

پایدارسازی گودها

با نگرش ویژه به روش‌های میخکوبی و مهارگذاری

مؤلفین:

دکتر محمد حسن بازاریار

(استاد دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهندس علیرضا قدمگاهی

دکتر علی نبی زاده

سرشناسه : بازیار، محمدحسن، ۱۳۳۵-

عنوان و نام پدیدآور: پایدارسازی گودها: بانگرش ویژه به روش های میخکوبی و مهارگذاری/محمدحسن

بازیار، علیرضا قدمگاهی، علی نبی زاده

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری : ن، ۴۳۸ص: مصور، جدول، نمودار.

فروست : دانشگاه علم و صنعت ایران: ۶۰۷.

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۴-۳۰۹-۸

فهرست نویسی : فیپا

یادداشت : کتابنامه: ص. ۴۱۵.

موضوع : گودبرداری—پیش بینی های ایمنی

موضوع : Excavation—Safety measures

موضوع : مهاربندی(مهندسی سازه)

موضوع : (Anchorage)Structural engineering

شناسه افزوده : قدمگاهی، علیرضا، ۱۳۶۵.

شناسه افزوده : نبی زاده، علی، ۱۳۵۹-

شناسه افزوده : دانشگاه علم و صنعت ایران

شناسه افزوده : Iran University of Science and Technology

رده بندی کنگره : ۶۲۹۵: ۲۰۲: ۵۱۰/۱ TH

رده بندی دیودی : ۲۴/۱۵۲

شماره کتابشناسی ملی: ۴۴۷۲۸۰۹

• مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران-تهران-نارمک صندوق پستی ۱۶۸۴۶۱۳۱۱۴

تلفن: ۷۷۲۴۰۴۲۵-دورویس: ۷۷۲۲۰۲۲۵

• فروشگاه: میدان رسالت، خیابان هنر، پان دانشگاه، دانشگاه علم و صنعت ایران،

تلفن ۷۷۲۴۰۳۸۳

وب سایت: Publication.iust.ac.ir



نام کتاب: پایدارسازی گودها (بانگرش ویژه به روش های میخکوبی و مهارگذاری)

مؤلفین : محمدحسن بازیار، علیرضا قدمگاهی و علی نبی زاده

چاپ اول: ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۹۰۰۰۰ ریال

شماره انتشارات: ۶۰۷

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

*حق چاپ برای دانشگاه علم و صنعت ایران محفوظ است.

ISBN: 978-964-454-309-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۴-۳۰۹-۸

پیشگفتار

عملیات اجرایی گودبرداری و سیستم‌های حائل گود بخش مهمی از کاربردهای مهندسی ژئوتکنیک می‌باشد. در سال ۱۹۴۳ ترزاقی برای اولین بار مبانی تئوریک پایدارسازی جداره گودها را مطرح کرد. با این حال باید اولین کار جدی در مبحث گودبرداری‌های عمیق را گزارش تفصیلی پک در سال ۱۹۶۹ در هفتمین اجلاس بین‌المللی مهندسی مکانیک خاک و پی دانست. از آن پس موضوع گودبرداری‌های عمیق همواره مورد توجه محققان بوده است.

در سال‌های اخیر رشد روزگرن پروژه‌ها، عمرانی و ساختمانی و افزایش قیمت زمین و مسکن از یک‌سو و نیازهای کاربری و لزوم تأمین فضای عمده‌ی بیشتر و بهره‌مندی از سطوح بالاتر رفاه اجتماعی از سوی دیگر، علاقه‌مندی سازندگان در کشور را به استفاده از فضاهای زیرزمینی به‌قصد تأمین پارکینگ و مشاعاتی با کاربری‌های اجتماعی، ورزشی و تفریحی زیاد کرده است. متعاقب افزایش نیاز به گودبرداری‌های عمیق در کشور متأسفانه هر از چند مدتی شاهد ریزش دیواره‌ی گودها یا سازه‌های مجاور آنها ناشی از گودبرداری‌های غیراصولی هستیم. از آنجاکه صحت ساخت‌وساز از مهم‌ترین صنایع کشور است، توجه به مسائل مربوط به طرح و اجرای ایمن و اقتصادی گودها برای جامعه مهندسين ما بسیار مهم و ضروری است. پایدارسازی جداره‌ی گودها در محیط‌های شهری به دلیل وجود نشت فاضلاب، قنات‌ها و آبراهه‌های مدفون و نیز وجود سازه‌های زیرزمینی از قبیل بن‌های مترو و سازه‌های روزمینی از قبیل ساختمان‌های مسکونی، اداری، تجاری و فروشگاه‌ها و بیمارستان‌ها و غیره، با معضلات بیشتری در مقایسه با گودبرداری در محیط‌های غیرشهری روبرو است. کمبود منابع تعلیمی کاربردی مناسب (حتی به زبان انگلیسی) از دیگر مشکلات جامعه مهندسی عمران کشورمان است. مجموعه‌ی حاضر با توجه به خلأ یک منبع آموزشی جامع و از طرف دیگر کاربردی که بتواند پاسخگوی نیازهای امروز صنعت ساخت‌وساز کشور باشد، تهیه شده است.

در این کتاب روش‌های مختلف پایدارسازی گودبرداری‌ها بررسی شده‌اند. با توجه به متداول بودن روش‌های میخکوبی و مهار اصطکاکی در کشور و نیاز به کسب دانش فنی لازم در ارتباط با طراحی و اجرای این دیوارها، این دو روش در کتاب حاضر به تفصیل بررسی شده‌اند. اگرچه در تهیه مطالب این دو روش، گزارش‌های فنی FHWA در ارتباط با دیوارهای میخکوبی شده و سیستم‌های مهارسازی به‌صورت

ویژه موردتوجه قرار گرفته است لیکن با توجه به ضوابط طرح و اجرا در کشور و حضور نویسندگان به عنوان عضو کمیته مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، متن حاضر دارای تغییرات قابل توجهی در مقایسه با گزارش‌های فنی فوق بوده و انطباق بیشتری با شرایط کشورمان دارد. به عنوان مثال این گزارش‌ها بر مبنای اصول تعادل حدی نوشته شده‌اند و در آنها تغییر شکل‌های دیوار جزء حالات حدی بهره‌برداری در نظر گرفته شده‌اند. این در حالی است که تغییر شکل دیوار گودها در محیط‌های شهری باید جزء حالات حدی مقاومت در نظر گرفته شود. به علاوه روش طراحی ارائه شده در گزارش مربوط به دیوارهای میخکوبی شده، بر اساس برنامه‌های کامپیوتری *SNAIL* و *GOLDNAIL* است که هر دو برنامه بر مبنای اصل تعادل حدی توسعه یافته‌اند. در کتاب حاضر این موضوعات موردتوجه قرار گرفته است و روش‌های طراحی دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی بر مبنای دو معیار پایداری و تغییر شکل تدوین شده‌اند و برنامه‌های کامپیوتری موردنیاز برای این تحلیل‌ها (برنامه *GeoSlope* برای تحلیل پایداری و برنامه‌های *ABRAXIS* و *F-AXIS* برای تحلیل تغییر شکل) و نحوه استفاده از آنها تشریح شده است. از دیگر موضوعات بسیار مهم که در این کتاب به طور خاص به آن پرداخته شده است، روش‌های زهکشی دیوار گودها و آخرین دستاوردهای فنی اجرایی مرتبط می‌باشد. شایان ذکر است که عدم توجه به روش زهکشی مناسب در عملیات پایدارسازی گودها می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد. در تهیه مطالب کتاب سعی شده است از منابع معتبر دیگری نظیر استانداردهای بریتانیا (*BS*)، مهندسين ارتش آمریکا، جامعه مهندسين عمران آمریکا و سایر مقالات و منابع محققین صاحب‌نظر در زمینه سیستم‌های حائل گودها استفاده شود.

تجربه تدریس ۲۵ ساله در کنار طراحی و اجرای پروژه‌های گودبرداری در کشور توسط نویسندگان، انگیزه‌ای شد تا اقدام به تهیه مجموعه‌ای کامل در ارتباط با روش‌های پایدارسازی گودها برای جامعه مهندسی کشور گردد. نویسندگان با اشراف کامل بر منابع موجود داخلی و خارجی مرتبط با گودبرداری از کاستی‌های آنها نیز کاملاً مطلع بوده‌اند. به همین دلیل ساختار کتاب حاضر هیچ شباهتی با ساختار سایر کتب موجود داخلی و خارجی نداشته و مطالب ارائه شده بسیار عمیق و از منابع فارسی موجود می‌باشد. به علاوه بخش زیادی از توصیه‌ها و روش‌های پیشنهادی و مقادیر آنها نتایج تجربه حرفه‌ای طولانی نویسندگان می‌باشد. این کتاب در هشت فصل به شرح ذیل تنظیم شده است.

در فصل اول کتاب، مقدمات و مفاهیم ابتدایی مرتبط با گودبرداری معرفی شده‌اند. در فصل دوم کتاب، روش‌های مختلف پایدارسازی گودها به اختصار توضیح داده شده و مفاهیم طرح و اجرای روش‌های خرابی حائل و مهار متقابل به تفصیل بررسی شده‌اند. فصل سوم به مطالعات ژئوتکنیکی موردنیاز پروژه‌های گودبرداری پرداخته است. بدیهی است که قبل از هرگونه عملیات گودبرداری با توجه به اهمیت، حساسیت و وسعت پروژه لازم است تا شناسایی از شرایط زمین و بافت تحت‌الارضی، تغییرات سطح آب زیرزمینی، خصوصیات مقاومتی و آبگذری در محدوده‌ی زمین پروژه و زمین‌های مجاور انجام گیرد. به همین دلیل

این موضوعات در این فصل به طور مفصل بررسی شده‌اند. در فصل چهارم روش میخکوبی به عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌های پایدارسازی دیوار گودها بررسی شده است. در این راستا ابتدا دیوارهای میخکوبی شده معرفی شده‌اند و امکان‌سنجی ساخت این دیوارها مورد بررسی قرار گرفته است. سپس به روش‌های اجرایی دیوارهای میخکوبی شده و موضوعات مرتبط با تحلیل این دیوارها پرداخته شده است. پس از آن معیارها و مراحل طراحی این دیوارها تشریح شده‌اند. آزمایش‌های متداول میخ‌خاک‌ها شامل روش انجام آنها و معیارهای پذیرش در این آزمایش‌ها موضوع دیگری است که به تفصیل در این فصل به آن پرداخته شده است. در پایان این فصل موضوعات مرتبط با پایش عملکرد دیوارهای میخکوبی شده به طور کامل بررسی شده است. فصل پنجم به معرفی روش مهار گذاری (یا دوخت به پشت) به عنوان یکی دیگر از روش‌های پرکاربرد پایدارسازی دیوار گودها پرداخته شده است. در این راستا ابتدا مهارهای خاک و انواع دیوارهای مهار اصطکاکی و روش‌های اجرایی آنها شرح داده شده و موضوعات مرتبط با تحلیل دیوارهای مهار اصطکاکی به طور کامل بررسی شده‌اند. روش طراحی اجزای مختلف این دیوارها موضوع دیگری است که به طور کامل در این فصل مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه خوردگی و تأثیرات آن روی مهارهای و روش‌های مقابله با آن مورد بحث تشریح شده است. در پایان این فصل آزمایش‌های متداول مهارهای خاک، روش انجام آنها و معیارهای پذیرش مهارهای در این آزمایش‌ها به تفصیل بحث شده است. فصل ششم به روش‌های زهکشی و خروج آب از زمین و آخرین دستاوردهای فنی و اجرایی مرتبط با آنها در فرایند پایدارسازی گودها پرداخته شده است. در فصل هفتم کتاب روش تحلیل و طراحی دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی با استفاده از نرم‌افزارهای رنوتکنیکی به طور کامل بررسی شده است. در فصل هشتم مشخصات فنی عملیات اجرایی دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی تبیین شده است.

امید است نگارش این کتاب که حاصل تجربیات ۲۵ ساله نویسنده آن است مورد استفاده دانشجویان و مهندسان عزیز قرار گرفته و گامی مؤثر در راستای ارتقای دانش فنی آنها باشد. از آنجایی که هیچ اثر انسانی خالی از خطا و کاستی نیست، از همکاران معظم دانشگاهی، مهندسان و متخصصان محترم در این زمینه و دانشجویان عزیزی که این کتاب را مطالعه می‌کنند صمیمانه تشکر می‌شود تا نویسندگان را از نظرات اصلاحی خود آگاه سازند.

مؤلفین

پاییز ۱۳۹۵

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: مقدمات و مفاهیم اولیه
۱	۱-۱- تعاریف و تقسیم‌بندی‌های مختلف گودها
۲	۲-۱- مطالعات آغازین در ارتباط با گودهای عمیق
۶	۳-۱- معیارهای حاکم در ارزیابی پایداری گودها
۷	۴-۱- پیش‌بینی جابجایی‌های خاک در مجاورت گود
۷	۱-۴-۱- تغییر شکل‌های قائم
۱۰	۴-۱- تغییر شکل‌های افقی
۱۰	۳-۴-۱- رابطه بین $\delta_H (max)$ و $\delta_v (max)$ و ارتفاع دیواره
۱۲	۵-۱- تقسیم‌بندی گودها بر مبنای خطر آنها
۱۵	فصل ۲: روش‌های مختلف و ابزارسازی گودها
۱۵	۱-۲- مقدمه
۱۵	۱-۱-۲- عوامل مؤثر در انتخاب روش مناسب
۱۶	۲-۲- روش خریابی
۱۷	۲-۲-۲- اصول طراحی سازه نگهدارنده بار
۱۷	۱-۲-۲-۲- ارزیابی فشار جانبی خاک
۲۳	۲-۲-۲-۲- تعیین بار جانبی وارد بر هر خریا
۲۳	۳-۲-۲-۲- ظرفیت باربری شمع کششی و تعیین طول آن
۲۴	۴-۲-۲-۲- طراحی پی پای عضو مایل خریا
۲۶	۵-۲-۲-۲- کنترل لغزش سازه نگهدارنده
۲۶	۳-۲-۲- مراحل اجرای سازه نگهدارنده خریابی
۳۲	۳-۲- روش مهار متقابل
۳۳	۱-۳-۲- روش مهار متقابل در حالت استفاده از شمع
۳۳	۲-۳-۲- روش مهار متقابل در حالت استفاده از سپر
۳۴	۳-۳-۲- اصول طراحی در روش مهار متقابل
۳۴	۱-۳-۳-۲- ارزیابی فشار جانبی خاک
۴۱	۲-۳-۳-۲- تعیین نیروهای طراحی اجزای مختلف سیستم مهار متقابل
۴۳	۴-۲- روش اجرای شمع
۴۴	۵-۲- روش سپرکوبی
۴۵	۶-۲- روش میخ‌کوبی
۴۶	۷-۲- روش مهارگذاری

فصل ۳: مطالعات ژئوتکنیک

۴۹	۳-۱- مقدمه
۴۹	۳-۱-۱- عوامل مؤثر بر گستردگی و دقت مطالعات ژئوتکنیک
۵۰	۳-۱-۲- طبقه‌بندی مطالعات ژئوتکنیک
۵۱	۳-۲- روش‌های شناسایی در پروژه‌های گودبرداری
۵۳	۳-۳- جمع‌آوری اطلاعات پیشین و شناسایی کارگاه
۵۳	۳-۴- بررسی‌های زیرسطحی دیوارهای میخکوبی و مهار
۵۴	۳-۴-۱- دفتر گمانه
۵۴	۳-۴-۲- لایه‌های خاک و سنگ
۵۷	۳-۴-۳- ب زیرزمینی
۵۸	۳-۵- آزمایش‌های آزمایشگاهی
۵۸	۳-۵-۱- طبقه‌بندی و ترکی‌های شاخص خاک
۵۹	۳-۵-۲- انتخاب پارامترهای مکانیکی
۶۰	۳-۵-۳- آزمایش سه محوری
۶۰	۳-۵-۴- آزمایش تک محوری
۶۱	۳-۵-۵- آزمایش برش مستقیم
۶۲	۳-۵-۶- خصوصیات الکتروشمیایی خاک
۶۲	۳-۵-۷- تثکیم
۶۳	۳-۶- آزمایش‌های صحرایی
۶۳	۳-۶-۱- آزمایش نفوذ استاندارد
۶۵	۳-۶-۲- آزمایش برش مستقیم برج
۶۶	۳-۶-۳- آزمایش پرسیمتری
۶۶	۳-۶-۴- آزمایش بارگذاری صفحه
۶۷	۳-۷- پتانسیل خزش خاک
۷۰	فصل ۴: پایدارسازی گودها به روش میخکوبی
۷۳	۴-۱- مقدمه
۷۳	۴-۲- تاریخچه میخکوبی خاک
۷۴	۴-۳- دیوارهای میخکوبی شده
۷۴	۴-۳-۱- اجزای اصلی دیوار میخکوبی شده
۷۹	۴-۳-۲- مراحل پایدارسازی گودبرداری‌ها به روش میخکوبی
۸۵	۴-۳-۳- روش‌های نصب میخ‌ها
۸۶	۴-۴- ارزیابی امکان ساخت دیوارهای میخکوبی شده
۸۷	۴-۴-۱- ارزیابی شرایط زمین برای احداث دیوار میخکوبی شده

۸۷	۴-۱-۱-۱- شرایط و خاک‌های مناسب برای استفاده از روش میخکوبی
۸۸	۴-۱-۲- شرایط و خاک‌های نامناسب برای استفاده از روش میخکوبی
۹۱	۴-۲- مزایای استفاده از روش میخکوبی
۹۱	۴-۳- معایب استفاده از روش میخکوبی
۹۲	۴-۵- تحلیل دیوارهای میخکوبی شده
۹۲	۴-۵-۱- مفهوم انتقال بار در دیوارهای میخکوبی شده
۹۵	۴-۵-۲- حالت‌های حدی
۹۷	۴-۵-۳- حالت‌های گسیختگی خارجی
۹۸	۴-۵-۳-۱- پایداری کلی
۱۰۲	۴-۵-۳-۲- پایداری لغزش
۱۰۴	۴-۵-۳-۳- کنترل ظرفیت باربری (بالا آمدگی کف)
۱۰۶	۴-۵-۳-۴- ملاحظات زمین‌لرزه در پایداری دیوار میخکوبی شده
۱۱۱	۴-۵-۴- حالت‌های گسیختگی داخلی
۱۱۳	۴-۵-۴-۱- مقاومت گسیختگی عمده (تاهمت باند)
۱۱۳	۴-۵-۴-۲- گسیختگی برش عمده (میخ)
۱۱۷	۴-۵-۴-۳- اندرکنش خاک-میخ و توباع نیروی کششی
۱۱۹	۴-۵-۴-۴- طراحی برای گسیختگی کششی میخ
۱۲۰	۴-۵-۵- حالت‌های گسیختگی نما و اندرکنش
۱۲۲	۴-۵-۵-۱- نیروهای کششی در نمای دیوار
۱۲۴	۴-۵-۵-۲- گسیختگی خمشی
۱۲۹	۴-۵-۵-۳- ظرفیت برش سوراخ کننده
۱۳۲	۴-۵-۶- ضرایب اطمینان پیشنهادی برای روش ASD
۱۳۲	۴-۵-۷- رفتار تغییر شکل دیوارهای میخکوبی شده
۱۳۲	۴-۵-۷-۱- جابجایی‌های دیوار
۱۳۵	۴-۵-۷-۲- تغییر شکل‌های دائمی ناشی از زمین‌لرزه
۱۳۶	۴-۵-۸- ترکیبات بارگذاری
۱۳۶	۴-۶- طراحی دیوارهای میخکوبی شده
۱۳۸	۴-۶-۲- ملاحظات اولیه طراحی
۱۳۸	۴-۶-۲-۱- تعیین مقاطع طراحی
۱۳۹	۴-۶-۲-۲- فاصله افقی و قائم میخ‌ها
۱۳۹	۴-۶-۲-۳- الگوی میخ خاک‌ها در سطح دیوار
۱۴۱	۴-۶-۲-۴- زاویه‌ی میخ خاک‌ها
۱۴۲	۴-۶-۲-۵- طول میخ خاک‌ها و چیدمان آنها در مقطع دیوار
۱۴۵	۴-۶-۳- کنترل معیارهای پایداری

۱۴۵	۴-۶-۱- حالت‌های گسیختگی خارجی
۱۴۶	۴-۶-۲- ملاحظات لرزه‌ای
۱۵۰	۴-۶-۳- حالت‌های گسیختگی داخلی
۱۵۰	۴-۶-۴- کنترل تغییر شکل‌های دیوار
۱۵۰	۴-۶-۵- سایر ملاحظات در طراحی دیوارهای میخکوبی شده
۱۵۰	۴-۶-۱- سیستم زهکشی دیوارهای میخکوبی شده
۱۵۳	۴-۶-۲- محافظت در برابر یخبندان
۱۵۴	۴-۶-۲- بارهای خارجی
۱۵۵	۴-۶-۵- طراحی نگهدارنده برای بار مرده نما
۱۵۶	۴-۶-۱- سازه‌های پلکانی
۱۵۶	۴-۶-۵- سازه‌های ترکیبی
۱۵۸	۴-۷- آزمایش‌های بارگذاری
۱۶۰	۴-۷-۲- تجهیزات آزمایشی بارگذاری
۱۶۱	۴-۷-۳- آزمایش‌های تبادلی
۱۶۲	۴-۷-۱- روش انجام آزمایش
۱۶۴	۴-۷-۲- معیارهای پذیرش
۱۶۵	۴-۷-۴- آزمایش‌های گواهی
۱۶۵	۴-۷-۱- روش انجام آزمایش
۱۶۹	۴-۷-۲- معیار پذیرش
۱۶۹	۴-۷-۵- آزمایش‌های خزش
۱۶۹	۴-۷-۱-۵- معیارهای پذیرش
۱۶۹	۴-۷-۶- عدم پذیرش میخ خاک‌ها در آزمایش‌های بارگذاری
۱۷۰	۴-۸- پایش عملکرد دیوار پس از ساخت
۱۷۰	۴-۸-۱- مقدمه
۱۷۲	۴-۸-۲- پارامترهای در نظر گرفته شده برای پایش
۱۷۳	۴-۸-۳- برنامه پایش عملکرد دیوار
۱۷۴	۴-۸-۴- ابزارهای پایش عملکرد دیوار

فصل ۵: پایدارسازی گودها به روش مهارگذاری

۱۷۷	۵-۱- مقدمه
۱۷۸	۵-۲- مهارهای خاک و سیستم‌های مهارسازی
۱۷۸	۵-۲-۱- اجزای اصلی مهارهای خاک
۱۸۰	۵-۲-۲- مصالح تاندون
۱۸۲	۵-۲-۳- دوجاب سیمان

۱۸۲	۵-۲-۴- انواع مهاری‌ها برحسب روش تزریق
۱۸۴	۵-۲-۴-۱- مهاری‌های خاک با تزریق ثقیلی
۱۸۴	۵-۲-۴-۲- مهاری‌های خاک با تزریق تحت فشار
۱۸۵	۵-۲-۴-۳- مهاری‌های خاک با تزریق‌های متعدد تحت فشار
۱۸۵	۵-۲-۴-۴- مهاری‌های خاک با تزریق ثقیلی در مقطع عریض شده‌ی انتهایی
۱۸۵	۵-۳- دیوارهای مهار اصطکاکی
۱۸۷	۵-۳-۱- مراحل ساخت دیوار با پایه نگهبان و مهارگذاری
۱۹۷	۵-۳-۲- دیوارهای پیوسته
۱۹۸	۵-۳-۳- مراحل ساخت دیوار با بلوک و مهارگذاری
۲۰۰	۵-۴- کاربرد های مهاری‌های خاک
۲۰۰	۵-۴-۱- دیوار های حائل بزرگراه
۲۰۱	۵-۴-۲- پیدارسازی شیب و جلوگیری از زمین لغزش
۲۰۲	۵-۴-۳- دوخت به پایین سازه ها
۲۰۳	۵-۵- تحلیل دیوارهای مهار اصطکاکی
۲۰۳	۵-۵-۱- اصول بنیادی طراحی دیوارهای مهار شده
۲۰۵	۵-۵-۲- مکانیزم‌های گسیختگی سیستم‌های مهار شده
۲۰۵	۵-۵-۲-۱- مکانیزم‌های گسیختگی مهاری خاک
۲۰۹	۵-۵-۲-۲- گسیختگی پایه‌های نگهبان
۲۱۰	۵-۵-۲-۳- گسیختگی پوشش محافظ
۲۱۰	۵-۵-۳- انتخاب پارامترهای مقاومت برشی خاک برای طراحی
۲۱۰	۵-۵-۳-۱- مقاومت برشی زهکشی شده خاک‌های دانه‌ای
۲۱۱	۵-۵-۳-۲- مقاومت برشی زهکشی نشده رس عادی تحکیم یافته
۲۱۲	۵-۵-۳-۳- مقاومت برشی زهکشی نشده رس بیش تحکیم یافته
۲۱۲	۵-۵-۳-۴- مقاومت برشی زهکشی شده رس بیش تحکیم یافته
۲۱۳	۵-۵-۴- فشار خاک
۲۱۴	۵-۵-۴-۱- فشار محرک و مقاوم خاک
۲۱۶	۵-۵-۴-۲- فشار خاک در حالت سکون
۲۱۹	۵-۵-۴-۳- تأثیر جابجایی بر فشار خاک
۲۲۲	۵-۶- طراحی دیوارهای مهار اصطکاکی
۲۲۲	۵-۶-۱- ارزیابی فشار خاک برای طراحی دیوار
۲۲۳	۵-۶-۱-۱- نمودارهای توزیع فشار ترزاقی و پک
۲۳۵	۵-۶-۲- روش تحلیل گوه لغزش
۲۳۵	۵-۶-۳- فشار آب
۲۳۸	۵-۶-۴- فشار خاک ناشی از بارهای سطحی

پایدارسازی گودها

- ۲۳۸ ۵-۶-۲- طراحی مهارهای خاک
- ۲۳۹ ۵-۶-۲-۱- موقعیت سطح گسیختگی بالقوه بحرانی
- ۲۳۹ ۵-۶-۲-۲- محاسبه نیروی مهارهای از نمودارهای توزیع فشار خاک
- ۲۴۱ ۵-۶-۲-۳- طراحی طول آزاد مهار
- ۲۴۲ ۵-۶-۲-۴- مهارهای فشاری
- ۲۴۴ ۵-۶-۲-۵- طراحی طول گیردار مهار
- ۲۵۰ ۵-۶-۲-۶- فاصله‌های لازم برای مهارهای خاک
- ۲۵۲ ۵-۶-۲-۱- انتخاب المان فولادی پیش‌تنیده
- ۲۵۳ ۵-۶-۳- طراحی دیوار بر اساس فشارهای جانبی
- ۲۵۳ ۵-۶-۳- طراحی پایه‌های نگهبان و سیرها
- ۲۵۶ ۵-۶-۳-۲- طراحی بن‌های بتن آرمه در دیوارهای با بلوک و مهارگذاری
- ۲۵۶ ۵-۶-۴- ظرفیت جانبی سمت مدفون دیوار
- ۲۵۸ ۵-۶-۴-۱- ارزیابی ظرفیت مقاوم‌هایی
- ۲۵۹ ۵-۶-۴-۲- عمق نفوذ در سترگود
- ۲۶۰ ۵-۶-۴-۳- مقایسه‌ی روش‌های مختلف در برزخ‌ها در خاک‌های مرغوب
- ۲۶۱ ۵-۶-۵- ظرفیت محوری دیوار
- ۲۶۱ ۵-۶-۵-۱- ارزیابی بار محوری
- ۲۶۳ ۵-۶-۵-۲- ظرفیت محوری پایه‌های نگهبان کوپش
- ۲۶۵ ۵-۶-۵-۳- ظرفیت محوری پایه‌های نگهبان درجا ریز
- ۲۶۷ ۵-۶-۶- شیب‌های مهارشده و سیستم‌های پایدارسازی زردی‌ها
- ۲۶۸ ۵-۶-۶-۱- مفاهیم طراحی
- ۲۶۸ ۵-۶-۶-۲- محاسبات تعادل حدی
- ۲۷۰ ۵-۶-۶-۳- مدل‌سازی مقاومت جانبی دیوار در تحلیل‌های تعادل حدی
- ۲۷۲ ۵-۶-۶-۴- مقایسه روش‌های ارزیابی بار زمین در خاک‌های همگن
- ۲۷۳ ۵-۶-۷- پایداری توده خاک
- ۲۷۵ ۵-۶-۷-۲- پایداری کف
- ۲۷۵ ۵-۶-۷-۳- پایداری خارجی
- ۲۷۷ ۵-۶-۸- تغییر مکان‌های دیوار
- ۲۷۸ ۵-۶-۹- طراحی لرزه‌ای
- ۲۷۸ ۵-۶-۹-۱- پایداری داخلی با استفاده از تئوری شبه استاتیکی
- ۲۸۱ ۵-۶-۹-۲- پایداری خارجی با استفاده از تحلیل‌های شبه استاتیکی و تغییر مکان
- ۲۸۳ ۵-۶-۱۰- سیستم‌های زهکشی دیوارهای مهار اصطکاکی
- ۲۸۴ ۵-۶-۱۱- مقاومت بالاترین مهار در برابر بار آزمایش

۲۸۵	۷-۵- ملاحظات خوردگی در طراحی مهارها
۲۸۵	۷-۵-۱- خوردگی و اثرات آن بر مهارهای خاک
۲۸۵	۷-۵-۱-۱- مکانیزم خوردگی فلزی
۲۸۶	۷-۵-۲- انواع خوردگی برای فولاد پیش تنیده
۲۸۷	۷-۵-۲- حفاظت مهارهای خاک در برابر خوردگی
۲۸۷	۷-۵-۲-۱- الزامات سیستم‌های حفاظت در برابر خوردگی
۲۸۸	۷-۵-۲- طراحی سیستم‌های حفاظت در برابر خوردگی
۲۹۴	۷-۵-۳- انتخاب سطح حفاظت در برابر خوردگی
۲۹۴	۷-۵-۳-۱- عمر بهره‌برداری سازه مهارشده
۲۹۵	۷-۵-۳-۲- خوردگی خاک محیط
۲۹۶	۷-۵-۳- عاب گسیختگی سیستم مهارشده
۲۹۶	۷-۵-۴- هزینه برای یک سطح بالاتر حفاظت
۲۹۷	۷-۵-۴- خوردگی فولاد سازه‌ها، دوغاب سیمانی و بتن
۲۹۷	۷-۵-۱-۴- خوردگی و حفاظت از تیرهای نگهدارنده فولادی و سپرها
۲۹۷	۷-۵-۲-۴- تخریب و حفاظت از دوغاب سیمانی و بتن
۲۹۸	۵-۸- آزمایش‌های بارگذاری مهارها و اتصال بار به سیستم مهارشده
۲۹۸	۵-۸-۱- مقدمه
۲۹۸	۵-۸-۲- مفاهیم پایش ظرفیت ناحیه‌ی سردا، مهار
۳۰۰	۵-۸-۳- تجهیزات آزمایش و اعمال تنش
۳۰۰	۵-۸-۳-۱- تجهیزات مورد استفاده در آزمایش‌های بارگذاری
۳۰۳	۵-۸-۴- آزمایش‌های بارگذاری مهار
۳۰۴	۵-۸-۴-۱- آزمایش‌های عملکرد
۳۰۸	۵-۸-۴-۲- آزمایش‌های گواهی (باربری)
۳۰۸	۵-۸-۴-۳- آزمایش خزش طولانی مدت
۳۱۱	۵-۸-۴-۴- معیارهای پذیرش
۳۱۵	۵-۸-۵- بار قفل شدن مهار
۳۱۶	۵-۸-۶- آزمایش lift-off
۳۱۷	فصل ۶: روش‌های زهکشی و خروج آب از بستر زمین
۳۱۷	۶-۱- مقدمه
۳۱۷	۶-۲- روش‌های خروج آب از بستر زمین
۳۱۷	۶-۲-۱- آبکشی
۳۱۸	۶-۲-۲- الکترو اسمز
۳۱۹	۶-۲-۳- زهکش‌ها

- ۳۲۰ ۴-۲-۶- کانال زهکشی در کف گود
- ۳۲۰ ۵-۲-۶- گالری های زهکش
- ۳۲۱ ۳-۶- تذکراتی در مورد زهکشی به روش ثقلی
- ۳۲۲ ۴-۶- کاربرد عایق های رطوبتی
- ۳۲۲ ۱-۴-۶- ژئوممبران
- ۳۲۵ GCL-۲-۴-۶
- ۳۳۵ فصل ۷: تحلیل و طراحی دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی با نرم افزار
- ۳۳۵ ۱-۷- مقدمه
- ۳۳۷ ۲-۷- تحلیل معادل حدی با نرم افزار GeoSlope
- ۳۳۷ ۱-۲-۷- مدل سازی دیوارهای میخکوبی شده یا مهار اصطکاکی با SLOPE/W
- ۳۴۴ ۲-۷- پیش بینی تغییر مکان های دیواره گود از طریق مدل سازی عددی
- ۳۴۴ ۱-۳-۷- روش اجزای محدود
- ۳۴۴ ۲-۳-۷- مدل سازی رفتار در مکانیک خاک
- ۳۴۶ ۴-۷- نرم افزار PLAXIS و پیر برنامه های آن
- ۳۴۶ ۱-۴-۷- مدل های رفتاری در نرم افزار PLAXIS
- ۳۴۸ ۱-۴-۷- تعریف پارامترهای مدل در نرم افزار PLAXIS
- ۳۵۰ ۲-۴-۷- برنامه Input
- ۳۵۰ ۱-۲-۴-۷- المان های مدل سازی رفتار
- ۳۵۲ ۲-۴-۷- المان های مدل سازی رفتار اجزای سازه ای
- ۳۵۴ ۳-۲-۴-۷- سطوح مشترک
- ۳۵۶ ۴-۲-۴-۷- مدل سازی یک نمونه دیوار مسلح شده با سیستم مرکب میخکوبی و مهارگذاری
- ۳۵۷ ۵-۲-۴-۷- شرایط اولیه
- ۳۵۷ ۳-۴-۷- برنامه Calculation
- ۳۵۸ ۱-۳-۴-۷- انواع محاسبات مورد استفاده در نرم افزار
- ۳۵۹ ۲-۳-۴-۷- ساخت مرحله ای
- ۳۵۹ ۳-۳-۴-۷- مراحل تحلیل یک نمونه دیوار مسلح شده با سیستم مرکب در برنامه Calculations
- ۳۵۹ ۴-۳-۴-۷- پارامترهای کنترل پروسه ی تکرار
- ۳۶۲ ۴-۴-۷- برنامه Output
- ۳۶۲ ۵-۴-۷- برنامه Curvers
- ۳۶۲ ۵-۷- نرم افزار Abaqus
- ۳۶۳ ۲-۵-۷- مدل های رفتاری استفاده شده در نرم افزار Abaqus
- ۳۶۵ ۳-۵-۷- نحوه ارتباط اجزای تشکیل دهنده دیوار در نرم افزار Abaqus
- ۳۶۷ ۴-۵-۷- شرایط مرزی

۳۶۷	۵-۵-۷- مدل سازی مراحل ساخت و بارگذاری
۳۶۷	۶-۵-۷- شبکه ی مش بندی و انتخاب نوع المان ها
۳۶۸	۶-۷- مطالعات عددی در ارتباط با دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی
۳۸۷	فصل ۸: مشخصات فنی عملیات اجرایی دیوارهای میخکوبی شده و مهار اصطکاکی
۳۸۷	۱-۸- مقررات کلی اجرا
۳۸۸	۲-۸- تحویل زمین، بررسیهای محلی، نقشه برداری و تجهیز کارگاه
۳۸۹	۳-۸- خاکبرداری
۳۸۹	۱-۳-۸- تعریف انواع خاکبرداری
۳۸۹	۲-۳-۸- عملیات خاکبرداری
۳۹۱	۳-۳-۸- آه ساز سطوح
۳۹۲	۴-۸- شاتکرت
۳۹۳	۱-۴-۸- شناسنامه شاتکرت
۳۹۳	۲-۴-۸- مصالح مورد نیاز شاتکرت
۳۹۴	۱-۲-۴-۸- ضوابط بتن و نگهداری مصالح
۳۹۴	۳-۴-۸- عملیات اجرای شاتکرت
۳۹۶	۴-۴-۸- رواداری های مجاز
۳۹۶	۵-۴-۸- روش ها و ماشین آلات (پوشش شاتکرت)
۳۹۶	۱-۵-۴-۸- فرآیند مخلوط خشک
۳۹۶	۲-۵-۴-۸- پیمانه کردن و اختلاط (مخلوط شاتکرت)
۳۹۶	۳-۵-۴-۸- اجرای بتن پاشی (شاتکرت)
۳۹۸	۴-۵-۴-۸- کنترل ضخامت و مقطع
۳۹۸	۵-۵-۴-۸- نگهداری
۳۹۹	۶-۵-۴-۸- ترمیم
۳۹۹	۷-۵-۴-۸- نمونه برداری و آزمایش شاتکرت
۳۹۹	۵-۸- حفاری گمانه میخ خاک و مهاری
۳۹۹	۱-۵-۸- شناسنامه گمانه
۴۰۰	۲-۵-۸- عملیات پیش از حفاری
۴۰۰	۳-۵-۸- عملیات حفاری
۴۰۱	۴-۵-۸- برخورد به حفرات (Rod fall)
۴۰۱	۵-۵-۸- رواداری های مجاز
۴۰۲	۶-۸- ساخت و نصب
۴۰۲	۱-۶-۸- میخ خاک
۴۰۲	۱-۶-۸-۱- شناسنامه جاگذاری میخ خاک

- ۴۰۲ ۸-۶-۲- ساخت میخ‌خاک
- ۴۰۳ ۸-۶-۳- مشخصات محافظت در برابر خوردگی و دائمی سازی المان‌های مهاری
- ۴۰۳ ۸-۶-۴- نصب میخ‌خاک
- ۴۰۳ ۸-۶-۵- شرایط رزوه و بست رابط (کوپلر)
- ۴۰۳ ۸-۶-۲- مهاری چند کابلی
- ۴۰۴ ۸-۶-۲- شناسنامه جاگذاری مهاری چندکابلی
- ۴۰۴ ۸-۶-۳- ساخت مهاری چندکابلی
- ۴۰۷ ۸-۶-۴- نصب مهاری چند کابلی
- ۴۰۷ ۸-۶-۳- شمع بتنی
- ۴۰۷ ۸-۶-۳- شناسنامه اجرای شمع‌ها
- ۴۰۷ ۸-۶-۳- مصالح مورد نیاز و مراحل اجرایی
- ۴۰۹ ۸-۶-۳- طرح اجرا بر شمع
- ۴۰۹ ۸-۷- تزریق
- ۴۱۰ ۸-۷-۱- شناسنامه رزق
- ۴۱۰ ۸-۷-۲- ساخت دوغاب
- ۴۱۰ ۸-۷-۳- عملیات پیش از تزریق
- ۴۱۰ ۸-۷-۴- عملیات تزریق
- ۴۱۲ ۸-۸- اجرای پد بتنی
- ۴۱۲ ۸-۹- کشش مهاری