



دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش مکانیک خاک و پی

**عنوان:**

**بررسی تأثیر نحوه‌ی آرایش ژئوتکستایل در ظرفیت باربری پی**

استاد راهنما:

دکتر احد اوریا

استاد مشاور:

دکتر وهب توفیق

پژوهشگر:

آرسام محمودی

تابستان 1395

نام خانوادگی دانشجو: محمودی	نام: آرسام
عنوان پایان‌نامه: بررسی تأثیر نحوه‌ی آرایش ژئوتکستایل در ظرفیت باربری پی	
استاد راهنما: دکتر احد اوریا استاد مشاور: دکتر وهب توفیق	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران
گرایش: مکانیک خاک و پی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: 1395/6/17
	تعداد صفحات: 108
چکیده:	
<p>خاک طبیعی موجود در محل پروژه‌ها همواره برای استفاده و احداث سازه مناسب نمی‌باشد و ممکن است در اثر اعمال بار نشست‌های قابل توجهی در خاک نامرغوب به وجود آید. برای جلوگیری از این نشست‌ها و یا خواص مکانیکی ضعیف دیگر نظیر ظرفیت باربری کم، باید تکنیک‌های خاصی را جهت بهبود این خواص به کار گرفت. تسلیح خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها به منظور افزایش مقاومت مجموعه حاصل از خاک و مسلح کننده از طریق ایجاد و افزایش مقاومت کششی خاک، یکی از مسائل مهم در حوزه ژئوتکنیک می‌باشد. در این تحقیق، هدف، تعیین موقعیت، نحوه‌ی قرارگیری و استفاده بهینه از مسلح کننده‌ها جهت حصول بیشترین ظرفیت باربری در خاک می‌باشد. در این تحقیق از منابع معتبری که پیرامون تسلیح خاک با ژئوتکستایل پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند و همچنین از داده‌های آزمایش‌های انجام شده در آزمایشگاه مکانیک خاک، استفاده شده‌است.</p> <p>در این تحقیق ژئوتکستایل با آرایش‌های مختلف در خاک و در زیر پی نواری قرار گرفته و مقاومت خاک در برابر نیروی وارد شده به پی، اندازه‌گیری می‌شود تا حالت و آرایش بهینه به دست آید. همچنین در این پژوهش تأثیر ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان بر میزان افزایش ظرفیت باربری خاک بررسی شده‌است. طبق نتایج این تحقیق اگر نوارهای ژئوتکستایل در لایه‌های مختلف با آرایش زیکزاک نسبت به هم قرار داده شوند ظرفیت باربری خاک با وجود استفاده از مسلح کننده کمتر، افزایش بیشتری خواهد یافت؛ همین‌طور استفاده از سیمان برای تقویت ژئوتکستایل مورد استفاده برای تسلیح خاک، باعث افزایش ظرفیت باربری خاک خواهد شد.</p>	
کلید واژه‌ها: ژئوتکستایل، مقاومت برشی، تسلیح، آرایش	

فصل اول: کلیات پژوهش

2	1-1-1- مقدمه
3	1-2-1- بیان مسئله
4	1-3-1- تاریخچه
7	1-4-1- اهداف تحقیق
7	1-5-1- فرضیات تحقیق
7	1-6-1- ساختار پایان نامه

فصل دوم: مروری بر مفاهیم اولیه

104	2-1- ژئوسنتتیک‌ها
104	2-1-1- مقدمه
105	2-1-2- تعریف ژئوسنتتیک
106	2-1-3- طبقه‌بندی خصوصیات ژئوسنتتیک‌ها
107	2-1-4- کارکردهای اصلی ژئوسنتتیک‌ها
	2-1-4-1- تسلیح
	2-1-4-2- جداکنندگی
	2-1-4-3- لایه فیلتر کننده
	2-1-4-4- لایه‌ی زه‌کشی کننده
	2-1-4-5- آب‌بندی
	2-1-5- کارکردهای فرعی ژئوسنتتیک‌ها
	2-1-6- مزایای استفاده از ژئوسنتتیک‌ها
	2-1-7- انواع ژئوسنتتیک‌ها
	2-1-7-1- ژئوتکستایل
	2-1-7-1-1- انواع ژئوتکستایل
	2-1-7-1-2- کارایی و عملکرد ژئوتکستایل‌ها
	2-1-7-2- ژئوگریدها
	2-1-7-2-1- کاربردهای ژئوگرید
	2-1-7-3- ژئونت‌ها

- Error! Bookmark not defined.....کاربرد ژئونت‌ها 2-1-7-3-1
- Error! Bookmark not defined.....ژئوممبرین‌ها 2-1-7-4
- Error! Bookmark not defined.....کاربردهای ژئوممبرین‌ها 2-1-7-4-1
- Error! Bookmark not defined.....ژئوکامپوزیت‌ها 2-1-7-5
- Error! Bookmark not defined.....ژئوپایپ‌ها 2-1-7-6
- Error! Bookmark not defined.....تسلیح 2-2
- Error! Bookmark not defined.....حضور مسلح‌کننده‌ی ژئوسنتتیک‌ی در خاک 2-2-1

### فصل سوم: مروری بر پژوهش‌های دیگران

- Error! Bookmark not defined.....مقدمه 3-1
- Error! Bookmark not defined.....پیشینه پژوهش 3-2
- Error! Bookmark not defined.....لزوم انجام پژوهش 3-3

### فصل چهارم: مدل‌سازی آزمایشگاهی

- Error! Bookmark not defined.....مقدمه 4-1
- Error! Bookmark not defined.....مشخصات خاک مورد استفاده 4-2
- Error! Bookmark not defined.....تأثیر ژئوسنتتیک و ژئوتکستایل با آرایش‌های مختلف بر ظرفیت باربری خاک 4-3
- Error! Bookmark not defined.....تأثیر ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش‌های مختلف بر افزایش ظرفیت باربری خاک 4-3-1
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 1 4-3-1-1
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 2 4-3-1-2
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 3 4-3-1-3
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 4 4-3-1-4
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 5 4-3-1-5
- Error! Bookmark not defined.....ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 6 4-3-1-6

- 4-3-2- تأثیر ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش‌های مختلف بر افزایش ظرفیت باربری خاک **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-1- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-2- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-3- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-4- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 4 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-5- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 5 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-2-6- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 6 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3- تأثیر ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش‌های مختلف بر افزایش ظرفیت باربری خاک **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-1- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-2- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-3- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-4- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 4 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-5- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 5 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-3-3-6- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 6 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4- تأثیر ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان بر افزایش ظرفیت باربری خاک. **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-1- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت نشده به طول 30 سانتی‌متر. **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-2- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت نشده به طول 45 سانتی‌متر. **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-3- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت نشده به طول 60 سانتی‌متر. **Error! Bookmark not defined.**

- 4-4-4- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت نشده به طول 75 سانتی متر . **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-5- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت نشده به طول 90 سانتی متر . **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-6- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 30 سانتی متر..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-7- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 45 سانتی متر..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-8- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 60 سانتی متر..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-9- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 75 سانتی متر..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4-4-10- ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 90 سانتی متر..... **Error! Bookmark not defined.**

### فصل پنجم: تحلیل نتایج آزمایشگاهی

- 5-1- تحلیل نتایج آزمایشگاهی..... **Error! Bookmark not defined.**

### فصل ششم: نتیجه گیری

- 6-1- نتیجه گیری..... **Error! Bookmark not defined.**
- 6-1- پیشنهاد برای مطالعات آینده..... **Error! Bookmark not defined.**
- فهرست منابع و مآخذ:..... **Error! Bookmark not defined.**

### فهرست جدولها

جدول 1-2: عملکرد انواع ژئوسنتتیک‌ها.....**Error! Bookmark not defined.**

جدول 1-4: مشخصات فیزیکی خاک.....**Error! Bookmark not defined.**

جدول 1-5: بررسی عملکرد ژئوتکستایل نوع 1 تحت آرایش‌های مختلف در خاک.....**Error! Bookmark not defined.**

جدول 2-5: عملکرد ژئوتکستایل نوع 2 تحت آرایش‌های مختلف در خاک.....**Error! Bookmark not defined.**

جدول 3-5: عملکرد ژئوتکستایل نوع 3 تحت آرایش‌های مختلف در خاک.....**Error! Bookmark not defined.**

جدول 4-5: ظرفیت باربری خاک مسلح شده به ژئوتکستایل تقویت نشده و ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان در طول‌های مختلف.....**Error! Bookmark not defined.**

- شکل 1-1: رشد مصرف ژئوتکستایل از 1970 تا 2000 ..... 6
- شکل 1-2: نمونه‌ای از انواع ژئوستتیک‌ها ..... 106
- شکل 2-2: برخی از کاربردهای ژئوستتیک ..... 107
- شکل 2-3: تسلیح خاک در راه‌سازی به‌وسیله ژئوستتیک ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-4: کاربرد ژئوستتیک در مقاوم‌سازی شیروانی‌ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-5: مکانیزم اصلی در عملکرد جداکنندگی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-6: شرایط ایده‌آل تعادل در سطح مشترک خاک و ژئوستتیک فیلتر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-7: مکانیزم اصلی دخیل در عملکرد زه‌کشی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-8: مکانیزم اصلی دخیل در عملکرد آب‌بندی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-9: ژئوتکستایل بافته شده ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-10: ژئوتکستایل بافته نشده ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-11: ژئوگرید تک محوره ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-12: ژئوگرید دومحوره ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-13: ساختار ژئونت ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-14: ژئوممبرین ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-15: ژئوکامپوزیت (ترکیب ژئوتکستایل-ژئونت) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-16: ژئوپایپ ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-17: تنش‌های قائم و افقی در عمق Z از خاک ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-18: بررسی وضعیت تنش جانبی در المان خاک ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-19: المان خاک و لایه‌های ژئوستتیک ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-20: نحوه‌ی عملکرد مسلح کننده در صفحه برش ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-21: مدل افزایش مقاومت برشی در ماسه ناشی از حضور مسلح کننده ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 1-4: الف) مقطع قائم مخزن، ب) مقطع طولی مخزن، ج) مقطع عرضی مخزن ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 2-4: منحنی دانه‌بندی خاک ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 3-4: نمودار تنش و تغییر شکل برشی خاک مورد آزمایش تحت 3 تنش قائم متفاوت ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-4: پوش گسیختگی بدست آمده از خاک مورد استفاده از آزمایش برش مستقیم ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 5-4: نمودار تنش کرنش خاک مورد استفاده تحت آزمایش تک محوره ..... **Error! Bookmark not defined.**



شکل 4-6: نحوه‌ی آرایش ژئوتکستایل‌ها از مقطع عرضی مخزن ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-7: تصویر مخزن و نحوه‌ی بارگذاری توسط دستگاه ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-8: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک غیر مسلح، تحت بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-9: رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری، بر خاک غیر مسلح ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-10: نمودار مقاومت کششی ژئوتکستایل نوع 1 تحت 3 آزمایش کشش ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-11: محاسبه‌ی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 1 با استفاده از دستگاه برش مستقیم .. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-12: نمودار تنش و تغییر شکل برشی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-13: نمودار اندرکنش خاک با ژئوتکستایل نوع 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-14: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 1. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-15: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-16: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 2. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-17: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-18: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 3. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-19: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-20: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 تحت آرایش 4 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-21: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-22: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 5. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-23: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-24: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 1 در آرایش 6. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-25: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-26: نمودار مقاومت کششی ژئوتکستایل نوع 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-27: آزمایش برش برای محاسبه‌ی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-28: نمودار تنش و تغییر شکل برشی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-29: نمودار اندرکنش خاک با ژئوتکستایل نوع 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-30: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 1. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-31: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-32: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 2. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-33: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-34: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 3. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-35: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-36: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 4. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-37: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-38: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 5. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-39: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-40: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 2 در آرایش 6. **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-41: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-42: نمودار مقاومت کششی ژئوتکستایل نوع 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-43: آزمایش برش برای محاسبه‌ی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**

- شکل 4-44: نمودار تنش و تغییر شکل برشی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل نوع 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-45: نمودار اندرکنش خاک با ژئوتکستایل نوع 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-46: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 1. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-47: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-48: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 2. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-49: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-50: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 3. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-51: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-52: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 4. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-53: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-54: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 5. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-55: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-56: نمودار نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل نوع 3 در آرایش 6. **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-57: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-59: ژئوتکستایل سیمانی شده پیش از قرار داده شدن در مخزن برای بارگذاری و حین آزمایش ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-60: محاسبه اندرکنش خاک و ژئوتکستایل سیمانی شده با استفاده از آزمایش برش **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-61: نمودار تنش و تغییر شکل برشی اندرکنش خاک و ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-62: اندرکنش خاک با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان ..... **Error! Bookmark not defined.**

- شکل 4-63: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل به طول 30 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-64: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-65: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل به طول 45 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-66: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-67: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل به طول 60 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-68: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-69: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل به طول 75 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-70: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-71: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل به طول 90 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-72: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-73: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 30 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-74: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-75: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 45 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-76: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-77: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 60 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-78: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل 4-79: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 75 سانتی‌متر ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-80: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-81: نیرو-نشست پی واقع بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان به طول 90 سانتی‌متر **Error! Bookmark not defined.**

شکل 4-82: نمودار رگرسیون درجه 5 حاصل از ترکیب داده‌های 3 آزمایش بارگذاری ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 5-1: نمودار مقایسه‌ی ظرفیت باربری خاک تحت آرایش‌های مختلف با هر سه نوع ژئوتکستایل..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 5-2: نسبت ظرفیت باربری خاک بر مساحت ژئوتکستایل استفاده شده در تسلیح ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 5-3: نمودار ظرفیت باربری خاک مسلح شده با ژئوتکستایل در دو حالت تقویت شده با سیمان و بدون تقویت، در طول‌های تسلیح مختلف..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 5-4: نمودار مقدار ژئوتکستایل هم ارز در برابر ژئوتکستایل تقویت شده با سیمان در تسلیح خاک..... **Error! Bookmark not defined.**



فصل اول:

**کلیات پژوهش**

## 1-1- مقدمه

خاک به عنوان ارزان‌ترین و یکی از پرمصرف‌ترین مصالح طبیعت دارای مقاومت فشاری مناسب است اما مقاومت کششی ناچیزی دارد. از طرف دیگر مشکل کمبود زمین در سال‌های اخیر در مناطق شهری ضرورت استفاده از زمین‌هایی را که دارای خاک با مقاومت قابل قبول نیستند، مطرح کرده‌است. بنابراین خاک طبیعی موجود در محل پروژه‌ها در بسیاری از موارد برای ساخت و ساز بر روی آن‌ها مناسب نمی‌باشد.

ساخت و ساز بر روی زمین‌هایی که دارای خاک با مقاومت پایین هستند، یکی از پرچالش‌ترین مسائل برای مهندسی عمران و ژئوتکنیک است. جمعیت با نرخ بالایی در حال افزایش است و زمین‌های مطلوب به میزان محدودی قابل دسترس هستند. بنابراین مهندسیین مجبورند از زمین‌هایی با مقاومت پایین‌تر استفاده کنند (لمب و ویتمن<sup>۱</sup>، 1969).

کارایی و مقاومت این خاک‌ها قابل بهبود می‌باشند. روش‌های بهینه‌سازی متنوعی از جمله تثبیت فیزیکی، شیمیایی، اصلاح مکانیکی و ... برای افزایش مقاومت خاک تاکنون پیشنهاد شده‌است. روش‌های مکانیکی شامل راه‌کارهایی هستند که باعث افزایش دانسیته و ظرفیت باربری خاک می‌شوند. از این روش عموماً جهت بهسازی خاک زیر پی‌ها و سازه‌ها استفاده می‌شود. در روش‌های شیمیایی افزودن موادی نظیر آهک، سیمان و قیر باعث افزایش چسبندگی بین دانه‌ها و نیز افزایش کشش سطح خاک شده و مقاومت خاک را بهبود می‌بخشد. روش‌های فیزیکی تسلیح خاک شامل روش‌هایی می‌شود که با



گنجاندن المان‌های فیزیکی (مانند ژئوسنتتیک‌ها) در خاک و تسلیح آن، پارامترهای فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد (راج<sup>۲</sup>، 2005).

انتخاب شیوه‌ی تثبیت خاک برای مهندسین ژئوتکنیک کار نسبتاً دشواری است. انتخاب مناسب‌ترین روش تثبیت خاک به ملاحظات اقتصادی، ویژگی‌های خاک، شرایط نشت، نوع بارگذاری، ساختار زمین-شناسی و دسترسی به مواد و مصالح مورد استفاده در تثبیت بستگی دارد. ترکیبی از روش‌های طراحی و مصالح تقویت کننده به مهندسین امکان داده‌است که بتوانند با چالش‌های ساخت و ساز بر روی زمین-هایی با خاک نامطلوب روبرو شوند که در گذشته غیرقابل تصور بوده است (پاریهار و شوکلا<sup>۳</sup>، 2015).

## 1-2- بیان مسئله

استفاده از ژئوسنتتیک‌ها برای جبران مقاومت کششی ناچیز خاک جهت بهسازی خاک محل پروژه، به خصوص تثبیت خاک موجود در زیر پی‌های سطحی، یکی از روش‌های مقاوم‌سازی می‌باشد. اثر تقویت کنندگی ناشی از حضور ژئوسنتتیک‌ها به وسیله‌ی نیروی اصطکاک حاصل از درگیر شدن الیاف ژئوسنتتیک‌ها با ذرات خاک ایجاد می‌شود. بیشترین اثرات تسلیح در سیستم خاک-ژئوتکستایل (بزرگترین گروه از ژئوسنتتیک‌ها)، به دلیل افزایش مقاومت کششی است و نیروی اصطکاک ایجاد شده بین خاک و ژئوسنتتیک تنش را از خاک به ژئوسنتتیک منتقل می‌کند (تونا و آلتون<sup>۴</sup>، 2012؛ لاتا و مورتی<sup>۵</sup>، 2007). مزایایی چون کم‌هزینه بودن، افزایش سرعت در ساخت و ساز و هزینه‌ی پایین، موجب لزوم استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در پروژه‌ها جهت افزایش مقاومت برشی خاک‌های سست و همچنین مطالعه رفتار آن‌ها می‌شود.

---

1- Raj  
2- Parihar & Shukla  
3- Tuna & Altun  
4- Latha & Murthy

با توجه به تحقیقات گسترده‌ای که در طول چند دهه‌ی گذشته بر روی خاک‌های مسلح شده با انواع ژئوسنتتیک صورت گرفته‌است طرح آن به عنوان یک موضوع جدید تلقی نمی‌شود، اما استفاده از روش‌های جدید در آرایش و کاربرد آن‌ها؛ همچنین بررسی دقیق رفتار خاک مسلح شده به ژئوتکستایل در آرایش‌های مختلف ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش به صورت آزمایشگاهی انجام شده و از یک دستگاه CBR برای اعمال بار و ثبت داده‌ها استفاده شده‌است.

### 1-3- تاریخچه

از هزاران سال پیش تا چند دهه‌ی اخیر، تمام پیشرفت‌های مهندسی و تکنیکی بشر بر اساس بکارگیری اصول و مصالح ساده بوده‌است. تنها در چند دهه اخیر مفهوم مصالح مرکب<sup>6</sup> توسعه یافته و پتانسیل بالای آن‌ها به عنوان مصالح مهندسی شناخته شده‌است. مزیت اساسی مصالح مرکب در آن است که خصوصیات هریک از اجزاء به صورت منفرد که بعضاً به تنهایی کارایی به‌خصوصی ندارند در آن‌ها ترکیب شده و محصولاتی با خواص مفیدتر ایجاد می‌شود. استفاده از پارچه برای کمک به جاده‌سازی بر روی زمین‌های نرم به رومیان نسبت داده می‌شود. آن‌ها در روشی که بسیار شبیه به تکنیک‌های امروزی است حصیرها را بر روی زمین‌های باتلاقی قرار داده و سپس روی آن را با سنگدانه می‌پوشاندند (خدادادی و همکاران، 1386: 10).

ایده‌ی تسلیح خاک‌های ضعیف تا به امروز ادامه داشته‌است. اداره‌ی راه کارولینای جنوبی در سال 1926 اولین بار در عصر جدید از پارچه‌ها (منسوجات) برای تسلیح راه‌ها استفاده نمود. چنان‌که ابتدا پارچه را بر روی اساس خاک قرار می‌دادند و سپس بر روی آن قیر داغ ریخته می‌شد و سرانجام روی آن لایه‌ای نازک از ماسه می‌ریختند. محققین این اداره نتایج کارشان را در 1935 منتشر کردند. نتایج کلی حاکی از آن بود که راه‌ها در وضعیت مناسب‌تری قرار دارند و پارچه‌ها باعث کم شدن ترک‌ها و خرابی-

های معمول در راه‌ها شده‌اند. این پروژه، پیش درآمد عملکرد مسلح‌کنندگی-جداکنندگی است که ما امروزه با آن آشنا هستیم (ستایش، 1390: 5).

اما ابداع روش نوین تسلیح خاک در دهه‌ی 1960 میلادی و توسط مهندس فرانسوی، هنری ویدال<sup>۱</sup> انجام شد. هنری ویدال در کتاب خود گفت که ترکیب دو مصالح، یعنی خاک و یک عنصر تسلیح‌کننده انعطاف‌پذیر، مصالح جدیدی را نتیجه می‌دهد که خاک مسلح نامیده می‌شود (ذبیحی نظام، 1392: 3).

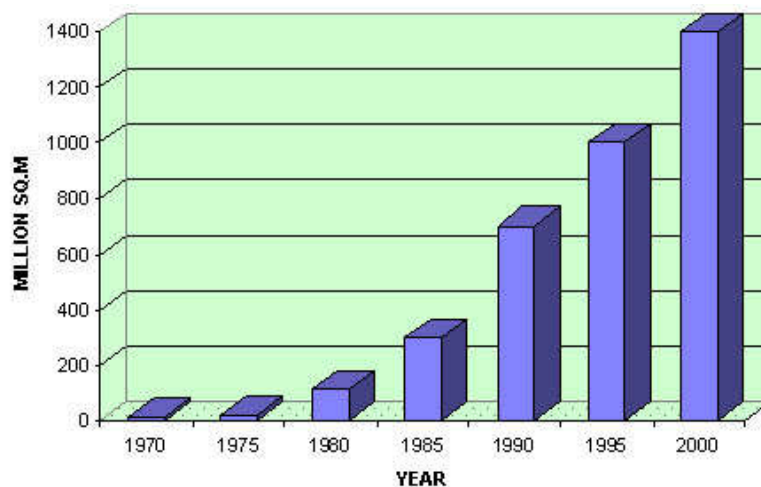
در دنیای امروز استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در سراسر جهان به عنوان یکی از روش‌های اصلاح خاک پذیرفته شده‌است و به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید تجاری ژئوسنتتیک‌ها با پلی وینیل کلراید در 1933، پلی اتیلن کم چگال و پلی آمید یا همان نایلون در 1939، پلی استیرین منبسط در 1950، پلی استر در 1953 و پلی اتیلن فشرده و پروپیلن در 1955 آغاز شد. اداره احیای اراضی ایالات متحده از دهه‌ی 1950 تا به امروز در حال استفاده از ژئوممبرین‌ها (نوعی از ژئوسنتتیک‌ها) در کانال‌های انتقال آب بوده‌است. در دهه‌ی 1950 انواع مختلفی از منسوجات برای استفاده به عنوان جداکننده و یا فیلتر بین خاک‌های درشت دانه و بستر ضعیف به مرحله‌ی تولید رسیدند. پارچه‌هایی از نوع بافته شده که امروزه ژئوتکستایل نامیده می‌شوند، نقش اساسی در پروژه‌های ساحلی به عنوان فیلتر در کشورهای هلند و دانمارک ایفا می‌نمودند. در اوایل دهه‌ی 1960 کارخانه تولید منسوجات رون پلان<sup>۲</sup> در فرانسه، از ژئوتکستایل‌های بافته نشده استفاده‌هایی کاملاً متفاوت می‌نمود. ژئوتکستایل‌ها برای اولین بار به عنوان سیستم‌های باربر در بستر بزرگ‌راه‌ها و راه‌آهن‌ها مورد توجه قرار گرفتند. در دهه‌ی 1970 ژئوتکستایل برای اولین بار در داخل سد خاکی به کار گرفته شد. ژئوتکستایل مورد استفاده از نوع بافته نشده بود که به عنوان فیلتر مصالح زه‌کش پایین دست سد ولکراس با ارتفاع 17 متر در فرانسه مورد استفاده قرار گرفت. در این دهه ژئوتکستایل‌ها به عنوان مسلح‌کننده در دیوارهای حائل، شیروانی-

---

1- Henri Vidal  
2- Rhone-Poulenc

ها و غیره مورد استفاده قرار گرفتند. در همین دوران استانداردسازی ژئوسنتتیک‌ها با تشکیل کمیته‌ی مشترک ASTM و تشکیل کارگروه صنعتی ویژه آغاز شد. در 1978 اولین نمونه از ژئوگریدهای تنسار<sup>۹</sup> در آزمایشگاه‌های شرکت انحصاری نتلون<sup>۱۰</sup> در انگلستان به مرحله تولید رسید. اولین کنفرانس با موضوع ژئوسنتتیک‌ها در سال 1977 در پاریس برگزار شد. در دهه 1980 استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در ساخت سازه‌های نگهدارنده‌ی پسماندهای خطرناک زیست محیطی آغاز شد. کرنر و ولش<sup>۱۱</sup> اولین کتاب با موضوع ژئوسنتتیک را در 1980 به رشته تحریر درآوردند. در دهه 1990 بسیاری از استانداردهای ژئوسنتتیک‌ها در انجمن آزمایش مصالح امریکا (ASTM)، سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، واقع در سوییس، انستیتو استاندارد بریتانیا (BSI)، و اداره استاندارد هند (BIS)، به چاپ رسیدند (ستایش، 1390: 5).

امروزه حوزه ژئوسنتتیک‌ها به حوزه‌ای بسیار پویا تبدیل شده‌است که تخصص‌ها و رشته‌های مختلفی را در مهندسی عمران-ژئوتکنیک-محیط زیست و ساختمان تحت تأثیر خود قرار داده‌است. شکل 1-1 نمودار رشد مصرف ژئوتکستایل از 1970 تا سال 2000 میلادی را نشان می‌دهد.



شکل 1-1: رشد مصرف ژئوتکستایل از 1970 تا 2000 (خدادادی و همکاران، 1386: 125)

1- Tensar  
2- Netlon  
3- Koerner & Welsh

## 1-4- اهداف تحقیق

تسلیح خاک به وسیله ی ژئوسنتتیک ها به منظور افزایش مقاومت مجموعه حاصل از خاک و تسلیح کننده یکی از مسائل مهم در حوزه ی ژئوتکنیک می باشد. به طوری که در دو دهه ی اخیر استفاده از خاک مسلح شده پیشرفت وسیعی داشته است که با توجه به این پیشرفت ها ضرورت این پژوهش را موجب شده است. با توجه به اهمیت خاک ها در پروژه های عمرانی و صرف هزینه ها و زمان بسیار زیاد در جبران مشکلات ژئوتکنیکی، کاربردی بودن این تحقیق مشخص است. در این تحقیق هدف تعیین موقعیت، نحوه ی قرارگیری و آرایش مسلح کننده ها جهت حصول بیشترین مقاومت در حالت سه بعدی می باشد.

## 1-5- فرضیات تحقیق

الف) حضور ژئوتکستایل مقاومت خاک را بالا می برد.

ب) قرار گرفتن ژئوتکستایل با آرایش نواری زیگزاک، ظرفیت باربری خاک را بیشتر افزایش می دهد.

ج) استفاده از سیمان برای تقویت ژئوتکستایل، باعث بهبود عملکرد ژئوتکستایل می شود.

## 1-6- ساختار پایان نامه

این پایان نامه در 5 فصل تنظیم شده است؛ در فصل دوم کلیات پژوهش و مفاهیم اولیه مورد بررسی قرار گرفته، در فصل سوم بر پژوهش های دیگران در این زمینه پرداخته شده، در فصل چهارم به مطالعات آزمایشگاهی و جزییات آزمایش ها پرداخته شده و در فصل پنجم نتایج این پژوهش بررسی، تحلیل و مقایسه شده و در فصل ششم نتیجه پژوهش و پیشنهادهایی برای مطالعات آینده عرضه شده است.

فصل دوم:

**مروری بر مفاهیم اولیه**



## 2-1- ژئوسنتتیک‌ها

### 2-1-1- مقدمه

ضعیف بودن خاک در برابر تنش‌های کششی، از دیرباز دانشمندان را به فکر استفاده از افزودنی‌هایی نظیر مصالح مصنوعی و ساخته دست بشر برای این ضعف واداشته است. این تکنیک امروزه با روش‌ها و متدهای پیشرفته و مصالح مقاوم‌تری نظیر تسمه‌ها و شبکه‌های فلزی، مصالح پلیمری و الیاف طبیعی انجام می‌شود که در اصطلاح خاک مسلح خوانده می‌شوند. به نظر می‌رسد تاریخچه تقویت و تسلیح خاک در دوران معاصر با تاریخچه ساخت و تولید مواد پلیمری وجه اشتراک فراوانی داشته باشد. بدون اغراق می‌توان ادعا کرد بیش از 90 درصد مواد به‌کار گرفته شده در امر تسلیح خاک از جنس پلیمرهای مصنوعی هستند. این مواد با طول عمر زیاد و قابلیت‌های فراوان در بخش‌های مختلف مهندسی عمران، از جمله محیط زیست، مصالح ساختمانی، مهندسی ژئوتکنیک، راه و ترابری، هیدرولیک و زه‌کشی به‌کار گرفته می‌شوند (ذبیحی نظام، 1392: 8).

ژئوسنتتیک‌ها معمولاً از تعداد معین و محدودی پلیمر ساخته می‌شوند، که عمدتاً عبارتند از؛ پلی-اتیلن، پلی‌پروپیلن، نایلون یا پلی‌آمید و پلی‌استر. (حسن‌زاده و سمنانی 1388: 19).

دانش ژئوسنتتیک‌ها یک دانش چندگانه است که تخصص‌های مرتبط با علوم پلیمر، شیمی و همچنین فرآیندهای تولید و اجرا را در بر می‌گیرد. کاربردهای متنوع ژئوسنتتیک اساساً در حیطه‌ی مهندسی عمران خصوصاً مهندسی ژئوتکنیک قرار دارد. این نکته را هم باید در نظر داشت که دانش مهندسی ژئوتکنیک فقط برای تعیین و برشمردن کارکردها و خصوصیات عملکردی ژئوسنتتیک‌ها آن هم در یک کاربرد مشخص، به خدمت گرفته می‌شود. آن بخش از دانش مهندسی، که دربرگیرنده‌ی مصالح



ژئوسنتتیک و کاربردهای آن‌ها می‌شود را می‌توان "مهندسی ژئوسنتتیک" نام نهاد. امروزه در فعالیتهای مهندسی عمران، کاربرد ژئوسنتتیک‌ها بسیار گسترش یافته است به طوری که مطالعات مربوط به آن نیازمند عنوانی مستقل در حیطه‌ی گرایش مهندسی عمران می‌باشد. این عنوان جدید و مورد نیاز را می‌توان بدین صورت تعریف کرد که "مهندسی ژئوسنتتیک با آن دسته از روش‌ها و اصول علمی در ارتباط است که با فرآیندهای شناسایی، توصیف و همچنین استفاده از دانش تولید ژئوسنتتیک‌ها سر و کار دارند و محصولات تولیدی، در زمینه‌های مختلف طرح‌های عمرانی به کار گرفته می‌شوند" (شفابخش و همکاران، 1390)

## 2-1-2- تعریف ژئوسنتتیک

عبارت ژئوسنتتیک، ترکیبی از دو واژه است: پیشوند "ژئو" به معنی زمین که به فعالیتهای عمرانی دربرگیرنده‌ی خاک، سنگ و یا زمین اشاره دارد و نیز پسوند "سنتتیک" به معنی مصنوعی که این مفهوم را می‌رساند که این مصالح تقریباً به طور انحصاری در زمره محصولات مصنوعی و ساخت بشر قرار دارند. جدا از پلیمرهای مصنوعی که ژئوسنتتیک‌ها عموماً از آن‌ها ساخته می‌شوند، مصالح دیگری نظیر رزین، فایبرگلاس و دیگر مواد نیز گاهی برای ساخت ژئوسنتتیک‌ها به کار می‌روند (شفابخش و همکاران، 1390).

استاندارد ASTM-D4439 ژئوسنتتیک را این‌گونه تعریف می‌کند: "ژئوسنتتیک محصول مسطحی است که از مواد پلیمری ساخته شده و به عنوان یک بخش جداناپذیر در پروژه‌های مهندسی عمران به همراه خاک، سنگ، زمین و یا سایر مصالح مرتبط مهندسی ژئوتکنیک به کار می‌رود" (شفابخش و حداد، 1384).

تا کنون انواع مختلفی از ژئوسنتتیک‌ها با توجه به نوع مواد تشکیل دهنده، روش ساخت و نوع کاربرد تولید شده‌است و همچنین مواد متنوع دیگری نیز به صورت مداوم تولید می‌شوند. انواع اصلی

ژئوسنتتیک شامل ژئوتکستایل، ژئوگرید، ژئونت، ژئوممبرین، ژئوپایپ، ژئوکامپوزیت، ژئوسل و ژئوفوم می‌شود. هریک از اعضای خانواده ژئوسنتتیک تعریف خاصی برای خود دارد که در بخش‌های بعدی به آن‌ها اشاره خواهد شد.



شکل 1-2: نمونه‌ای از انواع ژئوسنتتیک‌ها<sup>۱۲</sup>

## 2-1-3- طبقه‌بندی خصوصیات ژئوسنتتیک‌ها

خصوصیات ژئوسنتتیک‌ها و کاربردهای آن‌ها در فعالیتهای مهندسی به مواد به‌کار رفته در تولید آن‌ها، چگونگی ساخت و شکل فیزیکی محصول نهایی بستگی دارد.

خصوصیات اصلی ژئوسنتتیک‌ها را می‌توان به 3 دسته تقسیم‌بندی نمود (خدادادی و همکاران،

:1386)

1. خصوصیات فیزیکی (وزن مخصوص، ضخامت، انعطاف‌پذیری و ...)
2. خصوصیات مکانیکی (دوام، مقاومت کششی، مقاومت سوراخ‌شدگی و ...)
3. خصوصیات هیدرولیکی (اندازه‌ی خلل و فرج، نفوذپذیری، قابلیت انتقال و ...)

1- <http://www.geo-ecoweb.com/index.php?a=show&m=product&id=10&chid=22>

## 2-1-4- کارکردهای اصلی ژئوسنتتیک‌ها

هنگامی که از ژئوسنتتیک‌ها در تماس با خاک استفاده می‌شود همواره یک یا چندین عملکرد از

عملکردهای پایه‌ای زیر مطلوب است (ستایش، 1390: 4):

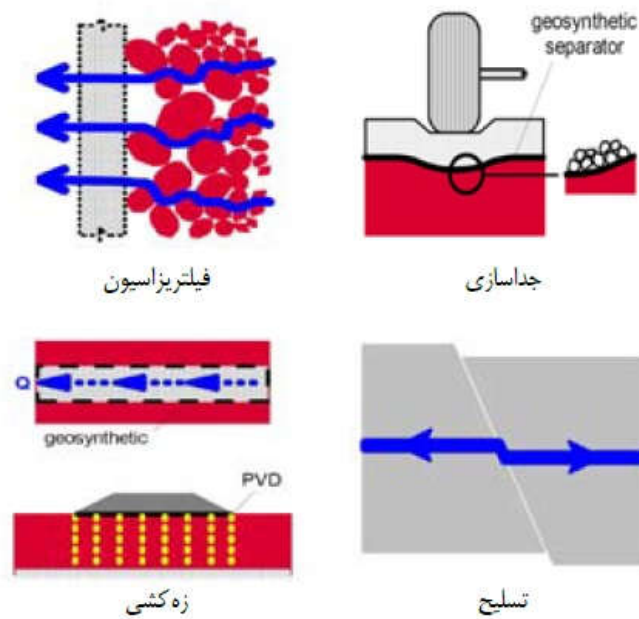
تسلیح<sup>۱۳</sup>

جداکنندگی<sup>۱۴</sup>

فیلتراسیون<sup>۱۵</sup>

زه‌کشی<sup>۱۶</sup>

آب بندی<sup>۱۷</sup>



شکل 2-2: برخی از کاربردهای ژئوسنتتیک<sup>۱۸</sup>

- 1- Reinforcement
- 2- Separation
- 3- Filtration
- 4- Drainage
- 5- Water barrier
- 6- <http://www.psy.co.ir/post/10057/Default.aspx>



Family name: Mahmoudi	Name: Arsam
Title of Thesis: <b>The Effect of Geotextile Arrangement on The Bearing Capacity of The Foundation</b>	
Supervisor : Ahad ouria (Ph. D) Advisor : Vahab Tofigh (Ph. D)	
Graduate Degree <b>M.Sc.</b>	
Major: Civil Engineering	Specialty: Geotechnical Engineering
University: <b>Mohaghegh Ardabili</b>	Faculty: <b>Technical and Engineering</b>
Graduation date: <b>9/7/2016</b>	Number of pages: 108
<p>Abstract:</p> <p>Soil is considered as one of the oldest and the most complicated materials of construction. Due to the scarcity of land with suitable soil in urban areas, engineers had to use a low resistance ground. Designers of geotechnical components encounter more problems than designers of steel or concrete components. The materials used in steel and concrete components are produced by human kind, so there is some clear ideas about their special parameters and behaviors, but in determination of real character istic and behaviors of soil or stone, in various conditions, we encounter some problems and ambiguities. Thus, their behavior are very important. To equip the soil is considered as a method of construction. recently, equipment of soil with polymeric components in order to enhance the stability of the soil, has attracted attention of researcher and desingners in geotechnical field. It is necessary to be informed of the influence of equippers on the behaviors of the soil in various geotechnical affairs. There are some considerable progressions on the geosynthetic materials and their applications. They are used in performing many construction plans extensively. Regarding this, applications of geotextile as a textile of geosynthetical materials have increased in geotechnic engineering for separation and segration, filtration, drainage, enhancement bearing capacity and protection of the soil. In this experimental study, the bearing capacity of reinforced soil by three kind of geotextile and under the different arrangements has been investigated. Since most of performed operation in the study have been done in flat homage, the arrangement of equippers in three-dimension condition are considerable. The purpose of the study is to determine the position of equippers which is done for the highest level of resistance. Also in the present study has been discussed the effect of cemented geotextile in various lengths of reinforcing on bearing capacity of soil.</p>	
Keywords: reinfoced soil, geotextile, bearing capacity, arrangement	



**University of Mohaghegh Ardabili**

**Faculty of Technical and Engineering**

**Department of civil engineering**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
M.Sc. in Civil engineering**

Title:

**The Effect of Geotextile Arrangement on The Bearing Capacity of The  
Foundation**

Supervisor:

**Dr. Ahad Ouria (Ph. D)**

Advisor:

**Dr. Vahab Tofigh (Ph. D)**

By:

**Arsam Mahmoudi**

**September - 2016**