



مجموعه روش‌های بهسازی خاک

راهنمای جامع طراحی و اجرای سیستم میخکوبی خاک

محمد رضا عطرچیان

مجید محقق

غلامرضا نیازی

ترجمه بخشنامه شماره ۷ مهندسی ژئوتکنیک

Soil Nail Walls-FHWA (FHWA0-IF-03-017)

Carlos A. Lazarte, Ph.D., P.E.,

Victor Elias, P.E.,

R. David Espinoza, Ph.D., P.E.,

Paul J. Sabatini, Ph.D., P.E.



تقدیم به:

دوستان علم و هر آنکه مرا علم آموخت

پیشگفتار مترجمین:

با توجه به افزایش جمعیت در شهرها و به تبع افزایش وسایل نقلیه و نیاز به تامین پارکینگ برای آنها، رشد بلند مرتبه سازی، بالا رفتن بهای زمین‌های شهری و به دنبال آن تراکم ساختمان‌ها در کنار یکدیگر موجب آن گشته است که پروژه‌های ساختمانی توأم با گودبرداری‌های عمیق در مجاورت یکدیگر انجام شوند، که در این بین بالا بودن تراز سطح آب زیرزمینی، ضعف اسکلت برخی از ساختمان‌های مجاورگودها و غیره به پیچیده‌تر کردن شرایط سازه نگهبان‌ها دامن زده است.

و متأسفانه تاکنون بسیار شاهد فروریختن ساختمان‌ها یا آسیب دیدنشان در مجاورت پروژه‌های ساختمانی با گودبرداری‌های غیر اصولی بوده‌ایم که بیش از پیش نشان دهنده ضرورت استفاده از سازه نگهبان‌های ایمن که به طرز اصولی طراحی و اجرا می‌شوند، است.

این کتاب از مجموعه کتاب‌های روش‌های بهسازی خاک، به صورت کاملاً تخصصی به بررسی روش های طراحی و اجرای سیستم سازه نگهبان Nailing یا معادل فارسی آن میخکوبی، می‌پردازد.

در اکثر گودبرداری‌ها با هر نوع سازه نگهبانی، Facing یا دیواره ایی از جنس بتن، بتن مسلح یا شیت پایل و غیره بر روی سطح پیرامونی گود یا سطحی که مد نظر برای پایدارسازی می باشد احداث می گردد، میخ‌ها در واقع مهارهایی هستند که نیروی مورد نیاز جهت پایداری این دیواره‌ها را از خاک پشت گود تامین می‌کنند.

این سیستم ایمن‌ترین روش در بین سیستم های حفاظت جانبی گودها می‌باشد و از مزایای آن عدم پرت فضا، و عدم ایجاد تداخل در سایر عملیات های ساخت سازه در پروژه ها می باشد. و باعث افتخار برای تهیه کنندگان این کتاب این بوده است تا گامی کوچک در جهت ارتقای علم مهندسی در کشور عزیزمان بردارند.

لازم به ذکر است که این کتاب علاوه توسط ۲ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی از

لحاظ فنی داوری گشته می تواند با این وجود از تمامی خوانندگان خواهشمند است در

جهت اعتلای این اثر از نظرات و انتقادات سازنده خویش ما آگاه سازند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول - مقدمه
۱	۱-۱ : اهداف
۱	۱-۲ : پیشینه
۱	۱-۲-۱: منشاء دیوارهای میخکوبی
۳	۱-۲-۲: تاریخچه کاربرد و توسعه در ایالات متحده
۵	۱-۳ : سازماندهی اسناد
	فصل دوم - ارزیابی کاربردها و امکان پذیری
۹	۲-۱ : مقدمه
۱۰	۲-۲ : المان های اصلی دیوار میخکوبی شده
۱۲	۲-۳ : مراحل ساخت و اجرا
۱۵	۲-۴ : کاربردهای میخکوبی دیوار
۱۵	۲-۴-۱ : مقدمه
۱۶	۲-۴-۲ : سازه های حایل در گودبرداری و حفاری ها
۱۶	۲-۴-۳ : سازه های حائل زیر پایه های پل موجود
۱۷	۲-۴-۴ : ترمیم و نوسازی سازه های حائل موجود
۱۹	۲-۵ : ارزیابی امکان پذیری دیوارهای میخکوبی
۱۹	۲-۵-۱ : کلیات
۲۰	۲-۵-۲ : ارزیابی شرایط عمومی زمین در دیوارهای میخکوبی
۲۰	۲-۵-۲-۱ : مقدمه
۲۰	۲-۵-۲-۲ : شرایط زمینی مطلوب برای میخکوبی خاک
۲۲	۲-۵-۲-۳ : شرایط خاکی نامطلوب برای میخکوبی خاک
۲۶	۲-۵-۲-۴ : شرایط خاکی متوسط برای میخکوبی خاک
۲۶	۲-۵-۳ : مزایای دیوارهای میخکوبی
۲۹	۲-۵-۴ : معایب دیوارهای میخکوبی
۲۹	۲-۵-۵: مقایسه با سیستم دیوار مهارکوبی زمین
۳۱	۲-۵-۶ : ارزیابی هزینه های ساخت
	فصل سوم- بررسی های محلی، آزمایش های آزمایشگاهی و توصیه ها
۳۵	۳-۱ : مقدمه
۳۶	۳-۲ : بازنگری اطلاعات ژئوتکنیکی موجود
۳۷	۳-۳ : اکتشافات و شناسایی محلی
۳۸	۳-۴ : بررسی های زیرسطحی

۳۸	۳-۴-۱ : کلیات
۳۹	۳-۴-۲ : آزمایش‌های محلی و نمونه‌گیری
۴۸	۳-۴-۳ : چینه‌شناسی خاک
۴۹	۳-۴-۴ : آب زیرزمینی
۵۰	۳-۵ : آزمایش‌های آزمایشگاهی خاک
۵۳	۳-۶ : انتخاب پارامترهای خاک برای طراحی
۵۳	۳-۶-۱ : مقدمه
۵۳	۳-۶-۲ : طبقه‌بندی خاک و خصوصیات شاخص
۵۴	۳-۶-۳ : وزن مخصوص خاک
۵۵	۳-۶-۴ : مقاومت برشی
۶۴	۳-۷ : پتانسیل خزش خاک
۶۵	۳-۸ : طبقه‌بندی سنگ‌ها
۶۷	۳-۹ : پتانسیل خوردگی سنگ
۶۹	۳-۱۰ : مقاومت پیوند

فصل چهارم - مصالح و روش‌های ساخت

۷۵	۴-۱ : مقدمه
۷۶	۴-۲ : اجزاء دیوار میخکوبی شده
۷۷	۴-۲-۱ : میلگرد میخ
۷۸	۴-۲-۲ : سر میخ
۷۹	۴-۲-۳ : دوغاب
۸۱	۴-۲-۴ : متمرکز کننده‌ها
۸۲	۴-۲-۵ : المان‌های محافظ خوردگی
۸۳	۴-۲-۶ : روکش دیوار (wall facing)
۸۴	۴-۲-۷ : سیستم زهکشی
۸۴	۴-۳ : مراحل اجرا
۸۴	۴-۳-۱ : مقدمه
۸۵	۴-۳-۲ : خاکبرداری
۸۷	۴-۳-۳ : حفر گمانه‌ها
۹۰	۴-۳-۴ : استقرار میلگرد
۹۳	۴-۳-۵ : نصب زهکش‌ها
۹۳	۴-۳-۶ : ساخت روکش موقت دیوار
۹۳	۴-۳-۶-۱ : کلیات
۹۴	۴-۳-۶-۲ : کاربرد شاتکریت
۹۷	۴-۳-۶-۳ : تقویت شاتکریت

۹۸	۴-۳-۷ : ساخت روکش دائمی دیوار
۹۸	۴-۳-۷-۱ : مقدمه
۹۸	۴-۳-۷-۲ : شاتکریت مسلح
۹۹	۴-۳-۷-۳ : روکش درجا ریز
۱۰۰	۴-۳-۷-۴ : روکش بتن پیش ساخته
	فصل پنجم - آنالیز دیوارهای میخکوبی
۱۰۳	۵-۱ : مقدمه
۱۰۳	۵-۲ : مفهوم انتقال بار در دیوارهای میخکوبی
۱۰۷	۵-۳ : حالت‌های حدی
۱۰۸	۵-۴ : مدهای گسیختگی خارجی
۱۰۸	۵-۴-۱ : مقدمه
۱۱۰	۵-۴-۲ : پایداری گلوبال
۱۱۰	۵-۴-۲-۱ : مکانیزم‌های مقاوم
۱۱۱	۵-۴-۲-۲ : تعادل حدی در آنالیز پایداری گلوبال
۱۱۲	۵-۴-۲-۳ : آنالیز پایداری گلوبال ساده شده
۱۱۵	۵-۴-۲-۴ : رویه‌های آنالیز پایداری گلوبال
۱۱۶	۵-۴-۳ : لغزش
۱۲۰	۵-۴-۴ : ظرفیت باربری
۱۲۴	۵-۴-۵ : ملاحظات لرزه‌ای در پایداری دیوار میخکوبی
۱۲۴	۵-۴-۵-۱ : مقدمه
۱۲۵	۵-۴-۵-۲ : تأثیرات لرزه‌ای بر پایداری گلوبال
۱۲۶	۵-۴-۵-۳ : انتخاب ضرایب لرزه‌ای
۱۲۸	۵-۴-۵-۴ : تأثیرات لرزه‌ای بر پایداری لغزشی
۱۳۱	۵-۵ : مدهای گسیختگی داخلی
۱۳۱	۵-۵-۱ : مقدمه
۱۳۳	۵-۵-۲ : بیرون آمدن میخ از دیواره
۱۳۶	۵-۵-۳ : اندرکنش خاک-میخ و توزیع نیروی کششی
۱۳۶	۵-۵-۳-۱ : مدل فرضی (conceptual model)
۱۳۷	۵-۵-۳-۲ : توزیع ساده شده نیروی کششی میخ
۱۳۸	۵-۵-۳-۳ : توزیع حداکثر نیروهای کششی
۱۴۰	۵-۵-۳-۴ : توزیع حداکثر نیروی کششی اندازه گیری شده
۱۴۲	۵-۵-۴ : طراحی گسیختگی کششی میخ
۱۴۴	۵-۶ : مدهای گسیختگی اتصال روکش
۱۴۴	۵-۶-۱ : مقدمه

۱۴۶	۵-۶-۲: نیروهای کششی در روکش دیوار
۱۴۹	۵-۶-۳: گسیختگی خمشی
۱۴۹	۵-۶-۳-۱: مقدمه
۱۵۰	۵-۶-۳-۲: ظرفیت گسیختگی خمشی
۱۵۵	۵-۶-۳-۳: محدوده تسلیم در روکش‌ها
۱۵۶	۵-۶-۴: ظرفیت برش پانچ
۱۵۶	۵-۶-۴-۱: مقدمه
۱۵۷	۵-۶-۴-۲: ظرفیت برش پانچ روکش
۱۶۰	۵-۶-۵: ظرفیت کششی گل میخ‌ها در روکش‌های دائمی
۱۶۱	۵-۷: تغییر شکل دیوارهای میخکوبی شده
۱۶۱	۵-۷-۱: جابجایی‌های دیوار
۱۶۴	۵-۷-۲: تغییر شکل‌های لرزه‌ای دائمی
۱۶۵	۵-۸: برنامه‌های کامپیوتری مختص دیوارهای میخکوبی
۱۶۵	۵-۸-۱: مقدمه
۱۶۵	۵-۸-۲: برنامه کامپیوتری SNAIL
۱۶۸	۵-۸-۳: برنامه کامپیوتری GOLDNAIL
۱۷۰	۵-۸-۴: مقایسه برنامه‌های SNAIL و GOLDNAIL
۱۷۳	۵-۹: ضرایب اطمینان توصیه شده برای روش ASD
۱۷۴	۵-۱۰: ترکیبات بار
۱۷۷	۵-۱۱: سایر ملاحظات طراحی
۱۷۷	۵-۱۱-۱: ملاحظات طراحی زهکش
۱۷۷	۵-۱۱-۱-۱: مقدمه
۱۷۷	۵-۱۱-۱-۲: کنترل آب‌های زیرزمینی و سطحی
۱۷۸	۵-۱۱-۱-۳: کنترل بلند مدت آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی
۱۸۰	۵-۱۱-۴: ملاحظات طراحی
۱۸۱	۵-۱۱-۲: محافظت از یخ زدگی
۱۸۴	۵-۱۱-۳: بارهای خارجی
۱۸۴	۵-۱۱-۴: طراحی تکیه گاه برای بار مرده روکش
۱۸۵	۵-۱۲: ملاحظات خاص طراحی
۱۸۵	۵-۱۲-۱: سازه‌های پله دار
۱۸۶	۵-۱۲-۲: سازه‌های مرکب
	فصل ششم - طراحی دیوارهای میخکوبی
۱۹۱	۶-۱: مقدمه
۱۹۳	۶-۲: گام ۱: ملاحظات اولیه در طراحی دیوار میخکوبی

۲۰۳	۶-۳ : گام ۲ : طراحی مقدماتی با استفاده از نمودارهای ساده شده
۲۰۳	۶-۳-۱ : مقدمه
۲۰۶	۶-۳-۲ : پروسه‌های طراحی مقدماتی
۲۰۸	۶-۴ : گام ۳ : طراحی نهایی
۲۰۸	الف : مدهای گسیختگی خارجی
۲۱۱	ب. ملاحظات لرزه‌ای
۲۱۶	ج . مدهای گسیختگی داخلی
۲۱۷	د. طراحی روکش
۲۲۴	۶-۵ : گام ۴ : تخمین و ارزیابی تغییرشکل‌ها
۲۲۵	۶-۶ : گام ۵ : سایر ملاحظات طراحی
۲۲۷	۶-۷ : مسائل نمونه

فصل هفتم - دفترچه مشخصات و روش‌های عقد قرارداد

۲۳۷	۷-۱ : مقدمه
۲۳۸	۷-۲ : پیمانکاران از پیش تایید صلاحیت شده
۲۳۹	۷-۳ : دفترچه مشخصات روش رویه‌ای
۲۴۰	۷-۴ : دفترچه مشخصات روش عملکرد

فصل هشتم - بازرسی ساخت و نظارت بر عملکرد

۲۴۳	۸-۱ : مقدمه
۲۴۴	۸-۲ : نقشه‌های بازرسی
۲۴۵	۸-۳ : بازرسی مصالح ساخت
۲۴۵	۸-۳-۱ : مصالح ساخت
۲۴۶	۸-۳-۲ : انبار و ذخیره سازی
۲۴۶	۸-۳-۳ : بازرسی محافظت از خوردگی
۲۴۶	۸-۴ : بازرسی ساخت
۲۴۶	۸-۴-۱ : مقدمه
۲۴۹	۸-۴-۲ : خاکبرداری
۲۵۰	۸-۴-۳ : حفاری گمانه میخ
۲۵۰	۸-۴-۴ : اجرای میخ
۲۵۱	۸-۴-۵ : تزریق
۲۵۲	۸-۴-۶ : نوارهای زهکشی
۲۵۳	۸-۴-۷ : روکش دیوار
۲۵۴	۸-۵ : آزمایش‌های بارگذاری
۲۵۴	۸-۵-۱ : مقدمه
۲۵۶	۸-۵-۲ : تجهیزات آزمایش

۲۵۸	۸-۵-۳ : آزمایش‌های ارزیابی
۲۶۰	۸-۵-۴ : آزمایش شاهد
۲۶۰	۸-۵-۵ : آزمایش خزش
۲۶۵	۸-۶ : مانیتورینگ بلند مدت
۲۶۵	۸-۶-۱ : مقدمه
۲۶۶	۸-۶-۲ : پارامترهایی که اندازه گیری می‌شوند
۲۶۶	۸-۶-۳ : طرح برنامه مانیتورینگ عملکرد دیوار میخکوبی
۲۶۹	۸-۶-۴ : ابزارهای مانیتورینگ عملکرد دیوار میخکوبی
۲۷۱	ضمائم و مطالعات موردی
۲۷۳	ضمیمه الف - مشخصات تقویت کننده‌ها
۲۷۹	ضمیمه ب - نمودارهای طراحی مقدماتی
۲۹۱	ضمیمه ج - محافظت از خوردگی
۳۰۵	ضمیمه د - مثال طراحی، خاکبرداری نگهداری شده دیوار میخکوبی
۳۴۷	منابع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۲	شکل ۱-۲. نمونه‌ای از مقطع عرضی یک دیوار میخکوبی
۱۵	شکل ۲-۲. نمونه‌ای از مراحل متوالی ساخت دیوار میخکوبی
۱۸	شکل ۳-۲. سیستم میخکوبی برای شیروانی‌های خاکبرداری شده موقت و دائمی
۱۹	شکل ۴-۲. عریض سازی جاده زیر پل موجود
۳۳	شکل ۵-۲. مقایسه هزینه ساخت سیستم‌های مختلف تسلیح دیوار
۳۳	شکل ۶-۲. هزینه ساخت دیوارهای میخکوبی
۴۱	شکل ۱-۳. آرایش اولیه گمانه‌های ژئوتکنیکی برای دیوارهای میخکوبی
۵۵	شکل ۲-۳. کورولیشن زاویه اصطکاک موثر با، طبقه بندی خاک، دانسیته نسبی، و وزن مخصوص
	شکل ۳-۳. زاویه اصطکاک خاک‌های غیر چسبنده ؛
۵۸	الف : از روی مقادیر SPT اصلاح نشده (Peck, Hanson, and Thornburn)
	ب : تابعی از سربار نرمالیزه شده (Schmertman)
۶۰	شکل ۴-۳. کورولیشن بین زاویه اصطکاک زهکشی شده خاک‌های ریزدانه و شاخص خمیری
۷۷	شکل ۱-۴. اجزاء اصلی سیستم میخکوبی معمولی
۸۱	شکل ۲-۴. دوغاب ریزی (tremie) از طریق لوله
۸۲	شکل ۳-۴. نمونه ای از متمرکز کننده‌های پی‌وی‌سی نصب شده بر روی یک میلگرد قبل از استقرار آن در گمانه
۸۳	شکل ۴-۴. میلگردهای (رنگ روشن انتهای میخ) کپسوله شده بوسیله روکش (رنگ تیره) قبل از اجرای میخ
۸۴	شکل ۵-۴. زهکش های نواری زیر شاتکریت موقت
۸۶	شکل ۶-۴. حفاری اولیه و اجرای میخ
۸۷	شکل ۴-۷- الف. مثال‌هایی از سیستم های موقت مختلف نگهداری خاکبرداری: برم‌های پایدارکننده
۸۹	شکل ۴-۷- ب. مثال‌هایی از سیستم های موقت مختلف نگهداری خاکبرداری: خاکبرداری شکاف‌ها
۸۹	شکل ۴-۸. حفاری گمانه با استفاده از روش دورانی
۹۵	شکل ۴-۹. روکش شاتکریت موقت
۹۸	شکل ۴-۱۰. گل میخ‌های جوش داده شده به پلیت باربر
۱۰۱	شکل ۴-۱۱. روکش درجا ریز
۱۰۲	شکل ۴-۱۲. روکش پانل‌های پیش ساخته
۱۰۵	شکل ۵-۱. سطوح محتمل گسیختگی و نیروهای کششی میخ

- شکل ۵-۲. پایداری بحرانی محتمل در حین ساخت ۱۰۶
- شکل ۵-۳. مدهای اصلی گسیختگی دیوار میخکوبی ۱۱۰
- شکل ۵-۴. آنالیز پایداری گلوبال دیوار میخکوبی با استفاده از مکانیزم گسیختگی single-wedge ۱۱۴
- شکل ۵-۵. پایداری لغزشی یک دیوار میخکوبی ۱۱۹
- شکل ۵-۶. تاثیر زاویه شیب دیوار بر روی ضریب فشار اکتیو زمین ۱۲۲
- شکل ۵-۷. تاثیر زاویه شیب پشته بر روی ضریب فشار اکتیو زمین ۱۲۲
- شکل ۵-۸. آنالیز ظرفیت باربری (HEAVE) ۱۲۳
- شکل ۵-۹. هندسه عمومی دیوار در روش Mononobe – Okabe ۱۳۰
- شکل ۵-۱۰. ضرایب فشار اکتیو: الف) زمین پشت دیوار افقی است و ب) اصلاح برای زمین پشت دیوار غیر افقی ۱۳۰
- شکل ۵-۱۱. مد انتقال تنش میخ منفرد ۱۳۴
- شکل ۵-۱۲. مکانیزم انتقال تنش در میخ ۱۳۶
- شکل ۵-۱۳. توزیع ساده شده نیروی کششی میخ ۱۳۸
- شکل ۵-۱۴. موقعیت شماتیک حداکثر نیروی کششی میخ ۱۴۰
- شکل ۵-۱۵. حداکثر نیروهای کششی اندازه گیری شده میخ در دیوار ۱۴۲
- شکل ۵-۱۶. مدهای گسیختگی اتصال روکش ۱۴۵
- شکل ۵-۱۷. نیروهای کششی روکش، اندازه گیری واقعی در دیوارها ۱۴۷
- شکل ۵-۱۸. گسیختگی پیشرونده خمشی در روکش دیوار ۱۴۹
- شکل ۵-۱۹. هندسه استفاده شده در مد گسیختگی خمشی ۱۵۲
- شکل ۵-۲۰. توزیع فشار خاک پشت روکش ۱۵۴
- شکل ۵-۲۱. مدهای گسیختگی برش پانچ ۱۵۷
- شکل ۵-۲۲. هندسه گل میخ ۱۵۹
- شکل ۵-۲۳. تغییر شکل دیوار میخکوبی شده ۱۶۳
- شکل ۵-۴۲. آنالیز پایداری - مقایسه نتایج SNAIL و GOLDNAIL ۱۷۲
- شکل ۵-۲۵. زهکشی دیوارهای میخکوبی ۱۷۹
- شکل ۵-۲۶. جزئیات لوله زهکش برای کنترل آب های زیرزمینی در دیوارهای میخکوبی ۱۸۲
- شکل ۵-۲۷. محافظت از یخ زدگی ۱۸۳
- شکل ۵-۲۸. میخ های با شیب تند ۱۸۷
- شکل ۵-۲۹. نمونه ای از دیوار میخکوبی پله ای ۱۸۸
- شکل ۵-۳۰. ساختار دیوارهای مرکب ۱۸۹
- شکل ۶-۱. الگوهای میخکوبی در روبه دیوار ۱۹۵
- شکل ۶-۲. الگوهای مختلف میخکوبی ۱۹۹
- شکل ۶-۳. تاثیر الگوهای مختلف برای طول میخ ها ۲۰۱
- شکل ۶-۴. نیروهای لرزه ای وارد بر دیوار ۲۱۳

۲۲۸	شکل ۶-۶. نمونه مسئله
۲۵۷	شکل ۸-۱. آرایش آزمایش بارگذاری میخ
۲۵۹	شکل ۸-۲. جک هیدرولیکی در آزمایش بارگذاری میخ
۲۶۳	شکل ۸-۳. نمونه‌ای از برگه داده‌های آزمایش بارگذاری میخ
۲۶۴	شکل ۸-۴. نمونه‌ای از تقلیل داده‌های آزمایش خزش میخ
۲۶۸	شکل ۸-۵. نمونه‌ای از ابزار سنجی دیوار
۲۷۰	شکل ۸-۷. انحراف سنج افقی
۲۷۰	شکل ۸-۸. انحراف سنج افقی درجا
۲۸۳	شکل ب-۱. $\alpha = 0$, $\beta = 0$
۲۸۴	شکل ب-۲. $\alpha = 0$, $\beta = 10$
۲۸۵	شکل ب-۳. $\alpha = 10$, $\beta = 0$
۲۸۶	شکل ب-۴. $\alpha = 10$, $\beta = 10$
۲۸۷	شکل ب-۵. $\alpha = 0$, $\beta = 30$
۲۸۸	شکل ب-۶. $\alpha = 10$, $\beta = 30$
۲۸۹	شکل ب-۷. ضرایب اصلاح
۲۹۹	شکل ج-۱. میخ تزریقی با پوشش اپوکسی (محافظ رده I)
۳۰۰	شکل ج-۲. کپسول غلافی بر روی میخ تزریقی (محافظت از رده I)
۳۰۴	شکل ج-۳. معیارهای انتخاب سیستم محافظت از خوردگی
۳۰۷	شکل د-۱. لایه بندی زیرسطحی و مقطع عرضی طرح
۳۱۱	شکل د-۲. الگوی طول میخ غیر یکنواخت
۳۱۴	شکل د-۳. نمودار گردش کار سطح محافظت از خوردگی
۳۱۹	شکل د-۴. L/H نرمالیزه شده و نیروی کششی برای $\alpha = \beta = 0$ و $\phi' = 33^\circ$
۳۲۰	شکل د-۵. اصلاح قطر گمانه
۳۲۴	شکل د-۶. بار مورد ۱: اولین مرحله خاکبرداری - بدون میخ - بدون بار زنده
۳۲۵	شکل د-۷. بار مورد ۲: الگوی طول یکنواخت و بارهای استاتیکی
۳۲۵	شکل د-۸. بار مورد ۳: خاکبرداری تا عمق $H = 5.5$ متر
۳۲۶	شکل د-۹. بار مورد ۴: الگوی طول غیر یکنواخت و بار استاتیکی
۳۲۶	شکل د-۱۰. بار مورد ۵: الگوی طول غیر یکنواخت و بار لرزه ای
۳۳۵	شکل د-۱۱. تسلیح روکش

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳. پروسه‌ها و آزمایش‌های محلی ژئوتکنیکی معمول	۴۲
جدول ۲-۳. تشریح دانسیته خاک‌های غیر چسبنده بر اساس مقادیر SPT	۴۴
جدول ۳-۳. تشریح استحکام خاک‌های ریزدانه بر اساس مقادیر SPT	۴۴
جدول ۳-۴. پروسه‌ها و آزمایش‌های آزمایشگاهی معمول برای خاک‌ها	۵۱
جدول ۳-۵. کورولیشن بین نتایج SPT و CPT و زاویه اصطکاک خاک‌های غیر چسبنده	۵۷
جدول ۳-۶. کورولیشن بین نتایج SPT , CPT و مقاومت زهکشی نشده خاک‌های ریزدانه	۶۱
جدول ۳-۷. کورولیشن بین پارامترهای شاخص و تاریخچه پیش تحکیمی برای رس‌ها (منبع: Kulhawy and Mayne , 1991)	۶۲
جدول ۳-۸. آزمایش‌های آزمایشگاهی معمول در خصوص سنگ	۶۶
جدول ۳-۹. معیارهایی برای ارزیابی پتانسیل خوردگی زمین	۶۸
جدول ۳-۱۰. مقاومت پیوند تخمینی میخ‌ها در خاک و سنگ	۷۲
جدول ۴-۱. پروسه‌ها و روش‌های حفاری	۹۲
جدول ۵-۱. ضرائب "C _F "	۱۵۳
جدول ۵-۲. مقادیر $(\delta_H/H)_i$ و "C" بعنوان تابعی از شرایط خاک	۱۶۳
جدول ۵-۳. حداقل ضرائب اطمینان توصیه شده برای طراحی دیوارهای میخکوبی با استفاده از روش ASD	۱۷۳
جدول ۵-۴. انواع بارهای معمول	۱۷۵
جدول ۵-۵. ضرائب "γ" و "β" برای روش تنش‌های مجاز	۱۷۶
جدول ۶-۱. گام‌های طراحی دیوار میخکوبی	۱۹۱
جدول ۶-۲. پارامترهای متغیر	۲۰۴
جدول ۶-۳. ضرائب لرزه‌ای سایت پروژه	۲۱۴
جدول ۶-۴. مقاومت روکش برای مدهای گسیختگی مختلف (دستگاه SI)	۲۲۲
جدول الف-۱. خصوصیات میلگرد آجدار (ASTM A615 , Grades 420 and 525 MPa) ([60 and 75 ksi])	۲۷۳
جدول الف-۲. ابعاد مش سیمی جوش شده - واحدهای انگلیسی و متریک	۲۷۴
جدول الف-۳. ابعاد میلگردهای تقویتی (واحد انگلیسی و متریک)	۲۷۵
جدول الف-۴. خصوصیات میلگردهای توخالی خود حفار (میلگرد نوع MAI)	۲۷۵
جدول الف-۵. خصوصیات میلگردهای توخالی خود حفار (میلگرد نوع CTS/TITAN)	۲۷۶
جدول الف-۶. ابعاد گل میخ‌ها (HEADED-STUD)	۲۷۶
جدول ب-۱. پارامترهای متغیر	۲۸۰
جدول ب-۲. پارامترهای تکمیلی	۲۸۱

۲۹۶	جدول ج-۱. معیارهای ارزیابی پتانسیل خوردگی زمین
۳۰۱	جدول ج-۲. الزامات محافظت از خوردگی
۳۱۴	جدول د-۱. حداقل ضرائب اطمینان
۳۲۳	جدول د-۲. بارها
۳۲۷	جدول د-۳. خلاصه نتایج
۳۳۱	جدول د-۴. حداکثر نیروهای طراحی میخ
۳۳۴	جدول د-۵. ویژگی‌های اصلی روکش
۳۴۲	جدول د-۶. خلاصه ظرفیت‌های روکش