



دانشکده‌ی فنی و مهندسی
گروه آموزشی مهندسی عمران

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک

عنوان:

بررسی اثر مقیاس فیبر های پلیمری بر روی رفتار برشی خاک

استاد راهنما:

دکتر احد اوریا

استاد مشاور:

مهندس طاهر باهر طلاری

پژوهشگر:

سید محمد حسین درستکار

تابستان ۱۳۹۶

نام خانوادگی دانشجو: درستکار	نام: سید محمد حسین
عنوان پایان‌نامه: بررسی اثر مقیاس فیبرهای پلیمری بر روی رفتار برشی خاک	
استاد راهنما: دکتر احد اوریا	استاد مشاور: مهندس طاهر باهر طالاری
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران
موضوع: محقق اردبیلی	گرایش: ژئوتکنیک
دانشگاه: محقق اردبیلی	دانشکده: فنی و مهندسی
تاریخ دفاع: ۹۶/۰۶/۲۶	تعداد صفحات: ۱۰۵
<p>چکیده:</p> <p>در سال‌های اخیر بهسازی خاک‌ها به دلیل سست بودن خاک بستر و به دلیل افزایش ساخت و ساز و محدود شدن زمین‌های مناسب مورد توجه قرار گرفته است. خاک‌های موجود در محل اکثراً برای ساخت و سازهای بزرگ مناسب نمی‌باشند. بنابراین باید تغییراتی در راستای بهسازی خاک صورت گیرد. ساخت بنا در مهندسی عمران بر روی خاک ضعیف بسیار خطرناک است، چرا که خاک مستعد نشست‌های دیفرانسیلی در اثر مقاومت برشی کم و تراکم پذیری بالا می‌باشد. علاوه بر این پایداری و افزایش مقاومت برشی خاک‌های استفاده شده در بستر سازه‌ها اهمیت به سزایی دارد. مسلح کردن خاک یکی از روش‌های مرسوم برای بهسازی خاک می‌باشد، که الیاف پلیمری FRP می‌تواند به عنوان یک گزینه در این خصوص مطرح گردد. از این رو در این پژوهش خاک را با الیاف مخلوط و توده ی خاکی همگن به دست می‌آوریم. به منظور به دست آوردن پارامترهای مقاومتی خاک مسلح از آزمایش سه محوری از نوع زهکشی شده تحکیم یافته بر روی سه اندازه مختلف دانه بندی خاک ماسه‌ای با اندازه و درصد وزنی ثابت الیاف انجام داده شده‌اند. به طور خلاصه از جمع‌بندی نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها می‌توان استنتاج نمود که، در حالت کلی مقاومت برشی خاک مسلح نسبت به غیرمسلح افزایش یافته است.</p>	
کلیدواژه‌ها: اصلاح خاک، الیاف پلیمری FRP، خاک مسلح، ماسه، مقاومت برشی خاک	

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه..... ۲

۲-۱- ضرورت و اهمیت تحقیق..... ۳

۳-۱- اهداف پژوهش..... ۳

۴-۱- شیوهی تحقیق..... ۴

۵-۱- ترتیب ارائه‌ی مطالب..... ۴

فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

۱-۲- مقدمه..... ۶

۲-۲- تاریخچه..... ۶

۳-۲- خاک مسلح..... ۷

۱-۳-۲- مزایای استفاده از خاک مسلح..... ۸

۲-۳-۲- خاک مسلح با ژئوسنتتیک..... ۹

۳-۳-۲- انواع ژئوسنتتیک ها..... ۹

۱-۳-۳-۲- ژئوتکستایل..... ۱۰

۲-۳-۳-۲- کاربرد ژئوتکستایل ها در پروژه‌های عمرانی..... ۱۲

۳-۳-۳-۲- ژئوگرید..... ۱۳

۴-۳-۳-۲- ژئوممبرین..... ۱۵

۵-۳-۳-۲- کاربرد ژئوممبرین ها..... ۱۶

۶-۳-۳-۲- ژئوفوم..... ۱۷

۷-۳-۳-۲- ژئونت..... ۱۸

۸-۳-۳-۲- ژئوکامپوزیت..... **Error! Bookmark not defined.**

۹-۳-۳-۲- ژئوسنتتیک با پوشش رسی..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۰-۳-۳-۲- ژئوسل..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۱-۳-۳-۲- ژئومت..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۲-۳-۳-۲- ژئومش..... **Error! Bookmark not defined.**

۱۳-۳-۳-۲- ژئوپایپ..... **Error! Bookmark not defined.**

Error! Bookmark not defined. ژئواسپیسر ۱۴-۳-۳-۲

Error! Bookmark not defined. ژئواستریپ ۱۵-۳-۳-۲

Error! Bookmark not defined. ژئوآتراها ۱۶-۳-۳-۲

Error! Bookmark not defined. مزایا و مشکلات استفاده از ژئوستتیک‌ها ۴-۳-۲

Error! Bookmark not defined. FRP ۴-۲

Error! Bookmark not defined. FRP ۱-۴-۲ تاریخچه‌ی توسعه و شکل‌گیری

Error! Bookmark not defined. مواد کامپوزیت ۲-۴-۲

Error! Bookmark not defined. پلیمر ۳-۴-۲

Error! Bookmark not defined. FRP ۴-۴-۲ اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی

Error! Bookmark not defined. FRP ۵-۴-۲ بر اساس الیاف تشکیل‌دهنده

Error! Bookmark not defined. (GFRP) ۱-۵-۴-۲ الیاف شیشه‌ای

Error! Bookmark not defined. (CFRP) ۲-۵-۴-۲ الیاف کربنی

Error! Bookmark not defined. (AFRP) ۳-۵-۴-۲ الیاف آرامیدی

Error! Bookmark not defined. اشکال مختلف FRP بر اساس نحوه‌ی تولید ۶-۴-۲

Error! Bookmark not defined. انواع محصولات FRP ۷-۴-۲

Error! Bookmark not defined. مزایای استفاده از FRP ۸-۴-۲

Error! Bookmark not defined. FRP ۹-۴-۲ خصوصیات مکانیکی

فصل سوم: مواد و روشهای پژوهش

Error! Bookmark not defined. مقدمه ۱-۳

Error! Bookmark not defined. معرفی مصالح مصرفی ۲-۳

Error! Bookmark not defined. مشخصات خاک نوع A ۱-۲-۳

Error! Bookmark not defined. مشخصات خاک نوع B ۲-۲-۳

Error! Bookmark not defined. مشخصات خاک نوع C ۳-۲-۳

Error! Bookmark not defined. مشخصات الیاف پلیمری FRP مورد استفاده ۴-۲-۳

Error! Bookmark not defined. آزمایش دانه‌بندی خاک ۳-۳

Error! Bookmark not defined. آزمایش دانه‌بندی خاک نمونه ی A ۱-۳-۳

Error! Bookmark not defined. آزمایش دانه‌بندی خاک نمونه ی B ۲-۳-۳

Error! Bookmark not defined. آزمایش دانه‌بندی خاک نمونه ی C ۳-۳-۳

Error! Bookmark not defined. آزمایش تعیین وزن مخصوص خشک خاک ۴-۳

Error! Bookmark not defined. روش آزمایش: ۱-۴-۳

Error! Bookmark not defined.: A خاک نوع ۳-۴-۲
Error! Bookmark not defined.: B خاک نوع ۳-۴-۳
Error! Bookmark not defined.: C خاک نوع ۳-۴-۴
Error! Bookmark not defined. آزمایش سه محوری ۳-۵-۵
Error! Bookmark not defined. مقدمه ۳-۵-۱
Error! Bookmark not defined. روند آزمایش ۳-۵-۲
Error! Bookmark not defined. دستگاه سه محوری ساخت کشور انگلیس ۳-۵-۳
Error! Bookmark not defined. انواع آزمایش سه محوری: ۳-۵-۴
Error! Bookmark not defined. اساس آزمایش: ۳-۵-۵
Error! Bookmark not defined. نحوه‌ی درست کردن نمونه ۳-۶-۶
Error! Bookmark not defined. نحوه‌ی انجام آزمایش ۳-۷-۷

فصل چهارم: نتایج و نمودارها

Error! Bookmark not defined. مقدمه ۴-۱-۱
Error! Bookmark not defined. نتایج آزمایش های دستگاه سه محوری ۴-۲-۲
Error! ... A خاک نوع
Bookmark not defined.
Error! ... B خاک نوع ...
Bookmark not defined.
Error! ... C خاک نوع ...
Bookmark not defined.
۴-۶-۶ نتایج آزمایش تحکیم یافته‌ی زهکشی شده سه محوری بر روی نمونه‌ی مسلح شده با الباف خاک نوع A
Error! Bookmark not defined.
۴-۷-۷ نتایج آزمایش تحکیم یافته‌ی زهکشی شده سه محوری بر روی نمونه‌ی مسلح شده با الباف و خاک نوع B
Error! Bookmark not defined.
۴-۶-۶ نتایج آزمایش تحکیم یافته‌ی زهکشی شده سه محوری بر روی نمونه‌ی مسلح شده با الباف و خاک نوع C
Error! Bookmark not defined.
۴-۷-۷ نمودارهای نتایج به دست آمده از دو حالت مسلح و غیر مسلح بر روی خاک ها:
defined.

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

Error! Bookmark not defined. خلاصه ۵-۱-۱
Error! Bookmark not defined. بررسی نتایج آزمایش ها بر روی نمونه‌های خاک نوع A ۵-۲-۲
Error! Bookmark not defined. بررسی نتایج آزمایش ها بر روی نمونه‌های خاک نوع B ۵-۳-۳

Error! Bookmark not defined......C-۴-۵ بررسی نتایج آزمایش‌ها بر روی نمونه‌های خاک نوع C

Error! Bookmark not defined......۵-۵-۵ بحث و جمع‌بندی نتایج

Error! Bookmark not defined......۶-۵ کاربرد

Error! Bookmark not defined......۷-۵ نتیجه‌گیری

Error! Bookmark not defined......پیوست:

Error! Bookmark not defined......فهرست منابع و مآخذ:

فهرست جدول‌ها

صفحه

شماره و عنوان جدول

جدول ۱-۲: علائم نمادین فرآورده‌های ژئوسنتتیکی (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰) **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۲-۲: مشخصات مکانیکی FRP های پر کاربرد (دریابیگی و همکاران، ۱۳۸۶، ص ۱۱) **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۱-۳: مشخصات الیاف مورد استفاده **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۲-۳: محاسبات مربوط به دانه‌بندی خاک به روش الک **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۳: محاسبات مربوط به دانه‌بندی خاک به روش الک **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۴: محاسبات مربوط به دانه‌بندی خاک به روش الک **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۵: مقادیر به دست آمده از آزمایش دانسیته‌ی نسبی روی خاک نوع A **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۶: مقادیر به دست آمده از آزمایش دانسیته‌ی نسبی روی خاک نوع B **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۷: مقادیر به دست آمده از آزمایش دانسیته‌ی نسبی روی خاک نوع C **Error! Bookmark not defined.**

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۲: ژئوتکستایل بافته‌شده (Shukla & Yin, 2006)	۱۱
شکل ۲-۲: ژئوتکستایل بی‌بافت (Shukla & Yin, 2006)	۱۱
شکل ۳-۲: ژئوتکستایل گردبافت (Shukla & Yin, 2006)	۱۱
شکل ۴-۲: ژئوگرید قالبی تک محوره (Shukla & Yin, 2006)	۱۳
شکل ۵-۲: ژئوگرید قالبی دو محوره (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	۱۴
شکل ۶-۲: ژئوگرید بافته‌شده (Shukla & Yin, 2006)	۱۴
شکل ۷-۲: ژئوگرید پیوندی (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	۱۴
شکل ۸-۲: ژئوممبرین (Shukla & Yin, 2006)	۱۵
شکل ۹-۲: ژئوممبرین (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	۱۶
شکل ۱۰-۲: ژئوفوم (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	۱۸
شکل ۱۱-۲: ژئونت (Shukla & Yin, 2006)	۱۸
شکل ۱۲-۲: ژئوکامپوزیت (Shukla & Yin, 2006)	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱۳-۲: ژئوسل (Shukla & Yin, 2006)	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱۴-۲: ژئوسل (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱۵-۲: ژئومت (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱۷-۲: ژئوپایپ (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱۸-۲: الیاف کربنی خردشده‌ی FRP	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱-۳: الیاف مورد استفاده	Error! Bookmark not defined.
شکل ۲-۳: نمودار دانه‌بندی خاک نوع A	Error! Bookmark not defined.
شکل ۳-۳: نمودار دانه‌بندی خاک نوع B	Error! Bookmark not defined.
شکل ۴-۳: نمودار دانه‌بندی خاک نوع C	Error! Bookmark not defined.
شکل ۵-۳: دستگاه سه محوری	Error! Bookmark not defined.
شکل ۶-۳: خاک مخلوط شده با الیاف	Error! Bookmark not defined.
شکل ۷-۳: نمونه‌ی ماسه‌ی ای دستگاه سه محوری	Error! Bookmark not defined.
شکل ۸-۳: نمونه‌ی تحکیم یافته‌ی زهکشی شده	Error! Bookmark not defined.
شکل ۹-۳: نمونه‌ی گسیخته شده بر اثر بارگذاری به صورت خمره‌ای	Error! Bookmark not defined.

شکل ۴-۱: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۲: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۳: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۴: دواير موهر نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع A
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۵: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع A
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۶: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......B

شکل ۴-۷: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......B

شکل ۴-۸: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......B

شکل ۴-۹: دواير موهر نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع B
Error! Bookmark not defined......B

شکل ۴-۱۰: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع B
Error! Bookmark not defined......B

شکل ۴-۱۱: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......C

شکل ۴-۱۲: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......C

شکل ۴-۱۳: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی غیر مسلح
Error! Bookmark not defined......C

شکل ۴-۱۴: دواير موهر نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع C
Error! Bookmark not defined......C

شکل ۴-۱۵: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی غیر مسلح خاک نوع C
Error! Bookmark not defined......C

شکل ۴-۱۶: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح شده
Error! Bookmark not defined...... با الیاف

شکل ۴-۱۷: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح شده
Error! Bookmark not defined...... با الیاف

شکل ۴-۱۸: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح شده
Error! Bookmark not defined...... با الیاف

شکل ۴-۱۹: دواير موهر نمونه‌ی مسلح شده با الیاف و خاک نوع A
Error! Bookmark not defined......A

شکل ۴-۲۰: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی مسلح شده با الیاف، خاک نوع A **Error!**

Bookmark not defined.

شکل ۴-۲۱: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۲: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۳: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۴: دواير موهر نمونه‌ی مسلح شده با الیاف و خاک نوع B **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۵: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی مسلح شده با الیاف، خاک نوع B **Error!**

Bookmark not defined.

شکل ۴-۲۶: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۱۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۷: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۲۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۸: نمودار تنش انحرافی با درصد تغییر شکل با تنش همه‌جانبه‌ی ۳۰۰ کیلوپاسکال برای نمونه‌ی مسلح

شده با الیاف **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۹: دواير موهر نمونه‌ی مسلح شده با الیاف و خاک نوع C **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۳۰: نمودار تنش انحرافی با درصد کرنش نمونه‌ی مسلح شده با الیاف، خاک نوع C **Error!**

Bookmark not defined.

شکل (۴-۳۱): مقایسه‌ی زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک نمونه‌ی A در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل (۴-۳۲): مقایسه‌ی ضریب چسبندگی خاک نمونه‌ی A در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل (۴-۳۳): مقایسه‌ی زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک نمونه‌ی B در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل (۴-۳۴): مقایسه‌ی ضریب چسبندگی خاک نمونه‌ی B در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل (۴-۳۵): مقایسه‌ی زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک نمونه‌ی C در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل (۴-۳۶): مقایسه‌ی ضریب چسبندگی خاک نمونه‌ی C در دو حالت غیر مسلح و مسلح شده با الیاف

..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

در تمامی سازه‌های ساخته شده توسط بشر، خاک به عنوان اصلی‌ترین عنصر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عنصر طبیعی به عنوان ارزانه‌ترین و در دسترس‌ترین مصالح از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است. با ورود علم مکانیک خاک که بر علوم دیگری نظیر مقاومت مصالح و تجربیات گذشته استوار است، کاربرد مهندسی خاک دو چندان شده است، به صورتی که در سازه‌های مختلف نظیر سدهای خاکی و خاکریزها، خاک به عنوان مصالح غالب مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه مهندسين با استفاده از علم مکانیک خاک می‌توانند به راحتی رفتار و عملکرد خاک‌ها را در برابر بارهای وارده پیش‌بینی و در صورت نیاز به رفع مشکلات و موانع آن بپردازند.

به دلیل زیاد بودن هزینه‌های سازه‌های خاکی، پایداری بلند مدت و قابلیت بهره‌برداری در طول دوره‌ی طرح، اهمیت بسزایی دارد. از این رو مصالحی که در این سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید دارای خصوصیتی باشند که بتوان اهداف طرح را بدست آورد. مقاومت خاک تاثیر قابل توجهی در روش طراحی دارد. بهبود مقاومت برشی خاک به منظور افزایش ظرفیت باربری، پایداری شیروانی خاکی، پایداری تونل‌ها و ... همواره مورد توجه بوده است. در مقاله‌ای با عنوان خواص شیمیایی خاک‌های شنی تقویت شده با سیمان و با آرایش تصادفی الیاف شیشه، که توسط آقای علی آتش و همکاران در کشور ترکیه صورت گرفته، بررسی میزان و نوع آرایش الیاف شیشه‌ای بر روی خواص شیمیایی خاک شنی با سیمان مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش الیاف شیشه‌ای تا ۳٪ وزنی میتوان به حداکثر مقاومت دست پیدا کرد (Ateş, 2016).

بر اساس تحقیقات بر روی مقاومت و رفتار مکانیکی خاک رس تثبیت شده با الیاف پروپیلین کوتاه و سیمان، بر روی ۱۲ نمونه با درصد های وزنی مختلف برای فیبر و سیمان و با استفاده از آزمایش برش مستقیم به این نتیجه رسیدند که الیاف در هر دو خاک سیمانی شده و بدون سیمان باعث افزایش مقاومت برشی شده و در آزمایش مقاومت فشاری محصور نشده با کاهش سختی مواجه می‌باشیم (tang and et al, 2002).

رفتار الیاف در خاک سیمانی و غیر سیمانی متفاوت بوده و خواص مکانیکی تحت تاثیر عواملی چون اصطکاک دانه‌ها، میزان تنش نرمال روی الیاف، سطح تماس موثر و... قرار گرفته است (shao sheng, 2007).

سیواکومار بابو و همکاران شبیه سازی عددی رفتار شن و ماسه تقویت شده با الیاف را انجام داده اند. این مقاله نتایج حاصل از آزمایش سه محوری در شن و ماسه که با الیاف سخت تقویت شده‌اند را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد، مکانیزمی وجود دارد که مانع توضیح فشار موضعی و افزایش مقاومت خروجی می‌شود (2008، Sivakumar babu and et al).

نورزاد و همکاران رفتار یک نمونه خاک رس مسلح شده با ژئوتکستایل را مورد بررسی قرار داده اند. آن‌ها به بررسی تاثیر تراکم نسبی، تعداد لایه‌های ژئوتکستایل و رطوبت خاک با استفاده از آزمایش سه محوری پرداختند. نتایج برای دو نمونه مسلح شده و نشده نشان می‌دهد که با افزایش رطوبت، مقاومت نهایی کاهش و تغییر شکل محوری در حالت گسیختگی افزایش می‌یابد (1379، noorzad and et al).

۱-۲- ضرورت و اهمیت تحقیق

در سال‌های اخیر بیش از یک میلیون متر مربع ژئوتکستایل برای مسلح کردن خاک مورد استفاده قرار گرفته است. در ارتباط با ژئوتکستایل مشکلاتی چون، خزش، مقاومت و مدول الاستیسیته‌ی پایین و... وجود دارد. فیر کربن تقویت شده پلیمری بیش از دو دهه پیش در رشته‌ی مهندسی سازه معرفی شده است و همچنین می‌تواند در مهندسی ژئوتکنیک مورد استفاده قرار گیرد (توفیق و همکاران، 2013).

یکی از نقاط ضعف خاک‌های مسلح، وجود تغییرات تنش در لایه‌ها می‌باشد. به این صورت که در ناحیه‌ی نزدیک به مسلح کننده، مقاومت توده زیاد و به تدریج با حرکت به سمت وسط بین دو لایه مسلح کننده از مقاومت آن کاسته می‌شود. در صورت استفاده از یک خاک مسلح با مقاومت بالا، در بین لایه‌های مسلح کننده می‌توان این تغییرات را کاهش داد (مالیاکال، 2013).

۱-۳- اهداف پژوهش

در این تحقیق به بررسی پارامترهای مقاومت برشی خاک مسلح شده با الیاف پلیمری (FRP) پرداخته شده است. با اختلاط خاک والیاف خاک مسلح همگنی بدست می‌آید که دارای مقاومت برشی بالایی نسبت به خاک غیر مسلح می‌باشد.

یکی از کاربردهای این تحقیق استفاده از خاک مسلح با الیاف پلیمری FRP به عنوان خاک پر کننده در بین لایه‌های ژئوسنتتیک‌ها و بهسازی خاک بستر می‌باشد.

با توجه به گران بودن الیاف FRP نسبت به مسلح کننده‌های دیگر، در این تحقیق از دور ریزها و باقی‌مانده برش خورده‌ی ورق‌های الیاف از پروژه‌های مقاوم سازی سازه‌ها استفاده شده است.

۱-۴- شیوه‌ی تحقیق

به منظور تعیین مقاومت برشی خاک از آزمایش سه محوری استفاده شده است. آزمایش سه محوری تحکیم- یافته‌ی زهکشی‌شده بر روی نمونه‌هایی با قطر ۳۸ میلی‌متر و ارتفاع ۷۶ میلی‌متر انجام شده‌اند. برای انجام آزمایش از خاک ماسه‌ای با سه اندازه دانه‌ی مختلف و الیافی با طول ۱۰ میلی‌متر استفاده شده است. خاک را با اضافه کردن مقداری رطوبت با الیاف FRP و با درصد وزنی ۰/۱٪ مخلوط می‌کنیم.

۱-۵- ترتیب ارائه‌ی مطالب

فصل اول به طور خلاصه مبانی پایان‌نامه، ضرورت و اهمیت، اهداف و شیوه‌ی تحقیق بیان شده است.

فصل دوم به بررسی تاریخچه‌ی خاک مسلح و روش‌های تسلیح پرداخته شده است.

فصل سوم به بررسی مواد و روش انجام آزمایشات اختصاص پیدا کرده است.

فصل چهارم، نمودارها و نتایج پژوهش آورده شده است.

فصل پنجم نیز به تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری پرداخته شده است.

فصل دوم:

مبانی نظری پژوهش

۲-۱- مقدمه

در سال‌های اخیر مهندسی ژئوتکنیک پیشرفت‌های قابل توجهی در تمامی زمینه‌ها به خصوص خاک مسلح داشته است. سازه‌های خاک مسلح نسبت به حالت غیر مسلح فضای کمتری را اشغال و از لحاظ هزینه با سایر روش‌ها قابل رقابت می‌باشند. سهولت در انجام کار، نیاز نبودن به نیروی کار ماهر در اجرا و فراوان بودن مصالح قابل استفاده در خاک مسلح، با توجه به توسعه‌ی روز افزون جاده‌ها و راه‌های ارتباطی و همچنین نیاز به تثبیت شیب‌های ناپایدار و... اهمیت این روش را برای ما روشن می‌کند.

۲-۲- تاریخچه

اولین تلاش‌ها برای تسلیح خاک‌ها به وسیله‌ی مصالحی با جنس متفاوت با خاک پایه و با هدف بهبود کیفیت خاک انجام شده است. این مصالح عبارت بودند از: کنده‌های درخت، بوته‌های کوچک و مانند آن‌ها که برای تثبیت مرداب‌ها و خاک‌های باتلاقی به کار می‌رفتند. با گذشت زمان نحوه‌ی تثبیت خاک تغییر نموده و با به وجود آمدن روش‌های سیستماتیک، الوارهای یک شکل و یک اندازه به هم بسته می‌شدند و با آن‌ها بستری یک‌پارچه به وجود می‌آمد.

ایده‌ی تسلیح خاک ضعیف تا به امروز ادامه داشته است. اداره راه کارولینای جنوبی در سال ۱۹۲۶ اولین بار از پارچه برای تسلیح راه استفاده نمود (Schofield , 1968). آن‌ها ابتدا پارچه را بر روی اساس خاکی اولیه 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 سال ۱۹۳۵ منتشر نموده و در آن هشت آزمایش محلی مجزا را شرح دادند. نتایج کلی حاکی از آن بود که راه‌ها در وضعیت خوبی هستند و پارچه‌ها باعث کم شدن ترک‌ها و خرابی‌های معمول در راه‌ها شده‌اند. این پروژه پیش درآمد عملکرد مسلح کنندگی بوده است که امروزه با آن آشنا هستیم (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰).

۲-۳- خاک مسلح

خاک مسلح در واقع مصالح ساختمانی مرکبی است که در آن، عناصر دارای مقاومت کششی بالا به عنوان عامل تسلیح در توده خاک قرار می‌گیرند (نورزاد، ۱۳۷۹).

مسلح کننده‌ها به شکل میله، نوار، شبکه، الیاف و ... هستند که از فلزات یا الیاف مصنوعی ساخته می‌شوند. خاک مسلح ماده مخلوطی است که از ترکیب و بهینه‌سازی خواص تک‌تک مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن حاصل می‌شود (Yetimoglu, 2005).

هدف از افزودن این عناصر مقاوم به خاک افزایش چسبندگی و اصطکاک بیشتر است که در آن صورت خواص مکانیکی بهبود می‌یابد. استفاده از اجزای مقاوم کششی جهت افزایش مقاومت و ظرفیت باربری خاک‌ها از زمان‌های بسیار دور متداول بوده و هنری ویدال مهندس و آرشیتکت فرانسوی با معرفی خاک مسلح، بانی تحول نوین در این زمینه گردید (Vidal, 1969).

از فن خاک مسلح اولین بار در ساخت دیوارهای نگهبان استفاده شد. در ابتدا ویدال استفاده از پلیمرهای حاوی الیاف شیشه را توصیه نمود. اما در سال ۱۹۶۶ اولین دیوار آزمایشی که با این پلیمرها مسلح شده بود پس از گذشت ده ماه فروریخت. این گسیختگی که ظاهراً ناشی از ضعف شیمیایی محصول و حمله‌ی باکتری‌ها بود، موجب گردید که استفاده از مسلح کننده‌های فولادی زنگ نزن و آلومینیومی در سازه‌های خاک مسلح متداول شود. ولی تجربیات نشان داد که این فلزات نیز عملکرد مطلوبی نداشته و دارای مقاومت کافی در مقابل خوردگی نیستند، ضمن اینکه استفاده از فولاد زنگ نزن هزینه‌ی بالایی خواهد داشت (Vidal, 1969).

با افزایش تراکم نسبی، مقاومت نهایی نمونه و تغییر شکل محوری در حالت گسیختگی افزایش می‌یابد و نسبت مقاومت نهایی که به عبارتی نسبت مقاومت نهایی نمونه مسلح شده به مقاومت نهایی نمونه غیر مسلح می‌باشد افزایش یافته است (noorzad, 2010).

در مطالعه‌ای که مالیاکال و تیاکندی در زمینه‌ی افزودن الیاف توزیع شده به صورت تصادفی در خاک رسی انجام دادند نشان داده شد که الیاف باعث افزایش تنش گسیختگی می‌شود (maliakal and thiyvakkandi, 2013).

همچنین استبرق و همکاران نشان دادند که الیاف باعث کاهش فشار پیش‌تحکیمی و افزایش تراکم پذیری و زاویه داخلی خاک می‌شود (stabragh and et al, 2013).

در مطالعه‌ای که روی پارامترهای مقاومتی خاک چسبنده شانگهای توسط کو و همکاران انجام شد بیان گردید که الیاف کاه گندم زاویه اصطکاک داخلی خاک را افزایش ولی ضریب چسبندگی خاک را کاهش می‌دهند (Qu and et al, 2013).

مقاومت برشی خاک ماسه‌ای با مسلح سازی آن توسط الیاف افزایش می‌یابد (shao, 2014). افزودن الیاف سنتتیک به خاک ماسه‌ای شل علاوه بر افزایش مقاومت برشی، شکل پذیری آن را نیز افزایش می‌دهد (claria, 2016).

۲-۳-۱- مزایای استفاده از خاک مسلح

از زمان ابداع خاک مسلح، استفاده از آن در حوزه‌های مختلف مهندسی عمران به واسطه‌ی مزایای زیر گسترش روزافزونی داشته است:

۱- سرعت ساخت با استفاده از قطعات پیش‌ساخته (خاکی که قبلاً با الیاف مصلح شده) بیش‌تر بوده و حمل آن‌ها به‌راحتی صورت می‌گیرد.

۲- قابلیت کاربرد در شیب‌های مختلف و شرایط خاک متفاوت

۳- انعطاف‌پذیر بودن سازه‌ی حاصل از مصالح مسلح شده، به‌طوری‌که امکان ساخت آن روی خاک نسبتاً نرم نیز وجود دارد.

۴- شکل‌پذیر بودن مکانیکی مصالح مورد استفاده.

۵- صرفه‌جویی در حجم خاک به‌کاررفته که مهم‌ترین عامل در سدهایی با ارتفاع نسبتاً بلند است.

۶- حذف سرریز اختصاصی در این‌گونه سدها که معمولاً خیلی گران و آسیب‌پذیر است.

۷- همگن بودن مصالح به علت تولید آن‌ها در کارخانه‌جات و به حداقل رساندن تغییرات موجود در خواص این

مصالح.

۸- فراوانی این مصالح با توجه به وجود مراکز تولید و فروش متعدد.

۹- زیست محیطی بودن آن‌ها با کاهش استفاده از منابع طبیعی و آسیب‌های زیست محیطی ناشی از حفاری

معادن و استخراج مواد خام استفاده شده در مصالح صورت می‌گیرد.

۱۰- کم‌تر شدن هزینه‌ی ساخت، نگهداری، حمل و اجرا نسبت به مصالح طبیعی.

مزیت خاک مسلح به الیاف با توزیع تصادفی، تقویت خاک در تمام جهات و حذف صفحات ضعیف از خاک می‌باشد. در این نوع خاک مسلح، وظیفه‌ی اصلی الیاف در مقابل تغییر شکل برشی، بسیج مقاومت کششی در برابر تنش کششی اعمال شده است. این عکس‌العمل می‌تواند به شکل کش آمدن (افزایش طول)، لغزش یا پاره شدن الیاف بروز کند (Maher & Gray, 1990).

۲-۳-۲- خاک مسلح با ژئوسنتتیک

واژه‌ی ژئوسنتتیک از دو بخش (ژئو) ، به معنای زمین که به موارد استفاده نهایی از این مصالح در پروژه‌های عمرانی مرتبط با زمین، خاک و سنگ داشته و پسوند (سنتتیک) ، به معنای مصنوعی اشاره به این دارد این مصالح منحصر از فرآورده‌های ساخت انسان تولید می‌شوند. مصالح مورد استفاده در تولید ژئوسنتتیک‌ها بیشتر پلیمرهای مصنوعی هستند که از نفت خام مشتق می‌شوند. گرچه از لاستیک، پشم شیشه و دیگر مصالح نیز در بعضی مواقع برای تولید ژئوسنتتیک استفاده می‌شود (کمیته‌ی D35 انجمن آزمایش و مصالح امریکا).

به‌طور کلی ژئوسنتتیک عنوانی فراگیر برای توصیف صفحات نازک و انعطاف‌پذیری است که در داخل توده خاک یا در ارتباط با مصالح خاکی با اهداف مختلفی مانند جداسازی، عایق‌بندی رطوبتی، مهار فرسایش، ایفای نقش صافی، زهکشی و مسلح سازی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بسیاری از موارد، این ورقه‌ها ممکن است ترکیبی از وظایف مذکور را به عهده داشته باشند. خواص فیزیکی و مکانیکی ژئوسنتتیک‌ها همچون استحکام، نفوذپذیری، مقاومت در برابر فرسایش و از همه مهم‌تر مقاومت کششی بالای آن‌ها نسبت به وزنشان باعث به وجود آمدن گستره‌ی وسیعی از کاربرد این مواد در طرح‌های عمرانی شده است (Shukla & Yin, 2006).

۲-۳-۳- انواع ژئوسنتتیک‌ها

ژئوسنتتیک‌ها معمولاً بر اساس روش تولید دسته‌بندی می‌شوند. تولید آن‌ها دو مرحله دارد. اول ساخت عناصر خطی مثل رشته-تار و نوار از پلیمر، دوم بافتن این اجزا جهت ایجاد یک ورقه پیوسته است. ژئوسنتتیک‌ها به هفت گروه اصلی ژئوتکتایل‌ها، ژئوگرید‌ها، ژئوممبرین‌ها، ژئوفوم‌ها، ژئونت‌ها، ژئوکامپوزیت‌ها و ژئوسنتتیک با پوشش رسی تقسیم می‌شوند. هرکدام از این گروه‌ها دارای خصوصیات مخصوص به خود هستند و با توجه به همین خصوصیات در کارهای مختلفی از آن‌ها استفاده می‌شود. البته علاوه بر دسته‌های اصلی اشاره‌شده، دسته‌های دیگری از قبیل ژئوپایپ‌ها و ژئوسل‌ها و ژئووب‌ها نیز وجود دارند.

۲-۳-۱- ژئوتکستایل

ژئوتکستایل از الیاف پلیمری به دست آمده از مشتقات نفت نظیر پلی پروپیلن ها یا پلی استرها ساخته می شوند. ژئوتکستایل ها منسوجات نفوذپذیری هستند که به همراه خاک، سنگ یا هر ماده‌ی مرتبط با مهندسی ژئوتکنیک به کار برده می شوند تا عملکرد یا هزینه‌ی سازه یا سیستم را بهبود بخشند. در یک توده‌ی خاک مسلح شده با ژئوتکستایل، ممکن است ناپایداری به سه صورت رخ دهد: گسیختگی کششی ژئوتکستایل ناشی از تنش بیش از حد، بیرون کشیدگی ژئوتکستایل ناشی از طول گیرداری ناکافی و خزش ناشی از خصوصیات ذاتی پلیمرها. نکته‌ی قابل توجه در مورد مسلح کردن خاک با ژئوتکستایل ها این است که به علت قابلیت انعطاف پذیری زیاد این محصولات، مقاومت کششی حداکثر آن‌ها در ترازهای کرنش بالایی ایجاد می شود، لذا باید سازه‌های خاکی که با این محصولات مسلح می شوند و یا سازه‌هایی که متکی بر خاک مسلح شده با ژئوتکستایل هستند قابلیت تحمل نشست و تغییر شکل‌های زیاد را داشته باشند. با توجه به این که در تغییر شکل‌های کوچک نیروی کششی به وجود آمده در ژئوتکستایل ناچیز بوده و بهبود حاصل از تسلیح خاک قابل توجه نیست، این مسئله می تواند یکی از عوامل محدودکننده در طراحی با ژئوتکستایل باشد.

ژئوتکستایل ها به وسیله‌ی ماشین‌های متعارف نساجی تولید می شوند. بر مبنای نوع فرآیند تولید، ژئوتکستایل - های کنونی را می توان به انواع زیر طبقه بندی نمود:

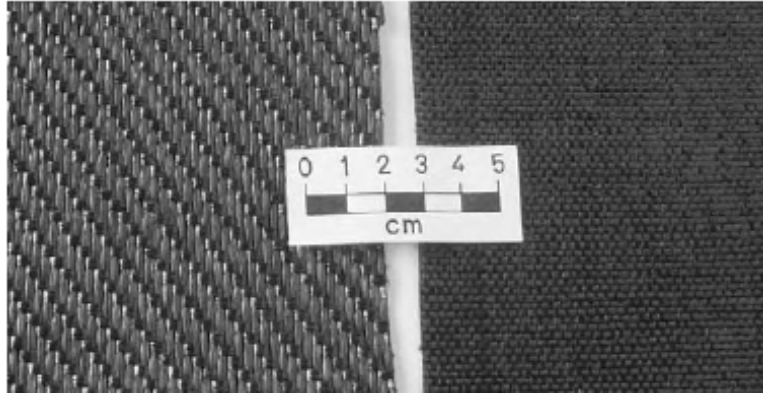
۱- ژئوتکستایل بافته شده^۱

۲- ژئوتکستایل بی بافت^۲

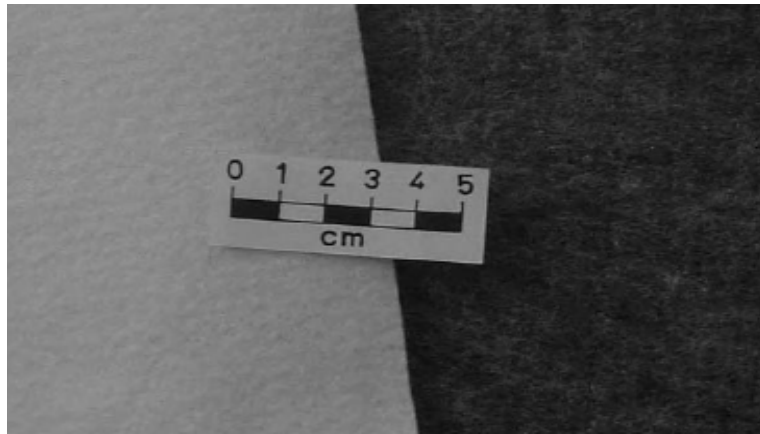
۳- ژئوتکستایل گردبافت^۳

۴- ژئوتکستایل وصله‌ای^۴

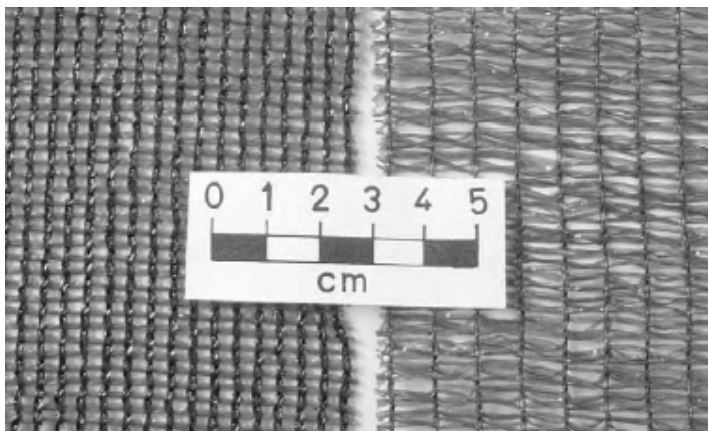
1-Woven Geotextile
2-Nonwoven Geotextile
3-Knitted Geotextile
4-Stitched Geotextile



شکل ۲-۱: ژئوتکستایل بافته شده (Shukla & Yin, 2006)



شکل ۲-۲: ژئوتکستایل بی بافت (Shukla & Yin, 2006)



شکل ۲-۳: ژئوتکستایل گردبافت (Shukla & Yin, 2006)

۲-۳-۳-۲- کاربرد ژئوتکستایل ها در پروژه‌های عمرانی

یکی از اساسی‌ترین کاربردهای ژئوتکستایل استفاده از آن به‌عنوان فیلتر است. در این حالت ژئوتکستایل آب (و یا هر مایع دیگری را) به‌خوبی و با سرعت کافی از خود عبور می‌دهد، ولی از عبور ذرات جامد و سنگ‌ریزی جلوگیری می‌کند. جهت تسلیح خاک ژئوتکستایل نیز به میزان بالا استفاده می‌شود. خاک مسلح شده با ژئوتکستایل از نظر مقاومت کششی، برشی و پیچشی و همچنین ظرفیت باربری به میزان قابل‌توجهی نسبت به خاک‌های غیرمسلح برتری دارد.

جهت احداث جاده بر روی زمین‌هایی که دارای خاک با ساختار ضعیف هستند به‌راحتی نمی‌توان از روکش آسفالتی استفاده کرد. در این‌گونه جاده‌ها آسفالت به‌راحتی ترک می‌خورد. جهت جلوگیری از ترک خوردن آسفالت بر اثر تغییر شکل حاصل از نیروهای وارده می‌توان از مسلح کننده ژئوتکستایل استفاده نمود. این فن تسلیح جهت راه‌های موقتی نیز به‌کاربرده می‌شود. جهت جداسازی لایه‌های مختلف خاک از ژئوتکستایل به میزان وسیعی استفاده می‌شود. این کاربرد تا حدود زیادی وابسته به خاصیت عدم عبور ذرات درشت خاک ضمن عبور سیالات از ژئوتکستایل است. همچنین جهت جداسازی دولایه‌ی مختلف سنگ‌دانه با اندازه‌های مختلف از ژئوتکستایل استفاده می‌شود. با استفاده از ژئوتکستایل ها می‌توان به مقدار بالایی موجب افزایش پایداری شیروانی‌های خاکی و همچنین افزایش شیب مجاز آن‌ها شد. شیب مجاز یک شیروانی خاکی مسلح شده با ژئوتکستایل تا حدود ۷۰ درجه نیز امکان‌پذیر است. خاصیت عبور مناسب سیالات از ژئوتکستایل موجب شده تا از ژئوتکستایل به‌عنوان یک زهکش قوی استفاده شود. در آب‌بندی تونل‌ها و پل‌ها قبل از اجرای سنگ رویه نهایی از یک‌لایه ژئوتکستایل استفاده می‌شود تا آب را به سمت پایین و آبروها هدایت کند. در سواحل برای جلوگیری از شست و شوی ساحل و پیشرفت آب و همچنین جلوگیری از شست و شوی خاک زیر صخره‌ها از ژئوتکستایل استفاده می‌شود. در این حالت ژئوتکستایل را بر روی خاک‌های ساحل قرار داده و روی آن را با صخره‌های بزرگ می‌پوشانند. در ساخت سواحل مصنوعی نیز از ژئوتکستایل به میزان وسیعی استفاده می‌شود. از ژئوتکستایل ها می‌توان به‌عنوان قالب‌های انعطاف‌پذیر در ملات ریزی استفاده نمود. همچنین در بتن‌ریزی‌هایی که سطح موردنظر دارای شیب زیادی است برای مهار بتن و جلوگیری از ریزش آن می‌توان از ژئوتکستایل مانند یک کیسه پهن استفاده کرد. نخستین بار کارن

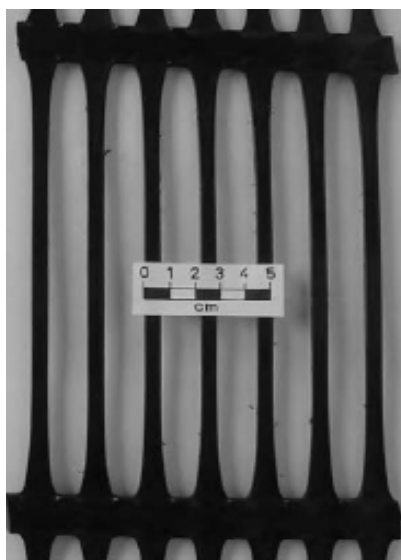
ترزاقی در سال ۱۹۵۵ در ساخت یک سد {که اکنون به نام وی خوانده می‌شود} از قالب‌های انعطاف‌پذیر استفاده کرد (صدریان زاده، ۱۳۸۳).

۲-۳-۳-۳- ژئوگرید

ژئوگریدها فرآورده‌های پلیمری متشکل از المان‌های مقاومت کششی به نام بند^۱ می‌باشند که به صورت شبکه‌ای منظم و باز در پیوندگاه‌ها به هم اتصال دارند. اتصال بندها می‌تواند از نوع قالبی^۲، پیوندی^۳ و یا بافته شده باشد. ژئوگریدهایی که در نتیجه این نوع فرآیندهای اتصال بندها ساخته می‌شوند به ترتیب ژئوگرید قالبی، ژئوگرید پیوندی و ژئوگرید بافته شده نامیده می‌شوند. بسته به راستای کشش در حین فرایند تولید به دو دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

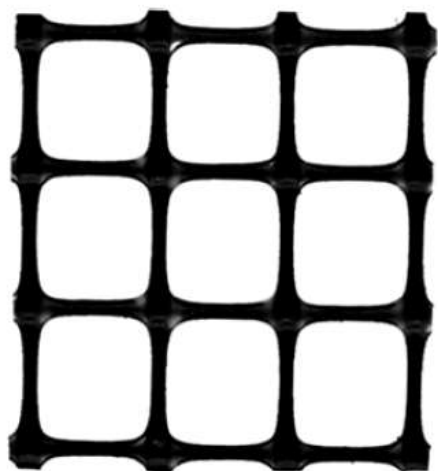
۱- ژئوگرید تک محوره که در اثر کشش طولی ورقه‌ی پلیمری پانچ‌شده با آرایشی منظم تولید می‌شود.

۲- ژئوگرید دو محوره که در اثر کشش ورقه‌ی پلیمری در هر دو راستای طولی و عرضی تولید می‌شود.

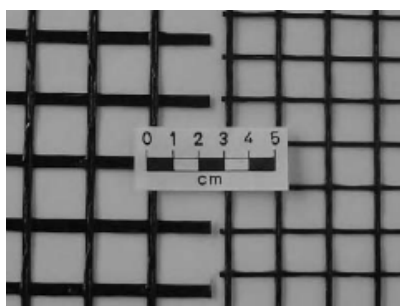


شکل ۲-۴: ژئوگرید قالبی تک محوره (Shukla & Yin, 2006)

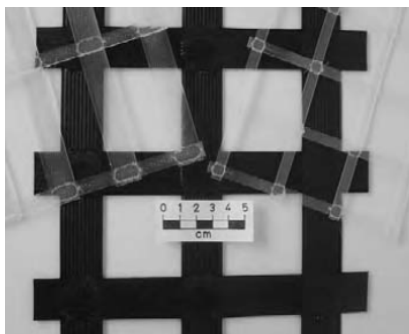
- 1-Rib
- 2-Junction
- 3-Extrusion
- 4-Bonding



شکل ۲-۵: ژئوگرید قالبی دو محوره (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)



شکل ۲-۶: ژئوگرید بافته شده (Shukla & Yin, 2006)



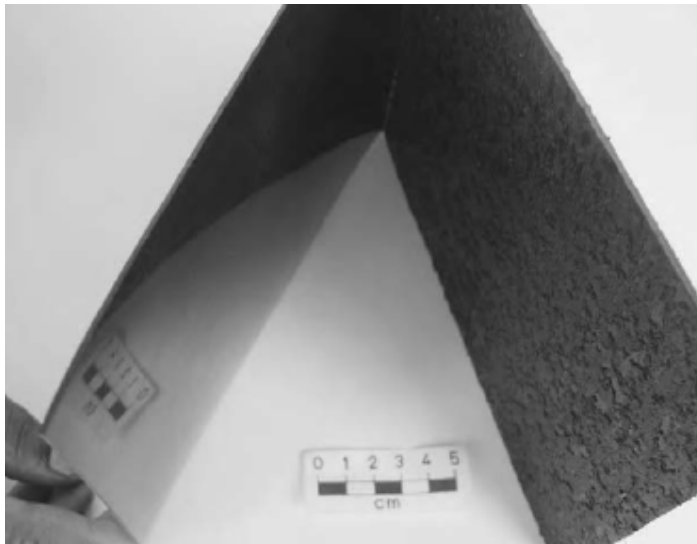
شکل ۲-۷: ژئوگرید پیوندی. (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)

۲-۳-۳-۴- ژئوممبرین

فرآورده‌ای ورقه‌ای، به طور نسبی نفوذ ناپذیر و مصنوعی که از مصالح با نفوذ پذیری پایین ساخته شده تا به صورت یک حائل، روکش یا آستر از عبور آب جلوگیری نماید. مصالح به کار رفته در تولید ژئوممبرین‌ها می‌تواند پلیمری، فیبری و یا ترکیبی از آن‌ها باشد. واژه‌ی حائل زمانی به کار می‌رود که، ژئوممبرین به طور مثال در داخل سد خاکی مورد استفاده قرار گیرد. واژه‌ی روکش یا آستر در مواردی به کار گرفته می‌شود که ژئوممبرین در سطح مشترک یا روی سطح مصالح به کار رود (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰).

ژئوممبرین‌ها محافظ‌های انعطاف‌پذیر بانفوذپذیری بسیار پایین هستند و معمولاً از ورق‌های لاستیکی یا پلاستیکی ساخته می‌شوند و عملکرد اصلی آن‌ها ممانعت از عبور سیال‌ها یا بخارها است.

ژئوممبرین‌ها به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند. نوع اول ژئوممبرین‌های غلتکی است که مواد مذاب از میان غلتک‌های چرخان عبور می‌کنند و لایه ژئوممبرین را تشکیل می‌دهند. نوع دوم ژئوممبرین‌های تزریقی هستند که تولید این نوع ژئوممبرین‌ها با عبور مواد رزینی پلیمری مذاب از میان حدیده‌ها به وسیله‌ی دستگاه تزریق چرخان صورت می‌گیرد. (Shukla & Yin, 2006)



شکل ۲-۸: ژئوممبرین (Shukla & Yin, 2006)



شکل ۲-۹: ژئوممبرین (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)

۲-۳-۳-۵- کاربرد ژئوممبرین ها

ازجمله‌ی مهم‌ترین کاربردهای ژئوممبرین، کاربرد به‌عنوان آستر و محافظ است که عمدتاً در سطوح داخلی کانال‌ها، مخازن ولوله‌های آب‌رسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت بالای ژئوممبرین در برابر سایش، مانع از سائیده شدن سطوح این تأسیسات می‌شود. همچنین می‌توان از تأثیرات منفی فاضلاب بر روی سطوح تأسیسات مربوطه با نصب لایه‌ی ژئوممبرین بر روی آن‌ها جلوگیری نمود (صدریان زاده، ۱۳۸۳).

جهت حفاظت سازه‌های بتنی در برابر حملات شیمیایی خورنده محیط اطراف نیز می‌توان از ژئوممبرین استفاده نمود.

در محل زباله چال‌ها، در اثر انباشتگی زباله‌ها، قسمت مایع در کف زباله چال‌ها جمع می‌شود و به‌مرور زمان به داخل توده‌ی خاک اطراف خود نفوذ می‌کند و نتایج منفی زیست‌محیطی را به وجود می‌آورد. جهت جلوگیری از نفوذ این مواد، کف و دیواره‌های جانبی زباله چال را با ژئوممبرین پوشش می‌دهند. همچنین جهت پوشش سطح زباله چال نیز می‌توان از ژئوممبرین استفاده نمود، زیرا به‌خوبی در برابر ناهمواری‌های حاصل از نشست‌های نامساوی زباله‌ها در این قسمت مقاومت می‌کند.

جهت آببندی جداره‌ی تونل‌ها همواره از ترکیبی از ژئوممبرین و ژئوتکستایل که در واقع تشکیل یک ژئوکمپوزیت را می‌دهند استفاده می‌گردد. در این کاربرد یک لایه از ژئوتکستایل را جهت زهکشی آب به سطح تونل می‌چسبانند و سپس بر روی آن یک لایه‌ی ژئوممبرین را جهت جلوگیری از نفوذ آب قرار می‌دهند و سپس نمای بنائی نهایی را اجرا می‌کنند.

جهت کنترل خاک‌هایی که بر اثر رطوبت متورم می‌شوند، از ژئوممبرین با قدرت نفوذناپذیری بالا استفاده می‌شود. در تأسیساتی که قدرت کنترل مطلوب آب را جهت جلوگیری از اتلاف آن را ندارند نیز از ژئوممبرین به‌عنوان لایه‌ی محافظ در برابر خروج آب استفاده می‌شود و به شکل قابل‌توجهی از هدر رفتن آب جلوگیری می‌شود (صدریان زاده، ۱۳۸۳).

۲-۳-۳-۶- ژئوفوم

مصالحی که با استفاده از پلیمر نیمه مایع و یک عامل اسفنجی به شکل دال یا بلوک‌های سبک وزن با تخلخل بالا تولید می‌شود.

ژئوفوم‌ها جدیدترین گروه ژئوسنتتیک هستند که اغلب از مواد پلی‌استری ساخته می‌شوند. ژئوفوم‌ها در قطعه‌های بزرگ و سبک ساخته می‌شوند و در سازه‌های خاکی یا سنگفرش به‌عنوان عایقی در برابر گرما و حرارت عمل می‌کنند و می‌توانند به‌عنوان عایق آب و گاز نیز عمل کنند، همچنین دارای خواص بارپذیری بالا نیز هستند. کاربرد ژئوفوم‌ها اغلب در زیر سنگچین‌های بناشده بر روی خاک‌های نرم و سست، سطوح زیرین جاده، سنگ‌فرش باند فرودگاه، سامانه‌های راه‌آهن که دائماً در معرض انبساط و انقباض قرار می‌گیرند و همچنین در زیر تانک‌های ذخیره مایعات نوشیدنی خنک و سطوح شیب‌دار می‌باشد (Shukla & Yin, 2006) (صدریان زاده، ۱۳۸۳).

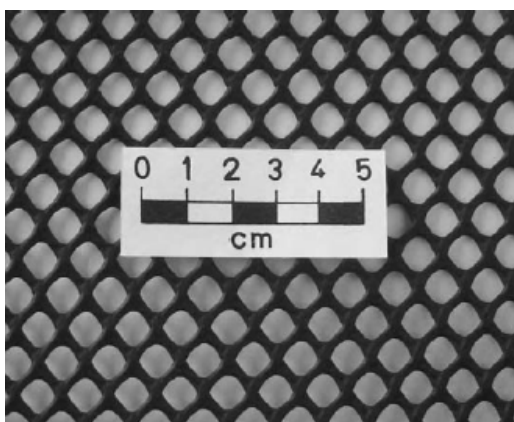


شکل ۲-۱۰: ژئوفوم (عبدالمتین ستایش، ۱۳۹۰)

ژئونت ۲-۳-۳-۷

ژئونت ها نوعی از ژئوسنتتیک ها هستند که از اتصال دو مجموعه از تیرکهای موازی با یک زاویه (معمولاً بین ۶۰ و ۹۰) نسبت به هم ساخته شده‌اند و این دو رشته با روش ذوب موضعی در نقاط تقاطع به یکدیگر متصل می‌شوند. اندازه‌ی این نوارها در حدود ۱ الی ۵ میلی‌متر و اندازه‌ی سوراخ‌ها از چند میلی‌متر تا چند سانتی‌متر متغیر است. تقریباً تمام ژئونت ها از پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند. اغلب برای تسلیح خاک و تقویت و مقاوم‌سازی دیوارهای خاکی، زیرسازی مخازن محافظت از دیواره‌ی شیب‌ها و یا برای زهکشی صفحه‌ای مایعات و گازها به کار می‌روند.

(Shukla & Yin, 2006)



شکل ۲-۱۱: ژئونت (Shukla & Yin, 2006)

Family name: Dorostkar	Name: Seyed Mohammad Hosein
Title of Thesis : Effect of Fibr Reinforced Polymers (FRP) scale on the shear behavior of soil	
Supervisor(s): Ahad Ouria .ph.D Advisor(s): Taher Baher Talari .M.Sc.	
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Civil	Specialty: Geotechnic
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Engineering
Graduation date: 2017.09.04	Number of pages: 105
<p>Abstract:</p> <p>In recent years, the improvement of soils due to the loose soil of dams and large structures due to the increase in construction and limitation of suitable land have been considered. Soils in the area are often not suitable for construction, especially large dams and structures, so there needs to be some changes to improve soil. Construction of dams and other structures in civil engineering is very dangerous on poor soils because the soil is susceptible to differential settling due to its low shear strength and high compressibility. In addition, the stability and increased shear strength of the soils used in the structure of the earth's dam is also important. Therefore, it is necessary to improve soil resistance properties such as bearing capacity and shear strength (c, ϕ). This study examines the parameters of the FRP fibr reinforced polymer soil. The main purpose of soil improvement is to study the role of arboreal fibers on the shear behavior of the soil. For this purpose, the fibers are mixed with a specific weight and size with three types of sandy soil, mixed with different grain size, and then loosely tested. The triaxial is where the test results indicate an increase in the internal friction angle and shear strength of the soil by minimizing soil grains in armed state.</p>	
Keywords: Soil improvement, Fibr Reinforced Polymer, Sand, Triaxial test, Friction angle, shear strength	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Engineering

Department of Department of Civil Engineering

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in In The Field Of Civil engineering Geotechnical.**

Title:

Effect of Fibr Reinforced Polymers (FRP) scale on the shear behavior of soil

Supervisor(s):

Ahad ouria (Ph. D)

Advisor(s):

Taher Baher Talari (M.A)

By:

Seyed Mohammad hosein dorostkar

Summer – 2017