

# فهرست

مقدمه ..... ۱۱

## بخش اول: آشنایی با مبانی چاه آزمایی

فصل اول: مبانی چاه آزمایی .....	۱۵
۱-۱ پیشگفتار .....	۱۵
۲-۱ اهداف آزمایش یک چاه .....	۱۵
۱-۲-۱ ارزیابی مخزن .....	۱۶
۲-۲-۱ مدیریت مخزن .....	۱۶
۳-۲-۱ توصیف مخزن .....	۱۶
۳-۱ متدلوژی یا روش شناسی .....	۱۷
۴-۱ مفاهیم پایه‌ای چاه آزمایی .....	۱۷
۱-۴-۱ انواع سیالات مخزن .....	۱۷
۲-۴-۱ انواع رژیم‌های جریان .....	۱۸
۳-۴-۱ انواع شکل‌های جریان .....	۱۹

فصل دوم: معادلات جریان سیال .....	۲۳
۱-۲ پیشگفتار .....	۲۳
۲-۲ قانون دارسی .....	۲۳
۳-۲ معادله پایه‌ای جریان گذرا .....	۲۴
۱-۳-۲ روش تابع .....	۳۰
۲-۳-۲ روش فشار بدون بعد .....	۳۴
۱-۲-۳-۲ مخازن با عملکرد نامحدود .....	۳۶
۲-۲-۳-۲ مخازن شعاعی محدود .....	۳۷

فصل سوم: انواع متداول چاه آزمایی .....	۴۱
۱-۳ پیشگفتار .....	۴۱
۲-۳ انواع آزمایش‌های متداول در چاه‌های نفتی .....	۴۱
۱-۲-۳ آزمایش کاهش فشار .....	۴۱
۲-۲-۳ آزمایش رشد فشار .....	۴۲
۳-۲-۳ چاه آزمایی با دبی دوگانه .....	۴۳
۴-۲-۳ چاه آزمایی با دبی چندگانه .....	۴۳
۵-۲-۳ آزمایش ساق مته .....	۴۴

- ۴۵..... ۶-۲-۳ آزمایش تزریق و آزمایش برگشت فشار
- ۴۶..... ۷-۲-۳ آزمایش تداخل و آزمایش پالس
- ۴۶..... ۳-۳ انواع آزمایش‌های متداول در چاه‌های گازی
- ۴۷..... ۱-۳-۳ آزمایش پس فشار
- ۴۷..... ۲-۳-۳ آزمایش متقارن
- ۴۸..... ۳-۳-۳ آزمایش متقارن تصحیح شده

#### ۴۹..... فصل چهارم: چاه‌آزمایی گذرا

- ۴۹..... ۱-۴ پیشگفتار
- ۵۰..... ۲-۴ تحلیل آزمایش کاهش فشار
- ۵۷..... ۱-۲-۴ انبارش چاه
- ۶۱..... ۲-۲-۴ شعاع ریزش یا تخلیه
- ۶۲..... ۳-۲-۴ آزمایش کاهش فشار در چاه‌های گازی
- ۶۵..... ۳-۴ تحلیل آزمایش رشد فشار
- ۶۷..... ۱-۳-۴ روش ترسیمی Horner
- ۷۲..... ۲-۳-۴ روش MDH
- ۷۴..... ۳-۳-۴ فشار متوسط مخزن
- ۷۵..... ۱-۳-۳-۴ روش MBH
- ۸۲..... ۲-۳-۳-۴ روش Ramey- Cobb
- ۸۳..... ۳-۳-۳-۴ روش Dietz

#### ۸۵..... فصل پنجم: نمودارهای الگو

- ۸۵..... ۱-۵ پیشگفتار
- ۸۵..... ۲-۵ تحلیل داده‌ها با استفاده از نمودارهای الگو
- ۸۹..... ۱-۲-۵ نمودارهای الگو Gringarten

#### ۱۰۱..... فصل ششم: مشتق فشار

- ۱۰۱..... ۱-۶ پیشگفتار
- ۱۰۱..... ۲-۶ تحلیل داده‌ها با استفاده از روش مشتق فشار
- ۱۱۴..... ۳-۶ شناسایی مدل
- ۱۱۵..... ۴-۶ آنالیز داده‌های اولیه چاه‌آزمایی
- ۱۱۵..... ۱-۴-۶ انبارش چاه و پوسته
- ۱۱۶..... ۲-۴-۶ جدایش فازی در لوله مغزی
- ۱۱۷..... ۳-۴-۶ اثر نفوذ جزئی
- ۱۱۸..... ۵-۶ آنالیز داده‌های میانی چاه‌آزمایی
- ۱۱۸..... ۱-۵-۶ مخازن شکافدار طبیعی (تخلخل دوگانه)
- ۱۲۸..... ۱-۱-۵-۶ مجموعه نمودارهای الگو سیستم تخلخل دوگانه (جریان شبه پایدار در دوره انتقال)
- ۱۲۹..... ۲-۱-۵-۶ مجموعه نمودارهای الگو سیستم تخلخل دوگانه (جریان گذرا در دوره انتقال)

۱۳۷	.....مخازن لایه‌ای ۲-۵-۶
۱۳۸	.....۶-آنالیز داده‌های پایانی چاه‌آزمایی
۱۳۹	.....۱-۶-۶ گسل یا مانع نفوذناپذیر
۱۴۴	.....۲-۶-۶ گسل متقاطع
۱۴۵	.....۳-۶-۶ دو گسل موازی (کانال)
۱۴۷	.....۴-۶-۶ مرز با فشار ثابت
۱۴۸	.....۵-۶-۶ مخزن بسته (مرز بدون جریان)
۱۵۰	.....۶-۶-۶ مقایسه مرز فشار ثابت با مخزن بسته
۱۵۱	.....۷-تفسیر کیفی نمودارهای آزمایش رشد فشار

### ک فصل هفتم: چاه‌آزمایی در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی ..... ۱۵۷

۱۵۷	.....۱-۷ پیشگفتار
۱۵۸	.....۲-۷ مدل‌های چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی
۱۵۸	.....۱-۲-۷ شکاف‌های عمودی دارای هدایت‌پذیری نامحدود
۱۵۸	.....۲-۲-۷ شکاف‌های عمودی دارای هدایت‌پذیری محدود
۱۵۹	.....۳-۲-۷ شکاف‌های دارای شار یکنواخت
۱۶۰	.....۳-۷ رژیم‌های جریانی در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی
۱۶۱	.....۱-۳-۷ جریان خطی شکاف
۱۶۲	.....۲-۳-۷ جریان دو-خطی
۱۶۸	.....۳-۳-۷ جریان خطی سازند
۱۷۱	.....۴-۳-۷ جریان شبه شعاعی با عملکرد نامحدود
۱۷۶	.....۴-۷ ضریب پوسته در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی
۱۷۸	.....۵-۷ تفسیر داده‌های چاه‌آزمایی در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی با استفاده از نمودارهای الگو
۱۸۹	.....۶-۷ تفسیر داده‌های چاه‌آزمایی در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی با استفاده از مشتق فشار
۱۹۰	.....۷-۷ تفسیر داده‌های چاه‌آزمایی در چاه‌های تحریک‌شده توسط شکاف هیدرولیکی در حالت فشار ثابت

### ک فصل هشتم: آزمایش‌های تداخل و پالس ..... ۱۹۷

۱۹۷	.....۱-۸ پیشگفتار
۱۹۸	.....۲-۸ آزمایش تداخل
۱۹۹	.....۱-۲-۸ آزمایش تداخل در مخازن همگن و همسانگرد
۲۰۴	.....۲-۲-۸ آزمایش تداخل در مخازن همگن و ناهمسانگرد
۲۱۲	.....۳-۸ آزمایش پالس
۲۱۲	.....۱-۳-۸ آزمایش پالس در مخازن همگن و همسانگرد
۲۲۷	.....۲-۳-۸ آزمایش پالس در مخازن همگن و ناهمسانگرد
۲۲۷	.....۳-۳-۸ روش طراحی آزمایش پالس

۲۳۱	فصل نهم: آزمایش تزریق
۲۳۱	۱-۹ پیشگفتار
۲۳۲	۲-۹ آزمایش تزریق پذیری
۲۳۶	۳-۹ آزمایش برگشت فشار
۲۴۲	۱-۳-۹ آنالیز آزمایش برگشت فشار در سیستم‌هایی با نسبت تحرک پذیری غیر واحد
۲۴۹	۴-۹ آزمایش تزریق دبی پلکانی

## بخش دوم: آشنایی با نرم‌افزارهای Pan System & FAST Well Test

۲۵۷	فصل اول: آشنایی با نرم‌افزار Pan System
۲۵۷	۱-۱ پیشگفتار
۲۵۸	۲-۱ آماده سازی و ویرایش اطلاعات چاه‌آزمایی
۲۶۵	۳-۱ آنالیز داده‌های چاه‌آزمایی
۲۶۵	۱-۳-۱ رسم اطلاعات
۲۶۷	۲-۳-۱ انتخاب مدل مخزن و مرز مخزن
۲۶۷	۳-۳-۱ انتخاب روش آنالیز
۲۶۸	۱-۳-۳-۱ آنالیز اطلاعات توسط تکنیک‌های خط راست
۲۶۸	۲-۳-۳-۱ آنالیز اطلاعات توسط منحنی‌های الگو
۲۶۹	۳-۳-۳-۱ آنالیز اطلاعات توسط شبیه‌سازی سریع و شبیه‌سازی اتوماتیک
۲۷۰	۴-۳-۳-۱ آنالیز اطلاعات توسط شبیه‌ساز پیشرفته و Pan flow
۲۷۰	۵-۳-۳-۱ آنالیز اطلاعات با استفاده از شبیه‌ساز عددی Pan mesh
۲۷۰	۴-۱ محاسبه توان بهره‌دهی و تولید آینده چاه
۲۷۰	۵-۱ طراحی آزمایش چاه
۲۷۱	۶-۱ خلاصه ویژگی‌ها
۲۷۱	۷-۱ آموزش گام به گام تفسیر داده‌های واقعی یک آزمایش با نرم‌افزار Pan System

۳۰۹	فصل دوم: آشنایی با نرم‌افزار FAST Well Test
۳۰۹	۱-۲ پیشگفتار
۳۰۹	۲-۲ بارگذاری داده‌ها
۳۱۰	۳-۲ ویرایش داده‌ها
۳۱۱	۴-۲ فیلتر کردن داده‌ها
۳۱۱	۵-۲ وارد کردن خواص سیالات
۳۱۲	۱-۵-۲ خواص گاز
۳۱۲	۲-۵-۲ خواص نفت
۳۱۳	۳-۵-۲ روابط تجربی نفت
۳۱۳	۴-۵-۲ بهینه‌سازی روابط تجربی

- ۳۱۳ ..... ۵-۵-۲ خواص آب
- ۳۱۴ ..... ۶-۲ آنالیز داده‌ها
- ۳۱۵ ..... ۷-۲ مدل‌های موجود در نرم‌افزار
- ۳۱۶ ..... ۸-۲ ابزار و ویژگی‌های خاص نرم‌افزار
- ۳۱۶ ..... ۹-۲ گزارش‌گیری از نرم‌افزار
- ۳۱۷ ..... ۱۰-۲ آموزش گام به گام تفسیر داده‌های واقعی یک آزمایش با نرم‌افزار FAST Well Test

## بخش سوم: آشنایی با عملیات چاه‌آزمایی در صنعت نفت

- ۳۴۳ ..... فصل اول: عملیات چاه‌آزمایی
- ۳۴۳ ..... ۱-۱ پیشگفتار
- ۳۴۳ ..... ۲-۱ ابزارهای مورد استفاده در عملیات چاه‌آزمایی
- ۳۴۳ ..... ۱-۲-۱ ابزارهای سطح‌الارضی عملیات چاه‌آزمایی
- ۳۴۴ ..... ۱-۱-۲-۱ سرلوله جریان
- ۳۴۵ ..... ۲-۱-۲-۱ شیر ایمنی سطحی
- ۳۴۶ ..... ۳-۱-۲-۱ سیستم سریع بست چاه
- ۳۴۷ ..... ۴-۱-۲-۱ ماسوره اخذ داده‌ها
- ۳۴۷ ..... ۵-۱-۲-۱ ابزار جلوگیری از تولید شن
- ۳۴۸ ..... ۱-۵-۱-۲-۱ فیلتر شن دو محفظه‌ای
- ۳۴۹ ..... ۲-۵-۱-۲-۱ دستگاه تفکیک‌کننده شن
- ۳۴۹ ..... ۳-۵-۱-۲-۱ شن‌گیر سیکلونی
- ۳۵۰ ..... ۶-۱-۲-۱ چندراهه کاهنده
- ۳۵۱ ..... ۷-۱-۲-۱ مبدل حرارتی
- ۳۵۱ ..... ۱-۷-۱-۲-۱ انواع گرم‌کننده‌ها و کاربرد آنها
- ۳۵۲ ..... ۲-۷-۱-۲-۱ جلوگیری از تشکیل هیدرات
- ۳۵۲ ..... ۳-۷-۱-۲-۱ کاهش ویسکوزیته سیال
- ۳۵۲ ..... ۴-۷-۱-۲-۱ در هم شکستن امولسیون
- ۳۵۲ ..... ۵-۷-۱-۲-۱ مبدل حرارتی بخار
- ۳۵۳ ..... ۸-۱-۲-۱ دستگاه تفکیک‌گر
- ۳۵۴ ..... ۱-۸-۱-۲-۱ محفظه تفکیک‌گر
- ۳۵۹ ..... ۲-۸-۱-۲-۱ محاسبات مربوط به کاهنده در چاه‌های نفتی
- ۳۶۰ ..... ۳-۸-۱-۲-۱ محاسبات مربوط به کاهنده در چاه‌های گازی
- ۳۶۲ ..... ۴-۸-۱-۲-۱ جریان چند فاز از درون کاهنده
- ۳۶۲ ..... ۵-۸-۱-۲-۱ روش محاسبه دبی گاز خروجی از تفکیک‌گر
- ۳۶۶ ..... ۹-۱-۲-۱ مخازن اندازه‌گیری نفت
- ۳۶۶ ..... ۱-۹-۱-۲-۱ مخزن نوسان‌گیر

۳۶۷	..... ۲-۹-۱-۲-۱ مخزن اندازه‌گیری اتمسفری
۳۶۹	..... ۱۰-۱-۲-۱ چندراهه نفت و گاز
۳۷۰	..... ۱۱-۱-۲-۱ پمپ انتقال سیال
۳۷۱	..... ۱۲-۱-۲-۱ مشعل و بازوی متحرک
۳۷۳	..... ۱-۱۲-۱-۲-۱ بازوی مشعل
۳۷۴	..... ۱۳-۱-۲-۱ سیستم پیشرفته پردازش اطلاعات
۳۷۵	..... ۲-۲-۱ رعایت ایمنی
۳۷۶	..... ۱-۲-۲-۱ مناطق طبقه‌بندی شده
۳۷۶	..... ۱-۱-۲-۲-۱ منطقه صفر
۳۷۶	..... ۲-۱-۲-۲-۱ منطقه یک
۳۷۶	..... ۳-۱-۲-۲-۱ منطقه دو
۳۷۶	..... ۴-۱-۲-۲-۱ منطقه تمیز
۳۷۷	..... ۲-۲-۲-۱ استانداردهای ایمنی در ترتیب آرایش ابزارهای سطحی عملیات چاه‌آزمایی
۳۸۰	..... ۳-۲-۱ ابزارهای درون چاهی عملیات چاه‌آزمایی
۳۸۱	..... ۱-۳-۲-۱ فشارسنج‌های درون چاهی
۳۸۲	..... ۱-۱-۳-۲-۱ فشارسنج‌های مکانیکی
۳۸۴	..... ۲-۱-۳-۲-۱ فشارسنج‌های الکترونیکی
۳۸۸	..... ۳-۱-۳-۲-۱ ویژگی‌های فشارسنج‌های الکترونیکی
۳۹۵	..... ۴-۱-۳-۲-۱ مقایسه ویژگی‌های فشارسنج‌های الکترونیکی
۳۹۸	..... ۴-۲-۱ روش انجام عملیات چاه‌آزمایی
۴۰۳	..... <b>فصل دوم: ارزیابی داده‌ها، خطاها و موارد غیرمتعارف</b>
۴۰۳	..... ۱-۲ مقدمه
۴۰۳	..... ۲-۲ خطای ناشی از عملیات
۴۰۴	..... ۳-۲ خطای ناشی از فشارسنج
۴۰۵	..... ۴-۲ خطای ناشی از تأثیرات دهانه چاه
۴۱۰	..... ۵-۲ خطای ناشی از تأثیرات اطراف دهانه چاه
۴۱۱	..... ۶-۲ خطاهای رایج
۴۱۳	..... ۷-۲ مشتق اول فشار (PPD)
۴۱۷	..... <b>پیوست</b>
۴۵۰	..... <b>منابع</b>