میرمحمد صادقی ۲۰۲۰	ضریب اطمینان پایداری شیروانی خاک غیر اشباع $FLAC^{2D}$	عددی و نرم افزاری	عمق جای دهی موثر برای لایه ژئوسل، در قسمت میانی ارتفاع شیروانی می‌باشد و افزایش تعداد لایه‌های ژئوسل تاثیر بیشتری بر پایداری شیروانی نسبت به افزایش طول ژئوسل دارند.

۲۷	وحید میرحاجی، یاسر جعفریان، محمدحسن بازیار، محمدکاظم جعفری ۱۳۹۸	جابجایی و پاسخ لرزه‌ای	آزمایشگاهی (میز لرزه)	نتایج حاصل از آزمون‌های میز لرزه با حرکات سینوسی شکل، آثار مفید آسترهای مصنوعی زمین در کاهش شتاب‌های انتقال یافته به درون توده‌ی جدا شده را ثابت کرد، بطوری که می‌تواند ایمنی و پایداری سازه‌ی مدفن زباله‌ی شهری را تضمین کند.
۲۸	سید امیرحسین جباری، عبدالحسین حداد ۱۳۹۸	فشار تورمی خاک	آزمایشگاهی	ژئوفوم باعث کاهش فشار تورمی بر لوله‌های مدفون می‌شود. اما، افزایش بیش از حد ضخامت ژئوفوم تاثیر زیادی بر کاهش فشردگی لوله ندارد.
۲۹	بهنام مهدی پور، بهرام نادی، حمید هاشم الحسین، مسعود میرمحمد صادقی ۲۰۲۱	مسلح کننده ژئوسل و درصد رطوبت بر روی جابجایی خاک	مدلسازی فیزیکی	میزان رطوبت خاک و عمق قرارگیری لایه ژئوسل بر روی پایداری شیروانی موثر است.
۳۰	Gopu Gane sh Naidu,Kota Sai Manohar 2021	بررسی کاربرد ژئوفوم و ژئوممبراین بر پایداری کوله‌ی پل‌ها و خاکریزها	آماری	-با ژئوفوم‌ها می‌توان مقاومت خاک‌های ضعیف را افزایش داد. -روش استفاده از ژئوسنتتیک بسیار اقتصادی‌تر از روش‌های دیگر مسلح سازی خاک است.

٤- نتیجه‌گیری

الف- ژئوفوم آن دسته از مصالح ژئوسنتتیک بوده که از فوم تشکیل شده است. بلوک‌های ژئوفوم به عنوان یکی از مصالح ژئوسنتتیک به دلیل وزن حجمی ناچیز در برابر وزن حجمی خاک و همچنین تراکم پذیری بالا، اجرای سریع و آسان، عایق حرارت، مقاوم در برابر جذب آب قابلیت کاربرد بالایی در مهندسی ژئوتکنیک دارد که می‌توان از آن‌ها در دیوارهای حائل، پروژه‌های راهسازی به عنوان یک پرکننده‌ی سبک، کاهش تنش‌های ناشی از بارهای قائم در لایه‌های زیرین استفاده نمود.

ب -امروزه استفاده از مصالح نوین در بهبود و افزایش باربری خاک کاربرد زیادی داشته، یکی از این مواد ژئوسنتتیک‌ها می‌باشند که باعث افزایش ظرفیت باربری خاک، کاهش فشار ناشی از سربار و کاهش وزن مخصوص خاک می‌شود.

پ-استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در خاک‌های تیز گوشه به دلیل ساز و کار اصطکاکی که خاک با ژئوسنتتیک‌ها ایجاد می‌کند، تاثیر بیشتری در افزایش پارامترهای مقاومتی خاک در مقایسه با خاک‌های گرد گوشه دارد.

ت-استفاده از ژئوگریدها به دلیل ماهیت صفحه‌ای که دارند، بسیار تابع اندر کنش ذرات خاک با ژئوگریدها می‌باشد و در نتیجه استفاده از خاک‌های دانه‌ای با زاویه‌ی اصطکاک داخلی بالا در مقایسه با خاک‌های چسبنده برای استفاده از ژئوگریدها مناسب‌تر می‌باشد.

د-ژئوسل‌ها یکی از انواع ژئوسینتتیک‌ها هستند، که با توجه به مزایای متعدد، استفاده از آن‌ها در حال توسعه بوده و امروزه مطالعات وسیعی روی آن‌ها در حال شکل‌گیری است. مکانیزم رفتاری ژئوسل‌ها با ژئوسنتتیک‌های صفحه‌ای کاملاً متفاوت است. ژئوسل‌ها با توجه به هندسه‌ی سه بعدی و منحصر به فردی که دارند، قادرند محصور شدگی جانبی قابل توجهی را برای خاکی که درون آنها قرار می‌گیرد، ایجاد کنند، خواص مقاومتی و سختی خاک موجود را به طرز چشمگیری ارتقا دهند و در نتیجه باعث افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست خاک شوند.

ذ-علی رغم ویژگی‌های منحصر به فرد، سیستم تسلیح ژئوسل همچنان نتوانسته است. جایگاه واقعی خود را در پروژه‌های بهسازی خاک بیاید و روش‌های تئوری و طراحی موجود برای آن‌ها بسیار عقب‌تر از کاربردهای آن در زمینه‌های مختلف است، که این امر به علت عدم شناخت کافی از مکانیزم تسلیح با ژئوسل است. در این میان علی رغم وجود مطالعات آزمایشگاهی نسبتاً وسیع، مدلسازی عددی رفتار آن‌ها به ندرت انجام شده و در بیشتر مطالعات عددی صورت گرفته بر روی خاک مسلح

با ژئوسل، خاک و مسلح کننده بصورت کامپوزیت مدل شده‌اند. بدین معنا که مجموعه ی خاک و مسلح کننده بصورت مرکب با خاکی با پارامترهای مقاومتی بالاتر (که بر اساس رفتار خاک مسلح در آزمون‌های آزمایشگاهی صورت گرفته بر روی آن تعیین می‌شوند) جایگزین شده است. این در حالی است که با توجه به هندسه منحصر به فرد سه بعدی ژئوسل، مکانیزم رفتاری واقعی آن کاملاً در این روش قابل شبیه سازی نیست.

ر-سیستم تسلیح ژئوسل می‌تواند باعث افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست خاک (نسبت به حالت غیر مسلح تحت بار مشابه) شود. از طرف دیگر، استفاده از سیستم تسلیح با ژئوسل باعث کاهش تورم در خاک در اثر بارگذاری می‌شود، که این خود نشان دهنده قابلیت ژئوسل در کنترل گسیختگی برشی است.

ز-برای مقادیر یکسان مسلح کننده‌ی مصرفی در بستر ماسه‌ای، عملکرد سیستم تسلیح با ژئوسل به شکل قابل ملاحظه‌ای بهتر از عملکرد سیستم تسلیح با ژئوسینتتیک است. این برتری هم در کاهش میزان نشست (به ازای بار مشابه) و هم در افزایش ظرفیت باربری وجود دارد.

ژ-علاوه بر عملکرد بهتر سیستم تسلیح با ژئوسل، عمق خاکبرداری و خاکریزی لازم نیز در سیستم تسلیح با ژئوسل کمتر از سیستم تسلیح با ژئوسنتتیک است.

س-در پایداری شیروانی‌ها، عمق جای دهی موثر برای لایه‌ی ژئوسل، در قسمت میانی ارتفاع شیروانی می‌باشد و افزایش تعداد لایه‌های ژئوسل تاثیر بیشتری بر پایداری شیروانی نسبت به افزایش طول ژئوسل دارند. با قرارگیری اولین لایه‌ی ژئوسل در ناحیه‌ی موثر، توسعه‌ی صفحات شکست کاهش یافته و آن‌ها را به عمق بیشتری سوق می‌دهد. در این رابطه، سایر تقویت‌کننده‌های ژئوسل نیز همچون یک دال رفتار کرده که فشارهای عمودی را از بالاترین لایه گرفته و آن‌ها را در اعماق بیشتری از خاک انتقال می‌دهند. در حقیقت اولین لایه سبب رابطه‌ی میان لایه‌های ژئوسل شده برای انتقال تنش می‌شود. چنانچه طول لایه‌ی ژئوسل نسبت به سطح لغزش بسیار کوچک باشد، لنگر خمشی مقاوم لایه‌ی ژئوسل منفی می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

- اشکان، ف.، (۱۳۹٦)، "اندازه‌گیری تغییر شکل خاک ماسه‌های سست مسلح شده با ژئوسنتتیک‌ها با استفاده از مدلسازی فیزیکی و عددی"، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۹، شماره ۷۱، ص.۸۲-٦۷.

- توفیق آذری، و دبیری، ر.، (۱۳۹۷)، "تاثیر ذرات ژئوفوم در خصوصیات ژئوتکنیکی خاک‌های ماسه‌ای"، فصلنامه علمی-تخصصی، رویکردهای نوین در مهندسی عمران، دوره دوم، شماره ٤، ص.۹۳-۸۳.

- جباری، س.، ا.، ح. و حداد ،ع.، ا.، (۱۳۹۸)، "کاهش فشار تورمی وارد بر لوله‌های انعطاف‌پذیر مدفون در خاک منبسط شونده با استفاده از ژئوفوم"، مجله علمی پژوهشی، مهندسی عمران مدرس، دوره نوزدهم، شماره ۳.

- حسینپور سنبلی، س. و ملکی، ا.، (۱۳۹٤)، "بررسی تغییرات تنش‌های موثر در خاک مسلح شده به وسیله لایه‌های ژئوگریدی"، چهارمین کنفرانس ملی مصالح و سازه‌های نوین در مهندسی عمران.

- سهرابی، ن. و هاتف، ن.، (۱۳۹۳)، "تعیین ضخامت بهینه‌ی لایه‌ی خاک درشت دانه‌ی محصور کننده‌ی ژئوگرید و مهار-شبکه در خاک چسبنده"، مهندسی عمران شریف، دوره‌ی ۲-۳۰، شماره‌ی ۱/۱، ص.۹۸-۸۹.

- میرمحمدحسینی، س.م. و صادقی فرد، ش.، (۱۳۸۹)، "بررسی رفتار شالوده‌های تقویت شده با ژئوگرید تحت اثر بارهی سیکلی افقی"، امیر کبیر، مهندسی عمران، سال ٤۲، شماره ۱.

- شریف‌پور، ک. و صبا،ح. ر.، (۱۳۹۲)، "بررسی اثر ژئوسنتتیک بر ظرفیت باربری خاک دانه‌ای مسلح شده"، اولین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی، ۳۰ مهر و ۱ آبان ماه.

- شفابخش، غ.ع، حداد، ع.، اکبری، م. و گواشیری، ز.، (۱۳۸۷)، "امکان سنجی اجرای دیوار خاک مسلح با ژئوسنتتیک و بررسی موردی آن در جاده ویژه گلستان"، پژوهشنامه حمل ونقل، سال پنجم، شماره اول، بهار، ص.٦۰-٤۹.

– شقاقی، ط. و مقدس تفرشی، س. ن، (۱۳۹٤)، "بررسی تحلیلی رفتار فشار–نشست پی واقع بر بستر مسلح با ژئوسل"، مهندسی عمران شریف، دوره ۲–۳۱ شماره ۳/۱ ص.۷۸–٦۳.

– شوشپاشا، ع.، بخشی، م.، امیری، ا. و ملاعباسی، ح.، (۱۳۹۲)، " بررسی رفتار پی‌ها واقع بر خاکریز ماسه‌ی مسلح به ژئوسنتتیک بر بستر رس نرم تحت بار استاتیکی"، اولین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی، ۳۰ مهر و ۱ آبان ماه.

– طباطبایی عقدا، س. ط. قنبری، ع. و توکلی مهرجردی، غ.، (۱۳۹۷)، "بررسی آزمایشگاهی اثر ژئوسل بر رفتار بار- نشست ماسه لایروبی بندر شهید رجایی"، نشریهٔ زمین شناسی مهندسی، جلد سیزدهم، شمارهٔ ۲، تابستان.

– عبدی م. ر.، میرزائی فر، ح.، رفیعینیا، م. و ملک زاده، ح.، (۱۳۹٤)، " تسلیح خاک رس تثبیت شده با آهک با استفاده از ژئوگرید"، پژوهش‌های تجربی در مهندسی عمران، جلد ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ص. ۷۲–٦۳.

– عبدی، م. ر. و ارجمند، م. ع.، (۱۳۸۹)، "امکان سنجی بهبود اندرکنش خاک رس– ژئوگرید با به کارگیری لایه‌های نازک ماسه‌ای"، نشریه مهندسی عمران، سال بیست و یکم، شماره دو.

– کوزه‌گران، س. و علیایی، م.، (۱۳۹۵)، "تحلیل عددی بستر ماسه‌ای پی‌های مسلح به ژئوسل و مقایسه‌ی کارایی سیستم های تسلیح ژئوسنتتیک سلولی و صفحه‌ای"، مهندسی عمران شریف، (پاییز ۱۳۹۵) دوره‌ی ۲–۳۲، شماره‌ی ۳/۱، ص.۱۱–۳.

– لکی روحانی، ع. و عباسیان، م.، (۱۳۹۷)، "بررسی رفتار فصل مشترک خاک–ژئوگرید در آزمایش برش مستقیم، با تاکید بر اندازه ابعاد چشمه‌های ژئوگرید و تراکم نسبی"، نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۰، شماره ۵، ص.۹٦۰–۹٤۹.

– محمدی، م. ر. میرمحمدحسینی، س. م. و کارگر، م.، (۱۳۹٦)، "بررسی رفتار سیکلی پی‌های نواری در ماسه‌های تقویت شده با ژئوسل و خرده لاستیک"، مهندسی عمران شریف، دوره ۲–۳۳ شماره ٤/۱، ص.۵۹–٤۹.

– موحدان، م.، (۱۳۹۱)، "ارزیابی مسائل فنی و اجرایی ژئوممبر این جهت پوشش مخازن آب"، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد۱۳، شماره۳، ص.۲۸–۱۵.

– مهدی‌پور، ب.، نادی، ب.، هاشم الحسین، ح. و میرمحمد صادقی، م.، (۲۰۲۰)، "بررسی تاثیر تغییرات ژئوسل بر پایداری شیروانی در خاک غیر اشباع"، جلد ۵، شماره ۲، ص.۱۳۷–۱۵۱.

– مهدی‌پور، ب. نادی، ب. هاشم الحسین، ح. و میرمحمد صادقی، م.، (۲۰۲۱)، "مطالعه آزمایشگاهی رفتار شیروانی مسلح شده در شرایط غیر اشباع"، جلد ۵، شماره ۲، ص.۳۷–۲۵.

– میرحاجی، و. جعفریان‌ی، بازیار، م.، ح. و جعفری، م. ک.، (۱۳۹۸)، "مدلسازی میز لرزه برای جداسازی لرزه‌ای مدفن زباله‌های جامد شهری با آسترهای مصنوعی زمین(مطالعه موردی مدفن کهریزک تهران)"، مهندسی عمران شریف، دوره ۲–۳۵ شماره ۱/۲، ص.۱۱۳–۱۰۵.

– یوسفی، م.، علیپور مازندرانی، ن. و پرویزی، م.، (۱۳۹۲)، "بررسی مروری تاثیر ژئوسنتتیک‌ها بر افزایش ظرفیت باربری و نشست پی‌های نواری روی خاک‌های ماسه‌ای و رسی تحت نیروهای لرزه‌ای"، اولین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی، ۳۰ مهر و ۱ آبان ماه.

–آقائی، ج. و مهر پژوه، آ. و اسماعیلی، م.، (۱۳۹٤)، "بررسی عملکرد و مبانی طراحی خاکریز مسلح با ژئوسل".

–شریفی، پ. و مقدس تفرشی، س. ن.، (۱۳۹۳)، "مطالعه‌ی آزمایشگاهی رفتار بستر مسلح با ژئوسل لایه‌ای تحت بارگذاری سیکلی"، مهندسی عمران شریف، دوره‌ی ۲–۳۰، شماره‌ی ٤/۱، ص.۸۳–۷۵.

–مرادی، غ. عبدالمالکی، آ. مهدی، م. و سلطانی، پ.، (۱۳۹۲)، "بررسی کاربردی نوین از ژئوسنتتیک‌ها در ژئوتکنیک"، اولین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی، ۳۰ مهر و ۱ آبان ماه.

- Singh,P and Gill, K.S., (2012), "CBR Improvement Of Clayey Soil With Geo-grid Reinforcement", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, ISSN 2250-2459, Vol. 2, Issue 6.

-Ghiasi, V. and Rashno, S., (2022), "An overview of chemical soil stabilization methods". Road.
Doi: 10.22034/road.2022.312705.1988.

Doi: 10.22034/road.2022.323699.2017.
-Ghiasi, V., and Najafi, F., (2022), "Investigation of liquefiable soils improvement methods", Road, 30(110), pp.41-56. Doi: 10.22034/road.2023.112863.
-Ghiasi, V., and Farzan, A., (2019), "Numerical study of the effects of bed resistance and groundwater conditions on the behavior of geosynthetic reinforced soil walls", Arab J Geosci 12, 729.
Doi.org/10.1007/s12517-019-4947-2.
-Karim, M.R and Gnanedram, C.T. and Lo, SC.R., (2012), "Effect of geosynthetic reinforcement creep on the long term performance of an embankment", Geotechnical Special Publication, March.
DOI: 10.1061/9780784412121.137.
-Chawdradas,S and Eanamulhaque Nizam, MD., (2014), "Geo Textile - A Tremendous Invention of Geo Technical Engineering", International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering ISSN 2319-5347, Vol. 03, No. 03, July.
-Gane,G and Naidu, and Monohar, (2021), "Applications of EPS Geo-foam and Geo-membranes in Construction Industry – Bridges, Embankments", Materials Science and Engineering 1126 (2021) 012061.
-Oluwapelumi, Ojuri and Adegoke, P.K., (2015), "Geotechnical Characteristics of Synthetic Municipal Solid Waste for Effective Landfill Design", International Journal of GEOMATE, September, DOI: 10.21660/2015.17.4335.
-Shin, E.C. and Das, B.M., (2000), "Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid-Reinforced Sand", Geosynthetics International, Vol. 7, No. 1, pp. 59-71.
-Ghiasi, V., and Kamalabadi Farahani, M., (2022), "Feasibility study of soil pollution removal using the electrokinetic method". Road. Doi: 10.22034/road.2022.323983.2018
-Ghiasi, V., and Eskandari, S., (2022), Improvement of Alluvial Soils Using Cement Injection Method. Road.
Doi: 10.22034/road.2022.323689.2016.
-Ghiasi, V., and Madah, S., (2022), "Investigation of increasing shear strength of dispersive clays using additives". Road. Doi: 10.22034/road.2022.324512.2023
- Ghiasi, V., and Tavagho Hamedani, H., (2022), "A review of soil improvement with waste and recycled materials and its impact on soil parameters", Road.
Doi: 10.22034/road.2022.324228.2019.
-Ghiasi, V., and Zakavi, I., (2022), "Geosynthetics of stone columns- A review". Road.
Doi: 10.22034/road.2022.333550.2033.
-Ghiasi, V., and Molaei Tari, P., (2022), "Geotechnical design of landfills and solutions for their construction in different soils". Road. Doi: 10.22034/road.2022.324326.2020.
- Ghiasi, V., and Nazhdghorbani, A., (2022), "An overview of the use of fly ash for soil stabilization". Road.
Doi: 10.22034/road.2022.333556.2034.
-Ghiasi, V., and Molaei Tari, P., (2023), "Investigating the potential application of biochar on soil water retention properties (SWRC) with different textures in geotechnical engineering structures", Road.
Doi: 10 .22034/road.2023.353589.2073.
-Ghiasi, V., and Dashti famili, S., (2023), "A Review of the Factors That Cause Sinkholes and the Effect of Soil Type on Its Formation". Road, 31(114), pp.15-32.

Assessment of the Effects of Geosynthetics on Geotechnical Soils Behavior

Vahed Ghiasi, Assistant Professor, Department of Engineering, Malayer University, Malayer, Iran.

Ashkan Mostafaeifar, M.Sc., Student, Department of Engineering, Malayer University, Malayer, Iran.

E-mail: v.ghiasi@malayeru.ac.ir

Received: February 2023- Accepted: July 2023

ABSTRACT

Today, the use of new materials to improve soil bearing capacity is widely used. One of the new materials used in this field is geosynthetics. In many cases, standard solutions in geotechnical engineering to improve the ability and properties of soil are not practical. They need to use materials with easier access, lower cost, and better performance. From this research, the effect of different types of geosynthetics and the application and optimal use of these new materials in geotechnical engineering in various projects such as foundations, pools, embankments, bridge bridges, and roads. In this research, reviewing previous studies on geosynthetics, including numerical, laboratory, and numerical studies, an overview of the benefits and applications of these materials in civil and road engineering has been made. The research results show that geosynthetics in Increasing the bearing capacity and improving the strength properties of the soil have many applications and are also more economically justified than other methods of soil improvement.

Keywords: Geosynthetic, Foundation, Road, Bearing Capacity