

اصول مکانیک و بهسازی خاک

تألیف

محمد سیروس پاکباز

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

۱۴۰۰



سرشناسه	: پاکباز، محمدسیروس، ۱۳۳۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: اصول مکانیک و بهسازی خاک/تالیف سیروس پاکباز؛ ویراستار علمی عباس رضائیان؛ ویراستار ادبی زینب رضاپور.
مشخصات نشر	: اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز، اداره انتشارات و چاپ، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۳ص / ل، ۲۲۸ص، شکل، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز: ۷۹۵.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۴۱-۳۰۰-۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص ۲۱۹ - ۲۲۴.
موضوع	: خاک -- مکانیک
موضوع	: Soil mechanics
موضوع	: خاک‌پالایی
موضوع	: Soil remediation
شناسه افزوده	: رضائیان، عباس، ۱۳۵۶-، ویراستار
شناسه افزوده	: دانشگاه شهید چمران اهواز، اداره انتشارات و چاپ
رده بندی کنگره	: TAV۱۰
رده بندی دیویی	: ۱۵۱۳۶/۲۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۴۱۴۸۷

کلیه حقوق این کتاب برای ناشر محفوظ است و هرگونه استفاده از مطالب این کتاب اعم از چاپ کاغذی، الکترونیکی و یا قراردادن مطالب بر روی اینترنت و وب سایت بدون اجازه ناشر ممنوع و بر اساس ماده ۲۳ قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان و قوانین مربوط به جرایم رایانه ای کشور قابل پیگیری در محاکم قضایی می باشد.

عنوان: اصول مکانیک و بهسازی خاک
(Basics of Soil Mechanics and improvement)

مؤلف: دکتر محمد سیروس پاکباز

ویراستار علمی: دکتر عباس رضائیان

ویراستار ادبی: دکتر زینب رضاپور

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: اداره چاپ و انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره چاپ و انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز

بهاء: ۶۲،۰۰۰ تومان

ISBN:978-600-141-300-1



9

786001

413001

اهواز، میدان دانشگاه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ابتدای خیابان استاد بیات فر، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز

کدپستی: ۶۱۳۵۷۸۳۱۵۱ - پست الکترونیک: press@scu.ac.ir - تارنما: <http://scu.ac.ir>

بخش و فروش: ۳۳۳۳۱۰۷۲ و ۳۳۳۳۱۵۴۲ (۰۶۱) - ۶۶۴۹۴۴۰۹ و ۶۶۴۱۱۱۷۳ (۰۲۱)

پیش گفتار مؤلف

مکانیک خاک از ابتدای قرن بیستم با فعالیت‌های علمی دکتر کارل ترزاقی پدر علم مکانیک خاک مدرن، به عنوان یک علم جدید مطرح شد و تدریس آن در دانشگاه‌های دنیا آغاز گردید. اولین کتاب در زمینه علم مکانیک خاک در سال ۱۹۲۵ توسط دکتر کارل ترزاقی منتشر شد. پس از آن دانشمندان بسیاری با سلائی علمی مختلف، کتاب‌هایی در این زمینه به چاپ رساندند.

مشکلات پروژه‌های عمرانی در رابطه با خاک‌های مسئله دار و نحوه مقابله با آن‌ها از دیرباز شناخته شده است. برای مقابله با این گونه خاک‌ها راهکارهای متعددی از جمله برداشت خاک مسئله دار و جایگزین نمودن آن، اصلاح شیمیایی خاک با افزودن مواد اضافی همچون آهک و سیمان، تراکم مکانیکی و دینامیکی خاک‌ها در محل و غیره ارائه و به کار گرفته شده است.

اخیراً مشکلات زیست محیطی از جمله انتشار دی اکسید کربن در اتمسفر در اثر تولید آهک و سیمان و همچنین استفاده از این مصالح در خاک، موجب وضع قوانین سخت‌گیرانه در زمینه تولید و مصرف این مصالح در کشورهای پیشرفته شده و از این رو زمینه تحقیق جهت یافتن روش‌های جایگزین و دوست دار طبیعت فراهم شده است. در دهه‌های اخیر، روش رسوب کلسیت در خاک از طریق تحریک فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های موجود در خاک‌ها به عنوان روشی نوین در اصلاح خاک‌ها خصوصاً خاک‌های ماسه‌ای توسط دانشمندان پیشنهاد و با موفقیت در محیط آزمایشگاه و مدل‌های فیزیکی در ابعاد صحرایی به کار گرفته شده است.

کتاب حاضر، ضمن مروری سریع بر مباحث مکانیک خاک پیشرفته به منظور استفاده دانشجویان دوره کارشناسی ارشد، نتایج تحقیقات نویسنده در زمینه‌های اصلاح خاک به روش‌های شیمیایی و زیستی را ارائه می‌دهد. این نتایج در طول بیست سال گذشته در قالب پروژه‌های پایان‌نامه دانشجویان کارشناسی ارشد ژئوتکنیک انجام گرفته و بعضاً نیز در مجلات علمی معتبر به چاپ رسیده‌اند. تأثیر اصلاح شیمیایی و زیستی خاک روی خصوصیات شاخص و ویژگی‌های فیزیکی و مهندسی خاک‌ها در انتهای هر مبحث مکانیک خاک ارائه گردیده است.

محمد سیروس پاکباز

تأبستان ۱۴۰۰

۲۵	۱-۷- تأثیرات بیولوژیکی بر ذرات خاک
۲۶	۱-۷-۱- مشارکتهای زیستی در توسعه ریزساختار رسوبات
۲۹	فصل دوم: خصوصیات نشانه‌ای و طبقه‌بندی خاک‌ها
۲۹	۲-۱- خصوصیات نشانه‌ای
۲۹	۲-۱-۱- اندازه دانه
۳۱	۲-۱-۲- حدود اتربرگ
۳۴	۲-۲- سیستم طبقه‌بندی متحد
۳۶	۲-۲-۱- تأثیر اصلاح شیمیایی و زیستی خاک روی طبقه‌بندی آن
۳۷	۲-۲-۲- تغییر فضای منافذ خاک در اثر اصلاح زیستی
۳۹	فصل سوم: جریان آب در خاک
۳۹	۱-۳- معادلات هیدرودینامیک
۴۰	۳-۱-۱- معادله پیوستگی
۴۲	۳-۱-۲- معادله حالت
۴۲	۳-۱-۳- معادله حرکت
۴۳	۳-۲- تراوش ماندگار
۴۷	۳-۳- ضریب نفوذپذیری
۴۸	۳-۳-۱- سطح ویژه، S
۴۸	۳-۳-۲- فاکتور انحنای مسیر جریان، T
۵۰	۳-۳-۳- درجه پوکی، n
۵۴	۳-۳-۴- همسانگردی نفوذپذیری
۵۵	۳-۴- تراوش ماندگار یک بعدی
۵۶	۳-۴-۱- پروفیل چند لایه‌ای خاک
۶۲	۳-۵- تراوش ماندگار دو بعدی
۷۲	۳-۶- تأثیر بهسازی شیمیایی خاک روی ضریب نفوذپذیری
۷۳	۳-۷- تأثیر بهسازی بیولوژیکی خاک روی ضریب نفوذپذیری
۷۵	۳-۷-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها
۷۹	۳-۷-۲- نشست و انسداد زیستی
۸۱	۳-۷-۳- دوام مسدودکننده‌های بیولوژیکی
۸۵	فصل چهارم: مفهوم تنش مؤثر
۸۸	۴-۱- تنش قائم مؤثر

۸۸	۴-۱-۱- حالت استاتیک
۹۰	۴-۱-۲- حالت جریان ماندگار
۹۲	۴-۲- فشارهای آب منفذی ایجاد شده در اثر تغییرات زهکشی نشده تنش
۹۷	فصل پنجم: تحکیم خاک
۹۸	۵-۱- تحکیم
۱۰۱	۵-۱-۱- تحکیم یک بعدی
۱۰۱	۵-۱-۲- روابط کرنش - تنش مؤثر- زمان
۱۰۴	۵-۱-۳- مقدار نشست ناشی از تحکیم اولیه
۱۰۶	۵-۱-۴- شرایط مرزی تغییر شکل و زهکشی
۱۱۲	۵-۲- نرخ زمانی نشست
۱۱۲	۵-۲-۱- تحکیم یک بعدی
۱۱۳	۵-۲-۲- تئوری تحکیم ترزاقی
۱۱۷	۵-۲-۲-۱- درجه تحکیم متوسط
۱۲۰	۵-۲-۲-۲- نرخ نشست
۱۲۱	۵-۳- تاریخچه تحکیم
۱۲۴	۵-۳-۱- دست خوردگی نمونه
۱۲۴	۵-۳-۲- اصلاح برای دست خوردگی نمونه
۱۲۵	۵-۳-۳- روش کاساگراند برای تعیین sp
۱۲۶	۵-۳-۴- رسم منحنی صحرا
۱۲۷	۵-۴- نشست ناشی از فشردگی ثانویه
۱۲۹	۵-۵- فشار پیش تحکیمی
۱۳۱	۵-۵-۱- تعیین فشار پیش تحکیمی
۱۳۲	۵-۶- مقدار نشست
۱۳۳	۵-۷- ضریب تحکیم، C_v
۱۳۵	۵-۷-۱- تعیین شروع تحکیم اولیه
۱۳۷	۵-۷-۲- تعیین انتهای تحکیم اولیه
۱۴۱	۵-۸- تأثیر بهسازی خاک روی خصوصیات تحکیم
۱۴۵	۵-۹- تأثیر بهسازی خاک روی خصوصیات تورم
۱۵۱	فصل ششم: مقاومت برشی
۱۵۱	۶-۱- مقاومت برشی

۱۵۱.....	۱-۱-۶- خاک‌های دانه‌ای
۱۵۵.....	۱-۱-۲-۶- خاک‌های رسی
۱۵۶.....	۲-۶- گسیختگی
۱۵۷.....	۱-۲-۶- تئوری گسیختگی موهر
۱۵۷.....	۶-۲-۲- تئوری موهر - کولمب
۱۵۹.....	۳-۶- مقایسه مقاومت برشی زهکشی شده و زهکشی نشده
۱۶۰.....	۴-۶- اندازه گیری مقاومت برشی در آزمایشگاه
۱۶۱.....	۵-۶- مقاومت برشی خاک‌های غیر چسبنده (دانه‌ای)
۱۶۴.....	۶-۶- مقاومت برشی زهکشی شده در برابر زهکشی نشده خاک‌های رسی عادی تحکیم یافته
۱۶۸.....	۷-۶- فشارهای آب منفذی ناشی از برش
۱۷۰.....	۸-۶- مقایسه مقاومت زهکشی شده و زهکشی نشده
۱۷۲.....	۹-۶- مقاومت زهکشی شده رس‌های بیش تحکیم یافته
۱۷۴.....	۱۰-۶- تحلیل پایداری شیب موجود
۱۸۰.....	۱۱-۶- رابطه بین مقاومت برشی زهکشی نشده و فشار تحکیمی
۱۸۳.....	۱۲-۶- پایداری رس‌های نرم، $\frac{2}{5} < \sigma_{vc} < \sigma_{vc}^*$
۱۸۳.....	۱-۱۲-۶- تحلیل پایداری برحسب مقاومت برشی زهکشی نشده
۱۸۴.....	۲-۱۲-۶- تحلیل پایداری برحسب تنش‌های مؤثر در لحظه شکست و پارامترهای مقاومت c' و ϕ'
۱۸۶.....	۱۳-۶- حساسیت خاک‌های رسی و دست خوردگی نمونه
۱۸۷.....	۱۴-۶- تأثیر بهسازی شیمیایی روی مقاومت برشی
۱۹۱.....	۱۵-۶- تأثیر بهسازی زیستی روی مقاومت برشی
۱۹۷.....	فصل هفتم: خاک‌های غیر اشباع
۱۹۸.....	۱-۷- روش‌های آزمایشگاهی تراکم
۱۹۸.....	۲-۷- منحنی رطوبت-دانسیت
۲۰۰.....	۳-۷- انرژی تراکم
۲۰۱.....	۴-۷- فشار کاپیلاری
۲۰۳.....	۵-۷- شکل منحنی رطوبت-دانسیت
۲۰۴.....	۶-۷- معادله تنش مؤثر
۲۱۰.....	۷-۷- خصوصیات قابلیت فشردگی خاک‌های غیر اشباع
۲۱۱.....	۱-۷-۷- فشار تورم
۲۱۳.....	۲-۷-۷- خاک‌های فروریزنده