

۱۴۱۹۶۵۸

مهندسی شیروانی‌های سنگی

مؤلفان:

Duncan Wyllie

Christopher Mah

(برگرفته از کتاب مهندسی شیروانی‌های سنگی Dr John Bray و Dr Evert Hoek)

مترجم:

دکتر مهدی امین‌زاده (عضو هیأت علمی دانشکده فنی دانشگاه تهران)

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
یادداشت
عنوان دیگر
موضوع
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
شناسه افزوده
شناسه افزوده
رده‌بندی کسره
رده‌بندی دیوبی
شماره کتابشناسی ملی

Wyllie, Duncan C. سی. وایلی، دانکن سی.
مهندسی شیروانی‌های سنگی: برگرفته از کتاب مهندسی شیروانی‌های سنگی Dr Evert Hoek
و Dr John Bray / مولفان [دانکن سی. وایلی، کریستوفر دبلیو. ما]؛ ترجمه مهدی امینی.
تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۵.
۶۸۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
ریال: ۳۷۰۰۰۰ ISBN: 978-964-210-244-0
فیبا
واژه‌نامه.
مهندسی دیواره‌های شیبدار سنگی.
شیب‌های سنگی
Rock slopes
ما، کریستوفر دبلیو.
Mah, Christopher W
امینی، مهدی، ۱۳۵۸، مترجم
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
TAV ۰۶ / ۱۶ م ۹ ۱۳۹۵
۶۲۴ / ۱۵۱۳۴۳
۴۵۷۶۱۱

این کتاب در جلسه ۹۵/۰۹/۰۳ شورای نشر کتاب
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل
ارزیابی علمی، تصویب و انتشار ریافت نموده است.



مهندسی شیروانی‌های سنگی

مؤلفان: Duncan Wyllie, Christopher Mah
مترجم: دکتر مهدی امینی

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

ناشر

دکتر مهدی ورسه‌ای

مدیر مسؤول

اول

نوبت چاپ

۱۳۹۵:

سال چاپ

وزیری

قطع

۵۰۰ نسخه

شمارگان

۳۷۰۰۰۰ ریال

قیمت

آرزو انصاری

طراح

اصیل

چاپخانه

ISBN: 978-964-210-244-0

شابک: ۰-۲۴۴-۲۱۰-۹۶۴-۹۷۸

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+ تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+
فروشگاه اینترنتی: www.jdamirkabir.ac.ir

پیشگفتار ناشر

اَطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى اللَّحْدِ

توانمندسازی پایه‌های علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور از وظایف اصلی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. این مهم، ضمن افزایش اقتدار علمی کشور در عرصه‌های بین‌المللی؛ زمینه‌ساز استقلال اقتصادی با محوریت یافته‌های فن‌آورانه و دانش‌بنیان می‌گردد که خود از ارکان اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. هم‌چنین واضح است که در کنار دو عنصر تعهد و تخصص، دسترسی به ابزارهای روز علمی و تکنولوژی‌های مدرن؛ نیاز اولیه برای توانمندسازی پایه‌های علمی به‌شمار می‌رود.

بر این اساس جهادگران جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر با مدیریت جهادی خود علاوه بر فعالیت‌های فرهنگی، پژوهش‌های فن‌آرانه، آموزش‌های تخصصی فن‌آور و اشتغال‌محور، با چاپ کتب و مجلات علمی متخصصان و دانشگاهیان فرهیخته کشور و هم‌چنین ترجمه آثار فاخر و به‌روز دنیا توسط «انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر» پلی تکنیک تهران» که یکی از معتبرترین انتشارات دانشگاهی در حوزه علوم پایه است؛ می‌باشد؛ به وظیفه انقلابی و اعتقادی خویش جامه عمل پوشانده و امیدوار است بتواند نیازهای علمی دانش‌آوران، دانشجویان و پیوندگان راه علم را در تحقق آرمان‌های اصیل انقلاب فراهم سازد.

این کتاب به روح پرفتوح معمار کبیر انقلاب، شهدا و ایثارگران هشتاد و پنج سال دفاع مقدس به‌ویژه شهدای گرانقدر جهاد دانشگاهی و دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تقدیم می‌گردد. امید است دانش‌آوران، هیأت و فعالین عرصه‌های علم و فناوری کشور، پیونده راه این شهیدان والا مقام همچون شهدای جهاد علمی، در محیط مقدس و انسان ساز دانشگاه باشند.

از همه عزیزان محقق و دانش‌پژوه تقاضا می‌شود این انتشارات را از نظرات تخصصی و پیشنهادات راهگشای خود در جهت ارتقاء سطح علمی کتب منتشره و هم‌چنین گسترش زمینه‌های علمی آن‌ها، بهره‌مند سازند.

هماره در پرتو الطاف الهی پیروز و سربلند باشید

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

پیشگفتار مترجم

کتاب مهندسی شیروانی‌های سنگی که آخرین ویرایش آن توسط Christopher و Duncan Wyllie و Mah تدوین شده است یکی از معتبرترین منابع در حوزه تحلیل پایداری و پایدارسازی شیروانی‌های سنگی می‌باشد. اگر مفاهیم بنیادی و کاربردی در حوزه مذکور به نحوی ساده و قابل فهم در این کتاب ارائه شده‌اند، به نحوی که از آن جوان هم برای آموزش در مراکز دانشگاهی و هم برای طراحی پروژه‌های مهندسی به نحوه مطلوب استفاده کرد.

تجربه ۱۵ ساله مترجم، تحلیل پایداری و پایدارسازی شیروانی‌های سنگی در پروژه‌های عمرانی و معدنی و همچنین تدریس در دانشگاه‌ها، مختلف در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد در زمینه مذکور باعث شده است که ترجمه این اثر مطالعاتی بهتر شود.

از آن جایی که ترجمه تصاویری که مستقیماً از ابزارهای تخصصی اخذ شده‌اند بی‌معنی می‌باشد، در این کتاب از ترجمه این تصاویر صرفه‌نظر شده است تا خوانندگان بتوانند این تصاویر را با خروجی‌های واقعی نرم‌افزارهای مذکور تطابق دهند.

برای ادای احترام به خوانندگان محترم سعی شده است اغلب شکل‌ها با کلماتی با کیفیت مناسب در این کتاب به چاپ برسند. همچنین بیشترین سعی مترجم بر این بوده است که این اثر عاری از هرگونه ایراد فنی و نگارشی باشد و هیچ‌گونه ابهامی نیز در مطالب آن مشاهده نشود. برای آن جایی که هیچ اثر انسانی بدون خطا نیست، از خوانندگان خاضعانه تقاضا می‌نمایم نظرات سازنده را به شما رسید خود را از درگاه Mamini@ut.ac.ir برای مترجم ارسال نمایند تا در چاپ‌های بعدی مدنظر قرار گیرد.

ترجمه این کتاب باعث شد چندین سال بتوانم به درستی در خدمت خانواده‌ام باشم که بر خود لازم می‌دانم عاشقانه از شکیبایی همسر و فرزندانم سپاسگزاری کنم.

از همکاران محترم به ویژه مهندس مهدی یآوری و مهندس رحمان صمدزادگان که در تهیه این اثر مشوق بنده بوده‌اند تشکر می‌کنم. همچنین لازم است از همکاری دوستان و دانشجویانی که بنده را در تهیه این اثر یاری رساندند قدردانی نمایم.

در نهایت تمایل دارم صمیمانه این اثر را به استاد علم و اخلاق دکتر سعید کریمی نسب تقدیم کنم. ایشان همانند معلمی دلسوز بنده را برای نخستین بار با مبحث زیبای شیروانی‌های سنگی آشنا کردند و در این راه همیشه مشوق و حامی بنده بوده‌اند.

مترجم

مهدی امینی

عضو هیات علمی دانشکده مهندسی معدن دانشگاه تهران

www.ketab.ir

پیشگفتار نویسندگان

بی‌تردید خوانندگان بین این کتاب و مهندسی شیروانی‌های سنگی Dr John و Dr Evert Hoek و Dr Bray تشابه زیادی حس می‌کنند. مولفین امیدوارند توضیحات زیر در مورد کتاب اصلی و مسیر شکل‌گیری کتاب حاضر بتواند به خوانندگان کمک کند تا ارتباط بین این دو اثر را بهتر درک نمایند.

مهندس شایان‌های سنگی توسط پژوهشکده معدن و متالورژی لندن در سه ویرایش (سال ۱۹۷۴، ۱۹۷۷ و ۱۹۸۱) به چاپ رسید. تحقیقات اصلی این کتاب در دانشگاه لندن انجام شد و توسط صنایع معدنی بزرگ مورد حمایت مالی قرار گرفت. زیرا توسعه روزافزون عمق معادن روباز به روش‌های طراحی مناسب و کارآمد نیاز شد. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ تولید دستگاه‌های حفاری بزرگ، شاول‌های غول‌پیکر و تراک‌های عظیم جثه باعث شد معدنکاری ذخایر کم عیار اقتصادی شوند و، به تبع آن، افزایش چشمگیری در ابعاد معادن روباز رخ داد. در آن زمان، تحقیقات و راهکارهایی که شالوده مهندسی شیروانی‌های سنگی را در معادن تشکیل می‌دادند در حوزه مهندسی عمران وجود داشت؛ با این تفاوت که ارتفاع شیروانی‌های عمرانی معمولاً کمتر از ارتفاع‌های معدنی بود؛ ولی در طراحی آن‌ها باید برای جلوگیری از سقوط سنگ و لغزش کلی شیروانی درجه اطمینان بالایی در نظر گرفته می‌شد. از آن جایی که محققین و مهندسين برای طراحی شیروانی‌های سنگی نیاز داشتند که روش‌های اثبات شده را به صورت شفاف و واضح ارائه نمایند، کتاب Hoek و Bray فروش بسیار بالایی در سراسر دنیا داشت و به چند زبان زنده نیز ترجمه شد.

در سال ۱۹۸۰، یکی از مولفین کتاب حاضر با اداره بزرگراه‌های فدرال ایالات متحده آمریکا (FHWA) در واشنگتن قراردادی را منعقد نمود تا، با نگرشی ویژه به اجرای بزرگراه‌ها، راهنمای مناسبی برای طراحی و ساخت شیروانی‌های سنگی تهیه کند. آن زمان اینجانب (DCW) با Dr. Hoek فعالیت می‌کردم و ایشان عمیقاً اعتقاد داشتند کتاب مهندسی شیروانی‌های سنگی می‌تواند برای تهیه این راهنما مبنای مناسبی باشد. بنابراین، به جزء فصل‌های پایدارسازی و پایش حرکت شیروانی‌ها، سایر بخش‌های این راهنما از کتاب اصلی تبعیت می‌کرد.

قرارداد دوم با FHWA که برای تهیه بخشی از مجموعه یازده قسمتی مهندسی ژئوتکنیک بزرگراه‌ها در سال ۱۹۹۶ منعقد شد برای نویسندگان این فرصت را فراهم کرد تا گزارش اولیه را به‌طور اساسی به

روزآوری کنند و راهنمای مناسبی برای اداره مذکور تهیه نمایند. در حال حاضر از این راهنما بیشتر به عنوان یک منبع درسی برای آموزش مهندسين بزرگراه‌ها در ایالات متحده آمریکا استفاده می‌شود. این دوره‌های آموزشی توسط پژوهشکده بزرگراه‌های ملی اجرا می‌گردند و تاکنون بیش از ۴۰ دروه آن برگزار شده است.

با گذشت زمان نویسندگان این کتاب دریافتند که راهنمای FHWA دارای دو محدودیت اساسی می‌باشد؛ نخست این که مطالب آن بیشتر روی مهندسی بزرگراه‌ها متمرکز شده است و دوم این که صرفاً در اختیار افرادی قرار می‌گیرد که در دوره‌های آموزشی مذکور شرکت می‌کنند. بنابراین، برای افزایش ارزش این اثر، در سال ۲۰۱۱ تصمیم گرفته شد راهنمای مذکور مجدداً بازنگری شود به نحوی که حوزه‌های گسترده‌تری از مهندسی شیروانی‌های سنگی همانند کاربردهای عمرانی و معدنی را پوشش دهد.

اجرای این تصمیم به صورت قانونی و مساعدت ارگان‌ها و شخصیت‌های متعددی نیاز داشت از جمله Mr. Jerry DiMaggio از اداره بزرگراه‌های فدرال و Dr. G. P. Jayaprakash از گروه تحقیقات حمل و نقل که هر دو در واشنگتن فعالیت می‌کردند و همچنین Dr. George Munfakh از مجموعه Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas (PBQD) که در نیویورک حضور داشت. ما از همه آن‌ها به دلیل کمک و تشویق‌هایشان صمیمانه تشکر می‌کنیم.

البته مهم‌ترین سهم را در این فعالیت Dr. Evert Hoek بر عهده داشت که معتقد بود ما می‌توانیم از کتاب مهندسی شیروانی‌ها سنگی به عنوان پایه‌ای برای تهیه آن کتاب استفاده کنیم. از آن جایی که ایشان در نزدیکی ما زندگی می‌کردند این امکان فراهم شده بود که جلسات متعددی با همدیگر داشته باشیم و در مورد کلیات کتاب و جزئیات روش‌ها و محتوای مطالب با یکدیگر بحث کنیم. بنابراین لازم است از راهنمایی‌های ارزشمند دو ساله Dr. Evert Hoek و فعالیت‌های ارزشمند ایشان با Dr. Bray برای بنیان‌گذاری اصول اساسی مهندسی شیروانی‌های سنگی تشکر و قدردانی نمائیم.

Dr. Leren Lorig and Pedro Varona از شرکت Itasca و Mr. Alan Stewart همکارانشان از انجمن مهندسی Piteau نیز در تهیه این کتاب سهم مهمی داشته‌اند. Dr. Leren Lorig and Pedro Varona فصل ۱۰ را که در مورد روش‌های تحلیل عددی است تهیه کردند و کارشناسان Piteau مطالعات موردی در معادن روباز که در فصل ۱۵ ارائه شده است را گردآوری نمودند. ما تصمیم گرفتیم این دو فصل بهتر است توسط افرادی که در زمینه‌های تخصصی فوق فعالیت‌های اجرایی داشته‌اند نوشته شوند. بنابراین از زحمات و تلاش‌های بی‌وقفه آن‌ها تشکر می‌کنیم.

در تدوین این اثر سعی ما بر این بوده است که اغلب مطالب اصلی مهندسی شیروانی‌های سنگی در ساختار این کتاب نیز گنجانده شوند؛ زیرا روش‌های پایه طراحی شیروانی‌ها که در نسخه ۱۹۷۴ آن کتاب

ارائه شده‌اند، تا به امروز، همچنان صحیح و پرکاربرد می‌باشند. در این راستا، با حفظ چارچوب کلی کتاب اصلی، پیشرفت‌های فنی و تجارب مربوط به طراحی شیروانی‌ها و ساخت پروژه‌ها در ۳۰ سال گذشته به کتاب جدید اضافه شده است. در این حالت، ساختار اصلی مهندسی شیروانی‌های سنگی در این کتاب نیز حفظ می‌گردد و افرادی که با اثر Hoek و Bray آشنایی دارند می‌توانند مسیر خود را در کتاب حاضر به سادگی پیدا کنند. موضوعات اصلی و مهمی که برای به روزآوری مهندسی شیروانی‌های سنگی به این کتاب اضافه شد عبارتند از:

- جمع‌آوری داده‌های زمین‌شناسی: فهرست واژه‌ها و اصطلاحات زمین‌شناسی ساختاری انجمن جهانی مکان سنگ در فصل ۳ و پیوست II.
- مقاومت توده سنگ: نسخه ۲۰۰۲ معیار شکست توده‌سنگ هوک و بران در فصل ۴.
- زلزله: تاثیر زلزله روی پایداری، شیروانی‌ها و روش‌های طراحی شیروانی‌ها در مناطق زلزله‌خیز در فصل ۶.
- روش‌های تحلیل احتمالاتی و اصلاح شده (LRFD): مبانی و اصول کلی روش‌های تحلیل احتمالاتی و LRFD در فصل ۱۰. تحلیل احتمالاتی یک مثال موردی در فصل ۶.
- تحلیل‌های عددی: کاربرد روش‌های تحلیل عددی در طراحی شیروانی‌ها در فصل ۱۰.
- انفجار تولیدی: روش‌های طراحی انفجار توده سنگ در فصل ۱۱ به روزآوری شد. همچنین، در این فصل، روش‌های انفجار در دیواره نهایی و مهار آسپاسمانته مالی وارده به توده‌سنگ در خارج از محدوده انفجار نیز مورد بازبینی قرار گرفت.
- پایدارسازی و مهار پدیده سقوطسنگ: ارزیابی خطر در شیروانی‌های سنگی، تقویت شیروانی‌ها و مهار پدیده سقوطسنگ با استفاده از خندقی، توری سیمی و سنگ آتش در فصل ۱۲.
- پایش حرکت شیروانی‌ها: روش‌های پایش سطحی و زیرسطحی روش روانه‌ها و توصیف داده‌های گردآوری شده در فصل ۱۳.
- مثال‌های موردی در مهندسی عمران: مثال‌های موردی از شکست‌های صفحه‌ای، گسلی، قاشقی و واژگونی در فصل ۱۴.
- مثال‌های موردی در معادن روباز: چهار مثال موردی از طراحی دیواره معادن روباز در شرایط مختلف زمین‌شناسی در فصل ۱۵.

البته باید توجه داشت که برخی از مطالب این کتاب ممکن است با موضوعات مطرح شده در کتاب‌های مهندسی شیروانی و زمین‌لغزش‌ها؛ ارزیابی و پایدارسازی مشابه باشند. زیرا زمانی که در مورد مکانیک سنگ بنیادی بحث می‌شود، با گذشت زمان، اصول آن چندان تغییر نمی‌کنند؛ بنابراین تکرار مطالب عملاً

بدیهی و اجتناب‌ناپذیر است.

علاوه بر Dr Hoek که به ما در تهیه این کتاب یاری رساندند و مجدداً از ایشان تشکر و قدردانی می‌شود، نویسندگان مشتاقند مراتب سپاس خود را از افراد دیگری نیز اعلام کنند. به خصوص، خانم Sonia Skermer و آقای George Gorczynski که تهیه تصاویر کتاب را بر عهده داشتند و خانم Glenda Gurtina که نسخه اصلی راهنمای FHWA را فراهم نمود و بسیاری از بخش‌های پیچیده متن را اصلاح کرد. نویسندگان از Dr Randy Jibson و Dr Upul Atukorala به دلیل تهیه مطالب طراحی لرزه‌ای و از شرکت Rio Tinto Ltd برای ارائه عکس‌های شفاف و متناسب با این کتاب نیز تشکر می‌کنند. همچنین ما همکاری مالی دولت خود را با اداره بزرگراه‌های فدرال ایالات متحده آمریکا در واشنگتن دی‌سی (FHWA)، راه‌آهن پسیفیک کانادا (CPR) و وزارت راه و ترابری بریتیش کلمبیا ارج می‌نهمیم.

در پایان از همه همکاران، مهندسان ژئوتکنیک هم دوره خود و پیمانکارانی که سال‌های زیادی با آن‌ها روی محدوده وسیع پروژه‌ها همکاری داشتیم قدردانی می‌کنیم. در این کتاب تلاش شده است چکیده‌ای از تجربیات ما در پروژه‌های مختلف ارائه گردد.

Duncan C. Wylie

www.wnrockeng.com

Christopher W. Mah

www.cmrockeng.com

Vancouver, Canada, 2003

فهرست

۳۱	فصل ۱: اصول طراحی شیروانی‌های سنگی.....
۳۱	۱-۱- مقدمه.....
۳۳	۱-۱-۱- مباحث مطرح شده در این کتاب.....
۳۵	۱-۱-۲- تبعات اجتماعی-اقتصادی شی از شکست شیروانی‌ها.....
۳۶	۱-۲- اصول مهندسی شیروانی‌های سنگی.....
۳۶	۱-۲-۱- مباحث مرتبط با مهندسی عمران.....
۳۹	۱-۲-۲- تحلیل پایداری دیواره معادن روباز.....
۴۱	۱-۳- ویژگی‌ها و ابعاد زمین لغزش‌ها.....
۴۴	۱-۴- روش‌های طراحی.....
۴۴	۱-۴-۱- خلاصه‌ای از روش‌های طراحی.....
۴۷	۱-۴-۲- تحلیل تعادل حدی (روش معین).....
۵۲	۱-۴-۳- تحلیل حساسیت.....
۵۳	۱-۴-۴- طراحی احتمالاتی.....
۵۹	۱-۴-۵- روش بار- مقاومت اصلاح شده.....
۶۳	فصل ۲: زمین‌شناسی ساختاری و تفسیر داده‌های اولیه.....
۶۳	۲-۱- اهداف بررسی‌های زمین‌شناسی.....

- ۶۶ ۲-۲- سازوکار تشکیل درزه‌ها
- ۶۷ ۲-۳- تاثیر ناپیوستگی‌ها در پایداری شیروانی‌های سنگی
- ۶۹ ۲-۴- جهت‌یافتگی ناپیوستگی‌ها
- ۷۱ ۲-۵- تحلیل استرنوگرافیکی ساختارهای زمین‌شناسی
- ۷۱ ۲-۵-۱- تصاویر استرنوگرافیک
- ۷۴ ۲-۵-۲- ترسیم قطب‌های ساختارهای زمین‌شناسی و منحنی‌های هم‌تراز قطب‌ها
- ۷۵ ۲-۵-۳- تراکم قطب‌ها
- ۷۸ ۲-۵-۴- دوائر عظیمه
- ۸۰ ۲-۵-۵- خطوط تلاقی صفحات
- ۸۳ ۲-۶- تشخیص نوع شکست در شیروانی‌های سنگی
- ۸۵ ۲-۶-۱- تحلیل سینماتیک
- ۸۸ ۲-۶-۲- شکست صفحات
- ۸۸ ۲-۶-۳- شکست گوه‌ای
- ۸۹ ۲-۶-۴- شکست واژگونی
- ۹۰ ۲-۶-۵- مخروط اصطکاک
- ۹۱ ۲-۶-۶- کاربردهای تحلیل سینماتیک
- ۹۵ ۲-۷- مسئله ۱.۲: تصاویر استرنوگرافیک ساختارهای زمین‌شناسی
- ۹۸ ۲-۸- مسئله ۲.۲: ارزیابی پایداری یک شیروانی سنگی با توجه به ساختارهای زمین‌شناسی
- ۱۰۳ فصل ۳: مطالعات صحرایی و جمع‌آوری داده‌های زمین‌شناسی
- ۱۰۳ ۳-۱- برنامه‌ریزی برای مطالعات زمین‌شناسی
- ۱۰۵ ۳-۱-۱- زمین‌شناسی
- ۱۰۶ ۳-۱-۲- مقاومت سنگ
- ۱۰۷ ۳-۱-۳- وضعیت آب زیرزمینی
- ۱۰۷ ۳-۲- بازدید مقدماتی
- ۱۰۹ ۳-۲-۱- تصویربرداری‌های هوایی و زمینی

۱۱۱	۲-۲-۲- ژئوفیزیک
۱۱۴	۳-۳- برداشت زمین شناسی
۱۱۴	۳-۳-۱- برداشت های خطی و پنجره ای
۱۱۵	۳-۳-۲- برداشت تصویری ناپیوستگی ها
۱۱۵	۳-۳-۳- انواع ناپیوستگی ها
۱۱۶	۳-۳-۴- تعریف اصطلاحات زمین شناسی
۱۲۴	۳-۴- اندازه گیری فاصله داری، تداوم و زبری ناپیوستگی های توده سنگ
۱۲۵	۴-۱- فاصله داری ناپیوستگی ها
۱۲۷	۴-۲-۱- تداوم ناپیوستگی ها
۱۲۹	۴-۳-۳- زبری
۱۳۲	۳-۵- تحلیل های آماری داده های زمین شناسی ساختاری
۱۳۲	۳-۵-۱- جهت یافتگی ناپیوستگی ها
۱۳۵	۳-۵-۲- طول و فاصله داری ناپیوستگی ها
۱۳۷	۳-۶- حفاری های اکتشافی با سرمته الماسه
۱۳۸	۳-۶-۱- تجهیزات مربوط به حفاری های اکتشافی با سرمته الماسه
۱۳۹	۳-۶-۲- عملیات حفاری اکتشافی با سرمته الماسه
۱۴۲	۳-۶-۳- نگارش مغزه های حفاری
۱۴۴	۳-۶-۴- جهت یافتگی مغزه های حفاری
۱۴۹	فصل ۴: خواص مقاومتی سنگ ها و روش های اندازه گیری آن ها
۱۴۹	۴-۱- مقدمه
۱۴۹	۴-۱-۱- اثر مقیاس و مقاومت سنگ
۱۵۱	۴-۱-۲- چند مثال متعارف
۱۵۴	۴-۱-۳- رده بندی سطوح لغزش از نظر ویژگی های مقاومتی
۱۵۷	۴-۲- مقاومت برشی ناپیوستگی ها
۱۵۷	۴-۲-۱- تعاریف ضریب چسبندگی و زاویه اصطکاک

- ۴-۲-۲- زاویه اصطکاک سطوح ناپیوستگی‌ها..... ۱۵۹
- ۴-۲-۳- برش روی یک سطح شیب‌دار ۱۶۰
- ۴-۲-۴- زبری سطوح ۱۶۱
- ۴-۲-۵- مواد پرکننده ناپیوستگی‌ها..... ۱۶۶
- ۴-۲-۶- تاثیر آب بر مقاومت برشی ناپیوستگی‌ها..... ۱۷۰
- ۴-۳- آزمون آزمایشگاهی برش مستقیم..... ۱۷۱
- ۴-۴- تخمین مقاومت برشی توده‌سنگ با استفاده از تحلیل برگشتی شیروانی‌های ناپایدار .. ۱۷۵
- ۴-۵- استفاده از معیار شکست هوک و بران برای تخمین مقاومت برشی توده‌سنگ‌های خرد شده ۱۸۰
- ۴-۵-۱- معیار شکست تخمین‌یافته هوک و بران ۱۸۳
- ۴-۵-۲- ضریب تغییرات کل ۱۸۵
- ۴-۵-۳- معیار شکست موهر-کولمب ۱۸۵
- ۴-۵-۴- مقاومت توده‌سنگ..... ۱۹۰
- ۴-۵-۵- تعیین مقدار σ_{3max} ۱۹۰
- ۴-۵-۶- تخمین ضریب آشفستگی (D)..... ۱۹۱
- ۴-۶- شاخص دوام و مقاومت فشاری تک محوری سنگ‌ها..... ۱۹۳
- ۴-۶-۱- شاخص دوام ۱۹۵
- ۴-۶-۲- مقاومت فشاری تک محوری..... ۱۹۶
- ۴-۷- مسئله حل شده ۴.۱: تحلیل نتایج آزمایش برش مستقیم..... ۱۹۸
- ۴-۸- مسئله حل شده ۴.۲: تحلیل نتایج آزمایش بار نقطه‌ای ۲۰۰

فصل ۵: آب زیرزمینی ۲۰۱

- ۵-۱- مقدمه ۲۰۱
- ۵-۲- چرخه هیدرولوژی ۲۰۳
- ۵-۳- ضریب هدایت هیدرولیکی و شبکه جریان ۲۰۴
- ۵-۳-۱- ضریب هدایت هیدرولیکی ۲۰۵

۲۰۸.....	۵-۳-۲- تخلخل
۲۰۹.....	۵-۳-۳- شبکه جریان
۲۱۰.....	۵-۴- جریان آب زیرزمینی در سنگ‌های خردشده
۲۱۲.....	۵-۴-۱- جریان آب در ناپیوستگی‌های تمیز و صیقلی
۲۱۴.....	۵-۴-۲- جریان آب در ناپیوستگی‌های پرشده با مواد ثانویه
۲۱۴.....	۵-۴-۳- توده سنگ‌های ناهمگن
۲۱۵.....	۵-۴-۴- توده سنگ‌های ناهمسانگرد
۲۱۶.....	۵-۴-۵- وضعیت آب زیرزمینی در شیروانی‌های سنگی
۲۱۸.....	۵-۵- اندازه‌گیر فشار آب زیرزمینی
۲۲۴.....	۵-۶- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی برجای توده سنگ
۲۲۵.....	۵-۶-۱- آزمایش بار تمیز
۲۲۹.....	۵-۶-۲- آزمایش پمپاژ
۲۳۱.....	۵-۷- مسئله حل شده ۱. ۱: تأثیر شرایط زمین‌شناسی و اقلیم ساختگاه بر سطح آب زیرزمینی در توده سنگ
۲۳۵.....	فصل ۶: شکست صفحه‌ای
۲۳۵.....	۶-۱- مقدمه
۲۳۵.....	۶-۲- شرایط عمومی برای وقوع شکست صفحه‌ای
۲۳۶.....	۶-۳- تحلیل شکست صفحه‌ای
۲۴۰.....	۶-۳-۱- ارزیابی اثرات آب زیرزمینی روی پایداری شکست صفحه‌ای
۲۴۳.....	۶-۳-۲- موقعیت و عمق بحرانی ترک کششی
۲۴۴.....	۶-۳-۳- استفاده از ترک کششی برای پیش‌بینی رفتار شیروانی‌ها
۲۴۶.....	۶-۳-۴- شیب بحرانی صفحه لغزش
۲۴۶.....	۶-۳-۵- بررسی شکست صفحه‌ای روی یک سطح زبر
۲۴۸.....	۶-۴- مقاوم‌سازی شیروانی سنگی
۲۴۹.....	۶-۴-۱- مقاوم‌سازی شیروانی‌های سنگی با استفاده از پیچ‌سنگ‌های تحت کشش

۶-۴-۲	مقاوم‌سازی شیروانی‌های سنگی با استفاده از پیچ‌سنگ‌های تمام تزریق	۲۵۰
۶-۴-۳	مقاوم‌سازی شیروانی‌های سنگی با استفاده از دیوار پشتیان	۲۵۲
۶-۵	تحلیل پایداری لرزه‌ای شیروانی‌های سنگی	۲۵۳
۶-۵-۱	رفتار شیروانی‌های سنگی در حین وقوع زلزله	۲۵۴
۶-۵-۲	تحلیل خطر لرزه‌ای	۲۵۶
۶-۵-۳	ویژگی‌های زلزله	۲۵۸
۶-۵-۴	تحلیل پایداری شبه استاتیکی	۲۵۹
۶-۵-۵	تحلیل پایداری به روش نیومارک	۲۶۱
۶-۶	مسئله شکست گوهی: تحلیل احتمالاتی شکست صفحه‌ای	۲۶۵
۶-۷	مسئله شکست گوهی: تحلیل پایداری و پایدارسازی شکست صفحه‌ای	۲۶۹
فصل ۷	شکست گوهی	۲۷۳
۷-۱	مقدمه	۲۷۳
۷-۲	تعریف هندسه گوه	۲۷۴
۷-۳	تحلیل مقدماتی شکست گوهی	۲۷۷
۷-۴	تحلیل شکست گوهی با در نظر گرفتن ضربه و چسبندگی، اصطکاک و فشار آب	۲۸۰
۷-۵	تحلیل پایداری شکست گوهی در شرایط خاص به کمک نمودار	۲۸۴
۷-۵-۱	مثال: تحلیل شکست گوهی به کمک نمودار	۲۹۱
۷-۶	تحلیل جامع شکست گوهی	۲۹۲
۷-۶-۱	داده‌های مورد نیاز	۲۹۲
۷-۶-۲	تحلیل جامع شکست گوهی به کمک نرم‌افزار	۲۹۵
۷-۶-۳	مثالی از تحلیل جامع شکست گوهی	۲۹۷
فصل ۸	شکست قاشقی	۲۹۹
۸-۱	مقدمه	۲۹۹
۸-۲	شرایط وقوع شکست قاشقی و روش‌های تحلیل آن	۳۰۰
۸-۲-۱	شکل سطح لغزش	۳۰۱

۳۰۳	۸-۲-۲- مراحل تحلیل پایداری
۳۰۵	۸-۳- ترسیم نمودارهای تحلیل شکست قاشقی
۳۰۶	۸-۳-۱- مفروضات مربوط به جریان آب زیرزمینی
۳۰۷	۸-۳-۲- ترسیم نمودارهای تحلیل شکست قاشقی
۳۰۸	۸-۳-۳- استفاده از نمودارهای تحلیل شکست قاشقی
۳۱۳	۸-۴- موقعیت سطح لغزش و ترک کششی بحرانی
۳۱۵	۸-۵- چند مثال موردی از تحلیل شکست قاشقی
۳۱۵	۸-۵-۱- مثال ۱- تحلیل دیواره یک معدن رس در چین
۳۱۶	۸-۵-۲- مثال ۲- تحلیل شیروانی مشرف به یک بزرگراه
۳۱۶	۸-۶- تحلیل ایداره شکست قاشقی با روش‌های دقیق‌تر
۳۱۷	۸-۶-۱- روش‌های عددی بعدی بیشاب و جانبو
۳۲۱	۸-۶-۲- استفاده از معیار شکست هام، غیرخطی در روش بیشاب
۳۲۲	۸-۶-۳- تحلیل یک مثال موردی با استفاده از روش‌های بیشاب و جانبو
۳۲۵	۸-۶-۴- برنامه‌های کامپیوتری تحلیل شکست قاشقی
۳۲۷	۸-۶-۵- تحلیل سه بعدی شکست‌های قاشقی
۳۲۷	۸-۶-۶- استفاده از روش‌های عددی برای تحلیل ایداره شیروانی‌ها
۳۲۸	۸-۷- مسئله حل شده ۸.۱: تحلیل پایداری شکست قاشقی
۳۳۱	فصل ۹: شکست واژگونی
۳۳۱	۹-۱- مقدمه
۳۳۳	۹-۲- انواع شکست‌های واژگونی
۳۳۳	۹-۲-۱- واژگونی بلوکی
۳۳۴	۹-۲-۲- واژگونی خمشی
۳۳۴	۹-۲-۳- واژگونی بلوکی-خمشی
۳۳۵	۹-۲-۴- شکست‌های واژگونی ثانویه
۳۳۷	۹-۳- تحلیل سینماتیکی شکست واژگونی بلوکی

- ۳۳۸ ۹-۳-۱- آزمون ابعاد بلوک‌ها
- ۳۳۸ ۹-۳-۲- آزمون لغزش بین بلوک‌ها
- ۳۳۹ ۹-۳-۳- آزمون موقعیت بلوک‌ها
- ۳۴۰ ۹-۴- تحلیل شکست واژگونی بلوکی به کمک روش تعادل حدی
- ۳۴۱ ۹-۴-۱- هندسه بلوک‌ها
- ۳۴۳ ۹-۴-۲- پایداری بلوک‌ها
- ۳۴۵ ۹-۴-۳- محاسبه پایداری مجموعه‌ای از بلوک‌ها در برابر واژگونی
- ۳۴۷ ۹-۴-۴- پار. رسازی شیروانی با کابل سنگ‌های تحت کشش
- ۳۴۸ ۹-۴-۵- تعیین فاکتور ایمنی شکست واژگونی بلوکی
- ۳۴۹ ۹-۴-۶- تحلیل تعادل حدی، یک مثال فرضی در برابر شکست واژگونی بلوکی
- ۳۵۲ ۹-۴-۷- تاثیر نیروهای خارجی در شکست واژگونی بلوکی
- ۳۵۴ ۹-۵- تحلیل پایداری شکست واژگونی خمشی
- ۳۵۷ ۹-۶- مسئله حل شده ۹.۱: تحلیل شکست واژگونی
- ۳۶۱ فصل ۱۰: روش‌های عددی
- ۳۶۱ ۱۰-۱- مقدمه
- ۳۶۴ ۱۰-۲- مدل‌های عددی
- ۳۶۷ ۱۰-۲-۱- مدل‌سازی درزه‌ها
- ۳۶۷ ۱۰-۲-۲- مدل‌سازی توده‌سنگ
- ۳۷۱ ۱۰-۳- نکاتی در ارتباط با مدل‌سازی‌های عددی
- ۳۷۱ ۱۰-۳-۱- مقایسه تحلیل‌های دو بعدی و سه بعدی
- ۳۷۵ ۱۰-۳-۲- مقایسه مدل‌های پیوسته و ناپیوسته
- ۳۷۶ ۱۰-۳-۳- انتخاب ابعاد مناسب برای نواحی
- ۳۷۶ ۱۰-۳-۴- انتخاب شرایط اولیه
- ۳۷۸ ۱۰-۳-۵- شرایط مرزی
- ۳۸۱ ۱۰-۳-۶- اعمال فشار آب

۳۸۳	۱۰-۳-۷- حفر مرحله‌ای شیروانی‌ها
۳۸۳	۱۰-۳-۸- تفسیر نتایج
۳۸۴	۱۰-۴- مثال‌های موردی شاخص
۳۸۵	۱۰-۴-۱- شکست در توده‌سنگ یکپارچه
۳۸۸	۱۰-۴-۲- شکست صفحه‌ای- با رخنمون و بدون رخنمون
۳۹۰	۱۰-۴-۳- شکست گوه‌ای- با رخنمون و بدون رخنمون
۳۹۰	۱۰-۴-۴- شکست واژگونی- بلوکی و خمشی
۳۹۳	۱۰-۴-۵- شکست کمانشی خمشی
۳۹۴	۱۰-۵- موضوعات ویژه
۳۹۴	۱۰-۵-۱- مفاصل همسان
۳۹۶	۱۰-۵-۲- رفتار وابسته به زمان
۴۰۱	۱۰-۵-۳- تحلیل‌های دینامیکی
۴۰۳	فصل ۱۱: آتشکاری
۴۰۳	۱۱-۱- مقدمه
۴۰۴	۱۱-۲- سازوکار خردشدن سنگ توسط مواد منفجره
۴۰۷	۱۱-۳- آتشکاری تولیدی
۴۰۹	۱۱-۳-۱- خصوصیات مواد منفجره
۴۱۱	۱۱-۳-۲- ارتفاع پله
۴۱۱	۱۱-۳-۳- بار سنگ
۴۱۳	۱۱-۳-۴- قطر چال‌های انفجاری
۴۱۴	۱۱-۳-۵- طبیعت سنگ
۴۱۵	۱۱-۳-۶- عمق اضافه حفاری
۴۱۶	۱۱-۳-۷- بستن سرچال (گل‌گذاری)
۴۱۶	۱۱-۳-۸- فاصله جانبی چال‌ها
۴۱۸	۱۱-۳-۹- توالی آتش در چال‌ها

- ۴۲۰ خردشدگی ۱۱-۳-۱۰
- ۴۲۱ ارزیابی عملیات آتشکاری ۱۱-۳-۱۱
- ۴۲۲ استفاده از آتشکاری مهارشده برای بهبود وضعیت پایداری شیروانی ۱۱-۴
- ۴۲۳ آتشکاری‌های پیش برش و ضربه‌گیر ۱۱-۴-۱
- ۴۲۶ چالزنی ۱۱-۴-۲
- ۴۲۷ خرج‌گذاری ۱۱-۴-۳
- ۴۲۹ بستن سرچال (گل‌گذاری) ۱۱-۴-۴
- ۴۲۹ فاصله جانبی چال‌ها و بارسنگ ۱۱-۴-۵
- ۴۲۹ توالی آتش‌ها ۱۱-۴-۶
- ۴۳۰ خسارات ناشی از آتشکاری و مهار آن ۱۱-۵
- ۴۳۲ خسارات ناشی از لرزش زمین ۱۱-۵-۱
- ۴۴۴ مهار پرتاب سنگ ۱۱-۵-۲
- ۴۴۴ مهار لرزش و صدای هوا ۱۱-۵-۳
- ۴۴۹ مسئله نمونه ۱. ۱۱: طراحی آتشکاری ۱۱-۶
- ۴۵۰ مسئله نمونه ۲. ۱۱: طراحی آتشکاری مهارشده ۱۱-۷
- ۴۵۱ مسئله نمونه ۳. ۱۱: مهار خسارات آتشکاری ۱۱-۸
- ۴۵۳ فصل ۱۲: پایدارسازی شیروانی‌های سنگی
- ۴۵۳ ۱۲-۱ مقدمه
- ۴۵۵ ۱۲-۲ دلایل سقوطسنگ
- ۴۵۸ ۱۲-۳ برنامه پایدارسازی شیروانی‌های سنگی
- ۴۵۸ ۱۲-۳-۱ برنامه‌ریزی برای اقدامات پایدارسازی
- ۴۵۹ ۱۲-۳-۲ روش‌های فهرست‌برداری از شیروانی‌های سنگی
- ۴۶۰ ۱۲-۳-۳ معیار رده‌بندی خطر
- ۴۶۴ ۱۲-۳-۴ تجزیه و تحلیل پایگاه اطلاعات شیروانی‌ها
- ۴۶۴ ۱۲-۳-۵ انتخاب موقعیت‌های با اولویت بالاتر

- ۴۶۵ ۱۲-۳-۶ انتخاب اقدامات پایدارسازی
- ۴۷۰ ۱۲-۴- پایدارسازی شیروانی با تقویت توده سنگ
- ۴۷۰ ۱۲-۴-۱ کلیدهای برشی
- ۴۷۱ ۱۲-۴-۲ مهار سنگ
- ۴۹۱ ۱۲-۴-۳ دیوار محافظ
- ۴۹۲ ۱۲-۴-۴ شانکریت
- ۴۹۷ ۱۲-۴-۵ دیوارهای پشتیبان
- ۴۹۷ ۱۱-۴-۶ رله کشی
- ۵۰۱ ۱۲-۴-۷ اصلاح شرایط برشی سطح لغزش با انفجار درجا
- ۵۰۲ ۱۲-۵- پایدار سازی جابه جا کردن بخش هایی از توده سنگ
- ۵۰۳ ۱۲-۵-۱ تعدیل شیب و کاهش ارتفاع مناطق دارای پتانسیل لغزش
- ۵۰۴ ۱۲-۵-۲ آتشکاری اصلاح ترک های سنگی آویزان
- ۵۰۴ ۱۲-۵-۳ لق گیری
- ۵۰۵ ۱۲-۵-۴ عملیات جابه جایی سنگ
- ۵۰۶ ۱۲-۶- اقدامات حفاظتی در برابر سقوط سنگ
- ۵۰۶ ۱۲-۶-۱ مدلسازی سقوط سنگ
- ۵۰۹ ۱۲-۶-۲ خندق ها
- ۵۱۰ ۱۲-۶-۳ حصارها
- ۵۱۳ ۱۲-۶-۴ شبکه های فلزی مهار سنگ و تضعیف کننده ها
- ۵۱۶ ۱۲-۶-۵ شبکه های آویزان
- ۵۱۶ ۱۲-۶-۶ شبکه های هشدار دهنده
- ۵۱۷ ۱۲-۶-۷ سنگ افکن ها و تونل ها
- ۵۲۱ فصل ۱۳: پایش حرکت شیروانی ها
- ۵۲۱ ۱۳-۱ مقدمه
- ۵۲۳ ۱۳-۲ انواع حرکت شیروانی ها

- ۱۳-۲-۱- پاسخ اولیه ۵۲۳
- ۱۳-۲-۲- حرکات پسرو و پیشرو ۵۲۴
- ۱۳-۲-۳- خزش بلند-مدت ۵۲۶
- ۱۳.۳- روش‌های پایش سطحی ۵۲۷
- ۱۳-۳-۱- پایش عرض ترک ۵۲۸
- ۱۳-۳-۲- نقشه‌برداری ۵۲۹
- ۱۳-۳-۳- تصویربرداری لیزری ۵۳۱
- ۱۳-۳-۴- شیب‌سنج ۵۳۲
- ۱۳-۳-۵- سیستم موقعیت‌یاب جهانی ۵۳۲
- ۱۳-۳-۶- دارها- رایة مصنوعی ۵۳۲
- ۱۳-۴- روش‌های پایش زیر سطحی ۵۳۳
- ۱۳-۴-۱- کاوشگر درون‌گمانی ۵۳۳
- ۱۳-۴-۲- بازتاب در حوزه زمار ۵۳۳
- ۱۳-۴-۳- انحراف‌سنج ۵۳۴
- ۱۳-۵- تفسیر داده‌ها ۵۳۵
- ۱۳-۵-۱- نمودارهای زمان- جابه‌جایی و زمان- سرعت ۵۳۶
- ۱۳-۵-۲- ساز و کار شکست شیروانی ۵۳۹

فصل ۱۴: کاربردهای عمرانیه ۵۴۳

- ۱۴-۱- مقدمه ۵۴۳
- ۱۴-۲- مثال موردی شماره I- هنگ کنگ: پایدارسازی شکست صفحه‌ای ۵۴۳
- ۱۴-۲-۱- توصیف ساختگاه ۵۴۳
- ۱۴-۲-۲- زمین‌شناسی ساختگاه ۵۴۴
- ۱۴-۲-۳- مقاومت برشی سنگ ۵۴۵
- ۱۴-۲-۴- آب زیرزمینی ۵۴۵
- ۱۴-۲-۵- تحلیل پایداری ۵۴۵

- ۵۵۱..... ۱۴-۲-۶- گزینه‌های پایداری سازی
- ۵۵۳..... ۱۴-۳-۱- مثال موردی شماره II- کاربرد کابل سنگ در مهار شکست صفحه‌ای
- ۵۵۳..... ۱۴-۳-۱- توصیف ساختگاه
- ۵۵۴..... ۱۴-۳-۳- زمین‌شناسی
- ۵۵۵..... ۱۴-۳-۳- مقاومت برشی سنگ
- ۵۵۸..... ۱۴-۳-۴- آب زیرزمینی
- ۵۵۸..... ۱۴-۳-۵- زلزله
- ۵۵۹..... ۱۴-۱-۶- تحلیل پایداری
- ۵۶۰..... ۱۴-۱-۷- روش پایداری سازی
- ۵۶۳..... ۱۴-۳-۸- شکلات عملیاتی
- ۵۶۴..... ۱۴-۴-۱- مثال موردی شماره III- پایداری گوه سنگی در پایه یک پل کابلی
- ۵۶۵..... ۱۴-۴-۲- زمین‌شناسی
- ۵۶۶..... ۱۴-۴-۳- مقاومت سنگ
- ۵۶۷..... ۱۴-۴-۴- آب زیرزمینی
- ۵۶۷..... ۱۴-۴-۵- لرزه‌خیزی
- ۵۶۷..... ۱۴-۴-۶- نیروهای خارجی
- ۵۶۸..... ۱۴-۴-۷- تحلیل پایداری
- ۵۶۸..... ۱۴-۵-۱- مثال موردی شماره IV- تحلیل شکست دایره‌ای و شیارهای مشرف به یک خندق
- ۵۷۰..... مهار سقوط سنگ
- ۵۷۰..... ۱۴-۵-۱- توصیف ساختگاه
- ۵۷۲..... ۱۴-۵-۲- زمین‌شناسی
- ۵۷۲..... ۱۴-۵-۳- آب زیرزمینی
- ۵۷۲..... ۱۴-۵-۴- مقاومت برشی سنگ
- ۵۷۳..... ۱۴-۵-۵- طراحی خندق و شیروانی
- ۵۷۴..... ۱۴-۵-۶- مشکلات عملیاتی
- ۵۷۵..... ۱۴-۶-۱- مثال موردی شماره V- پایداری سازی شکست واژگونی

۵۷۵	۱۴-۶-۱- توصیف ساختگاه.....
۵۷۵	۱۴-۶-۲- زمین‌شناسی.....
۵۷۶	۱۴-۶-۳- مقاومت سنگ.....
۵۷۶	۱۴-۶-۴- آب زیرزمینی.....
۵۷۶	۱۴-۶-۵- شرایط پایداری.....
۵۷۷	۱۴-۶-۶- روش‌های پایدارسازی.....
۵۷۹	فصل ۱۵: کانال‌دهای معدنی
۵۷۹	۱۵-۱- مقدمه.....
۵۸۰	۱۵-۲- مثال ۱-۲- کانال‌های پورفیری.....
۵۸۰	۱۵-۲-۱- نکات طراحی.....
۵۸۱	۱۵-۲-۲- زمین‌شناسی و مهندسی.....
۵۸۲	۱۵-۲-۳- مقاومت و قوام سنگ.....
۵۸۳	۱۵-۲-۴- هیدروژئولوژی.....
۵۸۳	۱۵-۲-۵- تحلیل پایداری و طراحی دیواره کاوا.....
۵۸۵	۱۵-۳- مثال ۲- کانسارهایی که شدیداً تحت تأثیر چینش‌های توده‌سنگ قرار دارند.....
۵۸۶	۱۵-۳-۱- نکات طراحی.....
۵۸۶	۱۵-۳-۲- زمین‌شناسی مهندسی.....
۵۸۷	۱۵-۳-۳- مقاومت و قوام سنگ.....
۵۸۹	۱۵-۳-۴- هیدروژئولوژی.....
۵۸۹	۱۵-۳-۵- حوزه‌های ساختاری.....
۵۹۰	۱۵-۳-۶- تحلیل‌های سینماتیکی.....
۵۹۱	۱۵-۳-۷- تحلیل پایداری.....
۵۹۲	۱۵-۳-۸- مفاهیم تحلیل پایداری دیواره.....
۵۹۶	۱۵-۳-۹- طراحی اولیه.....
۵۹۷	۱۵-۴- مثال ۳- تغییرشکل عمیق در توده‌سنگ‌های ضعیف.....

- ۱۵-۴-۱- نکات طراحی و اجرایی ۵۹۷
- ۱۵-۴-۲- زمین شناسی مهندسی ۵۹۸
- ۱۵-۴-۳- مقاومت و قوام توده سنگ ۵۹۸
- ۱۵-۴-۴- هیدروژئولوژی و روش های کاهش فشار آب زیرزمینی در دیواره ها ۵۹۹
- ۱۵-۴-۵- تحلیل پایداری دیواره ها ۶۰۰
- ۱۵-۴-۶- طراحی دیواره کاواک و مدیریت عملیات اجرایی ۶۰۱
- ۱۵-۵-۴- مثال ۴- طراحی دیواره نهایی کاواک در توده سنگ های مقاوم ۶۰۲
- ۱۵-۱-۱- نکات و ملاحظات طراحی ۶۰۳
- ۱۵-۵-۲- زمین شناسی مهندسی ۶۰۳
- ۱۵-۵-۳- مقاومت قوام توده سنگ ۶۰۵
- ۱۵-۵-۴- هیدروژئولوژی ۶۰۵
- ۱۵-۵-۵- عملکرد دیواره کاواک ۶۰۶
- ۱۵-۵-۶- تحلیل پایداری دیواره های کاواک ۶۰۶
- ۱۵-۳-۱۴- حفر کاواک و ارزیابی مداوم دیواره ها ۶۰۷
- ۱۵-۶- نتایج ۶۰۸
- پیوست I: کاربرد تصاویر استرئوگرافیک در تفسیر داده های زمین شناسی ساختاری ... ۶۰۹
- I.۱ مقدمه ۶۰۹
- I.۲ ترسیم قطب ها ۶۰۹
- I.۳ رسم منحنی های همتراز تمرکز قطب ها ۶۱۰
- I.۴ رسم دوائر عظیمه ۶۱۱
- I.۵ خط تلاقی دو صفحه ۶۱۱
- پیوست II: توصیف کمی ناپیوستگی های توده سنگ ۶۱۳
- II.۱ مقدمه ۶۱۳
- II.۲ توصیف ویژگی های توده سنگ ۶۱۳
- II.۲.۱ توصیف سنگ بکر ۶۱۴

۶۱۹	.....	II. ۲. ۲. مشخصات ناپیوستگی
۶۲۳	.....	II. ۲. ۳. خصوصیات مواد پرکننده
۶۲۴	.....	II. ۲. ۴. توصیف توده‌سنگ
۶۲۹	.....	II. ۲. ۵. وضعیت آب زیرزمینی
۶۳۲	.....	II. ۳. کاربرد برداشت‌های صحرایی
۶۳۵	.....	پیوست III: تحلیل جامع شکست گوه‌ای
۶۳۵	.....	III. ۱. مقدمه
۶۳۶	.....	III. ۲. روش تحلیل
۶۳۶	.....	III. ۳. محدودیت‌های تحلیل
۶۳۷	.....	III. ۴. دامنه کاربرد
۶۳۸	.....	III. ۵. معرفی کمیت‌ها و اصطلاحات
۶۴۰	.....	III. ۶. توالی محاسبات
۶۵۳	.....	پیوست IV: تبدیل واحدها
۶۵۷	.....	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۶۶۳	.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۶۶۹	.....	واژه‌یاب
۶۷۷	.....	منابع