

فهرست مطالب

مقدمه	۱۱
فصل اول: ابزارهای چاه‌آزمایی متصل به لوله‌های درون‌چاهی	۱۳
۱-۱ فشارسنج‌های مورد استفاده در ابزارآلات درون‌چاهی	۱۳
۱-۱-۱ فشارسنج‌های کرنشی	۱۴
۱-۱-۲ فشارسنج‌های ظرفیتی	۱۶
۱-۱-۳ فشارسنج‌های کوارتزی	۱۶
۱-۱-۴ فشارسنج جامع درون‌چاهی	۱۹
۲-۱ شاخص‌های اندازه‌گیری ابزارآلات چاه‌آزمایی درون‌چاهی	۲۰
۲-۱-۱ شاخص‌های استاتیک	۲۱
۲-۱-۲-۱ دقت	۲۱
۲-۱-۲-۲ قدرت تفکیک	۲۲
۲-۱-۲-۳ پایداری	۲۳
۲-۱-۲-۴ حساسیت	۲۳
۲-۲-۱ شاخص‌های دینامیک	۲۴
۲-۲-۲-۱ پاسخ فشاری گذرا در شرایط دمایی متغیر	۲۴
۲-۲-۲-۲ پاسخ فشاری گذرا در شرایط فشاری متغیر	۲۵
۳-۱ ابزارآلات بستن درون‌چاهی	۲۶
۳-۱-۱ ابزار بستن درون‌چاهی توسط کابل چندگانه (MSDST)	۲۸
۳-۱-۲ ابزار بستن درون‌چاهی غیر انفجاری (EFST)	۳۰
۳-۱-۳ ابزار بستن درون‌چاهی الکترونیکی (EST)	۳۱
۴-۱ ابزارآلات اندازه‌گیری درون‌چاهی دائمی	۳۲
۵-۱ سیستم‌های چاه‌آزمایی درون‌چاهی هوشمند	۳۶
۵-۱-۱ سیستم هوشمند کنترل از راه دور (IRIS)	۳۶
۵-۱-۱-۱ مزیت‌های سیستم IRIS	۳۶
۵-۱-۱-۲ بهینه‌سازی سیستم کنترل	۳۷
۵-۱-۲ سیستم هوشمند دارای شیر دو گانه (IRDV)	۴۰
۵-۱-۲-۱ ویژگی‌های سیستم IRDV	۴۰
۵-۱-۳ سیستم آزمایش هوشمند	۴۱
۵-۱-۴ سیستم چاه‌آزمایی سریع	۴۴

۴۹	..... فصل دوم: لایه آزمایشی با ساق مته
۵۰	..... ۱-۲ ابزارآلات لایه آزمایشی با ساق مته
۵۰	..... ۱-۱-۲ مسدودکننده‌ها
۵۱	..... ۲-۱-۲ شیر آزمایشگر
۵۱	..... ۳-۱-۲ شیر گردش معکوس
۵۶	..... ۲-۲ مراحل انجام آزمایش DST
۵۷	..... ۳-۲ تحلیل اولیه نمودار آزمایش DST
۵۸	..... ۴-۲ اعتبارسنجی داده‌های آزمایش DST
۵۹	..... ۵-۲ انواع ابزارهای DST
۵۹	..... ۱-۵-۲ ابزار DST در چاه‌های حفره باز
۶۱	..... ۲-۵-۲ ابزار DST در چاه‌های جداره‌دار
۶۳	..... ۶-۲ طراحی آزمایش DST
۶۳	..... ۱-۶-۲ بازه عمقی لایه هدف
۶۴	..... ۲-۶-۲ بهینه‌سازی ابزارآلات
۶۵	..... ۳-۶-۲ فضای درون چاهی
۶۶	..... ۴-۶-۲ اندازه‌گیری فشار و دمای ته‌چاهی
۶۶	..... ۵-۶-۲ زمان آزمایش
۶۶	..... ۷-۲ روش‌های کنترل آزمایش DST
۶۶	..... ۱-۷-۲ سیستم حباب - لخته
۶۷	..... ۲-۷-۲ روش محفظه بسته
۶۷	..... ۳-۷-۲ روش قرائت فشار - سطح
۶۷	..... ۸-۲ آزمایش محفظه بسته
۷۰	..... ۱-۸-۲ روش سیمونس
۷۱	..... ۱-۱-۸-۲ فرضیات روش سیمونس
۷۲	..... ۹-۲ آزمایش لخته
۷۲	..... ۱۰-۲ تحلیل نمودار آزمایش DST
۷۷	..... ۱۱-۲ روش‌های تفسیر نتایج آزمایش DST
۷۷	..... ۱-۱۱-۲ روش تفسیر نمودار هورنر
۸۱	..... ۲-۱۱-۲ روش تطبیق منحنی
۸۱	..... ۱-۲-۱۱-۲ روش رامی و همکاران
۸۵	..... ۲-۲-۱۱-۲ روش کوهلهاس
۸۷	..... ۳-۲-۱۱-۲ روش کوری و رامی
۸۸	..... ۴-۲-۱۱-۲ روش پرس و همکاران
۸۹	..... ۱۲-۲ بهینه‌سازی ابزار DST

- ۸۹-۱۲-۲ انجام همزمان مشبک‌کاری و چاه‌آزمایی (MWP).....
- ۹۱-۱۲-۲ لایه‌آزمایی با ساق مته توسط ابزارآلات هوشمند.....
- ۹۳-۱۲-۲ لایه‌آزمایی با ساق مته توسط ابزارهای هوشمند در چاه‌های قطور.....
- ۹۳-۱۲-۲ لایه‌آزمایی با ساق مته در چاه‌های دارای فشار و دما بالا (HPHT DST).....
- ۹۵-۱۲-۲ لایه‌آزمایی با ساق مته در چاه‌های دارای فشار و دمای بسیار بالا (UHPHT DST).....
- ۹۷-۱۲-۲ لایه‌آزمایی با ساق مته در چاه‌های باریک و دارای فشار بالا.....

فصل سوم: ابزارهای چاه‌آزمایی درون‌چاهی کابلی..... ۹۹

- ۱-۳ ابزار چاه‌آزمایی درون‌چاهی کابلی اولیه..... ۹۹
- ۲-۳ ابزار ارزیابی مکرر سازند (RFT)..... ۱۰۰
- ۱-۲-۳ نحوه عملکرد ابزار RFT..... ۱۰۳
- ۲-۲-۳ تفسیر نتایج آزمایش RFT..... ۱۰۴
- ۳-۲-۳ رسم پروفایل فشار..... ۱۰۵
- ۴-۲-۳ مشکلات اندازه‌گیری توسط ابزار RFT..... ۱۰۷
- ۳-۳ ابزار ارزیابی مکرر سازند برای چاه‌های باریک..... ۱۰۷
- ۴-۳ ابزار لایه‌آزمایی متوالی سازند توسط تشدید عمودی..... ۱۰۹
- ۵-۳ ابزار لایه‌آزمایی متوالی سازند (SFTT)..... ۱۱۰
- ۶-۳ ابزار کابلی اندازه‌گیری دبی جریان سیال (FRT)..... ۱۱۲
- ۷-۳ ابزار اندازه‌گیری کابلی در فشار و دمای بالای درون چاهی..... ۱۱۴
- ۸-۳ ابزار سخت لایه‌آزمایی مکرر سازند (HSFR)..... ۱۱۶
- ۹-۳ ابزار توصیف‌کننده مخزن (RDT)..... ۱۱۷
- ۱-۹-۳ واحد کاوشگر دو گانه (DPS)..... ۱۱۸
- ۲-۹-۳ واحد مسدودکننده بیضوی (OPS)..... ۱۱۹
- ۳-۹-۳ مسدودکننده‌های عریض (SPS)..... ۱۱۹
- ۴-۹-۳ واحد خارج‌کننده سیال (FPS)..... ۱۲۰
- ۵-۹-۳ فشارسنج کوارتز (QGS)..... ۱۲۰
- ۶-۹-۳ شیر محفظه سیال (CVS)..... ۱۲۰
- ۷-۹-۳ واحد محفظه‌های چندگانه (MCS)..... ۱۲۰
- ۸-۹-۳ واحد تصویربرداری توسط تشدید مغناطیسی (MRILAB)..... ۱۲۱
- ۱۰-۳ ابزار دینامیک سنجش سازند..... ۱۲۲
- ۱-۱۰-۳ ابزارآلات موجود در رشته MDT..... ۱۲۴
- ۱-۱۰-۳ منبع انرژی الکتریکی..... ۱۲۴
- ۲-۱۰-۳ منبع انرژی هیدرولیکی..... ۱۲۴
- ۳-۱۰-۳ ابزار کاوشگر منفرد..... ۱۲۴
- ۴-۱۰-۳ ابزار کاوشگر دوگانه..... ۱۲۶

۱۲۷.....	۳-۱۰-۱-۵ ابزار MDT دارای دو مسدودکننده.....
۱۲۹.....	۳-۱۰-۱-۶ محفظه نمونه‌گیری.....
۱۲۹.....	۳-۱۰-۱-۷ محفظه چندگانه نمونه‌گیری.....
۱۳۰.....	۳-۱۰-۱-۸ محفظه چند گانه نمونه‌گیری سیال به صورت تک‌فازی.....
۱۳۱.....	۳-۱۰-۱-۹ ابزار تخلیه.....
۱۳۱.....	۳-۱۰-۱-۱۰ ابزار کنترل جریان.....
۱۳۴.....	۳-۱۰-۲ بهینه‌سازی ابزار MDT.....
۱۳۴.....	۳-۱۰-۲-۱ ابزار کاوشگر شعاعی ساتورن همه جانبه.....
۱۳۶.....	۳-۱۰-۲-۲ ابزار کاوشگر سریع.....
۱۳۷.....	۳-۱۰-۲-۳ ابزار مفسر نفت زنده.....
۱۴۱.....	۳-۱۰-۲-۴ ابزار مفسر ترکیب سیال (CFA).....
۱۴۲.....	۳-۱۰-۲-۵ محفظه نگهداری نفت در فشار بالاتر از نقطه حباب.....
۱۴۲.....	۳-۱۰-۲-۶ ابزار MDT کم لرزش.....
۱۴۳.....	۳-۱۰-۲-۷ مفسر درون‌چاهی سیال (DFA).....
۱۴۹.....	۳-۱۰-۳ برتری‌های ابزار MDT نسبت به ابزار DST.....
۱۵۱.....	۳-۱۱ ابزار چاه‌آزمایی کابلی در چاه‌های جداره شده.....
۱۵۳.....	۳-۱۱-۱ نحوه عملکرد ابزار.....

فصل چهارم: کاربردهای اکتشافی ابزارهای چاه‌آزمایی کابلی..... ۱۵۷

۱۵۸.....	۴-۱ تعادل نیروهای جاذبه- موئینگی.....
۱۶۲.....	۴-۲ تأثیر اشباع نفت باقی‌مانده بر نتایج چاه‌آزمایی درون چاهی.....
۱۶۵.....	۴-۲-۱ مطالعات موردی.....
۱۶۷.....	۴-۳ شناسایی هیدروکربن قابل حرکت.....
۱۷۰.....	۴-۴ شناسایی مخازن ماسه‌سنگی قیری.....
۱۷۲.....	۴-۵ تحلیل گرادیان سیالات تحت فشار.....
۱۷۵.....	۴-۵-۱ نفوذ فیلتره گل حفاری.....
۱۷۷.....	۴-۵-۱-۱ مطالعات موردی.....
۱۷۸.....	۴-۶ تحلیل چاه‌آزمایی توسط چاه‌های چندگانه در مرحله اکتشاف مخزن.....
۱۸۰.....	۴-۶-۱ مطالعات چند چاه تحت شرایط استاتیک.....
۱۸۱.....	۴-۷ کاربرد چاه‌آزمایی کابلی در شناسایی ناحیه کلاهدک گازی.....
۱۸۳.....	۴-۸ تعیین میزان خطا در اندازه‌گیری‌های فشار.....
۱۸۵.....	۴-۹ تأثیر گسل‌های ناتراوا بر گرادیان فشار سیالات.....
۱۸۹.....	۴-۱۰ مخازن شکافدار طبیعی.....

فصل پنجم: کاربردهای چاه‌آزمایی کابلی در فاز توسعه مخزن..... ۱۹۱

۱-۵ نمونه‌های میدانی مقدماتی از مخازن در حال تولید..... ۱۹۱

۲-۵ جریان تک‌فازی ۱۹۵

۱-۲-۵ تعیین میزان خطا در اندازه‌گیری‌های فشار..... ۱۹۹

۲-۲-۵ شناسایی لایه‌های دارای نفوذپذیری کم (لایه‌های مانع)..... ۲۰۰

۱-۲-۲-۵ تخلیه تفاضلی شبه پایدار..... ۲۰۱

۳-۵ جریان دوفازی..... ۲۰۵

۱-۳-۵ تعادل عمودی اشباع‌شدگی..... ۲۰۶

۲-۳-۵ جریان دوفازی ناهم‌سو..... ۲۰۷

۳-۳-۵ جریان دوفازی هم‌سو..... ۲۱۱

۱-۳-۳-۵ تخمین گرادیان فشار سیالات در جریان دوفازی..... ۲۱۲

۴-۵ اعتبارسنجی گرادیان‌های فشار..... ۲۱۵

۵-۵ کاربرد مطالعات چاه‌آزمایی کابلی در توصیف مخزن..... ۲۱۶

فصل ششم: ارزیابی نفوذپذیری سنگ مخزن توسط ابزارهای چاه‌آزمایی کابلی..... ۲۱۹

۱-۶ تئوری جریان کروی در اطراف ابزار کاوشگر..... ۲۱۹

۱-۱-۶ جریان سیال کروی در محیط همگن..... ۲۱۹

۱-۱-۶ جریان سیال کروی در محیط ناهمگن..... ۲۲۱

۳-۱-۶ اثر نفوذ فیلتره گل حفاری..... ۲۲۳

۲-۶ نمودارهای فشار و مشتق فشار در جریان کروی و نیمه کروی..... ۲۲۴

۱-۲-۶ تحلیل مشتق لگاریتمی فشار..... ۲۲۸

۳-۶ تحلیل جریان کروی..... ۲۳۰

۱-۳-۶ افت فشار پایدار..... ۲۳۶

۲-۳-۶ مدل داسان و شرما..... ۲۳۶

۳-۳-۶ مدل ویکینسون و هاموند..... ۲۳۷

۴-۳-۶ تحلیل مرحله افت فشار با نرخ ثابت..... ۲۴۱

۵-۳-۶ تحلیل مرحله خیزش فشار..... ۲۴۳

۴-۶ تحلیل افت فشار با نرخ متغیر..... ۲۴۵

۵-۶ تفسیر نتایج در صورت مجهول بودن میزان فشار اولیه مخزن..... ۲۴۹

۶-۶ مشاهدات عمودی ابزار کاوشگر..... ۲۵۰

۱-۶-۶ مدل گود و همکاران..... ۲۵۲

۲-۶-۶ تفسیر نمودار RRT..... ۲۵۴

۳-۶-۶ تفسیر نمودارهای بدون بعد..... ۲۵۶

۷-۶ تحلیل لایه‌های مخزنی محدود..... ۲۶۰

۶-۸ زمان تأخیر در مشاهده رفتار خیزش فشار ۲۶۳

فصل هفتم: اثرات فیلتره گل حفاری بر چاه آزمایشی درون چاهی ۲۶۵

۷-۱ مدل‌های نفوذ فیلتره گل حفاری ۲۶۶

۷-۲ شبیه‌سازی نفوذ فیلتره گل حفاری ۲۷۲

۷-۲-۱ فیلتره گل حفاری آب پایه ۲۷۲

۷-۲-۱-۱ تأثیر ترشوندگی ۲۷۷

۷-۲-۲ فیلتره گل حفاری نفت پایه ۲۷۹

۷-۲-۲-۱ نفوذ فیلتره گل حفاری نفت پایه در لایه‌های آبی ۲۸۰

۷-۳ نمونه‌های میدانی نشان‌دهنده اثرات نفوذ فیلتره گل حفاری ۲۸۲

۷-۳-۱ فیلتره گل حفاری آب پایه ۲۸۲

۷-۳-۲ فیلتره گل حفاری نفت پایه ۲۸۹

منابع ۲۹۳