

مقاری انحرافی در چاههای نفت و گاز

تهیه و تدوین : موسسه مهندسين مشاور طرح جامع

انتشارات: قرارگاه سازندگی خاتم الانبياء (ص)

سال نشر: ۱۳۹۲

عنوان و نام پدید آورنده: حفاری انحرافی در چاههای نفت و گاز/تهیه و تدوین موسسه مهندسين مشاور
طرح جامع

مشخصات نشر: تهران - سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)، ۱۳۹۱

مشخصات ظاهری: ط، ۶۸۱ ص. مصور، جدول، نمودار،

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۷۴۱-۰۶-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: حفاری انحرافی (نفت و گاز)

شناسه افزوده: موسسه مهندسين مشاور طرح جامع

شناسه افزوده: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)

رده بندی کنگره ۱۲۹۱ ۷ ح ۸۷۱ TN

رده بندی دیویی: ۶۲۲/۳۳۸

شماره کتابشناسی ملی: ۳۰۸۷۸۷۶



نام کتاب: حفاری انحرافی در چاههای نفت و گاز

تهیه و تدوین: موسسه مهندسين مشاور طرح جامع

انتشارات: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص)

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

چاپ اول: فروردین ۱۳۹۲

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

حق چاپ و انتشار برای قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) محفوظ است.

پیشگفتار

ایران کشوری با ذخایر عظیم نفت و گاز در جهان می‌باشد. صنایع مختلفی با صنعت نفت و گاز ایران در طول یک قرن گذشته در ارتباط بوده‌اند. از جمله مهمترین آنها، صنعت و تکنولوژی حفاری است. با گذر زمان و پیشرفت علوم، صنعت حفاری نیز دچار تغییر و تحول فراوانی گردیده است. امروزه استفاده از جدیدترین روشهای حفاری امکان انتخاب روشی مناسب جهت حفاری متناسب با شرایط خاص هر مخزن از نظر فاکتورهای مرتبط با زمین شناسی، لیتولوژی، پترولوژی و ... را فراهم می‌نماید. از جمله این متدها، استفاده از روش حفاری انحرافی و شیب دار جهت استخراج مواد هیدروکربوری می‌باشد.

دست یافتن به عرصه‌های دانش فنی و تکنولوژی حفاری بدلیل آنکه توان استخراج منابع هیدروکربوری عظیم را میسر نموده و باعث افزایش قدرت اقتصادی در کشور می‌شود، دارای اهمیت استراتژیک می‌باشد و به همین دلیل است که ابرقدرتها و کشورهای سلطه گر تمام تلاش خود را معطوف به جلوگیری از انتقال دانش فنی در این حوزه به کشورهایی که دارای منابع عظیم هیدروکربوری می‌باشند، بویژه کشورهای خاورمیانه و مسلمان نموده‌اند. در این رهگذر نگاهی به فقدان و کمبود کتب منتشره در حوزه حفاری انحرافی که از جمله تکنولوژیهای جدید در حوزه حفاری می‌باشد، دلیل بر این مدعی است.

با توجه به موارد مطروحه هنگامیکه ایده تهیه و تالیف و انتشار کتاب حاضر که دسترنج عده‌ای از پژوهشگران و متخصصین حوزه حفاری می‌باشد، مطرح گردید با استقبال گرم همه دست اندرکاران و مسئولین ذیربط مواجه شد و با عنایت خداوند متعال کتاب حاضر که علاوه بر پرداختن به مسائل نظری و فنی و مهندسی در حوزه حفاری به صورت مشروح در حوزه‌های عملیاتی، اجرایی و تجربی نیز به بحث در خصوص حفاری انحرافی پرداخته است، می‌تواند برای مجریان، کارشناسان اجرایی، تکنسین‌ها، دانشجویان و دانش پژوهان و مراکز علمی و دانشگاهی مفید واقع شود.

امید است کتاب حاضر در راستای تحقق شعار سال مبنی بر "سال تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی" بوده باشد و رضایت خاطر خوانندگان را فراهم نماید و هر نوع اشکال و نظریه‌ای جهت اصلاح در چاپ نسخ بعدی به ناشر منعکس گردد.

قراقرگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) - اسفند ۱۳۹۱

کتاب حاضر با عنوان "حفاری انحرافی"، اولین کتاب به زبان فارسی در زمینه حفاری است که بصورت کاملاً اختصاصی به حفاری انحرافی (حفاری جهت دار) می پردازد. در این کتاب با تکیه بر تجارب عملی و اندوخته های تئوری نویسندگان آن، تلاش شده است فصول بگونه ای تنظیم گردند تا هم از نظر تئوری و آکادمیک نیاز دانشجویان رشته های مختلف نفت و حفاری را پوشش دهد، هم اطلاعات مورد نیاز حفاران جهتدار و شاغلین مرتبط با این صنعت را برای هرچه بهتر انجام دادن عملیات حفاری در اختیارشان قرار دهد.

صنعت حفاری از جمله صناعی است که در کشور عزیزمان ایران، دارای عمری بیش از صد سال می باشد ولیکن تا قبل از پیروزی انقلاب اسلامی این صنعت جزء صنایع کاملاً وابسته بشمار می آمد و پس از دستور بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۵۸ مبنی بر تشکیل شرکت ملی حفاری ایران بود که حفاری بعنوان یکی از صنایع بالا دستی صنایع نفت و گاز در اختیار مهندسان و متخصصان این مرز و بوم قرار گرفت. لکن تا سال ها بعد که به این صنعت بصورت دانشگاهی پرداخته شود، متخصصین جوان در شرکت ملی حفاری ایران توسط متبحرین و مجربین این صنعت بصورت تجربی تحت تعلیم و آموزش قرار می گرفتند.

حفاری انحرافی با توجه به جدید بودنش نسبت به دیگر صنایع حفاری دیرتر وارد ایران شد. کمتر مشاهده می گردید که فرد یا متخصص ایرانی با این شاخه از صنعت حفاری آشنا باشد و تقریباً صد درصد عملیات های حفاری انحرافی در دریا و بیش از ۹۰ درصد در خشکی تا سال ۱۳۷۱، توسط شرکت های خارجی انجام می گردید و پس از آن با تشکیل اداره عملیات ویژه حفاری در شرکت ملی حفاری ایران این امر مهم توسط متخصصان داخلی انجام می گردد.

در کلاس هایی که برای مهندسان تازه استخدام در شرکت های حفاری از جمله شرکت بزرگ ملی حفاری ایران برگزار می شود، همچنین در کلاس های ضمن خدمت پرسنل حفاری یکی از مهمترین درخواست ها ارایه یک مرجع مناسب به زبان فارسی بوده است، که بحمدالله با وجود این کتاب و سایر اقدامات این نیاز بر طرف می گردد.

لذا می توان انگیزه اصلی نگارش این کتاب را در دسترس نبودن یک منبع کامل، منسجم و یکپارچه درباره حفاری جهتدار که بتواند این علم و شاخه جدید در صنعت حفاری را هم از نقطه نظر علمی و هم از دیدگاه عملی و تجربی بررسی نماید، دانست.

همانگونه که در بالا اشاره گردید فصول ارایه شده در این کتاب بگونه ای تالیف و تدوین شده اند که بتواند جوابگوی هر دو قشر دانشگاهی و شاغلین در صنعت حفاری باشد و بخشی از نیازهای آنها را تحت پوشش قرار دهد. در حقیقت این کتاب نه یک کتاب صرفاً تئوریک و دانشگاهی است نه یک کتاب حاصل از تجربه بلکه تلفیقی از هر دو می باشد.

منابع آرایه شده نشان می دهد که مولف و گروه همکار او در این کتاب سعی کرده اند جهت گردآوری مطالب خود از بهترین و به روزترین منابع موجود استفاده و در بخش هایی که به عملیات حفاری مربوط است از دستورالعمل های شرکت های معتبر در زمینه حفاری جهتدار در کنار تجربه عملیاتی نویسنده بهره گیری نمایند.

از آنجاییکه کتاب حاضر اولین کتاب تخصصی فارسی در زمینه حفاری جهتدار می باشد لذا وجود اشکالات و نواقص در آن غیر منتظره نیست، انتظاری که از خوانندگان و اهالی فن می رود این است که با آرایه انتقادات و پیشنهادات سازنده ما را در ویرایش های بعدی کتاب یار و رهنمون باشند.

خداوند منان را شکرگزارم که بنده را از فیض خود بهره مند نمود و فرصتی برای ارائه خدمتی به کشور اسلامی ایران موهبت فرمود. لازم می بینم که از برادران بزرگوار جناب آقایان مهندسین علیرضا نقدی سده، رحمان آشنه و محمد نبی که از همکاران اصلی برای تدوین این کتاب بوده اند، تشکر کنم. همچنین از برادر گرامیم آقای مهندس مهران مکوندی که در زمان تدوین این کتاب از راهنمایی ها و نقطه نظرات کارشناسی ایشان بهره بردم، تشکر می کنم. همچنین از کلیه همکاران و دوستان ادارات مختلف شرکت ملی حفاری از جمله مهندسی حفاری و اداره عملیات ویژه حفاری که با در اختیار قراردادن تجربیات شان ما را در هرچه بهتر نوشتن این کتاب رهنمون بوده اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان از فرصتی که موسسه مهندسین مشاور طرح جامع وابسته به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء(ص) برای اینجانب و همکارانم فراهم آورد تا تجربیات چندین ساله خود را چه در حوزه های علمی و آکادمیک و چه در میدان تجربی به رشته تحریر درآوریم، نهایت تشکر و قدردانی می شود.

باشد که این اثر موجب تقویت بنیه علمی دانش پژوهان، اساتید، دانشجویان، مشاورین و علاقه مندان به علم حفاری گردد.

عباس روحی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ای بر حفاری انحرافی

۱-۱	مقدمه	۳
۲-۱	پیشینه تاریخی	۳
۳-۱	کاربردهای حفاری انحرافی	۵
۱-۳-۱	کنارگذر (Side Tracking)	۵
۲-۳-۱	حفاری مناطق دور از دسترس	۶
۲-۳-۱	حفاری در اطراف گنبد های نمکی	۶
۴-۳-۱	حفاری در نواحی گسل خورده	۷
۵-۳-۱	حفاری چاه های چند شاخه اکتشافی	۷
۶-۳-۱	حفاری در خط ساحلی	۸
۷-۳-۱	حفاری چاه های چند شاخه ای در دریا	۸
۸-۳-۱	حفاری در لوله های ماسه سنگی یا بایالایه های موب	۹
۹-۳-۱	حفاری چاه امدادی برای کنترل فوران (Relief well)	۱۰
۱۰-۳-۱	حفاری چاه افقی	۱۰
۴-۱	واژه نامه	۱۱

فصل دوم: مبانی زمین شناسی

۱-۲	مقدمه	۱۵
۲-۲	زمین شناسی	۱۵
۱-۲-۲	مفاهیم پایه زمین شناسی	۱۵
۲-۲-۲	سیکل رسوبگذاری	۱۸
۳-۲-۲	سنگ های رسوبی	۱۹
۴-۲-۲	سنگ های تخریبی	۱۹
۵-۲-۲	رسوبات با منشأ آتشفشانی	۲۰
۶-۲-۲	سنگ های کربناته	۲۰
۷-۲-۲	سنگ های تیخیری	۲۲
۸-۲-۲	سنگ های هیدروکربن دار	۲۲
۳-۲	زمین شناسی ساختمانی	۲۳

۲۳	۱-۳-۲ گسلها
۲۳	۲-۳-۲ چین خوردگی
۲۴	۳-۳-۲ درزه
۲۵	۴-۲ زمین شناسی نفت
۲۶	۱-۴-۲ مهاجرت نفت از سنگ مادر
۲۷	۲-۴-۲ نفتگیرها
۳۰	۵-۲ میادین نفتی ایران
۳۰	۱-۵-۲ میدان نفتی آغاچاری
۳۰	۲-۵-۲ میدان نفتی اهواز
۳۱	۳-۵-۲ میدان نفتی گچساران
۳۱	۴-۵-۲ میدان نفتی مارون
۳۱	۵-۵-۲ میدان گازی پارس جنوبی
۳۱	۶-۲ سازندهای زاگرس
۳۲	۱-۶-۲ سازند کنگلومرای بختیاری
۳۲	۲-۶-۲ سازند آغاچاری
۳۲	۳-۶-۲ سازند میشان
۳۲	۴-۶-۲ سازند گچساران
۳۴	۵-۶-۲ سازند آسماری
۳۴	۶-۶-۲ سازند پایده
۳۴	۷-۶-۲ سازند گوری
۳۴	۸-۶-۲ گروه بنگستان
۳۵	۹-۶-۲ گروه خامی
۳۵	۱۰-۶-۲ سازند نیریز
۳۵	۱۱-۶-۲ سازند گوتیا
۳۵	۱۲-۶-۲ سازند نجمه
۳۵	۱۳-۶-۲ سازند سرگلو
۳۵	۱۴-۶-۲ سازند علین
۳۶	۱۵-۶-۲ سازند موس

۳۶	۲-۶-۱۶ سازند عنایه
۳۶	۲-۶-۱۷ سازند دشتک
۳۶	۲-۶-۱۸ سازند کنگان
۳۶	۲-۶-۱۹ سازند دالان
۳۷	۲-۶-۲۰ سازند فراقون
۳۸	۲-۷-۱ وازه نامه
۳۹	۲-۸ منابع

فصل سوم : طراحی چاه های انحرافی

۴۳	۳-۱ مقدمه
۴۳	۳-۲ سیستم های موقعیت یابی و مختصات
۴۴	۳-۲-۱ مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)
۴۶	۳-۲-۲ بیضی گون
۴۶	۳-۲-۳ مرجع زمین شناسی
۴۷	۳-۲-۴ تصویر نقشه
۵۰	۳-۲-۵ سیستم های مختصات جهانی و محلی (دکل)
۵۴	۳-۲-۶ خط مسیر
۵۵	۳-۳ طراحی دو بعدی مسیر یک چاه جهتدار
۵۶	۳-۳-۱ انواع مسیر چاه
۵۹	۳-۳-۲ المانهای هندسی مسیر چاه های دوبعدی
۶۰	۳-۳-۳ هندسه مدل "افزایش زاویه و ثابت نگاه داشتن آن"
۶۴	۳-۳-۴ هندسه مدل "S" افزایش زاویه، ثابت نگاه داشتن زاویه و کاهش زاویه تا حالت عمودی
۶۸	۳-۳-۵ هندسه مدل افزایش زاویه، ثابت نگاه داشتن و کاهش جزئی زاویه
۷۰	۳-۳-۶ هندسه مدل افزایش زاویه مضاعف
۷۲	۳-۳-۷ هندسه مدل افزایش زاویه مضاعف معکوس
۷۳	۳-۴ مشاهده مسیر طراحی شده دو بعدی یک چاه در سیستم مختصات دکل حفاری
۷۵	۳-۵ نظارت بر خط مسیر حفرة چاه
۸۷	۳-۶ اطلاعات اضافی خط مسیر چاه
۹۰	۳-۷ طراحی مسیر چاه سه بعدی

۹۰	۱-۷-۳ تصحیح آزیموت / زاویه برای برخورد با هدف
۹۷	۲-۷-۳ تول-فیس ضروری
۱۰۱	۳-۷-۳ تصحیح خط مسیر چاه
۱۰۵	۸-۳ جلوگیری از برخورد و طراحی پیشرفته چاه
۱۰۵	۱-۸-۳ ملاحظات تحلیل «جلوگیری کننده از برخورد»
۱۰۷	۲-۸-۳ اندازه‌های عدم قطعیت
۱۰۹	۹-۳ واژه نامه
۱۱۱	۱۰-۳ مراجع

فصل چهارم : دریافت داده های مسیر چاه

۱۱۵	۱-۴ مقدمه
۱۱۵	۲-۴ انواع سیستمهای اندازه گیری
۱۱۶	۱-۲-۴ مکانیسم مغناطیسی تک نقطه ای
۱۱۸	۲-۲-۴ مکانیسم مغناطیسی چند نقطه‌ای
۱۲۰	۳-۲-۴ وسایل داده برداری غیرمغناطیسی
۱۲۲	۳-۴ تنظیم جهت انحراف
۱۲۳	۴-۴ داده برداری حین حفاری
۱۳۰	۵-۴ رمز گشایی
۱۳۰	۶-۴ ساختمان MWD
۱۳۰	۱-۶-۴ هم مرکز / غیر هم مرکز
۱۳۰	۲-۶-۴ سنسورهای یک تکه / سنسورهای چند تکه
۱۳۳	۳-۶-۴ باتری / توربین
۱۳۳	۴-۶-۴ قابل بازیافت / غیر قابل بازیافت
۱۳۴	۵-۶-۴ ارسال همزمان داده / ذخیره در حافظه
۱۳۵	۷-۴ قابلیت اطمینان
۱۳۶	۸-۴ کارکرد صحیح MWD
۱۳۶	۱-۸-۴ تداخل میدان مغناطیسی
۱۳۸	۲-۸-۴ هیدرولیک / عملیات حفاری
۱۳۸	۳-۸-۴ ملاحظات

۱۳۹	۴-۸-۴ کنترل کیفیت سرویس MWD
۱۴۲	۴-۸-۵ شرایط عملیاتی انواع MWD
۱۴۳	۴-۹ نمودارگیری در حین حفاری (LWD)
۱۴۶	۳-۱۰ واژه نامه
۱۴۹	۴-۱۱ منابع

فصل پنجم: وسایل حفاری انحرافی و روش های انحراف چاه از مسیر اولیه

۱۵۳	۵-۱ مقدمه
۱۵۳	۵-۲ وسایل حفاری انحرافی
۱۵۳	۵-۲-۱ لوله های حفاری سنگین
۱۵۳	۵-۲-۲ لوله های وزنه
۱۵۵	۵-۲-۳ تثبیت کننده ها
۱۵۶	۵-۲-۴ ضربه زن ها
۱۵۶	۵-۲-۵ ریمر ها
۱۵۷	۵-۲-۶ گشاد کننده ها
۱۵۷	۵-۲-۷ بازوی خمیده و طوقه خمیده
۱۵۸	۵-۳ روش های حفاری انحراف چاه از مسیر اولیه
۱۵۸	۵-۳-۱ ویپ استاک های مورد استفاده در حفرة باز
۱۶۲	۵-۳-۲ ویپ استاک های مورد استفاده در لوله جنداری
۱۶۶	۵-۳-۳ روش نازل های مته
۱۶۹	۵-۳-۴ موتورهای درون چاهی
۱۷۸	۵-۳-۵ وسیله ی ریبیل
۱۸۰	۵-۴ واژه نامه
۱۸۳	۵-۵ مراجع

فصل ششم: چاه

۱۸۷	۶-۱ مقدمه
۱۸۷	۶-۲ چاه های مکانیکی
۱۸۸	۶-۳ چاه های هیدرولیکی
۱۸۹	۶-۴ نیروی پسران سیال

۱۹۰	۵-۶ مسلح کردن جار
۱۹۱	۶-۶ ضربه زدن با جار
۱۹۲	۷-۶ علت عمل نکردن جار
۱۹۳	۸-۶ تقویت کننده جار
۱۹۴	۹-۶ انواع جارهای حفاری
۱۹۵	۱-۹-۶ Earthquaker جار
۱۹۷	۲-۹-۶ Wenzel جار
۱۹۸	۳-۹-۶ Hevi-Hitter جار
۲۰۳	۴-۹-۶ KING I جار
۲۱۱	۱۰-۶ جارهای مانده یابی
۲۱۳	۱۱-۶ واژه نامه
۲۱۶	۱۲-۶ منابع

فصل هفتم : موتور درون چاهی

۲۱۹	۱-۷ مقدمه
۲۱۹	۲-۷ موتورهای جابجایی مثبت
۲۲۰	۱-۲-۷ مجموعه شیر تخلیه کننده
۲۲۱	۲-۲-۷ بخش تولید کننده نیرو
۲۲۴	۳-۲-۷ مجموعه شفت متصل کننده
۲۲۴	۴-۲-۷ مجموعه بلبرینگ ها و شفت راننده
۲۲۶	۳-۷ هیدرولیک موتور درون چاهی
۲۳۰	۴-۷ سرعت دورانی و گشتاور یک موتور جابجایی مثبت
۲۳۵	۵-۷ مقایسه بین موتور با لوب ۱:۲ با موتور دارای لوب بالاتر
۲۳۶	۶-۷ نیروی هیدرولیکی (نیروی مقاوم هیدرولیکی)
۲۳۷	۷-۷ عملیات با موتور جابجایی مثبت مستقیم (غیر قابل تنظیم)
۲۳۷	۱-۷-۷ بستن موتور جابجایی مثبت در رشته ی حفاری به همراه بازوی خمیده
۲۳۸	۲-۷-۷ پایین رفتن با موتور جابجایی مثبت
۲۳۹	۳-۷-۷ تماس با ته چاه به همراه موتور درون چاهی جابجایی مثبت
۲۳۹	۴-۷-۷ حفاری با موتور درون چاهی جابجایی مثبت

۲۴۰	۵-۷-۷ بالا آمدن یا موتور درون چاهی
۲۴۰	۶-۷-۷ سرویس و نگهداری موتور درون چاهی بعد از بالا آمدن
۲۴۲	۷-۷-۷ استفاده غیر استاندارد از موتورهای جابجایی مثبت با غلاف مستقیم
۲۴۲	۸-۷ موتورهای هدایت شونده (قابل تنظیم)
۲۴۵	۱-۸-۷ بخش‌های اصلی تشکیل دهنده موتور دارای قابلیت تنظیم درجه کجی
۲۴۶	۲-۸-۷ غلاف با زاویه کجی قابل تنظیم
۲۴۷	۳-۸-۷ حالت‌های مختلف استفاده از موتورهای قابل تنظیم
۲۵۰	۴-۸-۷ انتخاب موتور درون چاهی
۲۵۱	۵-۸-۷ زاویه کجی
۲۵۲	۶-۸-۷ مثال هایی از ساق ته چاهی به همراه موتور درون چاهی
۲۵۴	۷-۸-۷ ویژگی‌های کلی طراحی ساق‌های ته چاهی با موتور هدایت شونده
۲۵۵	۸-۸-۷ تئوری هندسه شیت دای لگ
۲۵۸	۹-۷ واژه نامه
۲۶۰	۱۰-۷ مراجع

فصل هشتم: مته های حفاری

۲۶۳	۱-۸ مقدمه
۲۶۳	۲-۸ انواع مته‌های حفاری
۲۶۳	۱-۲-۸ مته‌های کاجی
۲۶۵	۲-۲-۸ مته‌های دندان‌ه ثابت
۲۶۷	۳-۲-۸ مته‌های مغزه گیری (Core Bit)
۲۶۷	۴-۲-۸ مته‌های آسیاب کننده
۲۶۸	۳-۸ مکانیسم حفاری
۲۶۸	۴-۸ مته‌های کاجی
۲۷۶	۵-۸ کدگذاری مته ها براساس استاندارد IADC
۲۸۰	۶-۸ مته‌های PDC
۲۸۴	۷-۸ ارزیابی مته‌های کار کرده (Dull Grading)
۲۸۴	۱-۷-۸ ارزیابی مته به روش TBG
۲۸۶	۲-۷-۸ ارزیابی مته به روش IADC

۸-۸ گشتاور لازم برای سفت کردن مته	۲۹۱
۸-۹ بهترین زمان بیرون کشیدن مته	۲۹۱
۸-۱۰۰۰ واژه نامه	۲۹۳
۸-۱۱ منابع	۲۹۸

فصل نهم: سیالات حفاری و هیدرولیک چاه

۹-۱ مقدمه	۳۰۱
۹-۲ گل های حفاری	۳۰۱
۹-۲-۱ سیال حفاری مورد نیاز حفاری سازندهای بالایی	۳۰۱
۹-۲-۲ سیال حفاری مورد نیاز حفاری شش بخش پایینی سازند گچساران	۳۰۳
۹-۲-۳ سیال حفاری مورد نیاز حفاری سازند مخزن آسماری	۳۰۶
۹-۳ هیدرولیک و مکانیک سیالات چاه	۳۳۴
۹-۳-۱ مقدمه	۳۳۴
۹-۳-۲ رئولوژی، گرانشی و پارامترهای مرتبط	۳۳۴
۹-۳-۳ مراحل جریان گل حفاری	۳۷۵
۹-۳-۴ حداکثر فشار گردشی مجاز و ارتباط آن با هیدرولیک	۳۷۹
۹-۳-۵ راهنمایی های لازم در بهینه سازی هیدرولیک چاه	۳۷۹
۹-۳-۶ روابط افت فشار در هیدرولیک چاه	۳۸۰
۹-۳-۷ بهینه سازی هیدرولیک مته	۴۰۰
۹-۳-۸ مقایسه دو معیار بهینه سازی هیدرولیکی حداکثر توان هیدرولیکی (Max HHP) و حداکثر نیروی ضربه (Max IF)	۴۰۴
۹-۳-۹ گزینش قطر نازل های مته در معیارهای بهینه سازی	۴۰۵
۹-۳-۱۰ تعیین دبی جریان بهینه (Q _{opt}) در بهینه سازی هیدرولیک	۴۰۶
۹-۳-۱۱ محدودیت های بهینه سازی هیدرولیک مته	۴۱۱
۹-۳-۱۲ تمیزسازی ته چاه	۴۱۲
۹-۳-۱۳ سرعت سقوط کنده ها	۴۱۳
۹-۳-۱۴ سرعت صعود کنده ها	۴۱۶
۹-۳-۱۵ روش تجربی / صنعتی طراحی هیدرولیک چاه در شرایط عدم وجود داده های جریان حفره قبل از حفره فعالی	۴۱۹
۹-۳-۱۶ فشارهای سوایسرج	۴۳۱

۴۳۵	۹-۳-۱۷ فشار گردشی گل - وزن معادل گردشی گل (ECD)
۴۳۹	۹-۳-۱۸ اثبات روابط افت فشار گل حفاری مربوط به رژیم جریانی آرام
۴۶۱	۹-۴ واژه نامه
۴۶۸	۹-۵ مراجع

فصل دهم: ساق ته چاهی دورانی

۴۷۱	۱۰-۱ مقدمه
۴۷۱	۱۰-۲ ساق ته چاهی دورانی
۴۷۱	۱۰-۲-۱ اصول حاکم بر ساق ته چاهی
۴۷۴	۱۰-۲-۲ ایستایی یک ستون ساخته شده از لوله
۴۷۷	۱۰-۲-۳ ساق ته چاهی ساده
۴۸۴	۱۰-۲-۴ ساق ته چاهی با یک پایدار کننده
۴۸۹	۱۰-۲-۵ ساق‌های حفاری با دو پایدار کننده
۴۹۲	۱۰-۲-۶ تحلیل ساق‌های حفاری با چند پایدار کننده
۴۹۵	۱۰-۲-۷ ساق‌های ته چاهی برای افزایش زاویه چاه
۴۹۸	۱۰-۲-۸ ساق‌های ته چاهی برای ثابت نگاه داشتن زاویه
۵۰۱	۱۰-۲-۹ ساق‌های حفاری برای کاهش زاویه چاه
۵۰۴	۱۰-۳ تأثیرات پایدار کننده با اندازه قطر کوچکتر از مته بر رفتار ساق ته چاهی
۵۰۴	۱۰-۳-۱ پایدار کننده نزدیک مته - با اندازه قطر کوچکتر
۵۰۵	۱۰-۳-۲ دومین پایدار کننده با اندازه قطر کوچک
۵۰۵	۱۰-۴ تأثیر شسته شدن دیواره چاه بر عملکرد ساق ته چاهی
۵۰۶	۱۰-۵ ساق‌های ته چاهی خاص
۵۰۶	۱۰-۵-۱ پایدار کننده‌های متوالی
۵۰۷	۱۰-۵-۲ تراشنده‌های غلطکی
۵۰۷	۱۰-۵-۳ ساق‌های ته چاهی برای چاه‌های مستقیم
۵۰۸	۱۰-۵-۴ ساق ته چاهی گلیگان
۵۰۹	۱۰-۶ مشکلات متداول ساق‌های ته چاهی
۵۰۹	۱۰-۶-۱ تأثیرات سازند
۵۰۹	۱۰-۶-۲ مته‌های ساییده شده

۵۱۰	۳-۶-۱۰ کنارگذر اتفاقی
۵۱۰	۴-۶-۱۰ گیر اختلاف فشاری
۵۱۰	۵-۶-۱۰ پارامترهای حفاری
۵۱۱	۷-۱۰ ابزار و وسایل یک ساق ته چاهی
۵۱۴	۸-۱۰ واژه نامه
۵۱۵	۹-۱۰ مراجع

فصل یازدهم : عملیات حفاری انحرافی

۵۱۹	۱-۱۱ مقدمه
۵۱۹	۲-۱۱ وزن ساق حفاری و وزن روی مته
۵۲۰	۱-۲-۱۱ مولفه نیرو در راستای چاه
۵۲۱	۲-۲-۱۱ وزن مورد نیاز ساق ته چاهی برای رشته حفاری دورانی
۵۲۲	۳-۲-۱۱ استفاده از لوله‌های حفاری تحت فشار
۵۳۱	۳-۱۱ جابجایی ابزار
۵۳۳	۴-۱۱ سیستم نادینگ
۵۳۳	۵-۱۱ روش نازل های مته
۵۳۴	۶-۱۱ تنظیم کردن ابزار
۵۳۴	۱-۶-۱۱ گشتاور عکس العملی
۵۳۵	۲-۶-۱۱ تول فیس مغناطیسی و ثقلی (MTF و GTF)
۵۳۵	۳-۶-۱۱ تنظیم تول فیس جاذبه ای
۵۳۹	۴-۶-۱۱ آغاز حفاری جهتدار، عملیات تصحیح مسیر و تنظیم ابزار با دستگاه سروی گیری تک مرحله‌ای
۵۳۹	۵-۶-۱۱ استفاده از ابزار MWD در ساق حفاری هدایت شونده، توربین و موتور جابجایی مثبت
۵۴۰	۶-۶-۱۱ تنظیم جهت با ابزار جابرو تک مرحله‌ای
۵۴۱	۷-۶-۱۱ روش و دستورالعمل استفاده از ابزار مغناطیسی تک مرحله‌ای برای شروع عملیات حفاری جهتدار
۵۴۳	۷-۱۱ عملیات اصلاح مسیر
۵۴۳	۱-۷-۱۱ دستورالعمل اصلاح مسیر
۵۴۵	۲-۷-۱۱ نرخ ثابت چرخش بسوی هدف
۵۴۹	۳-۷-۱۱ نرخ ثابت کاهش یا افزایش بسوی هدف
۵۵۱	۸-۱۱ خط مش و دستورالعمل عملیات

۵۵۱	۱-۸-۱۱ تغییر زاویه کجی AKO - نوع پیچشی AKO
۵۵۲	۲-۸-۱۱ پیمایش به درون چاه (لوله یابین) با موتور قابل تنظیم
۵۵۳	۳-۸-۱۱ پیمایش به بیرون چاه (لوله بالا) با موتور درون چاهی قابل تنظیم
۵۵۳	۴-۸-۱۱ دستورالعمل‌های پیشنهادی برای ایجاد چاه انحرافی بوسیله سیستم موتور هدایت شونده
۵۵۴	۵-۸-۱۱ انجام حفاری هدایت شده با موتور درون چاهی قابل تنظیم
۵۵۵	۶-۸-۱۱ کنترل آریزوت با موتور قابل تنظیم
۵۵۶	۷-۸-۱۱ دکانی که در حین حفاری جهتدار با موتور هدایت شونده باید به آنها توجه کرد
۵۵۹	۸-۸-۱۱ عملیات کنارگذر در حفره باز
۵۶۳	۹-۸-۱۱ ویپ استاک در حفره باز
۵۶۵	۱۰-۸-۱۱ عملیات کنارگذر از درون لوله جداری
۵۶۷	۹-واژه نامه
۵۶۸	۱۰-۱۱ مراجع

فصل دوازدهم: حفار جهتدار بر روی دکل حفاری

۵۷۱	۱-۱۲ مقدمه
۵۷۱	۲-۱۲ در هنگام رسیدن روی دکل حفاری
۵۷۲	۳-۱۲ وظایف عمومی حفار جهتدار در قبال پیشرفت چاه
۵۷۳	۴-۱۲ سیاستهای محل حفاری
۵۷۵	۵-۱۲ مسئولیت پرسنل
۵۷۵	۱-۵-۱۲ مدیر عملیات چاه (WOM) Well Operation Manager
۵۷۵	۲-۵-۱۲ سرپرست حفاری (Drilling Superintendent)
۵۷۵	۳-۵-۱۲ مهندس ارشد حفاری (SDE) Senior Drilling Engineer
۵۷۷	۶-۱۲ مراجع

فصل سیزدهم: مشکلات حفاری انحرافی

۵۸۱	۱-۱۳ مقدمه
۵۸۱	۲-۱۳ گیر اختلاف فشاری
۵۸۵	۱-۳-۱۳ اعلام خطر
۵۸۵	۲-۳-۱۳ اعلام گیر لوله ها
۵۸۵	۳-۳-۱۳ اقدامات پیشگیرانه

۵۸۶	۴-۲-۱۳ اقدامات لازم روی دکل حفاری
۵۸۷	۳-۱۳ ناپایداری در حفرة چاه
۵۸۸	۱-۳-۱۳ علائم خطر
۵۸۸	۲-۳-۱۳ نشانه‌های گیر لوله ها
۵۸۹	۳-۳-۱۳ عملیات پیشگیرانه
۵۸۹	۴-۱۳ ته نشینی باریت
۵۹۱	۱-۴-۱۳ مفاهیم پایه ای ته نشینی باریت
۵۹۳	۲-۴-۱۳ اندازه گیری ته نشینی باریت
۵۹۴	۳-۴-۱۳ نکاتی راهبردی درباره ته نشینی
۵۹۸	۵-۱۳ داگ لگ و جا کلیدی
۵۹۹	۱-۵-۱۳ ضرایب اصطکاک بالا حین حفاری و پیمایش لوله ها
۶۰۰	۲-۵-۱۳ جا کلیدی ها
۶۰۲	۳-۵-۱۳ شکست‌های رشته حفاری در نتیجه خمیدگی‌های معکوس بیش از اندازه
۶۰۳	۶-۱۳ سازگاری وسایل
۶۰۳	۷-۱۳ پایداری حفرة چاه
۶۰۳	۱-۷-۱۳ پرشدن چاه
۶۰۴	۲-۷-۱۳ لیز خوردن (اسلاید) موتور درون چاه
۶۰۴	۸-۱۳ مشکلات متداول در عملیات حفاری جهتدار یا سیستم هدایت شونده
۶۰۴	۱-۸-۱۳ داگ لگ کافی حین حفاری هدایت شده بدست نمی آید
۶۰۷	۲-۸-۱۳ شدت داگ لگ از مقدار طراحی شده بزرگتر است
۶۱۰	۳-۸-۱۳ مشکلات حفاری دورانی با مجموعه هدایت شونده
۶۱۵	۹-۱۳ مطالب تکمیلی ته نشینی باریت
۶۱۵	۱-۹-۱۳ آزمایش گرانروی سنجی ته نشینی (VST)
۶۱۶	۲-۹-۱۳ نامگذاری
۶۱۶	۳-۹-۱۳ روش انجام آزمایش
۶۱۹	۴-۹-۱۳ رابطه اندیس ته نشینی
۶۲۱	۵-۹-۱۳ برنامه ریزی چاه
۶۲۵	۶-۹-۱۳ مروری بر یافته‌های پژوهشی پیرامون بحث ته نشینی باریت

۱۳-۱۰ واژه نامه ۶۳۶

۱۱-۱۳ مراجع ۶۳۸

فصل چهاردهم: مطالعات موردی مشکلات حفاری در میادین نفتی ایران

۱-۱۴ مقدمه ۶۴۱

۲-۱۴ بررسی موردی مشکلات در میادین نفتی ایران ۶۴۱

۱-۲-۱۴ بررسی عوامل عدم موفقیت حفاری انحرافی در سازند گچساران (براساس چاههای شماره ۸۵ اهواز و ۱۴۶

مارون) ۶۴۱

۲-۲-۱۴ گیر رشته حفاری در چاه ۱۵۲ آغاچاری (دستگاه حفاری ۱۱ قدر) ۶۴۴

۳-۲-۱۴ بررسی مانده گذاری ابزار نمودار گیری در چاه ۲۲ پارس دکل ۸۵ فتح ۶۴۸

۴-۲-۱۴ مشکلات پیش آمده در دستگاههای ۱۶ قدر و ۷۰ فتح به علت تغییر برنامه ۶۵۰

۵-۲-۱۴ گیر رشته حفاری در چاه اهواز ۴۰۸ دستگاه حفاری ۸۶ فتح ۶۵۱

۶-۲-۱۴ بررسی علل بریدن رشته حفاری در حفرة "۱۲ ۱/۴" چاه شماره ۱۵ زیلائی دستگاه ۷۰ فتح ۶۵۳

۷-۲-۱۴ گیر لوله ها در چاه ۱۲۳ بی بی حکیمه ، دستگاه ۴۹ فتح ۶۵۴

۸-۲-۱۴ بررسی علل مانده گذاری در چاه ۳۷ پارس دکل ۸۵ فتح ۶۵۵

۹-۲-۱۴ بررسی وضعیت حفاری چاه ۱۳۳ مارون دستگاه حفاری ۸۳ فتح ۶۵۷

۱۰-۲-۱۴ بریدن رشته حفاری در چاه شماره ۱۲۲ رگ سفید (دستگاه ۴۱ فتح) ۶۵۹

۱۱-۲-۱۴ بررسی علل مانده گذاری در چاه شماره ۴۱۱ اهواز دستگاه ۶۷ فتح ۶۶۱

۱۲-۲-۱۴ بررسی علل گیر رشته حفاری در چاه ۱۴ زیلائی دستگاه ۷۰ فتح ۶۶۲

۱۳-۲-۱۴ بررسی علل ضایعات رشته حفاری در چاه شماره ۳۴۱ مارون دستگاه ۶۷ فتح ۶۶۴

۱۴-۳ منابع ۶۶۶

پیوست ۶۶۹