

سنگ‌های مشکل‌آفرین

تألیف:

دکتر محمد حسین قبادی

استاد گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا

دکتر ساجدین موهوبی

استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا

۱۳۹۸

سرشناسه	قبادی، محمدحسین، ۱۳۳۳-
عنوان و نام پدیدآور	سنگ‌های مشکل آفرین / نویسنده محمدحسین قبادی.
مشخصات نشر	همدان - دانشگاه بوعلی سینا، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۳۳۱ص. مصور(رنگی).
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۲۸۷-۴
موضوع	Rocks -- Fracture
موضوع	زمین‌شناسی مهندسی
شناسه افزوده	موسوی، سید ساجدین، ۱۳۶۰-
رده‌بندی کنگره	TAV۰۶:
رده‌ی دی‌سی	۶۲۴/۱۵۱۳۲:
شماره شابشناسی ملی	۵۹۶۹۵۳۱:

عنوان: سنگ‌های مشکل آفرین
مولفان: دکتر محمدحسین قبادی، دکتر سیدساجدین موسوی
ناشر: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا
مدیر مرکز نشر: دکتر محمدواد یحیائی فر
چاپخانه: روشن
صفحه و قطع: ۳۳۱- وزیر
نوبت چاپ: اول
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
قیمت: ۳۸۰۰۰۰ ریال
تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

کلیه حقوق برای مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است

- مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا- تلفکس: ۳۸۲۹۱۲۷۶-۰۸۱
۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه اداره انتشارات
۳. خیابان مهدیه، روبروی خانه معلم، انتشارات دانشجو
نمایندگی فروش در تهران مرکز پخش کتابیران: تهران- میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۳۸- تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ فروشگاه کتابیران: تهران- میدان انقلاب، روبروی درب اصلی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده، طبقه همکف، پلاک ۳۱۶ - تلفن: ۶۶۹۵۲۹۳۳-۴

پیشگفتار

اجرای سازه‌های بزرگ مقیاس نظیر سدها، تونل‌ها، بزرگراه‌ها، نیروگاه‌های هسته‌ای و ساختمان‌های مرتفع مسکونی یا تجاری، با مشکلاتی از قبیل فرار آب غیر مجاز از سدها، ناپایداری تونل‌ها و شبروانی‌ها در بزرگراه‌ها، نشست و گسیختگی پی‌های ساختمانی روبرو هستند که، عمدتاً مرتبط با سنگ‌های مشکل‌آفرین هستند. سنگ‌های مذکور بخش وسیعی از رخنمون‌های سنگی در سطح پوسته زمین را شامل می‌شوند. این سنگ‌ها ماهیت حدواسط بین خاک و سنگ را دارند. به نحوی که در بیشتر موارد، روش‌های آزمایشگاهی متداول برای خاک‌ها و سنگ‌ها را نمی‌توان برای شناخت خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی این مصالح بکار برد.

با هدف آشنایی بیشتر دانش‌جویان تحصیلات تکمیلی (دوره‌های دکتری) در گرایش زمین‌شناسی مهندسی، مهندسی عمران و مکانیک سنگ با موضوع سنگ‌های مشکل‌آفرین، این کتاب آموزشی برای نخستین بار با عنوان مذکور به رشته تالاف در آمده است. لازم به ذکر است که تاکنون تعدادی مقاله در سطح بین‌المللی در مجلات SI و در کنفرانس‌های خارجی در ارتباط با سنگ‌های مشکل‌آفرین نوشته شده است که در این کتاب مورد استفاده قرار گرفته و در منابع معرفی شده است. خوشبختانه کتاب خاک‌های مشکل‌آفرین چاپ و منتشر گردیده است. ولی تا کنون کتابی با عنوان سنگ‌های مشکل‌آفرین در سطح بین‌المللی و ایران به رشته تحریر در آمده است.

مولفان کتاب امیدوارند که کتاب مذکور برای دانشجویان عزیز و دانش‌آوران محترم مورد استفاده قرار بگیرد. ضمن تشکر از مساعدت همکاران گروه زمین‌شناسی و حوره معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا، در خاتمه موجب کمال امتنان خواهد بود چنانچه متخصصان محترم زمین‌شناسی مهندسی، مکانیک سنگ، عمران و دانشجویان عزیز ضمن مطالعه کتاب نواقص موجود را به اینجانبان گزارش کنند تا در چاپ بعدی نسبت به اصلاح آنها اقدام شود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کانی‌های مشکل آفرین.....
۱-۱	۱- تعریف و اهمیت.....
۲	۲- ویژگی‌های فیزیکی کانی‌ها.....
۳	۳- مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده سنگ‌ها.....
۴	۱-۳-۱ کانی‌های سیلیکاته.....
۸	۲-۳-۱ ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی کانی‌های سیلیکاته.....
۹	۳-۳-۱ کانی‌های غیرسیلیکاته.....
۱۹	فصل دوم: معرفی سنگ‌های مشکل آفرین.....
۱۹	۱-۲ مقدمه.....
۲۰	۲-۲ تاریخچه مطالعات سنگ‌های مشکل آفرین.....
۲۱	۳-۲ تعریف سنگ مشکل آفرین.....
۲۳	۴-۲ انواع سنگ‌های مشکل آفرین.....
۲۹	فصل سوم: شاخص‌های شناخت سنگ‌های مشکل آفرین.....
۲۹	۱-۳ مقدمه.....
۳۰	۲-۳ شاخص‌های آزمایشگاهی.....
۳۰	۱-۲-۳ درصد تخلخل.....
۳۱	۲-۲-۳ درصد رطوبت.....
۳۲	۳-۲-۳ آزمایش مقاومت بار نقطه‌ای (I_s).....
۳۳	۴-۲-۳ مقاومت فشاری تک‌محوری.....
۳۹	۵-۲-۳ مدول الاستیسیته.....
۳۹	۶-۲-۳ تورم آزاد.....
۴۰	۷-۲-۳ آزمایش وارفنگی آزاد.....
۴۱	۸-۲-۳ شاخص دوام وارفنگی در دو سیکل.....
۴۲	۹-۲-۳ سرعت امواج لرزه‌ای.....

۴۳	۳-۳- شاخص های صحرایی
۴۴	۳-۳-۱- چکش اشمیت
۴۴	۳-۳-۲- شاخص کیفیت توده سنگ (RQD)
۴۵	۳-۳-۳- طبقه بندی ژئومکانیکی سنگ (RMR)
۴۶	۳-۳-۴- سیستم طبقه بندی Q
۴۸	۳-۳-۵- رده بندی شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI)
۴۸	۳-۳-۶- تعداد ضربات چکش (N) در آزمایش نفوذ استاندارد (SPT)
۵۱	۳-۳-۷- آزمایش پرسومتر
۵۴	۳-۳-۸- طبقه بندی هوازدگی دیرمن
۵۹	فصل ۳-۲- سنگ های انحلالی (کربنات ها، تبخیری ها، آواری های با سیمان انحلال پذیر)
۵۹	۴-۱- مقدمه
۶۰	۴-۲- سنگ های کربنه
۶۰	۴-۳- کانی های اصلی سنگ های کربنه
۶۰	۴-۴- انواع سنگ های کربناته
۶۰	۴-۴-۱- سنگ آهک
۶۱	۴-۴-۱-۱- انواع سنگ های آهکی
۶۴	۴-۴-۲- دولومیت ها
۶۶	۴-۵- خصوصیات و مشکلات زمین شناسی مهندسی سنگ های کربنه
۶۷	۴-۶- سنگ های تبخیری
۶۸	۴-۶-۱- سنگ گچ
۶۸	۴-۶-۲- سنگ انیدریت
۶۹	۴-۶-۳- تبدیل ژپس به انیدریت و بالعکس
۷۰	۴-۶-۴- سنگ نمک
۷۱	۴-۶-۵- گنبد های نمکی
۷۲	۴-۶-۶- نحوه تشکیل سنگ های تبخیری
۷۲	۴-۷- خصوصیات و مشکلات زمین شناسی مهندسی سنگ های تبخیری
۷۵	۴-۸- سنگ های آواری (ماسه سنگ و کنگلومرا با سیمان ضعیف کربناته یا سولفاته)

۷۵	۴-۸-۱- ماسه سنگ ها
۷۸	۴-۸-۲- کنگلومرا ها
۸۰	۴-۸-۳- خصوصیات و مشکلات زمین شناسی مهندسی ماسه سنگ ها و کنگلومرا ها
۸۵	۴-۹- مطالعه کانی شناسی سنگ های انحلال پذیر
۸۷	فصل پنجم: انحلال پذیری
۸۷	۵-۱- مقدمه
۸۸	۵-۲- عوامل موثر بر انحلال پذیری سنگ
۸۹	۵-۲-۱- تایپوسنتی ها: موجود در توده سنگ انحلالی
۹۰	۵-۲-۲- نوع موثر: پرکننده نابه ستگی ها
۹۱	۵-۲-۳- ترکیب شیمیایی سنگ
۹۱	۵-۲-۴- ترکیب شیمیایی آب
۹۳	۵-۲-۵- درجه حرارت
۹۴	۵-۲-۶- اسیدیته آب
۹۴	۵-۲-۷- سطح در معرض تماس با آب
۹۵	۵-۲-۸- سرعت جریان
۹۶	۵-۲-۹- نوع جریان
۹۶	۵-۲-۱۰- حجم جریان آب عبوری
۹۷	۵-۳- سوابق مطالعات انحلال پذیری
۱۰۱	۵-۴- گسترش دهانه شکستگی ها و افزایش آب گذاری
۱۰۷	فصل ششم: آزمایش انحلال پذیری و گسترش درزه ها
۱۰۷	۶-۱- مقدمه
۱۰۷	۶-۲- روش های اندازه گیری میزان انحلال پذیری و ثابت سرعت انحلال
۱۰۸	۶-۲-۱- روش جیمز و لاپتون (۱۹۷۸)
۱۰۸	۶-۲-۲- روش قبادی (۱۳۶۶)
۱۰۹	۶-۳- روش مطالعه سنگ های انحلال پذیر
۱۰۹	۶-۳-۱- شناخت ترکیب سنگ شناسی

۱۱۲	۲-۳-۶- تعیین خصوصیات فیزیکی.....
۱۱۳	۳-۳-۶- آزمایش انحلال پذیری و گسترش درزه ها.....
۱۱۳	۱-۳-۳-۶- لوازم مورد نیاز.....
۱۱۴	۲-۳-۳-۶- آماده سازی نمونه ها.....
۱۱۵	۳-۳-۳-۶- تعیین کیفیت آب محل پروژه (سد) و آب مورد استفاده در آزمایش.....
۱۱۵	۴-۳-۳-۶- شرایط آزمایش.....
۱۱۶	۵-۳-۳-۶- روش محاسبات.....
۱۲۱	فصل هفتم. ویژگی های ژئومورفولوژیکی مناطق کارستی.....
۱۲۱	۱-۷- مقدمه.....
۱۲۱	۲-۷- شواهد ژئورفولوژیکی کارستی.....
۱۲۳	۱-۲-۷- کارنها.....
۱۲۴	۲-۲-۷- فروچاله ها.....
۱۲۷	۳-۲-۷- دره های خشک.....
۱۲۸	۴-۲-۷- چاه های کارستی.....
۱۲۹	۵-۲-۷- غارها.....
۱۳۰	۶-۲-۷- پولیه یا پولزه.....
۱۳۴	۷-۲-۷- دشت کارستی.....
۱۳۵	۸-۲-۷- طاق طبیعی.....
۱۳۶	۹-۲-۷- بونرها یا چاه های مکنده.....
۱۳۹	فصل هشتم: مشکلات اجرای پروژه های عمرانی در مناطق مشکل از منتهی انحلال پذیر.....
۱۳۹	۱-۸- مقدمه.....
۱۴۰	۲-۸- مشکلات ساخت و ساز در مناطق کارستی.....
۱۴۰	۱-۲-۸- مشکلات پی سازی.....
۱۴۰	۱-۱-۲-۸- تراکم متفاوت و نشست.....
۱۴۲	۲-۱-۲-۸- فرسایش زیر سطحی یا رگاب.....
۱۴۳	۳-۱-۲-۸- فروچاله ها.....

۱۴۳	۸-۲-۱-۳-۱- علانم تشکیل
۱۴۴	۸-۲-۱-۳-۲- انواع فروچاله‌ها
۱۴۸	۸-۲-۱-۴- ملاحظات طراحی و پی‌سازی در مناطق کارستی
۱۵۰	۸-۲-۱-۵- بهسازی زمین در مناطق کارستی
۱۵۱	۸-۲-۲- مشکلات تونل‌سازی
۱۵۱	۸-۲-۲-۱- حضور غارها در مسیر تونل
۱۵۲	۸-۲-۲-۲- تراوش آب به درون تونل
۱۵۳	۸-۲-۲-۳- نشست گاز به تونل
۱۵۴	۸-۲-۳- مشکلات سد ری
۱۵۵	۸-۲-۳-۲- ملاحظات طراحی و اجرای عملیات آب‌بندی
۱۵۹	۸-۲-۳-۳- روش‌های آب‌بندی در مناطق متشکل از سنگ‌های انحلال‌پذیر کارستی شده
۱۵۹	۸-۲-۳-۳-۱- ایجاد کفپوش تراوش‌نش آب‌بند
۱۵۹	۸-۲-۳-۳-۲- ایجاد پرده تزریق
۱۶۱	۸-۲-۳-۳-۱- انواع پرده تزریق در مناطق کارستی
۱۶۵	فصل نهم: سنگ‌های آرژیلیتی یا گلی
۱۶۵	۹-۱- مقدمه
۱۶۶	۹-۲- تعاریف، ترکیب کانی‌شناسی و تغییرات دیاژنزی
۱۶۸	۹-۳- طبقه‌بندی سنگ‌های گلی
۱۶۸	۹-۳-۱- طبقه‌بندی‌های زمین‌شناسی
۱۷۰	۹-۳-۲- ارزیابی طبقه‌بندی‌های مهندسی سنگ‌های گلی
۱۷۳	۹-۴- مکانیسم هوازدهی سنگ‌های گلی
۱۷۳	۹-۴-۱- هوازدهی فیزیکی
۱۷۶	۹-۴-۲- تجزیه شیمیایی
۱۷۷	۹-۴-۳- تاثیر رطوبت نسبی و هوا روی رفتار سنگ‌های آرژیلیتی
۱۷۹	۹-۵- مقاطع تبیک هوازدهی سنگ‌های آرژیلیتی
۱۸۰	۹-۶- خواص ژئومکانیکی سنگ‌های آرژیلیتی
۱۸۵	۹-۷- دوام‌وارفتگی

۱۸۹	۸-۹- تورم سنگ‌های آرژیلیتی
۱۹۲	۹-۹- نتیجه‌گیری
۱۹۳	فصل دهم: سنگ‌های خورنده
۱۹۳	۱-۱۰- مقدمه
۱۹۴	۱-۱۰-۲- هوازدگی پیریت و مواد حاصل از آن
۱۹۷	۱-۱۰-۳- مشکلات ژئوتکنیکی
۱۹۸	۱-۱۰-۳-۱- بالآآمدگی و فشار بالازدگی
۱۹۸	۱-۱۰-۳-۲- تسلط بتن و تخریب آن
۱۹۹	۱-۱۰-۳-۲- خوردگی فلزات
۲۰۰	۱-۱۰-۴- مطالعه مکانیکی اسلیت‌های آهکی پیریت‌دار مزوزوئیک و مشکلات ژئوتکنیکی ناشی از آن در شهرستان اراک
۲۰۱	۱-۱۰-۴-۱- مواد و روش‌ها
۲۰۲	۱-۱۰-۴-۲- زمین‌شناسی
۲۰۲	۱-۱۰-۴-۳- مطالعات سنگ‌شناسی
۲۰۴	۱-۱۰-۴-۴- هوازدگی پیریت‌ها
۲۰۸	۱-۱۰-۴-۵- مشکلات ژئوتکنیکی هوازدگی اسلیت‌های کرتانه پیریت‌دار اراک
۲۱۳	فصل یازدهم: سنگ‌های گسله
۲۱۳	۱-۱۱- مقدمه
۲۱۴	۱-۱۱-۲- برگشت‌پذیری و شکل‌پذیری واحدهای سنگی
۲۱۴	۱-۱۱-۳- ماده داکتیل یا شکل‌پذیر
۲۱۵	۱-۱۱-۴- ماده برتیل یا شکننده
۲۱۵	۱-۱۱-۵- نمونه‌هایی از مصالح و سازندهای داکتیل و برتیل در زمین‌شناسی ایران
۲۱۶	۱-۱۱-۶- سنگ گسله و نحوه شکل‌گیری آن
۲۱۹	۱-۱۱-۷- انواع زون‌های گسله
۲۱۹	۱-۱۱-۷-۱- زون‌های گسله شکننده
۲۲۱	۱-۱۱-۷-۲- زون‌های گسله داکتیل

۲۲۲	۸-۱۱- رده‌بندی زمین‌شناسی مهندسی سنگ‌های گسله
۲۲۸	۹-۱۱- مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در نواحی دارای سنگ‌های گسله
۲۳۲	۱۰-۱۱- جمع‌بندی
۲۳۲	۱۱-۱۱- پراکندگی برخی از گسله سنگ‌ها در ایران
۲۳۳	۱-۱۱-۱۱- مطالعات موردی
	۱-۱۱-۱۱- بررسی نفوذپذیری ساختارهای همراه با پهنه‌های گسلی (گسل کوهبنان، شمال کرمان، ایران مرکزی)
۲۳۳	
۲۳۸	۱-۱۱-۲- ارزیابی طبقه‌بندی مهندسی سنگ‌های گسله در محل فرورانش زاگرس
۲۴۵	فصل دوازدهم: مطالعات موردی
۲۴۵	۱-۱۲- اسدها
۲۴۶	۱-۱-۱۲- اسد مخزنی کرخه
۲۵۰	۲-۱-۱۲- اسد مسجدسلیمان
۲۵۶	۳-۱-۱۲- اسد لار
۲۶۲	۴-۱-۱۲- اسد سلمان فارسی
۲۶۶	۵-۱-۱۲- اسد شهید رجایی
۲۷۰	۶-۱-۱۲- اسد بیدواز
۲۷۱	۷-۱-۱۲- اسد اکباتان
۲۷۳	۲-۱۲- تونل‌ها
۲۷۳	۱-۲-۱۲- تونل سوم کوهرنگ
۲۷۸	۲-۲-۱۲- تونل چشمه روزیه
۲۸۱	۳-۱۲- جمع‌بندی
۲۸۵	منابع
۳۰۱	واژه‌نامه
۲۸۵	نمایه