



مهندسی در گودبرداری

Engineering in Excavation

تأليف و گردآوری : دکتر بهروز حلیمی

سید مجید آغوشه‌که (دانشجوی دکتری ژئوتکنیک)

www.ketab.ir



سرشناسه	: حلیمی، بهروز، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی در گودبرداری / مولفان بهروز حلیمی، سیدمجید آلبوشوکه.
مشخصات نشر	: همدان: انتشارات تدین، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۳۵ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-7564-37-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: گودبرداری
موضوع	: Excavation
موضوع	: مهاربندی (مهندسی سازه)
موضوع	: (Anchorage Structural engineering
موضوع	: مهاربندی -- قوانین و مقررات -- ایران
موضوع	: Excavation -- Law and legislation - Iran.
شناسه افزوده	: آ. و. ک. - جلد ۱، د، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ / ۵۱ / ۱TH
رده بندی دیویی	: ۶۴۱/۵۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۹۸۹۲۱
طرح روی جلد	: ناهید حلیمی
نشرتدین همدان ۱۳۹۸	
شمارگان	: ۵۰۰:
قیمت	: ۵۰۰۰۰:

انتشارات تدین همدان - تلفن: ۰۹۱۸۵۰۰۲۷۰۱

zahratadayon@yahoo.com

حق چاپ برای ناشر و مؤلف محفوظ است



فصل اول : مبانی گودبرداری

۱	.....	مبانی پایداری
۱	.....	اهمیت موضوع چیست ؟
۲	.....	خطرات گودبرداری و ایمن سازی
۲	.....	ریزش دیواره ها و سقوط آوار
۲	.....	خفگی ناشی از کمبود اکسیژن
۲	.....	خطرات ناشی از برخورد و ایجاد صدمات به تاسیسات زیرزمینی همانند گاز، برق، آب و ...
۲	.....	مسمومیت ناشی از استنشاق بخارات و گازهای سمی
۲	.....	سقوط از ارتفاع
۲	.....	حفظ جان انسان های داخل و خارج گود
۲	.....	حفظ اموال داخل و خارج گود
۲	.....	فرآهم آوردن شرایط ایمن و مطمئن برای اجرای کار
۳	.....	هدف چیست ؟
۳	.....	راز موفقیت
۵	.....	معرفی عوامل موثر در ریزش گود
۱۲	.....	اصلی ترین عوامل طبیعی موثر بر ایجاد خطر
۱۳	.....	گودبرداری چیست ؟
۱۴	.....	انواع خاک ها
۱۵	.....	پارامترهای مهم ژئوتکنیکی خاک
۱۶	.....	بار وارده بر سازه نگهدار چگونه است ؟
۱۸	.....	شیب ایمن خاک
۱۹	.....	راه چاره چیست ؟

فصل دوم : روش های پایدارسازی گود

۲۱	.....	چگونگی پایدارسازی دیواره های گود
۲۱	.....	روش شیب پایدار
۲۲	.....	مقدمه ای بر روش های مهارسازی

عوامل موثر در انتخاب روش های پایدارسازی دیواره گود	۲۳
انواع روشهای پایدار سازی گود	۲۳
انواع روش های متداول پایدارسازی گود (روش های کاربردی)	۲۳
روش خربایی (روش مرسوم)	۲۴
روش اجرای شمع	۳۳
روش میخ کوبی (Nailing)	۳۶
روش دوخت به پشت (TIE BACK)	۴۵
روش دیواره دافراگمی	۴۸
روش مهار متابل	۵۱
روش سپرکوبی	۵۴
روش دیوار حائل	۵۷
روش های متفاوت جهت مقاوم سازی	۵۹
مقاوم سازی و بهسازی مصالح خاص دیواره گود (با توجه به شرایط)	۶۷
نحوه تنظیم قرارداد	۷۶

فصل سوم: مبانی محاسبات انواع سازه های نگهبان

روشهای آنالیز رانکین و مور کولمب (کنترل ریزش گود)	۷۹
مبانی محاسباتی انواع روش های متداول پایدارسازی گود	۷۹
مبانی محاسباتی روش Nailing	۷۹
دیوارهای محافظ میخ گذاری شده	۸۰
تحلیل ساده شده مقاومت کلی	۸۴
فرایندها در تحلیل مقاومت کلی	۸۶
لغزش (سرش)	۸۷
ظرفیت تحمل	۸۸
گسیختگی به سمت خارج میخ	۹۱
اندرکش خاک- میخ و توزیع نیروی کششی	۹۲
توزیع ساده نیروهای کششی میخ	۹۳
توزیع حداکثر نیروهای کششی	۹۴
توزیع اندازه گرفته شده حداکثری نیروهای کششی	۹۶

۹۶	طرح برای گسیختگی کنشی میخ
۹۸	حالت های گسیختگی (وجهی)
۱۰۰	مراحل طراحی دیوارهای میخ گذاری شده در خاک
۱۰۱	طرح دیوار (چارچوب دیوار)
۱۰۱	فاصله افقی و عمودی میخ موجود در خاک
۱۰۲	الگوی میخ ها بر وجه
۱۰۳	تمایل (شیب) میخ ها
۱۰۴	طول میخ موجود در خاک و توزیع
۱۰۷	مصالح میخ ها
۱۰۷	ویژگی های خاک
۱۰۷	سایر نکات اولیه
۱۳۱	طرح شاکریت
۱۳۲	طراحی بلوک بتنی برای انکر (۱ بر - از ترند ۵ رشته ای)
۱۳۲	تعیین میلگردهای کششی
۱۳۲	تعیین ضخامت صفحه باربر
۱۳۴	خاک های مطلوب برای روش مهاربندی (Nailing)
۱۳۵	خاک های نامطلوب برای اجرای روش مهاربندی (Nailing)
۱۳۶	ترکیب بارهای طراحی بصورت دراز مدت شامل
۱۳۷	انواع گسیختگی ها شامل
۱۳۷	مثال طراحی نیلینگ
۱۳۸	حالت طرح گسیختگی خارجی
۱۳۹	نیروی مجاز میخ برای گسیختگی خارجی
۱۴۰	((حالت طرح گسیختگی داخلی میخ ها))
۱۴۰	حالت طرح گسیختگی وجهی (ضلعی)
۱۴۱	فرضیات انتخاب ضخامت و جزییات (Facing)
۱۴۸	مبانی محاسباتی روش دوخت به پشت (Tie BACKS)
۱۵۳	روش اول (روش تحلیلی شیروانی ها) - (روش تقریبی)
۱۵۷	در حالت با نفوذ دوغاب (تزریق) در زون های میخ (بدون فشار تزریقی)

۱۵۹	در حالت فعال شدن کابل‌های کششی به‌مراه تزریق
۱۶۰	حل مسأله در حالت فعال کردن نیروی پیش‌تندگی در کابل و اعمال آن بر روی گوه گسیختگی
۱۶۲	مبانی محاسباتی روش دیواره دیافراگمی
۱۶۷	مبانی محاسباتی روش مهار متقابل
۱۷۰	محاسبه مقطع موردنیاز آلماح‌ها
۱۷۲	مبانی محاسباتی روش مهار متقابل - (طراحی دستک‌ها)
۱۷۲	طراحی دستک‌ها
۱۷۷	مبانی محاسبات روش سپرکوبی (sheet pile)
۱۸۲	مبانی محاسباتی روش خربایی (روش مرسوم)
۱۸۳	طراحی اولیه آلماح قائم
۱۸۵	طراحی ثانویه آلماح‌های خربایی (برس تحلیل خربا - گره به گره)
۱۸۷	نیروهای وارده به گره‌های آلماح خربایی
۱۸۹	نمودارهای کاربردی در سازه‌های آلماح خربایی
۱۹۱	دیتیل اجرایی سازه نگهبان
۱۹۲	جزئیات اتصال اعضای قائم به شمع‌های بدون بسته
۱۹۴	جزئیات مهاربندی اعضای بادی‌بندی سازه نگهبان و آلماح‌های ضربدری (میان قاب‌ها)
۱۹۵	منخصات تکمیلی شمع‌ها، پی‌ها و اعضای مهار
۱۹۶	مقادیر تخمینی پارامترهای موثر طراحی در خاک
۱۹۷	جدول تخمین مقاومت مجاز خاک‌ها
۱۹۸	مبانی محاسباتی روش دیوار حائل
۲۰۱	مرحله سوم محاسبه فشار مقاوم در پنجه
۲۰۴	محاسبه لنگر مقاوم
۲۰۸	مبانی محاسباتی روش‌های دیگر جهت مقاوم‌سازی
۲۰۸	کنترل فرسایش شیروانی و ترانشه‌ها
۲۱۲	محاسبه طول کل ژئوتکستایل
۲۱۴	گابیون‌ها (تورهای سیمی)
۲۱۵	مشخصات فنی
۲۱۷	ارزیابی دیوارهای گابیونی

۲۱۷	 میانی محاسباتی گابیون ها (تورهای سیمی)
۲۱۹	 کنترل لغزش کلی خارجی (SLIDE)
۲۲۰	 کنترل لغزش خارجی برای ترازهای مختلف
۲۲۰	 کنترل واژگونی کلی خارجی (COLLAPSE)
۲۲۱	 روش پوشش های گیاهی
۲۲۲	 روش اصلاح هندسی شیب
۲۲۳	 روش طراحی و اجرا
۲۲۳	 نوع زمین لغزش
۲۲۳	 بزرگی زمین لغزش
۲۲۴	 محدودیت های ارزیابی
۲۲۴	 مسائل اقتصادی
۲۲۴	 پایداری سازی با تکنیک های مهندسی
۲۲۵	 اثرات مثبت و منفی پوشش گیاهی در پایداری سازی دامنه ها
۲۲۵	 اثرات مثبت
۲۲۵	 اثرات منفی
۲۲۶	 نکات مهم جهت اجرای پروژه های مهندسی
۲۲۷	 نقش های پوشش گیاهی
۲۲۷	 روش های کشت
۲۲۷	 مدیریت و رفتارسنجی
۲۲۸	 انتخاب نوع پوشش گیاهی
۲۲۹	 نقش ریشه ها در پایداری دامنه
۲۲۹	 ترکیبات فعال کننده سطح
۲۳۱	 میانی محاسباتی پوشش گیاهی
۲۴۱	 مقاوم سازی و بهسازی مصالح خاکی دیواره گود (با توجه به شرایط)
۲۴۲	 تزریق در خاک با مواد سیمانی
۲۴۳	 روش های بهسازی خاک ها
۲۴۴	 چند مورد از کاربردهای تزریق
۲۴۵	 تجهیزات اصلی مورد استفاده در تزریق

۲۴۵	روش های مختلف تزریق
۲۴۶	تزریق نفوذی
۲۴۷	انواع تزریق نفوذی
۲۴۷	تزریق تراکمی
۲۴۷	تزریق با ایجاد ترک
۲۴۸	تزریق به کمک جریان تند آب
۲۴۸	انواع حالات مواد تزریق
۲۴۹	مضاح تزریق
۲۴۹	خاکستر پودر شده مقاوم سوختنی
۲۴۹	سیمان
۲۵۰	رس
۲۵۰	مواد شیمیایی
۲۵۱	قیر
۲۵۲	میزان نفوذ تزریق
۲۵۲	حجم تزریق
۲۵۳	پارامترهای موثر بر روش های مختلف تزریق
۲۵۳	نسبت آب به مواد جامد
۲۵۳	نسبت PFA به سیمان
۲۵۳	نسبت رس به سیمان
۲۵۴	مقاومت
۲۵۴	دانه بندی
۲۵۴	مبانی محاسباتی روش بهسازی با تزریق (تزریق تراکمی)
۲۵۷	بررسی کفایت مقاومت برشی خاک در عمق ۳ متری
۲۶۱	طرح اختلاط مضاح تزریق
۲۶۴	طرح اختلاف مضاح تزریقی
۲۶۵	مقادیر درصد وزنی مضاح تزریقی
۲۶۵	ستون های سنگی
۲۶۵	ستون های سنگی منفرد

۲۶۷	تحلیل عددی ستون های سنگی منفرد توسط نرم افزار (STONEC)
۲۶۹	تسلیح (ستون های سنگی ، ژئوتکستایل ، میخکوبی و ...)
۲۶۹	مبانی محاسباتی ستون های سنگی (Stone Column)
۲۷۰	مکانیسم گسیختگی ستون های سنگی در حالات مختلف
۲۷۵	تراکم (مکانیکی ، دینامیکی ، ارتعاشی ، انفجاری ، پیش بارگذاری و تحکیم و ...)
۲۷۵	مبانی محاسباتی روشهای تراکمی
۲۷۹	زهکشی (قائم و افقی شنی ، قائم و افقی ماسه ای ، ژئوسنتتیک ها ، پرده آب بند و ...)
۲۷۹	مبانی محاسباتی زهکش های قائم و افقی با استفاده از مصالح شنی و ماسه ای
۲۸۲	مثال شماره ۴ م (روش حل دقیق - خارج از الگوی آیین نامه ایرانی)
۲۸۴	مثال شماره ۵ ، حاسبه و طراحی زهکش های افقی

فصل چهارم : روش نوین «تحلیل سریع گود در محل»

۲۸۸	مقدمه
۲۸۸	روش تحلیل سریع گود در محل (روشی ساده برای دستگاه نظارت و مجریان)
۲۸۹	عوامل تأثیرگذار اصلی
۲۸۹	عوامل تأثیرگذار ثانویه
۲۸۹	وجود آب (WATER)
۲۹۱	مشخصات مکانیکی (MATERIAL PROPERTIES)
۲۹۳	ارتفاع گود (HEIGHT)
۲۹۴	سربار (LOAD)
۲۹۶	نمایش محدوده های لازم و اهمیت خطریذیری در گود
۲۹۶	تحلیل نرم افزاری و روش های عددی - نرم افزار پیشنهادی (PLAXIS-2D)
۲۹۸	تحلیل پاسخ توده به گسیختگی

فصل پنجم : مقررات حفاظتی و ایمنی حاکم

۳۰۰	بخش قوانین و مقررات جاری (گزیده ای از مباحث ایمنی کارگاه و قوانین مرتبط)
۳۰۰	ضوابط ایمنی و حفاظت محیط کار (منطبق با مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان)
۳۰۲	چگونه خطرات گودبرداری ساختمانی را کاهش دهیم؟
۳۰۲	ضعیف و یا حساس بودن ساختمان مجاور
۳۰۲	ضعیف بودن خاک

۳۰۲	عمیق بودن گود
۳۰۳	مدت بازماندن گود
۳۰۳	آبهای سطحی و زیرسطحی

فصل ششم: قوانین مرتبط حقوقی حاکم

۳۱۲	مقدمه
۳۱۳	قوانین و ضوابط حقوقی موجود
۳۱۳	مواردی از قوانین مرتبط حقوقی در خصوص گودبرداری در قانون مجازات اسلامی
۳۱۴	موادی از قانون و مسئولیت مدنی
۳۱۵	انواع فرم های گزارش کتبی: (منطبق با مبحث دوم مقررات ملی ساختمان)
۳۲۲	نمونه گزارش کتبی به مراجع ذربط
۳۲۳	مروری بر ریزش های صورت گرفته و نتیجه گیری
۳۲۴	منابع و مراجع
۳۳۵	سخن آخر با خوانندگان این مجموعه

مقدمه مؤلفین

در سالهای اخیر با توجه به توسعه و گسترش شهر ها و افزایش قیمت ملک ، لزوما بحث تراکم و احداث ساختمان ها با تعداد طبقات بیشتر مطرح می گردد . حال بدلیل وجود شرایط تعیین کننده ژئوتکنیکی و معماری محل ، بررسی شرایط پایداری گود یکی از مسائل مهم و حیاتی به شمار می آید . انجام گودبرداری های غیراصولی و عدم آشنائی با علوم و رفتار و اندرکنش بین سازه و خاک همواره باعث رخداد های ناگوار و غیر قابل جبران خواهد شد .

در بسیاری از پروژه های ساختمانی لازم است در زمین به منظور تامین برخی از اهداف سازه ای ، معماری و غیره گودبرداری انجام شود که در مناطق شهری به دلیل محدودیت های موجود دیواره های گود معمولا قائم یا نزدیک به قائم اجرا میگردند و این شکل گودبرداری به دلیل پاره ای مسائل نیازمند توجه ویژه می باشد ، چرا که سازه نگهبان نقش جایگزینی برای خاک برداشته شده را ایفاء می کند .

همانطوری که می دانید، گودبرداری مجموعه عملیاتی است که در اثر کندن خاک از تراز سطح زمین طبیعی با اهداف ، تعیین شده و وارد شدن به عمق خاک در تراز مشخص صورت می پذیرد و مطابق با بند ۷ از مقدمه فصل سوم فهرست برای این سازه ، گود به محلی اطلاق می شود که پس از خاکبرداری و رسیدن به رقوم نهایی از همه جهت بین تراز زمین طبیعی قرار گرفته و عمق متوسط آن از ۶۰ سانتی متر کمتر نباشد . زمانی که در یک محل گودبرداری انجام میشود و دیواره ای قائم از خاک ایجاد میگردد بر این دیواره قائم دو دسته نیرو اعمال میشود دست اول نیروهای محرک و دسته دوم نیروهای مقاوم نامیده میشوند . به نیروهای محرک نیروهایی گفته میشود که ناشی از وزن خاک و سربارهای اطراف گود باشند و این نیروها تمایل به تخریب دیوار گود داشته که در مقابل نیروهای مقاوم نیروهایی هستند که تمایل به پایداری و جلوگیری از ریزش گود دارند .

در طراحی هر سازه نگهبان و با پایدارسازی هر دیوار گود لازم است با در نظر گرفتن این دیدگاه پیش رویم که نیروهای مقاوم را افزایش داده و یا نیروهای محرک را کاهش دهیم . بر این اساس هر راهکاری که در جهت پایدارسازی یک دیواره ارائه میشود بایستی قادر باشد که نیروهای مقاوم را افزایش و یا نیروهای محرک را کاهش دهد و تلفیق این دو رویکرد را در پی داشته باشد .

کتاب حاضر در عین سادگی با هدف کمک به جامعه ژئوتکنیکی کشور راهکارهای اصلی رفع مشکلات رو در روی عوامل اجرایی و نظارتی درگیر در سازه های خاکی (دیواره های گودبرداری) ارائه شده . با تشریح نموده و در فصول مختلف آن مبانی محاسباتی- اجرایی- نظارتی - کنترل های عددی و سری نمودارها را مورد بررسی قرار داده است .

مؤلفین مجموعه امیدوار هستند تا با ارائه مطالب آورده شده، از این پس ما شاهد حوادث ناگوار مالی و جانی ناشی از عدم رعایت اصول و مبانی گودبرداری و سازه نگهبان نباشیم . از خوانندگان محترم تقاضا نمودیم تا نظرات و پیشنهادات سازنده خود را به آدرس ایمیل زیر ارسال فرمائید .