

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مهندسی ژئوتکنیک

بررسی های زیر سطحی

تالیف

دکتر حسن رحیمی

۱۳۹۲



شماره مسلسل ۷۷۵۹

شماره ۳۴۲۱

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: رجبی، حسن، ۱۳۲۵
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی ژئوتکنیک / تألیف حسن رجبی
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: [۳] ج. : مصور (رنگ)، جدول.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۳۴۲۱.
شابک	: 978-964-03-6554-0
یادداشت	: کتابنامه.
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا.
مدرجات	: ج. ۱. بررسی‌های زیرسطحی.
موضوع	: زمین‌شناسی مهندسی.
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات.
موضوع	: م. سازی.
رده‌بندی کنگره	: TA ۷۰۵ / ۲۷ م ۹ ۱۳۹۳
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴:۱۵۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۴۵۸۱۳

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

ISBN:978-964-03-6554-0



9 789640 365540

عنوان: مهندسی ژئوتکنیک: بررسی‌های زیرسطحی

تألیف: دکتر حسن رجبی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب یا مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۲۷۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: <http://press.ut.ac.ir> - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸

فهرست مطالب

۱	فصل اول: برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک
۱-۱	۱- مقدمه
۱	۲- نیازهای ژئوتکنیکی سازه‌های مختلف
۵	۳- اهداف مطالعات ژئوتکنیک
۶	۴- روش‌های تهیه اطلاعات ژئوتکنیک
۷	۱-۴-۱ روش‌های غیرمستقیم
۸	۲-۴-۱ روش‌های مستقیم
۱۰	۵- مراحل مطالعات ژئوتکنیک
۱۱	۱-۵-۱ مطالعات مقدماتی (فاز صفر)
۱۲	۲-۵-۱ مطالعات طراحی عمومی (مرحله ۱)
۱۳	۳-۵-۱ مطالعات طراحی تفصیلی (مرحله ۲)
۱۳	۴-۵-۱ مطالعات حین اجرا (مرحله ۳)
۱۳	۵-۵-۱ مطالعات پس از اجرا (مرحله ۴)
۱۴	۶-۱ فاصله نقاط شناسایی و عمق اکتشاف
۱۷	۱-۶-۱ فاصله نقاط شناسایی
۲۰	۲-۶-۱ عمق شناسایی
۲۱	۱-۲-۶-۱ عمق اکتشاف پی سازه‌های متعارف
۲۵	۲-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در دیوارهای حائل و اسکله‌ها
۲۶	۳-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در تراس‌ها و خاکریزها
۲۷	۴-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در گودبرداریهای عمیق
۲۸	۵-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در سدهای مخزنی و انحرافی
۳۰	۶-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در تونل‌ها
۳۰	۷-۲-۶-۱ عمق اکتشاف راه‌ها و راه‌آهن
۳۱	۸-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در خطوط لوله
۳۲	۹-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در کانال‌ها و زهکش‌ها
۳۴	۱۰-۲-۶-۱ عمق اکتشاف در شمع کوبی‌ها
۳۵	۱۱-۲-۶-۱ عمق اکتشاف مصالح قرضه
۳۵	۳-۶-۱ جهت حفر گمانه‌های اکتشافی
۳۶	۴-۶-۱ آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی
۳۹	۷-۱ تدوین قرارداد مطالعات ژئوتکنیک
۳۹	۱-۷-۱ محتویات قرارداد مطالعات ژئوتکنیک
۴۰	۲-۷-۱ هزینه مطالعات ژئوتکنیک

۴۷	فصل دوم: کاوش‌های ژئوفیزیکی
۴۷	۱-۲- مقدمه
۵۰	۲-۲- روش لرزه‌سنجی
۵۴	۲-۲-۱- لرزه‌سنجی انکساری
۶۱	۲-۲-۲- تحلیل پیمایش امواج انکساری
۶۸	۲-۲-۳- روش لرزه‌سنجی انعکاس
۷۰	۳-۲- مقاومت سنجی الکتریکی
۷۱	۳-۲-۱- مبانی روش مقاومت سنجی الکتریکی
۷۱	۳-۲-۲- روش‌های مقاومت‌سنجی الکتریکی
۷۴	۳-۳-۲- مقاومت الکتریکی ویژه مواد مختلف
۷۴	۳-۳-۴- تغییر مقاومت الکتریکی در مرز لایه‌ها
۷۹	۴-۲- روش ثقل‌سنجی
۷۹	۴-۲-۱- اصول روش ثقل‌سنجی
۸۰	۴-۲-۲- روش‌های اندازه‌گیری شتاب ثقل
۸۳	۴-۲-۳- عوامل مؤثر بر شتاب ثقل
۸۷	۴-۲-۴- تشخیص عوارض زیرسطحی به شیوه ثقل‌سنجی
۹۰	۵-۲- روش مغناطیس‌سنجی
۹۱	۵-۲-۱- مبانی روش مغناطیس‌سنجی
۹۲	۵-۲-۲- مقادیر حساسیت مغناطیسی
۹۳	۶-۲- روش نفوذ موج رادار زمینی (GPR)
۹۳	۶-۲-۱- مبانی روش نفوذ موج رادار
۹۴	۶-۲-۲- روش استفاده از نفوذ موج رادار زمینی
۹۶	۶-۳- مزایای روش GPR
۹۶	۶-۴- ویژگی‌های کار با روش GPR
۱۰۰	منابع فصل دوم

۱۰۳	فصل سوم: حفاری‌های اکتشافی
۱۰۳	۱-۳- مقدمه
۱۰۳	۲-۳- انواع روش‌های حفاری ژئوتکنیکی
۱۰۴	۳-۳- چاه‌های گمانه (حفاری غیرقابل دسترس)
۱۰۵	۳-۳-۱- اجزای وسایل حفاری ماشینی
۱۰۶	۳-۳-۲- حفاری ضربه‌ای
۱۱۰	۳-۳-۳- حفاری دورانی
۱۱۶	۳-۳-۴- حفاری با اوگر
۱۲۶	۳-۵- حفاری با روش مغزه‌گیری پیوسته

۱۲۷	۶-۳-۳- مقایسه روش‌های مختلف حفاری ماشینی
۱۲۸	۴-۳- حفاری‌های شناسایی قابل دسترس
۱۲۸	۱-۴-۳- ویژگی‌های حفاری‌های شناسایی قابل دسترس
۱۳۰	۲-۴-۳- چال شناسایی
۱۳۰	۳-۴-۳- ترانشه شناسایی
۱۳۱	۴-۴-۳- تونل، گالری یا شاف شناسایی
۱۳۲	۵-۳- روش‌های تثبیت چاه‌های گمانه
۱۳۳	۱-۵-۳- روش تثبیت با آب
۱۳۳	۲-۵-۳- روش تثبیت با گل حفاری
۱۳۵	۳-۵-۳- روش تثبیت با لوله جدار
۱۳۷	۴-۵-۳- روش تثبیت با انجماد
۱۳۷	۵-۵-۳- روش تثبیت با تزریق
۱۳۸	۶-۳- شناسایی و ارزیابی صحرایی مصالح حفر شده
۱۳۸	۱-۶-۳- بافت یا جنس
۱۴۱	۲-۶-۳- لایه‌بندی
۱۴۱	۳-۶-۳- رطوبت
۱۴۲	۴-۶-۳- رنگ
۱۴۲	۵-۶-۳- بو
۱۴۲	۶-۶-۳- منشأ تشکیل

فصل چهارم: نمونه‌برداری ۱۵۵

۱۵۵	۱-۴- مقدمه
۱۵۵	۲-۴- انواع نمونه‌ها
۱۵۶	۱-۲-۴- نمونه‌های دست خورده
۱۵۶	۲-۲-۴- نمونه‌های دست نخورده
۱۵۷	۳-۴- کیفیت نمونه
۱۵۹	۴-۴- روش‌های نمونه‌برداری دست خورده
۱۵۹	۱-۴-۴- نمونه دست خورده دستی
۱۵۹	۲-۴-۴- نمونه‌برداری با اوگر
۱۶۳	۵-۴- روش‌های نمونه‌برداری دست نخورده
۱۶۳	۱-۵-۴- نمونه‌بردار شلبی
۱۶۸	۲-۵-۴- نمونه‌بردار پیستونی
۱۶۹	۳-۵-۴- نمونه‌بردار U4 یا U100
۱۷۲	۴-۵-۴- نمونه‌برداری با مغزه‌گیری
۱۷۳	۱-۴-۵- مغزه‌گیری از سنگ و خاک

۱۷۹	۴-۵-۳- اندازه سر مته‌های مغزه‌گیری
۱۸۱	۴-۵-۳- شکل و کیفیت سر مته‌های مغزه‌گیری
۱۸۴	۴-۵-۴- مغزه‌گیری از خاک
۱۸۷	۴-۵-۴- سرعت دوران مته
۱۸۸	۴-۵-۴- فشار روی سر مته
۱۸۸	۴-۵-۴- غلظت و میزان جریان مایع حفاری
۱۸۹	۴-۵-۴- تمیز کردن گمانه
۱۸۹	۴-۵-۵- استخراج مغزه
۱۹۱	۴-۵-۶- ارزیابی کیفیت مغزه‌گیری
۱۹۴	۴-۵-۷- توصیه‌های اجرایی در مغزه‌گیری
۱۹۶	۴-۷- حمل و نگهداری نمونه‌های دست نخورده و مغزه‌ها
۲۰۰	۴-۸- نمونه‌برداری دست نخورده به راه دستی
۲۰۱	۴-۹- نمونه‌برداری حجیم
۲۰۱	۴-۱۰- مقایسه انواع روش‌های نمونه‌برداری
۲۰۳	مسائل فصل چهارم
۲۰۴	منابع فصل چهارم
۲۰۹	فصل پنجم: آزمایش‌های صحرایی (درجا) روی مصالح خاکی
۲۰۹	۵-۱- مقدمه
۲۱۰	۵-۲- آزمایش‌های تعیین مقاومت
۲۱۰	۵-۲-۱- آزمایش‌های نفوذسنجی
۲۱۳	۵-۲-۲-۱- تصحیح عدد N
۲۲۱	۵-۲-۲-۳- مزایا و معایب آزمایش نفوذ استاندارد
۲۲۲	۵-۲-۳- آزمایش نفوذ مخروط (CPT)
۲۲۷	۵-۲-۴- مزایا و معایب آزمایش نفوذ مخروط
۲۲۸	۵-۲-۵- رابطه بین نتایج آزمایش‌های SPT و CPT
۲۳۰	۵-۲-۶- انواع دیگر آزمایش‌های نفوذ استاتیکی مخروط
۲۳۶	۵-۳- آزمایش دینامیکی مخروط نفوذ (DCP)
۲۳۹	۵-۴- آزمایش برش پره‌ای صحرایی (VST)
۲۳۹	۵-۴-۱- جزئیات ابزار مورد استفاده
۲۴۰	۵-۴-۲- محاسبه مقاومت برشی
۲۴۴	۵-۴-۳- نتایج آزمایش برش پره‌ای
۲۴۴	۵-۴-۴- اصلاح نتایج آزمایش برش پره‌ای
۲۴۵	۵-۴-۵- مزایا و معایب آزمایش برش پره‌ای
۲۴۶	۵-۵- تعیین مقاومت با میله‌های نفوذسنج

۲۴۸	۵-۶- آزمایش‌های مقاومت - تغییر شکل پذیری
۲۴۸	۵-۶-۱- آزمایش فشارسنج منارد (PMT)
۲۵۳	۵-۶-۲- آزمایش اتساع‌سنج صفحه مسطح (DMT)
۲۵۹	۵-۶-۳- آزمایش‌های بارگذاری
۲۶۳	۵-۷- مقایسه روش‌های مستقیم مقاومت‌سنجی درجا
۲۶۵	۵-۸- آزمایش‌های ژئوفیزیکی تعیین مقاومت
۲۶۵	۵-۸-۱- لرزه‌سنجی داخل گمانه (DHT)
۲۶۷	۵-۸-۲- لرزه‌سنجی بین گمانه‌ای (CHT)
۲۶۸	۵-۸-۳- لرزه‌سنجی با امواج سطحی (SASW)
۲۶۸	۵-۸-۴- چگونگی استفاده از نتایج بررسی‌های ژئوفیزیکی
۲۶۸	۵-۸-۵- مزایا و معایب روش‌های ژئوفیزیکی
۲۶۹	۵-۹- آزمایش‌های نفوذپذیری
۲۶۹	۵-۹-۱- آزمایش پمپاژ به درون (آزمایش لوفران)
۲۷۲	۵-۹-۲- آزمایش پمپاژ به بیرون (آزمایش پمپاژ)
۲۷۴	۵-۹-۳- آزمایش‌های نفوذپذیری خاص
۲۷۶	مسائل فصل پنجم
۲۷۹	منابع فصل پنجم

۲۸۵	فصل ششم: آزمایش‌های صحرایی سنگ
۲۸۵	۶-۱- مقدمه
۲۸۵	۶-۲- آزمایش‌های تعیین مقاومت
۲۸۵	۶-۲-۱- آزمایش برش مستقیم
۲۸۸	۶-۲-۲- آزمایش مقاومت فشاری تک محوری
۲۹۰	۶-۲-۳- آزمایش‌های تعیین تنش‌های درجا
۲۹۰	۶-۳-۱- آزمایش شکست هیدرولیکی (HFT)
۲۹۴	۶-۳-۲- آزمایش دور تراشی مغزه
۲۹۹	۶-۴- آزمایش‌های تغییر شکل‌پذیری
۳۰۱	۶-۴-۱- آزمایش صفحه‌چک (PJT)
۳۰۱	۶-۴-۲- آزمایش بارگذاری صفحه‌ای (PLT)
۳۰۲	۶-۴-۳- بارگذاری شعاعی با چک (آزمایش چک گودمن)
۳۰۳	۶-۴-۴- آزمایش چک مسطح
۳۰۵	۶-۵- آزمایش‌های نفوذپذیری در سنگ
۳۰۵	۶-۵-۱- جزییات آزمایش پکر
۳۰۸	۶-۵-۲- ارزیابی نفوذپذیری سنگ
۳۰۸	۶-۵-۳- بررسی رفتار توده سنگ در آزمایش پکر

۳۱۱	۴-۵-۶- تفسیر نتایج آزمایش فشار آب
۳۱۴	۵-۵-۶- ابزار انجام آزمایش فشار آب
۳۱۵	۶-۵-۶- روابط ضریب نفوذپذیری
۳۱۷	مسائل فصل ششم
۳۱۸	منابع فصل ششم

فصل هفتم: آزمایش‌های آزمایشگاهی خاک

۳۲۱	۱-۷- مقدمه
۳۲۱	۲-۷- خلاصه‌ای از آزمایش‌های عمومی خاک
۳۲۲	۳-۷- تشریح نظری
۳۲۵	۴-۷- آزمایش‌های شناسایی (مشخصات نمایه)
۳۲۵	۱-۴-۷- آزمایش تعیین رطوبت
۳۲۶	۲-۴-۷- آزمایش تعیین وزن مخصوص
۳۲۷	۳-۴-۷- آزمایش تعیین وزن واحد حجم
۳۲۷	۴-۴-۷- آزمایش دانه‌بندی
۳۳۰	۵-۴-۷- آزمایش‌های خمیرایی
۳۳۳	۶-۴-۷- آزمایش تراکم
۳۳۶	۷-۴-۷- طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها
۳۳۸	۵-۷- آزمایش‌های شیمیائی
۳۴۰	۶-۷- آزمایش‌های تعیین مقاومت
۳۴۰	۱-۶-۷- آزمایش مقاومت فشاری تک محوری
۳۴۲	۲-۶-۷- آزمایش برش مستقیم
۳۴۷	۳-۶-۷- آزمایش سه محوری
۳۵۰	۴-۶-۷- آزمایش ستون رزونانت
۳۵۲	۵-۶-۷- آزمایش برش پره کوچک
۳۵۴	۶-۶-۷- آزمایش سی بی آر
۳۵۶	۷-۶-۷- آزمایش کمیت آر
۳۶۱	۷-۷- آزمایش‌های تغییر شکل پذیری
۳۶۱	۱-۷-۷- آزمایش تحکیم
۳۶۷	۲-۷-۷- آزمایش تعیین پتانسیل تورم پذیری
۳۶۹	۸-۷- آزمایش‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک
۳۶۹	۱-۸-۷- آزمایش‌های ارزیابی پتانسیل واگرایی خاک‌ها
۳۷۴	۲-۸-۷- آزمایش‌های ارزیابی پتانسیل رمبندگی خاک‌ها
۳۷۴	۹-۷- آزمایش‌های نفوذپذیری
۳۷۷	منابع فصل هفتم

فصل هشتم ۳۷۹

۳۷۹	۱-۸- مقدمه
۳۸۰	۲-۸- انواع آزمایش‌های نمونه‌های سنگی
۳۸۰	۳-۸- آزمایش‌های ارزیابی مقاومت فشاری
۳۸۲	۱-۳-۸- آزمایش مقاومت نقطه‌ای
۳۸۵	۲-۳-۸- آزمایش مقاومت فشاری تک محوری
۳۸۷	۳-۳-۸- آزمایش مقاومت فشاری سه محوری
۳۸۸	۴-۳-۸- آزمایش چکش اشمید
۳۹۰	۵-۳-۸- آزمایش اولترا سونیک
۳۹۱	۴-۸- آزمایش‌های ارزیابی مقاومت کششی
۳۹۳	۵-۸- آزمایش مقاومت برشی
۳۹۵	۶-۸- آزمایش‌های بایایی (دوام)
۳۹۶	۱-۶-۸- آزمایش وارفتگی
۳۹۸	۲-۶-۸- آزمایش تعیین درجه سلامت مصالح سنگی
۳۹۸	۳-۶-۸- آزمایش تعیین بایایی در مقابل یخ‌زدگی و ذوب مکرر
۳۹۸	۷-۸- آزمایش‌های سنگدانه‌ها
۳۹۹	۱-۷-۸- آزمایش سایش لس آنجلس
۴۰۰	۲-۷-۸- آزمایش ارزش ضربه‌ای سنگدانه
۴۰۱	۳-۷-۸- آزمایش ارزش خرد شدگی سنگدانه
۴۰۳	۴-۷-۸- آزمایش تعیین نمایه‌های شکل دانه‌ها
۴۰۴	۸-۸- آزمایش‌های تغییر شکل‌پذیری
۴۰۵	۹-۸- آزمایش نفوذپذیری
۴۰۷	۱۰-۸- آزمایش وزن واحد حجم و جذب آب
۴۰۸	مسائل فصل هشتم
۴۰۹	منابع فصل هشتم

فصل نهم ۴۱۱

۴۱۱	۱-۹- مقدمه
۴۱۲	۲-۹- ترکیب و طبقه‌بندی خاک‌ها
۴۱۳	۱-۲-۹- طبقه‌بندی و ژئواستراتیگرافی خاک
۴۱۴	۲-۲-۹- طبقه‌بندی خاک هنگام نمونه‌برداری
۴۱۵	۳-۲-۹- طبقه‌بندی خاک به کمک مخروط نفوذ سنج (پنترومتر)
۴۱۷	۴-۲-۹- طبقه‌بندی خاک با استفاده از دیلاتومتر مسطح
۴۱۹	۳-۹- دانسیته (تراکم) خاک
۴۱۹	۱-۳-۹- وزن واحد حجم

۴۲۳	۹-۳-۲- روابط دانسیته نسبی
۴۳۰	۹-۴- روابط شاخص‌های مقاومت برشی و تاریخچه تنش
۴۳۰	۹-۴-۱- کاربرد نتایج آزمایش نفوذ استاندارد
۴۳۳	۹-۴-۲- کاربرد نتایج آزمایش مخروط نفوذ استاتیکی
۴۳۶	۹-۴-۳- کاربرد نتایج آزمایش برش پیرمای
۴۳۷	۹-۵- ویژگی‌های تحکیمی خاک
۴۴۵	۹-۶- مقاومت برشی خاک‌های رسی و سیلتی
۴۵۲	۹-۷- تنش‌های جانبی
۴۵۴	۹-۸- شاخص‌های سفتی و تغییر شکل‌پذیری
۴۵۷	۹-۸-۱- مدول کرنش کوچک
۴۵۹	۹-۸-۲- کاهش مدول برشی
۴۶۰	۹-۸-۳- ارزیابی مستقیم و غیر مستقیم Go
۴۶۳	۹-۹- ویژگی‌های جریان
۴۶۳	۹-۹-۱- استفاده از نتایج آزمایش تحکیم
۴۶۴	۹-۹-۲- استفاده از روابط تجربی
۴۶۶	۹-۱۰- مقادیر نمونه شاخص‌های ژئوتکنیکی خاک‌ها
۴۶۶	۹-۱۰-۱- شاخص‌های فیزیکی و مقاومتی
۴۶۷	۹-۱۰-۲- شاخص‌های الاستیکی
۴۶۹	۹-۱۰-۳- قابلیت زهکشی
۴۷۰	۹-۱۰-۴- شاخص‌های ژئوتکنیکی بر حسب منشأ تشکیل خاک
۴۷۵	منابع فصل نهم

فصل دهم

۴۷۹	تفسیر نتایج آزمایش‌های سنگ
۴۷۹	۱۰-۱- مقدمه
۴۷۹	۱۰-۲- رخنمون سنگ‌ها در سطح زمین
۴۸۰	۱۰-۳- ویژگی‌های سنگ سالم
۴۸۰	۱۰-۳-۱- وزن مخصوص
۴۸۳	۱۰-۳-۴- مقاومت فشاری
۴۸۵	۱۰-۳-۵- مقاومت کششی
۴۸۶	۱۰-۳-۶- مدول الاستیسیته
۴۸۷	۱۰-۳-۷- مقاومت برشی
۴۸۹	۱۰-۴- شاخص‌های موثر بر کیفیت توده سنگ
۴۹۰	۱۰-۵- سیستم‌های طبقه‌بندی سنگ‌ها
۴۹۷	۱۰-۵-۲- نظریه زمان ایستایی

۵۰۱	۴-۵-۱۰ طبقه‌بندی توصیفی توده سنگ
۵۱۷	۹-۵-۱۰ روش نمایه کیفی تونلسازی در سنگ یا روش Q
۵۲۶	۱۰-۹-۱۰ توضیحات ضروری برای کاربرد جدول‌های روش Q
۵۲۷	۱۰-۵-۲- سیستم تکیه‌گاهی پیشنهادی در روش Q
۵۳۰	۱۰-۵-۳- رابطه بین Q و سایر مشخصات فنی توده سنگ
۵۳۰	۱۰-۵-۴- روابط بین RMR, RSR و Q
۵۳۱	۱۰-۵-۱۰ روش نمایه مقاومت زمین شناسی یا روش GSI
۵۳۷	۱۰-۵-۱-۱۰ رده‌بندی کیفی توده سنگ در سیستم GSI
۵۳۸	۱۰-۵-۲-۱۰ مثال‌های عددی
۵۴۳	۱۰-۵-۱۲- سایر روش‌های طبقه‌بندی توده سنگ
۵۴۴	۱۰-۶-۶- مقادیر نمونه شاخص‌های ژئوتکنیکی سنگ‌ها
۵۴۴	۱۰-۶-۱- مشخصات فیزیکی سنگ سالم
۵۴۵	۱۰-۶-۲- مشخصات مکانیکی سنگ سالم
۵۴۷	۱۰-۶-۳- شاخص‌های مقاومت برشی سنگ
۵۴۷	۱۰-۶-۴- جدول تغییر شکل‌پذیری
۵۵۳	مسائل فصل دهم
۵۵۵	منابع فصل دهم

۵۵۹	فصل یازدهم
۵۵۹	۱۱-۱- مقدمه
۵۵۹	۱۱-۲- انواع گزارش ژئوتکنیک
۵۶۰	۱۱-۲-۱- گزارش اطلاعات ژئوتکنیک
۵۶۱	۱۱-۲-۲- گزارش تفسیری ژئوتکنیک
۵۶۵	۱۱-۲-۳- گزارش زیست محیطی ژئوتکنیک
۵۶۵	۱۱-۳- مندرجات گزارش ژئوتکنیک
۵۶۸	۱۱-۴-۱- جزییات گزارش ژئوتکنیک
۵۶۸	۱۱-۴-۱- مشخصات دستگاه حفاری
۵۶۸	۱۱-۴-۲- مقاطع گمانه‌ها
۵۷۳	۱۱-۵-۱- اصطلاحات و علائم کاربردی در تهیه مقاطع گمانه
۵۷۳	۱۱-۵-۱-۱- علائم نوع حفاری
۵۷۳	۱۱-۵-۲- علائم نمونه‌گیری و آزمایش‌های برجا
۵۷۴	۱۱-۵-۳- علائم و تعاریف لایه‌های سنگی
۵۷۴	۱۱-۵-۳-۱- علائم مشخصه نقایص در لایه‌های سنگی
۵۷۵	۱۱-۵-۳-۲- نامگذاری و علائم شرایط سطوح درزه
۵۷۵	۱۱-۵-۳-۳- درجه هوازگی

۵۷۶	۱۱-۵-۳-۴- طبقه‌بندی سنگ سالم براساس مقاومت نقطه‌ای
۵۷۶	۱۱-۵-۳-۵- درجه خردشدگی
۵۷۷	۱۱-۵-۳-۶- ضخامت لایه‌بندی
۵۷۷	۱۱-۵-۴- تعاریف و علائم مربوط به لایه‌های خاکی
۵۷۷	۱۱-۵-۴-۱- توصیف اندازه ذرات
۵۷۸	۱۱-۵-۴-۲- توصیف اندازه نسبی ذرات
۵۷۸	۱۱-۵-۴-۳- توصیف میزان سفتی خاک‌های چسبنده
۵۷۹	۱۱-۵-۴-۴- توصیف میزان تراکم نسبی خاک‌های غیرچسبنده
۵۷۹	۱۱-۵-۵-۵- علائم گرافیکی
۵۸۰	۱۱-۵-۶- ارائه نتایج آزمایش‌های صحرایی
۵۸۲	۱۱-۵-۷- ارائه نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی
۵۸۴	۱۱-۸-۱- تحلیل‌های مهندسی
۵۸۵	۱۱-۸-۱-۱- خدمات مهندسی مورد نیاز برای یک سد خاکی
۵۸۶	۱۱-۸-۱-۲- خدمات مهندسی مورد نیاز برای طراحی راه
۵۸۷	۱۱-۸-۱-۳- خدمات مهندسی مورد نیاز برای طراحی یک برج مسکونی
۵۸۹	منابع فصل یازدهم