

ستون‌های خرده‌سنگی

تألیف

دکتر کامبیز بهنیا

دانشیار بازنشسته دانشکده فنی

دکتر رضا رفیعی دهخوارقانی

استادیار دانشکده فنی



شماره مسلسل ۱۰۳۵۲

شماره انتشار ۴۱۶۳

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: بهنیا، کامبیز، ۱۳۲۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: ستون‌های خرده سنگی / تألیف کامبیز بهنیا، رضا رفیعی دهخوارقانی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۳۴۷ص.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۱۶۳.
شابک	: 978-964-03-0008-4
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: سنگدانه‌ها
موضوع	: Aggregates (Building Materials)
موضوع	: مصالح ساختمانی
موضوع	: Building Materials
شناسه افزوده	: رفیعی دهخوارقانی، رضا، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات. University of Tehran. Press
رده‌بندی کنگره	: TA۴۴۱ ۱۳۹۹
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۰/۱۹۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۰۸۵۷۷۹

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 و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.
(این کتاب با کاغذ حمایتی به چاپ رسیده است.)



عنوان: ستون‌های خرده سنگی
تألیف: دکتر کامبیز بهنیا - دکتر رضا رفیعی دهخوارقانی
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۹
شمارگان: ۲۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۵۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

پیشگفتار.....ش

فصل اول - معرفی و روش‌های اجرا.....	۱
۱-۱ درآمد.....	۱
۱-۱-۱ روش‌ها و فن‌آوری‌های بهسازی خاک‌ها.....	۱
۱-۱-۲ زمینه و پیشینه تاریخی و جغرافیایی تحول ستون‌های خرده‌سنگی.....	۳
۱-۱-۳ دامنه کاربرد کنونی.....	۸
۲-۱ روش‌های اجرا.....	۸
۱-۲-۱ اجرای ستون‌های خرده‌سنگی به روش خیس.....	۸
۲-۲-۱ اجرای ستون‌های خرده‌سنگی به روش خشک.....	۱۰
۳-۲-۱ ستون‌های خرده‌سنگی کوبشی («شمع‌های شنی فرانکی»).....	۱۲
۴-۲-۱ مشابهت‌ها و تفاوت‌های سه روش.....	۱۳
۵-۲-۱ ستون‌های خرده‌سنگی در دریا.....	۱۴
۱-۵-۲-۱ روش تشک خرده‌سنگی با تامین مصالح از بالا.....	۱۵
۲-۵-۲-۱ روش تامین مصالح خرده‌سنگی از پایین.....	۱۷
۶-۲-۱ طول ستون‌ها.....	۱۹
۷-۲-۱ لرزنده‌ها.....	۱۹
۸-۲-۱ ساز و کارهای وابسته: چاه‌های خرده‌سنگی.....	۲۰
۳-۱ حدود دامنه کاربرد.....	۲۰
۱-۳-۱ خاک‌های مورد نظر.....	۲۰
۲-۳-۱ بارهای وارد و رواداری‌های اجباری.....	۲۲
۴-۱ انتخاب مصالح.....	۲۳
۱-۴-۱ مصالح ستون‌های خرده‌سنگی.....	۲۳
۲-۴-۱ مصالح تشک توزیع.....	۲۵
۱-۲-۴-۱ اثر تشک خرده‌سنگی در رفتار ستون‌های خرده‌سنگی.....	۲۵

۲۶	۵-۱ امکان‌سنجی
۲۷	۶-۱ مقایسه روش‌های لرزه - تراکمی و لرزه - جایگزینی:
۲۹	۷-۱ نتیجه‌گیری
۳۱	فصل دوم - بررسی نظریه رفتار ستون‌های خرده‌سنگی
۳۱	۱-۲ تعریف پارامترهای مشخصه
۳۲	۱-۱-۲ اصول اولیه - معادلات تعادل
۳۲	۲-۱-۲ ضریب جایگزینی یا نرخ دخول
۳۳	۳-۱-۲ نسبت تمرکز تنش‌ها
۳۳	۴-۱-۲ ضریب کاهش نشست‌ها
۳۴	۵-۱-۲ حالت‌های ویژه: روابط بین پارامترهای مشخصه
۳۴	۱-۵-۱-۲ رابطه میان نسبت تمرکز تنش‌ها و سختی مصالح
۳۴	۲-۵-۱-۲ رابطه بین ضریب کاهش نشست‌ها و تنش‌ها
۳۵	۶-۱-۲ شرایط برقراری اصل سلول تکی
۳۵	۲-۲ رفتار ستون‌های خرده‌سنگی تکی
۳۶	۱-۲-۲ چگونگی تغییر شکل عمودی با توجه به صلبی پی
۳۷	۲-۲-۲ چگونگی تغییر شکل شعاعی با توجه به صلبی پی
۳۸	۳-۲-۲ اندرکنش خاک - ستون خرده‌سنگی
۳۹	۴-۲-۲ الگوهای گسیختگی ستون خرده‌سنگی تکی: انبساط جانبی (شکم‌دادگی)، برش همه‌گیر و فرورفت
۴۰	۱-۴-۲-۲ گسیختگی در اثر انبساط جانبی (شکم‌دادگی) ستون خرده‌سنگی
۴۵	۲-۴-۲-۲ گسیختگی در اثر برش همه‌گیر (کمبود تاب باربری)
۴۸	۳-۴-۲-۲ گسیختگی در اثر فرورفت در زمین (ستون شناور)
۴۹	۴-۴-۲-۲ نکته‌های تکمیلی در مورد الگوهای گسیختگی ستون‌های خرده‌سنگی تکی
۵۳	۳-۲ رفتار شبکه ستون‌های خرده‌سنگی
۵۳	۱-۳-۲ تعریف شبکه ستون‌های خرده‌سنگی
۵۵	۲-۳-۲ الگوهای گسیختگی در شبکه ستون‌های خرده‌سنگی
۵۷	۳-۳-۲ توزیع تنش در شبکه ستون‌های خرده‌سنگی
۵۸	۴-۲ نشست ستون‌های خرده‌سنگی

فهرست □ ج

۵۹	۱-۴-۲ روش تعادل
۶۲	۲-۴-۲ روش پریب
۷۴	۳-۴-۲ روش مرکز کشسان
۷۴	۱-۳-۴-۲ اساس روش مرکز کشسان
۷۵	۲-۳-۴-۲ تعیین مرکز کشسان
۷۶	۳-۳-۴-۲ تعیین تنش‌ها و تغییرشکل‌ها
۷۸	۴-۴-۲ روش دوران‌ها
۷۸	۱-۴-۴-۲ اصول روش و معادله بندی
۸۰	۲-۴-۴-۲ محاسبه تنش‌ها
۸۰	۵-۴-۲ بررسی مدل‌های دیگر برای محاسبه نشست و تنش در ستون‌های خرده‌سنگی
۸۵	۵-۲ نشست تحکیمی
۸۸	۱-۵-۲ نشست تحکیمی ثانویه
۸۹	۲-۵-۲ بررسی پدیده‌های آلودگی و گرفتگی در ستون‌های خرده‌سنگی
۹۲	۳-۵-۲ در نظر گرفتن افزایش مقاومت برشی خاک در اثر تحکیم
۹۳	۶-۲ پایداری شیروانی‌ها در زمین‌های بهسازی شده با استفاده از ستون‌های خرده‌سنگی
۹۳	۱-۶-۲ روش نیم‌رخ
۹۵	۲-۶-۲ روش مقاومت برشی میانگین
۹۷	۷-۲ تاثیر ضخامت و کیفیت مصالح مجموعه انتقال بارها
۹۸	۱-۷-۲ تاثیر پی انعطاف‌پذیر
۹۸	۲-۷-۲ تاثیر پی «صلب»
۹۸	۳-۷-۲ تاثیر ستبرای (ضخامت) تشک توزیع بار
۱۰۰	۴-۷-۲ تاثیر کیفیت مصالح تشکیل‌دهنده تشک دانه‌ای پخش بار
۱۰۱	۸-۲ تاثیر ستون‌های خرده‌سنگی بر مقاومت کلی خاک در محل: حالت لغزش بالقوه بناهای خاکی
۱۰۱	۱-۸-۲ ملاحظات تجربی
۱۰۲	۲-۸-۲ الگوی اولیه
۱۰۴	۳-۸-۲ الگوی همگن هم‌ارز
۱۰۴	۱-۳-۸-۲ اصل همگن‌سازی
۱۰۵	۲-۳-۸-۲ ضریب همگن‌سازی
۱۰۶	۴-۸-۲ در نظر گرفتن سازوکار انتقال بار

- ۵-۸-۲ بررسی مقایسه‌ای و تحلیل بحرانی ۱۰۶
- ۹-۲ رفتار در منطقه لرزه‌خیز ۱۱۰
- ۱-۹-۲ رفتار در شرایط زلزله ۱۱۰
- ۲-۹-۲ کاهش خطر روانگرایی ۱۱۱
- ۱۰-۲ نتیجه‌گیری ۱۱۵
- فصل سوم - روش‌های توجیه ۱۱۹**
- ۱-۳-۱-۱ مراجع قواعد موجود ۱۱۹
- ۱-۳-۱-۱ در اروپا (یورو کد) ۱۱۹
- ۱-۳-۱-۲ در فرانسه ۱۱۹
- ۱-۳-۱-۳ در آمریکا ۱۲۰
- ۲-۳ روش‌های توجیه متعارف ۱۲۰
- ۱-۲-۳ یادآوری پارامترهای به‌کارگرفته شده در اندازه‌دهی ۱۲۰
- ۱-۲-۳-۱ داده‌های مورد نیاز ۱۲۰
- ۲-۳-۱-۲ پارامترهایی که باید تعیین شوند ۱۲۱
- ۲-۳-۲ کلیاتی درباره روش‌های توجیه ۱۲۱
- ۳-۲-۳ محاسبه تنش ۱۲۳
- ۴-۲-۳ توجیه قطر میانگین بر حسب فشار جانبی خاک ۱۲۵
- ۵-۲-۳ پیش‌بینی تاب باربری و قطر میانگین ۱۲۶
- ۶-۲-۳ توجیه بر پایه نشست‌ها ۱۲۷
- ۱-۶-۲-۳ همگن‌سازی ساده شده ۱۲۷
- ۲-۶-۲-۳ کاربرد مطالعات ماتس و پولس (۱۹۶۹) ۱۲۸
- ۳-۶-۲-۳ قاعده T4 منارد (گامبن، ۱۹۶۳ و ۱۹۸۴) ۱۲۹
- ۴-۶-۲-۳ الگوسازی با اجزای محدود ۱۳۰
- ۷-۲-۳ کاربردها در حالات مختلف بارگذاری و مقایسه روش‌ها ۱۳۰
- ۱-۷-۲-۳ بار گسترده یکنواخت (خاکریزها، کف‌فرش‌ها و پی‌های گسترده) ۱۳۰
- ۲-۷-۲-۳ پی‌های تکی زیر بارهای قائم ۱۴۰
- ۳-۷-۲-۳ پاشنه‌های نواری زیر بارهای قائم ۱۴۵
- ۴-۷-۲-۳ پاشنه‌های زیر بارهای خارج از مرکز ۱۴۵

فهرست □ خ

انتقال بار.....	۱۴۸
انتقال بار.....	۱۴۸
انتقال بار.....	۱۵۰
انتقال بار.....	۱۵۳
انتقال بار.....	۱۶۴
انتقال بار.....	۱۶۷
انتقال بار.....	۱۶۸
انتقال بار.....	۱۷۳
انتقال بار.....	۱۷۳
انتقال بار.....	۱۷۳
انتقال بار.....	۱۷۶
انتقال بار.....	۱۷۶
انتقال بار.....	۱۷۷
انتقال بار.....	۱۷۹
انتقال بار.....	۱۷۹
انتقال بار.....	۱۸۰
انتقال بار.....	۱۸۰
انتقال بار.....	۱۸۱

فصل چهارم - مطالعات تجربی و اجرا در محل ۱۸۵

مقدمه.....	۱۸۵
ابعاد واقعی ستون‌ها بعد از اجرا.....	۱۸۵
رابطه میان قطر ستون و ابزار فروکرد.....	۱۸۵
رابطه میان قطر ستون و مقاومت خاک در برگیرنده آن.....	۱۸۶
رابطه بین قطر و شدت تراکم.....	۱۹۰
نسبت تمرکز تنش‌ها.....	۱۹۱

د □ ستون‌های خرده‌سنگی

۱۹۲	۱-۳-۴ تغییرات n برحسب ضریب جایگزینی $(1/a)$
۱۹۲	۲-۳-۴ تغییرات n برحسب بار σ_0 وارد شده از بنا.....
۱۹۳	۳-۳-۴ تغییرات n برحسب ژرفای Z
۱۹۴	۴-۳-۴ تغییرات n برحسب زمان تحکیم.....
۱۹۵	۴-۴ ضریب کاهش نشست‌ها.....
۱۹۶	۱-۴-۴ نشست‌ها و تغییر مکان‌های جانبی برحسب ژرفا.....
۲۰۰	۲-۴-۴ نشست‌ها برحسب زمان تحکیم.....
۲۰۲	۳-۴-۴ ضریب کاهش نشست‌ها (β) برحسب ضریب جایگزینی ستون‌ها $(1/a)$
۲۰۲	۵-۴ نقش زهکش ستون‌ها: محو فشارهای حفره‌ای و شتاب در تحکیم.....
۲۰۴	۶-۴ بهبود مشخصات مکانیکی خاک بین ستون‌ها.....
۲۰۸	۷-۴ تاثیر زمان: مرحله مقدماتی، تحکیم، خزش.....
۲۰۸	۱-۷-۴ مرحله مقدماتی.....
۲۰۸	۲-۷-۴ تحکیم.....
۲۱۲	۳-۷-۴ خزش.....

فصل پنجم - مطالعات آزمایشگاهی و شبیه‌سازی‌های عددی..... ۲۱۵

۲۱۵	۱-۵ مقدمه.....
۲۱۵	۲-۵ مطالعات و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی.....
۲۱۸	۱-۲-۵ آزمایش در دستگاه گریز از مرکز (سانتریفوژ).....
۲۱۹	۲-۲-۵ گسیختگی‌های مشاهده شده زیر بارهای استاتیکی و دینامیکی.....
۲۱۹	۳-۲-۵ گسیختگی تحت اثر بار استاتیکی.....
۲۲۲	۴-۲-۵ گسیختگی زیر بار تناوبی (سیکلی).....
۲۲۴	۳-۵ شبیه‌سازی‌های عددی.....
۲۲۶	۱-۳-۵ حالت بارهای «مسطح» با توزیع یکنواخت (کف‌فرش‌ها، پی‌های گسترده).....
۲۲۷	۲-۳-۵ حالت بارهای «دایروی» یکنواخت توزیع شده:.....
۲۲۸	۳-۳-۵ حالت بارهای متمرکز (پاشنه‌های تکی).....
۲۲۹	۴-۳-۵ چند مثال مقایسه الگوها.....

فصل ششم - مثال‌های طراحی و اجرای ستون‌های خرده‌سنگی در ایران..... ۲۳۳

۲۳۳	۱-۶ درآمد.....
-----	----------------

۲۳۴	۲-۶ به کارگیری ستون‌های خرده‌سنگی به عنوان زهکش
۲۳۴	۱-۲-۶ پروژه پل‌های تقاطع بزرگراه آوینی با خیابان شهید رجایی و مسیر راه‌آهن در جنوب تهران (شهر ری)
۲۳۷	۲-۲-۶ پروژه تصفیه خانه فاضلاب شهر یزد
۲۴۴	۳-۲-۶ اجرای چاه‌های زهکش به صورت ستون خرده‌سنگی در پروژه دیوارهای خاک مسلح شمال بزرگراه همت و جنوب کتابخانه ملی
۲۴۸	۳-۶ به کارگیری ستون‌های خرده‌سنگی در زمین‌های سست برای تامین باربری
۲۴۸	۱-۳-۶ پروژه پل نرماب در استان گلستان
۲۵۲	۲-۳-۶ پروژه کارخانه ذوب و ریخته‌گری و نورد شرکت خیام فولاد نیشابور
۲۵۸	۴-۶ نتیجه‌گیری

۲۶۳	فصل هفتم - کنترل
۲۶۳	۱-۷ دستورالعمل‌هایی در گستره کنترل و پذیرش کار
۲۶۴	۲-۷ کنترل حین اجرا
۲۶۴	۱-۲-۷ آزمایش‌های انگ‌زنی
۲۶۴	۲-۲-۷ آزمایش‌های آگاهی
۲۶۴	۳-۲-۷ مدارک پیوست
۲۶۵	۴-۲-۷ آزمون‌های پذیرش
۲۶۶	۵-۲-۷ کنترل مصالح خرده‌سنگی آورده شده
۲۶۶	۳-۷ انتخاب روش‌های کنترل - اعتبار و حدود کارآیی
۲۶۶	۱-۳-۷ کنترل با پنترومتر (فروروندگی سنج) استاتیک (CPT)
۲۶۷	۲-۳-۷ کنترل با پرسیومتر لویی منارد (PMT)
۲۶۸	۳-۳-۷ کنترل با پنترومتر (فروروندگی سنج) دینامیک (PDA یا PDB)
۲۶۸	۴-۳-۷ کنترل با دستگاه SPT
۲۶۸	۵-۳-۷ معیارهای پذیرش
۲۶۹	۶-۳-۷ آزمایش‌های بارگذاری روی ستون‌ها
۲۷۱	۷-۳-۷ آزمایش بارگذاری صفحه روی تشک توزیع بار (لایه مخلوط)
۲۷۱	۸-۳-۷ خرده‌سنگ: حجم تحویل شده و حجم به کار گرفته شده
۲۷۱	۹-۳-۷ مشاهدات چشمی

۲۷۲..... ۴-۷ تحلیل انتقادی امکانات کنترل

فصل هشتم - محورهای پژوهش و گسترش (توسعه)..... ۲۷۵

۲۷۵..... ۱-۸ درآمد

۲۷۵..... ۲-۸ تشک انتقال بارهای وارد

۲۷۶..... ۱-۲-۸ بارهای گسترده

۲۷۸..... ۲-۲-۸ پاشنه‌ها

۲۷۸..... ۳-۸ رفتار پاشنه‌ها و تقریب‌های اندازه‌دهی

۲۷۹..... ۱-۳-۸ پاشنه‌ها (تکی یا نواری) زیر بارهای قائم مرکزی

۲۸۰..... ۲-۳-۸ پاشنه‌ها (تکی یا نواری) زیر بارهای قائم برون مرکزی

۲۸۱..... ۳-۳-۸ رفتار پاشنه‌ها در مناطق لرزه‌خیز

۲۸۱..... ۴-۸ نقش بهسازی در پایداری خاکریزها

۲۸۳..... ۵-۸ تاثیر زمان بر انتقال بارها

۲۸۳..... ۱-۵-۸ تحکیم

۲۸۳..... ۲-۵-۸ خزش

۲۸۴..... ۶-۸ رفتار دینامیکی

۲۸۴..... ۱-۶-۸ بارهای دوره‌ای (سیکلی)

۲۸۵..... ۲-۶-۸ کنش لرزه‌ای

۲۸۵..... ۷-۸ روش‌های کنترل

۲۸۵..... ۱-۷-۸ مکان‌یابی زیر تشک پخش بار

۲۸۶..... ۲-۷-۸ شکل ستون‌ها

۲۸۶..... ۳-۷-۸ چونی (کیفیت) مصالح تشکیل‌دهنده

۲۸۶..... ۴-۷-۸ کاربرد «روش رصدی (مشاهده‌ای)»

۲۸۷..... ۵-۷-۸ آزمایش‌های بارگذاری درازمدت

۲۸۷..... ۸-۸ نتیجه‌گیری

پیوست - مثال‌های نظری..... ۲۸۹

۲۸۹..... پ-۱ ظرفیت باربری ستون خرده‌سنگی در یک شبکه وسیع

۲۹۳..... پ-۲ ظرفیت باربری ستون خرده‌سنگی در یک شبکه مربعی

فهرست □ ز

پ-۳ محاسبه نشست تحت تاثیر یک بار گسترده وسیع..... ۲۹۶

پ-۴ محاسبه نشست با استفاده از روش پریب - مثال اول..... ۲۹۹

پ-۵ محاسبه نشست با استفاده از روش پریب - مثال دوم..... ۳۰۴

پ-۶ پایداری شیروانی..... ۳۰۸

نتیجه گیری کلی..... ۳۱۳

منابع..... ۳۱۹

واژگان..... ۳۲۹

پیشگفتار

در گذشته ساخت و ساز بشر تابع کیفیت زمین و شرایط موقعیت آن بود. یکی از مولفین به یاد دارد که بخش‌های مهمی از تهران به ویژه شمیران به دلایل مختلف از جمله «آب‌کش نبودن»، «سستی و آبدار بودن»، در مسیل قرار گرفتن و . . . مناسب ساخت و ساز تشخیص داده نمی‌شدند، البته حفظ فضای سبز و به‌ویژه درختان کهن نیز در اولویت بود و هنوز بلندمرتبه‌سازی در بخش‌های شمالی ناشناخته بود و در فکر کسی خطور نمی‌کرد.

در این دوران که همه جا باید ساخته شود و علاوه بر آن بناها عظیم‌تر و سنگین‌تر می‌شوند، لازم آمد تا تاب باربری لایه‌های کم و بیش سست زمین افزایش یابد که نتیجه آن به‌کار بردن روش‌های گوناگون تقویت و بهسازی زمین زیر این گونه بناها است.

پی‌آمد این تحول پدید آمدن مبحث بهسازی زمین است. دیگر زمین نامناسب ساخت و ساز مفهومی ندارد و با تمهیداتی همه‌جا می‌شود ساخت.

از جمله روش‌های بهسازی زمین که این کتاب به آن اختصاص دارد، روش ستون‌های خرده‌سنگی است.

از چند دهه پیش به این طرف، روش‌ها و فنون لرزش‌های ژرف، اهمیت و رشد قابل توجهی هم از نظر طراحی و هم بهبود امکانات و وسایل اجرا و هم روش‌های اندازه‌دهی به‌دست آورد.

در گستره ستون‌های خرده‌سنگی، این تحول و گسترش کاملاً مشهود است، چه در طراحی و ساخت لرزاننده‌های جدید و کارگاه‌های اجرایی و چه در روش‌های طراحی و اندازه‌دهی، و همچنین در روش‌های کنترل.

اجرای درست به‌دنبال طراحی صحیح، امکانات زیر را برای ستون‌های خرده‌سنگی فراهم می‌آورد:

- بهبود تاب باربری و پایداری کلی زمین‌ها،
 - کاهش نشست‌های زیر بناها،
 - تسریع روند تحکیم بر اثر عملکرد زهکش خرده‌سنگ،
 - کاهش خطر روانگرایی در مناطق لرزه‌خیز برای زمین‌های روانگرا قبل از بهسازی.
- کتاب شامل ۸ فصل و یک پیوست به شرح زیر است:
- فصل یکم به معرفی مبحث و روش‌های اجرا می‌پردازد.
 - موضوع فصل دوم بررسی نظری رفتار ستون‌های خرده‌سنگی است.

- فصل سوم به روش‌های توجیه می‌پردازد.
 - فصل چهارم به مطالعات تجربی و اجرا در محل پرداخته شده است.
 - موضوع فصل پنجم مطالعات آزمایشگاهی و شبیه‌سازی‌های عددی است.
 - در فصل ششم مثال‌هایی از طراحی و اجرای ستون‌های خرده‌سنگی در ایران آورده شده که در آن هر دو نقش زهکش و باربری این ستون‌ها مورد توجه و بررسی قرار گرفته است.
 - موضوع فصل هفتم کنترل ستون‌های خرده‌سنگی در حین اجرا و در انتهای آن است تا از کارآمدی راه‌حل در طرح‌ها با توجه به ویژگی‌های آنها اطمینان حاصل شود.
 - در فصل هشتم به محورهای پژوهش و گسترش روش پرداخته شده است.
 - در نهایت مثال‌های نظری در پیوست آورده شده‌اند.
- در تدوین این کتاب سعی بر این بوده که تا حد امکان هم مطالب و مسایل نظری و پیشرفت‌های آن و همچنین روش‌های مختلف طراحی ستون‌های خرده‌سنگی بررسی شوند و هم به روش‌های عملی طراحی و اجرای ستون‌های خرده‌سنگی در شرایط گوناگون پرداخته شود.
- امید است مورد توجه مهندسان ژئوتکنیک و مجریان این گونه طرح‌ها قرار گیرد. البته دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی نباید فراموش شوند.
- در خاتمه لازم می‌داند از زحمات خانم آزاده تبریزیان که مانند همیشه مسوول تایپ مطالب کتاب بوده‌اند، کمال تشکر را به عمل آورد.

کامبیز بهنیا رضا رفیعی دهخوارقانی

دانشکده فنی دانشگاه تهران

بهار ۱۳۹۹