

ون گلف - راخت

مبانی مهندسی

مخازن شکاف دار

مهندس سید مرتضی سادات نوریه



آییژ

- سرشناسه : گلف-راخت، تنودور وان، ۱۹۲۴- م.
 Golf-Racht, Theodor D. van.
 عنوان و نام پدیدآور : مبانی مهندسی مخازن شکافدار / تالیف تنودور ون گلف-راخت :
 ترجمه سید مرتضی سادات نوریه.
 مشخصات نشر : تهران، آبیژ، ۱۳۸۹.
 مشخصات ظاهری : ۱۸، ۷۱۸ ص. مصور. جدول. نمودار.
 شابک : 978-964-970-104-2
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : عنوان اصلی: Fundamentals of fractured reservoir engineering, 1982.
 موضوع : نفت -- مهندسی مخازن زیرزمینی.
 موضوع : سنگها -- مکانیک.
 موضوع : مکانیک -- شکست اجسام.
 شناسه افزوده : سادات نوریه، مرتضی. ۱۳۴۴ - مترجم.
 رده بندی کنگره : TN۸۷۱/۵۸ م۲ ۱۳۸۹
 رده بندی دیویی : ۶۲۲/۳۳۸۲
 شماره کتابخانه ملی : ۱۱۶۲۱۰۳



- کتاب : مبانی مهندسی مخازن شکافدار
- تالیف : تنودور ون گلف - راخت
- ترجمه : سید مرتضی سادات نوریه
- ناشر : آبیژ
- قطع : وزیری
- نوبت : اول
- تاریخ : بهار ۱۳۸۹
- تیراژ : ۱۵۰۰
- صفحات : ۷۳۶
- شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۰-۱۰۴-۲
- قیمت : ۲۰۰۰۰ تومان

مراکز پخش

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی.

پلاک ۷، تلفن: ۱۸ - ۶۶۵۶۶۵۰۹

نوپردازان: تهران، خیابان لیافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸.

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۲ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

تاریخچه مخازن شکاف دار همسان با کشف نفت می باشد. آقای لورسون در مارس سال ۱۹۵۲ توانست تخلخل شکاف ها را ارایه دهد که دو سال پس از مطالعات زمین شناسی دریکس در سال ۱۸۶۱ نیز اشاراتی به آن شده بود. اندروس نیز مدعی شده که شکاف های موجود در راستای محور طاق دیس ها را می توان نخستین مورد از تجمع نهشته های نفتی در خانواده شکاف ها و ترک ها (گسستگی) قرار داد. در اوایل سال ۱۹۵۰ یعنی همزمان با کشف مخزن مهم اسپرایی در غرب تگزاس و نیز مطالعات عمیق تر روی چین خوردگی های خاورمیانه موجبات علاقمندی بیشتر به توسعه مخازن شکاف دار گردید. در خلال سال های بعد دهه ۵۰ میلادی مطالعات گسترده تری روی این دو میدان اخیر شامل بررسی زمین شناسی، توصیف مخزن، بررسی جریان به سمت چاه و فرآیندهای رانش صورت گرفته است. اما مستندات این تحقیقات فاقد یکپارچگی لازم در خصوص مخازن شکاف دار بوده لذا نیاز به مکتوبی فراگیر در مخازن شکاف دار احساس می شد و من بر آن شدم که کتابی در مورد ارزیابی فرآیند شکاف ها و خواص جریان سیال به همراه بررسی تاریخچه رفتار و تولید مخزن تهیه کنم تا در اختیار علاقمندان قرار گیرد.

با توجه به ارایه قوانین جدید در خصوص خواص دینامیکی مخزن شکاف دار یک مهندس مخزن یا زمین شناس نیازمند به صرف زمان زیادی جهت حل مسایل مختلف نیست. تولید مجاز چاه های موجود در مخازن شکاف دار (از طریق شبیه سازی) به دلیل اختلاف اساسی در جریان های حد واسط سیال قابل استفاده برای این مخازن نیست. علاوه بر آن در شرایطی که اساس کار مخازن شکاف دار می باشد، حتی فرآیند رانش ساده (نظیر آب یا گاز محلول) که در آنها باید به فرآیندهای آشام و ریزش توجه نمود غیر ممکن است. به منظور داشتن دیدگاه بهتری از مخزن، رویکردهای ذیل در بخش های سه گانه کتاب ارایه شده اند:

بخش اول شامل توصیف مخزن،

بخش دوم بررسی جریان به سمت چاه،

بخش سوم به فرآیند جریان در مخزن شکاف دار.

تولید شکاف ها، شناسایی آنها و فرآیند تشکیل به همراه اطلاعات پیرامون کلیه نمونه ها در بخش اول بررسی خواهد شد.

جریان در شکاف ها و نیز شبیه سازی جریان ماتریکس - شبکه شکاف که بر مبنای جریان شعاعی - متقارن توسعه داده شده است به تفضیل در بخش دوم آمده است.

در بخش سوم، فرآیندهای جریان تلفیقی با رویکردهای جدید سه فاز گاز، نفت و آب و

نقش نیروهای ثقلی و موئین در رانش آبی و گاز محلول در مخازن شکافدار مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مطالب ارایه شده در این کتاب حاصل مطالعات شخصی در مخازن شکافدار اروپا و خاورمیانه در خلال دو دهه اخیر می باشد. بررسی های میدانی در نهایت منجر به شناخت خواص مخازن و نیز ارایه نظریات در خصوص فرآیندهای رانش در این مخازن گردیده است. در مجموع بحث های تخصصی در خلال آزمایشات از مبانی توسعه کتاب حاضر می باشد. بر خود لازم می دانیم که از زحمات آقای موسکات (۱۹۶۳) از لندن که در بخش سوم کتاب در مورد خواص مخزن راگوسا (سیسیلی) منعکس شده سپاسگزاری کنم. مطالعات ایشان در مورد فرآیند جریان شکاف و میزان حجم جریان مربوطه در ازای رانش سفره آبی حاوی رویکردهای اساسی است که در فصول ۹ و ۱۰ به آنها پرداخته شده است. در ادامه طی دهه اخیر که مبانی مخازن شکافدار طبیعی گسترش زیادی نموده و در سمینارهای زیادی توسط اینجانب ارایه شده که در متن کتاب نیز به آنها اشاره شده است. از جمله می توان به یک دوره در انجمن زمین شناسی دانشگاه میلان (۷۳-۱۹۶۸) و نیز بخش دیگری در انجمن نفت دانشگاه تروند هایم در سال ۸۰-۱۹۷۳ اشاره کرد. مطالب ارایه شده در انجمن معدن تورین (۱۹۷۳) برای مهندسان YPF (بویونس آیرس)، همچنین مهندسان نفت پتروبراس (ریودو ژانیرو) و استات اوایل (استاونجر) نیز از آن جمله اند.

در این اثنا نتایج حاصل از مقایسه داده های میدانی و نظریه های مربوط به پیش بینی رفتار مخزن شکافدار در این کتاب اشاره شده که منجر به ارایه مبانی جدیدی در دانش مهندسی نفت و فرآیند جریان گردیده است. ذکر این نکته ضروری است که از تجارب و مطالعات دانشجویان دانشگاه ها و مهندسان نفت در عملیات میدانی در مخازن شکافدار بهره فراوانی برده شده است. با استفاده از بحث های جدید این کتاب می توان از بروز اشتباهاتی که در خلال استفاده از خواص مخازن ساده به جای شکافدار پیش می آید جلوگیری نموده و رفتار مخازن شکافدار طبیعی را ارزیابی کرد. در نهایت امیدوارم که از طریق این کتاب به مفاهیم اساسی مخازن شکافدار آگاهی یافته و بتواند موجب دلگرمی علاقمندان در این زمینه گردد.

شایسته است که از کلیه کسانی که در تهیه این اثر مرا یاری نمودند قدردانی نمایم. نخست از دیوید نیکلین که در تهیه فصل سوم و همسر ایشان پاتریشیا که رونوشت های اولیه را تهیه نموده اند سپاسگزاری کنم. تشکر فراوان من از آلن داملت که تایپ بیشترین بخش های این کتاب را برعهده داشتند و نیز گرت گلاس برای ویرایش و چاپ و همچنین کاری اندرسون که زحمات ترسیم را برعهده داشتند می باشد. از مؤسسه Impact Graphic نیز برای ارایه نسخه نهایی چاپی سپاسگزارم. تشکر ویژه من از انجمن مهندسی نفت (SPE) که اجازه چاپ اشکال و جداول را صادر نموده اند خواهد بود.

پاریس، می ۱۹۸۱

پروفسور دکتر تنودور ون گلف - راخت

سپاس بیکران خداوند را که بار دیگر به این بنده حقیر توفیق داد که بتوانم خدمت ناچیز دیگری در راه اعتلای دانش مهندسی نفت انجام دهم. مهندسی مخزن دارای سابقه‌ای دیرین به‌اندازه صنعت نفت می‌باشد و کتب متعددی نیز توسط اساتید برجسته دانشگاه در این زمینه تألیف و ترجمه شده است. اما در خصوص مهندسی مخازن شکاف‌دار تاکنون به جز منابع خارجی (که محدود نیز هستند) مرجع خاصی در اختیار دانشجویان به‌ویژه مقاطع تکمیلی و نیز پژوهشگران حوزه مهندسی نفت نبوده و خلاء کتابی جدید که بتواند تمامی سرفصل‌های جدید را پوشش دهد احساس می‌شد. گرچه مطالعه و استفاده مستقیم از منابع خارجی شایسته‌تر می‌باشد، ولی به هر حال با عنایت به اولین اصل ترجمه یعنی رعایت امانت و وفاداری به اصل کتاب و دیدگاه‌های مؤلف (که در این مکتوب نیز رعایت شده است) می‌توان به ترجمه کتب استناد نمود.

کتاب حاضر برگردان *Fundamentals of Fractured Reservoir Engineering* اثر دکتر تودور ون گلف-راخت از اساتید برجسته رشته مهندسی نفت در نیم قرن اخیر می‌باشد. این کتاب دومین اثر ترجمه چاپی این‌جانب نیز می‌باشد که شامل ۱۲ فصل بوده و در قالب ۳ بخش اصلی گنجانده شده است.

بخش اول توصیف مخزن شکاف‌دار شامل مبانی زمین‌شناسی، تشخیص و ارزیابی شکاف‌ها، مطالعه برخی مخازن شکاف‌دار شاخص، خواص فیزیکی سنگ‌ها و ارزیابی شکاف از طریق نمودارها می‌باشد.

در بخش دوم که تحت عنوان جریان سیال به سمت چاه است، به بررسی حرکت سیال به طرف چاه در یک محیط غیر متخلخل و نیز حرکت در محیط با تخلخل دوگانه و سرانجام مسایل خاص در خصوص جریان به سمت چاه پرداخته خواهد شد.

بخش سوم شامل حرکت در مخزن می‌باشد به حرکت سیال درون بلوک ماتریکس منفرد، فرآیندهای تولید از مخزن شکاف‌دار، شبیه‌سازی عددی مخزن و مثال‌هایی از مخازن شکاف‌دار اشاره می‌کند.

در ترجمه سعی شده تا ضمن حفظ مفاهیم متن کتاب تا جایی که به بار معنایی آن آسیب نرساند از واژه‌های فارسی، ساده و روان استفاده شود، مگر در مواردی که ناگزیر از استفاده کلمات و اصطلاحات انگلیسی شده که در حد توان اصل معنا حفظ شده است.

بدیهی است که تنها ذات حق تعالی از اشتباه مصون است، لذا از کلیه عزیزانی که در آینده

انتقادات و اشکالاتی را که در کتاب رؤیت نموده و متذکر شوند سپاسگذارم و توفیق همه عزیزان را از خداوند منان آرزو مندم.
در خاتمه امیدوارم این اثر بتواند کمک ناچیزی برای کلیه دانشجویان، پژوهشگران و علاقمندان به دانش مهندسی نفت باشد.

سید مرتضی سادات نوریه

اهواز - زمستان ۱۳۸۸

فهرست مطالب

بخش اول: توصیف مخزن

فصل ۱: مبانی زمین‌شناسی.....	۵
۱-۱ مقدمه.....	۵
۱-۱-۱ شکستگی چیست؟.....	۶
۲-۱-۱ منشاء شکاف.....	۶
۲-۱ شرایط زمین‌شناسی شکستگی.....	۸
۱-۲-۱ ارتباط بین شکستگی و مکانیک سنگ.....	۸
۲-۲-۱ شکستگی در اثر عوارض زمین‌شناسی.....	۱۵
۳-۲-۱ شکستگی‌ها و خواص سنگ.....	۲۲
۳-۱ مدل‌های زمین‌شناسی برای شبیه‌سازی شکستگی.....	۲۶
۱-۳-۱ مدل‌سازی بر اساس روش عناصر متناهی.....	۲۷
۲-۳-۱ روابط لازم برای عناصر متناهی در نمونه مواد ویسکو-پلاستیک.....	۲۸
۳-۳-۱ حل محاسبات عددی.....	۲۹
۴-۳-۱ بررسی برنامه‌ها.....	۳۰
۴-۱ پیدایش استیلولیت و درزها.....	۳۳
۱-۴-۱ استیلولیت‌ها و استیلولیت شدن.....	۳۳
۲-۴-۱ گسترش استیلولیت‌ها متراکم شدن و تاریخچه دیاژنز در سنگ آهک.....	۳۶
۳-۴-۱ درزه‌ها و ساختار آنها.....	۴۰
۵-۱ ارزیابی کمی شکستگی‌ها.....	۴۲
۱-۵-۱ بهره‌دهی مخازن شکاف‌دار.....	۴۲
۲-۵-۱ مدل‌سازی شکستگی‌ها در مخازن دریای شمال.....	۴۷
فهرست نمادها.....	۵۴
منابع.....	۵۵

فصل ۲. شناسایی و ارزیابی شکاف‌ها ۵۷

- ۱-۲ تعریف و طبقه بندی ۵۷
- ۱-۱-۲ طبقه بندی بر مبنای معیارهای توصیفی (تشریحی) ۵۷
- ۲-۱-۲ طبقه بندی شکاف‌ها (ترک‌ها) بر مبنای معیارهای زمین‌شناسی ۵۹
- ۲-۲ پارامترهای اصلی شکستگی‌ها ۶۱
- ۱-۲-۲ مباحث عمومی ۶۱
- ۲-۲-۲ پارامترها در شکاف‌های منفرد ۶۲
- ۲-۲-۲ پارامترهای شکستگی‌های چند گانه ۶۵
- ۲-۲ ارزیابی مستقیم شکستگی‌ها (شکاف‌ها) ۷۳
- ۱-۳-۲ رخنمون شکاف‌ها ۷۵
- ۲-۳-۲ ارزیابی شکاف‌ها از طریق آزمایش مغزه ۷۶
- ۴-۲ پردازش داده‌ها ۹۱
- ۱-۴-۲ رده‌بندی و جدول‌بندی ۹۱
- ۲-۴-۲ ارائه داده‌ها ۹۴
- ۵-۲ کاربرد مطالعات مربوط به شکستگی‌ها ۱۰۳
- ۱-۵-۲ مطالعات تکتو- فیزیکی در جنوب آلمان ۱۰۳
- ۲-۵-۲ ارزیابی واحد بلوک ماتریکس ۱۰۶
- ۳-۵-۲ مطالعات انجام شده روی رخنمون‌ها در ایران ۱۱۰
- فهرست نمادها ۱۱۶
- منابع ۱۱۷
- ## فصل ۳. تاریخچه برخی مخازن شکاف‌دار ۱۱۹
- ۱-۳ مخازن شکاف‌دار کربناتی ۱۱۹
- ۱-۱-۲ کلیات ۱۱۹
- ۲-۱-۳ میدان عین الظاله، عراق ۱۲۰
- ۳-۱-۳ میدان کرکوک، عراق ۱۲۴
- ۴-۱-۳ میدان دخان، قطر ۱۲۹
- ۵-۱-۳ سازند آسماری، جنوب غربی ایران ۱۳۲
- ۶-۱-۳ میادین گلا و راگوسا، سیسیلی ۱۳۶

۲-۲	مخازن شکافدار سیلتی-ماسه‌ای	۱۴۰
۱-۲-۲	کلیات	۱۴۰
۲-۲-۲	میدان Midland Basin, Spraberry Trend, West Texas	۱۴۰
۳-۲	مخازن شکافدار شیلی	۱۴۵
۱-۳-۲	کلیات	۱۴۵
۲-۳-۲	مخازن شکافدار شیلی کالیفرنیا	۱۴۶
۳-۳-۲	میدان گازی Big Sandy در کنتاکی شرقی	۱۵۰
۴-۳	بنیان مخازن شکافدار	۱۵۱
	منابع	۱۵۵

فصل ۴. خواص فیزیکی سنگ‌ها..... ۱۵۷

۱-۴	مقدمه	۱۵۷
۲-۴	تخلخل	۱۵۷
۱-۲-۴	مفهوم تخلخل دوگانه	۱۵۸
۲-۲-۴	توصیف کیفی تخلخل ثانویه	۱۵۹
۳-۲-۴	ارزیابی کیفی تخلخل شکاف	۱۶۱
۳-۴	تراوایی	۱۶۷
۱-۳-۴	تراوایی ذاتی شکاف, K_g	۱۶۷
۲-۳-۴	تراوایی معمولی شکاف K_f	۱۶۸
۳-۳-۴	تراوایی سیستم (شکاف- ماتریکس)	۱۶۹
۴-۳-۴	تراوایی در مدل‌های ساده شده	۱۷۱
۵-۳-۴	ارزیابی تراوایی توسط دستگاه تراواسنج	۱۷۵
۶-۳-۴	تراوایی برش‌های نازک (میکرو)	۱۷۹
۷-۳-۴	تراوایی حاصل از داده‌های ساختار زمین شناسی	۱۸۳
۸-۳-۴	رابطه تراوایی و فشار حاصل از لایه‌های بالایی	۱۸۵
۴-۴	مباحث مربوط به پارامترهای اساسی (S_{wi}, Φ, K)	۱۸۵
۱-۴-۴	اشباع سیال در مخزن شکافدار	۱۸۷
۲-۴-۴	رابطه بین تراوایی و تخلخل	۱۸۸
۳-۴-۴	مقادیر و مثال‌هایی از پارامترهای اصلی	۲۰۱

۲۰۴.....	تغییرات K و Φ بر اساس کاهش فشار مخزن.....	۴-۴-۴
۲۰۷.....	تراکم‌پذیری سنگ شکافدار.....	۴-۵-۴
۲۰۸.....	تراکم‌پذیری سنگ.....	۴-۵-۴
۲۱۱.....	تراکم‌پذیری سیال.....	۴-۵-۴
۲۱۳.....	تراکم کل (سنگ و سیال).....	۴-۵-۴
۲۱۵.....	تراوایی نسبی در یک مخزن شکافدار.....	۴-۶-۴
۲۱۶.....	مرور برخی از مفاهیم اساسی.....	۴-۶-۴
۲۲۰.....	ارزیابی تراوایی نسبی در سنگ‌های همگن.....	۴-۶-۴
۲۲۶.....	ارزیابی تراوایی نسبی در سنگ‌های غیرهمگن.....	۴-۶-۴
۲۴۰.....	منحنی فشار موینگی.....	۴-۷-۴
۲۴۰.....	مروری بر فشار موینگی معمولی.....	۴-۷-۴
۲۴۷.....	منحنی ترکیبی آشام موینگی.....	۴-۷-۴
۲۵۶.....	فهرست نمادها.....	
۲۶۰.....	منابع.....	
۲۶۳.....	فصل ۵. ارزیابی شکاف‌ها از طریق نمودار.....	
۲۶۳.....	مقدمه.....	۵-۱
۲۶۴.....	نمودارهای لیتولوژی (سنگ شناسی).....	۵-۲
۲۶۴.....	نمودار پتانسیل خود را (SP).....	۵-۲-۱
۲۶۴.....	نمودار <i>Gamma Ray</i>	۵-۲-۲
۲۶۵.....	نمودارهای قطر سنج.....	۵-۳
۲۶۶.....	نمودارهای حرارتی.....	۵-۴
۲۶۸.....	نمودارهای مقاومت (Resistivity).....	۵-۵
۲۶۸.....	طبقه بندی.....	۵-۵-۱
۲۶۹.....	مقاومت و شرایط اندازه‌گیری.....	۵-۵-۲
۲۷۰.....	اثر کوتاه و بلند عادی.....	۵-۵-۳
۲۷۰.....	بررسی ابزارهای ترکیبی.....	۵-۵-۴
۲۷۳.....	نمودارهای شیب سنجی (Dipmeter).....	۵-۶
۲۷۴.....	نمونه‌های ایده‌آل.....	۵-۶-۱

۲۷۵	ابزارها و کاربری	۲-۶-۵
۲۷۸	نمودارهای تخلخل	۷-۵
۲۷۹	نمودار چگالی	۱-۷-۵
۲۸۰	نمودار نوترون	۲-۷-۵
۲۸۱	نمودار صوتی	۳-۷-۵
۲۸۹	تخلخل ثانویه	۴-۷-۵
۲۸۹	نقش لیتولوژی در منحنی‌های مقاطع	۵-۷-۵
۲۹۰	مشاهده‌گر درون چاهی	۸-۵
۲۹۵	نتیجه‌گیری	۹-۵
۲۹۵	برنامه‌های نمودارگیری	۱-۹-۵
۲۹۶	مقایسه نتایج نمودارگیری و سایر اطلاعات	۲-۹-۵
۲۹۷	تفسیر کمی نمودار	۱۰-۵
۲۹۷	رویکردها در تفسیر نمودار	۱-۱۰-۵
۲۹۸	کاربردها	۲-۱۰-۵
۳۰۱	فهرست نمادها	
۳۰۲	منابع	

بخش دوم: بررسی حرکت در چاه: جریان سیال‌های همگن به طرف چاه

۳۰۷	فصل ۶. جریان سیال به سمت چاه در سنگ شکاف‌دار بدون تخلخل
۳۰۷	۱-۶ قانون جریان مایعات همگن
۳۰۷	۱-۱-۶ جریان مایع همگن در یک شکاف منفرد
۳۰۹	۲-۱-۶ جریان از طریق شبکه شکاف‌ها
۳۱۳	۳-۱-۶ آشفتنی در شکاف‌ها
۳۱۹	۲-۶ جریان پایدار مایعات همگن از یک شبکه شکاف به سوی یک چاه
۳۱۹	۱-۲-۶ مدل‌سازی یک شبکه شکاف
۳۲۴	۲-۲-۶ مدل‌سازی یک جریان شعاعی قرینه
۳۲۵	۳-۲-۶ معادلات اساسی جریان
۳۲۸	۴-۲-۶ کاربرد عملی مدل‌سازی

۳-۶	جریان گاز به سمت چاه در مخزن شکافدار.....	۳۴۷
۱-۳-۶	مفاهیم اساسی و نتایج تجربی.....	۳۴۷
۲-۳-۶	جریان متقارن شعاعی گاز به سوی چاه.....	۳۵۰
۴-۶	جریان گذرا در یک سنگ شکافدار بدون تخلخل.....	۳۵۵
۱-۴-۶	حل کلی مسئله.....	۳۵۵
۲-۴-۶	ارزیابی ظرفیت ذخیره ΦC_f	۳۵۷
	فهرست نمادها.....	۳۵۹
	منابع.....	۳۶۰
فصل ۷. جریان در سنگ مخزن شکافدار متخلخل دوگانه به سوی چاه.....۳۶۳		
۱-۷	معادله‌های اساسی جریان.....	۳۶۵
۱-۱-۷	روش بارنبلات.....	۳۶۶
۲-۱-۷	روش وارن-روت.....	۳۶۸
۳-۱-۷	سایر مدل‌ها و راه‌حل‌ها.....	۳۷۷
۴-۱-۷	مدل ویژه- مدل پولارد.....	۳۸۳
۲-۷	تحلیل مدل وارن و روت.....	۳۸۵
۱-۲-۷	معادله‌های ابعادی پایه.....	۳۸۵
۲-۲-۷	پارامترهای بدون بعد اساسی.....	۳۸۷
۳-۲-۷	رفتار افت فشار در شرایط $R=\infty$	۳۹۰
۴-۲-۷	رفتار افت فشار در حالت $R=R_0$	۴۰۴
۵-۲-۷	رفتار فشار ساخت در حالت $R=\infty$	۴۰۶
۶-۲-۷	رفتار ساخت فشار در شرایط $R=R_0$	۴۱۱
۷-۲-۷	ارزیابی λ و ω از نمودارهای بدون بعد.....	۴۱۳
۳-۷	بررسی روش پولارد.....	۴۱۷
۱-۳-۷	پردازش داده‌ها.....	۴۱۷
۲-۳-۷	پارامترهای اساسی.....	۴۱۹
۲-۳-۷	پارامترهای تکمیلی به دست آمده از روش قیاسی.....	۴۲۰
	فهرست نمادها.....	۴۲۷
	منابع.....	۴۲۸

فصل ۸. موارد خاص جریان به سمت چاه.....	۴۲۹
۱-۸ مقدمه.....	۴۲۹
۲-۸ تداخل چاه (well interference).....	۴۲۹
۱-۲-۸ اثر تداخل تحت شرایط کاهش فشار.....	۴۲۹
۲-۲-۸ اثر تداخل تحت شرایط ساخت فشار.....	۴۴۰
۳-۸ ارزیابی آنیزوتروپی در یک مخزن شکافدار.....	۴۴۲
۱-۳-۸ مرور نظری.....	۴۴۲
۲-۳-۸ ناهمگنی و جریان به سمت چاه.....	۴۴۴
۳-۳-۸ تعیین آنیزوتروپی.....	۴۴۹
۴-۸ کاربرد Type-Curves برای تعیین جریان به سمت چاه.....	۴۶۱
۱-۴-۸ منحنی Type-Curve یک چاه که تحت شرایط دبی ثابت در حال تولید است (Bourdet - Gringaten).....	۴۶۱
۲-۴-۸ منحنی Type-Curve یک چاه که تحت افت فشار در حال تولید است (Da Part) ^(۲)	۴۶۵
فهرست نمادها.....	۴۶۷
منابع.....	۴۶۸

بخش سوم: حرکت در مخزن

فصل ۹. جابه‌جایی سیال درون یک بلوک ماتریکس مجزا.....	۴۷۳
۱-۹ مقدمه.....	۴۷۳
۲-۹ استفاده از مدل دینامیکی ساده شده جهت توصیف جابه‌جایی سیال درون ماتریکس.....	۴۷۳
۱-۲-۹ مدل اساسی.....	۴۷۵
۲-۲-۹ جابه‌جایی نفت توسط آب.....	۴۷۶
۳-۲-۹ جابه‌جایی نفت توسط گاز.....	۴۸۵
۴-۲-۹ نتیجه‌گیری.....	۴۸۹
۳-۹ رویکرد فیزیکی ساده شده حرکت سیال درون بلوک ماتریکس.....	۴۹۰
۱-۳-۹ مباحث اساسی در مورد فرآیند جابه‌جایی.....	۴۹۰
۲-۳-۹ تجزیه و تحلیل فرآیند جابه‌جایی.....	۴۹۲
۴-۹ مبانی و آزمایش‌های جابه‌جایی آشام درون بلوک مجزا.....	۵۰۳

۵۰۴	۱-۴-۹	مبانی یک مدل ساده شده
۵۰۷	۲-۴-۹	میزان بازیافت نسبت به زمان: بر اساس مبانی نظری و آزمایشگاهی
۵۱۸	۲-۴-۹	بازیافت نسبت به زمان: قوانین مقیاس
۵۲۷	۴-۴-۹	بازیافت و زمان: مباحث بحرانی
۵۲۷	۵-۴-۹	بررسی و نتیجه‌گیری فرآیند آشام بلوک منفرد
۵۳۹	۵-۹	سایر عوامل در جابه‌جایی سیال در بلوک‌های مجزا
۵۳۹	۱-۵-۹	جابه‌جایی ریزشی
۵۴۰	۲-۵-۹	تولید توسط تزریق آب
۵۴۵	۶-۹	نفت تولیدی از یک بلوک مفرد: رویکردهای نظری
۵۴۶	۱-۶-۹	نظریه کوانتوم بارن بلات برای شبیه‌سازی حرکت سیال‌های غیرقابل امتزاج در مخزن شکافدار
۵۴۹	۲-۶-۹	نظریه برستر
۵۵۶		فهرست نمادها
۵۵۷		منابع
۵۵۹		فصل ۱۰. فرآیند تولید در یک مخزن شکافدار
۵۵۹	۱-۱۰	مقدمه
۵۶۲	۲-۱۰	توصیف مخزن در خلال تولید (تخلیه)
۵۶۲	۱-۲-۱۰	ناحیه‌بندی مخزن
۵۶۶	۲-۲-۱۰	ناحیه‌بندی و توزیع فشار
۵۶۹	۳-۱۰	ناحیه‌بندی مخزن بر اساس فرآیند تولید
۵۷۳	۱-۳-۱۰	مکانیزم تولید در ناحیه تحت اشغال گاز
۵۸۴	۲-۳-۱۰	فرآیند تولید در ناحیه گازدار
۵۹۶	۳-۳-۱۰	فرآیند تولید در منطقه نفتی زیر اشباع
۵۹۷	۴-۳-۱۰	فرآیند جابه‌جایی در مناطق تحت اشباع و گازی
۶۰۱	۵-۳-۱۰	فرآیند تولید در منطقه مورد هجوم آب
۶۰۵	۴-۱۰	وضعیت‌های خاص از یک مخزن شکافدار
۶۰۵	۱-۴-۱۰	رابطه موازنه مواد
۶۰۸	۲-۴-۱۰	مهاجرت هیدروکربن در مخزن شکافدار

فهرست نمادها ۶۱۵

منابع ۶۱۷

فصل ۱۱. شبیه‌سازی عددی مخازن شکاف‌دار ۶۱۹

۱-۱۱ مقدمه ۶۱۹

۲-۱۱ شبیه‌سازی فاز جریان ۶۲۰

۱-۲-۱۱ شبیه‌ساز جریان تک فاز ۶۲۰

۲-۲-۱۱ شبیه‌سازهای دو فاز ۶۲۲

۳-۲-۱۱ شبیه‌ساز سه فاز ۶۲۹

۳-۱۱ شبیه‌سازهای ترکیبی ۶۴۴

۱-۳-۱۱ مدل یاماموتو ۶۴۴

۲-۳-۱۱ مدل سعیدی ۶۴۸

فهرست نمادها ۶۵۰

منابع ۶۵۱

فصل ۱۲. مثال‌هایی از مخازن شکاف‌دار ۶۵۳

۱-۱۲ داده‌های اساسی و تاریخچه برخی مخازن شکاف‌دار ۶۵۳

۱-۱-۱۲ مخازن ایران ۶۵۳

۲-۱-۱۲ مخازن عراق برتمة ۶۶۱

۲-۱۲ مثال‌های ساده شده از محاسبات مخزن ۶۶۳

کاربرد A ۶۶۳

کاربرد B ۶۸۲

کاربرد C ۶۸۷

کاربرد D ۶۹۲

کاربرد E ۶۹۹

فهرست نمادها ۷۱۱

منابع ۷۱۲

فهرست موضوعی ۷۱۳

بخش اول

توصیف مخزن