



# مهندسی شیروانی سنگی

(عمران و معدن)

ویراست چهارم

(از مجاز کتبی از آقای پروفسور هوک)

مترجمین

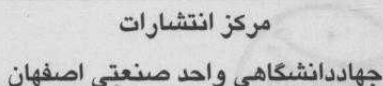
مرتضی قارونی نیک  
(هنیت علمی دانش‌آموزان و صنعت ایران)

بهنام ابره مرتضی کرمی

دانکن سی. وایلی کریستوفر دابلیو. ماه

بر اساس ویراست سوم

پروفسور ا. هوک پروفسور ج. بری



: وایلی، دانکن سی.  
 Wyllie, Duncan C.  
 : مهندسی شیروانی سنگی / مؤلفان (دانکن سی. وایلی، کریستوفر دبلیو. ماه)؛ مترجمین: مرتضی قاروئی نیک، بهنام  
 ایره، مرتضی کریمی.  
 : اصفهان: جهادانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۹۶.  
 : ۷۰۴ ص: مصور، جدول.  
 ۹۷۸-۶۰۰-۸۱۵۷-۲۸-۰۰  
 : فنیفا  
 : عنوان اصلی: Rock slope engineering: civil and mining, 4<sup>th</sup> ed, 2004.  
 : کتاب حاضر تحت عنوان "مهندسی دیواره‌های شیبدار سنگی" با ترجمه سپیدرضا طاهری توسط  
 انتشارات دانشگاهی کیان در سال ۱۳۹۲ منتشر شده است.  
 : واژه‌نامه.  
 : کتابخانه.  
 : مهندسی دیواره‌های شیبدار سنگی.  
 : Rock slopes : شیب‌های سنگی.  
 : کریستوفر دبلیو: Mah, Christopher W  
 : قاروئی ن. / مرتضی: ۱۳۳۴- مترجم  
 : ایره، ماه، ۱۳۶۴- مترجم  
 : ی. ص: ۱۳۶۴- مترجم  
 : جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات.  
 : ۱۳۳۴ / ۲۴ / ۷۴  
 : ۴۷۵۵۴۳۳

|             |                                                   |            |                     |
|-------------|---------------------------------------------------|------------|---------------------|
| نام کتاب    | : مهندسی شیروانی سنتی (عمران و معدن)              | مدیر تولید | : رضا زمانی زاده    |
| تألیف       | : داکتر س. وایی و کریستوفر دایلیو. ماه            | ناظر فنی   | : محمد احمدی        |
| ترجمه       | : مرتضی قارونی نیک، بهنام ابره، مرتضی کریمی       | صفحه آرایی | : علیرضا نوروز لاله |
| ناشر        | : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات | طرح جلد    | : احمد درخشنده      |
| نویت چاپ    | : اول                                             |            |                     |
| تاریخ نشر   | : ۱۳۹۶                                            |            |                     |
| شمارگان     | : ۱۰۰۰ جلد                                        |            |                     |
| تعداد صفحات | : ۷۰۴                                             |            |                     |
| لینوگرافی   | : کوثر                                            |            |                     |
| چاپ         | : سوره                                            |            |                     |
| صحافی       | : سلام                                            |            |                     |
| قیمت        | : ۳۰۰۰۰ ریال                                      |            |                     |

تغییر قیمت کتاب بدون اجازه م. ی. ناشر مجاز نیست.

☆ صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.

\* حق چاپ برای ناشر محفوظ است، تکثیر این کتاب با مخسّی از آن به هر شکل، شرعاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.

\* نشانی ناشر: اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهاد دانشگاهی - مرکز انتشارات: ۳۱-۳۳۹۱۲۷۱۱

دودنگار : ۳۱-۳۳۹۱۲۵۴۱ - فروشگاه : ۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴

نشانی: الکترونیک: sec.iut@acecr.ac.ir      درگاه: www.jdiut.ac.ir      درگاه: www.isba.ir

مراكز يخبس:

۱- کتابفروشی جهاد دانشگاهی (اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴)

۲- نمایشگاه کتاب جهاد دانشگاهی (تهران - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی عصر (عج) - جنب مؤسسه‌ی نمایشگاه‌های

فرهنگی ایران تلفن: ۶۶۴۸۷۶۲۶-۰۲۱)

۳- علم‌گستر سپاهان (اصفهان - خیابان سیدعلیخان - حدفاصل کوچه محمدآباد و خیابان پاسداران (باغ گلدسته) پلاک ۱۰۸ تلفن: ۰۳۱-۳۲۲۰۰۳۸۳)

۴- کتابیران (تهران - خیابان لبافی نژاد - بین خیابان فروردین و اردیبهشت - پلاک ۲۳۸ تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۴۴۰۹ ۰۲۱-۶۶۴۱۴۴۷۴)

۵- انتشارات سروش دانش (تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر جنوبی - خیابان روانمهر - کوچه درخشان پلاک ۴. تلفن: ۶۶۴۹۷۳۰۲ - ۰۲۱)

شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴

## سخن مترجمین

دروود و سپاس بر خداوندی که بر ما منت نهاد تا یک بار دیگر بتوانیم قدمی هر چند ناچیز در راستای اعتلای کشور عزیزمان ایران برداریم. کتاب حاضر ترجمه کتاب Rock Slope Engineering نوشته آقایان پروفیسور هوک و پروفیسور بری است که ویرایش چهارم آن توسط آقایان دکتر وایلی و دکتر ماه در سال ۲۰۰۴ به چاپ رسیده است. تلاش شده است که ترجمه و چاپ این کتاب که مشتمل بر ۱۵ فصل و چهار پیوست می باشد، با کیفیتی مطلوب در اختیار شما اندیشمندان عزیز قرار گیرد.

طی مکاتبات متوالی که با آقای پروفیسور هوک جهت امر ترجمه کتاب انجام شد، اقدام برای ترجمه فارسی کتاب مورد استقبال ایشان قرار گرفت و متعاقباً موافقت نامه کتبی ایشان برای مترجمین ارسال شد. طی درخواست مترجمین، ایشان دست نویسی جهت چاپ در ابتدای کتاب ترجمه شده، برای مترجمین ارسال نمودند که در صفحات اتی به استحضار خوانندگان محترم خواهد رسید.

نقطه قوت این ترجمه، استفاده از اصطلاحات رایج و فنی است که جایگزین کلمات انگلیسی شده است زیرا باور قلبی مترجمین این کتاب بر این بوده که ضمن پایبندی به اصول امانت داری نسبت به اصل اثر، باید خوانندگان محترم از اصطلاحات فارسی مرسوم صنعت و دانشگاه نیز آگاهی یابند و ارجاع به کلمات انگلیسی در زیر نویس صفحات، کمک شایانی به این موضوع خواهد کرد.

همچنین از زحمات کلیه عزیزانی که به بررسی مترجمین را در به ثمر رسیدن این اثر یاری نموده اند، خصوصاً شرکت مهندسی مهتاب مدرس آقایان مهندس ناصر ترکش دوز و مهندس مجید رحیمی آشتیانی، شرکت مهندسین مشاور آزمون فولاد آقایان مهندس محمدباقر پورزرگر و مهندس عزت الله قطره سامانی و شرکت سایبر آقایان مهندس سید علیرضا سجای و دکتر سیامک هاشمی که حامیان مالی جهت چاپ هر چه بهتر این کتاب بودند کمال تشکر و قدرانی را داریم.

در خاتمه از مدیریت اجرایی انتشارات آقای رضا زمانی زاده و همکاران انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان که در کلیه مراحل انتشار کتاب حاضر ما را یاری نمودند، سپاسگزاریم.

با اینکه نهایت تلاش برای هر چه بهتر ارائه کردن این مجموعه به عمل آمده است، اما بدون شک این ترجمه خالی از کاستی و نقایص احتمالی نیست، لذا از خوانندگان و اندیشمندان گرامی استدعا داریم در صورت مشاهده هر گونه کاستی، ما را از نظرات خود بهره مند سازند تا در چاپ های بعدی رفع گردد.

Gharouni@doctor.com

BehnamAbrah@gmail.com

MortezaKarami@hotmail.com

مرتضی فارونی نیک

بهنام ابره

مرتضی کرمی

|    |                                             |       |
|----|---------------------------------------------|-------|
| ۱  | فصل اول اصول طراحی شیب‌های سنگی             |       |
| ۱  | مقدمه                                       | ۱-۱   |
| ۳  | هدف کتاب                                    | ۱-۱-۱ |
| ۵  | نتایج اقتصادی و اجتماعی شکست شیروانی        | ۲-۱-۱ |
| ۶  | اصول مهندسی شیب‌های سنگی                    | ۲-۱   |
| ۶  | مهندسی عمران                                | ۱-۲   |
| ۱۰ | پایدارسازی شیب معدن رویار                   | ۲-۱-۱ |
| ۱۱ | ابعاد و ویژگی‌های شیروانی                   | ۳-۱   |
| ۱۲ | روش‌های طراحی شیروانی سنگی                  | ۴-۱   |
| ۱۲ | حلاله روش‌های طراحی                         | ۱-۴-۱ |
| ۱۷ | تحلیل تعادل حدهای نطمی                      | ۲-۴-۱ |
| ۲۲ | تحلیل حساب                                  | ۳-۴-۱ |
| ۲۳ | روش‌های طراحی احتمالی                       | ۴-۴-۱ |
| ۲۹ | طراحی بر اساس ضرایب ایمنی                   | ۵-۴-۱ |
| ۳۱ | فصل دوم زمین‌شناسی ساختمانی و تفسیر داده‌ها |       |
| ۳۱ | اهداف مطالعات زمین‌شناسی                    | ۱-۲   |
| ۳۴ | مکانیزم تشکیل درزه‌ها                       | ۲-۲   |
| ۳۶ | تأثیر ناپیوستگی‌ها بر پایداری شیروانی       | ۳-۲   |
| ۳۸ | جهت‌گیری ناپیوستگی‌ها                       | ۴-۲   |
| ۳۹ | تحلیل استریوگرافیک زمین‌شناسی ساختمانی      | ۵-۲   |
| ۳۹ | نمایش استریوگرافیکی                         | ۱-۵-۲ |
| ۴۳ | نمایش قطب و خطوط تراز                       | ۲-۵-۲ |
| ۴۳ | چگالی قطبی                                  | ۳-۵-۲ |

| صفحه | عنوان                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------|
| ۴۷   | ۴-۵-۲ دواير عظيمه                                                |
| ۴۹   | ۵-۵-۲ خطوط تقاطع                                                 |
| ۵۱   | ۶-۲ شناسایی حالات ناپایداری شیب                                  |
| ۵۳   | ۱-۶-۲ تحليل سينمايکي                                             |
| ۵۴   | ۲-۶-۲ گسيختگی صفحه‌ای                                            |
| ۵۵   | ۳-۶-۲ گسيختگی گوه‌ای                                             |
| ۵۵   | ۴-۶-۲ گسيختگی واژگونی                                            |
| ۵۶   | ۵-۶-۲ مخروط اصطکاکي                                              |
| ۵۶   | ۶-۶-۲ کار تحليل سينمايکي                                         |
| ۶۱   | ۷-۲ مثال موردی ۱-۱: زایش استریوتی داده‌های زمین‌شناسی ساختمانی   |
| ۶۳   | ۸-۲ مثال موردی ۲-۲: تحليل ناپایداری مرتبط با زمین‌شناسی ساختمانی |
| ۶۷   | فصل سوم بررسی‌های صحرایی و بررسی داده‌های زمین‌شناسی             |
| ۶۷   | ۱-۳ طرح‌ریزی یک برنامه مطالعاتی                                  |
| ۶۹   | ۱-۱-۳ زمین‌شناسی                                                 |
| ۷۰   | ۲-۱-۳ مقاومت سنگ                                                 |
| ۷۱   | ۳-۱-۳ آب زیرزمینی                                                |
| ۷۱   | ۲-۳ مطالعات میدانی                                               |
| ۷۲   | ۱-۲-۳ عکس برداری هوایی و زمینی                                   |
| ۷۴   | ۲-۲-۳ ژئوفیزیک                                                   |
| ۷۷   | ۳-۳ برداشت زمین‌شناسی                                            |
| ۷۷   | ۱-۳-۳ برداشت خطی و پنجره‌ای                                      |
| ۷۸   | ۲-۳-۳ برداشت استریوگرامتریک ناپیوستگی‌ها                         |
| ۷۸   | ۳-۳-۳ انواع ناپیوستگی                                            |
| ۷۹   | ۴-۳-۳ تعريف اصطلاحات زمین‌شناسی                                  |
| ۷۸   | ۴-۳ تعیین فاصله‌داری، تداوم و زبری                               |

|     |                                                                            |       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| ۸۷  | فاصله داری ناپیوستگی‌ها                                                    | ۱-۴-۳ |
| ۹۰  | تداوم مجموعه ناپیوستگی‌ها                                                  | ۲-۴-۳ |
| ۹۱  | زبری سطوح سنگ                                                              | ۳-۴-۳ |
| ۹۴  | تحلیل احتمالاتی زمین‌شناسی ساختمانی                                        | ۵-۳   |
| ۹۵  | جهت‌یابی ناپیوستگی                                                         | ۱-۵-۳ |
| ۹۶  | طول و فاصله‌داری ناپیوستگی                                                 | ۲-۵-۳ |
| ۹۹  | حفاری الماسه                                                               | ۶-۳   |
| ۱۰۰ | تجهیزات حفاری الماسه                                                       | ۱-۶-۱ |
| ۱۰۲ | عملیات حفاری الماسه                                                        | ۲-۶-۳ |
| ۱۰۳ | لاگ نویسی مغزه                                                             | ۳-۶-۳ |
| ۱۰۵ | جهت‌گیری مغزه                                                              | ۴-۶-۳ |
| ۱۱۱ | فصل چهارم خصوصیات مقاومتی سنگ و اندازه‌گیری آنها                           |       |
| ۱۱۱ | مقدمه                                                                      | ۱-۴   |
| ۱۱۱ | تأثیر اندازه و مقاومت سنگ                                                  | ۱-۱-۴ |
| ۱۱۳ | مثال‌هایی از توده سنگ                                                      | ۲-۱-۴ |
| ۱۱۶ | طبقه‌بندی مقاومت سنگ                                                       | ۳-۱-۴ |
| ۱۱۹ | مقاومت برشی ناپیوستگی‌ها                                                   | ۲-۴   |
| ۱۲۰ | تعریف چسبندگی و اصطکاک                                                     | ۱-۲-۴ |
| ۱۲۲ | زاویه‌ی اصطکاک سطوح سنگی                                                   | ۲-۲-۴ |
| ۱۲۲ | برش بر روی یک سطح شیب‌دار                                                  | ۳-۲-۴ |
| ۱۲۳ | زبری سطح                                                                   | ۴-۲-۴ |
| ۱۲۸ | مواد پرکننده درون ناپیوستگی‌ها                                             | ۵-۲-۴ |
| ۱۳۳ | تأثیر آب بر مقاومت برشی ناپیوستگی‌ها                                       | ۶-۲-۴ |
| ۱۳۴ | آزمایش آزمایشگاهی برای تعیین مقاومت برشی                                   | ۳-۴   |
| ۱۳۸ | تعیین مقاومت برشی توده سنگ با استفاده از تحلیل برگشتی گسیختگی‌های شیروانی- | ۴-۴   |

|     |                                                             |     |
|-----|-------------------------------------------------------------|-----|
| ۱۴۱ | معیار مقاومت هوک - براون برای توده سنگ های شکسته شده -----  | ۵-۴ |
| ۱۴۵ | ۱-۵-۴ معیار مقاومت تعمیم یافته هوک - براون                  |     |
| ۱۵۰ | ۲-۵-۴ مدول تغییر شکل پذیری                                  |     |
| ۱۵۱ | ۳-۵-۴ معیار موهر - کولمب                                    |     |
| ۱۵۱ | ۴-۵-۴ مقاومت توده سنگ                                       |     |
| ۱۵۳ | ۱-۵-۴ تعیین $\sigma_{3max}^*$                               |     |
| ۱۵۴ | ۲-۵-۴ تخمین فاکتور آشفنگی (D)                               |     |
| ۱۵۶ | دوام سنگ و مقاومت فشاری -----                               | ۶-۴ |
| ۱۵۷ | ۱-۶-۴ آزمایش دوام و آشفنگی                                  |     |
| ۱۵۸ | ۲-۶-۴ مقاومت فشاری                                          |     |
| ۱۶۱ | مثال موردی ۱-۴: تجزیه نتایج آزمایش مقاومت برشی مستقیم ----- | ۷-۴ |
| ۱۶۳ | مثال موردی ۲-۴: تحلیل نتایج آزمون بارگذاری نقطه ای -----    | ۸-۴ |
| ۱۶۵ | فصل پنجم آب زیرزمینی -----                                  |     |
| ۱۶۵ | ۱-۵ مقدمه -----                                             |     |
| ۱۶۷ | ۲-۵ چرخه ی آب -----                                         |     |
| ۱۶۸ | ۳-۵ قابلیت هدایت هیدرولیکی و شبکه های جریان -----           |     |
| ۱۶۹ | ۱-۳-۵ قابلیت هدایت هیدرولیکی                                |     |
| ۱۷۲ | ۲-۳-۵ تخلخل                                                 |     |
| ۱۷۳ | ۳-۳-۵ شبکه ی جریان                                          |     |
| ۱۷۴ | ۴-۵ جریان آب زیرزمینی در سنگ خرد شده -----                  |     |
| ۱۷۵ | ۱-۴-۵ جریان در ناپیوستگی های تمیز و صاف                     |     |
| ۱۷۷ | ۲-۴-۵ جریان در ناپیوستگی های پر شده                         |     |
| ۱۷۸ | ۳-۴-۵ سنگ ناهمگن                                            |     |
| ۱۷۹ | ۴-۴-۵ سنگ ناهمسان                                           |     |
| ۱۸۰ | ۵-۴-۵ آب زیرزمینی در شيروانی های سنگی                       |     |

| عنوان                                                                             | صفحه |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| ۵-۵ اندازه گیری فشار آب                                                           | ۱۸۱  |
| ۶-۵ اندازه گیری صحرایی قابلیت هدایت هیدرولیکی                                     | ۱۸۷  |
| ۱-۶-۵ آزمایش های با بار آبی متغیر                                                 | ۱۸۹  |
| ۲-۶-۵ آزمایش پمپاژ                                                                | ۱۹۲  |
| ۷-۵ مثال کاربردی ۱-۵: تأثیر شرایط زمین شناسی و آب و هوایی بر تراز آب زیرزمینی --- | ۱۹۴  |
| <b>فصل ششم شکست صفحه‌ای</b>                                                       | ۱۹۷  |
| ۱-۶ مقدمه                                                                         | ۱۹۷  |
| ۲-۶ رایج عمومی برای شکست صفحه‌ای                                                  | ۱۹۷  |
| ۳-۶ تحلیل شکست صفحه‌ای                                                            | ۱۹۸  |
| ۱-۲-۶ تأثیر آب زیرزمینی بر پایداری                                                | ۲۰۳  |
| ۲-۳-۶ تنش و کرنش بحرانی ترک کششی                                                  | ۲۰۵  |
| ۳-۳-۶ ترک کششی به عنوان یک شاخص ناپایداری                                         | ۲۰۶  |
| ۴-۳-۶ شیب بحرانی سطح لغزش                                                         | ۲۰۷  |
| ۵-۳-۶ تحلیل شکست بر روی یک سطح زیر                                                | ۲۰۸  |
| ۴-۶ تسلیح یک شیروانی                                                              | ۲۱۰  |
| ۱-۴-۶ تسلیح با مهارهای کششی                                                       | ۲۱۰  |
| ۲-۴-۶ تسلیح با داول‌های غیر کششی کاملاً تزریق                                     | ۲۱۲  |
| ۳-۴-۶ تسلیح به وسیله حائل                                                         | ۲۱۴  |
| ۵-۶ تحلیل لرزه‌ای شیروانی‌های سنگی                                                | ۲۱۵  |
| ۱-۵-۶ عملکرد شیروانی‌های سنگی در طی زمین لرزه‌ها                                  | ۲۱۶  |
| ۲-۵-۶ تحلیل خطر لرزه‌ای                                                           | ۲۱۸  |
| ۳-۵-۶ تعیین مشخصات جنبش زمین                                                      | ۲۲۰  |
| ۴-۵-۶ تحلیل پایداری شبه استاتیکی                                                  | ۲۲۱  |
| ۵-۵-۶ روش تحلیل نیومارک                                                           | ۲۲۳  |
| ۶-۶ مثالی برای طراحی احتمالاتی                                                    | ۲۲۸  |

|     |                                                       |       |
|-----|-------------------------------------------------------|-------|
| ۲۳۱ | مثال کاربردی ۱-۶: شکست صفحه‌ای - تحلیل و پایداری سازی | ۷-۶   |
| ۲۳۵ | <b>فصل هفتم شکست گوه‌ای</b>                           |       |
| ۲۳۵ | مقدمه                                                 | ۱-۷   |
| ۲۳۷ | تعریف هندسه گوه                                       | ۲-۷   |
| ۲۳۹ | تحلیل شکست گوه                                        | ۳-۷   |
| ۲۴۳ | تحلیل گوه با در نظر گرفتن چسبندگی، اصطکاک و فشار آب   | ۴-۷   |
| ۲۴۷ | نمودارهای پایداری اصطکاکی گوه                         | ۵-۷   |
| ۲۵۷ | مستقیم از تحلیل گوه با استفاده از نمودارهای اصطکاکی   | ۱-۵-۷ |
| ۲۶۱ | تحلیل گوه‌های جامع                                    | ۶-۷   |
| ۲۶۱ | دادن روبرو نیاز برای تحلیل جامع                       | ۱-۶-۷ |
| ۲۶۴ | برنامه‌های کامپیوتری برای تحلیل جامع                  | ۲-۶-۷ |
| ۲۶۵ | مثالی از تحلیل گوه جامع                               | ۳-۶-۷ |
| ۲۶۷ | <b>فصل هشتم شکست قاشقی</b>                            |       |
| ۲۶۷ | مقدمه                                                 | ۱-۸   |
| ۲۶۸ | شرایط لازم برای وقوع شکست قاشقی و روش‌های تحلیل آن    | ۲-۸   |
| ۲۶۹ | شکل سطح لغزش                                          | ۱-۲-۸ |
| ۲۷۰ | روش تحلیل پایداری                                     | ۲-۲-۸ |
| ۲۷۳ | استخراج نمودارهای شکست قاشقی                          | ۳-۸   |
| ۲۷۴ | فرضیاتی برای جریان آب زیرزمینی                        | ۱-۳-۸ |
| ۲۷۵ | تهیه نمودارهای شکست قاشقی                             | ۲-۳-۸ |
| ۲۷۵ | استفاده از نمودارهای شکست قاشقی                       | ۳-۳-۸ |
| ۲۸۱ | موقعیت سطح لغزش و ترک کششی بحرانی                     | ۴-۸   |
| ۲۸۳ | مثال‌هایی از تحلیل شکست قاشقی                         | ۵-۸   |
| ۲۸۴ | مثال کاربردی ۱ - شیروانی یک کاواک خاک چینی            | ۱-۵-۸ |

|     |                                                             |       |
|-----|-------------------------------------------------------------|-------|
| ۲۸۵ | مثال ۲ - شیروانی در یک بزرگراه                              | ۲-۵-۸ |
| ۲۸۶ | تحلیل پایداری دقیق یک شکست قاشقی                            | ۶-    |
| ۲۸۶ | روش قطعات بیشاپ و جانبو                                     | ۱-۶-۸ |
| ۲۹۱ | استفاده از معیار شکست غیر خطی در تحلیل پایداری به روش بیشاپ | ۲-۶-۸ |
| ۲۹۳ | مثالی برای تحلیل شکست قاشقی به روش های بیشاپ و جانبو        | ۳-۶-۸ |
| ۲۹۵ | برنامه های کامپیوتری برای تحلیل پایداری شکست قاشقی          | ۴-۶-۸ |
| ۲۹۷ | تحلیل سه بعدی شکست قاشقی                                    | ۵-۶-۸ |
| ۲۹۸ | تحلیل عددی پایداری شیروانی                                  | ۶-۶-۸ |
| ۲۹۸ | مثال کاربردی: ۱-۸: تحلیل شکست قاشقی                         | ۷     |
| ۳۰۳ | ل نهم شکست واژگونی                                          |       |
| ۳۰۴ | مقدمه                                                       |       |
| ۳۰۵ | انواع شکست واژگونی                                          |       |
| ۳۰۵ | واژگونی بلوکی                                               | ۱-۲-۹ |
| ۳۰۵ | واژگونی خمشی                                                | ۲-۲-۹ |
| ۳۰۶ | واژگونی بلوکی - خمشی                                        | ۳-۲-۹ |
| ۳۰۷ | انواع واژگونی ثانویه                                        | ۴-۲-۹ |
| ۳۰۹ | سینماتیک (شناخت نوع حرکت) شکست واژگونی بلوکی                |       |
| ۳۰۹ | آزمایش شکل بلوک                                             | ۱-۳-۹ |
| ۳۱۱ | آزمایش لغزش بین لایه ای                                     | ۲-۳-۹ |
| ۳۱۱ | آزمایش امتداد بلوک                                          | ۳-۳-۹ |
| ۳۱۱ | تحلیل تعادل حدی برای واژگونی بر روی یک کف پله ای شکل        |       |
| ۳۱۱ | هندسه ی بلوک                                                | ۶-۴-۹ |
| ۳۱۵ | پایداری بلوک                                                | ۷-۴-۹ |
| ۳۱۸ | شیوه ی محاسبه برای تحلیل واژگونی یک مجموعه ی بلوکی          | ۳-۴-۹ |
| ۳۱۹ | نیروی کابل مورد نیاز برای پایدارسازی یک شیروانی             | ۴-۴-۹ |

|     |                                              |        |
|-----|----------------------------------------------|--------|
| ۳۲۰ | ضرب ایمنی در تحلیل تعادل حدی یک شکست واژگونی | ۵-۴-۹  |
| ۳۲۱ | مثالی از تحلیل تعادل حدی برای واژگونی        | ۶-۴-۹  |
| ۳۲۳ | اعمال نیروهای خارجی به شیروانی‌های واژگونی   | ۷-۴-۹  |
| ۳۲۵ | تحلیل پایداری یک واژگونی خمشی                | ۵-۹    |
| ۳۲۸ | مثال کاربردی ۹-۱: تحلیل شکست واژگونی         | ۶-۹    |
| ۳۳۱ | <b>فصل دهم تحلیل عددی</b>                    |        |
| ۳۳۱ | مقدمه                                        | ۱-۱۰   |
| ۳۳۵ | مدل‌های عددی                                 | ۲-۱۰   |
| ۳۳۷ | مدل‌های ران درزه                             | ۱-۲-۱۰ |
| ۳۳۷ | مدل‌های ستاره توده سنگ                       | ۲-۲-۱۰ |
| ۳۴۱ | مسائل مدلسازی                                | ۳-۱۰   |
| ۳۴۱ | تحلیل دو بعدی در مقابل تحلیل سه بعدی         | ۱-۳-۱۰ |
| ۳۴۵ | مدل‌های پیوسته در مقابل ناپیوسته             | ۲-۳-۱۰ |
| ۳۴۵ | انتخاب اندازه زون مناسب                      | ۳-۳-۱۰ |
| ۳۴۶ | شرایط اولیه                                  | ۴-۳-۱۰ |
| ۳۴۸ | شرایط مرزی                                   | ۵-۳-۱۰ |
| ۳۵۰ | وجود فشار آب                                 | ۶-۳-۱۰ |
| ۳۵۲ | ترتیب حفاری                                  | ۷-۳-۱۰ |
| ۳۵۳ | تفسیر نتایج                                  | ۸-۳-۱۰ |
| ۳۵۴ | نمونه‌ای از تحلیل پایداری                    | ۴-۱۰   |
| ۳۵۵ | شکست توده سنگ                                | ۱-۴-۱۰ |
| ۳۵۷ | شکست صفحه‌ای                                 | ۲-۴-۱۰ |
| ۳۵۹ | شکست گوه‌ای                                  | ۳-۴-۱۰ |
| ۳۶۰ | شکست واژگونی                                 | ۴-۴-۱۰ |
| ۳۶۳ | شکست کمایشی خمشی                             | ۵-۴-۱۰ |

|     |                                                |         |
|-----|------------------------------------------------|---------|
| ۳۶۴ | مباحث خاص                                      | ۵-۱۰    |
| ۳۶۴ | تحکیمات                                        | ۱-۵-۱۰  |
| ۲۶۶ | رفتار وابسته به زمان                           | ۲-۵-۱۰  |
| ۳۷۱ | تحلیل دینامیکی                                 | ۳-۵-۱۰  |
| ۳۷۳ | <b>فصل یازدهم آتشباری</b>                      |         |
| ۳۷۳ | مقدمه                                          | ۱-۱۱    |
| ۳۷۴ | کانیزم خردایش سنگ توسط مواد منفجره             | ۲-۱۱    |
| ۳۷۷ | شنای حجمی                                      | ۳-۱۱    |
| ۳۷۹ | خصوصیات ماده‌ی منفجره                          | ۱-۳-۱۱  |
| ۳۸۰ | ارزاء                                          | ۲-۲-۱۱  |
| ۳۸۱ | سنگ                                            | ۳-۳-۱۱  |
| ۳۸۳ | چال انفجاری                                    | ۴-۳-۱۱  |
| ۳۸۳ | ماهیت سنگ                                      | ۵-۳-۱۱  |
| ۳۸۵ | عمق اضافه چال                                  | ۶-۳-۱۱  |
| ۳۸۶ | گل گذاری                                       | ۷-۳-۱۱  |
| ۳۸۶ | فاصله‌ی جانبی چال‌ها                           | ۸-۳-۱۱  |
| ۳۸۷ | ترتیب انفجار چال‌ها                            | ۹-۳-۱۱  |
| ۳۹۰ | خردایش                                         | ۱۰-۳-۱۱ |
| ۳۹۱ | ارزیابی یک آتشباری                             | ۱۱-۳-۱۱ |
| ۳۹۲ | آتشباری کنترل شده برای بهبود پایداری           | ۴-۱۱    |
| ۳۹۳ | آتشباری پیش‌برشی و آتشباری با چال‌های ضربه گیر | ۱-۴-۱۱  |
| ۳۹۶ | چالزنی                                         | ۲-۴-۱۱  |
| ۳۹۸ | نیروی انفجار                                   | ۳-۴-۱۱  |
| ۳۹۸ | گل گذاری                                       | ۴-۴-۱۱  |
| ۳۹۹ | فاصله‌ی بین چال‌ها و بارسنگ                    | ۵-۴-۱۱  |

| صفحه | عنوان                                                 |
|------|-------------------------------------------------------|
| ۴۰۰  | ۶-۴-۱۱ ترتیب انفجار چال‌ها                            |
| ۴۰۱  | ۵-۱۱ آسیب‌های آتشیاری و کنترل آن                      |
| ۴۰۲  | ۱-۵-۱۱ آسیب‌های ناشی از لرزش زمین                     |
| ۴۱۳  | ۲-۵-۱۱ کنترل پرتاب سنگ                                |
| ۴۱۴  | ۳-۵-۱۱ کنترل موج انفجار و صدا                         |
| ۴۲۰  | ۶-۱۱ مثال کاربردی ۱-۱۱: طراحی آتشیاری                 |
| ۴۲۱  | ۷-۱۱ مثال کاربردی ۲-۱۱: طراحی آتشیاری کنترل شده       |
| ۴۲۲  | ۸-۱۱ مثال کاربردی ۳-۱۱: کنترل آسیب ناشی از انفجار     |
| ۴۲۳  | <b>فصل دوازدهم نحوه شیروانی‌های سنگی</b>              |
| ۴۲۳  | ۱-۱۲ مقدمه                                            |
| ۴۲۵  | ۲-۱۲ دلایل ریزش سنگ                                   |
| ۴۲۸  | ۳-۱۲ برنامه پایدارسازی شیروانی سنگی                   |
| ۴۲۸  | ۱-۳-۱۲ طراحی برنامه پایدارسازی -                      |
| ۴۲۹  | ۲-۳-۱۲ سیستم‌های مجموعه اصطکاک شیروانی سنگ            |
| ۴۳۰  | ۳-۳-۱۲ معیارهای رده‌بندی خطرات                        |
| ۴۳۴  | ۴-۳-۱۲ تجزیه و تحلیل بانگ اطلاعات لیست مشخصات شیروانی |
| ۴۳۴  | ۵-۳-۱۲ انتخاب ساختگاه با اولویت بالا                  |
| ۴۳۵  | ۶-۳-۱۲ انتخاب روش‌های پایدارسازی                      |
| ۴۳۹  | ۴-۱۲ عملیات پایدارسازی با تسلیح سنگ                   |
| ۴۴۰  | ۱-۴-۱۲ کلید برشی                                      |
| ۴۴۱  | ۲-۴-۱۲ مهارهای سنگ                                    |
| ۴۴۲  | ۳-۴-۱۲ دیوار بتنی عکس‌العمل                           |
| ۴۴۳  | ۴-۴-۱۲ شاتکریت                                        |
| ۴۴۸  | ۵-۴-۱۲ دیوار حائل                                     |
| ۴۴۹  | ۶-۴-۱۲ زهکشی                                          |

|     |                                               |        |
|-----|-----------------------------------------------|--------|
| ۴۷۲ | دیواره ایجاد شده با انفجار در جا              | ۷-۴-۱۲ |
| ۴۷۳ | پایدارسازی با حذف سنگ‌ها                      | ۵-۱۲   |
| ۴۷۴ | تعدیل شیب و کاهش بار محرک در شیروانی          | ۱-۵-۱۲ |
| ۴۷۵ | اصلاح و مرتب کردن شیب                         | ۲-۵-۱۲ |
| ۴۷۵ | لق‌گیری                                       | ۳-۵-۱۲ |
| ۴۷۶ | عملیات حذف سنگ‌ها                             | ۴-۵-۱۲ |
| ۴۷۷ | تمهیدات حفاظت در مقابل ریزش سنگ‌ها            | ۶-۱۲   |
| ۴۷۷ | مدلسازی ریزش سنگ                              | ۱-۶-۱۲ |
| ۴۸۰ | گودال‌های پای شیب                             | ۲-۶-۱۲ |
| ۴۸۲ | انح                                           | ۳-۶-۱۲ |
| ۴۸۵ | فاس‌ها و مستهلک کننده‌های انرژی سنگ‌های ریزشی | ۱-۶-۱۲ |
| ۴۸۷ | تولید روی شیروانی                             | ۵-۶-۱۲ |
| ۴۸۸ | فند ها- هشدا- نده                             | ۶-۶-۱۲ |
| ۴۸۹ | نیم تونل تونل                                 | ۷-۶-۱۲ |
| ۴۹۳ | فصل سیزدهم پایش جابجایی‌ها                    |        |
| ۴۹۳ | مقدمه                                         | ۱-۱۳   |
| ۴۹۴ | انواع جابجایی شیروانی                         | ۲-۱۳   |
| ۴۹۶ | پاسخ اولیه                                    | ۱-۲-۱۳ |
| ۴۹۷ | حرکت پسرونده و پیشرونده                       | ۲-۲-۱۳ |
| ۴۹۹ | خزش بلندمدت                                   | ۳-۲-۱۳ |
| ۴۹۹ | روش‌های پایش سطحی                             | ۳-۱۳   |
| ۵۰۰ | ابزارهای تعیین عرض ترک                        | ۱-۳-۱۳ |
| ۵۰۲ | پیمایش یا نقشه‌برداری                         | ۲-۳-۱۳ |
| ۵۰۳ | تصویربرداری لیزری                             | ۳-۳-۱۳ |
| ۵۰۳ | انحراف سنج‌ها                                 | ۴-۳-۱۳ |
| ۵۰۴ | سیستم مکان‌یابی جهانی                         | ۵-۳-۱۳ |

| عنوان                                                                 | صفحه |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| ۹-۳-۱۳ رادار شکاف مصنوعی                                              | ۵۰۴  |
| ۴-۱۳ روش های پایش زیرسطحی                                             | ۵۰۵  |
| ۱-۴-۱۳ لوله های کاوش داخل گمانه                                       | ۵۰۵  |
| ۲-۴-۱۳ روش انعکاس سنجی در دوره زمان                                   | ۵۰۵  |
| ۳-۴-۱۳ انحراف سنج ها                                                  | ۵۰۶  |
| ۵-۱۳ تفسیر داده ها                                                    | ۵۰۶  |
| ۵-۱۳ مودارهای زمان - جابجایی و زمان - سرعت                            | ۵۰۷  |
| ۲-۵-۱۳ مکانیزم های شکست شیروانی                                       | ۵۱۱  |
| <b>فصل چهاردهم ۱۳ برد ها - عمرانی</b>                                 | ۵۱۳  |
| ۱-۱۴ مقدمه                                                            | ۵۱۳  |
| ۲-۱۴ مطالعه ی موردی اوب - همگ سنگ                                     | ۵۱۴  |
| ۱-۲-۱۴ توصیف ساختگاه                                                  | ۵۱۴  |
| ۲-۲-۱۴ زمین شناسی                                                     | ۵۱۴  |
| ۳-۲-۱۴ مقاومت برشی سنگ                                                | ۵۱۵  |
| ۴-۲-۱۴ آب زیرزمینی                                                    | ۵۱۵  |
| ۵-۲-۱۴ تحلیل پایداری                                                  | ۵۱۶  |
| ۶-۲-۱۴ روش های پایداری سازی                                           | ۵۲۲  |
| ۳-۱۴ مطالعه ی موردی دوم - استفاده از کابل برای پایداری یک سکت صفحه ای | ۵۲۴  |
| ۱-۳-۱۴ توصیف ساختگاه                                                  | ۵۲۴  |
| ۲-۳-۱۴ زمین شناسی                                                     | ۵۲۵  |
| ۳-۳-۱۴ مقاومت برشی سنگ                                                | ۵۲۶  |
| ۴-۳-۱۴ آب زیرزمینی                                                    | ۵۲۸  |
| ۵-۳-۱۴ زمین لرزه ها                                                   | ۵۲۸  |
| ۶-۳-۱۴ تحلیل پایداری                                                  | ۵۲۹  |
| ۷-۳-۱۴ روش پایداری سازی                                               | ۵۳۰  |

|     |                                                    |        |
|-----|----------------------------------------------------|--------|
| ۵۳۳ | نکات اجرایی                                        | ۸-۳-۱۴ |
| ۵۳۴ | مطالعه موردی سوم - پایداری گوه در پایه ی بل        | ۴-۱۴   |
| ۵۳۴ | توصیف ساختگاه                                      | ۱-۴-۱۴ |
| ۵۳۵ | زمین شناسی                                         | ۲-۴-۱۴ |
| ۵۳۶ | مقاومت سنگ                                         | ۳-۴-۱۴ |
| ۵۳۷ | آب زیرزمینی                                        | ۴-۴-۱۴ |
| ۵۳۷ | لرزه خیزی                                          | ۵-۴-۱۴ |
| ۵۳۷ | نیروی های خارجی                                    | ۶-۴-۱۴ |
| ۵۳۸ | تحلیل پایداری                                      | ۷-۴-۱۴ |
| ۵۴۱ | مطالعه موردی چهارم - تحلیل شکست قاشقی یک گودبرداری | ۵-۱۴   |
| ۵۴۱ | توصیف ساختگاه                                      | ۱-۵-۱۴ |
| ۵۴۲ | زمین شناسی                                         | ۲-۵-۱۴ |
| ۵۴۲ | آب زیرزمینی                                        | ۳-۵-۱۴ |
| ۵۴۳ | مقاومت سنگ                                         | ۴-۵-۱۴ |
| ۵۴۴ | طراحی غنو و بروانی                                 | ۵-۵-۱۴ |
| ۵۴۵ | نکات اجرایی                                        | ۶-۵-۱۴ |
| ۵۴۵ | مطالعه موردی پنجم - پایداری سازی شکست وازگویی      | ۶-۱۴   |
| ۵۴۵ | توصیف ساختگاه                                      | ۱-۶-۱۴ |
| ۵۴۶ | زمین شناسی                                         | ۲-۶-۱۴ |
| ۵۴۶ | مقاومت سنگ                                         | ۳-۶-۱۴ |
| ۵۴۷ | آب زیرزمینی                                        | ۴-۶-۱۴ |
| ۵۴۷ | شرایط پایداری                                      | ۵-۶-۱۴ |
| ۵۴۸ | روش پایداری سازی                                   | ۶-۶-۱۴ |
| ۵۴۹ | فصل یازدهم کاربردهای معدنی                         |        |

| صفحه | عنوان                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------|
| ۵۴۹  | ۱-۱۵ مقدمه                                                      |
| ۵۵۰  | ۲-۱۵ مثال کاربردی ۱: ذخایر پورفیری                              |
| ۵۵۰  | ۱-۲-۱۵ نکات طراحی                                               |
| ۵۵۱  | ۲-۲-۱۵ زمین شناسی مهندسی                                        |
| ۵۵۲  | ۳-۲-۱۵ مقاومت سنگ و استحکام آن                                  |
| ۵۵۳  | ۴-۲-۱۵ هیدروژئولوژی                                             |
| ۵۵۳  | ۲-۱۵ تحلیل پایداری شیروانی و طراحی آن                           |
| ۵۵۵  | ۳-۱۵ مثال کاربردی ۲: کنترل نهشته‌ها به روش چینه‌شناسی           |
| ۵۵۶  | ۱-۳-۱۵ مباحث طراحی                                              |
| ۵۵۶  | ۲-۳-۱۵ زمین شناسی مهندسی                                        |
| ۵۵۸  | ۳-۳-۱۵ مقایسه، حجم سنگ                                          |
| ۵۵۹  | ۴-۳-۱۵ هیدروژئولوژی                                             |
| ۵۵۹  | ۵-۳-۱۵ محدوده‌های سنگریزه‌ری                                    |
| ۵۶۰  | ۶-۳-۱۵ تحلیل‌های جنبشی و ترکیبی                                 |
| ۵۶۰  | ۷-۳-۱۵ تحلیل‌های پایداری                                        |
| ۵۶۲  | ۸-۳-۱۵ مفاهیم طراحی شیروانی                                     |
| ۵۶۴  | ۹-۳-۱۵ طراحی اولیه                                              |
| ۵۶۶  | ۴-۱۵ مثال کاربردی ۳: تغییر شکل عمقی در یک توده سنگ ضعیف         |
| ۵۶۶  | ۱-۴-۱۵ مباحث طراحی و اجرایی                                     |
| ۵۶۷  | ۲-۴-۱۵ زمین شناسی مهندسی                                        |
| ۵۶۸  | ۳-۴-۱۵ مقاومت سنگ و استحکام توده سنگ                            |
| ۵۶۹  | ۴-۴-۱۵ هیدروژئولوژی و اقدامات فشارزدایی از شیروانی              |
| ۵۷۰  | ۵-۴-۱۵ تحلیل پایداری شیروانی                                    |
| ۵۷۰  | ۶-۴-۱۵ طراحی شیروانی و مدیریت اجرایی                            |
| ۵۷۲  | ۵-۱۵ مثال کاربردی ۴: طراحی شیروانی سرتاسری در یک توده سنگ منجمد |

| صفحه | عنوان                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------|
| ۵۷۲  | ۱-۵-۱۵ جنبه‌ها و مباحث طراحی                              |
| ۵۷۳  | ۲-۵-۱۵ زمین‌شناسی مهندسی                                  |
| ۵۷۴  | ۳-۵-۱۵ مقاومت و انسجام سنگ                                |
| ۵۷۵  | ۴-۵-۱۵ هیدروژئولوژی                                       |
| ۵۷۵  | ۵-۵-۱۵ عملکرد شیروانی                                     |
| ۵۷۶  | ۶-۵-۱۵ تحلیل پایداری شیروانی                              |
| ۵۷۷  | ۷-۵-۱۵ اجرا و ارزیابی مستمر                               |
| ۵۵۷  | ۶-۱۵ چاه‌گیری                                             |
| ۵۷۹  | پیوست الف استریونوت و ترسیم داده‌های زمین‌شناسی ساختارهای |
| ۵۸۵  | پیوست ب توصیف کمی ناپیوستگی‌ها در توده سنگ                |
| ۶۰۲  | پیوست پ تحلیل جامع پایداری گ                              |
| ۶۲۲  | پیوست ت تبدیل واحد                                        |
| ۶۳۱  | واژه‌نامه: فارسی به انگلیسی                               |
| ۶۴۵  | واژه‌نامه: انگلیسی به فارسی                               |
| ۶۵۹  | مراجع                                                     |