

بسم الله الرحمن الرحيم
شماره درخواست

۲۰۴۲۰۵۰

۴۸، ۷، ۲

مبانی چاه آزمایی

تألیف:

دکتر حسن مریفی

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

زمستان ۱۳۹۷

سرشناسه	شریفی، محمد، ۱۳۶۲
عنوان و نام پدیدآور	مبانی چاه آزمایی/تألیف محمد شریفی
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، سال ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری	۲۴۲ ص. مصور(رنگی)، جدول، نمودار
شابک	978-964-463-753-7
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	کتاب‌نامه
موضوع	چاه‌های نفت -- آزمایش‌ها
موضوع	Oil wells -- Testing
موضوع	چاه‌های گاز -- آزمایش‌ها
موضوع	Gas wells -- Testing
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
شناسه افزوده	AmirKabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
رده‌بندی کنگره	۶۲۱/۳۸
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۳۸
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۴۵۳۰



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۷/۷/۲۲ شورای چاپ و
بروز دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.

عنوان کتاب	مبانی چاه آزمایی
تألیف	دکتر محمد شریفی
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۷
قیمت	۳۰,۰۰۰ تومان
تیراژ	۱۰۰ نسخه
شابک	ISBN: 978-964-463-753-7
	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۵۳-۷

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست

صفحه

عنوان

۱.....	فصل اول: مقدمه‌ای بر چاه آزمایی
۲.....	۱-۱- اهمیت چاه آزمایی
۵.....	۲-۱- تمایزات مهندسی نفت نسبت به سایر حوزه‌های مهندسی
۶.....	۳-۱- آریخچه چاه آزمایی
۶.....	۱-۱-۱- اندازه‌گیری فشار
۱۰.....	۲-۱-۱- اندازه‌گیری دبی
۱۲.....	۴-۱- چاه آزمایی: کشفی و توسعه‌ای
۱۳.....	۱-۴-۱- چاه آزمایی: چاه‌های توسعه‌ای
۱۴.....	۵-۱- مفاهیم اصلی و دو-فاز چاه آزمایی
۱۸.....	۶-۱- مقدمه‌ای بر معادلات چاه آزمایی
۲۲.....	۷-۱- مسئله معکوس
۲۵.....	فصل دوم: مروری بر مفاهیم اصلی چاه آزمایی
۲۶.....	۱-۲- شبیه‌سازی افت فشار در چاه با مدل‌های مفهومی ساده
۳۳.....	۲-۲- رژیم‌های جریان مختلف
۳۴.....	۳-۲- انواع تست‌های رایج در حوزه چاه آزمایی
۳۴.....	۱-۳-۲- تست کاهش فشار
۳۵.....	۲-۳-۲- تست ساخت فشار
۳۶.....	۳-۳-۲- تست تزریق
۳۶.....	۴-۳-۲- تست کاهشی
۳۷.....	۵-۳-۲- تست‌های تداخل و پالس
۳۷.....	۶-۳-۲- تست با چند دبی
۳۸.....	۴-۲- معادله حاکم بر جریان سیال در محیط متخلخل
۳۸.....	۱-۴-۲- معادله انتشار و حل آن

- ۴۰..... ۵-۲- حل تحلیلی معادله انتشار.....
- ۴۴..... ۵-۲-۱- اعداد بی بعد.....
- ۴۶..... ۵-۲-۲- حل معادله انتشار.....
- ۴۸..... ۵-۲-۳- تولید با دبی ثابت، چاه با شعاع r_w و مخزن بسته.....
- ۴۸..... ۵-۲-۴- تولید با دبی ثابت، چاه با شعاع r_w و مخزن بسته (شبه پایدار).....
- ۴۹..... ۵-۲-۵- تولید با دبی ثابت، مخزن بی نهایت و شعاع چاه r_w
- ۴۹..... ۵-۲-۶- تولید با دبی ثابت، مخزن بی نهایت (فرض ناچیز بودن r_w).....
- ۵۶..... ۶-۲- مفهوم شعاع بررسی.....
- ۶۲..... ۷-۲- اهمیت کاربردی مفهوم شعاع بررسی.....
- ۶۳..... ۸-۲-۱- دوره گذار یا انتهایی گذرا.....
- ۶۵..... فصل سوم: ماهیم پوسته و انباشتگی دهانه چاه.....
- ۶۶..... ۳-۱- عوامل مؤثر بر تغییر فشار ته چاهی در نواحی اطراف چاه.....
- ۶۶..... ۳-۱-۱- انبساط سیال، ریزش چاه.....
- ۷۰..... ۳-۱-۲- تغییر سطح سیال در حجم حلقوی.....
- ۷۷..... ۳-۲- ضریب پوسته.....
- ۸۶..... ۳-۲-۱- رفتار فشاری در حضور اثر انباشتگی و پوسته.....
- ۸۹..... فصل چهارم: بررسی رفتار فشار دوره انتهایی.....
- ۹۰..... ۴-۱- بررسی رفتار فشار دوره انتهایی.....
- ۹۰..... ۴-۲- حالت پایدار.....
- ۹۱..... ۴-۳- شاخص بهره دهی در حالت پایدار.....
- ۹۲..... ۴-۴- حالت شبه پایدار.....
- ۹۶..... ۴-۵- شاخص بهره دهی در حالت شبه پایدار.....
- ۱۰۱..... فصل پنجم: مفهوم مشتق.....
- ۱۰۲..... ۵-۱- مقدمه ای بر مفهوم مشتق در چاه آزمایشی.....
- ۱۰۴..... ۵-۱-۱- رفتار مشتق: دوره اولیه و وجود انباشتگی دهانه چاه.....
- ۱۰۵..... ۵-۱-۲- رفتار مشتق: دوره جریان شعاعی.....

- ۵-۱-۳- رفتار مشتق: دوره انتهایی..... ۱۰۷
- ۵-۲- نمودارهای نمونه..... ۱۰۸
- ۵-۲-۱- نمودار نمونه گرین گارتن..... ۱۱۳
- ۵-۲-۲- نمودار نمونه مشتق..... ۱۱۳
- فصل ششم: اصل برهم نهی و کاربرد آن در تفسیر چاه آزمایشی..... ۱۱۷**
- ۶-۱- اصل برهم نهی..... ۱۱۸
- ۶-۱-۱- وجود چند چاه (کاربرد اصل برهم نهی در مکان)..... ۱۱۸
- ۶-۱-۱- اثر تغییر دبی (کاربرد اصل برهم نهی در زمان)..... ۱۲۳
- ۶-۱-۱- آزمایش ساخت فشار..... ۱۲۴
- ۶-۱-۲- ریس MCH..... ۱۳۴
- ۶-۲- مرز مخزن..... ۱۳۷
- ۶-۲-۱- انواع مررها..... ۱۳۷
- ۶-۳- روش‌های مدل کردن مرز..... ۱۳۸
- ۶-۳-۱- روش چاه‌های تصویری (اصل برهم نهی)..... ۱۳۸
- ۶-۳-۲- تشخیص وجود گسل از آنالیز ساخت فشار..... ۱۴۰
- ۶-۳-۳- مشخص کردن مرزهای مخزن از نمودار مشتق..... ۱۴۴
- فصل هفتم: آزمایش ساق مته..... ۱۴۹**
- ۷-۱- آزمایش ساق مته..... ۱۵۰
- ۷-۱-۱- مراحل یک تست ساق مته..... ۱۵۳
- ۷-۱-۲- تفسیر داده‌های تست ساق مته..... ۱۵۵
- فصل هشتم: چاه آزمایشی مخازن گازی..... ۱۶۱**
- ۸-۱- حرکت گاز در محیط متخلخل..... ۱۶۲
- ۸-۱-۱- به دست آوردن معادله انتشار برای گازها..... ۱۶۳
- ۸-۱-۲- اثر پوسته غیر داری..... ۱۶۶
- ۸-۱-۳- آنالیز فشار گذرا در چاه‌های گازی..... ۱۶۷
- فصل نهم: آزمایش‌های بهره‌دهی..... ۱۷۵**

۱۷۶.....	۹-۱- مقدمه‌ای بر آزمایش‌های بهره‌دهی.....
۱۷۶.....	۹-۱-۱- آزمایش فشار بازگشتی.....
۱۷۸.....	۹-۱-۲- آزمایش متوازن.....
۱۷۹.....	۹-۱-۳- آزمایش متوازن اصلاح شده.....
۱۷۹.....	۹-۲- معادلات تست‌های بهره‌دهی.....
۱۸۹.....	ضمیمه یکم: خلاصه‌ای بر روند یک عملیات تفسیر.....
۱۹۱.....	ضمیمه دوم: روش معکوس‌سازی عددی استفسر.....
۱۹۱.....	ضمیمه سوم: معادله کامل انتشار با در نظر گرفتن اثر انباشتگی دهانه چاه
۱۹۳.....	و اثر پوسته.....
۱۹۷.....	ضمیمه چهارم: اثر بارامترهای مختلف روی نمودارهای چاه آزمایی.....
۱۹۹.....	اثر انباشتگی دهانه چاه.....
۲۰۰.....	اثر پوسته.....
۲۰۱.....	اثر تراوایی.....
۲۰۲.....	اثر اندازه شعاع چاه.....
۲۰۳.....	اثر ابعاد مخزن.....
۲۰۴.....	اثر تخلخل.....
۲۰۵.....	اثر تراکم‌پذیری.....
۲۰۶.....	اثر گرانیروی.....
۲۰۷.....	اثر دبی تولیدی.....
۲۰۹.....	ضمیمه پنجم: مشخصه دوره‌های مختلف چاه آزمایی.....
۲۱۱.....	ضمیمه ششم: تمرین.....
۲۲۰.....	مراجع.....
۲۲۷.....	واژه‌نامه.....
۲۳۳.....	نمادها.....

مقدمه

با توجه به وجود منابع عظیم هیدروکربنی در کشور ما، بهره‌برداری بهینه از این منابع جزء اولویتهای کشور می‌باشد. یکی از اساسی‌ترین کارها در این زمینه، شناخت مناسب از مخزن و مدیریت عملکرد آن است. شاید بتوان گفت یکی از مهم‌ترین ابزار شناخت رفتار دینامیک مخزن استفاده از چاه آزمایشی است. برخلاف اکثر روش‌های دیگر برای به دست آوردن خواص مخزن، چاه آزمایشی به‌طور مستقیم با رفتار واقعی مخزن در شرایط واقعی سروکار دارد. به عبارتی رفتار فشاری چاه و مخزن، نشانگر عملکرد و توانایی بهره‌دهی آن‌ها است. با این وجود، صرف نگاه کردن به رفتار فشاری چاه و مخزن، بیشتر توصیف کمی از پارامترهای مربوط به چاه و مخزن را خواهد داد. به عبارتی برای پیش‌بینی رفتار آینده مخزن و کیفی کردن شناخت خود از مخزن، نیازمند کمی‌سازی اطلاعات خود و به دست آوردن پارامترهای چاه و مخزن هستیم. پارامترهای مخزنی به‌طور مستقیم از بزرگ‌ترین فشاری قابل اندازه‌گیری نیستند. در حقیقت چاه آزمایشی به معنایی مجموعه‌ای از روش‌هاست که با در نظر گرفتن معادلات حاکم بر جریان سیال در محیط متخلخل، این قابلیت را می‌دهد که بتوان با آنالیز داده‌های فشار ته چاهی، پارامترهای مهم چاه و مخزن (به‌عنوان مثال اثر پوسته، براه‌ای، نوع مخزن) را به دست آورد.

در این کتاب سعی بر این شده است تا با تهیه بر تجارب تدریس چندساله در محیط دانشگاه و همچنین تجارب همکاری چندین ساله از کارشناسان این زمینه چاه آزمایشی در صنعت، مفاهیم بنیادی لازم برای انجام یک فرآیند صحیح تفسیر داده‌های فشار ته چاهی ارائه گردد. به این منظور ابتدا سعی شده است مفاهیم اصلی و مهم در حرکت سیال در محیط متخلخل توسط مثال‌های ملموس، معرفی و بسط داده شوند. سپس به آزمون‌های مهم در چاه آزمایشی و همچنین فن‌های موردنیاز برای به دست آوردن خواص مخزن اشاره شده است. نوشتن این کتاب سعی شده است از آخرین کتاب‌ها، مقالات و اطلاعات منتشر شده در زمینه چاه آزمایشی استفاده شود. علاوه بر آن سعی شده است از تجارب تدریس این محبث در دانشگاه‌های ایران و دنیا و همچنین شرکت‌های بین‌المللی که در زمینه انجام عملیات چاه آزمایشی و تفسیر داده‌های فشار ته چاهی فعال‌اند نیز استفاده گردد. نویسندگان امیدوار است این کتاب بتواند قدمی کوچک برای فهم بهتر مبانی حوزه چاه آزمایشی برداشته و برای دانشجویان رشته مهندسی نفت و مهندسان نفت، منبعی مناسب باشد.

محمد شریفی

اسفند ماه ۱۳۹۷