
اصول مهندسی

خاک مسلح الیافی

نویسنده:

سانجای کومار شوکلا

ترجمان:

دکتر جواد غفاری

(عضو هیات علمی، دانشگاه تبریز)

مهندس رضا بینای

(کارشناس ارشد ژئوتکنیک)



نشر مرزنگ

پائیز ۱۳۹۸

سرشناسه	:	شوگلا، سانجای کومار، ۱۹۶۳-م
عنوان و نام پدیدآور	:	Shukla, Sanjay Kumar, 1963
مشخصات نشر	:	اصول مهندسی خاک مسلح الیافی / نویسنده سانجای کومار شوگلا؛ مترجمان جواد غفاری، رضا بینای
مشخصات ظاهری	:	تبریز: عصر زندگی، ۱۳۹۸
شابک	:	۳۰۶ ص.: مصور، جدول.
وضعیت فهرست‌دهی	:	978-622-6807-00-5
یادداشت	:	فیفا
موضوع	:	Fundamentals of fiber-reinforced soil engineering, عنوان اصلی، 2017.
موضوع	:	خاک - مکانیک
موضوع	:	Soil mechanics
موضوع	:	خاک مسلح
موضوع	:	Reinforced soil
شناسه افزوده	:	مترجم، ۱۳۶۱-۵۰
شناسه افزوده	:	بینای، رضا، ۱۳۶۱- مترجم
رده بندی کنگره	:	TA710
رده بندی دیویی	:	۶۲۴/۱۵۱۳۶
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۵۷۱۰۰۵۱

عنوان: اصول مهندسی خاک مسلح الیافی

تألیف: سانجای کومار شوگلا

مترجم: جواد غفاری، رضا بینای

نوبت چاپ: یکم، ۱۳۹۸، ۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۴۵۰۰۰۰ ریال

مونتاز و صفحه بندی: آذین چاپ و صحافی: آذین ناشر: عصر زندگی

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۰۷-۰۰-۵ (ISBN : 978-622-6807-00-5)

تلفن پخش: ۰۹۹ ۲۴۹۹ / ۰۹۱۰ ۴۹۷ ۸۰۶۳

سایت: www.azbooks.ir

همه‌ی مسئولیت‌های مطالب کتاب برعهده‌ی مؤلف/ مترجم است.

در ساخت و سازهای امروزی، مسلح سازی خاک روشی موثر و قابل اطمینان جهت افزایش مقاومت و پایداری خاک در ایجاد سازه های نگهبان، سد، پی، دامنه ها و لایه های روسازی به شمار می رود. مفهوم مسلح سازی خاک با مصالح طبیعی از دوران باستان نشأت گرفته شده است؛ با این حال، نوارهای گالوانیزه ای که دارای مدول کششی بالایی هستند به عنوان اولین نوع مسلح کننده های خاکی در سال ۱۹۶۶ در فرانسه به شمار می روند. بعد از آن، استفاده از مواد پلیمری به نام ژئوسنتتیک ها به عنوان مصالح کننده ی خاکی با کاربردهای متعدد دیگری نظیر جداسازی، فیلتراسیون، زه کشی، آب بندی و حفاظت شروع شد. در سازه های غیر بحرانی، از مصالح طبیعی موسوم به مسلح کننده های طبیعی نیز جهت مسلح سازی خاک استفاده می گردد. بر خلاف نوارهای فلزی، در حالت کلی مسلح کننده های طبیعی و ژئوسنتتیکی مدول کششی خیلی کمی دارند. مسلح کننده های ژئوسنتتیکی (ژئوتکستایل ها، ژئوگریدها، برخی ژئوکامپوزیت ها و غیره) و همچنین مسلح کننده های طبیعی (بامبو یا خیزران، الیاف نارگیل، الیاف کنف هندی و غیره) علاوه بر این به شکل صفحات و مش های انعطاف پذیر استفاده می شوند. موضوع ژئوسنتتیک ها و مسلح کننده های طبیعی به عنوان مهندسی ژئوسنتتیک شناخته شده که در این زمینه کتاب ها و مراجع متعددی وجود دارد.

مسلح سازی خاک با الیاف گسسته و انعطاف پذیر به عنوان روش جدیدی در عمران یا مهندسی ژئوسنتتیک محسوب نمی گردد. با این حال با داشتن برخی مزایای فنی، اقتصادی و زیست محیطی، در سال های اخیر جهت استفاده در مسلح سازی خاک و دیگر مصالح مشابه مانند خاکستر زغال سنگ و پسماندهای معدنی نظرات زیادی را به سوی خود جلب کرده است. الیاف ها معمولا به صورت طبیعی و مصالح ضایعاتی با مقادیر زیاد در دسترس هستند. در بسیاری از کشورها، الیاف های ضایعاتی (الیاف حاصل از پلاستیک های زائد، الیاف لاستیک های کهنه و قدیمی و غیره) باعث ایجاد مشکلات دفع و زیست محیطی شده اند. استفاده از اینگونه الیاف در ساخت و سازها و

امور عمرانی می تواند مشکلات دفع این ضایعات را با شیوه ای مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست حل کند.

مطالعات و آزمایش های صحرایی و آزمایشگاهی انجام شده در طول ۳۰ الی ۳۵ سال اخیر، نشان می دهند که الیاف های طبیعی، مصنوعی و ضایعاتی به عنوان المان و عناصر مقاوم در برابر کشش ظاهر می شوند و خواص مهندسی خاک (مقاومت، سختی، نفوذپذیری، تراکم پذیری و ...) را اصلاح نموده و بهبود می بخشند. خاکی که با الیاف گسسته، کوتاه و با توزیع تصادفی مسلح شده است اساساً بصورت یک ماده ی مرکب بوده که " خاک مسلح شده ی الیافی با توزیع تصادفی " با بطور ساده تر "خاک مسلح الیافی" نامیده می شود. مطالعات نشان می دهند که خاک های مسلح الیافی بیشتر کشش پذیر بوده و است مقاومت پس از پیک کمتری دارند یعنی در مقایسه با خاک های خالص، شکل پذیر هستند. خاک ها مخصوصاً خاک های غیرچسبنده را می توان توسط الیاف های پیوسته نیز مسلح نمود و الیاف های تک رشته ای را می توان در قالب الگوهای تصادفی متعددی بکار گرفت. این کتاب عمدتاً به عنوان یک کتاب درسی و همچنین یک منبع یادگیری برای دانشجوین کارشناسی ارشد طراحی و تدوین شده است. ممکن است این دوره به عنوان یک واحد استیاری برای دانشجویان دانشگاه ها و موسسات ارائه گردد. مطالب ارائه شده در تمامی فصل های این کتاب بطور واضح و به زبان انگلیسی ساده ارائه شده و متون، تصاویر، جدول، مثال ها و نمونه سؤالاتی نیز به میزان مناسب آورده شده اند. هر فصل دارای مراجع مفید به بیان آمده و خلاصه فصل و متون مهم هم در آخر هر فصل ذکر شده اند. از آنجا که حل بسیاری از مشکلات مهندسی نیازمند تجربه و قضاوت مهندسی درست است و قضاوت مهندسی درست در سایه ی مهارت و مطالعات شخصی زیادی بدست می آید لذا سعی شده است که تجربیات عملی، دستورالعمل ها و راهنمایی های مورد نیاز در هر زمینه ارائه گردد و خلاصه فصل ارائه شده در پایان هر فصل می تواند به یادگیری برخی نکات مهم موجود در متن کمک شایانی بکند. در این کتاب، خوانندگان برای یادگیری مطالب نیاز به هیچ کمکی ندارند و تنها با مطالعه ی این کتاب می توانند مطالب را یاد بگیرند. به غیر از

دانشجویان، محققان و استادان، این کتاب برای مهندسان اجرایی نیز یک منبع آموزشی ارزشمند در زمینه ی کاربرد الیاف در ساخت و ساز ها و توسعه ی زیر ساخت ها محسوب می شود.

برای یادگیری بهتر مفهوم خاک های مسلح الیافی، درک خصوصیات پایه و اولیه ی خاک و اصول مکانیک خاک همانطور که در فصل ۱ ارائه شده مهم و ضروری می باشد. فصل ۲ نیز جزئیات پایه و اساسی خاک های مسلح الیافی را با توجه به الیاف و نوع آن ها، مفهوم فازها همراه با مقدمه ای کوتاه از خاک های مسلح شده با الیاف پیوسته را ارائه می دهد. در فصل ۳ به بررسی رفتار مهندسی خاک های مسلح الیافی پرداخته شده است که اکثر مطالب توسط محققین متعدد و بر اساس مطالعات تجربی و تحلیل نتایج آزمایش های انجام یافته گزارش شده اند. همچنین فصل ۴ به ارائه ی مکانیزم های مسلح سازی و مدل های مختلف خاک های مسلح الیافی و یافته های برخی از مطالعات عددی پرداخته است. نهایتاً فصل ۵ جزئیات کاربردهای صحرایی خاک های مسلح الیافی را ارائه داده و بر روی تحلیل و طراحی مفاهیم و بکارگیری دستورالعمل های کاربرد صحرایی تاکید می کند؛ با این حال جای پیشرفت های بسیاری در تک تک مطالب این کتاب دیده می شود.

همچنین لازم است از Swati Meherishi سردبیر انتشارات ارشد، Aparajita Singh, Rajeswari Satyanarayanan, R. Raagai Priya Chandra Sekaran و سایر کارکنان Springer که در تهیه و تدوین این کتاب حمایت و همکاری های کامل را داشته اند تشکر و قدردانی کنم.

همچنین تشکری صمیمانه می کنم از همسرم Sharmila که مشوق و پشتیبان من در طول آماده سازی این کتاب بوده است.

نهایتاً از پیشنهادات و انتقادات خوانندگان و استفاده کنندگان این کتاب برای بهبود نسخه های آتی این کتاب استقبال می کنم.

فهرست

فصل اول

۱	مفاهیم پایه خاک و خاک مسلح
۱	۱-۱ مقدمه
۱	۲-۱ خاک و فازهای آن
۷	۳-۱ مشخصات خاک و اصول اساسی مکانیک خاک
۱۹	۴-۱ خاک مسلح
۲۷	۵-۱ مهندسی خاک مسلح شده با الیاف
۲۹	خلاصه فصل اول
۳۰	تمرین ها
۳۲	پاسخنامه سوالات انتخابی
۳۳	مراجع

فصل دوم

۳۵	تعاریف خاک مسلح شده با الیاف
۳۵	۱-۲ مقدمه
۳۷	۲-۲ الیاف ها
۴۸	۳-۲ فازهای توده خاک مسلح شده با الیاف
۵۹	۴-۲ خاک مسلح شده با الیاف پیوسته و پدید جهت
۶۱	خلاصه فصل دوم
۶۳	تمرین ها
۶۵	پاسخنامه سوالات انتخابی
۶۶	مراجع

فصل سوم

۶۹	رفتار مهندسی خاک مسلح شده با الیاف
۶۹	۱-۳ مقدمه
۷۰	۲-۳ عوامل تاثیرگذار بر رفتار مهندسی
۷۲	۳-۳ مقاومت برشی
۷۲	۱-۳-۳ مشاهدات حاصل از آزمایش های برش مستقیم
۸۲	۲-۳-۳ مشاهدات حاصل از آزمایش های سه محوری
۱۰۱	۴-۳ مقاومت فشاری محصور نشده (تک محوری)

۱۲۲	 ۵-۳ رفتار تراکم پذیری
۱۲۹	 ۶-۳ نفوذپذیری و تراکم پذیری
۱۳۹	 ۷-۳ نسبت باربری کالیفرنیا
۱۴۹	 ۸-۳ ظرفیت باربری
۱۵۹	 ۹-۳ دیگر مشخصات
۱۶۴	 خلاصه فصل سوم
۱۶۷	 تمرین ها
۱۷۲	 پاسخنامه سوالات انتخابی
۱۷۲	 مراجع

فصل چهارم

۱۸۱	 مکانیزم مدل های خاک مسلح
۱۸۱	 ۱-۴ مقدمه
۱۸۱	 ۲-۴ مکانیزم های پایه خاک مسلح
۱۸۸	 ۳-۴ مدل های پایه خاک های مسلح شده با الیاف
۱۸۹	 ۱-۳-۴ مدل والدرون
۱۹۰	 ۲-۳-۴ مدل گری و اوهاشی (GO)
۱۹۴	 ۳-۳-۴ مدل ماهر و گری (MG)
۱۹۷	 ۴-۳-۴ مدل رانجان، واسان و چاران (RVC)
۱۹۹	 ۵-۳-۴ مدل زورنبرگ
۲۰۳	 ۶-۳-۴ مدل شوکلا، سیواکوگان و سینگ (SSS)
۲۱۵	 ۴-۴ دیگر مدل ها و مطالعات عددی
۲۲۴	 خلاصه فصل چهارم
۲۲۶	 تمرین ها
۲۲۹	 پاسخنامه سوالات انتخابی
۲۳۰	 مراجع

فصل پنجم

۲۳۳	 کاربرد خاک های مسلح شده با الیاف
۲۳۳	 ۱-۵ مقدمه
۲۳۳	 ۲-۵ کاربردهای عملی
۲۳۸	 ۳-۵ مفاهیم تحلیل و طراحی

۲۵۸	 ۴-۵ دستورالعمل و تجربیات لازم در کاربردهای عملی
۲۸۰	 ۵-۵ دامنه تحقیق
۲۸۲	 خلاصه فصل پنجم
۲۸۳	 تمرین ها
۲۸۹	 پاسخنامه سوالات انتخابی
۲۸۹	 مراجع

www.ketab.ir