

مجموعه روش‌های بهسازی خاک

"راهنمای جامع طراحی و اجرای ریزشمع‌ها"

غلامرضا نیازی

مجید محقق

بهنام محمودخانی

ترجمه کتاب

MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES - FHWA

اداره راه و ترابری آمریکا

اداره بزرگراه‌های ایالات متحده

سازمان برنامه‌ریزی تکنولوژی‌های برتر

PUBLICATION NO. FHWA-SA-97-070

June 2000



عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای جامع طراحی و اجرای ریزشمع‌ها/ [مترجمین] غلامرضا نیازی، مجید محقق، بهنام محمودخانی.
مشخصات نشر	: زنجان: غلامرضا نیازی، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ع، ۲۷۶ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مجموعه روش‌های بهسازی خاک
شابک	: 978-964-04-8677-1 : ۲۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Micropile design and construction guidelines.
موضوع	: شمع‌زنی (راه و ساختمان) -- دستنامه‌ها
شناسه افزوده	: نیازی، غلامرضا، ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	: محقق، مجید، ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	: محمودخانی، بهنام، ۱۳۶۱ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۶۲۴/۱۵۴ : ۲۸۷۰۱۴۴
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۵۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۸۷۰۱۴۴

عنوان کتاب	: راهنمای جامع طراحی و اجرای ریزشمع‌ها
تهیه کننده	: مترجمین
ناشر	: زنجان: غلامرضا نیازی، ۱۳۹۱.
شمارگان	: ۱۰۰۰ جلد
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۰۴-۸۶۷۷-۱
نوبت چاپ	: اول
تاریخ چاپ	: ۱۳۹۱
قیمت	: ۲۰۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کنندگان محفوظ می‌باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار مولفین
۳	فصل اول - مقدمه
۳	۱-۱. اهداف و ظرفیت‌های کتاب
۴	۱-۲. تعریف ریزشمع
۵	۳-۱. پیچچه
۹	فصل دوم- طبقه‌بندی ریزشمع‌ها
۹	۲-۱. انواع ریزشمع‌ها
۹	۲-۱-۱. طبقه‌بندی طراحی
۱۲	۲-۱-۲. طبقه‌بندی بر اساس اجرا
۱۷	فصل سوم- کاربردهای ریزشمع‌ها در پروژه‌های ترابری
۱۷	۳-۱. مقدمه
۱۹	۳-۲. تقویت سازه‌ای
۲۰	۳-۲-۱. فونداسیون سازه‌های دریایی
۲۲	۳-۲-۲. تقویت فونداسیون سازه‌های دریایی
۲۴	۳-۲-۳. مقاوم سازی لرزه‌ای
۲۵	۳-۳. مقاوم سازی‌های درجا (پایدارسازی شیروانی حفاظت زون)
۳۰	۳-۴. عوامل موثر در انتخاب ریزشمع
۳۱	۳-۴-۱. ملاحظات فیزیکی
۳۲	۳-۴-۲. شرایط زیرسطحی
۳۲	۳-۴-۳. شرایط محیطی
۳۳	۳-۴-۴. تطبیق سازه‌های موجود
۳۴	۳-۴-۵. محدودیت‌های اجرای ریزشمع
۳۴	۳-۴-۶. مسایل اقتصادی ریزشمع‌ها
۳۷	فصل چهارم - مصالح و تکنیک‌های ساخت و اجرا
۳۷	۴-۱: مقدمه
۳۸	۴-۲: حفاری
۳۹	۴-۲-۱: مته (drill rigs)
۴۲	۴-۲-۲: تکنیک‌های حفاری
۴۳	۴-۲-۳: تکنیک‌های حفاری لایه‌های سربار فوقانی

- ۴۷ ۴-۲-۴: تکنیک‌های حفاری گمانه باز (open-hole)
- ۴۸ ۳-۴: تزریق
- ۵۰ ۱-۳-۴: تجهیزات تزریق
- ۵۲ ۲-۳-۴: اختلاط دوغاب
- ۵۲ ۳-۳-۴: تکنیک‌های تزریق دوغاب
- ۵۲ ۱-۳-۳-۴: روش تزریق ثقلی (ریزشمع نوع A)
- ۵۳ ۲-۳-۳-۴: تزریق فشاری از میان غلاف (ریزشمع نوع B)
- ۵۵ ۳-۳-۳-۴: پیش تزریق (ریزشمع‌های نوع C و نوع D)
- ۵۷ ۴-۳-۴: تزریق تکمیلی (ثانویه)
- ۵۸ ۴-۴: روماتورگذاری
- ۵۸ ۱-۴-۴: روش‌های سفت‌سازی
- ۵۸ ۲-۴-۴: انواع آن‌تورها
- ۶۵ ۳-۴-۴: سفت‌سازی آن‌تورها از خوردگی
- ۷۱ فصل پنجم: طراحی ریزشمع برای فونداسیون سازه‌ها (مورد ۱)
- ۷۱ ۱-۵. مقدمه
- ۷۳ ۲-۵. استفاده از این کتاب جهت طراحی
- ۷۴ ۳-۵. توضیح و تفسیر روش‌های طراحی "SLD" و "LFD"
- ۸۰ ۴-۵. طراحی ژئوتکنیکی
- ۸۰ ۱-۴-۵. متقضیات بررسی‌های ژئوتکنیکی
- ۸۱ ۲-۴-۵. ظرفیت ژئوتکنیکی
- ۸۲ ۳-۴-۵. مقادیر " $\alpha_{bond\ nominal\ strength}$ " برای مجموعه خاک-دوغاب
- ۸۴ ۱-۳-۴-۵. بارهای محوری کششی و فشاری مجاز برای طول پیوند ژئوتکنیکی - SLD
- ۸۴ ۲-۳-۴-۵. مقاومت محوری طرح کششی و فشاری برای طول پیوند ژئوتکنیکی - SLD
- ۸۴ ۴-۴-۵. ظرفیت باربری ژئوتکنیکی نوک ریزشمع
- ۸۴ ۵-۴-۵. تاثیر گروه بر ریزشمع‌های با بارگذاری محوری
- ۸۶ ۵-۵. طرح سازه‌ای ریزشمع‌ها
- ۸۷ ۱-۵-۵. نمادها
- ۸۸ ۲-۵-۵. ظرفیت باربری سازه‌ای طول غلاف شده شمع
- ۸۸ ۱-۲-۵-۵. طول غلاف شده شمع (طراحی بر اساس بار سرویس)
- ۸۹ ۲-۲-۵-۵. طول غلاف شده شمع (طراحی بر اساس بار ضریب‌دار)
- ۸۹ ۳-۵-۵. طول غلاف نشده شمع
- ۹۰ ۱-۳-۵-۵. طول غلاف نشده شمع (طراحی بر اساس بار سرویس)
- ۹۰ ۲-۳-۵-۵. طول غلاف نشده شمع (طراحی بر اساس بار ضریب‌دار)

- ۹۱ ۵-۴. ضرایب ایمنی و بارهای آزمایش توصیه شده برای آزمایش‌های محلی
"ارزیابی" و "شاهد"
- ۹۴ ۵-۴-۱. طول غلاف شده شمع
- ۹۴ ۵-۴-۲: طول غلاف نشده شمع
- ۹۶ ۵-۵-۵. ظرفیت باربری مجموعه دوغاب- فولاد
- ۹۶ ۵-۶. طرح طول غوطه‌وری
- ۹۸ ۵-۷. سازگاری کرنش بین اجزاء سازه‌ای
- ۹۹ ۵-۵. اتصالات غلاف و میلگرد تقویتی
- ۱۰۰ ۵-۹. اتصال شمع به پی
- ۱۰۵ ۵-۵. ملاحظات ژئوتکنیکی و سازه‌ای مضاعف
- ۱۰۵ ۵-۱. تعیین بجاپی‌های محوری سازه‌ای مورد انتظار
- ۱۰۸ ۵-۶-۲. تایجاد حزش بلند مدت زمین
- ۱۰۸ ۵-۶-۳. نشست گره‌ها
- ۱۰۹ ۵-۶-۴. ظرفیت بری جانبی
- ۱۱۲ ۵-۶-۵. پایداری جانبی (کمان)
- ۱۱۵ ۵-۶-۶. تاثیر بالا آمدگی (uplift) و رانش بسمت پائین (down drag)
- ۱۱۶ ۵-۷. نمونه مسئله شماره ۱. تقویت تونل درین به پل
- ۱۱۶ ۷-۱. مشخصات مسئله
- ۱۲۰ ۷-۲. گام ۱ - بارهای طرح تکیه‌گاه
- ۱۲۱ ۵-۷-۲-۱. فشار محرک خاک - P_E
- ۱۲۲ ۵-۷-۲-۲. فشار زمین(خاک) ناشی از بار زنده - H_E
- ۱۲۲ ۵-۷-۲-۳. فشار لرزه‌ای خاک - P_{EQ}
- ۱۲۳ ۵-۷-۲-۴. نیروهای اینرسی لرزه‌ای
- ۱۲۳ ۷-۳: روش طراحی بر اساس بار سرویس (SLD Method)
- ۱۲۳ ۷-۳-۱. گام ۲ (SLD) - تعیین بارهای طرح شمع برای هر طول
- ۱۲۵ ۷-۳-۲. گام ۳ (SLD) - تعیین بارهای سازه‌ای و ژئوتکنیکی مجاز شمع
- ۱۲۵ ۷-۳-۲-۱. گام ۳ (SLD) - بار مجاز طول غلاف شده شمع
- ۱۲۷ ۷-۳-۲-۲. گام ۳ (SLD) - بار مجاز طول غلاف نشده شمع
- ۱۲۷ ۷-۳-۲-۳. گام ۳ (SLD) - بار مجاز طول پیوند ژئوتکنیکی
- ۱۲۸ ۷-۳-۲-۴. گام ۳ (SLD) - بررسی بارهای مجاز محوری
- ۱۲۹ ۷-۳-۲-۵. گام ۳ (SLD) - بررسی بارهای جانبی مجاز
- ۱۲۹ ۷-۳-۲-۶. گام ۳ (SLD) - محاسبه بارهای آزمایش در محل
- ۱۲۹ ۷-۳-۲-۷. گام ۳ (SLD) - طرح سازه‌ای شمع برای آزمایش‌های

بارگذاری در محل

- ۱۳۲ ۳-۷-۵. گام ۴ (SLD) - جابجایی محوری مورد انتظار
- ۱۳۴ ۴-۷-۵. گام ۵ (SLD) - طراحی اتصال شمع
- ۱۳۸ ۴-۷-۵. روش طراحی بر اساس بار ضریب‌دار (LFD)
- ۱۳۸ ۱-۴-۷-۵. گام ۲ (LFD) - تعیین مقاومت مورد نیاز شمع برای هر متر طول
- ۱۴۱ ۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - تعیین مقاومت طرح سازه‌ای و ژئوتکنیکی شمع
- ۱۴۱ ۱-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - مقاومت طرح طول غلاف شده شمع
- ۱۴۲ ۲-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - مقاومت طرح طول غلاف نشده شمع
- ۱۴۳ ۳-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - مقاومت طرح برای طول پیوند ژئوتکنیکی
- ۱۴۵ ۴-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - بررسی مقاومت محوری طرح
- ۱۴۶ ۵-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - بررسی مقاومت جانبی طرح
- ۱۴۷ ۶-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - محاسبه بار آزمایش در محل
- ۱۴۸ ۲-۲-۴-۷-۵. گام ۳ (LFD) - طرح سازه‌ای شمع برای بارهای آزمایش در محل
- ۱۴۸ ۴-۷-۵. گام ۴ (LFD) - جابجایی محوری مورد انتظار
- ۱۴۸ ۹-۲-۴-۷-۵. گام ۵ (LFD) - طرح اتصال شمع
- ۱۵۲ ۵-۷-۵. گام ۶ (SLD & LFD) - مشخصات نهایی را کامل کنید
- ۱۵۵ فصل ششم - آزمایش بارگذاری شمع
- ۱۵۵ ۱-۶. مقدمه
- ۱۵۶ ۲-۶. انواع و اهداف آزمایش بارگذاری
- ۱۵۷ ۱-۲-۶. آزمایش نهایی
- ۱۵۸ ۲-۲-۶. آزمایش ارزیابی
- ۱۵۸ ۳-۲-۶. آزمایش شاهد
- ۱۵۸ ۴-۲-۶. آزمایش خزش
- ۱۵۹ ۳-۶. تهیه اسناد آزمایش بارگذاری پروژه
- ۱۵۹ ۱-۳-۶. تعداد آزمایش‌های بارگذاری
- ۱۶۱ ۲-۳-۶. رهنمودهای آزمایش بارگذاری ریزشمع
- ۱۶۱ ۱-۲-۳-۶. رهنمودهای آزمایش بارگذاری ریزشمع‌ها برای کارفرمایان و پیمانکاران کم تجربه
- ۱۶۲ ۲-۲-۳-۶. رهنمودهای آزمایش بارگذاری ریزشمع برای کارفرمایان یا پیمانکار با تجربه
- ۱۶۳ ۳-۳-۶. نمونه مسئله شماره ۱ (فصل ۵) - الزامات آزمایش بارگذاری شمع
- ۱۶۴ ۴-۳-۶. بزرگی آزمایش بارگذاری

۱۶۵	۴-۶. روش‌های آزمایش بارگذاری ریزشمع‌ها
۱۶۵	۴-۶-۱. روش استعمال بار
۱۶۵	۴-۶-۲. مدت زمان نگهداشت بار
۱۶۵	۴-۶-۳. معیار پذیرش آزمایش بارگذاری
۱۶۶	۴-۶-۵. آرایش آزمایش بارگذاری و ابزارسنجی
۱۷۴	۴-۶-۶. ثبت و ارائه داده‌ها
۱۸۱	۴-۶-۷. گزارش آزمایش بارگذاری شمع
۱۸۲	۴-۶-۸. شکست در آزمایش شمع
۱۸۳	فصل هفتم - کنترل کیفیت اجرا
۱۸۳	۷. مقدمه
۱۸۴	۷-۲. روش‌های کنترل کیفیت
۱۸۴	۷-۲-۱. جایگزین مصالح و ذخیره سازی آنها
۱۸۷	۷-۲-۲. ثبت و نگهداری و اجرا
۱۹۳	۷-۳. مستندات کنترل کیفیت
۱۹۳	۷-۳-۱. آزمایش بارگذاری شمع
۱۹۳	۷-۳-۲. شمع‌های بهره‌برداری
۱۹۹	فصل هشتم - روش‌های عقد قرارداد
۱۹۹	۸-۱. مقدمه
۲۰۰	۸-۲. دفترچه‌های مشخصات
۲۰۲	۸-۲-۱. روش‌های کنترل طرح توسط کارفرما
۲۰۵	۸-۲-۲. روش‌های طراحی و ساخت توسط پیمانکار
۲۰۸	۸-۲-۳. سایر روش‌ها
۲۰۸	۸-۳. طرح‌های قرارداد
۲۰۹	فصل نهم - هزینه و امکان‌پذیری
۲۰۹	۹-۱. امکان‌پذیری
۲۰۹	۹-۲. هزینه‌های ریزشمع
۲۱۲	۹-۳. نمونه مسائل - تخمین هزینه
۲۱۲	۹-۳-۱. نمونه مسئله شماره ۱ (فصل ۵ - تقویت تکیه‌گاه پل)
۲۱۳	۹-۳-۲. نمونه مسئله شماره ۲ (مقاوم سازی لرزه‌ای)
۲۱۵	ضمیمه الف
	آیین‌نامه رهنمودهای ساخت ریزشمع‌ها و طراحی آنها
	ضمیمه ب
۲۵۱	رهنمود Washington state DOT (WSDOT) برای تهیه "گزارش خلاصه"

www.ketab.ir

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱. مراحل اجرای ریزشمع با استفاده از غلاف گذاری
۶	شکل ۲-۱. آرایش کلاسیک "روت پایل" ها جهت پی بندی کردن
۸	شکل ۳-۱. گونه‌ای از نحوه آرایش ریزشمع‌های شبکه بندی شده
۹	شکل ۱-۲. ریزشمع‌های "مورد ۱" (بطور مستقیم بارگذاری شده)
۱۰	شکل ۱-۳. ریزشمع‌های "مورد ۲" - شمع‌های شبکه بندی شده همراه با توده خاک تقویت شده با هم عمل کرده و بار را تحمل می‌کنند
۱۱	شکل ۲-۲. آرایش ریزشمع‌های "مورد ۱"
۱۱	شکل ۴-۲. آرایش ریزشمع‌های "مورد ۲"
۱۳	شکل ۵-۲. طبقه بندی ریزشمع‌ها بر اساس نوع تزریق (به جدول ۱-۲ رجوع کنید)
۱۷	شکل ۱-۳. تقسیم بندی کاربرد ریزشمع‌ها
۱۹	شکل ۲-۳. طرح ترمیم برای کج شدن مناره "Al Hadba"
۲۱	شکل ۳-۳. ریزشمع‌ها برای تقویت فواصل در پروژه‌های ترابری
۲۳	شکل ۴-۳. آرایش پی بندی برای پل و تونل "پانومو" در ماری لند (Bruce et al, 1990)
۲۶	شکل ۵-۳. گونه‌ای از آرایش دیوارهای ریزشمع آب
۲۷	شکل ۶-۳. پایدارسازی شیروانی جاده ایالتی شماره ۳۰۳ بوسیله ریزشمع، شهر آرمسترانگ پنسیلوانیا
۲۸	شکل ۷-۳. حفاظت دائم زمین دیوار ۶۰۰ پورتلند، اورگون
۲۹	شکل ۸-۳. پایدارسازی شیروانی با استفاده از "مورد ۲"، پروژه Mendonico National Forest, California, FH-7
۳۳	شکل ۹-۳. محافظت از یک دیوار دیافراگمی موجود با یک غربال ریزشمع متعلق به استفاده از ملات ضد اسید (Bachy, 1992)
۳۶	شکل ۱-۴. مراحل متوالی اجرای ریزشمع با استفاده از غلاف گذاری
۴۴	شکل ۲-۴. روش‌های حفاری لایه‌های بالاسری (Bruce, 1988)
۴۹	شکل ۳-۴. تاثیر میزان آب بر مقاومت فشاری دوغاب و خاصیت سیالیت آن (Barley and Woodward, 1992)
۵۱	شکل ۴-۴. انواع میکسرهای کلونیدی
۵۱	شکل ۵-۴. انواع میکسرهای پدالی
۵۶	شکل ۶-۴. اصول روش tube á manchette در پیش تزریق
۵۷	شکل ۷-۴. استفاده از لوله آرماتور به عنوان سیستم پیش تزریق tube á manchette

- شکل ۴-۸. تقویت با چند میلگرد با همراه جداکننده مرکزی ۵۹
- شکل ۴-۹. جزئیات میلگرد آجدار (DSI, 1993) ۶۰
- شکل ۴-۱۰. جزئیات ریزشمع مرکب ظرفیت بالای نوع B1، پایگاه نیروی هوایی Vanderberg، کالیفرنیا ۶۵
- شکل ۴-۱۱. الف- شمع‌های GEWI با محافظت دوغابی صرف، و ب- محافظت خوردگی دوبل (Courtesy DSI) ۶۷
- شکل ۵-۱. شرح SLD و LFD و ارتباط بین آنها ۷۴
- شکل ۵-۲. جزئیات یک ریزشمع با سیستم تقویتی مرکب ۸۶
- شکل ۵-۳. مقایسه حداکثر بارهای آزمایش برای ریزشمع‌ها، سیستم میخکوبی خاک و سیستم مهارکوبی زمین ۹۵
- شکل ۵-۴. جزئیات انتقال بار از طریق طول غوطه‌ور غلاف ۹۷
- شکل ۵-۵. جزئیات انتقال بار از طریق طول غوطه‌ور غلاف در حین افزایش بار (Briand and Gholami, 1992) ۹۸
- شکل ۵-۶. جزئیات اتصال شمع به پی (کلاهک) ۱۰۱
- شکل ۵-۷. جزئیات اتصال شمع به پی (کلاهک) ۱۰۲
- شکل ۵-۸. جزئیات اتصال شمع به پی (کلاهک) ۱۰۲
- شکل ۵-۹. جزئیات اتصال شمع به پی (کلاهک) ۱۰۳
- شکل ۵-۱۰. جزئیات اتصال شمع به پی جدید- سیم‌بسته، بارگذاری معتدل ۱۰۴
- شکل ۵-۱۱. جزئیات اتصال شمع به پی جدید- سیم‌بسته، بارگذاری سنگین ۱۰۴
- شکل ۵-۱۲. جزئیات اتصال شمع به پی موجود فقط فشار ۱۰۵
- شکل ۵-۱۳. نمونه مسئله شماره ۱. جزئیات مقطع تکیه‌گاه ۱۱۷
- شکل ۵-۱۴. جزئیات شمع- نمونه مسئله شماره ۱ ۱۱۸
- شکل ۵-۱۵. بارهای تکیه‌گاه- نمونه مسئله شماره ۱ ۱۱۸
- شکل ۵-۱۶. لوگ حفاری خاک- نمونه مسئله شماره ۱ ۱۱۹
- شکل ۵-۱۷. اتصال بالای شمع به پی تکیه‌گاه ۱۳۴
- شکل ۵-۱۸. مقایسه روش‌های SLD و LFD برای طراحی طول پیوند ژئوتکنیک ۱۴۶
- شکل ۵-۱۹. جزئیات اتصال بالای شمع به پی تکیه‌گاه ۱۴۶
- شکل ۵-۲۰. صفحه ۱ نمونه مسئله شماره ۱- نقشه‌های اجرایی الصاقی (SLD & LFD designs) ۱۵۲
- شکل ۵-۲۰. صفحه ۲ نمونه مسئله شماره ۱- نقشه‌های اجرایی الصاقی (SLD & LFD designs) ۱۵۳
- شکل ۶-۱. آزمایش بارگذاری فشاری ۱۶۷
- شکل ۶-۲. آزمایش بارگذاری کششی ۱۶۷
- شکل ۶-۳. آزمایش بارگذاری جانبی ۱۶۸

- ۱۷۰ شکل ۴-۶. نمونه‌ای از منحنی کالیبراسیون جک
- ۱۷۹ شکل ۵-۶. منحنی بار-جابجایی راس شمع
- ۱۷۹ شکل ۶-۶. منحنی بار-جابجایی دائمی/الاستیک راس شمع
- ۱۸۰ شکل ۷-۶. منحنی زمان در مقابل جابجایی خزش
- ۱۸۱ شکل ۸-۶. منحنی زمان در طول الاستیک

www.ketab.ir

فهرست عکس‌ها

صفحه	عنوان
۲۱	عکس ۱-۳. ریزشمع‌های ۱۷۵ م.م استفاده شده زیر تکیه‌گاه‌های پل نهر "ماهونینگ" در استان آرمسترانگ
۲۲	عکس ۲-۳. پی بندی پل بتنی خیابان امرسون غربی در سیاتل، واشینگتن
۲۵	عکس ۳-۳. مقاوم سازی لرزه‌ای "I-110"، پل ارتباطی شمال، لوس آنجلس، کالیفرنیا
۳۰	عکس ۴-۳. پروژه FH-7، جنگل بین المللی مندونیکو واقع در کالیفرنیا (پایدارسازی بیروانی)
۳۱	عکس ۵-۳. نصب و اجرای ریزشمع‌ها در ارتفاع سقف کم
۴۰	عکس ۱-۴. متد جدیدی هیدرولیکی بزرگ نصب شده بر روی اراهه
۴۱	عکس ۲-۴. روش جدیدی هیدرولیکی کوچک نصب شده بر روی اراهه
۴۱	عکس ۳-۴. متد برزانی هیدرولیکی کوچک نصب شده بر روی قاب
۱۶۸	عکس ۱-۶. آزمایش بارگذاری فشار
۱۶۹	عکس ۲-۶. آزمایش بارگذاری کششی
۱۷۰	عکس ۳-۶. نمونه ای از یک آزمایش بارگذاری
۱۷۱	عکس ۴-۶. ابزار سنجی آزمایش بارگذاری ریزشمع
۱۷۳	عکس ۵-۶. ابزار سنجی آزمایش بارگذاری
۱۷۳	عکس ۶-۶. ابزار سنجی آزمایش بارگذاری ریزشمع
۱۸۵	عکس ۱-۷. انبار سیمان
۱۸۵	عکس ۲-۷. ذخیره سازی فولادهای تقویتی
۱۸۶	عکس ۳-۷. محافظت از خوردگی مضاعف (کپسوله شده)- فولاد تقویتی
۱۹۱	عکس ۴-۷. گنج فشار drill rig
۱۹۲	عکس ۵-۷. متمرکز کننده‌های آرماتور
۱۹۷	عکس ۶-۷. مکعب‌های دوغاب برای آزمایش مقاومت فشاری
۱۹۸	عکس ۷-۷. آزمایش Bariod Mud Balance

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲. جزئیات طبقه‌بندی ریزشمع‌ها بر اساس نوع تزریق	۱۴
جدول ۱-۳. رابطه بین کاربرد ریزشمع‌ها، رفتار طراحی و نوع ساخت و اجرا	۱۸
جدول ۱-۴. روش‌های حفاری لایه‌های بالاسری	۴۴
جدول ۲-۲. ابعاد، و مقاومت‌های نهایی و گسیختگی برای میلگردهای تقویتی استاندارد	۵۹
جدول ۳-۳. میلگردهای آجدار دیویداج- اطلاعات تکنیکی (Courtesy of DSI)	۶۲
جدول ۳-۴. میلگردهای تزریق از سوراخ مغزه	۶۳
جدول ۵-۴. مقاومت گسیختگی و ابعاد لوله‌های مرسوم ریزشمع	۶۴
جدول ۶-۴. مقایسه بحران خوردگی	۶۶
جدول ۷-۴. ابعاد و خواص (مقاومت و سختی) پسته بعنوان محافظت خوردگی	۶۸
جدول ۱-۵. ضرایب Q_D و Q_L و Q_E برای نسبت‌های متفاوت از LFD	۷۸
جدول ۲-۵. مقادیر " α " (ضرایب اساسی مجموعه خاک- دوغاب) برای طرح اولیه ریزشمع که در عمل استفاده شده‌اند	۸۳
جدول ۳-۵. بار جانبی لازم، P کیلونیوتن، برای تکیه‌گاهی ۶/۳۵ م.م. در خاک دانه‌ای درشت و تیز گوشه (pinned pile hea condition)	۱۱۱
جدول ۴-۵. نمونه مسئله شماره ۱- خلاصه‌ای از بارگذاری تکیه‌گاهی بر هر متر طول	۱۲۱
جدول ۱-۶. رهنمودهای پیشنهادی برای آزمایش بارگذاری ریزشمع	۱۶۱
جدول ۲-۶. ضرایب بزرگنمایی برای آزمایشات بارگذاری بر روی ریزشمع	۱۶۲
جدول ۳-۶. نمونه مسئله شماره ۱- الزامات آزمایش شمع	۱۶۴
جدول ۴-۶. نمونه‌ای از جدول زمانبندی آزمایش بارگذاری چرخشی (آزمایش ارزیابی)	۱۷۴
برای یک بار سرویس طرح لرزه‌ای برابر با ۳۲۲ کیلونیوتن	
جدول ۵-۶. نمونه‌ای از جدول زمانبندی آزمایش بارگذاری چرخشی فشاری (آزمایش ارزیابی)	۱۷۶
برای بار طرح سرویس غیر لرزه‌ای برابر با ۷۲۱ کیلونیوتن	
جدول ۶-۶. نمونه‌ای از جدول زمانبندی آزمایش بارگذاری فشاری نهایی (آزمایش ارزیابی)	۱۷۸
برای بار طرح سرویس غیر لرزه‌ای برابر با ۷۲۱ کیلونیوتن	
جدول ۱-۷. لوگ اجرای ریزشمع	۱۹۵
جدول ۲-۷. لوگ کامل شده اجرای ریزشمع	۱۹۶
جدول ۱-۸. گزینه طرح و ساخت با پیمانکار	۲۰۱
جدول ۱-۹. آنالیز تاثیرپذیری قیمت ریزشمع	۲۱۰
جدول ۲-۹. نمونه مسئله شماره ۱- آنالیز قیمت (فصل ۵- تقویت تکیه‌گاه پل)	۲۱۲
جدول ۳-۹. نمونه مسئله شماره ۲- (مقاوم سازی لرزه‌ای)	۲۱۳

www.ketab.ir

پیشگفتار مترجمین

با توجه به ساخت و سازهای نوین شهری و اهمیت اجرای ساختمان‌های بلند مرتبه و سنگین و نیز استفاده هر چه بیشتر از زمین‌های مستعد سرمایه‌گذاری و جذب گردشگر که در پاره‌ای اوقات منجر به اجرای سازه در زمین‌های سست و خاک‌های نامناسب می‌گردد، لزوم بکارگیری روش‌های نوین ژئوتکنیکی جهت تمهیدات مکانیکی خاک‌های موجود که ضرورت‌هایی چون سرعت بالای اجرا، هزینه‌های معقول، عدم ایجاد مشکلات مملکتی، عدم توقف در ترافیک جاده‌ای و ... را نیز مد نظر قرار داده باشد، نمود بارزی پیدا می‌کند. سیستم ریزش‌مخ و فونداسیون‌های ریزش‌مخ از روش‌های روز ژئوتکنیکی است که گستره کاربرد آن در تمامی دنیا بالاخص کشورهای پیشرفته غیر قابل انکار می‌باشد.

از سوی دیگر دلیل توان بودن علم ژئوتکنیک و روش‌های ژئوتکنیکی در ایران و نبود آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی و روش‌های عقد قرارداد مدون، گاه‌ها شاهد برخی بدعت‌ها و نوآوری‌های نابجا در عرصه روش‌های اجرایی می‌باشیم که منجر به مشکلات متعاقب بین کارفرما و پیمانکار می‌گردد. بروز این مشکلات باعث طولانی شدن پروژه و طرح دعوی از سوی طرفین قرارداد می‌گردد و نهایتاً کارفرما نسبت به روش‌های نوین ژئوتکنیکی مایوس شده و تنها به اعتماد منجر به تمایل و سوق کارفرما به سمت روش‌های سنتی می‌گردد.

با توجه به نبود منابع فارسی در داخل کشور، مترجمین تصمیم به ترجمه کتاب حاضر نموده‌اند، که بتوانند گامی مثبت در عرصه شناخت هر چه بیشتر تکنیک‌های روز دنیا و بومی سازی این روش‌ها برداشته باشند. مسلماً بومی سازی چنین سیستم‌هایی مستلزم پژوهش و مطالعات دانشگاهی و آزمایشگاهی فراوان و راهنمایی اساتید صاحب نظر در این زمینه می‌باشد، که خوشبختانه در پایان‌های اخیر اقدامات مثبتی در این راستا در میهن عزیزمان، ایران اسلامی صورت گرفته است.

این کتاب حاصل تلاش سه نفر از فارغ التحصیلان کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و پی می‌باشد و از تمامی عزیزانی که این کتاب را مطالعه می‌نمایند خواهش می‌شود که انتقادات و پیشنهادات خویش را با آدرس الکترونیکی mohagheghy@gmail.com یا آدرس پستی در میان بگذارند.