

مهندسی تولید نفت به کمک رایانه

بویون گواو

ویلیام سی. لیونز

علی علم‌پور

مترجم: دکتر علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه: گو، بویان

Guo, Boyun

عنوان و نام پدیدآور: مهندسی تولید نفت به کمک رایانه/ بویون گواو، ویلیام سی. لیونز، علی قلم‌پر؛ مترجم: علی‌اکبر رحمانی.

مشخصات نشر: قزوین: آلائی اندیشه، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۶۰۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۸۷۳-۷۰۰: ۲۵۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی: Petroleum production engineering : a computer-assisted...

یادداشت: کتاب حاضر قبلاً تحت عنوان «مهندسی بهره‌برداری نفت» با ترجمه علی حسینی، سیدعطاءالله سید توسط انتشارات کتاب آوا در سال ۱۳۹۱ منتشر شده است.

یادداشت: واژه‌نامه.

یادداشت: کتابنامه.

یادداشت: نمایه.

عنوان دیگر: مهندسی بهره‌برداری نفت.

موضوع: نفت -- مهندسی -- بهره‌برداری

شناسه افزوده: لایونز، ویلیام سی.، ۱۹۳۷ - م.

شناسه افزوده: Lyons, William C.

شناسه افزوده: قلم‌پر، علی.

شناسه افزوده: Ghaembar, Ali

شناسه افزوده: رحمانی، علی‌اکبر، مترجم.

رده بندی کنگره : ۳۹۴ - ۵۹۴ - TN۸۷۱

رده بندی دیویی : ۶۶۵ ۵

شماره کتابشناسی ملی : ۲۸۸۶۲۳۳

مهندسی تولید نفت به کمک رایانه

مترجم: علی‌اکبر رحمانی

ناشر: آلائی اندیشه

تایپ و صفحه آرایی: سیما اندیشه

ویراستار: شهره کریمی

لیتوگرافی چاپ و صحافی: افق بی پایان

طراح جلد: مهندس کمیل رحمانی

شمارگان: ۵۰۰

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۵

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۸۷۳-۷۰۰

نشانی: قزوین - ملا صدرا - اندیشه ۴ - پلاک ۲۰

مرکز پخش: انتشارات دانش-نگار، میدان انقلاب، خیابان اردیبهشت، نبش وحید

نظری، ۱۴۴۰۰۶۶۴۰۰

پیشگفتار

پیشرفت‌های فناوری محاسبات دیجیتال، در دهه‌ی گذشته، صنعت نفت را متحول کرده است. با استفاده از فناوریهای رایانه‌ای جدید، امروزه مهندسان تولید نفت، بسیار کارآتر از گذشته، در فعالیت‌هایی شامل تحلیل و بهینه‌سازی عملکرد سامانه‌های تولید موجود و طراحی سامانه‌های جدید تولید، کار می‌کنند. مؤلفان، پس از سالها تدریس در دانشگاه‌ها و صنعت، به این نتیجه رسیدند که وجود کتاب درسی که بتواند عملیات فعلی مهندسان تولید جدید را منعکس نماید، ضروری می‌باشد. کتابهای موجود نمی‌توانند اطلاعات کافی در رهی به کارگیری اصول مهندسی برای حل مسائل مهندسی تولید نفت را با فناوریهای رایانه‌ای جدید، در اختیار پژوهشگران قرار دهند. این حقایق، انگیزه‌ی نوشتن کتاب جدید پیش رو را در مؤلفان به وجود آورد.

این کتاب، اساساً برای مهندسان تولید و دانشجویان با تحصیلات عالیه و همچنین فارغ‌التحصیلان، به رشته‌ی تحریر درآمده است. هدف مؤلفان این نیست که اطلاعات عمومی را از کتابهای دیگر کپی کنند. این کتاب، حاصل مؤلفان پس از سالها تدریس مبحث مهندسی تولید نفت در دانشگاه‌ها و صنعت نفت می‌باشد. مأموریت کتاب، فراهم کردن راهنمای ادان برای طراحی، تحلیل و بهینه‌سازی سامانه‌های تولید نفت می‌باشد. نسخه‌ی اصلی این کتاب، به صورت کتاب درسی برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی و فارغ‌التحصیلان مهندسی نفت مورد استفاده قرار گرفته است.

این کتاب به منظور پوشش مفاد کامل مهندسی تولید نفت نوشته شده است و مشتمل بر چهار بخش و هیجده فصل است که فرایند تولید نفت و گاز را به کتاب‌ارایه می‌دهد.

بخش اول، حاوی هشت فصل است که اصول مهندسی تولید نفت را به عنوان اولین دوره برای مهندسان تولید تازه فارغ‌التحصیل شده و دانشجویان کارشناسی نشان می‌دهد. فصل ۱، مقدمه‌ای بر سامانه‌ی تولید نفت را ارایه می‌کند. فصل ۲، خواص نفت و گاز طبیعی را که برای طراحی و تحلیل سامانه‌های تولید نفت و گاز اساسی می‌باشد، مستند می‌کند. فصل‌های ۳ تا ۶، مبحث چاه‌های نفت و گاز را به تفصیل پوشش می‌دهند. فصل ۷، فنون مورد استفاده پیش‌بینی تولید چاه را به جهت تحلیل اقتصادی ارایه می‌کند. فصل ۸، مدل‌های تجربی تحلیل کاهش تولید را توضیح می‌دهد.

بخش دوم، شامل سه فصل می‌باشد که اصول و قوانین طراحی و انتخاب اجزای عمده‌ی سامانه‌های تولید نفت را ارایه می‌کنند.

این فصلها، برای مهندسان تولید نفت تازه فارغ‌التحصیل شده و دانشجویان دوره‌ی کارشناسی نیز نوشته شده‌اند. فصل ۹، طراحی لوله‌ی استخراج را مورد توجه قرار می‌دهد. فصل ۱۰، انتخاب ساده‌ی اجزا

را در سامانه‌های جداسازی و آب‌گیری ارایه می‌کند. فصل ۱۱، انتخاب اصول پمپ‌ها، کمپرسورهای گازی و خطوط لوله را برای حمل نفت و گاز، به تفصیل بیان می‌کند.

بخش سوم، از سه فصل، تشکیل می‌شود که روشهای استخراج مصنوعی را به صورت دوره‌ی دوم برای مهندسان تولید تازه فارغ‌التحصیل و دانشجویان دوره‌ی کارشناسی معرفی می‌نماید. فصل ۱۲، مقدمه‌ای بر سامانه‌ی پمپ با میله‌ی مکنده و دستورالعملهای طراحی آن را ارایه می‌دهد. فصل ۱۳، روش استخراج با تزریق گاز را به طور خلاصه توضیح می‌دهد. فصل ۱۴، روشهای استخراج مصنوعی دیگر و دستورالعملهای طراحی آنها را در اختیار قرار می‌دهد.

بخش چهارم، از چهار فصل تشکیل می‌شود که فنون تقویت تولید را نشان می‌دهند. آنها برای مهندسان تولید با تجربه و دانشجویان فارغ‌التحصیل، طراحی شده‌اند. فصل ۱۵، چگونگی شناسایی مشکلات چاه را توضیح می‌دهد. فصل ۱۶، با طراحی کارهای اسیدزنی سروکار دارد. فصل ۱۷، رهنمونی برای شکستگی هیدرولیک و دینامیک می‌باشد. فصل ۱۸، بعضی از اطلاعات مربوطه‌ی فنون بهینه‌سازی تولید را ارایه می‌کند.

با وجود غنی بودن محتوای کتاب، در حد عالی، تصمیم‌گیری در این باره که هنگام تدوین چه مطالبی باید حذف شود، بزرگترین مشکل بود. رفتار بر این باورند که برای توضیح اساسی دانش در مهندسی تولید نفت به چندین جلد کتاب احتیاج است. بهت مقابله با هرگونه کمبودی که ممکن است بر اثر محدودیت‌های فضا به وجود آید، لیستی از منابع در انتهای هر فصل، در اختیار قرار داده می‌شود که خوانندگان محترم در صورت نیاز به مطالبی بیش از آنکه که ارایه شده، بدون کمترین مشکل، آنها را دنبال کنند.

این کتاب به جای پرداختن به نظریه‌ها، بر ارایه و ترمیم مهندسی مورد استفاده برای طراحی و تحلیل سامانه‌های تولید نفت، متمرکز می‌شود. استخراج مدل‌های ریاضی به جز برای بعضی از عناوین ویژه، از عهده‌ی کتاب خارج است. کاربردهای اصول با حل مثالهای نمونه برپایه شده‌اند. در حالیکه، حل بعضی از مسائل ساده‌ای که دستورالعمل‌های تکراری را درگیر نمی‌کنند، با استفاده از محاسبات مرحله‌ای نشان داده شده‌اند ولی مسائل پیچیده با به کارگیری برنامه‌های رایانه‌ای قابل حل هستند. برنامه‌ها می‌توانند از وبسایت ناشر (<http://books.elsevier.com/companions/9780750682701>) اخذ شوند. ترکیبی از کتاب و برنامه‌های رایانه‌ای، جعبه ابزار کاملی را برای مهندسان تولید، جهت انجام کار روزانه، به مطلوب‌ترین روش فراهم می‌کند. تمام برنامه‌های رایانه‌ای در شکل صفحه‌ی گسترده (spreadsheet) در اکسل MS، که در اکثر سکوهای رایانه‌ای در صنعت نفت موجود می‌باشد، نوشته شده‌اند. این صفحات گسترده دقیق هستند و کاربرد آنها بسیار آسان است. اگرچه واجدهای میادین آمریکایی در کتاب همراه مورد استفاده قرار گرفته-

اند ولی انتخابهای استفاده از واحدهای میدین آمریکایی و واحدهای SI در برنامه‌ها صفحه‌ی گسترده، فراهم گردیده‌اند.

دکتر بویون گواو

مقدمه‌ی مترجم

در رشته‌ی مهندسی نفت، فعالیت‌های مرتبط با تولید هیدروکربنها، نفت خام یا گاز طبیعی، منتظر قرار می‌گیرد. اکتشاف و تولید، در بخش جریان بالادستی صنعت نفت و گاز قرار دارند که توسط دانشمندان و مهندسان نفت‌خام، دو رشته‌ی زیرمینی عمده‌ی صنعت نفت و گاز محسوب می‌شوند که تمرکز آنها بر روی به حداکثر رساندن بازیافت اقتصاد هیدروکربنها از مخازن زیرزمینی می‌باشد. زمین‌شناسی نفت‌خام و زمین‌فیزیک، پیش‌بینی توضیحی ثابت، سنگ مخزن هیدروکربنی را مورد توجه قرار می‌دهند در حالیکه، مهندسی نفت، بر روی ارزیابی حجم قابل بازیافت این منبع، با استفاده از درک تفصیلی رفتار فیزیکی نفت، آب و گاز در درون سنگ متخلخل، در فشار بسیار بالا، متمرکز می‌شود.

تلاش‌های هم‌زمان زمین‌شناسان و مهندسان نفت در سرتاسر عمر انباشت هیدروکربنی، روشی را که در آن مخزن توسعه یافته و تهی می‌شود، تعیین می‌کنند و معمولاً بیشترین تأثیر را بر اقتصاد میدان دارند. مهندسی نفت، به دانش مناسب بسیاری از رشته‌های مربوط دیگر، از قبیل زمین‌فیزیک، زمین‌شناسی نفت، ارزیابی سازند (نگاربرداری چاه)، حفاری، اقتصاد، شبکه‌سازی مهندسی مخزن، مهندسی چاه، سامانه‌های استخراج مصنوعی، تکمیلها و مهندسی تجهیزات نفت و گاز، احتیاج دارد.

کتاب حاضر، که توسط متخصصان فنی مهندسی تولید نفت به رشته‌ی نفت درآمده است، با قلمی شیوا موضوعات مربوط به تولید نفت را پوشش می‌دهد. همانطور که خوانندگان آراسته‌ی علمی خواهند برد، تا آنچه را که یک مهندس نفت باید بداند، در کتاب آرایه شده است. از همه مهم‌تر بخش رایانه‌ها در محاسبات مربوط به تولید نفت به خوبی توضیح داده شده و به صورت مسائل، همراه با حل مطرح گردیده است.

از تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این کتاب مرا یاری می‌کردند کمال تشکر را دارم.

الحمد لله رب العالمین

خرداد ۹۲

فهرست مطالب

بخش ۱: اصول مهندسی تولید نفت

فصل ۱: سامانه‌ی تولید نفت

۱-۱. مقدمه	۲
۲-۱. مخزن	۳
۳-۱. چاه‌ها	۶
۴-۱. جداکننده‌ی سیال	۱۲
۵-۱. پمپ	۱۳
۶-۱. کمپرسور گاز	۱۴
۷-۱. خطوط لوله	۱۵
۸-۱. سامانه‌ی ایمنی کنترل	۱۶
۹-۱. دستگاه واحد‌ها	۲۲
منابع	۲۳
مسائل	۲۳

فصل ۲: خواص نفت و گاز طبیعی

۱-۲. مقدمه	۲۳
۲-۲. خواص نفت	۲۳
۱-۲-۲. نسبت گاز محلول به نفت (GOR)	۲۳
۲-۲-۲. چگالی نفت	۲۴
۳-۲-۲. ضریب حجم تشکیل نفت	۲۴
۴-۲-۲. گرانشی نفت	۲۵
۵-۲-۲. تراکم‌پذیری نفت	۲۵
۳-۲. خواص گاز طبیعی	۲۸
۱-۳-۲. گرانی ویژه گاز	۲۸
۲-۳-۲. فشار و دمای دروغین بحرانی گاز	۲۹
۳-۳-۲. گرانشی گاز	۳۱
۴-۳-۲. ضریب تراکم‌پذیری گاز	۳۴
۵-۳-۲. چگالی گاز	۳۶
۶-۳-۲. ضریب حجم تشکیل گاز	۳۸
۷-۳-۲. تراکم‌پذیری گاز	۳۸

۳۹	خلاصه
۳۹	منابع
۳۹	مسائل

فصل ۳. میزان تولید چاه

۴۳	۱-۳. مقدمه
۴۳	۲-۳. رژیمهای جریان
۴۴	۱-۲-۳. جریان گذر
۴۵	۲-۲-۳. جریان حالت پایا
۴۶	۳-۲-۳. جریان تحت پایای دروغین
۴۸	۴-۲-۳. چاه افقی
۴۸	۳-۳. رابطه‌ی عملکرد درون‌شمارش
۴۹	۱-۳-۳. IPR برای مخازن تک‌فازی (ای)
۵۲	۲-۳-۳. IPR برای مخازن دوفازی
۵۵	۳-۳-۳. IPR برای مخازن نفت دوفازی جزئی
۵۷	۴-۳. ساخت منحنی‌های IPR با استفاده از نقاط آزمایش
۶۲	۵-۳. IPR کامپوزیت مخازن چینه‌دار
۶۳	۱-۵-۳. مدل‌های IPR کامپوزیت
۶۴	۱-۱-۵-۳. جریان مایع تک‌فازی
۶۵	۲-۱-۵-۳. جریان دوفازی
۶۵	۳-۱-۵-۳. جریان دوفازی جزئی
۶۶	۲-۵-۳. کاربردها
۶۶	۶-۳. IPR آتی
۶۹	۱-۶-۳. روش وجل
۷۱	۲-۶-۳. روش فنکوویچ
۷۴	خلاصه
۷۵	منابع
۷۵	مسائل

فصل ۴. عملکرد سوراخ چاه

۷۸	۱-۴. مقدمه
۷۸	۲-۴. جریان مایع تک‌فازی

۸۳	۳-۴. جریان چند فازی در چاه‌های نفت
۸۴	۱-۳-۴. رژیم‌های جریان
۸۴	۲-۲-۴. انباشت مایع
۸۵	۳-۳-۴. مدل‌های TPR
۸۵	۱-۳-۴. مدل‌های جریان همگن
۹۳	۲-۳-۴. مدل‌های جریان مجزا
۹۹	۴-۴. جریان گاز تک‌فازی
۱۰۰	۱-۴-۴. روش مای میانگین و ضریب تراکم‌پذیری
۱۰۳	۲-۴-۴. ریس کالندر و اسمیت
۱۰۵	۵-۴. جریان سه‌آل در چاه‌های گازی
۱۰۶	خلاصه
۱۰۶	منابع
۱۰۶	مسائل

فصل ۵. عملکرد کاهنده

۱۰۹	۱-۵. مقدمه
۱۰۹	۲-۵. جریان صوتی و مادون صوتی
۱۱۰	۳-۵. جریان مایع تک‌فازی
۱۱۲	۴-۵. جریان گاز تک‌فازی
۱۱۲	۱-۴-۵. جریان مادون صوت
۱۱۳	۲-۴-۵. جریان صوتی
۱۱۴	۳-۴-۵. دما در کاهنده
۱۱۴	۴-۴-۵. کاربردها
۱۲۰	۵-۵. جریان چندفازی
۱۲۰	۱-۵-۵. جریان بحرانی (صوتی)
۱۲۱	۲-۵-۵. جریان کمتر از بحرانی (مادون صوتی)
۱۲۶	خلاصه
۱۲۷	منابع
۱۲۷	مسائل

فصل ۶. میزان تولید چاه

۱۳۰	۱-۶. مقدمه
۱۳۰	۲-۶. تحلیل گره‌ای
۱۳۰	۱-۲-۶. تحلیل با استفاده از گره ته چاه
۱۳۱	۱-۱-۲-۶. چاه گاز
۱۳۴	۲-۱-۲-۶. چاه نفت
۱۴۲	۲-۲-۶. تحلیل با استفاده از گره لوازم سرچاه
۱۴۲	۱-۲-۲-۶. چاه گاز
۱۴۶	۲-۲-۲-۶. چاه نفت
۱۵۴	۳-۶. میزان تولید چاه چند
۱۵۷	۱-۳-۶. چاه گاز
۱۶۰	۲-۳-۶. چاه نفت
۱۶۵	خلاصه
۱۶۶	منابع
۱۶۶	مسائل

فصل ۷. پیش‌بینی تولید چاه

۱۷۲	۱-۷. مقدمه
۱۷۲	۲-۷. تولید نفت در دوره‌ی جریان گذار
۱۷۵	۳-۷. تولید نفت در حین دوره‌ی جریان حالت پایای دروغین
۱۷۵	۱-۳-۷. تولید نفت در حین دوره‌ی جریان تک‌فازی
۱۷۸	۲-۳-۷. تولید نفت در حین دوره‌ی جریان دوفازی
۱۸۱	۴-۷. تولید گاز در حین دوره‌ی جریان گذار
۱۸۲	۵-۷. تولید گاز در حین دوره‌ی جریان حالت پایای دروغین
۱۸۶	خلاصه
۱۸۷	منابع
۱۸۷	مسائل

فصل ۸. تحلیل کاهش تولید

۱۹۰	۱-۸. مقدمه
-----	------------

۱۹۰	۲-۸. کاهش نمایی
۱۹۰	۱-۲-۸. آهنگ کاهش نسبی
۱۹۲	۲-۲-۸. کاهش آهنگ تولید
۱۹۳	۳-۲-۸. تولید تجمعی
۱۹۳	۴-۲-۸. تعیین آهنگ کاهش
۱۹۴	۵-۲-۸. آهنگ کاهش مؤثر
۱۹۷	۳-۸. کاهش هماهنگ
۱۹۸	۴-۸. کاهش دلولی
۱۹۸	۵-۸. شناسایی مدل
۲۰۰	۶-۸. تعیین بارهای راه
۲۰۱	۷-۸. مثالهای ترسیبی
۲۰۶	خلاصه
۲۰۷	منابع
۲۰۷	مسائل

بخش ۲. طراحی و انتخاب تجهیزات

فصل ۹. رشته لوله‌ی تولید (استخراج) چاه

۲۱۱	۱-۹. مقدمه
۲۱۱	۲-۹. مقاومت لوله‌ی استخراج
۲۱۶	۳-۹. طراحی لوله‌ی استخراج (یا لوله‌ی تولید)
۲۱۶	۱-۳-۹. طراحی کشش، رمبش و ترکیدن
۲۱۷	۲-۳-۹. جلوگیری از کمانش در حین تولید
۲۱۹	۳-۳-۹. ملاحظات چاره‌کاری و تحریک چاه
۲۲۰	۱-۳-۳-۹. تأثیر دما
۲۲۰	۲-۳-۳-۹. تأثیر فشار
۲۲۲	۳-۳-۳-۹. تأثیر کلّ دما و فشار
۲۳۵	خلاصه
۲۳۶	منابع
۲۳۶	مسائل

فصل ۱۰. سامانه‌های جداسازی

۲۲۷	۱-۱۰. مقدمه
۲۲۷	۲-۱۰. سامانه‌ی جداسازی
۲۲۷	۱-۲-۱۰. اصول جداسازی
۲۲۸	۲-۲-۱۰. انواع جداکننده‌ها
۲۲۹	۱-۲-۲-۱۰. جداکننده‌های عمودی
۲۳۰	۲-۲-۲-۱۰. جداکننده‌های افقی
۲۳۲	۳-۲-۲-۱۰. جداکننده‌های کروی
۲۳۳	۳-۲-۱۰. عوامل مؤثر در جداسازی
۲۳۳	۴-۲-۱۰. انتخاب جداکننده
۲۳۴	۱-۴-۲-۱۰. ظرفیت گاز
۲۳۵	۲-۴-۲-۱۰. ظرفیت مایع
۲۴۰	۵-۲-۱۰. جداسازی مرحله‌ای
۲۴۱	۳-۱۰. سامانه‌ی آب‌گیری
۲۴۱	۱-۳-۱۰. محتوای آب جریانهای گاز طبیعی
۲۴۲	۲-۳-۱۰. روشهای آب‌گیری
۲۴۳	۱-۲-۳-۱۰. آب‌گیری به وسیله‌ی سردکردن
۲۴۳	۲-۲-۳-۱۰. آب‌گیری به وسیله‌ی جذب (سطحی)
۲۴۶	۳-۲-۳-۱۰. آب‌گیری توسط جذب
۲۴۶	۱-۳-۲-۳-۱۰. فرایند آب‌گیری توسط گلیکول
۲۴۷	۲-۳-۲-۳-۱۰. مزایا و محدودیت‌ها
۲۴۷	۳-۳-۲-۳-۱۰. تعیین اندازه‌ی واحد آب‌گیر گلیکول
۲۵۷	خلاصه
۲۵۷	منابع
۲۵۷	مسائل

فصل ۱۱. سامانه‌های انتقال نفت و گاز

۲۵۹	۱-۱۱. مقدمه
۲۵۹	۱۱- پمپها
۲۶۰	۱-۲-۱۱. پمپهای تربلکس
۲۶۲	۲-۲-۱۱. پمپهای دوبلکس

۲۶۵	۳-۱۱. کمپرسورها
۲۶۶	۱-۳-۱۱. انواع کمپرسورها
۲۶۸	۲-۳-۱۱. کمپرسورهای پیستونی
۲۸۰	۳-۳-۱۱. کمپرسورهای مرکز گریز
۲۸۴	۴-۱۱. خطوط لوله
۲۸۵	۱-۴-۱۱. جریان در خطوط لوله
۲۸۹	۱-۴-۱۱. جریان نفت
۲۹۱	۲-۴-۱۱. جریان گاز
۲۹۲	۱-۱-۴-۱۱. معادله ویموث برای جریان افقی
۲۹۶	۲-۲-۱-۴-۱۱. معادله ویموث برای جریان غیر افقی (شیب دار)
۲۹۷	۳-۲-۱-۴-۱۱. معادله ویموث A برای جریان افقی
۲۹۷	۴-۲-۱-۴-۱۱. معادله ویموث B برای جریان افقی (بنهندل اصلاح شده)
۲۹۸	۵-۲-۱-۴-۱۱. معادله ویموث کلیت در جهت جریان افقی
۲۹۸	۶-۲-۱-۴-۱۱. بازدهی خط لوله
۲۹۹	۲-۴-۱۱. طراحی خط لوله
۲۹۹	۱-۱-۲-۴-۱۱. دستورالعمل طراحی
۳۰۱	۲-۱-۲-۴-۱۱. طراحی مربوط به فشار درونی
۳۰۳	۳-۱-۲-۴-۱۱. طراحی مربوط به فشار بیرونی
۳۰۵	۴-۱-۲-۴-۱۱. خوردگی مجاز
۳۰۶	۵-۱-۲-۴-۱۱. شرط آزمایش هیدروستاتیکی را بررسی کنید
۳۰۷	۲-۲-۴-۱۱. طراحی عایق بندی
۳۰۸	۱-۲-۲-۴-۱۱. مواد عایق بندی
۳۰۹	۲-۲-۲-۴-۱۱. مدل های انتقال گرما
۳۱۷	خلاصه
۳۱۷	منابع
۳۱۸	مسائل

بخش ۳: روشهای استخراج مصنوعی

فصل ۱۲. پمپاژ با استفاده از میله ی مکنده

۳۲۱	۱-۱۲. مقدمه
۳۲۲	۲-۱۲. سامانه ی پمپاژ

۳۳۵	۳-۱۲. حرکت میله‌ی صیقلی
۳۳۰	۴-۱۲. بار به واحد پمپاژ
۳۳۰	۱-۴-۱۲. حداکثر PRL
۳۳۲	۲-۴-۱۲. حداقل PRL
۳۳۲	۳-۴-۱۲. وزنه‌های تعادل
۳۳۳	۴-۴-۱۲. گشتاور پیک و حد سرعت
۳۳۵	۵-۴-۱۲. رشته‌های میله‌های مخروطی
۳۴۰	۵-۱۲. میزان جریان پمپ و قدرت مورد نیاز
۳۴۰	۱-۵-۱۲. طول ضربه‌ی مؤثر ستون
۳۴۳	۲-۵-۱۲. بازدهی حجمی
۳۴۴	۳-۵-۱۲. الزامات قدرت
۳۴۷	۶-۱۲. دستورالعمل انتخاب واحد پمپاژ
۳۵۲	۷-۱۲. اصول تحلیل عملکرد پمپ
۳۵۷	خلاصه
۳۵۷	منابع
۳۵۷	مسائل

فصل ۱۳. استخراج با تزریق گاز

۳۶۰	۱-۱۳. مقدمه
۳۶۱	۲-۱۳. سامانه‌ی استخراج با تزریق گاز
۳۶۳	۳-۱۳. ارزیابی پتانسیل استخراج با تزریق گاز
۳۶۹	۴-۱۳. الزامات تراکم گاز برای استخراج با تزریق گاز
۳۶۱	۱-۴-۱۳. دبی گاز لازم
۳۷۰	۲-۴-۱۳. لازمه‌ی فشار گاز خروجی
۳۷۰	۱-۲-۴-۱۳. فشار تزریق در عمقی که شیر قرار داده می‌شود
۳۷۰	۲-۲-۴-۱۳. فشار تزریق در سطح
۳۷۱	۳-۲-۴-۱۳. فشار جریان رو به بالای کاهنده‌ی جریان
۳۷۲	۱-۳-۲-۴-۱۳. جریان صوتی
۳۷۳	۲-۳-۲-۴-۱۳. جریان زیر صوتی
۳۷۳	۴-۲-۴-۱۳. فشار لوله‌ی توزیع گاز

۳۷۶	۱۳-۴-۳. قدرت تراکم لازم
۳۷۷	۱۳-۴-۱. کمپرسورهای پیستونی
۳۷۸	۱۳-۴-۱-۱. بازدهی حجمی
۳۷۹	۱۳-۴-۱-۲. تراکم مرحله‌ای
۳۷۹	۱۳-۴-۱-۳. قدرت اسب با آنتروپی ثابت
۳۸۲	۱۳-۴-۲. کمپرسورهای مرکزگریز
۳۸۹	۱۳-۵. انقباض شیرهای استخراج با تزریق گاز
۳۸۹	۱۳-۵-۱. بوال تخلیه کردن
۳۹۰	۱۳-۵-۲. ریزگیهای شیر
۳۹۱	۱۳-۵-۱-۲. شیر فشار
۳۹۱	۱۳-۵-۱-۱. شیر موازن
۳۹۳	۱۳-۵-۱-۲. شیر موازن
۳۹۴	۱۳-۵-۱-۳. شیر کمکی
۳۹۵	۱۳-۵-۲-۲. شیر فشار شکن
۳۹۵	۱۳-۵-۲-۳. شیری که توسط سیال به مایعات واداشته می شود
۳۹۶	۱۳-۵-۲-۴. شیرهای ترکیبی
۳۹۸	۱۳-۵-۳. فاصله بندی شیرها
۴۰۲	۱۳-۵-۴. انتخاب و آزمایش شیر
۴۰۳	۱۳-۵-۴-۱. تعیین اندازه ی شیر
۴۰۴	۱۳-۵-۴-۲. آزمایش شیر
۴۰۷	۱۳-۶. موضوعات ویژه در استخراج با تزریق گاز جریان متناوب
۴۱۲	۱۳-۷. طراحی تأسیسات استخراج با تزریق گاز
۴۱۴	خلاصه
۴۱۵	منابع
۴۱۵	مسائل
	فصل ۱۴. روشها استخراج مصنوعی دیگر
۴۲۰	۱۴-۱. مقدمه
۴۲۱	۱۴-۲. پمپ غوطه‌ور (زیرآبی) برقی
۴۲۲	۱۴-۱-۲. اصول پمپهای زیرآبی برقی
۴۲۴	۱۴-۲-۲. کاربردهای ESPها

۴۲۸	۳-۱۴. پمپاژ با پیستون هیدرولیکی
۴۲۴	۴-۱۴. پمپ حفره‌ای پیشرفته
۴۲۵	۱-۴-۱۴. ویژگیهای PCP درون جاهی
۴۲۷	۲-۴-۱۴. انتخاب PCP درون چاه
۴۲۸	۳-۴-۱۴. انتخاب رشته‌لوله‌ی رانش
۴۲۹	۴-۴-۱۴. انتخاب محرک سطحی
۴۲۹	۵-۱۴. استخراج با پیستون شناور
۴۴۱	۱-۵-۱۴. اصول کاری
۴۴۴	۲-۵-۱۴. رهنمون و آجی
۴۴۵	۱-۲-۵-۱۴. ارزیابی آهسته‌های تپید با بالاآوری پیستونی
۴۴۵	۲-۲-۵-۱۴. GLR و الزامات طرح فشار
۴۴۵	۱-۲-۲-۵-۱۴. قوانین ساده
۴۴۷	۲-۲-۲-۵-۱۴. روش تحلیلی
۴۴۸	۳-۲-۵-۱۴. مدل‌های بالاآوری پیستونی
۴۴۸	۱-۳-۲-۵-۱۴. معادلات اساسی فاس و گال (Faulstich)
۴۵۲	۶-۱۴. پمپ فواره‌ای هیدرولیکی
۴۵۲	۱-۶-۱۴. اصول کاری
۴۵۳	۲-۶-۱۴. پارامترهای فنی
۴۵۳	۳-۶-۱۴. انتخاب پمپهای فواره‌ای
۴۵۶	خلاصه
۴۵۷	منابع
۴۵۷	مسائل

بخش ۴. بهبود تولید

فصل ۱۵. شناسایی مشکلات چاه

۴۶۰	۱-۱۵. مقدمه
۴۶۰	۲-۱۵. تولید پایین
۴۶۱	۱-۲-۱۵. تحلیل داده‌های گذار فشار
۴۷۱	۳-۱۵. تولید گاز اضافی

۴۷۳	۱۵-۴. تولید آب اضافی
۴۷۵	۱۵-۵. بارگذاری (انباشت) مایع چاه‌های گازدار
۴۷۶	۱۵-۵-۱. روش تورنر و همکاران
۴۷۸	۱۵-۵-۲. روش گواو و همکاران
۴۷۸	۱۵-۵-۲-۱. حداقل انرژی جنبشی
۴۸۰	۱۵-۵-۲-۲. مدل جریان چهارفازی
۴۸۱	۱۵-۵-۲-۲. حداقل آهنگ لازم تولید گاز
۴۸۴	خلاصه
۴۸۵	منابع
۴۸۵	مسائل
	فصل ۱۶. اسیدزنی سینه سنگ
۴۸۷	۱۶-۱. مقدمه
۴۸۷	۱۶-۲. برهم‌کنش اسید-سنگ
۴۸۷	۱۶-۲-۱. واکنشهای شیمیایی اولیه
۴۸۸	۱۶-۲-۲. قدرت انحلال اسیدها
۴۸۸	۱۶-۲-۳. سینتیک واکنش
۴۸۸	۱۶-۳. طراحی اسیدزنی ماسه‌سنگ
۴۸۹	۱۶-۳-۱. انتخاب اسید
۴۹۰	۱۶-۳-۲. حجم اسید لازم
۴۹۲	۱۶-۳-۳. آهنگ تزریق اسید
۴۹۳	۱۶-۳-۴. فشار تزریق اسید
۴۹۵	۱۶-۴. طراحی اسیدزنی سنگهای کربناتی
۴۹۵	۱۶-۴-۱. انتخاب اسید
۴۹۶	۱۶-۴-۲. پارامترهای اسیدزنی
۴۹۸	خلاصه
۴۹۸	منابع
۴۹۹	مسائل
	فصل ۱۷. شکست هیدرولیکی
۵۰۱	۱۷-۱. مقدمه

۵۰۲	۲-۱۷. فشار شکست سازند
۵۰۵	۳-۱۷. هندسه‌ی شکست
۵۰۵	۱-۳-۱۷. مدل شکست شعاعی
۵۰۶	۲-۳-۱۷. مدل KGD
۵۰۷	۳-۳-۱۷. مدل PKN
۵۰۸	۴-۳-۱۷. مدل‌های سه‌بعدی و سه‌بعدی دروغین
۵۱۴	۵-۱۷. طراحی شکستگی هیدرولیکی
۵۱۵	۱-۵-۱۷. انتخاب جال شکستگی
۵۱۵	۲-۵-۱۷. انتخاب برینت
۵۱۷	۳-۵-۱۷. حداکثر فشار عملی
۵۱۸	۴-۵-۱۷. انتخاب مدل شکستگی
۵۱۹	۵-۵-۱۷. انتخاب اندازه‌ی عملیات
۵۲۴	۶-۵-۱۷. پیش‌بینی تولید و تحلیل‌های IPV
۵۲۵	۶-۱۷. ارزیابی پس‌شکستگی
۵۲۵	۱-۶-۱۷. تطبیق فشار
۵۲۸	۲-۶-۱۷. تحلیل آزمایش تجمع فشار
۵۳۰	۳-۶-۱. فنون ارزیابی دیگر
۵۳۰	خلاصه
۵۳۱	منابع
۵۳۱	مسائل

فصل ۱۸. بهینه‌سازی تولید

۵۳۴	۱-۱۸. مقدمه
۵۳۵	۲-۱۸. چاه با جریان طبیعی
۵۳۶	۳-۱۸. چاهی که استخراج در آن با تزریق گاز صورت می‌گیرد
۵۳۷	۴-۱۸. چاهی که توسط پمپی با میله‌ی مکنده تولید می‌کند
۵۴۰	۵-۱۸. جداکننده
۵۴۶	۶-۱۸. شبکه‌ی خط لوله
۵۴۶	۱-۶-۱۸. خطوط لوله به صورت سری
۵۴۷	۲-۶-۱۸. خطوط لوله به صورت موازی
۵۴۸	۳-۶-۱۸. خطوط لوله‌ی حلقوی (کمکی)

۵۵۲	۷-۱۸. تجهیزات استخراج با تزریق گاز
۵۵۴	۸-۱۸. میادین تولید نفت و گاز
۵۵۴	۱-۸-۱۸. انواع شبکه‌های جریان
۵۵۶	۲-۸-۱۸. رویکردهای بهینه‌سازی
۵۵۶	۱-۲-۸-۱۸. رویکرد شبیه‌سازی
۵۵۶	۲-۲-۸-۱۸. رویکرد بهینه‌سازی
۵۵۶	۳-۸-۱۸. دستورالعمل بهینه‌سازی تولید
۵۵۷	۸-۱۸. نرم‌افزار بهینه‌سازی تولید
۵۵۷	۴-۸-۱۸. ReO
۵۵۹	۲-۴-۸-۱۸. HY, YS
۵۶۰	۳-۴-۸-۱۸. مدل FAST paper
۵۶۰	۹-۱۸. درآمد کاهش یافته
۵۶۱	خلاصه
۵۶۱	منابع
۵۶۱	مسائل
۵۶۵	واژگان انگلیسی - فارسی
۵۶۹	واژگان فارسی - انگلیسی
۵۷۳	نمایه‌ها