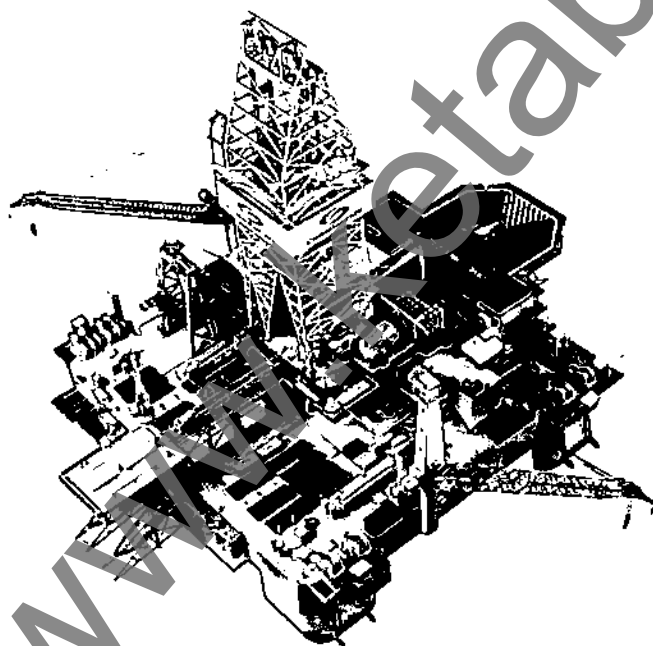


اصول مهندسی حفاری

مطابق با سرفصل‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دکتر همایون بهزاداسیری

سرشناسه:	بهزاد اسیری، همایون، ۱۳۳۵ -
عنوان و پدید آور:	اصول مهندسی حفاری - مؤلف: همایون بهزاد اسیری
مشخصات نشر:	تهران: کتاب آوا، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری:	۴۸۸ ص. مصور، رنگی.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۵۲۶-۸۱-۳
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	چاه های نفت، حفاری.
رده بندی کنگره:	۱۳۹۰ الف ۶۳ ب ۹۲/۲ TN ۸۷۱
رده بندی دیویی:	۶۲۲/۳۳۸۱
شماره کتابشناسی ملی:	۲۴۶۷۳۶۶

اصول مهندسی حفاری



انتشارات کتاب آوا

عنوان:	اصول مهندسی حفاری
مؤلف:	همایون بهزاد اسیری
ناشر:	کتاب آوا
صفحه آرایشی:	ماریا بحری نژاد - مهدی حسینی شفیق
لینتوگرافی:	باران مهر
چاپ و صحافی:	کاج - نوری
نوبت چاپ:	اول ۱۳۹۱
شمارگان:	۲۰۰۰ نسخه
قیمت:	۲۵۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۵۸-۲۲-۳

نشانی مرکز پخش: خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، بن بست حقیقت، پلاک ۴، طبقه دوم

شماره های تماس انتشارات کتاب آوا: ۶۶۹۷۴۶۴۵ - ۶۶۹۷۴۱۳۰ - ۶۶۴۰۷۹۹۳

Email: avabook_kazemi@yahoo.com

Web: www.avabook.com

فروشگاه: اسلام شهر، خیابان میاد شیرازی، روبروی دانشگاه آزاد اسلامی، جنب دادگستری - ۵۶۳۵۴۶۵۱

کلیه حقوق عادی و معنوی این اثر برای انتشارات کتاب آوا محفوظ است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

مقدمه دکتر البرزی

تعداد کتاب‌هایی که تا کنون در مورد حفاری نفت به فارسی نوشته شده است، بسیار محدود است، دانشجویان این زمینه از نظر دسترسی به متون علمی فارسی صنایع حفاری تا اندازه‌ای با محدودیت روبرو می‌باشند. این کتاب با این هدف به رشته تحریر درآمده که این کمبود را تا اندازه‌ای برطرف نماید و در این راه بسیار موفق می‌نماید. کتاب اصول مهندسی حفاری نفت شامل طراحی رشته حفاری و مهندسی گل و محاسبات هیدرولیکی را مورد بحث قرار داده است و در این زمینه‌ها می‌تواند به عنوان مرجع علمی مناسبی مورد استفاده دانشجویان این رشته و مهندسين حفاری واقع گردد.

دکتر محمود البرزی

عضو هیات علمی واحد علوم تحقیقات تهران



اهمیت چاه‌های نفت و گاز

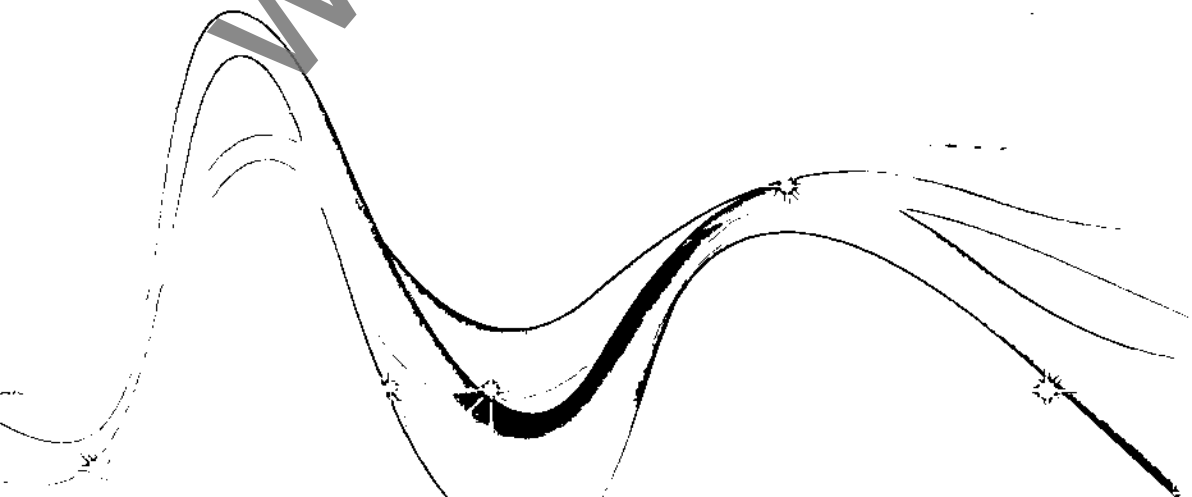
در تاریخ عصر مدرن جهان کم‌تر صنعتی به اهمیت صنایع نفت و گاز وجود دارد. معیناً دسترسی به سازندهای زمین‌شناسی حاوی منابع هیدروکربوری از طریق حفاری چاه‌ها تقریباً جدید می‌باشد. حفاری نخستین چاه نفتی توسط دریک "DRAKE" در ۱۸۵۹ نقطه آغازی در صنعت حفاری قلمداد می‌شود.

با پیدایش صنعت حفاری نفت، وقایع و تحولات اجتماعی و سیاسی زیادی از جمله وقوع دو جنگ جهانی، جنگ سرد و تضادهای منطقه‌ای بوجود آمد که همگی آنها به نحوی با تحولات صنایع نفتی مرتبط می‌باشد.

با آغاز قرن بیستم فعالیت‌های صنایع نفت شدت گرفت و در خلال دو جنگ جهانی سرعت گرفت و در دهه ۱۹۶۰ شتاب فزاینده‌ای یافت و اکتشاف و تولید نفت به عنوان یک فعالیت بین‌المللی گسترش پیدا کرد.

بیش از ۱/۱ تریلیون بشکه ذخائر نفت خارج از حیطه جهان صنعتی (آمریکای شمالی و اروپای غربی) قرار دارد. اغلب این ذخائر نفتی یعنی حدود ۶۰۰ میلیارد بشکه در خاورمیانه و حداقل ۱۳۸ میلیارد بشکه در ایران وجود دارد حال آن‌که ذخائر دریای غرب فقط بالغ بر ۵۷ میلیارد بشکه می‌باشد.

فعالیت‌های حفاری منعکس کننده عملیات در صنایع نفتی می‌باشد. تعداد زیادی دکل‌های حفاری تقریباً به طور مساوی بین آمریکای شمالی و سایر نقاط جهان توزیع شده است. اما هزینه حفاری در فلات قاره آمریکا کم‌تر از جاهای دیگر می‌باشد و قیمت‌های نفت تولیدی در غرب نیز تشویق کننده می‌باشد. بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶ در آمریکا و کانادا تقریباً بیش از ۳۴۰۰۰ حلقه چاه نفتی حفاری شد که ۶۰٪ از ۵۸۰۰۰ حلقه چاه حفاری شده در دنیا محسوب می‌شد در حالی که فقط ۱۳٪ تولید نفت در جهان به دست آمد.



حفاری در فلات قاره، در دریا از طریق سکو یا کشتی حفاری یا در نقاط دوردست، نقاط صنعتی یا کشورهای در حال توسعه گران و پرهزینه می‌باشد.

هزینه حفاری از چند صد هزار دلار تا چند میلیون دلار متغیر می‌باشد. گاهی نیاز به انجام آزمایش‌های پرهزینه و یا حتی ساخت یک جزیره مصنوعی در شرایط حفاری در قطب می‌باشد.

مجموع هزینه سالیانه برای ساخت چاه و حفاری در جهان بالغ بر ۱۰۰ میلیارد دلار یا حتی بیشتر می‌گردد. مشاهده می‌شود که تعداد کشورهای با بودجه ملی سالیانه در این حدود یا بیشتر در سطح جهان کم می‌باشد.

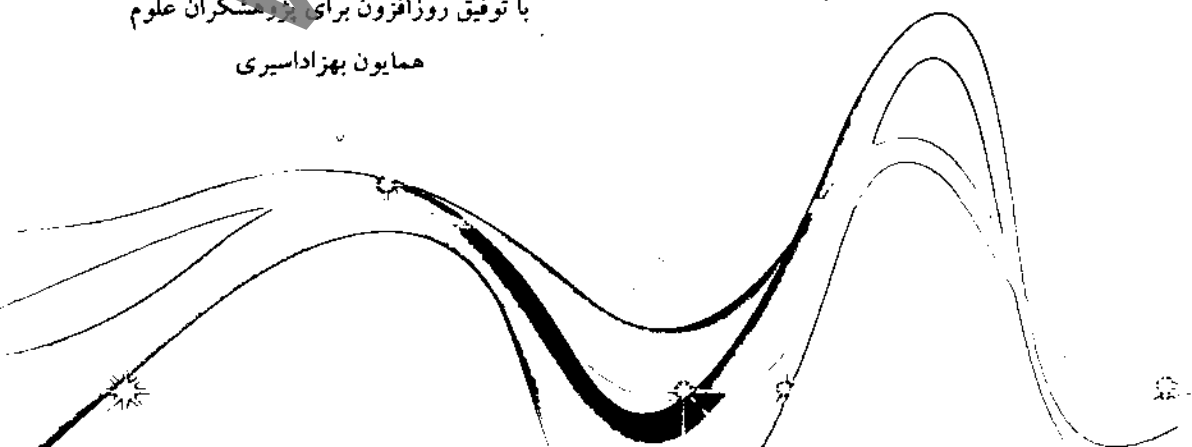
در کتاب حاضر سعی شده است که مفاهیم جامع و کاملی از تکنولوژی بروز صنعت حفاری به طور اساسی و اصولی که در سطح جهان در زمینه حفاری و ساخت چاه‌های نفتی و گازی وجود دارد تشریح گردد.

از آغاز کشف نفت در ایران بیش از یک قرن می‌گذرد. صنعت حفاری نیز به موازات سایر صنایع نفت تاریخچه مشترکی دارد. در طی این مدت این صنعت تحولات و دگرگونی‌های زیادی پیدا کرده است و تکنولوژی آن تکامل و گسترش پیدا نموده است. کتاب‌ها و مقالات زیادی در رابطه با فنون گسترش یافته در صنعت حفاری نوشته شده است اما تلاش کمی برای نوشتن این مطالب به فارسی صورت گرفته است. در طی چندین سال تدریس دروس مهندسی نفت نیاز به کتب این رشته به زبان فارسی محسوس بود. کتاب حاضر تلاشی در این رابطه می‌باشد و امید می‌رود که این کار ادامه یافته و آغازی در این زمینه باشد.

در اینجا لازم می‌دانم مراتب تشکر خود را از جناب آقای حمید کاظمی مدیر محترم نشر کتاب آوا که زحمت چاپ و نشر این اثر را به عهده گرفتند ابراز نمایم. از آقای مهدی حسینی شفیق که کار حروفچینی و صفحه‌آرایی کتاب را به عهده داشتند و سایر همکاران تشکر می‌نمایم.

با توفیق روزافزون برای پژوهشگران علوم

همایون بهزاداسیری



اصول مهندسی حفاری

این کتاب شامل: مطالبی را جمع به اصول مهندسی حفاری می‌باشد. گرچه تنوری عملیات دکل و طراحی یک چاه نفت کاملاً برای افراد درگیر در این عملیات شناخته شده است اما بندرت بوضوح نوشته شده است. این کتاب مجموعه‌ای از اطلاعات پایه‌ای راهنما و آموزشی برای مهندسين جوان و کسانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند می‌باشد.

مهندسی حفاری امروزه بصورت یک حرفه بین‌المللی در آمده است که قبلاً چنین نبوده است و این موضوع با بررسی تاریخچه آن مشخص می‌شود. نظام مهندسی حفاری بتدریج در طول سال‌های زیادی از منابع محدودی در دانشگاه‌های آمریکا، شرکت‌های نفتی بزرگ و برخی حفاران عملیاتی مستقل آغاز شد. دلیل عمده ظهور کند و آهسته مهندسی حفاری در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ بخاطر تولید از نواحی بدون دردسر و میادین واقع در نواحی با دسترسی آسان بود و نیازی به توسعه و تکامل فنون پیچیده و پیشرفته حفاری وجود نداشت. از طرفی هزینه چاه‌ها در مقایسه با هزینه وسایل بهره‌برداری و شبکه‌های پالایش و توزیع ناچیز بود. به همین جهت توجه کمتری به بهینه‌سازی عملیات حفاری انجام می‌گردید.

در دهه ۱۹۶۰ رقابت بین شرکت‌های عامل منجر به بهینه‌سازی عملیات حفاری چاه و حفاری مؤثر و قابل رقابت گردید.

در دهه ۱۹۷۰، با افزایش بهای نفت، میادین دریای شمال توسعه یافت و مسایل متعددی در مقابل شرکت‌های عامل اروپایی قرار گرفت که می‌خواستند ساختار یکپارچه‌ای از حفاری و تولید ایجاد نمایند. روش‌های جدید حفاری چاه گردید و در حفاری دریایی بکار گرفته شد. مسایل متعدد و مختلفی در میادین دریای شمال و آمریکا بروز نمود که به تجارب کارکنان افزود. این تجارب حفاران بیشتر در شروع فعالیت‌های میادین دریای شمال پیش آمد.

از عملیات مخاطره آمیز و ریسکی اجتناب گردید زیرا وسایل مناسب تعمیر در دسترس وجود نداشت و امکان عملیات تعمیر و اصلاح کافی نبود. همراه با روش نگاه اول و توجه خاص به اولویت‌های انگیزه کمتری برای مهندسین جهت پی‌گیری ایده‌های جدید ایجاد می‌شد که در زمان حاضر مهندسی حفاری را به سرعت دگرگون نموده است.

این وضعیت تا اواخر دهه ۷۰ ادامه یافت و با چاه‌های دریای شمال مشابه سایر محل‌های دور از دسترس دریایی رفتار می‌گردید. در سال‌های بعد، تکنولوژی جایگاه محکمی یافت. در این زمان، ابعاد و هزینه عملیات حفاری در اروپا منجر به ایجاد شبکه‌ای زیر ساختار پشتیبان آخرین فنون بریتانیایی، آمریکایی و قاره‌ای گشت و در دسترس حفاران و کارکنان دریای شمال قرار داده شد. آخرین اطلاعات و فنون در رابطه با عملکرد چاه و دکل پیش روی آنان بود. مثلاً با فشردن یک دکمه نمودارهای آنالیز که قبلاً در دکل‌ها به سختی ترسیم و بررسی می‌گردید اینک به راحتی به صورت هیستوگرام‌های رنگی قابل مشاهده شد و عملکرد دکل‌ها مقایسه گردید. بارخچه برنامه چاه جدید قابل بررسی و مرور شدن گردید.

داده‌های دکل بصورت Real Time زمان واقعی در اطاق عملیات قابل نمایش شد جایکه متخصصین شرکت نظر خود را نه تنها درباره عملیات یک دکل بلکه در مورد چندین دکل ابراز می‌نمودند.

گرچه این پیشرفت‌ها هیجان بیشتری به وجود می‌آورد اما مسئولیت‌های زیادی برای مهندسین حفاری امروز فراهم می‌آورد. مهندس حفاری امروز، نه فقط باید مسلط به

برنامه‌ریزی سنتی حفاری چاه باشد بلکه وی باید به کامپیوتر، حسابداری و تحلیل ریسک متالورژی، شیمی و تخصص‌های دیگر مسلط باشد.

طبیعت چند نظام (دیسپلین) مهندسی حفاری از نگاه به طیف عناوین موضوع‌های مختلف این کتاب قابل مشاهده است. کتب معدودی وجود دارند که تمام محدوده‌ی "مهندسی حفاری" را در برمی‌گیرد. مدت‌ها نیاز به چاپ کتابی برای ادغام مطالب منتشره توسط شرکت‌های API، سازندگان دستگاه و صاحب نظران و متخصصین شرکت‌های نفتی وجود داشت که این موضوع‌ها را همگی در یک مجموعه جمع‌آوری نماید. در این کتاب اصول بسیاری با تصاویر و مثال‌های متعدد از چاه‌های دریای شمال و خاورمیانه تشریح گردیده است. این موضوع‌ها منابع آماده‌ای برای افراد تازه کار با دکل و عملیات حفاری یک چاه می‌باشد.

اهمیت آموزش کارآموز مهندسی حفاری برای درک و آشنایی با محتویات کتاب زیاد است. اغلب اوقات مهندسين در گیر مسایلی می‌گردند که در این کتاب تشریح گردیده است در بسیاری از مواقع، فرد کسی را برای مشاوره و کمک در اختیار ندارد. هدف از این کتاب خودآموزی مهندسی حفاری می‌باشد اغلب تصمیم‌گیری باید سریع و به‌طور مؤثر اتخاذ گردد. مثلاً مهندس روی دکل در دریای شمال فقط روزانه ۸ ساعت و فقط ۵ روز در هفته از پشتیبانی ادارات حامی و مشاوره برخوردار است. مهندسی که در نقاط دور دست قرار دارند از پشتیبانی کمتری برخوردارند تازه اگر وجود داشته باشد. توانایی و عملکرد یک مهندس جوان بسته به آموزش و تجربه‌ای دارد که وی در چند سال قبل از تصدی مسئولیت مهندسی حفاری روی چاه کسب نموده است.

در این کتاب اصول پایه لازم برای درک عملیات در سر چاه بیان شده است تا شخص بیشترین بهره از آموزش در محل در آغاز دوره خدمت خود ببرد. درحالی‌که برای درگیری در هر مسئله مراجعه به یک کتاب عملی نمی‌باشد، چنین متنی سه وظیفه عمده را بعهده دارد.

الف) اطلاعات پایه‌ای لازم برای درک عملیات فیلد برای یک مهندس فراهم می‌آورد به‌طوری‌که بتواند بیشترین مزایای ممکن از آموزش در حین کار و در محل کسب نماید.

ب) این متن فواصل موجود و اجتناب ناپذیر که حتی در بهترین برنامه‌ریزی چاه عملاً و به‌طور نظری در برنامه‌های آموزش وجود دارد پر می‌نماید. تنوع مسایل و موقعیت‌های بسیار وسیعی در زمینه حفاری وجود دارد که احتمال مواجه شدن با همه آنها برای یک مهندس وجود ندارد.

ج) در این کتاب به‌طور یکجا، اطلاعات لازم از منابع گوناگون گردآوری شده است. این کتاب می‌تواند همواره به‌عنوان یک مرجع در اوقات ضروری در اختیار مهندس مسئول دکل مورد استفاده قرار بگیرد.

گرچه به فنون بسیاری در این کتاب اشاره شده است، اما نیاز به تقویت دانش ما از اصول کماکان وجود دارد. در ۱۹۶۰ در جزوه حفاری دورانی توسط J.E.Brantley اشاره شد به این مضمون که "آلدر اینار و دستگاه‌های بسیار پیشرفته‌ای موجودند که در صنعت برای استفاده تمام و کامل از آنها توان کافی وجود ندارد".

با درک کامل پایه‌های مهندسی حفاری، مهندس آینده باید بتواند از اطلاعات جاری و آخرین فنون به بهترین وجه استفاده نماید. تلاش برای وادار ساختن صنعت حفاری با حداکثر توان وجود دارد. میادین نفت و گازهای امروز وجود دارند که می‌توانند با پیشرفت فنون بگونه‌ای اقتصادی بهره‌برداری گردند. تلاش در این زمینه‌ها موجب تثبیت و پایداری تولید در آینده می‌گردد. به‌طور خلاصه این کتاب مرجع خوب و استنادی در زمینه مهندسی حفاری چاه هیدروکربنی می‌باشد.

فهرست مطالب

۲۵

فصل ۱

۲۷	اجزاء دکل
۳۰	دستگاه بالابری
۳۱	منجنیق‌ها (گردونه‌ها)
۳۳	میز دوار و جایگاه اصلی
۳۴	Kelly کلی و مق کلی
۳۵	هرزگرد - Swivel
۳۶	رشته حفاری
۳۷	پمپ‌های گل
۳۸	محافظه‌های چاه (BOP)
۳۹	چاه نفت
۴۰	ایجاد اتصال
۴۴	عملیات بالا و پایین بردن لوله‌ها - TRIPPING
۴۷	لوله جداري و سیمان کاری
۵۰	چاه پیمایی، آزمایش و تکمیل چاه
۵۲	سیستم محرک‌های فوقانی Top Drive
۵۳	سیستم واحدها
۵۳	واحدهای امپریال
۵۳	واحدهای پایه
۵۴	واحدهای مشتق شده
۵۸	واحدهای SI
۵۸	واحدهای پایه
۶۱	منابع

۶۳

فصل ۲

۶۵	کلی Kelly
۶۷	چند پرگردان‌ها
۷۰	لوله حفاری
۷۱	ابزار اتصالات
۷۷	اشکال مختلف رزوه
۷۸	اتصالات شانه‌ای چرخشی
۸۱	وزن تقریبی اتصال ابزار و تجهیزات لوله حفاری
۸۸	لوله‌های وزنه حفاری
۹۰	ویژگی‌های لوله‌های وزنه
۹۰	گردنه‌های مانده‌یابی FISHING NECKS
۹۱	امکانات دست‌یابی گوه و بالابر (به لوله وزنه)
۹۲	لوله وزنه با شیارهای مارپیچ

۹۲	لوله‌های وزنه چهار گوش
۹۲	لوله وزنه K-Monel
۹۲	تجهیزات رشته حفاری
۹۲	لوله‌های حفاری با دیواره ضخیم
۹۴	لوله ضربه زن و ایجاد ارتعاش JARS
۹۶	پایدار کننده‌ها STABILISERS
۹۶	پایدار کننده‌های چرخشی
۹۷	پایدار کننده‌های غیر چرخشی
۹۸	تراش دهنده‌ها
۹۸	انواع برنده‌ها (Cutters)
۹۹	لوله‌های تکانی (Shock)
۹۹	طراحی رشته حفاری
۹۹	تنش کششی
۱۰۳	مچالگی (تخریبی) Collapse
۱۰۶	بارگذاری تکانی
۱۰۷	پیچش
۱۱۷	(حداکثر گشتاور مجاز برای بدنه لوله حفاری)
۱۱۷	اضافه طول کشش لوله حفاری
۱۱۷	تعیین اضافه طول کششی در اثر بار روی لوله حفاری
۱۱۸	(اضافه طول) و کشیده شدن به علت وزن خود لوله حفاری
۱۱۸	کشش به خاطر وزن
۱۱۹	سرعت‌های بحرانی چرخشی
۱۲۱	طول لوله وزنه
۱۲۴	منابع
۱۲۵	مسائل

۱۲۷	فصل ۳
۱۲۹	بالا برنده‌ها
۱۲۹	گردونه یا منجنیق Draw works
۱۳۱	استوانه یا طبلک بالابری Hoisting Drum
۱۳۲	ترمزها
۱۳۳	سیستم خنک سازی
۱۳۴	ترمزهای کمکی
۱۳۷	مقایسه ترمزهای هیدروماتیک و جریان متلاطم Eddy
۱۳۷	گردونه زنجیر و گروه قرقره مغزه گیری
۱۳۸	استوانه قرقره مغزه
۱۳۸	محور رانش اصلی و گروه محور جک Jackshaft
۱۳۹	گروه محور معکوس دوار CounterShafi
۱۳۹	تجهیزات بالابری Hoisting tackle

۱۳۹	 Crown Block تاج بلوک
۱۴۱	 بلوک متحرک و قلاب حفاری
۱۴۲	 لنگرگاه خط غیرفعال deadline و وزن نما
۱۴۳	 طناب‌های ساخته شده از سیم نخی مدور
۱۴۴	 طرح لنگر Lang's
۱۴۴	 طرح معمولی و عادی
۱۴۵	 کابل و خط حفاری، ملاحظات طراحی
۱۴۶	 بارگذاری ایستای و پویا روی بلوک تاج دکل
۱۴۸	 کارآیی و رانندگی سیستم بالابری
۱۵۳	 توان و نیروی لازم
۱۵۶	 تون - مایل (مگاژول) یک کابل و خط حفاری
۱۵۷	 عملیات بالا و پایین بردن لوله
۱۶۲	 ارزیابی کل کار انجام شده و عملیات قطع کابل
۱۶۷	 دکل
۱۷۰	 انواع دکل‌های فولادی
۱۷۰	 دکل‌های استاندارد
۱۷۰	 دکل متحرک (mast)
۱۷۱	 مسائل
۱۷۳	 منابع

۱۷۵

فصل ۴

۱۷۷	 مته‌های حفاری دورانی
۱۷۷	 مته‌های مخروطی غلطان (مته‌های سنگ تراش)
۱۷۸	 انواع مته‌های غلطان
۱۷۹	 مته‌های با سه مخروط
۱۷۹	 جنبه‌های اساسی
۱۸۱	 عوامل طراحی
۱۸۱	 زاویه بدنه متحرک (Journal)
۱۸۳	 دوری از مرکز مخروط
۱۸۵	 دندانه‌ها
۱۸۸	 یاتاقان‌ها
۱۸۸	 یاتاقان‌های ضد اصطکاک
۱۹۰	 یاتاقان‌های RBF (Roller- Ball- friction) غلطک - گلوله - اصطکاک
۱۹۰	 یاتاقان‌های اصطکاکی
۱۹۱	 روغن کاری یاتاقان‌ها
۱۹۳	 طبقه‌بندی مته
۲۰۲	 مته‌های الماسه
۲۰۵	 انتخاب مته
۲۰۷	 هزینه حفاری هر فوت

۲۰۹	انرژی ویژه
۲۱۴	کدر شدن مته ها
۲۱۵	ارزیابی مته های مستعمل (با مخروط غلطان)
۲۱۹	ویژگی های کدرشدگی مته
۲۱۹	علل توقف راندن یا عدم ادامه حفاری - یا علل بیرون کشیدن رشته حفاری
۲۲۰	منابع

فصل ۲۵

۲۲۳	جریان حرکت سیال
۲۲۴	گرانروی
۲۲۶	واحدهای گرانروی
۲۲۷	انواع جریان ها
۲۲۷	جریان آرام
۲۲۸	جریان آشفته
۲۲۹	معیاری برای تعیین نوع جریان سیال
۲۳۱	انواع سیالات
۲۳۱	سیالات نیوتونی
۲۳۱	سیالات غیرنیوتونی
۲۳۱	سیال پلاستیک بینگهام (مستقل از زمان)
۲۳۲	سیالات پیرو قانون توانی power-law (مستقل از زمان)
۲۳۳	سیال وابسته به زمان
۲۳۴	گرانروی سنج ها
۲۳۵	استخراج و نحوه به دست آوردن معادلات جریان آرام
۲۳۵	مدل پلاستیک بینگهام
۲۳۵	جریان در لوله
۲۴۱	سرعت بحرانی جریان سیال در لوله
۲۴۴	جریان سیال در دالیز
۲۵۰	مدل قانون توانی power-law
۲۵۱	جریان حرکت سیال در لوله
۲۵۴	جریان دالیزی
۲۵۷	سرعت های بحرانی برای مدل قانون - توانایی
۲۵۷	جریان حرکت سیال در لوله
۲۵۸	جریان حرکت سیال در دالیز
۲۵۸	سیستم متریک
۲۵۸	جریان آشفته سیال (Turbulent)
۲۵۹	ضریب اصطکاک f
۲۶۳	جریان حرکت سیال از منافذ (نازل ها)
۲۶۶	سطح منافذ
۲۶۹	سطح منفذ

۲۷۰	مسائل
۲۷۱	منابع

۲۷۳

فصل ۶

۲۷۵	انواع گِل حفاری
۲۷۵	وظایف گِل حفاری
۲۷۸	گِل حفاری
۲۷۹	انواع گِل های حفاری
۲۷۹	بخش فعال جامدات گِل
۲۸۰	طبیعت رُس ها
۲۸۳	هیدراته شدن (جذب آب) رُس ها
۲۸۶	بخش شدن انعقاد و سرد شدن
۲۸۷	بخش خنثای گِل
۲۸۷	افزاینده های شیمیایی
۲۸۸	رقیق کننده ها
۲۸۸	غلظت کننده های گِل
۲۸۹	پُلی مرها
۲۹۰	انواع گِل های پایه آبی
۲۹۱	گِل های طبیعی
۲۹۱	گِل های کلسیمی
۲۹۳	گِل های پلی مری و کلروپتاسیم KCl
۲۹۴	گِل های اشباع شده از نمک
۲۹۴	گِل های پایه نفتی
۲۹۶	گِل های امولسیون
۲۹۶	خواص اصلی گِل
۲۹۷	خواص رئولوژی گِل
۲۹۸	گرانروی پلاستیکی
۳۰۷	مقاومت ژله ای شدن
۳۰۸	صاف آبی و غشاء صافی
۳۱۰	PH گِل
۳۱۱	محاسبات گِل
۳۱۲	محاسبات برای افزایش وزن گِل
۳۱۷	محاسبات کاهش وزن گِل
۳۲۳	آلودگی گِل
۳۲۳	نمک معمولی (کلرور سدیم)
۳۲۳	انیدریدها و گچ (ژیپس)
۳۲۴	سیمان
۳۲۵	وسایل تصفیه گِل
۳۲۸	بخش حذف جامدات و مواد سنگین از گِل

۳۳۸	.....	غربال لرزان
۳۳۰	.....	ماسه زداها و سیلت زدا
۳۳۲	.....	تمیز کننده گل
۳۳۳	.....	سانتری فوژها
۳۳۵	.....	تمرینات
۳۳۶	.....	منابع

۳۳۷

فصل ۷

۳۳۹	.....	مقدمه
۳۳۹	.....	۷-۱: افت های فشار
۳۴۰	.....	مته های حفاری
۳۴۰	.....	افت های انشعابات در سطح (P_f)
۳۴۲	.....	مدل بینگهام پلاستیک بر حسب واحدهای متریک
۳۴۲	.....	الف- جریان در لوله
۳۴۲	.....	ب- جریان در دالیز
۳۴۳	.....	ج- افت فشار در مته
۳۴۴	.....	مدل هرشل بالکلی (YPL) قانون توانی واری
۳۴۵	.....	معادلات عملی هیدرولیکی
۳۴۶	.....	مدل بینگهام پلاستیک بر حسب واحدهای امپریال
۳۴۶	.....	الف- جریان در لوله
۳۴۷	.....	ب- جریان در دالیز
۳۴۷	.....	مدل قانون توانی با واحدهای سیستم امپریال
۳۴۸	.....	الف - جریان داخل لوله
۳۴۸	.....	ب- جریان دالیزی
۳۴۹	.....	افت فشار اطراف مته
۳۵۰	.....	حداکثر قدرت هیدرولیکی مته
۳۵۱	.....	حداکثر نیروی ضربه ای (Maximum Impact Force (IF)
۳۵۱	.....	افت فشار در داخل لوله و در دالیز
۳۵۱	.....	افت فشار اطراف مته
۳۵۴	.....	افت فشار لوله های وزنه
۳۵۴	.....	افت فشار دالیزی
۳۵۷	.....	۷-۲: مدل قانون توانی
۳۵۷	.....	افت فشار در سطح
۳۵۸	.....	۷-۳: مقایسه ۲ مدل بینگهام پلاستیک و قانون توانی
۳۵۸	.....	۷-۴: بهینه سازی هیدرولیک مته
۳۵۸	.....	۷-۵: افت فشار در سطح
۳۵۹	.....	۷-۶: معیار هیدرولیکی
۳۵۹	.....	۷-۷: حداکثر نیروی ضربه ای (Maximum Impact Force (IF)
۳۶۰	.....	۷-۸: حداکثر توان هیدرولیکی مته بر حسب اسب بخار

۳۶۰	۹-۷: حداکثر نیروی ضربه‌ای
۳۶۱	۱۰-۷: انتخاب نازل
۳۶۳	۱۱-۷: ظرفیت حمل گل
۳۶۳	۱۱-۷: مقدمه
۳۶۴	۱۱-۷: تمیز کردن چاه
۳۶۵	۱۱-۷: سرعت لغزش
۳۶۵	۱۱-۷: سرعت انتقال (حمل و نقل)
۳۶۷	۱۲-۷: تجمع کنده‌های حفاری
۳۶۹	خلاصه معادلات سیستم امپریال
۳۶۹	قسمت فشار استاکای توسط سیالات پلاستیک مدل (BINGHAM PLASTIC)
۳۶۹	افت فشار در داخل دالیز (آنالوس)
۳۷۰	افت فشار داخل مته
۳۷۱	خلاصه معادلات سیستم واحدهای امپریال
۳۷۱	مدل توانی power law
۳۷۶	خلاصه معادلات هیدرولیک واحدهای متریک
۳۷۶	مدل قانون توانی
۳۷۸	تمرینات
۳۸۰	منابع

ضمائم

۳۸۳	ضمیمه ۸: جدول تبدیل واحدها
۳۸۵	جدول لاتین
۳۸۷	جدول فارسی

۳۹۱	ضمیمه ۱۳: طراحی رشته حفاری
۳۹۵	نحوه انتخاب لوله‌های وزنه
۳۹۶	روش‌های انتخاب طوقه حفاری
۳۹۸	نسبت سختی $SR = STIFFNESS\ RATIO$
۳۹۹	معیارهای طراحی رشته حفاری
۳۹۹	الف - طراحی بر پایه مچالگی
۳۹۹	محاسبات مچالگی
۳۹۹	الف - جین DST
۴۰۰	تعریف ضریب طراحی در طراحی مچالگی
۴۰۰	طراحی کششی
۴۰۱	وزن حمل شده
۴۰۳	حداکثر عمق حفره
۴۰۳	روش طراحی کششی
۴۰۴	بار ناگهانی
۴۰۴	نیروی خمشی

۴۰۴	ضریب طراحی
۴۰۵	ضریب له شدگی
۴۰۶	سایر متغیرهای طراحی اضافی
۴۱۰	بررسی مناسب بودن لوله حفاری گرید G
۴۱۷	شدت انحراف DOGLEG SEVERITY
۴۱۷	۱ - علل آسیب دیدگی ناشی از خستگی
۴۱۸	۲ - موقعیت لوله در چاه
۴۱۹	۳ - شدت انحراف
۴۲۱	ملاحظات برای بارگذاری عرضی ابزار پیوند
۴۲۲	ارتعاشات و هارمونیک‌های رشته حفاری (HARMONICS)
۴۲۶	روش‌های کاهش ارتعاش رشته حفاری
۴۲۷	مثال‌هایی برای طراحی
۴۳۰	مایل شمار آموزشی
۴۳۱	تمرین
۴۳۱	منابع

۴۳۳	ضمیمه C: هیدرولیک
۴۳۵	هیدرولیک
۴۳۵	چکیده
۴۳۵	مقدمه
۴۳۵	شرح
۴۳۶	افت فشار در وسایل سطحی (P_1)
۴۳۷	افت فشار در لوله و دالیز
۴۳۸	افت فشار در مته
۴۳۹	مدل بینگهام پلاستیک
۴۴۰	افت فشار درون لوله‌های وزنه
۴۴۰	افت فشار در فضای حلقوی
۴۴۲	افت فشار اطراف لوله‌های وزنه
۴۴۲	افت فشار درون مته
۴۴۳	مدل پاورلا
۴۴۳	افت فشار سطحی
۴۴۵	افت فشار فضای حلقوی
۴۴۵	افت فشار اطراف لوله‌های حفاری
۴۴۶	قسمت حفره باز
۴۴۷	افت فشار در مته
۴۴۸	مقایسه بین دو مدل پاورلا و بینگهام پلاستیک
۴۴۸	بهینه کردن هیدرولیک مته
۴۴۹	فشار سطحی
۴۴۹	معیارهای هیدرولیک
۴۴۹	ماکزیم توان هیدرولیکی مته (Bit Hydraulic Horse Power-BHHP)

۴۵۱	(Maximum Impact Force- IF).....	ماکزیم نیروی برخورد
۴۵۲	 IF و BHHP	مقایسه بین معیارهای IF و BHHP
۴۵۲	.....	انتخاب نازل
۴۵۳	.....	مقدار جریان بهینه
۴۵۶	.....	دبی بهینه (مقدار جریان بهینه)
۴۵۶	(Maximum Impact Force).....	روش ماکزیم نیروی برخورد
۴۵۸	.....	منابع

۴۶۱	.....	ضمیمه ۱: محرک فوقانی یا تاپ درایو
۴۶۳	 (RT)	۱-۲- معایب حفاری به روش میزگردان (RT)
۴۶۳	.....	۱-۲-۱- ایمنی
۴۶۳	.....	۱-۲-۲- مدت زمان حفاری
۴۶۳	.....	۱-۲-۳- طول عمر لوله حفاری
۴۶۳	 RT	۱-۳- مزیت‌های حفاری به روش RT
۴۶۴	 (Top Drive)	۲- محرک فوقانی (Top Drive)
۴۶۴	.....	۱-۲- معرفی تاپ درایو
۴۶۶	.....	۱-۱-۲- تاریخچه کاربرد تاپ درایو در صنعت حفاری ایران
۴۶۷	.....	۲-۲- اجزای تاپ درایو
۴۶۷	 (Motor Drive)	۱-۲-۲- قوای محرکه (Motor Drive)
۴۶۸	 (Swivel)	۲-۲-۲- مفصل گردان (Swivel)
۴۷۰	 (Torque Tube)	۳-۲-۲- محور خنثی کننده گشتاور معکوس (Torque Tube)
۴۷۲	 (Pipe Handler)	۴-۲-۲- مکانیزم حمل کننده لوله (Pipe Handler)
۴۷۸	.....	۳-۲- عملکرد تاپ درایو
۴۸۲	.....	۴-۲- مزایای تاپ درایو
۴۸۳	.....	۵-۲- معایب تاپ درایو
۴۸۳	.....	۶-۲- تنوع تاپ درایو
۴۸۳	.....	۱-۶-۲- تقسیم‌بندی بر حسب نوع نصب
۴۸۵	.....	۲-۶-۲- تقسیم‌بندی بر حسب نوع نیروی محرکه
۴۸۵	 AC	معایب استفاده از نیروی محرک AC
۴۸۶	 DC	معایب استفاده از نیروی محرک DC
۴۸۸	.....	منابع