

مجموعه روش‌های بهسازی خاک

اهنمای جامع طراحی و اجرای سیستم میخکوبی خاک

دکتر محمدرضا عطرچیان

دس مجید محقق

مهندس غلامرضا نیازی

ترجمه بخشنامه شماره ۷ مهندسی ژئوتکنیک

Soil Nail Walls-FHVA (HWA0-1F-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.



عنوان و نام پدیدآورنده : راهنمای جامع طراحی و اجرای سیستم میخکوبی خاک / [تالیف کارلوس ا. لازارت ... و دیگران]؛ [مترجمین] محمدرضا عطرچیان، مجید محقق، غلامرضا نیازی.

مشخصات نشر : زنجان: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری : ۴۶۰ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.

فروست : مجموعه روش‌های بهسازی خاک

شابک : 978-964-10-2687-7 : ۲۰۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی : فیا

عنوان اصلی : Soil Nail Walls design and construction guidelines

تالیف کارلوس ا. لازارت، ویکتور، الیس پی‌ای، دیوید اسپینوزا، پل جی ساباتی

موضوع : میخکوبی خاک - تثبیت خاک

موضوع : دیوارهای حائل - طرح و ساختمان

شناسه افزوده : لازارت، کارلوس ا. - Lazarte, carlose A

شناسه افزوده : عطرچیان، محمدرضا، ۱۳۲۹ - مترجم

شناسه افزوده : محقق، مجید، ۱۳۶۲ - مترجم

شناسه افزوده : نیازی، غلامرضا، ۱۳۶۲ - مترجم

شناسه افزوده : دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان

رده‌بندی کنگره : TAVV۰

رده‌بندی دیویی : ۶۲۴/۱۶۴

شماره کتابشناسی ملی : ۳۴۴۲۲۷۵

عنوان کتاب : راهنمای جامع طراحی و اجرای سیستم میخکوبی خاک

چاپ و صحافی : ولیعصر : ۹۱۲ ۵۵۱ ۴۸ ۵۵

ناشر : زنجان؛ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، ۱۳۹۳.

شمارگان : ۲۰۰۰ جلد، چاپ اول؛ بهار ۱۳۹۳

شابک : ۷-۲۶۸۷-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر و همچنین حق چاپ و توزیع برای مترجمین محفوظ می‌باشد.

بیوگرافی مترجمین:



محمدرضا عطرچیان متولد رشت و تحصیل کرده دبیرستان البرز تهران در سال ۱۳۴۸ و مهندسی راه و ساختمان از دانشگاه امیرکبیر در سال ۱۳۵۳ و فوق لیسانس مهندسی عمران با گرایش خاک و پی از دانشگاه پاریس IV و مقطع دکتری مهندسی عمران (گرایش خاک و پی) از دانشگاه "لاراشل" فرانسه می‌باشد.

نامبرده تادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان بوده و مدرس دروس مکانیک خاک، مهندسی تونل، مهندسی سدهای خاکی و مهندسی سنگ در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته عمران می‌باشد. در حال حاضر مدرس مشاور در اجرای پروژه‌های راه‌آهن و مترو عضو هیات مدیره مهندسین مشاور مترا (مشاور توسعه راهن ایران) مشغول فعالیت می‌باشد.



مجید محقق متولد تهران و تحصیل کرده در مقطع کارشناسی عمران- عمران و مقطع کارشناسی ارشد گرایش مهندسی مکانیک خاک و پی از دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد. تدوین به صورت کمک استاد در درس دینامیک و دروس ریاضیات دانشگاهی در سوابق نامبرده می‌باشد.

نامبرده عضو بنیاد ملی نخبگان بوده و از سال ۱۳۸۰ سابقه فعالیت در زمینه طراحی و اجرای پروژه‌های بهسازی خاک از جمله ریزشمع (micropile) و سیستم‌های حفاظت جانبی گودها و ترانشه‌ها مشتمل بر میخکوبی خاک و مهارکوبی زمین (soil nailing ground anchor) را دارا می‌باشد.



غلامرضا نیازی متولد تهران و فارغ التحصیل در مقاطع کارشناسی عمران- عمران و کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی می‌باشد. دارا سوابق محاسبات و نظارت ساختمان و عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان زنجان. مدرس دروس دوره‌های کاردانی و کارشناسی عمران و مهندس معماری در دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان و موسسه آموزش عالی روزبه زنجان می‌باشد.

اجرای پروژه‌های بهسازی خاک از جمله ریزشمع و سیستم‌های حفاظت جانبی گودها و ترانشه‌ها مشتمل بر میخکوبی خاک از سوابق کاری نامبرده می‌باشد.

سپاسگزاری:

در اینجا لازم است سپاس و درود خود را نثار همه آزاد اندیشانی نمایم که در راه اعتلای علم و دانش کوشا می‌باشند.

لازم به ذکر است بخش‌هایی از کتاب حاضر در قالب یک طرح پژوهشی با همکاری معاونت پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان ارائه گردیده است و هم اکنون نسخه کامل این کتاب با عنوان "راهنمای جامع طراحی و اجرای سیستم میخکوبی خاک" جهت استفاده عموم انتشار می‌دهد.

بدین طریق جا دارد از زحمات همه عزیزان معاونت پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان بخصوص مدیر دفتر مهدی رهنما معاون وقت پژوهش و مدیر مسئول انتشارت دانشگاه و نیز جناب دکتر عباس سکوهی جانشین وقت معاون پژوهش دانشگاه، کمال تشکر و قدردانی به عمل آید.

همچنین از "شرکت خدمات ژئوتکنیک پی بان" که این مجموعه را در تهیه این اثر یاری نموده است، تشکر می‌گردد.

در چند دهه اخیر با توسعه شهرهای بزرگ و افزایش سریع جمعیت، لزوم اجرای ساختمان‌های بلند مرتبه که غالباً دارای چند طبقه زیر زمین می‌باشند به شدت احساس می‌شود. با توجه به تراکم ساختمان سازی در شهرها، اجرای عملیات گودبرداری در کنار ساختمان‌های موجود مستلزم پیش‌بینی اصول ایمنی است. متأسفانه در این دوره زمانی بدلیل عدم انتخاب روش‌های مناسب و پیش‌بینی تمهیدات ایمنی، شاهد ریزش جدار گودها، خرابی ساختمان‌های مجاور و تلفات مالی و جانی بوده‌ایم. از این رو تدوین منابع علمی و روش‌های طرح و اجرای سازه‌های نگهبان مانند دیوارهای دیافراگمی، اجرای مهارهای اکتیو، سیستم بتنی پاشی و ریزشمع‌ها و ... برای تامین پایداری جدار گودبرداری‌ها از اولویت خاصی برخوردار است که در ویرایش جدید مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان نیز مطرح گردیده است.

جناب آقای دکتر محمد رضا علی‌رضا که از اساتید و کارشناسان با سابقه در زمینه مسائل ژئوتکنیک هستند با استفاده از تجربیات ارزشمند خود و با همکاری مهندس غلامرضا نیازی و مهندس مجید محقق، اقدام به تدوین و ترجمه کتاب حاضر نموده‌اند. در این کتاب مباحث مختلف از جمله انواع روش‌های اجرای سیستم میخکوبی و مطالعات ژئوتکنیکی و آزمایش‌های صحرایی، مصالح و ملاحظات اجرای روش‌های تحلیل و طراحی سیستم میخکوبی، ملاحظات قراردادی و امر مهم بازرسی و نظارت بر ساخت مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نحوه تدوین مطالب و شرح جزئیات طراحی و اجرایی که ناشی از توجه ویژه مترجمین محترم است، این مجموعه مفید و علمی می‌راند. مورد استفاده جامعه مهندسی کشور قرار گیرد و با بکارگیری دستورالعمل‌های آن، مسئله مهم مبنای ایمنی در گودبرداری از حالت چالش و نگرانی موجود در طرح‌های اجرایی خارج شده و مهندسان کشور بتوانند موفقیت‌های بیشتری در اجرای طرح‌های بزرگ و زیربنایی داشته باشند.

علیرضا رهایی

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

لازم به ذکر است که این کتاب توسط دو عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی از لحاظ فنی داوری شده است. با این وجود از تمامی خوانندگان خواهشمند است در جهت اعتلای این اثر ما از نظرات و انتقادات سازنده خویش آگاه سازند.

rezaniazi62@yahoo.com

majid.mohagheghy@gmail.com

www.ketab.ir

فصل اول - مقدمه

۱	۱-۱ : اهداف
۱	۲-۱ : پیشینه
۱	۱-۲-۱ : منشاء دیوارهای میخکوبی
۳	۲-۲-۱ : تاریخچه کاربرد و توسعه در ایالات متحده
۵	۳-۱ : سازماندهی اسناد

فصل دوم - ارزیابی کاربردها و امکان پذیری

۹	۱-۲ : مقدمه
۱۰	۲-۲ : امکان های اصلی دیوار میخکوبی شده
۱۲	۳-۲ : مراحل ساخت و اجرا
۱۵	۴-۲ : کاربردهای دیوار میخکوبی
۱۵	۱-۲-۴ : مقدمه
۱۶	۲-۴-۲ : سازه های حایل در دبرداری و حفاری ها
۱۶	۳-۴-۲ : سازه های سبک زیر پایه پل موجود
۱۷	۴-۴-۲ : ترمیم و نوسازی سازه های خاکی موجود
۱۹	۵-۲ : ارزیابی امکان پذیری دیوارهای میخکوبی
۱۹	۱-۵-۲ : کلیات
۲۰	۲-۵-۲ : ارزیابی شرایط عمومی زمین در دیوارهای میخکوبی
۲۰	۱-۲-۵-۲ : مقدمه
۲۰	۲-۲-۵-۲ : شرایط زمینی مطلوب برای میخکوبی خاک
۲۲	۳-۲-۵-۲ : شرایط خاکی نامطلوب برای میخکوبی خاک
۲۶	۴-۲-۵-۲ : شرایط خاکی متوسط برای میخکوبی خاک
۲۶	۳-۵-۲ : مزایای دیوارهای میخکوبی
۲۹	۴-۵-۲ : معایب دیوارهای میخکوبی
۲۹	۵-۵-۲ : مقایسه با سیستم دیوار مهارکوبی زمین
۳۱	۶-۵-۲ : ارزیابی هزینه های ساخت

فصل سوم - بررسی های محلی، آزمایش های آزمایشگاهی و توصیه ها

۳۵	۱-۳ : مقدمه
۳۶	۲-۳ : بازنگری اطلاعات ژئوتکنیکی موجود
۳۷	۳-۳ : اکتشافات و شناسایی محلی
۳۸	۴-۳ : بررسی های زیرسطحی
۳۸	۱-۴-۳ : کلیات

۳۹	۲-۴-۲: آزمایش‌های محلی و نمونه‌گیری
۴۸	۳-۴-۳: چینه‌شناسی خاک
۴۹	۴-۴-۳: آب زیرزمینی
۵۰	۵-۳: آزمایش‌های آزمایشگاهی خاک
۵۳	۶-۳: انتخاب پارامترهای خاک برای طراحی
۵۳	۱-۶-۳: مقدمه
۵۳	۲-۶-۳: طبقه‌بندی خاک و خصوصیات شاخص
۵۴	۳-۶-۳: وزن مخصوص خاک
۵۵	۴-۶-۳: مقاومت برشی
۶۴	۳: پتانسیل خزش خاک
۶۵	۸- طبقه‌بندی سنگ‌ها
۶۷	۳-۳: پتانسیل خزش دگرگونی سنگ
۶۹	۱۰-۳: تفاوت پیوسته
	فصل چهارم - مصالح و روش‌های ساخت
۷۵	۱-۴: مقدمه
۷۶	۲-۴: اجزاء دیوار میانی و بی‌سند
۷۷	۱-۲-۴: میلگرد صیغ
۷۸	۲-۲-۴: سر میخ
۷۹	۳-۲-۴: دوغاب
۸۱	۴-۲-۴: متمرکز کننده‌ها
۸۲	۵-۲-۴: المان‌های محافظ خوردگی
۸۳	۶-۲-۴: روکش دیوار (wall facing)
۸۴	۷-۲-۴: سیستم زهکشی
۸۴	۳-۴: مراحل اجرا
۸۴	۱-۳-۴: مقدمه
۸۵	۲-۳-۴: خاکبرداری
۸۷	۳-۳-۴: حفر گمانه‌ها
۹۰	۴-۳-۴: استقرار میلگرد
۹۳	۵-۳-۴: نصب زهکش‌ها
۹۳	۶-۳-۴: ساخت روکش موقت دیوار
۹۳	۱-۶-۳-۴: کلیات
۹۴	۲-۶-۳-۴: کاربرد شاتکریت
۹۷	۳-۶-۳-۴: تقویت شاتکریت
۹۸	۷-۳-۴: ساخت روکش دائمی دیوار

۹۸	۱-۷-۳-۴ : مقدمه
۹۸	۲-۷-۳-۴ : شاتکریت مسلح
۹۹	۳-۷-۳-۴ : روکش درجا ریز
۱۰۰	۴-۷-۳-۴ : روکش بتن پیش ساخته
	فصل پنجم - آنالیز دیوارهای میخکوبی
۱۰۳	۱-۵ : مقدمه
۱۰۳	۲-۵ : مفهوم انتقال بار در دیوارهای میخکوبی
۱۰۷	۳-۵ : حالت‌های حدی
۱۰۸	۴-۵ : مدهای گسیختگی خارجی
۱۰۸	۱-۵ : مقدمه
۱۱۰	۲-۴ : پایداری کلی
۱۱۰	۱-۲-۴-۵ : مکانیزم‌های مقاوم
۱۱۱	۳-۱-۴-۵ : تعداد حدی در آنالیز پایداری کلی
۱۱۲	۳-۴-۵ : آنالیز پایداری کلی ساده شده
۱۱۵	۴-۲-۴-۵ : روش آنالیز پایداری کلی
۱۱۶	۳-۴-۵ : لغزش
۱۲۰	۴-۴-۵ : ظرفیت باربری
۱۲۴	۵-۴-۵ : ملاحظات لرزه‌ای در پایداری میخکوبی
۱۲۴	۱-۵-۴-۵ : مقدمه
۱۲۵	۲-۵-۴-۵ : تأثیرات لرزه‌ای بر پایداری
۱۲۶	۳-۵-۴-۵ : انتخاب ضرایب لرزه‌ای
۱۲۸	۴-۵-۴-۵ : تأثیرات لرزه‌ای بر پایداری لغزشی
۱۳۱	۵-۵ : مدهای گسیختگی داخلی
۱۳۱	۱-۵-۵ : مقدمه
۱۳۳	۲-۵-۵ : بیرون آمدن میخ از دیواره (pullout)
۱۳۶	۳-۵-۵ : اندرکنش خاک-میخ و توزیع نیروی کششی
۱۳۶	۱-۳-۵-۵ : مدل فرضی (conceptual model)
۱۳۷	۲-۳-۵-۵ : توزیع ساده شده نیروی کششی میخ
۱۳۸	۳-۳-۵-۵ : توزیع حداکثر نیروهای کششی
۱۴۰	۴-۳-۵-۵ : توزیع حداکثر نیروی کششی اندازه‌گیری شده
۱۴۲	۴-۵-۵ : طراحی گسیختگی کششی میخ
۱۴۴	۶-۵ : مدهای گسیختگی اتصال روکش
۱۴۴	۱-۶-۵ : مقدمه
۱۴۶	۲-۶-۵ : نیروهای کششی در روکش دیوار

۱۴۹	۵-۶-۳: گسیختگی خمشی
۱۴۹	۵-۶-۱: مقدمه
۱۵۰	۵-۶-۲: ظرفیت گسیختگی خمشی
۱۵۵	۵-۶-۳: محدوده تسلیح در روکش‌ها
۱۵۶	۵-۶-۴: ظرفیت برش پانچ
۱۵۶	۵-۶-۱: مقدمه
۱۵۷	۵-۶-۲: ظرفیت برش پانچ روکش
۱۶۰	۵-۶-۵: ظرفیت کششی گل میخ‌ها در روکش‌های دائمی
۱۶۱	۵-۶-۱: تغییر شکل دیوارهای میخکوبی شده
۱۶۱	۵-۶-۱: جابجایی‌های دیوار
۱۶۴	۵-۶-۲: تغییر شکل‌های لرزه‌ای دائمی
۱۶۵	۵-۶-۵: برنامه‌های کامپیوتری مختص دیوارهای میخکوبی
۱۶۵	۵-۶-۱: مقدمه
۱۶۵	۵-۸-۲: نامه پیوندی SNAIL
۱۶۸	۵-۸-۳: برنامه گاه‌نگاری 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 در سطح
۱۷۸	۵-۱۱-۱-۳: کنترل بلند مدت آب‌های زیرزمینی در 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 تکیه‌گاه برای بار مرده روکش
۱۸۵	۵-۱۲: ملاحظات خاص طراحی
۱۸۵	۵-۱۲-۱: سازه‌های پله‌دار
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	۱-۳-۶ : مقدمه
۲۰۶	۲-۳-۶ : پروسه‌های طراحی مقدماتی
۲۰۸	۴-۶ : گام ۳ : طراحی نهایی
۲۰۸	الف : مدهای گسیختگی خارجی
۲۱۱	ب. ملاحظات لرزه‌ای
۲۱۶	ج . مدهای گسیختگی داخلی
۲۱۷	د. طراحی روکش
۲۲۴	۵-۶ : گام ۴ : تخمین و ارزیابی تغییرشکل‌ها
۲۲۵	۶-۶ : گام ۵ : سایر ملاحظات طراحی
۲۲۷	۷-۶ : سائل نمونه
	فصل هفتم - دفترچه مشخصات و روش‌های عقد قرارداد
۲۳۷	۱-۷ : مقدمه
۲۳۸	۲-۷ : پیمانکاران پیش از عقد صلاحیت شده
۲۳۹	۳-۷ : دفترچه مشخصات روش رویه‌ای
۲۴۰	۴-۷ : دفترچه مشخصات روش عملکرد
	فصل هشتم - بررسی ساخت و نظارت بر عملکرد
۲۴۳	۱-۸ : مقدمه
۲۴۴	۲-۸ : نقشه‌های بازرسی
۲۴۵	۳-۸ : بازرسی مصالح ساخت
۲۴۵	۱-۳-۸ : مصالح ساخت
۲۴۶	۲-۳-۸ : انبار و ذخیره سازی
۲۴۶	۳-۳-۸ : بازرسی محافظت از خوردگی
۲۴۶	۴-۸ : بازرسی ساخت
۲۴۶	۱-۴-۸ : مقدمه
۲۴۹	۲-۴-۸ : خاکبرداری
۲۵۰	۳-۴-۸ : حفاری گمانه میخ
۲۵۰	۴-۴-۸ : اجرای میخ
۲۵۱	۵-۴-۸ : تزریق
۲۵۲	۶-۴-۸ : نوارهای زهکشی
۲۵۳	۷-۴-۸ : روکش دیوار
۲۵۴	۵-۸ : آزمایش‌های بارگذاری
۲۵۴	۱-۵-۸ : مقدمه
۲۵۶	۲-۵-۸ : تجهیزات آزمایش
۲۵۸	۳-۵-۸ : آزمایش‌های ارزیابی

۲۶۰	۸-۵-۴: آزمایش شاهد
۲۶۰	۸-۵-۵: آزمایش خزش
۲۶۵	۸-۶: پایش بلند مدت
۲۶۵	۸-۶-۱: مقدمه
۲۶۶	۸-۶-۲: پارامترهایی که اندازه گیری می شوند
۲۶۶	۸-۶-۳: طرح برنامه پایش عملکرد دیوار میخکوبی
۲۶۹	۸-۶-۴: ابزارهای پایش عملکرد دیوار میخکوبی
۲۷۱	پیوست‌ها و مطالعات موردی
۲۷۳	پیوست الف - مشخصات تقویت کننده‌ها
۲۷۹	پیوست ب - نمودارهای طراحی مقدماتی
۲۹۱	پیوست ج - محافظت از خوردگی
۳۰۵	پیوست د - مثال طراحی، خاکبرداری نگهداری شده دیوار میخکوبی
۳۴۷	پیوست ه - نمودارهای طراحی میخکوبی
۳۷۷	پیوست و - مطالعات موردی توسط مترجم
۴۰۵	پیوست ز - ترمیم دیوارهای گود ساختمان مسکونی دروس تهران به روش ترکیبی میخکوبی و میخکوبی
۴۳۵	منابع

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. تعریض 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 ۲-۱. کورولیشن زاویه اصطکاک موثر با، طبقه بندی خاک، دانسیته نسبی، و وزن مخصوص
۵۵	شکل ۳-۱. زاویه اصطکاک خاک‌های غیر چسبنده
۵۸	الف: از روش مقادیر SPT اصلاح نشده (Peck, Hanson, and Thornburn) ب: تابعی از تجربیات مالی و 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) - طریق لوله
۸۲	شکل ۳-۴. نمونه‌ای از متمرکز کننده‌های میخی نصب شده بر روی یک میلگرد قبل از استقرار آن در گمانه
۸۳	شکل ۴-۴. میلگردهای (رنگ روشن انتهایی) که سوراخ شده بوسیله روکش (رنگ تیره) قبل از اجرای میخ
۸۴	شکل ۵-۴. زهکش‌های نواری زیر شاتکریت موقت
۸۶	شکل ۶-۴. حفاری اولیه و اجرای میخ
۸۷	شکل ۴-۷- الف. مثال‌هایی از سیستم‌های موقت مختلف برای خاکبرداری: برم‌های پایدارکننده
۸۹	شکل ۴-۷- ب. مثال‌هایی از سیستم‌های موقت مختلف نگهداری خاکبرداری خاکبرداری شکاف‌ها
۸۹	شکل ۸-۴. حفاری گمانه با استفاده از روش دورانی
۹۵	شکل ۹-۴. روکش شاتکریت موقت
۹۸	شکل ۱۰-۴. گل میخ‌های جوش داده شده به پلیت باربر
۱۰۱	شکل ۱۱-۴. روکش درجا ریز
۱۰۲	شکل ۱۲-۴. روکش پانل‌های پیش ساخته
۱۰۵	شکل ۱-۵. سطوح محتمل گسیختگی و نیروهای کششی میخ
۱۰۶	شکل ۲-۵. پایداری بحرانی محتمل در حین ساخت
۱۱۰	شکل ۳-۵. مدهای اصلی گسیختگی دیوار میخکوبی
۱۱۴	شکل ۴-۵. آنالیز پایداری کلی دیوار میخکوبی با استفاده از مکانیزم گسیختگی single-wedge

- ۱۱۹ شکل ۵-۵. پایداری لغزشی یک دیوار میخکوبی
- ۱۲۲ 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
- ۱۲۳ شکل ۵-۸. آنالیز ظرفیت باربری (HEAVE)
- ۱۳۰ 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
- ۱۳۴ شکل ۵-۱۱. مد انتقال تنش میخ منفرد
- ۱۳۶ شکل ۵-۱۲. مکانیزم انتقال تنش در میخ
- ۱۳۸ شکل ۵-۱۳. توزیع ساده شده نیروی کششی میخ
- ۱۴۰ شکل ۵-۱۴. موقعیت شماتیک حداکثر نیروی کششی میخ
- ۱۴۲ شکل ۵-۱۵. حداکثر نیروهای کششی اندازه‌گیری شده میخ در دیوار
- ۱۴۵ شکل ۵-۱۶. مدهای گسیختگی اتصال روکش
- ۱۴۷ شکل ۵-۱۷. مدهای گسیختگی روکش، اندازه‌گیری واقعی در دیوارها
- ۱۴۹ شکل ۵-۱۸. مدهای گسیختگی پشته رونده خمشی در روکش دیوار
- ۱۵۲ شکل ۵-۱۹. هندسه استفاده شده مد گسیختگی خمشی
- ۱۵۴ شکل ۵-۲۰. توزیع فشار خاک در پشت میخ
- ۱۵۷ شکل ۵-۲۱. مدهای گسیختگی در پشت میخ
- ۱۵۹ شکل ۵-۲۲. هندسه گل میخ
- ۱۶۳ شکل ۵-۲۳. تغییر شکل دیوار میخکوبی
- ۱۷۲ شکل ۵-۲۴. آنالیز پایداری - مقایسه نتایج SN₁ و GOLDNAIL
- ۱۷۹ شکل ۵-۲۵. زهکشی دیوارهای میخکوبی
- ۱۸۲ شکل ۵-۲۶. جزئیات لوله زهکش برای کنترل آب‌های زیرزمینی دیوارهای میخکوبی
- ۱۸۳ شکل ۵-۲۷. محافظت از یخ زدگی
- ۱۸۷ شکل ۵-۲۸. میخ‌های با شیب تند
- ۱۸۸ شکل ۵-۲۹. نمونه‌ای از دیوار میخکوبی پله‌ای
- ۱۸۹ شکل ۵-۳۰. ساختار دیوارهای مرکب
- ۱۹۵ شکل ۶-۱. الگوهای میخکوبی در رویه دیوار
- ۱۹۹ شکل ۶-۲. الگوهای مختلف میخکوبی
- ۲۰۱ شکل ۶-۳. تاثیر الگوهای مختلف برای طول میخ‌ها
- ۲۱۳ شکل ۶-۴. نیروهای لرزه‌ای وارد بر دیوار
- ۲۲۸ شکل ۶-۶. نمونه مسئله
- ۲۵۷ شکل ۸-۱. آرایش آزمایش بارگذاری میخ
- ۲۵۹ شکل ۸-۲. جک هیدرولیکی در آزمایش بارگذاری میخ

- شکل ۸-۳. نمونه‌ای از برگه داده‌های آزمایش بارگذاری میخ
 شکل ۸-۴. نمونه‌ای از تقلیل داده‌های آزمایش خزش میخ
 شکل ۸-۵. نمونه‌ای از ابزار سنجی دیوار
 شکل ۸-۷. انحراف سنج افقی
 شکل ۸-۸. انحراف سنج افقی درجا
 شکل ب-۱. $\alpha = 0$, $\beta = 0$
 شکل ب-۲. $\alpha = 0$, $\beta = 10$
 شکل ب-۳. $\alpha = 10$, $\beta = 0$
 شکل ب-۴. $\alpha = 10$, $\beta = 10$
 شکل ب-۵. $\alpha = 0$, $\beta = 30$
 شکل ب-۶. $\alpha = 10$, $\beta = 30$
 شکل ب-۷. ضرایب اصلاح
 شکل ج-۱. میخ تزریقی پیوسته اپوکسی (محافظ رده I)
 شکل ج-۲. کپسول اپوکسی میخ تزریقی (محافظت از رده I)
 شکل ج-۳. معیارهای انتخاب سیستم محافظت از خوردگی
 شکل د-۱. لایه‌بندی زیرساخت و مصالح عرضی طرح
 شکل د-۲. الگوی طول میخ غیر یکنواخت
 شکل د-۳. نمودار گردش کار سطح محافظت از خوردگی
 شکل د-۴. L/H نرمالیزه شده و نیروی کششی $\alpha = \beta = 33^\circ$ و φ'
 شکل د-۵. اصلاح قطر گمانه
 شکل د-۶. بار مورد ۱: اولین مرحله خاکبرداری - بدون میخ بدون بار زنده
 شکل د-۷. بار مورد ۲: الگوی طول یکنواخت و بارهای استاتیکی
 شکل د-۸. بار مورد ۳: خاکبرداری تا عمق $H = 5.5$ متر
 شکل د-۹. بار مورد ۴: الگوی طول غیر یکنواخت و بار استاتیکی
 شکل د-۱۰. بار مورد ۵: الگوی طول غیر یکنواخت و بار لرزه‌ای
 شکل د-۱۱. تسلیح روکش

۴۲	جدول ۱-۳. پروسه‌ها و آزمایش‌های محلی ژئوتکنیکی معمول
۴۴	جدول ۲-۳. تشریح دانسیته خاک‌های غیر چسبنده بر اساس مقادیر SPT
۴۴	جدول ۳-۳. تشریح استحکام خاک‌های ریزدانه بر اساس مقادیر SPT
۵۱	جدول ۴-۳. پروسه‌ها و آزمایش‌های آزمایشگاهی معمول برای خاک‌ها
۵۷	جدول ۵-۳. کورولیشن بین نتایج SPT و CPT و زاویه اصطکاک خاک‌های غیر چسبنده
۶۱	جدول ۶-۳. کورولیشن بین نتایج SPT, CPT و مقاومت زهکشی نشده خاک‌های ریزدانه
۶۲	جدول ۷-۲. کورولیشن بین پارامترهای شاخص و تاریخچه پیش تحکیمی برای رس‌ها (منبع: Kulhawy and Mayne, 1990)
۶۶	جدول ۳-۳. آزمایش‌های آزمایشگاهی معمول در خصوص سنگ
۶۸	جدول ۹-۱. معیارها برای ارزیابی پتانسیل خوردگی زمین
۷۲	جدول ۱۰-۳. مقاومت بتن تخریبی میخ‌ها در خاک و سنگ
۹۲	جدول ۱-۴. پروسه‌ها و روش‌های حفاری
۱۵۳	جدول ۱-۵. ضرایب C_{γ}
۱۶۳	جدول ۲-۵. مقادیر $C_{\gamma} (C_{\gamma}/H)_i$ برآیند تابعی از شرایط خاک
۱۷۳	جدول ۳-۵. حداقل ضرایب اطمینان توصیه شده برای طراحی دیوارهای میخکوبی با استفاده از روش ASD
۱۷۵	جدول ۴-۵. انواع بارهای معمول
۱۷۶	جدول ۵-۵. ضرایب " γ " و " β " برای روش‌های مجاز
۱۹۱	جدول ۱-۶. گام‌های طراحی دیوار میخکوبی
۲۰۴	جدول ۲-۶. پارامترهای متغیر
۲۱۴	جدول ۳-۶. ضرایب لرزه‌ای سایت پروژه
۲۲۲	جدول ۴-۶. مقاومت روکش برای مدهای گسیختگی مختلف (دسته SI)
۲۷۳	جدول الف-۱. خصوصیات میلگرد آجدار (ASTM A615 Grades 420 and 525 MPa [60 and 75 ksi])
۲۷۴	جدول الف-۲. ابعاد مش سیمی جوش شده - واحدهای انگلیسی و متریک
۲۷۵	جدول الف-۳. ابعاد میلگردهای تقویتی (واحد انگلیسی و متریک)
۲۷۵	جدول الف-۴. خصوصیات میلگردهای توخالی خود حفر (میلگرد نوع MAI)
۲۷۶	جدول الف-۵. خصوصیات میلگردهای توخالی خود حفر (میلگرد نوع CTS/TITAN)
۲۷۶	جدول الف-۶. ابعاد گل میخ‌ها (HEADED-STUD)
۲۸۰	جدول ب-۱. پارامترهای متغیر
۲۸۱	جدول ب-۲. پارامترهای تکمیلی
۲۹۶	جدول ج-۱. معیارهای ارزیابی پتانسیل خوردندگی زمین

۳۰۱
۳۱۴
۳۲۳
۳۲۷
۳۳۱
۳۳۴
۳۴۲

جدول ج-۲. الزامات محافظت از خوردگی
جدول د-۱. حداقل ضرائب اطمینان
جدول د-۲. بارها
جدول د-۳. خلاصه نتایج
جدول د-۴. حداکثر نیروهای طراحی میخ
جدول د-۵. ویژگی‌های اصلی روکش
جدول د-۶. خلاصه ظرفیت‌های روکش

www.ketab.ir