

روش‌های احداث و طراحی نگهداری چاه‌ها

(چاه‌های معادن، نیروگاه‌های برق آبی، تونل‌های شهری، تونل‌های طویل و شمع‌ها)

تألیف:

مهدی یآوری شهرضا

(عضو هیئت علمی دانشکده فنی دانشگاه تهران)

محمد رضا حدادی

امیرنات، احسان کوچکی

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - گروه تخصصی قائم

مدیریت دانش

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیر کبیر

عنوان و نام پدیدآور: روشهای احداث و طراحی نگهداری چاه‌ها : چاه‌های معادن، نیروگاه‌های برق‌آبی، تونل‌های شهری، تونل‌های طویل و شمع‌ها/ تألیف مهدی یاورى شهرضا... و دیگران . مشخصات نشر: تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱. مشخصات ظاهری: ۵۵۷ ص: مصور. شابک: ۱۵۰۰۰۰ ریال: 9-5-92548-600-978

وضعیت فهرست نویسی: فیا
یادداشت: تألیف مهدی یاورى شهرضا، محمدرضا حدادی، امیر بیات، احسان کوچکی . موضوع: حفار چاه موضوع: حفار چاه -- طرح و ساختمان موضوع: حفار چاه -- ایران موضوع: تونل سازی موضوع: تونل -- طرح و ساختمان شناسه افزوده: یاورى شهرضا، مهدی، ۱۳۳۵ - شناسه افزوده: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)، گروه تخصصی قائم، مدیریت دانش شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیر کبیر رده بندی کنگره: ۱۳۹۱/۹۰۲۸۷۲۸۷ رده بندی دیویی: ۶۲۱.۲ شماره کتابشناسی ملی: ۲۷۶۸۹۲۷

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) گروه تخصصی قائم - مدیریت دانش

- نام کتاب: روش‌های احداث و طراحی نگهداری چاه‌ها (چاه‌های معادن، نیروگاه‌های برق آبی، مترو، تونل‌های طویل و شمع‌ها)
- تألیف و ترجمه: مهدی یاورى، محمدرضا حدادی، امیر بیات، احسان کوچکی
- نوبت چاپ: اول
- سال چاپ: ۱۳۹۱
- شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
- قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال
- چاپخانه: اصیل
- شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۵۴۸-۵-۹ ISBN: 978-600-92548-5-9

- آدرس مرکز بخش: میدان آزادی، بلوار شهید عزیزی، خ شهید سلطان محمدی، انتهای کوچه ولی عصر جنوبی، ساختمان قائم

تلفن: ۶۱۰۷۵۰۰۰ نمابر: ۶۶۰۷۰۸۲۳

پست الکترونیک: km.ghaem@khatam.com

جهاد دانشگاهی صنعتی امیر کبیر ۸۸۸۹۵۹۶۹

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری و سایر موارد برای قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، گروه تخصصی قائم محفوظ می‌باشد. (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است)

کتاب حاضر اطلاعاتی راجع به روش‌های طراحی و احداث چاه‌های معدنی، نیروگاه‌های برق‌آبی، مترو، تونل‌های طویل و پایل‌ها ارائه می‌نماید. موضوع اصلی این کتاب ارائه راهکارهای ساده و ایمن برای مجریان این حیطة کاری می‌باشد، به طوری که بتوانند تحلیل، طراحی و ساخت سازه‌های امن و مقرون به صرفه‌ای داشته باشند. در این راستا گروه تخصصی قائم در جهت ارتقاء دانش فنی متخصصین و دانشجویان، اقدام به تهیه و تدوین کتاب حاضر کرده است. به امید آنکه توانسته باشد سهم کوچکی در پیشرفت و توسعه علمی کشور ایفا نماید.

گروه تخصصی قائم - مدیریت دانش

پیشگفتار ناشر

پیشرفت علم و فناوری مدیون تلاش‌های مستمر دانشمندان و صنعت‌گران عرصه‌های علم و عمل بوده و تبادل علم و تجربه بین این دو نهاد مهم همواره در خدمت پیشرفت‌های علمی و زیربنایی مورد نیاز بشر بوده و می‌باشد.

اجرای پروژه‌های عمرانی سبب افزایش تجربیات و تولید دانش‌های جدید و ارزنده در حوزه مسائل فنی و مدیریتی می‌گردد و در برخی موارد، عدم ثبت تجربیات و دانش‌های کسب شده در اجرای پروژه‌ها را سازمان‌ها، مورد استفاده بهینه قرار نمی‌گیرد چنانچه این دانش‌ها و تجربیات به طور دقیق شناسایی، ثبت و مدیریت گردند، می‌تواند نقش موثری در کاهش زمان، هزینه و افزایش کیفیت در پروژه‌های بعدی داشته باشد.

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء - (گروه تخصصی قائم) به عنوان سازمانی سرآمد در طراحی و اجرای پروژه‌های ساختمان سازی و به ویژه تونل‌های طویل آبرسانی و مترو، در چند سال اخیر با بهره گیری از دانش و تجربه مدیران و کارشناسان مجرب خود و همچنین با بکارگیری ماشین آلات و تجهیزات مدرن حفاری و به خصوص دستگاه حفاری تمام مقطع (TBM)، توانسته است در اخذ و اجرای پروژه‌های بزرگ ملی ایفای نقش نموده و موفق به ثبت بالاترین رکورد حفاری تمام مکانیزه گردد، از طرفی با ایفای نقش موثر در بومی کردن دانش تونل سازی و صنایع مرتبط به آن، در جهت تولید و انتشار دانش، ادای وظیفه نماید.

در فصل چهارم با تأکید بر طراحی نگهداری چاه‌ها (موقت و دائمی) با روش‌های تحلیلی، عددی و تجربی، به اصول تحلیل و طراحی چاه‌های تحت فشار و معرفی چهار نرم‌افزار تحلیل پایداری چاه‌ها نیز پرداخته شده است. معرفی حدود ۶۰ پروژه بزرگ احداث چاه در جهان و حدود ۱۰ پروژه در ایران محتوای فصل پنجم را تشکیل می‌دهد. مؤلفان، سپاس و تشکر خالصانه خود را تقدیم می‌دارند به مسئولین محترم گروه تخصصی قائم - قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء(ص) و مدیریت محترم دانش برای حمایت در چاپ کتاب و آقایان مهندس ابراهیم اژدری و علی اکبری میاب برای پردازش تصاویر و شکل‌ها.

در پایان، صمیمانه پذیرای نظرات، پیشنهادها و انتقادهای تمامی عزیزان برای برطرف نمودن کاستی‌ها و اصلاح اشکالات این کتاب در چاپ‌های بعدی هستیم.

خدایا چنان کن سرانجام کار

تا خوشنود باشی و ما رستگار

پیشگفتار مؤلفان

انگیزه اصلی مؤلفان در تألیف کتاب حاضر، فقدان منبعی به زبان فارسی در مورد چاه‌ها به عنوان یکی از سازه‌های مهم زیرزمینی با کاربری‌های گسترده در معادن و پروژه‌های عمرانی نظیر سدها، نیروگاه‌های برق‌آبی، تونل‌های شهری و... بوده است. مؤلفان با بهره‌گیری از منابع گوناگون (۵۰۰۰ صفحه در ۲۸۰ منبع) و یافته‌ها و تجارب خود در طول دوازده سال و با هدف آشنایی بیشتر متخصصین و دست‌اندرکاران احداث سازه‌های زیرزمینی و دانشجویان رشته‌های مهندسی معدن و عمران با روش‌های احداث و طراحی نگهداری چاه‌ها، اقدام به تألیف این کتاب نموده‌اند.

کتاب در پنج فصل تدوین شده است. در فصل اول ضمن تعریف و توضیح واژه‌ها و مفاهیم مطرح در حوزه فضاهای زیرزمینی قائم یا نزدیک به قائم (چاه‌ها و دوپل‌ها) و با تأکید بر اهداف کاربری آنها، سعی شده است که مبانی دسته‌بندی این نوع فضاها تشریح شده و بر این اساس روش‌های حفر چاه‌ها دسته‌بندی شود.

معرفی سیزده روش حفر سنتی (چالزنی و آتشباری)، سیزده روش حفر مکانیزه و هشت روش حفر ویژه (در زمین‌های سست آبدار یا بدون آب) چاه‌ها موضوع فصل دوم و سوم را تشکیل می‌دهند. در این فصول سیستم‌های چالزنی و الگوهای آتشباری در چاه‌ها، انواع ماشین‌آلات حفر، بارگیری و انتقال مواد کنده‌شده و روش‌ها و وسایل نگهداری موقت و دائمی چاه‌ها نیز تشریح و توضیح داده شده‌اند.

تقدیر و تشکر

مؤلفان از مسئولین محترم قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء - گروه تخصصی قائم صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایند. همچنین از مدیریت محترم دانش که قبول زحمت نموده و بانی چاپ این کتاب شده است نهایت تشکر را داریم.

از تمامی دوستان و همکاران گرامی که به نوعی مؤلفان را در تألیف این کتاب یاری و تشویق نمودند، سپاسگزاریم.

مؤلفان از آقایان مهندس ابراهیم اژدری شیمستری و علی اکبری میاب که در ویرایش عکس های کتاب به ما یاری رساندند و راه را برای ادامه کار تسهیل نمودند، تشکر می نمایند.

تشکر از خلق، تشکر از خالق است. بدین منظور در آخر از خداوند متان که خالق تمام هستی است، تشکر می نماییم که توفیق انجام این کار را به ما عنایت نمود.

- ۲۳..... ۴-۲-۱-۲- چالزنی از روی سکو.....
- ۳۳..... ۵-۲-۱-۲- دستگاه‌های چرخ‌زنجیری مدرن.....
- ۳۳..... ۶-۲-۱-۲- جامپوهای مخصوص چالزنی چاه.....
- ۳۶..... ۳-۱-۲- الگوهای چالزنی و آتشیاری.....
- ۳۶..... ۱-۳-۱-۲- طراحی چال‌های برش.....
- ۵۲..... ۲-۲-۱-۲- طراحی چال‌های پیشروی.....
- ۵۳..... ۳-۲-۱-۲- طراحی چال‌های محیطی.....
- ۵۶..... ۴-۱-۲- انواع بارکننده‌ها.....
- ۵۸..... ۱-۴-۱-۲- بارکننده ریدل.....
- ۵۸..... ۲-۴-۱-۲- بارکننده کریپرمن هوای فشرده.....
- ۶۰..... ۳-۴-۱-۲- بارکننده کریپرمن هیدرولیکی.....
- ۶۰..... ۴-۴-۱-۲- لودرهای چرخ‌زنجیری.....
- ۶۰..... ۵-۴-۱-۲- بارکننده کاکتوس‌گرا.....
- ۶۲..... ۶-۴-۱-۲- بارکننده آلیماک.....
- ۶۴..... ۷-۴-۱-۲- شاول‌های هیدرولیکی.....
- ۶۴..... ۸-۴-۱-۲- استفاده از جرثقیل.....
- ۶۷..... ۵-۱-۲- روش‌های ویژه (زمین‌های سست و سنگ‌های ضعیف آبدار و خشک).....
- ۶۷..... ۱-۵-۱-۲- شمع‌کوبی.....
- ۶۹..... الف- دیوار با شمع چوبی.....
- ۷۱..... ب- دیوار با صفحات فولادی.....
- ۷۴..... ج- شمع بتنی.....
- ۷۴..... ۲-۵-۱-۲- شمع‌های مجزا و همپوشان بتنی.....
- ۷۸..... ۳-۵-۱-۲- شمع بتنی قطور به روش PBA.....
- ۹۳..... ۴-۵-۱-۲- صندوق‌های (Caisson).....
- ۹۳..... الف- صندوق‌های (استوانه حفر).....
- ۹۶..... ب- صندوق‌های با هوای فشرده.....
- ۹۷..... ج- چاه افتان.....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱.....	فصل اول: انواع چاه‌ها، کاربری و دسته‌بندی‌ها.....
۱.....	۱-۱- مقدمه.....
۱.....	۱-۲- مفاهیم و تعاریف.....
۲.....	۱-۳- کاربری معدنی: مشخصه‌ها و وظایف.....
۲.....	۱-۳-۱- چاه.....
۴.....	۱-۳-۲- دویل.....
۶.....	۱-۴- کاربری‌های عمرانی (غیر معدنی).....
۶.....	۱-۵- دسته‌بندی روش‌های حفر چاه.....
۸.....	۱-۵-۱- نوع و نحوه انرژی برای حفر.....
۱۳.....	۱-۵-۲- جهت حفر.....
۱۶.....	۱-۵-۳- احداث یا عدم احداث چاه پیشرو.....
۱۷.....	۱-۵-۴- دسته‌بندی‌ها.....
۲۱.....	۱-۶- روش‌های ویژه (زمین‌های سست و سنگ‌های ضعیف آبدار و خشک).....
۲۵.....	فصل دوم: روش‌های سنتی حفر چاه.....
۲۵.....	۱-۲- روش‌های پایین‌رو بدون چاه پیشرو.....
۲۵.....	۱-۲-۱- شکل حفاری.....
۲۵.....	۱-۲-۱-۱- تمام‌مقطع.....
۲۶.....	۱-۲-۱-۲- پله‌ای.....
۲۸.....	۱-۲-۱-۳- مارپیچی.....
۲۹.....	۱-۲-۲- سیستم‌های چالزنی و انواع چالزن‌ها.....
۳۱.....	۱-۲-۱-۲- چالزن‌های دستی.....
۳۲.....	۱-۲-۲-۱- چالزن‌های متصل به رینگ.....
۳۲.....	۱-۲-۲-۲- چالزن‌های متصل به قرقره.....

- ۳-۲- روش‌های بالارو بدون چاه پیشرو ۱۶۵
- ۱-۳-۲- انبارهای ۱۶۵
- ۲-۳-۲- چاه باز ۱۶۵
- ۳-۳-۲- سکوی آلیماک ۱۶۹
- ۴-۳-۲- برش قیفی (Crater Cut) ۱۸۰
- ۵-۳-۲- پسرری قائم قیفی (VCR) ۱۸۴
- ۴-۲- روش‌های بالارو با چاه پیشرو ۱۸۶
- ۱-۴-۲- ژورا ۱۸۶
- ۲-۴-۲- چال‌های بلند ۱۸۸
- ۱-۲-۴-۲- چرخش چال خالی ۱۸۸
- ۲-۲-۴-۲- چال‌های بلند با چاه پیشرو قطور ۱۹۲
- فصل سوم: روش‌های مکانیزه حفر چاه** ۱۹۵
- ۱-۳- کلیات ۱۹۵
- ۲-۳- چاه‌های پایین‌رو بدون چاه پیشرو ۱۹۷
- ۱-۲-۳- حفاری چاه (Shaft Drilling) ۱۹۸
- ۱-۱-۲-۳- معرفی، کاربرد و مشخصات فنی، قسمت‌های اصلی و عملکرد ۱۹۸
- ۲-۱-۲-۳- سیستم‌های انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین ۲۰۸
- الف- چرخشی مستقیم ۲۰۸
- ب- چرخشی معکوس ۲۰۹
- ج- چرخشی ایرلیفت (Air Lift Circulation) ۲۰۹
- د- چرخشی رشته‌ای دوگانه (Dual String Circulation) ۲۱۲
- ۳-۱-۲-۳- سیستم نگهداری دیواره ۲۱۴
- ۲-۲-۳- حفر چاه (Shaft Boring) ۲۱۶
- ۱-۲-۲-۳- معرفی، کاربرد و مشخصات فنی ۲۱۶
- ۲-۲-۲-۳- ماشین‌های تمام‌مقطع ۲۲۰
- الف- ماشین‌های مقطع افقی ۲۲۱
- ب- ماشین‌های مقطع پیاله‌ای ۲۲۳

۹۹	۱-۲-۵-۵- آببندی و آبزدایی
۹۹	الف- تزریق دوغاب سیمان (از سطح زمین یا از داخل چاه)
۱۰۳	ب- روش‌های اختلاط عمیق
۱۱۰	ج - دیوار دیافراگمی (بتنی)
۱۱۶	د- انجماد
۱۲۵	هـ- پاییز بردن سطح ایستایی
۱۲۶	۱-۲-۵-۶- استفاده از سپر
۱۲۷	۱-۲-۶- نگهداری و پوشش
۱۲۷	۱-۲-۶-۱- سیستم‌های پیشروی - نگهداری
۱۲۷	الف- سیستم سری
۱۲۷	ب- سیستم موازی
۱۲۸	ج - سیستم همزمان - سری
۱۲۸	د - سیستم همزمان - موازی
۱۲۸	۱-۲-۶-۲- وسایل نگهداری و پوشش
۱۳۰	الف- چوبی
۱۳۰	ب- آجری
۱۳۱	ج - بلوک بتنی
۱۳۳	د - بتن یکپارچه
۱۳۶	ه - شاکریت
۱۳۶	و - پیچ‌سنگ‌ها
۱۴۰	ز - قطعات پیش‌ساخته بتنی
۱۵۵	ح - بتن یکپارچه به همراه صفحات فولادی
۱۵۶	ط - نگهداری لغزشی
۱۵۶	ی - حلقه‌های (قاب‌ها) فولادی
۱۶۰	ک - لوله‌های فولادی
۱۶۱	ل - قطعات پیش‌ساخته چدنی و فولادی
۱۶۳	۲-۲- روش پایین‌رو با چاه پیشرو

۳۱۶.....	۴-۲-۱-۳ طراحی گوشواره.....
۳۱۷.....	۴-۱-۳ روش‌های تحلیلی و عددی.....
۳۲۰.....	۴-۱-۴ معرفی نرم‌افزارهای طراحی.....
۳۲۱.....	۴-۱-۴-۱ نرم‌افزارهای FLAC ^{2D} و FLAC ^{3D}
۳۲۲.....	۴-۲-۱-۴ نرم‌افزارهای UDEC و 3DEC.....
۳۲۷.....	۴-۲ تحلیل و طراحی چاه‌های تحت فشار.....
۳۲۸.....	۴-۱-۴ تاریخچه طراحی نیروگاه‌های برق‌آبی.....
۳۳۳.....	۴-۲-۲ الزامات طراحی مسیر.....
۳۳۴.....	۴-۲-۳ شرایط هندسی موثر بر جانمایی.....
۳۳۶.....	۴-۲-۴ کنترل نشت.....
۳۳۸.....	۴-۲-۵ بررسی پدیده هیدروکینیک.....
۳۴۱.....	۴-۲-۶ معیارهای کنترل محصورشدگی.....
۳۴۹.....	۴-۲-۷ دلایل استفاده از پوشش.....
۳۵۴.....	۴-۲-۸ طراحی پوشش بتنی.....
۳۵۵.....	۴-۲-۸-۱ کنترل نشت (با در نظر گرفتن اندرکنش مکانیکی پوشش و سنگ).....
۳۶۱.....	۴-۲-۸-۲ کنترل نشت (با در نظر گرفتن اندرکنش هیدرولیکی - مکانیکی پوشش و سنگ).....
۳۶۵.....	۴-۲-۹ طراحی پوشش فولادی.....
۳۶۷.....	۴-۲-۹-۱ فشار آب داخلی.....
۳۷۰.....	۴-۲-۹-۲ فشار آب خارجی.....
۳۷۱.....	۴-۲-۹-۳ ملاحظات طراحی.....
۳۷۳.....	۴-۳ خصوصیات بتن و تسلیح مصرفی بر اساس آیین‌نامه بتن ایران (آبا).....
۳۷۷.....	فصل پنجم: معرفی پروژه‌های بزرگ احداث چاه در ایران و جهان
۳۷۷.....	۵-۱-۱ معرفی پروژه‌های بزرگ احداث چاه در ایران.....
۳۷۷.....	۵-۱-۱-۱ نیروگاه کارون ۳.....
۳۸۸.....	۵-۱-۲ سد و نیروگاه برق‌آبی گتوند علیا.....
۳۹۹.....	۵-۱-۳ نیروگاه سد مسجد سلیمان.....
۴۰۰.....	۵-۱-۴ نیروگاه سیاه‌بیشه.....

۲۲۵	ج- ماشین های مقطع شیبدار.....
۲۲۶	۳-۲-۲-۳- ماشین های حفر بخشی.....
۲۲۶	الف- ماشین های طبلیکی.....
۲۲۸	ب- ماشین های بازویی (رودهدر).....
۲۳۹	۳-۳- چاه های پایین رو با چاه پیشرو.....
۲۴۰	۳-۳-۱- حفار با کله حفاری V شکل.....
۲۴۹	۳-۳-۲- تعریض به سمت پایین با چاه پیشرو پایین رو.....
۲۴۹	۳-۳-۳- تعریض به سمت پایین با چاه پیشرو بالا رو.....
۲۵۳	۳-۴- چاه های بالا رو بدون چاه پیشرو.....
۲۵۳	۳-۴-۱- بورپک (Borpak).....
۲۶۰	۳-۵- چاه های بالا رو با چاه پیشرو.....
۲۶۰	۳-۵-۱- تعریض به سمت بالا با چاه پیشرو پایین رو (Raise Boring).....
۲۸۸	۳-۵-۲- روش هورادیام (Horadram).....
۲۸۹	۳-۵-۳- حفاری جعبه ای.....
۲۹۳	۳-۶- ماشین های کروی (Spherical Machine).....
۲۹۳	۳-۶-۱- ماشین های کروی عمودی- افقی.....
۲۹۵	۳-۶-۲- ماشین های کروی افقی - افقی.....
۲۹۵	۳-۶-۳- ماشین های کروی افقی - عمودی.....
۲۹۹	۳-۶-۴- ماشین معمولی با قابلیت دوران ۱۸۰ درجه ای.....
۳۰۱	فصل چهارم: تحلیل پایداری و طراحی سیستم نگهداری چاه ها
۳۰۱	۴-۱- تحلیل پایداری و طراحی سیستم نگهداری چاه ها.....
۳۰۱	۴-۱-۱- طراحی سیستم نگهداری اولیه با روش های تجربی.....
۳۰۲	۴-۱-۱-۱- پیشنهادات رسته مهندسی آمریکا.....
۳۰۲	۴-۱-۱-۲- روش بارتن (روش Q).....
۳۱۰	۴-۱-۲- طراحی سیستم نگهداری دائم با روش های تجربی.....
۳۱۰	۴-۱-۲-۱- روش روسنر.....
۳۱۱	۴-۲-۱- روش های لامه، هبر، پروتودیاکونف و برینگ هاوس.....

- ۴۵۰ ۱۰-۲-۵ معدن زغال‌سنگ Barbora
- ۴۵۱ ۱۱-۲-۵ معدن طلای Cannon
- ۴۵۲ ۱۲-۲-۵ معدن مس Olympic Dam
- ۴۵۳ ۱۳-۲-۵ معدن مس Norilsk
- ۴۵۵ ۱۴-۲-۵ معدن زغال‌سنگ Bogdanka
- ۴۵۵ ۱۵-۲-۵ معدن پلاتین و کروم Garatau
- ۴۵۷ ۱۶-۲-۵ معدن طلای Burnstone
- ۴۵۷ ۱۷-۲-۵ معدن زغال‌سنگ Zonguldak
- ۴۵۷ ۱۸-۲-۵ معدن مس و طلای Oyu Tolgoi
- ۴۶۲ ۱۹-۲-۵ پروژه Marikana آفریقای جنوبی
- ۴۶۲ ۲۰-۲-۵ معدن مس Konkola
- ۴۶۴ ۲۱-۲-۵ معدن طلای Doornkop
- ۴۶۵ ۲۲-۲-۵ معدن طلای Bloemhoek
- ۴۶۶ ۲۳-۲-۵ معدن اورانیوم Cigar Lake
- ۴۶۶ ۲۴-۲-۵ پروژه آزمایشگاه تحقیقاتی زیرزمینی (MTU)
- ۴۷۳ ۲۵-۲-۵ آزمایشگاه علمی Meuse Haute Marne
- ۴۷۴ ۲۶-۲-۵ معدن طلای Obuasi
- ۴۷۴ ۲۷-۲-۵ معدن مس Palabora
- ۴۷۶ ۲۸-۲-۵ معدن مس و روی Trout Lake
- ۴۷۷ ۲۹-۲-۵ معادن طلای Red Lake و Campbell
- ۴۷۸ ۳۰-۲-۵ معدن روی Brunswick
- ۴۷۸ ۳۱-۲-۵ معدن طلای Phakisa
- ۴۸۱ ۳۲-۲-۵ معدن طلای Timmins
- ۴۸۲ ۳۳-۲-۵ معدن مس - کبالت Nkana
- ۴۸۲ ۳۴-۲-۵ معدن الماس Finsch
- ۴۸۳ ۳۵-۲-۵ معدن نقره Hecla' Lucky Friday
- ۴۸۵ ۳۶-۲-۵ معدن اورانیوم McArthur River

۴۰۵	۵-۱-۵	نیروگاه لوارک
۴۰۹	۶-۱-۵	سد مخزنی کارون ۴
۴۰۹	۷-۱-۵	نیروگاه سد مخزنی گاوشان
۴۱۵	۸-۱-۵	تونل سوم کوه‌رنگ
۴۱۶	۹-۱-۵	تونل بلند زاگرس
۴۲۱	۲-۵	معرفی پروژه‌های بزرگ احداث چاه در جهان
۴۲۱	۱-۲-۵	نیروگاه هیدرولیکی Karahanjukar
۴۲۲	۲-۲-۵	پروژه Gotthard
۴۲۶	۳-۲-۵	حوزه طلا در شرکت بین‌المللی معادن طلا
۴۲۶	۱-۳-۲-۵	معادن طلای South Deep
۴۳۰	۲-۳-۲-۵	معادن طلای Beatrix
۴۳۱	۳-۳-۲-۵	معادن طلای Driefontein
۴۳۲	۴-۳-۲-۵	معادن طلای Kloof
۴۳۴	۴-۲-۵	معادن پلاتین Impala
۴۳۵	۱-۴-۲-۵	چاه‌های منطقه ۱۶
۴۳۸	۲-۴-۲-۵	چاه‌های منطقه ۱۷
۴۴۰	۳-۴-۲-۵	چاه‌های منطقه ۲۰
۴۴۱	۵-۲-۵	معادن طلای Anglo gold Ashanti
۴۴۲	۱-۵-۲-۵	معادن طلای Mponeng
۴۴۳	۲-۵-۲-۵	معادن طلای Noligwa
۴۴۳	۳-۵-۲-۵	معادن طلای Tau lekoa
۴۴۵	۴-۵-۲-۵	معادن طلای Moab Khotsonq
۴۴۶	۵-۵-۲-۵	معادن طلای Tau Tona
۴۴۶	۶-۲-۵	معادن مس و نیکل Frischgewaagd
۴۴۸	۷-۲-۵	معادن Tono
۴۴۹	۸-۲-۵	معادن طلای Karee
۴۵۰	۹-۲-۵	معادن طلای Cobar

۴۸۵ Nickel Rim South معدن نیکل ۳۷-۲-۵

۴۸۹ Longos معدن طلای ۳۸-۲-۵

۴۹۱ Picadilly معدن پتاس ۳۹-۲-۵

۴۹۳ LaRonde معدن طلای ۴۰-۲-۵

۴۹۷ فهرست منابع

www.ketab.ir

- شکل ۲-۱۴: چال‌های برش با سه چال خالی..... ۳۹
- شکل ۲-۱۵: نوبت انفجار بهینه چال‌های برشی..... ۳۹
- شکل ۲-۱۶: آرایش چال‌ها و نوبت انفجار..... ۳۹
- شکل ۲-۱۷: مقطع قائم از آرایش چال‌ها..... ۴۰
- شکل ۲-۱۸: طراحی چال‌های برش به روش موازی..... ۴۰
- شکل ۲-۱۹: نمونه‌هایی از آرایش چال‌ها با برش موازی و استفاده از چال خالی..... ۴۲
- شکل ۲-۲۰: نوبت انفجار در مقطع دایره‌ای برای دو حالت برش مرکزی و برش کناری..... ۴۳
- شکل ۲-۲۱: نوبت انفجار در مقطع مستطیلی به همراه برش مرکزی..... ۴۴
- شکل ۲-۲۲: حفر چاه با استفاده از چال‌های برش زاویه‌ای..... ۴۶
- شکل ۲-۲۳: آرایش و نوبت انفجار چال‌ها با برش هرمی شکل..... ۴۷
- شکل ۲-۲۴: نمونه‌هایی از برش مخروطی در حفر چاه..... ۴۸
- شکل ۲-۲۵: آرایش چال‌ها و نوبت انفجار با برش مخروطی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۶: مقطع قائم و پلان برش مخروطی در حفر چاه..... ۵۰
- شکل ۲-۲۷: چال‌های برش مخروطی و اضافه چالی آنها..... ۵۰
- شکل ۲-۲۸: رابطه بین سطح مقطع چاه و میزان پی‌شوری..... ۵۴
- شکل ۲-۲۹: رابطه بین سطح مقطع چاه و خرج ویژه..... ۵۴
- شکل ۲-۳۰: رابطه بین طول چال و خرج ویژه با ضریب بهره‌وری‌های متفاوت در سنگ‌های شیلی..... ۵۵
- شکل ۲-۳۱: رابطه ضریب بهره‌وری با طول چال..... ۵۷
- شکل ۲-۳۲: رابطه بین طول چال و مدت زمان عملیات واحد..... ۵۷
- شکل ۲-۳۳: بارکننده ریدل..... ۵۹
- شکل ۲-۳۴: بارکننده کریدرمن پنوماتیکی..... ۶۱
- شکل ۲-۳۵: بارکننده کریدرمن هیدرولیکی..... ۶۱
- شکل ۲-۳۶: نصب دو بارکننده کریدرمن هیدرولیکی برای مقاطع بزرگ..... ۶۱
- شکل ۲-۳۷: لودر چرخ‌زنجیری برای بارگیری در چاه..... ۶۲
- شکل ۲-۳۸: حرکت کاکتوس‌گراب روی ریل..... ۶۲
- شکل ۲-۳۹: نمونه‌ای از کاکتوس‌گراب..... ۶۳
- شکل ۲-۴۰: بارکننده کاکتوس‌گراب «اتاقک اپراتور در مرکز چاه»..... ۶۳

فهرست شکل‌ها

عنوان

صفحه

- شکل ۱-۱: نمایش واژه‌ها بر اساس شیب، جهت حفر و مکان قرارگیری به صورت شماتیک..... ۳
- شکل ۲-۱: نمایش واژه‌های تخصصی انگلیسی بر اساس جهت حفر به صورت شماتیک..... ۷
- شکل ۳-۱: الگوی دسته‌بندی روش‌های حفر چاه..... ۸
- شکل ۴-۱: مکانیزم حفاری (Drilling) چاه به صورت شماتیک..... ۱۱
- شکل ۵-۱: مکانیزم حفر (Boring) چاه به صورت شماتیک..... ۱۱
- شکل ۶-۱: انواع تعریض (Reaming) با مکانیزم حفاری (Drilling)..... ۱۲
- شکل ۷-۱: تعریض (Reaming) با مکانیزم حفر (Boring)..... ۱۳
- شکل ۸-۱: نمایش جهت حفر پایین‌رو و بالا‌رو به صورت شماتیک..... ۱۴
- شکل ۹-۱: نمایش آتشباری چال‌های تند و حفر چاه از پایین به سمت بالا..... ۱۵
- شکل ۱۰-۱: دسته‌بندی روش‌های حفر چاه..... ۱۹
- شکل ۱-۲: پلان و مقطع آرایش چال‌ها در روش پله‌ای..... ۲۶
- شکل ۲-۲: دو نمونه از پلان و مقاطع آرایش چال‌ها در روش پله‌ای..... ۲۷
- شکل ۳-۲: نمونه‌ای از نوبت انفجار در روش پله‌ای..... ۲۷
- شکل ۴-۲: نمای کلی حفر چاه به روش مارپیچی..... ۲۸
- شکل ۵-۲: نمونه‌ای از آرایش چال‌ها در روش مارپیچی..... ۲۹
- شکل ۶-۲: چالزنی به روش موازی در حفر چاه..... ۳۱
- شکل ۷-۲: نمای کلی از چالزن‌های متصل به رینگ..... ۳۲
- شکل ۸-۲: نمای کلی چالزن‌های متصل به قرقره..... ۳۴
- شکل ۹-۲: چالزنی از روی سکوی فورافن..... ۳۴
- شکل ۱۰-۲: دستگاه چرخ‌زنجیری مدرن در چاه..... ۳۴
- شکل ۱۱-۲: جامبوهای مخصوص چالزنی در چاه..... ۳۵
- شکل ۱۲-۲: نمونه‌هایی از جامبوی مخصوص چالزنی در چاه..... ۳۵
- شکل ۱۳-۲: چال‌های برش با فاصله یکسان نسبت به چال خالی..... ۳۸

- شکل ۶۹-۲: راندن لوله جداری توسط دستگاه نوسان‌ساز (Oscillator)..... ۹۰
- شکل ۷۰-۲: تخلیه مواد داخل لوله جداری با بارکننده چنگالی..... ۹۱
- شکل ۷۱-۲: نصب ماشین روی لوله جداری توسط جرثقیل..... ۹۱
- شکل ۷۲-۲: کله حفار تعریض‌کننده..... ۹۲
- شکل ۷۳-۲: آرایش برش‌دهنده‌ها روی کله حفار..... ۹۲
- شکل ۷۴-۲: تکمیت‌کننده لوله حفاری و پشت کله حفار..... ۹۲
- شکل ۷۵-۲: اضافه نمودن قطعات پیش‌ساخته در روش صندوقه‌ای..... ۹۴
- شکل ۷۶-۲: روش صندوقه‌ای (حلقه برنده)..... ۹۵
- شکل ۷۷-۲: حفر چاه در روش صندوقه‌ای..... ۹۵
- شکل ۷۸-۲: اجزای قطعات پیش‌ساخته در روش صندوقه‌ای..... ۹۷
- شکل ۷۹-۲: قسمت‌های مختلف روش صندوقه‌ای با هوای فشرده..... ۹۸
- شکل ۸۰-۲: مراحل روش چاه افشان..... ۹۸
- شکل ۸۱-۲: تزریق از سطح زمین و نمایی از آرایش گمانه‌ها..... ۱۰۱
- شکل ۸۲-۲: نوبت حفر و تزریق در روش سوم از سطح زمین..... ۱۰۱
- شکل ۸۳-۲: دو نمونه از آرایش گمانه‌های تزریق (تزریق موضعی از داخل چاه)..... ۱۰۳
- شکل ۸۴-۲: روش‌های مختلف اختلاط عمیق..... ۱۰۵
- شکل ۸۵-۲: مراحل اختلاط عمیق..... ۱۰۷
- شکل ۸۶-۲: تغییرات مقاومت برشی بر حسب مقدار ماده چسباننده..... ۱۰۷
- شکل ۸۷-۲: انواع اوگرهای مورد استفاده برای اختلاط عمیق خاک..... ۱۰۹
- شکل ۸۸-۲: چیدمان ستون‌های مسلح‌کننده در ستون‌های اختلاط عمیق..... ۱۰۹
- شکل ۸۹-۲: راندن ستون‌های تقویت‌کننده توسط چکش لرزشی..... ۱۱۰
- شکل ۹۰-۲: اجرای چاه به روش دیوار دیافراگمی..... ۱۱۲
- شکل ۹۱-۲: تصاویری از اجرای چاه به روش دیوار دیافراگمی..... ۱۱۳
- شکل ۹۲-۲: مراحل اجرای دیوار دیافراگمی..... ۱۱۴
- شکل ۹۳-۲: استفاده از لوله درز..... ۱۱۶
- شکل ۹۴-۲: آرایش گمانه‌ها در اطراف چاه به همراه گمانه‌های کنترل..... ۱۱۸
- شکل ۹۵-۲: نمونه‌ای از مدار و لوله‌های انجماد..... ۱۱۸

- شکل ۴۱-۲: بارکننده آلیماک با اتاناک متصل به دیواره چاه..... ۶۳
- شکل ۴۲-۲: بارکننده آلیماک نصب شده در مرکز چاه..... ۶۴
- شکل ۴۳-۲: شاول هیدرولیکی در هنگام کندن و بارگیری..... ۶۵
- شکل ۴۴-۲: حفر و بارگیری با شاول هیدرولیکی..... ۶۶
- شکل ۴۵-۲: جرتقیل برای بارگیری در زمین‌های سست..... ۶۶
- شکل ۴۶-۲: بارگیری تیرهای چوبی در چاه دایره‌ای..... ۷۰
- شکل ۴۷-۲: آرایش تیرهای چوبی در چاه‌های چهارگوش..... ۷۱
- شکل ۴۸-۲: انواع اتصالات صفحات فولادی..... ۷۲
- شکل ۴۹-۲: شمع آوبی فولادی برای چاهی به قطر و عمق ۲۰ متر..... ۷۳
- شکل ۵۰-۲: اجرای صفحات فولادی..... ۷۳
- شکل ۵۱-۲: شمع‌های بتنی..... ۷۵
- شکل ۵۲-۲: مقطع قائم چاه با دیواره تشکیل شده از ستون بتنی..... ۷۶
- شکل ۵۳-۲: دستگاه‌های حفاری محل شمع..... ۷۷
- شکل ۵۴-۲: شمع‌های مجزا..... ۷۸
- شکل ۵۵-۲: شمع‌های هم‌پوشان اجرا شده..... ۷۸
- شکل ۵۶-۲: دستگاه PBA و قسمت‌های مختلف آن..... ۸۰
- شکل ۵۷-۲: کاربرد روش PBA در حفاری پایه‌های پل و اسکله..... ۸۱
- شکل ۵۸-۲: تجهیزات و کاربرد ماشین‌های PBA..... ۸۲
- شکل ۵۹-۲: نصب لوله جداری و کوبیدن آن (توسط نوسان‌ساز) در زمین‌های سست..... ۸۳
- شکل ۶۰-۲: تخلیه مواد داخل لوله جداری به وسیله بارکننده چنگالی..... ۸۴
- شکل ۶۱-۲: نصب دکل حفاری و تجهیزات مربوطه..... ۸۴
- شکل ۶۲-۲: خم کردن دکل PBA..... ۸۴
- شکل ۶۳-۲: قرار دادن تجهیزات انتهایی ماشین به داخل لوله جداری..... ۸۴
- شکل ۶۴-۲: شروع حفاری..... ۸۵
- شکل ۶۵-۲: بالا کشیدن کله حفاری..... ۸۵
- شکل ۶۷-۲: خم کردن دکل و نصب تثبیت کننده در انتهای لوله حفاری..... ۸۵
- شکل ۶۸-۲: ادامه حفاری تا نصب تثبیت کننده بعدی..... ۸۶

- شکل ۲-۱۲۳: نگهداری دیواره چاه با استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی..... ۱۴۲
- شکل ۲-۱۲۴: استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی در نگهداری چاه..... ۱۴۳
- شکل ۲-۱۲۵: نمونه‌هایی از قلاب برای انتقال قطعات پیش‌ساخته بتنی..... ۱۴۴
- شکل ۲-۱۲۶: حلقه‌های مارپیچی..... ۱۴۵
- شکل ۲-۱۲۷: قطعات بتنی مسلح به الیاف پشم شیشه..... ۱۴۵
- شکل ۲-۱۲۸: درز مسطح..... ۱۴۶
- شکل ۲-۱۲۹: درز دوگانه..... ۱۴۶
- شکل ۲-۱۳۰: درز مسطح..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۳۱: درز استوانه‌ای محقر- محدب..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۳۲: درز استوانه‌ای محدب- محدب..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۳۳: درز همراه با سیله هادی..... ۱۵۱
- شکل ۲-۱۳۴: شیار بندکشی..... ۱۵۲
- شکل ۲-۱۳۵: پیچ مستقیم با حفره نسبتاً بزرگ..... ۱۵۲
- شکل ۲-۱۳۶: پیچ مستقیم با حفره متوسط..... ۱۵۲
- شکل ۲-۱۳۷: پیچ مستقیم کوتاه به همراه ورق‌های فولادی داخل بتن..... ۱۵۳
- شکل ۲-۱۳۸: پیچ منحنی..... ۱۵۳
- شکل ۲-۱۳۹: پیچ مورب همراه با پیچ‌خور..... ۱۵۴
- شکل ۲-۱۴۰: استفاده از کام و زبانه..... ۱۵۴
- شکل ۲-۱۴۱: استفاده از پین (pin)..... ۱۵۵
- شکل ۲-۱۴۲: یک لایه فولادی به همراه بتن یکپارچه..... ۱۵۷
- شکل ۲-۱۴۳: دو لایه فولادی به همراه بتن یکپارچه..... ۱۵۷
- شکل ۲-۱۴۴: نگهداری به روش لغزشی..... ۱۵۷
- شکل ۲-۱۴۵: نمونه‌ای از نگهداری لغزشی (در کشور آلمان)..... ۱۵۷
- شکل ۱-۱۴۶: نگهداری دیواره چاه به کمک حلقه‌های فولادی..... ۱۵۸
- شکل ۲-۱۴۷: نگهداری دیواره چاه به وسیله حلقه‌های فولادی و لارده‌چینی..... ۱۵۹
- شکل ۲-۱۴۸: چاهی به قطر ۳/۴ متر با لوله فولادی..... ۱۶۰
- شکل ۲-۱۴۹: نصب لوله‌های فولادی در چاه..... ۱۶۱

- شکل ۹۶-۲: ایجاد فضایی در عمق چند متری زمین برای قرار دادن چنبره‌ها..... ۱۱۹
- شکل ۹۷-۲: چرخش محلول و بخش بیرونی لونه‌های انجماد..... ۱۲۰
- شکل ۹۸-۲: مدار مورد نیاز در روش انجماد..... ۱۲۱
- شکل ۹۹-۲: مراحل تولید سرما در روش انجماد..... ۱۲۲
- شکل ۱۰۰-۲: نمونه‌ای از اجزای سیستم انجماد..... ۱۲۲
- شکل ۱۰۱-۲: پمپ‌های آب شور..... ۱۲۳
- شکل ۱۰۲-۲: واحدهای سرما ساز..... ۱۲۳
- شکل ۱۰۳-۲: استفاده از روش انجماد در چاه..... ۱۲۴
- شکل ۱۰۴-۲: استفاده از روش انجماد برای احداث چاه Rheinberg در آلمان..... ۱۲۵
- شکل ۱۰۵-۲: استفاده از سیر در حفر چاه..... ۱۲۶
- شکل ۱۰۶-۲: نگهداری موقت در حفر چاه..... ۱۲۹
- شکل ۱۰۷-۲: نگهداری چوبی با پوشاندن تمام سطح دیواره چاه..... ۱۳۱
- شکل ۱۰۸-۲: نمایش نگهداری چاه با احداث دیواره چوبی..... ۱۳۲
- شکل ۱۰۹-۲: نگهداری چوبی با قرار دادن چوب‌ها به روش شمع..... ۱۳۲
- شکل ۱۱۰-۲: پوشش با بلوک‌ها..... ۱۳۲
- شکل ۱۱۱-۲: نگهداری چاه به کمک بتن‌ریزی یکپارچه..... ۱۳۳
- شکل ۱۱۲-۲: بتن‌ریزی یکپارچه در دیواره چاه..... ۱۳۴
- شکل ۱۱۳-۲: چاه با پوشش بتنی یکپارچه..... ۱۳۵
- شکل ۱۱۴-۲: بتن‌ریزی یکپارچه با باکت..... ۱۳۵
- شکل ۱۱۵-۲: بتن‌ریزی در حین پیشروی چاه..... ۱۳۷
- شکل ۱۱۶-۲: بتن‌ریزی در حین پیشروی چاه..... ۱۳۷
- شکل ۱۱۷-۲: نمونه‌هایی از پاشنه برای تحمل وزن پوشش بتنی..... ۱۳۸
- شکل ۱۱۸-۲: نگهداری دیواره‌های چاه با استفاده از شاتکریت و پیچ‌سنگ..... ۱۳۸
- شکل ۱۱۹-۲: کاربرد شاتکریت در نگهداری چاه..... ۱۳۹
- شکل ۱۲۰-۲: چاه تهویه به قطر ۴/۵ متر با حداقل پوشش شاتکریت و پیچ‌سنگ..... ۱۳۹
- شکل ۱۲۱-۲: نمایی از سکوی کار چند طبقه و عملیات نصب پیچ‌سنگ..... ۱۴۰
- شکل ۱۲۲-۲: نگهداری دیواره چاه با استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی..... ۱۴۱

- شکل ۲-۱۷۷: آرایش چال‌ها، خرج‌گذاری و سطح تأثیر هر خرج ۱۸۴
- شکل ۲-۱۷۸: سطح تأثیر خرج و نوبت انفجار در روش VCR ۱۸۵
- شکل ۲-۱۷۹: نمونه‌ای از آرایش چال‌ها در روش VCR ۱۸۵
- شکل ۲-۱۸۰: روش ژورا در حفر چاه (شرکت اطلس کوپکو) ۱۸۶
- شکل ۲-۱۸۱: حفر چال‌های موازی در روش ژورا ۱۸۷
- شکل ۲-۱۸۲: نمونه‌ای از آرایش چال‌های موازی در روش ژورا ۱۸۷
- شکل ۲-۱۸۳: نمایش حفر چاه به روش برش چال خالی ۱۸۹
- شکل ۲-۱۸۴: دو نمونه از آرایش چال‌ها و ترتیب انفجار در روش برش چال خالی ۱۹۰
- شکل ۲-۱۸۵: نمونه‌هایی از نوبت انفجار در روش برش چال خالی ۱۹۰
- شکل ۲-۱۸۶: دو نمونه از آرایش چال‌ها در روش برش چال خالی ۱۹۱
- شکل ۲-۱۸۷: روش‌های مختلف مسدود کردن انتهای چال‌های انفجاری ۱۹۳
- شکل ۲-۱۸۸: آرایش چال‌ها در روش چال‌های بلند با چاه پیشرو و سطح تأثیر هر چال ۱۹۳
- شکل ۳-۱: ماشین‌های حفاری چاه ۱۹۹
- شکل ۳-۲، الف: ماشین و دکل حفاری با ظرفیت بالای ۱۸۵ تن و قطر حفاری ۲/۴۴ متر ۲۰۰
- شکل ۳-۳: دکل و تجهیزات ماشین حفاری ۲۰۴
- شکل ۳-۴: اجزای رشته حفاری ۲۰۶
- شکل ۳-۵: انتقال کنده‌های حفاری بدون استفاده از گل حفاری (روش خشک) ۲۱۰
- شکل ۳-۶: سیستم انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین به روش مستقیم ۲۱۱
- شکل ۳-۷: سیستم انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین به روش معکوس ۲۱۱
- شکل ۳-۸: سیستم انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین به روش ایرلیفت ۲۱۲
- شکل ۳-۹: پلان تجهیزات و سیستم تصفیه گل حفاری ۲۱۳
- شکل ۳-۱۰: سیستم انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین به روش رشته‌ای دوگانه ۲۱۳
- شکل ۳-۱۱: نصب لوله جداری فولادی در چاه ۲۱۴
- شکل ۳-۱۲: قرار دادن شبکه آرماتور در چاه و بتن‌ریزی برجا ۲۱۵
- شکل ۳-۱۳: شمای کلی ماشین حفر چاه کور (شروع حفر داخل تونل) ۲۱۷
- شکل ۳-۱۴: ماشین نصب شده داخل تونل ۲۱۷
- شکل ۲-۱۵: نصب ماشین در سطح زمین ۲۱۸

- شکل ۲-۱۵۰: قطعات چدنی تقویت شده با ریتگ..... ۱۶۲
- شکل ۲-۱۵۱: مقطع قطعات چدنی..... ۱۶۲
- شکل ۲-۱۵۲: قطعات فولادی..... ۱۶۲
- شکل ۲-۱۵۳: به کارگیری قطعات چدنی برای نگهداری دیواره چاه..... ۱۶۳
- شکل ۲-۱۵۴: دو نمونه از آرایش چال‌ها در روش چاه پیشرو..... ۱۶۶
- شکل ۲-۱۵۵: انتقال مواد کنده شده با ماشین بازویی به داخل چاه پیشرو..... ۱۶۷
- شکل ۲-۱۵۶: انتقال مواد کنده شده به داخل چاه پیشرو در مقاطع متوسط..... ۱۶۷
- شکل ۲-۱۵۷: روش انبارهای و نمونه‌ای از آرایش چال‌های انفجاری..... ۱۶۸
- شکل ۲-۱۵۸: معرفی اجزای روش انبارهای..... ۱۶۸
- شکل ۲-۱۵۹: روش چاه باز..... ۱۶۹
- شکل ۲-۱۶۰: سکوهای آلیماک..... ۱۷۰
- شکل ۲-۱۶۱: ابعاد فضای مورد نیاز برای نصب سکوهای بالابر آلیماک..... ۱۷۱
- شکل ۲-۱۶۲: چرخه عملیات حفر چاه به روش آلیماک..... ۱۷۲
- شکل ۲-۱۶۳: آرایش چال در حفر با سکوی آلیماک..... ۱۷۳
- شکل ۲-۱۶۴: انواع سکوی آلیماک با سطح مقطع ۴ تا ۲۵ مترمربع..... ۱۷۴
- شکل ۲-۱۶۵: سکوی آلیماک در حین بهره‌برداری..... ۱۷۴
- شکل ۲-۱۶۶: نمونه‌ای از دستگاه چالزنی مقطعی برای تعریف چاهی به قطر ۲/۴ متر..... ۱۷۶
- شکل ۲-۱۶۷: روش تعریف چاه از پایین به بالا با آلیماک..... ۱۷۶
- شکل ۲-۱۶۸: استفاده از سکوی چند طبقه آلیماک برای چالزنی و خرج‌گذاری..... ۱۷۷
- شکل ۲-۱۶۹: تعریف چاه به صورت دو مرحله‌ای..... ۱۷۷
- شکل ۲-۱۷۰: آرایش چال‌ها در تعریف چاه به صورت تمام‌مقطع..... ۱۷۷
- شکل ۲-۱۷۱: نمایی از آرایش چال‌ها برای ایجاد دهانه چاه..... ۱۷۹
- شکل ۲-۱۷۲: نمای کلی روش Pulk..... ۱۷۹
- شکل ۲-۱۷۳: نیروهای محرکه بالابر آلیماک و محدوده کارکرد آنها..... ۱۸۱
- شکل ۲-۱۷۴: آرایش چال‌ها در برش قیفی..... ۱۸۱
- شکل ۲-۱۷۵: نمایش سطح تأثیر هر چال در برش قیفی..... ۱۸۳
- شکل ۲-۱۷۶: نوبت انفجار و خرج‌گذاری در برش قیفی..... ۱۸۳

- شکل ۳-۴۳: مقاطع و تجهیزات حفر با ماشین با کله حفار ۷ شکل..... ۲۴۲
- شکل ۳-۴۴: ماشین با کله حفار ۷ شکل و تجهیزات نصب شده روی آن و جک‌های هیدرولیکی..... ۲۴۳
- شکل ۳-۴۵: کله حفار ۷ شکل..... ۲۴۳
- شکل ۳-۴۶: تداوم حفر چاه بدون ایجاد وقفه در عملیات تولیدی در معادن زیرزمینی..... ۲۴۴
- شکل ۳-۴۷: آماده‌سازی طبقات مختلف تا تراز ۱۱۳۰ متر توسط ماشین با کله حفاری ۷ شکل..... ۲۴۵
- شکل ۳-۴۸: نمای کلی ماشین حفر چاه با کله حفاری ۷ شکل و ابعاد ماشین..... ۲۴۶
- شکل ۳-۴۹: قسمت‌های اصلی ماشین با کله حفاری ۷ شکل..... ۲۴۸
- شکل ۳-۵۰: اجرای شاتریت و مت‌گذاری مکانیزه در پشت کله حفار ۷ شکل..... ۲۵۰
- شکل ۳-۵۱: نگهداری اولیه و نهایی در زمین‌های مقام..... ۲۵۰
- شکل ۳-۵۲: اجرای نگهداری نهایی در حین پیشروی در زمین‌های با مقاومت پایین..... ۲۵۰
- شکل ۳-۵۳: روش تعریض به سمت پایین..... ۲۵۱
- شکل ۳-۵۴: تثبیت‌کننده‌ها در بالا و پایین کله حفار..... ۲۵۲
- شکل ۳-۵۵: روش تعریض به سمت پایین با چاه پیشرو بالارو..... ۲۵۲
- شکل ۳-۵۶: ماشین بوریگ هنگام حفاری..... ۲۵۵
- شکل ۳-۵۷: نمایی از نحوه انتقال ماشین بوریگ به محل حفاری..... ۲۵۶
- شکل ۳-۵۸: نمایی از تجهیزات ماشین بوریگ..... ۲۵۸
- شکل ۳-۵۹: تجهیزات داخل بدنه ماشین..... ۲۵۸
- شکل ۳-۶۰: آرایش ابزار برش روی کله حفار..... ۲۵۹
- شکل ۳-۶۱: هدایت ماشین به کمک لیزر..... ۲۵۹
- شکل ۳-۶۲: مراحل حفاری چاه با روش تعریض به سمت بالا با چاه پیشرو پایین..... ۲۶۱
- شکل ۳-۶۳: روش‌های تخلیه کنده‌های حفاری..... ۲۶۲
- شکل ۳-۶۴: برخی از موارد کاربرد تعریض به سمت بالا..... ۲۶۳
- شکل ۳-۶۵: نمای شماتیکی ماشین‌های تلسکوپی و معمولی..... ۲۶۶
- شکل ۳-۶۶: ماشین تعریض به سمت بالا با دکل تلسکوپی..... ۲۶۷
- شکل ۳-۶۷: ماشین تعریض به سمت بالا با دکل معمولی..... ۲۶۷
- شکل ۳-۶۸: نصب ماشین روی چرخ‌های زنجیری..... ۲۶۷
- شکل ۳-۶۹: اجزای اصلی ماشین با دکل تلسکوپی..... ۲۶۸

- شکل ۱۶-۳: مراحل نصب ماشین در سطح زمین..... ۲۱۸
- شکل ۱۷-۳: سیستم لیزری در هدایت ماشین..... ۲۱۹
- شکل ۱۸-۳: دو نمونه از کله حفار تمام‌مقطع..... ۲۲۰
- شکل ۱۹-۳: قسمت‌های اصلی ماشین تمام‌مقطع..... ۲۲۱
- شکل ۲۰-۳: ماشین مقطع افقی به همراه سپر برای حفر در سازندهای سست..... ۲۲۲
- شکل ۲۱-۳: ماشین‌های مقطع پیاله‌ای با سیستم انتقال مواد کنده شده به روش هیدرولیکی - مکانیکی..... ۲۲۴
- شکل ۲۲-۳: ماشین مقطع پیاله‌ای با سیستم انتقال مواد کنده شده به روش هیدرولیکی کامل..... ۲۲۵
- شکل ۲۳-۳: ابعاد ماشین مقطع پیاله‌ای با سیستم انتقال مواد کنده شده به روش هیدرولیکی کامل..... ۲۲۵
- شکل ۲۴-۳: قسمت‌های مختلف سیستم انتقال کنده‌های حفاری به روش هیدرولیکی کامل..... ۲۲۶
- شکل ۲۵-۳: ماشین مقطع شیاردار..... ۲۲۶
- شکل ۲۶-۳: ماشین‌های طبلکی - سیستم تخلیه مکشی..... ۲۲۷
- شکل ۲۷-۳: ماشین طبلکی با سیستم تخلیه مکانیکی..... ۲۲۹
- شکل ۲۸-۳: قسمت‌های اصلی ماشین‌های طبلکی..... ۲۲۹
- شکل ۲۹-۳: رودهدر کله‌گاو نصب شده در مرکز چاه (برای قطرهای بزرگتر از ۳ متر)..... ۲۳۰
- شکل ۳۰-۳: رودهدر مخروطی نصب شده در دیواره چاه..... ۲۳۰
- شکل ۳۱-۳: نصب همزمان چکش و کج‌بیل بر روی بازوها..... ۲۳۱
- شکل ۳۲-۳: نصب کج‌بیل بر روی بازو برای حفر و بارگیری و یا فقط بارگیری..... ۲۳۱
- شکل ۳۳-۳: شمایی از عملیات اجرایی با رودهدر..... ۲۳۲
- شکل ۳۴-۳: تصویری از سازه سر چاه..... ۲۳۳
- شکل ۳۵-۳: تجهیزات لازم برای نصب رودهدر در چاه..... ۲۳۴
- شکل ۳۶-۳: رودهدر در حین حفر در زمین سست..... ۲۳۴
- شکل ۳۷-۳: تصویر پشت رودهدر در حین حفر چاه..... ۲۳۵
- شکل ۳۸-۳: نحوه عملکرد ماشین در جهات مختلف..... ۲۳۵
- شکل ۳۹-۳: نصب جک‌های فشاری و کششی در دهانه چاه برای زمین‌های سخت و نرم..... ۲۳۶
- شکل ۴۰-۳: نمایی از دهانه چاه به همراه جک‌های فشاری برای راندن پوشش..... ۲۳۶
- شکل ۴۱-۳: استفاده از رودهدر با چاه پیشرو..... ۲۳۹
- شکل ۴۲-۳: حفر چاه با کله حفار V شکل..... ۲۴۲

- شکل ۳-۹۷: نمای روبرو و جانبی ماشین کروی عمودی - افقی..... ۲۹۶
- شکل ۲-۹۸: ماشین کروی عمودی - افقی با قطر ۵/۹ و ۴/۲..... ۲۹۷
- شکل ۳-۹۹: ماشین کروی افقی - افقی فاضلاب توپوهاشی..... ۲۹۷
- شکل ۳-۱۰۰: ماشین کروی افقی - عمودی با قطر خارجی ۲/۲۸ متر..... ۲۹۸
- شکل ۳-۱۰۱: ماشین کروی افقی - عمودی..... ۲۹۸
- شکل ۳-۱۰۲: تعویض روش‌دهنده‌ها با دوران ۱۸۰ درجه‌ای کله حفار..... ۲۹۹
- شکل ۳-۱۰۳: ماشین با قابلیت دوران کله حفار به اندازه ۱۸۰ درجه و قطر ۹/۴۵ متر..... ۲۹۹
- شکل ۴-۱: تعیین سیستم نگهداری مورد نیاز بر اساس روش Q..... ۳۰۴
- شکل ۴-۳: راهنمای تخمین فشار نگهداری در چاه‌ها..... ۳۰۷
- شکل ۴-۴: مدل ساخته شده در نرم‌افزار FLAC^{2D}. ربع یک چاه دایره‌ای..... ۳۱۸
- شکل ۴-۵: هندسه مدل ساخته شده از ربع یک چاه دایره‌ای در نرم‌افزار FLAC^{2D}..... ۳۲۵
- شکل ۴-۶: هندسه مدل ساخته شده از ربع یک چاه دایره‌ای در نرم‌افزار FLAC^{3D}..... ۳۲۵
- شکل ۴-۷: هندسه مدل ساخته شده از ربع یک چاه دایره‌ای در نرم‌افزار UDEC..... ۳۲۶
- شکل ۴-۸: هندسه مدل ساخته شده از ربع یک چاه دایره‌ای در نرم‌افزار 3DEC..... ۳۲۶
- شکل ۴-۹: روند کلی توسعه ساخت نیروگاه‌هایابی در نروژ..... ۳۳۰
- شکل ۴-۱۱: تغییرات نشت به هنگام پرکردن اولیه چاه‌ها..... ۳۳۸
- شکل ۴-۱۲: شرایط وقوع پدیده هیدروچکینگ..... ۳۴۰
- شکل ۴-۱۳: پدیده هیدروچکینگ در درزه‌های قائم و افقی..... ۳۴۲
- شکل ۴-۱۴: معیار محدودیت عمودی..... ۳۴۵
- شکل ۴-۱۵: معیار محدودیت اسنوی مانتین..... ۳۴۵
- شکل ۴-۱۶: معیار محدودیت نیروزی..... ۳۴۶
- شکل ۴-۱۷: مقایسه بین سه معیار محدودیت نیروزی، اسنوی مانتین و عمودی..... ۳۴۸
- شکل ۴-۱۸: تصحیح خطوط تراز توپوگرافی برای ارزیابی صحیح محصورشدگی..... ۳۴۸
- شکل ۴-۱۹: مقایسه معیارهای مختلف محصورشدگی با نتایج حاصل از تحلیل اجزای محدود..... ۳۴۹
- شکل ۴-۲۰: درصد انتقال فشار داخلی به پوشش فولادی، پوشش بتنی و سنگ..... ۳۵۶
- شکل ۴-۲۱: چاه‌های تحت فشار با پوشش بتنی و با میلگردهای مسلح کننده..... ۳۵۷
- شکل ۴-۲۲: اندرکنش هیدرولیکی - مکانیکی پوشش و زمین..... ۳۶۲

- شکل ۳-۷۰: اجزای اصلی ماشین با دکل معمولی..... ۲۶۹
- شکل ۳-۷۱: سیستم‌های محرک ماشین..... ۲۶۹
- شکل ۳-۷۲: لودر اتوماتیکی برای اضافه و کم نمودن لوله‌های حفاری..... ۲۷۰
- شکل ۳-۷۳: سرسته و لوله حفاری در انتهای چاه پیشرو..... ۲۷۰
- شکل ۳-۷۴: کله حفار دو مرحله‌ای..... ۲۷۱
- شکل ۳-۷۵: کله حفار تعریض‌کننده چاه پیشرو به قطر $3/6$ متر..... ۲۷۱
- شکل ۳-۷۶: کله حفار با قطر $1/2$ متر..... ۲۷۱
- شکل ۳-۷۷: نمونه‌ای از کله حفار..... ۲۷۱
- شکل ۳-۷۸: کله‌های حفار مورد استفاده در ماشین‌های تعریض به سمت بالا..... ۲۷۲
- شکل ۳-۷۹: کله حفار برای تعریض چاه به قطر $1/8$ متر و به عمق ۶۰۰ متر..... ۲۷۳
- شکل ۳-۸۰: انواع ابزار برشی قابل نصب روی کله حفار تعریض‌کننده و اجزای برش‌دهنده..... ۲۷۴
- شکل ۳-۸۱: جانمایی تجهیزات مورد نیاز حفاری در فضای..... ۲۷۵
- شکل ۳-۸۲: اجزای تعریض‌کننده و لوله‌های حفاری..... ۲۷۵
- شکل ۳-۸۳: مشخصات برخی از لوله‌های حفاری..... ۲۷۶
- شکل ۳-۸۴: انواع تثبیت‌کننده نصب شده روی لوله‌های حفاری..... ۲۷۷
- شکل ۳-۸۵: مشخصات اتصال‌دهنده تثبیت‌کننده (نوع پیستونی) به کله حفار..... ۲۷۹
- شکل ۳-۸۶: مشخصات اتصال‌دهنده تثبیت‌کننده (نوع فلامینی) به کله حفار..... ۲۷۹
- شکل ۳-۸۷: زوایای ایجاد شده در سینه‌کار و نمونه‌ای از کله حفار ۲ مرحله‌ای..... ۲۸۵
- شکل ۳-۸۸: شکل‌گیری بلوک‌های ریزشی در زمان تعریض بالارو..... ۲۸۶
- شکل ۳-۸۹: نمای شماتیک از روش هورادیام..... ۲۸۹
- شکل ۳-۹۰: قرارگیری ماشین حفاری جعبه‌ای در تراز پایینی چاه..... ۲۹۰
- شکل ۳-۹۱: شمای کلی ماشین حفاری جعبه‌ای..... ۲۹۱
- شکل ۳-۹۲: مراحل روش حفاری جعبه‌ای..... ۲۹۲
- شکل ۳-۹۳: دو نمونه قیف تخلیه‌کننده‌های حفاری..... ۲۹۲
- شکل ۳-۹۴: سیستم حمل ماشین..... ۲۹۲
- شکل ۳-۹۵: روش حفاری جعبه‌ای بدون چاه پیشرو..... ۲۹۴
- شکل ۳-۹۶: مراحل حفاری با ماشین‌های عمودی - افقی..... ۲۹۴

- شکل ۲۶-۵: نمای سازه‌ای چاه کیلومتر ۰+۷۵۰ تونل سوم کوهرنگ..... ۴۱۷
- شکل ۲۷-۵: مقطع چاه و جانمایی کانال تهویه و بالابر در زمان بهره‌برداری..... ۴۱۹
- شکل ۲۸-۵: الگوی چالزنی در سینه‌کار چاه..... ۴۲۰
- شکل ۲۹-۵: مقطع قائم چال‌های انفجار..... ۴۲۰
- شکل ۳۰-۵: ترتیب آتش چال‌های انفجار..... ۴۲۰
- شکل ۳۱-۵: طرح کلی از منطقه و پروژه Karahanjukur..... ۴۲۲
- شکل ۳۲-۵: طراحی از قسمت‌های مختلف نیروگاه Karahanjukur..... ۴۲۲
- شکل ۳۳-۵: طرح کلی مسیر تونل و دو ایستگاه چند عملکردی پروژه Gotthard..... ۴۲۴
- شکل ۳۴-۵: ایجاد دو چاه ۸۰۰ متری برای دسترسی به تونل پروژه Gotthard..... ۴۲۴
- شکل ۳۵-۵: جانمایی چاه Sedrun و سیستم حمل و نقل آن..... ۴۲۵
- شکل ۳۶-۵: تصویری از چاه Sedrun..... ۴۲۵
- شکل ۳۷-۵: نقشه حوزه Witwatersrand و معادن طلای آفریقای جنوبی..... ۴۲۷
- شکل ۳۸-۵: شمای کلی معدن طلای South Deep..... ۴۲۸
- شکل ۳۹-۵: مقطع قائم از چاه‌ها و شبکه فضاهای زیرزمینی معدن طلای South Deep..... ۴۲۸
- شکل ۴۰-۵: سازه‌های سطحی چاه‌های معدن طلای South Deep..... ۴۲۹
- شکل ۴۱-۵: جانمایی مقطع چاه اصلی معدن طلای South Deep..... ۴۲۹
- شکل ۴۲-۵: جانمایی مقطع چاه تهویه معدن طلای South Deep..... ۴۳۰
- شکل ۴۳-۵: مقطع قائم شمالی - جنوبی معدن Beatrix..... ۴۳۰
- شکل ۴۴-۵: مقطع قائم شرقی - غربی معدن Beatrix..... ۴۳۱
- شکل ۴۵-۵: مقطع قائم شمالی - جنوبی از معدن Driefontein..... ۴۳۱
- شکل ۴۶-۵: نمایی از سازه سر چاهی Hlanganani..... ۴۳۲
- شکل ۴۷-۵: مقطع قائم غربی - شرقی از معدن Kloof..... ۴۳۳
- شکل ۴۸-۵: جانمایی مقطع چاه‌های معدن Kloof..... ۴۳۳
- شکل ۴۹-۵: نمایی از چاه شماره ۳ معدن Kloof..... ۴۳۴
- شکل ۵۰-۵: موقعیت چاه‌های محدوده عملیاتی معدن پلاتین Impala..... ۴۳۴
- شکل ۵۱-۵: معدن پلاتین Impala..... ۴۳۶
- شکل ۵۲-۵: سازه و تجهیزات سر چاهی و جامبوی چالزنی چاه شماره ۱۶ معدن Impala..... ۴۳۶

- شکل ۴-۲۳: پوشش بتنی مسلح ترک خورده و مقاطع پیرامون آن در نظریه اشلاخ ۳۶۳
- شکل ۴-۲۴: گسترش ترک‌ها و توزیع تنش‌ها در میلگردهای درون بتن مسلح ۳۶۵
- شکل ۵-۱: کاربری‌های متفاوت چاه‌های نیروگاه زیرزمینی کارون ۳ ۳۷۸
- شکل ۵-۲: جانمایی تونل‌ها و چاه‌های آبرسان در نیروگاه برق‌آبی کارون ۳ ۳۷۸
- شکل ۵-۳: الگوی آتشباری در چاه‌های آبرسان ۳۸۱
- شکل ۵-۴: قالب‌بندی برای اجرای پوشش بتنی قوس تحتانی ۳۸۳
- شکل ۵-۵: استقرار قالب لغزنده جهت اجرای پوشش چاه ۳۸۴
- شکل ۵-۶: تصویر جک هیدرولیکی و جزییات آن ۳۸۴
- شکل ۵-۷: بتن‌ریزی در قالب با لوله انعطاف‌پذیر ۳۸۵
- شکل ۵-۸: نمایی از عملیات اجرایی روی قالب لغزنده ۳۸۵
- شکل ۵-۹: نمایی از قالب لغزنده و سکوی کار بالای آن ۳۸۶
- شکل ۵-۱۰: تصویر نقطه نقشه‌برداری نصب شده روی قالب ۳۸۶
- شکل ۵-۱۱: مقطع و مشخصات چاه‌های آبرسان و موقعیت قرارگیری چاه پیشرو ۳۸۹
- شکل ۵-۱۲: مقطع و مشخصات چاه‌های تعادل و موقعیت قرارگیری چاه پیشرو ۳۹۰
- شکل ۵-۱۳: مقطع و مشخصات چاه‌های مخازن فشار شکن ۳۹۰
- شکل ۵-۱۴: عملیات اجرا و ساخت چاه سد و نیروگاه گتوند ۳۹۰
- شکل ۵-۱۵: آتشباری چاه‌های پیشرو ۳۹۴
- شکل ۵-۱۶: چاه‌های آبرسان نیروگاه سد مسجد سلیمان ۳۹۹
- شکل ۵-۱۷: جانمایی کلی تونل‌ها و چاه‌های پروژه سیاه‌بیشه ۴۰۰
- شکل ۵-۱۸: دهانه چاه پروژه سیاه‌بیشه ۴۰۴
- شکل ۵-۱۹: شمای کلی نیروگاه زیرزمینی لوارک ۴۰۵
- شکل ۵-۲۰: قالب لغزنده استفاده شده در چاه دسترسی برای پوشش بتنی ۴۰۸
- شکل ۵-۲۱: سکوی لوله‌های بتنی نصب شده در چاه آبرسان ۴۰۸
- شکل ۵-۲۲: الگوی آتشباری از تراز فوقانی تا تراز ۱۵۱۹ ۴۱۲
- شکل ۵-۲۳: الگوی آتشباری چاه پیشرو ۴۱۲
- شکل ۵-۲۴: الگوی آتشباری در تعریض چاه پیشرو ۴۱۵
- شکل ۵-۲۵: تصویر چاه تعادل در تونل آبرسان سد گاوشان ۴۱۵

- شکل ۵-۸۰: مقطع قائم و تجهیزات سرچاهی معدن Zonguldak ۴۶۰
- شکل ۵-۸۱: مقطع قائم چاه معدن Zonguldak ۴۶۱
- شکل ۵-۸۲: تاسیسات سطحی و سرچاهی معدن Oyu Tolgoi ۴۶۱
- شکل ۵-۸۳: مقطع قائم چاه Saffy پروژه Marikana ۴۶۲
- شکل ۵-۸۴: مقاطع چاه معدن Konkola ۴۶۳
- شکل ۵-۸۵: دکل چاه شماره ۱ معدن Doornkop ۴۶۴
- شکل ۵-۸۶: مقطع قائم چاه و طبقات معدن Bloemhoek ۴۶۵
- شکل ۵-۸۷: سازه سر چاه معدن Cigar Lake ۴۶۷
- شکل ۵-۸۸: تصویری از احداث چاه اصلی معدن Cigar Lake ۴۶۷
- شکل ۵-۸۹: کانسار و شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Cigar Lake ۴۶۸
- شکل ۵-۹۰: روش معدنکاری با جت آب (Jet Boring) ۴۷۰
- شکل ۵-۹۱: مقطع قائم چاه اصلی و تهویه در پروژه MIU ۴۷۱
- شکل ۵-۹۲: چاه اصلی و سایت پروژه MIU ۴۷۲
- شکل ۵-۹۳: تصویری از داخل چاه اصلی پروژه MIU ۴۷۲
- شکل ۵-۹۴: نمایی شماتیک از منطقه پروژه Meuse Haute Marne و چاه‌های آن ۴۷۳
- شکل ۵-۹۵: شبکه فضاهای زیرزمینی آزمایشگاه Meuse Haute Marne ۴۷۴
- شکل ۵-۹۶: مقطع شرقی - غربی از چاه Adansi معدن Obuasi ۴۷۵
- شکل ۵-۹۷: معدن مس روباز Palabora و سازه‌های سرچاهی بخش زیرزمینی ۴۷۶
- شکل ۵-۹۸: مقطع قائم از چاه‌های معدن Palabora ۴۷۷
- شکل ۵-۹۹: مقطع قائم معادن طلای Red Lake و Campbell ۴۷۹
- شکل ۵-۱۰۰: سازه سرچاهی معادن طلای Red Lake و Campbell ۴۷۹
- شکل ۵-۱۰۱: مقطع قائم معادن طلای Red Lake و Campbell ۴۸۰
- شکل ۵-۱۰۲: مدلی از کانسار و فضاهای زیرزمینی معدن Brunswick ۴۸۰
- شکل ۵-۱۰۳: دکل سر چاهی معدن Phakisa ۴۸۰
- شکل ۵-۱۰۴: تصویری از محوطه سطحی معدن Timmins ۴۸۱
- شکل ۵-۱۰۵: تصویری از چاه اصلی معدن Timmins ۴۸۱
- شکل ۵-۱۰۶: سیستم بالابری چاه معدن Timmins در یکی از پذیرگاه‌ها ۴۸۲

- شکل ۵-۵۳: شبکه فضاهای زیرزمینی چاه شماره ۱۶ معدن Impala ۴۳۷
- شکل ۵-۵۴: چاه شماره ۱۶ معدن Impala و پذیرگاه‌ها و طبقات آن ۴۳۷
- شکل ۵-۵۵: سازه دکل چاه اصلی منطقه ۱۷ ۴۳۸
- شکل ۵-۵۶: چاه‌های منطقه ۱۷ و پذیرگاه‌ها و طبقات آن ۴۳۹
- شکل ۵-۵۷: شبکه فضاهای زیرزمینی چاه منطقه ۲۰ معدن Impala ۴۴۰
- شکل ۵-۵۸: محدوده معادن طلای Ashanti آفریقای جنوبی ۴۴۱
- شکل ۵-۵۹: مقطع قائم از چاه‌های موجود در معدن Mponeng ۴۴۲
- شکل ۵-۶۰: تصویری از منطقه معدن طلای Noligwa ۴۴۳
- شکل ۵-۶۱: تصویری از منطقه معدن طلای Tau lekoa ۴۴۴
- شکل ۵-۶۲: مقطع قائم شرقی - غربی معدن Tau Lekoa ۴۴۴
- شکل ۵-۶۳: مقطع قائم معدن Moab Khotson و راه‌ها و طبقات دسترسی آن ۴۴۵
- شکل ۵-۶۴: منطقه پروژه و سازه‌های سطحی معدن Tau Tona ۴۴۶
- شکل ۵-۶۵: مقطعی شماتیک از چاه‌های معدن Tau Tona ۴۴۷
- شکل ۵-۶۶: جانمایی مقطع دائمی چاه اصلی معدن Frischgewaagd ۴۴۷
- شکل ۵-۶۷: مقطع قائم شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Frischgewaagd ۴۴۸
- شکل ۵-۶۸: نمای شماتیک از معدن Tono ۴۴۹
- شکل ۵-۶۹: دکل چاه اصلی شماره ۴ معدن Karee ۴۵۱
- شکل ۵-۷۰: فن‌های تهویه چاه شماره ۴ معدن Karee ۴۵۱
- شکل ۵-۷۱: شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Barbora ۴۵۲
- شکل ۵-۷۲: شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Cannon ۴۵۲
- شکل ۵-۷۳: دکل چاه اصلی معدن Norilsk ۴۵۳
- شکل ۵-۷۴: تصویر دهانه ورودی چاه WS-10 معدن Norilsk ۴۵۴
- شکل ۵-۷۵: شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Garatau ۴۵۶
- شکل ۵-۷۶: چاه‌های معدن Garatau و طبقات آن ۴۵۶
- شکل ۵-۷۷: جانمایی مقطع چاه معدن Burnstone ۴۵۸
- شکل ۵-۷۸: شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Burnstone ۴۵۸
- شکل ۵-۷۹: مقطع قائم از چاه معدن Burnstone ۴۵۹

فهرست جداول

عنوان

صفحه

جدول ۱-۱: دسته‌بندی روش‌های حفر چاه.....	۱۸
جدول ۲-۱: دسته‌بندی روش‌های حفر چاه بالاروی سنتی بر مبنای جهت حفر چال‌های آتشیاری.....	۲۰
جدول ۱-۱: دسته‌بندی روش‌های حفر چاه بالاروی سنتی بر مبنای ترازهای دسترسی.....	۲۰
جدول ۴-۱: دسته‌بندی روش‌های ویژه حفر چاه در زمین‌های سست و سنگ‌های ضعیف با و بدون آب.....	۲۴
جدول ۱-۲: طرح و پارامترهای آتشیاری و انفجار برای پیشروی ۲ متر.....	۴۱
جدول ۲-۲: اثر میزان پیشروی بر پارامترهای انفجار.....	۴۵
جدول ۳-۲: مشخصات چال‌های حفر شده در هر مدار.....	۴۵
جدول ۴-۲: نتایج آزمایش در حفر چاهی در چین با برش‌های مخروطی.....	۵۱
جدول ۵-۲: مقدار خرج‌گذاری و راندمان پیشروی.....	۵۱
جدول ۶-۲: رابطه بین خرج در چال‌های برش و مقدار پیشروی در هر انفجار.....	۵۱
جدول ۷-۲: روابط تجربی بین تعداد دایره‌ها و قطر آنها در حفر چاه‌های دایره‌ای.....	۵۲
جدول ۸-۲: عوامل مؤثر در راندمان بارگیری.....	۵۹
جدول ۹-۲: مشخصات مدل‌های مختلف ماشین PBA.....	۸۷
جدول ۱۰-۲: انتخاب برش‌دهنده بر اساس نوع سنگ.....	۸۹
جدول ۱۱-۲: فشار تزریق دوغاب سیمان و رس نسبت به عمق تزریق.....	۱۰۳
جدول ۱۲-۲: میزان چسباننده و مقاومت تک‌محوری.....	۱۰۸
جدول ۱۳-۲: نتایج اختلاط خاک-سیمان-بتونیت از پروژه‌های مختلف در آمریکا.....	۱۰۸
جدول ۱۴-۲: انواع اصلی درزها در قطعات پیش‌ساخته بتنی.....	۱۴۹
جدول ۱۵-۲: مشخصات سکوی آلیماک مدل RCM-6.....	۱۷۰
جدول ۱۶-۲: نمونه‌هایی از چاه‌های حفر شده با آلیماک و روش Pulk.....	۱۸۰
جدول ۱۷-۲: مشخصات دو نمونه از چاه‌های حفر شده به روش VCR.....	۱۸۵
جدول ۱-۳: مشخصات فنی ماشین‌های حفاری چاه.....	۲۰۴
جدول ۲-۳: مشخصات ۳ مدل از دکل‌های شرکت ویرشه.....	۲۰۵

- شکل ۵-۱۰۷: مقطع قائم معدن Nkana ۴۸۳
- شکل ۵-۱۰۸: مقطع قائم معدن Finsch ۴۸۴
- شکل ۵-۱۰۹: تاسیسات سرچاهی معدن Lucky Friday ۴۸۴
- شکل ۵-۱۱۰: شبکه فضاهای زیرزمینی معدن McArthur River ۴۸۶
- شکل ۵-۱۱۱: معدنکاری با استفاده از چاه احداث شده به روش حفاری جعبه‌ای ۴۸۷
- شکل ۵-۱۱۲: معدنکاری با استفاده از چاه احداث شده به روش تعریض بالارو ۴۸۷
- شکل ۵-۱۱۳: تجهیزات سرچاهی و منطقه معدن Nickel Rim South ۴۸۸
- شکل ۵-۱۱۴: مقطع قائم چاه در یکی از پذیرگاه‌های معدن Nickel Rim South ۴۸۸
- شکل ۵-۱۱۵: مقطع قائم چاه و شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Nickel Rim South ۴۸۹
- شکل ۵-۱۱۶: مقطع قائم چاه و ارتباط شبکه فضاهای زیرزمینی با کانسار معدن Nickel Rim South ۴۹۰
- شکل ۵-۱۱۷: مقطع قائم از چاه و شبکه فضاهای زیرزمینی معدن Longos ۴۹۱
- شکل ۵-۱۱۸: مقطع قائم و تجهیزات چاه معدن Longos ۴۹۲
- شکل ۵-۱۱۹: تصویر سازه سرچاهی معدن Picadilly ۴۹۳
- شکل ۵-۱۲۰: تصویری از مقطع چاه اصلی معدن Picadilly ۴۹۴
- شکل ۵-۱۲۱: مقطع قائم از چاه‌ها و کانسار معدن LaRonde ۴۹۴
- شکل ۵-۱۲۲: مقطع زمین‌شناسی معدن LaRonde ۴۹۶

- جدول ۴-۱۰: مشخصات مکانیکی میلگردهای موجود در ایران..... ۳۷۶
- جدول ۵-۱: مشخصات و تعداد چاه‌های پروژه سد گتوند..... ۳۸۹
- جدول ۵-۲: مواد ناریه مصرفی به ازای هر مترمکعب حفاری و هر متر پیشروی..... ۳۹۴
- جدول ۵-۳: متراژ چالزنی به ازای هر مترمکعب حفاری و هر متر طول پیشروی..... ۳۹۴
- جدول ۵-۴: خواص ژئومکانیکی توده‌سنگ‌های مسیر چاه تعادل، تونل آب‌سان گاوشان..... ۴۱۰
- جدول ۵-۵: مشخصات ژئومکانیکی سازند چاه در متراژ تونل ۰+۷۵۰ تونل سوم کوهرنگ..... ۴۱۶
- جدول ۵-۶: ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ماده‌سنگ درونگیر چاه..... ۴۱۸
- جدول ۵-۷: پارامترهای مقاومتی توده‌سنگ میزبان چاه..... ۴۱۸
- جدول ۵-۸: اطلاعات کلی سیستم بالابری منطقه Sedrun..... ۴۲۶
- جدول ۵-۹: مشخصات چاه‌های منطقه..... ۴۳۵
- جدول ۵-۱۰: مشخصات فنی چاه..... ۴۵۴

www.ketaboo.ir

جدول ۳-۳: مشخصات فنی، توان و ظرفیت ماشین‌های حفر چاه.....	۲۲۰
جدول ۴-۳: محدوده کاری برخی از ماشین‌های بازویی (رودهدرها).....	۲۳۲
جدول ۵-۳: مشخصات تعدادی از پروژه‌های اجرا شده با ماشین‌های بازویی.....	۲۳۷
جدول ۶-۳: ابعاد تعدادی از چاه‌های حفر شده با ماشین با کله حفاری V شکل.....	۲۴۱
جدول ۷-۳: مشخصات مدل‌های مختلف ماشین با کله حفاری V شکل.....	۲۴۶
جدول ۸-۳: رگوردهای حفر با کله حفار V شکل.....	۲۴۸
جدول ۹-۳: مشخصات تعدادی از ماشین‌های بورپک (ساخت شرکت رابینز).....	۲۵۴
جدول ۱۰-۳: مشخصات فنی، توان و ظرفیت ماشین‌های تعریض به سمت بالا.....	۲۶۶
جدول ۱۱-۳: مشخصات ماشین‌های تعریض به سمت بالا ساخت شرکت رابینز.....	۲۶۵
جدول ۱۲-۳: محدوده کاری تعدادی از ماشین‌های تعریض به سمت بالا.....	۲۶۶
جدول ۱۳-۳: محدوده برخی از قطرهای چاه پیشرو و مشخصات سرمت سه مخروطی.....	۲۷۷
جدول ۱۴-۳: مشخصات انواع تثبیت‌کننده.....	۲۷۸
جدول ۱۵-۳: مشخصات تعدادی از کله‌های حفر تعریض‌کننده.....	۲۸۰
جدول ۱۶-۳: مشخصات چند چاه حفاری شده به روش تعریض به سمت بالا با چاه پیشرو پایین‌رو.....	۲۸۲
جدول ۱۷-۳: عملکرد ماشین تعریض به سمت بالا در شرایط مختلف زمین‌شناسی.....	۲۸۳
جدول ۱۸-۳: طبقه‌بندی پارامترهای بحرانی ژئوتکنیکی در تعریض به سمت بالا.....	۲۸۵
جدول ۱۹-۳: ضرایب اصلاحی Q.....	۲۸۶
جدول ۲۰-۳: مشخصات فنی یک نوع از ماشین‌های حفاری جعبه‌ای.....	۲۹۰
جدول ۱-۴: طراحی پیچ‌سنگ بر اساس پیشنهادات رسته مهندس آمریکا.....	۳۰۲
جدول ۲-۴: مقدار پارامتر Q_w بر اساس دامنه تغییرات پارامتر Q.....	۳۰۶
جدول ۳-۴: تعیین ضریب تنش فعال.....	۳۱۲
جدول ۴-۴: نگهداری‌های پیشنهادی برای چاه‌ها بر اساس روش روسنر.....	۳۱۳
جدول ۵-۴: نوع پوشش چاه و تونل تحت فشار بر حسب هد داخلی آب.....	۳۵۲
جدول ۶-۴: استانداردهای مختلف برای تعیین ضخامت پوشش فولادی حین حمل و نقل.....	۳۷۲
جدول ۷-۴: موارد کاربرد رده‌های مختلف بتن (آبا).....	۳۷۴
جدول ۸-۴: مقادیر حداقل پوشش بتنی بر حسب میلیمتر (آبا).....	۳۷۴
جدول ۹-۴: مشخصات میلگردها.....	۳۷۶