

بهسازی زمین‌های نرم مکانیزم‌ها و مطالعات موردی

مؤلفان:

حسین مؤیدی

محمد جمالی مقدم

مهدی خواری

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی کرمانشاه

بخش مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق

سرشناسه	مویدی، حسین، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	بهسازی زمین‌های نرم مکانیزم‌ها و مطالعات موردی / مولفان حسین مویدی، محمد جمالی‌مقدم، مهدی خواری.
مشخصات نشر	کرمانشاه: دانشگاه صنعتی کرمانشاه، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	ز، ۱۸۲ص: مصور(بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-600-96084-3-0
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	نمایه.
موضوع	خاک -- بهسازی
موضوع	Soil remediation
موضوع	خاک -- تثبیت
موضوع	Soil stabilization
موضوع	خاک -- تحکیم
موضوع	Soil consolidation
شناسه افزوده	جمالی‌مقدم، محمد، ۱۳۶۱ -
شناسه افزوده	خرری، مهدی، ۱۳۵۳ -
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی کرمانشاه
رده بندی کنگره	۱۳۹۶ ب ۹/م ۱/۸ T
رده بندی دیویی	۶۲۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی	۴۵۶۵۷۰۰



دانشگاه صنعتی کرمانشاه

عنوان کتاب: بهسازی زمین‌های نرم مکانیزم‌ها و مطالعات موردی

مولفان: حسین مویدی، محمد جمالی‌مقدم، مهدی خواری

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی کرمانشاه

طراح جلد: عباس قدردان

چاپخانه: انتشارات نوروزی

تاریخ و نوبت چاپ: ۱۳۹۶ - اول

شمارگان: ۵۰۰ جلد

قطع: وزیری

قیمت: ۱۵۰,۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۰۸۴-۳-۰ ISBN: 978-600-96084-3-0

کرمانشاه، بزرگراه امام خمینی، معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی کرمانشاه

نمابر: ۰۸۳۳۸۳۰۵۰۰۶

تلفن: ۰۸۳۳۸۳۰۵۰۰۰-۵

کد پستی: ۶۷۱۵۶۸۵۴۲۰

ایمیل: info@kut.ac.ir

سایت: www.kut.ac.ir

پیش گفتار

با توجه به گسترش روز افزون جمعیت و افزایش بی‌رویه شهرسازی در قرن گذشته، یافتن بستر مناسب به منظور احداث زیر ساخت‌های مورد نیاز به امری دشوار تبدیل شده است. اکثر پروژه‌های ساختمانی با بسترهای نرم خاکی مواجه هستند. چنین پدیده‌ای موجب بروز مشکلات عدیده‌ای مانند عدم پایداری و یا نشست‌های بیش از حد می‌شود. به منظور حل چنین مشکلاتی تکنیک‌های مختلف بهسازی زمین توسعه یافته و به صورت عملی در بسیاری از پروژه‌ها به کار گرفته شده است. از این رو، تحقیقات بسیاری در زمینه‌های مختلف مرتبط با روش‌های بسترهای نرم صورت پذیرفته است. این تحقیقات عمدتاً به بررسی خصوصیات خاک، تثبیت شده تحت نیروهای استاتیکی و دینامیکی، روش طراحی و تکنیک‌های عملیاتی مربوط بوده است. لازم به ذکر است که این کتاب قصد ندارد تا به عنوان راهنمای کامل طراحی و بکارگیری روش بهسازی خاک استفاده شود؛ بلکه تمرکز اصلی آن جمع آوری دیدگاه‌های کاربردی این تکنواوری در کشورهای مختلف تا سال‌های اخیر است. بکارگیری تجربه‌های ارزشمندی که از متخصصین در رابطه با روش اختلاط عمیق به جای مانده است، می‌تواند کمک مفیدی به منظور کاهش رد این روش‌ها برای دیگر مهندسين در پروژه‌های آن‌ها باشد. خواص مهندسی خاک‌های بهسازی شده با سیمان و یا آهک در دهه ۱۹۶۰ توسط مهندسين راهسازی به طور وسیعی مطالعه شده است. هدف اصلی این مهندسين در آن دوره بهبود مصالح بستر خاکی و زیر اساس راه بوده است. با بررسی مطالعات گذشته صورت گرفته در مسأله بهسازی بسترهای نرم خاکی شامل دو دسته گری پایین آوردن درصد رطوبت خاک‌های اولیه و کاهش مصرف مواد تثبیت کننده مورد نیاز است. کتاب حاضر ضمن بررسی مسائل و مشکلات پیش روی ساخت و ساز بر روی خاک‌های نرم، روش‌های بهسازی و نمونه پروژه‌هایی را مورد بررسی قرار می‌دهد که در ایران و سایر کشورهای جهان با موفقیت اجرا شده است. با توجه به نوظهور بودن این روش‌ها در کشورمان، بر خود لازم می‌دانیم از

نظرات اساتید و متخصصین این حرفه در جهت بهبود مطالب علمی کتاب حاضر استفاده
کنیم.

حسین مؤیدی، محمد جمالی مقدم، مهدی خواری

www.ketab.ir

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر روش‌های بهسازی خاک
۱-۱	مقدمه
۲-۱	روش‌های بهسازی خاک‌های نرم
۳-۱	مقدمه‌ای بر روش‌های عمده بهسازی زمین
۱-۳-۱	تثبیت خاک با مواد افزودنی
۲-۳-۱	زهکش‌های قائم و پیش‌ساخته
۳-۳-۱	مصلح‌پرکننده، بستر، وزن
۴-۳-۱	تراکم لرزشی
۵-۳-۱	ستون‌های سنگی
۶-۳-۱	تراکم دینامیکی
۷-۳-۱	اختلاط عمیق خاک
۳۳	فصل دوم: مکانیزم‌های تثبیت خاک با آهن و سیمان
۱-۲	مکانیزم تثبیت خاک با آهک
۲-۲	مکانیزم تثبیت خاک با سیمان
۳۹	فصل سوم: عوامل مؤثر در افزایش مقاومت خاک‌های بهسازی
۱-۳	مقدمه
۲-۳	عوامل تأثیرگذار بر مقاومت خاک بهسازی شده با آهک
۱-۲-۳	خصوصیات مواد تثبیت کننده
۲-۲-۳	خصوصیات و شرایط خاک اولیه
۳-۲-۳	شرایط اختلاط

۴-۲-۳	شرایط عمل‌آوری	۵۱
۳-۳	عوامل تأثیرگذار بر مقاومت خاک بهسازی شده با سیمان	۵۲
۱-۳-۳	خصوصیات ماده تثبیت کننده	۵۲
۲-۳-۳	خصوصیات مواد چسباننده	۵۸
۳-۳-۳	تأثیر نوع آب مصرفی	۵۹
۴-۳-۳	خصوصیات و شرایط میدانی خاک	۶۰
۱-۳-۳	شرایط اختلاط	۷۱
۶-۳-۳	شرایط عمل‌آوری	۷۷
۴-۳	پیش‌بینی مقاومت	۸۵
فصل چهارم: خصوصیات مکانیکی خاک‌های بهسازی شده		
۱-۴	مقدمه	۸۹
۲-۴	ویژگی‌های فیزیکی	۸۹
۱-۲-۴	تغییر درصد رطوبت	۸۹
۲-۲-۴	تغییر مقدار دانسیته خاک	۹۱
۳-۴	خصوصیات مکانیکی (ویژگی‌های مقاومت)	۹۳
۱-۳-۴	منحنی‌های تنش - کرنش	۹۳
۲-۳-۴	کرنش گسیختگی	۹۸
۳-۳-۴	مدول الاستیسیته	۹۹
۴-۳-۴	مقاومت پسماند	۱۰۰
۵-۳-۴	ضریب پواسون	۱۰۱
۶-۳-۴	زاویه اصطکاک داخلی	۱۰۴
۷-۳-۴	مقاومت برشی زهکشی نشده	۱۰۵

۱۰۵	مقاومت خمشی.....	۸-۳-۴
۱۰۶	مقاومت کششی.....	۹-۳-۴
۱۰۹	مقاومت بلند مدت.....	۱۰-۳-۴
۱۱۱	خصوصیات مکانیکی (ویژگی‌های تحکیمی).....	۴-۴
۱۱۱	منحنی $e-\log P$	۱-۴-۴
۱۱۳	فشار پیش تحکیمی.....	۲-۴-۴
۱۱۴	ضریب تحکیم و ضریب تغییر حجمی m_v	۳-۴-۴
۱۱۶	ضریب نفوذپذیری.....	۴-۴-۴
۱۲۰	خصوصیات هندسی خاک بهسازی شده در محل با سیمان.....	۵-۴
۱۲۰	درصد مواد تثبیت کننده و درجه اختلاط در محل.....	۱-۵-۴
	مقاومت‌های فشاری تک محوری خاک‌های بهسازی شده در محل و آزمایشگاه ۱۲۰	۲-۵-۴
۱۲۴	اثر ابعاد در مقاومت فشاری تک محوری.....	۳-۵-۴
۱۲۷	فصل پنجم: مطالعات موردی بهسازی خاک و نفاذ مختلف جهان.....	
۱۲۷	مقدمه.....	۱-۵
۱۲۸	پروژه‌های بهسازی خاک.....	۲-۵
۱۲۸	پروژه تونل هوشمند در کوالالمپور.....	۱-۲-۵
۱۳۱	دیواره ۷ متری زیرزمین یک پروژه تجاری.....	۲-۲-۵
۱۳۵	بزرگراه خلیج توکیو.....	۳-۲-۵
۱۴۲	بهسازی زمین در پروژه توسعه فرودگاه بین‌المللی توکیو-هاندا.....	۴-۲-۵
۱۵۰	بهسازی زمین جهت گودبرداری مرکز خرید شهر در سنگاپور.....	۵-۲-۵

۶-۲-۵ بهسازی خاک به روش اختلاط عمیق در کارخانه نمک‌زدایی نفت منطقه کریتکمپ
اهواز ۱۵۱

۷-۲-۵ بکارگیری روش اختلاط عمیق خاک در پروژه شهرک ولایت بوشهر..... ۱۵۳

۸-۲-۵ روش اختلاط عمیق جهت بهبود خواص مقاومتی زمین‌های ماسه‌ای ساختگاه
پروژه زیتون ۲ در بندرعباس..... ۱۵۴

فصل ششم: معرفی چالش‌های پیش رو در بهسازی خاک ۱۵۵

۱-۶ ۱۵۵

۲-۶ کاهش بازیافت استفاده مجدد: راه‌حل‌های بهبود هزینه..... ۱۵۶

۳-۶ چالش‌های طراحی رآنالیز..... ۱۵۶

۱-۳-۶ انتخاب روش بهسازی زمین..... ۱۵۶

۲-۳-۶ استفاده مناسب و متناسب از روش‌های عددی..... ۱۵۷

۳-۳-۶ رفتار بلند مدت..... ۱۵۹

۴-۳-۶ خزش و موارد همراه با آن در خاک..... ۱۶۲

۵-۳-۶ دوام بلندمدت..... ۱۶۳

فهرست منابع ۱۶۷

نمایه ۱۷۵