

فهرست مطالب

مقدمه	۱۴
فصل اول: تاریخچه حفاری انحرافی و کاربردهای آن	۱۷
۱-۱ پیشینه تاریخی حفاری انحرافی	۱۷
۲-۱ تکنولوژی‌های پیشرفته	۲۱
۳-۱ کاربردهای حفاری انحرافی	۲۲
۱-۳-۱ حفاری کنارگذر	۲۲
۲-۳-۱ حفاری مناطق غیرقابل دسترس	۲۳
۳-۳-۱ حفاری گنبدیهای نمکی	۲۴
۴-۳-۱ دست‌یابی به نفتگیرهای چینه‌ای (حفاری گسل)	۲۵
۵-۳-۱ حفر چندین حلقه چاه از یک سکوی دریایی	۲۶
۶-۳-۱ حفاری چندین حلقه چاه اکتشافی از یک حفره چاه (اکتشاف چاه نفتی یا ذخایر سولفور)	۲۶
۷-۳-۱ حفاری انحرافی از خشکی به خشکی و خشکی به دریا	۲۷
۸-۳-۱ چاه‌های افقی	۲۸
۹-۳-۱ چاه‌های کمکی	۲۸
فصل دوم: طراحی چاه انحرافی	۳۱
مقدمه	۳۱
اهداف فصل	۳۱
۱-۲ سیستم‌های موقعیت و مختصات	۳۲
۱-۱-۲ مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)	۳۳
۲-۱-۲ مدل شبکه‌ای کروی (بیضی‌گون)	۳۵
۳-۱-۲ سیستم تصویری نقشه	۳۶
۱-۳-۱-۲ سیستم تصویر یوتی.ام (UTM)	۳۹
۲-۳-۱-۲ سیستم تصویر مخروطی متشابه لامبرت	۴۵
مبنای عمق حفره	۴۷
مبنای شیب حفره	۵۰
مبنای آزمون (جهت) حفره	۵۱
۴-۱-۲ اهداف ته‌چاهی	۵۵
۲-۲ روش‌های محاسبه سرری	۵۹
تول‌فیس	۶۳
۱-۲-۲ روش مماسی	۶۹
۲-۲-۲ روش مماسی متعادل	۷۳
۳-۲-۲ روش میانگین زاویه	۷۴
۴-۲-۲ روش شعاع انحناء	۷۷

۸۰	۲-۲-۵ روش حداقل انحناء
۹۵	۲-۳ اصول طراحی چاه
۹۹	۲-۳-۱ محاسبات ازدیاد و تثبیت شیب
۱۰۵	۲-۳-۲ محاسبات ازدیاد- تثبیت- و- تقلیل شیب (S)
۱۰۶	۲-۳-۳ محاسبات مسیر ازدیاد- تثبیت- تقلیل جزئی- و- تثبیت شیب (مسیر "S" اصلاح شده)
۱۱۰	۲-۴ عملیات اصلاح مسیر
۱۱۰	دستورالعمل اصلاح مسیر
۱۱۲	نرخ ثابت چرخش به سوی هدف
۱۱۳	۲-۵ طراحی پیشرفته چاهها و عدم برخورد آنها با یکدیگر
۱۱۵	۲-۵-۱ خطاهای سروی
۱۱۶	۲-۵-۲ کمی سازی خطاهای سروی
۱۱۸	۲-۵-۳ معادلات توصیفی بیضی وار
۱۲۰	۲-۶ زاویه پیش افتادگی (Lead Angle)
۱۲۱	مسائل

فصل سوم: سروی گیری

۱۲۹	مقدمه
۱۲۹	اهداف فصل
۱۳۳	۳-۱ ابزارآلات مغناطیسی
۱۳۳	میدان مغناطیسی زمین
۱۳۷	زاویه شیب و زاویه انحراف مغناطیسی
۱۳۹	تداخل مغناطیسی
۱۴۷	۳-۱-۱ ابزارآلات تصویری
۱۴۷	۳-۱-۱-۱ ابزارآلات مغناطیسی تک خوان
۱۴۸	جعبه تغذیه یا محفظه باتری
۱۴۹	زمان سنج یا گیرنده
۱۴۹	واحد عکس برداری
۱۵۰	واحد قطب نما- شیب سنج
۱۵۵	روش و دستورالعمل عملیاتی استفاده از ابزار مغناطیسی تک خوان برای شروع عملیات حفاری انحرافی
۱۵۷	۳-۱-۱-۲ ابزارآلات مغناطیسی چندخوان
۱۵۹	۳-۱-۲ ابزارآلات الکترونیکی
۱۵۹	۳-۱-۲-۱ ابزارهای هدایت کننده (Steering Tools)
۱۶۵	شتاب سنجها (Accelerometer)
۱۶۸	مغناطیس سنجها (Magnetometer)
۱۷۰	اندازه گیری شیب، آزیموت و تول فیس
۱۷۰	گشتاور معکوس
۱۷۳	۳-۱-۲-۲ اندازه گیری مسیر در حین حفاری (MWD)
۱۷۶	۳-۱-۲-۲-۱ سیستمهای انتقال داده به سطح
۱۷۶	ارسال دادهها با استفاده از روش کابل فولادی (Hard-Wire)
۱۷۸	ارسال دادهها با استفاده از روش الکترومغناطیس
۱۷۹	ارسال دادهها با استفاده از روش امواج آکوستیک (صوتی)

۱۷۹	ارسال داده‌ها با استفاده از روش فشار-پالس.....
۱۸۱	۳-۱-۲-۲ سیستم‌های انتقال داده در روش فشار-پالس.....
۱۸۱	سیستم پالس مثبت.....
۱۸۲	سیستم پالس منفی.....
۱۸۳	سیستم‌های امواج پیوسته یا سیستم سیرن (Mud Sirens).....
۱۸۴	۳-۱-۲-۳ منبع قدرت دستگاه MWD.....
۱۸۵	۳-۱-۲-۴ سنسورهای MWD.....
۱۸۵	سنسورهای انحرافی.....
۱۸۶	سنسورهای اشعه گاما.....
۱۸۸	سنسور مقاومتی.....
۱۹۰	۳-۱-۲-۵ برپایی و سرهم کردن دستگاه MWD در دکل.....
۱۹۲	۳-۱-۲-۶ کنترل کیفیت سرویس MWD.....
۱۹۲	انتقال MWD به محل چاه.....
۱۹۲	چک کردن اولیه و کالیبراسیون.....
۱۹۲	انتقال دستگاه MWD به سکو (Floor).....
۱۹۳	بستن MWD روی رشته حفاری.....
۱۹۳	چک کردن MWD قبل از شروع حفاری.....
۱۹۳	بازگرداندن MWD به یارد.....
۱۹۴	۳-۱-۲-۳ چندخوان‌های الکترونیکی (EMS).....
۱۹۴	۳-۲ ابزارآلات جایروسکوپی یا جایرو.....
۲۰۱	۳-۲-۱ ابزارآلات تصویری یا معمول.....
۲۰۱	۳-۲-۱-۱ جایروهای تک‌خوان.....
۲۰۵	۳-۲-۱-۲ جایروهای چندخوان.....
۲۰۵	۳-۲-۲ جایرو ثبت‌کننده سطحی (SRG).....
۲۰۶	۳-۲-۳ جایرو جستجوگر شمال (NSG).....
۲۱۰	۳-۲-۴ دستگاه فرانتی یا RIGS.....
۲۱۷	مسائل.....

فصل چهارم: تجهیزات و روش‌های انحراف چاه..... ۲۲۱

۲۲۱	مقدمه.....
۲۲۳	اهداف فصل.....
۲۲۳	۴-۱ تجهیزات مورد استفاده در حفاری انحرافی.....
۲۲۴	۴-۱-۱ تبدیل‌ها یا طوقه‌ها.....
۲۲۹	۴-۱-۲ لوله‌های وزنه (Drill Collars).....
۲۳۱	لوله‌های وزنه کوتاه (SDC).....
۲۳۱	لوله‌های وزنه غیرمغناطیسی (NMDC).....
۲۳۱	لوله‌های وزنه غیرمغناطیسی کوتاه (SNMDC).....
۲۳۷	۴-۱-۳ لوله‌های حفاری سنگین.....
۲۳۹	۴-۱-۴ لوله‌های حفاری.....
۲۴۰	مشخصات لوله‌های حفاری.....
۲۴۴	طبقه‌بندی لوله‌های حفاری از لحاظ کارکرد (کلاس لوله‌های حفاری).....

۲۴۶	..... پایدارکننده ها	۴-۱-۴
۲۴۶	..... پایدارکننده با تیغه‌های جوش داده شده	۴-۱-۴
۲۴۶	..... پایدارکننده با تیغه‌های یکپارچه	۴-۱-۴
۲۴۷	..... (Hole Opener) چال تراش	۴-۱-۵
۲۴۸	..... (Section Mill) میل مقطعی	۴-۱-۶
۲۴۸	..... (Bullnose) کله‌گاوی	۴-۱-۷
۲۴۹	..... (Rebel Tool) ابزار ریل	۴-۱-۸
۲۵۰	..... (Force Multiplier Tools) وسایل قدرتی و کوبشی	۴-۱-۹
۲۵۱	..... ضربه‌زن	
۲۵۲	..... جارهای مکانیکی	
۲۵۷	..... برخی نکات مهم در مورد جار EQ	
۲۵۷	..... جارهای هیدرولیکی	
۲۵۹	..... شتاب‌دهنده یا تقویت کننده جار (Accelerator or Jar Intensifier)	
۲۵۹	..... جار سطحی	
۲۶۰	..... نیروی لازم جهت عملکرد جار	
۲۶۱	..... نیروی پسران سیال (Pump Open Force)	
۲۶۳	..... تأثیرات P.O.F بر جارهای مکانیکی یا هیدرولیکی هنگام مسلح کردن	
۲۶۳	..... تأثیرات P.O.F بر جارهای مکانیکی هنگام ضربه زدن	
۲۶۳	..... تأثیرات P.O.F بر جارهای هیدرولیکی هنگام ضربه زدن	
۲۶۴	..... مسلح کردن جار	
۲۶۵	..... ضربه زدن با جار	
۲۶۶	..... تراشنده جاکلیدی (Key Seat Wiper)	۴-۱-۱۰
۲۶۷	..... (Downhole Motors) موتورهای گل درون چاهی	۴-۱-۱۱
۲۶۹	..... (PDM) موتورهای گل جابه‌جایی مثبت	۴-۱-۱۱-۱
۲۷۰	..... شیر دامپ یا شیر تخلیه کننده	
۲۷۱	..... بخش قدرت یا موتور	
۲۷۵	..... (Universal Joint) مفصل چرخنده	
۲۷۶	..... بخش یاتاقان‌ها	
۲۷۸	..... عملکرد PDM	
۲۸۱	..... هیدرولیک PDM	
۲۸۲	..... محدوده دبی مجاز	
۲۸۲	..... افت فشار بدون وزن	
۲۸۲	..... افت فشار در موتور	
۲۸۲	..... فشار واماندگی یا فشار توقف	
۲۸۴	..... افت فشار در مته	
۲۸۴	..... نازل یا جت روتور	
۲۸۵	..... منحنی‌های توان PDM	
۲۹۰	..... عملیات با موتور جابه‌جایی مثبت مستقیم (غیرقابل تنظیم)	
۲۹۵	..... (۲-۱۱-۱-۴) موتورهای توربینی	
۲۹۹	..... بخش موتور یا مرحله رانش	

۲۹۹	یاتاقان‌ها
۳۰۱	تبدیل رانش مته
۳۰۱	بررسی عملکرد توربین‌ها
۳۱۱	۲-۴ روش‌های انحراف چاه و سیستم‌های حفاری انحرافی
۳۱۱	۱-۲-۴ ویپ‌استاک یا گوه انحراف
۳۱۱	۱-۱-۲-۴ ویپ‌استاک مخصوص حفرة باز (Open hole Whipstocks)
۳۱۴	۲-۱-۲-۴ ویپ استاک مخصوص چاه جداره‌دار (Casing Whipstocks)
۳۱۸	۲-۲-۴ مته‌های فواره‌ای (Jetting Bit)
۳۲۱	۳-۲-۴ تجهیزات ته‌چاهی حفاری دورانی (Rotary Drilling Assembly)
۳۲۵	اصل پاندولی و تقلیل شیب
۳۳۲	اصل اهرمی و ازدیاد شیب
۳۳۶	اصل پایداری و تثبیت شیب
۳۳۹	اثر نوع مته روی رفتار BHA
۳۴۰	اثر نوع سازند روی رفتار مته
۳۴۵	۴-۲-۴ موتورهای قابل هدایت (Steering Motors)
۳۴۶	۱-۴-۲-۴ موتور درون‌چاهی با اتصال خمشی (Bent Housing) و دستگاه MWD
۳۴۸	۲-۴-۲-۴ موتور درون‌چاهی با مفصل چرخنده (Universal Joint) با دو کج‌شدگی و دستگاه MWD
۳۵۰	نکته مهم در استفاده از ابزار MWD و PDM در سیستم‌های قابل هدایت
۳۵۰	مشکلات متداول در عملیات حفاری انحرافی با سیستم قابل هدایت یا هدایت‌شونده
۳۶۰	نکاتی که در حین حفاری انحرافی با موتورهای قابل هدایت باید به آن‌ها توجه کرد
۳۶۳	۵-۲-۴ PDM با طوقه خمیده
۳۶۶	۶-۲-۴ تجهیزات حفاری دورانی قابل هدایت (Rotary Steerable System)
۳۷۰	مسائل

فصل پنجم: حفاری چاه‌های افقی و خوشه‌ای ۳۷۵

۳۷۳	مقدمه
۳۷۵	اهداف فصل
۳۷۷	۱-۵ کاربردهای حفاری افقی
۳۸۱	۲-۵ انواع چاه‌های افقی
۳۸۲	۱-۲-۵ چاه افقی با شعاع انحنای بلند
۳۸۳	۲-۲-۵ چاه افقی با شعاع انحنای متوسط
۳۸۴	۳-۲-۵ چاه افقی با شعاع انحنای کوتاه
۳۸۷	۴-۲-۵ چاه افقی با شعاع انحنای بسیار کوتاه
۳۸۸	۳-۵ نمودارگیری چاه‌های افقی
۳۸۹	۴-۵ تکمیل چاه‌های افقی
۳۸۸	۵-۵ تمیزسازی چاه‌های افقی
۳۹۲	مشکلات تمیزسازی حفرة در ارتباط با شیب
۳۹۶	سرعت فضای حلقوی
۳۹۶	رژیم جریان و ویسکوزیته
۳۹۷	دوران و بالا و پایین کردن رشته حفاری

۳۹۷	..... ملاحظات دیگر
۳۹۸	..... ۶-۵ تکنولوژی حفاری چاه‌های خوشه‌ای
۴۰۲	..... ۱-۶-۵ بررسی مزایای تکنیکی و اقتصادی چاه‌های خوشه‌ای
۴۰۲	..... مزایای تکنیکی
۴۰۳	..... ۲-۶-۵ بررسی کاربردهای مخزنی چاه‌های خوشه‌ای
۴۰۳	..... مخازن نفت سنگین
۴۰۳	..... مخازن لایه‌ای
۴۰۴	..... مخازن گسل خورده/ جدا شده
۴۰۴	..... مخازن تهی شده و توسعه مخازن فرسوده
۴۰۴	..... مخازن شکافدار طبیعی و مخازن فشرده
۴۰۴	..... ۳-۶-۵ طبقه‌بندی سیستم‌های چاه‌های خوشه‌ای
۴۰۹	..... ۷-۵ طراحی رشته حفاری برای چاه‌های افقی
۴۱۰	..... کمانش (Buckling)
۴۱۳	..... اصطکاک، گشتاور و دراگ
۴۲۰	..... مدل ساده شده گشتاور و دراگ
۴۲۸	..... عوامل مؤثر بر گشتاور و دراگ
۴۳۹	..... طراحی رشته حفاری در چاه‌های انحرافی
۴۴۶	..... معیارهای طراحی چاه افقی با کمک نرم‌افزارهای کامپیوتری
۴۶۵	..... مسائل

۴۶۹ فصل ششم: مشکلات حفاری انحرافی

۴۶۹	..... مقدمه
۴۶۹	..... اهداف فصل
۴۷۰	..... مشکلات حفاری انحرافی
۴۷۱	..... سیال حفاری مورد نیاز برای حفاری سازندهای بالایی (Top Hole Formations)
۴۷۲	..... سیال حفاری مورد نیاز برای حفاری بخش پایینی سازند گچساران
۴۷۴	..... سیال حفاری مورد نیاز برای حفاری سازند مخزنی آسماری
۴۷۴	..... طبقه‌بندی انواع مکانیسم‌های گیر لوله‌ها
۴۷۵	..... ۱-۶ گیرهای ناشی از تهنشینی و ریزش مواد
۴۷۵	..... ۱-۶-۱ تهنشین شدن کنده‌های حفاری و مواد جامد موجود در گل
۴۷۶	..... تهنشینی باریت
۴۸۰	..... تهنشین شدن کنده‌ها در چاه‌های تقریباً عمودی (با زاویه کوچک‌تر از 35°)
۴۸۱	..... گیر لوله‌ها بر اثر تهنشینی کنده‌ها در چاه‌های زاویه‌دار (بیش از 35°)
۴۸۴	..... اقدامات تکمیلی پیشگیرانه از گیر لوله‌ها بر اثر تهنشین کنده‌ها:
۴۸۵	..... روش محاسبه حداقل تعداد ضربه‌های لازم پمپ‌ها جهت تمیزسازی چاه:
۴۸۵	..... انواع پیل‌ها
۴۸۸	..... ۲-۱-۶ ریزش شیل‌های دیواره چاه
۴۸۹	..... ریزش در اثر فشار هیدرواستاتیک
۴۹۰	..... ریزش در اثر فشار سازند
۴۹۱	..... ریزش در اثر فشار طبقات بالایی
۴۹۱	..... ریزش در اثر فشارهای تکتونیکی

۴۹۳	..... شیل‌های واکنشی
۴۹۶	..... ۳-۱-۶ ریزش سازندهای سست
۴۹۸	..... ۴-۱-۶ ریزش سازندهای دارای شکستگی
۵۰۰	..... ۵-۱-۶ گیرهای مرتبط با ریزش قطعات سیمانی
۵۰۱	..... گیر لوله‌ها در اثر سیمان نرم
۵۰۳	..... ۶-۱-۶ مانده یا جانک (Junk)
۵۰۴	..... ۲-۶ گیر ناشی از نیروهای تفاضل یا اختلاف فشاری (Differential Pressure Sticking)
۵۰۷	..... ۳-۶ گیرهای مرتبط با هندسه چاه
۵۰۷	..... ۱-۳-۶ BHA خشک و غیر قابل انعطاف
۵۰۸	..... ۲-۳-۶ حفره جاکلیدی
۵۱۰	..... ۳-۳-۶ داگ‌لگ (Dog Leg)
۵۱۲	..... ۴-۳-۶ طاقچه‌ها یا لبه‌ها (Ledges)
۵۱۳	..... ۵-۳-۶ سازندهای متحرک
۵۱۴	..... ۶-۳-۶ حفره کم سایز (Under Gauge)
۵۱۶	..... ۷-۳-۶ برهم آمدن یا مچالگی لوله جداری
۵۱۸	..... قطر قابل قبول یک چاه حفره باز (Drift Diameter)
۵۱۹	..... تعیین نقطه گیر لوله
۵۱۹	..... روش عملیات تعیین نقطه گیر به شکل تقریبی:
۵۲۱	..... شرایط اعمال نیروی شناوری
۵۲۴	..... محاسبات اضافه کشش
۵۲۵	..... محاسبه زمان مانده‌یابی بهینه
۵۲۶	..... محاسبه نسبت هزینه برای کج کردن و شروع انحراف احتمالی چاه
۵۲۶	..... تعیین گرافیکی زمان مانده‌یابی بهینه (OFT)
۵۲۸	..... محاسبه هزینه‌های کج کردن چاه
۵۲۸	..... معادله ترکیبی
۵۲۹	..... زمان مانده‌یابی بهینه
۵۳۰	..... مطالعات موردی مشکلات حفاری در میادین نفتی ایران
۵۳۲	..... توصیه‌ها و پیشنهادهای اصلاحی
۵۳۶	..... چند نکته درباره برخی اصطلاحات بکار رفته در گزارش
۵۳۶	..... ابزار RTTS (Retrievable Testing Treating and Squeezing)
۵۳۸	..... آزمایش فشار (Pressure Test)
۵۳۸	..... آزمایش خشک بودن (Dry Test)
۵۵۵	..... پارامترهای حفاری
۵۶۱	..... مسائل

۵۶۵..... پیوست‌ها

۵۷۵..... واژه‌نامه