

اصول خواص سنگ مخزن

تارک العربی عمر گنات

ترجمه:

شایان مشهدی



سازمان انتشارات واحد مازندران

۱۳۹۹

سرنامه	: گنات، تارک العربی عمر
عنوان و نام پدیدآور	Ganat, Tarek Al-Arbi Omar
مشخصات نشر	اصول خواص سنگ مخزن/تارک العربی عمر گنات؛ ترجمه شایان مشهدی.
مشخصات ظاهری	: ساری: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران، ۱۳۹۹.
شابک	: ۲۰۶ص: مصور، نمودار.
	: 978-622-7310-00-9
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Fundamentals of reservoir rock properties.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	مخزن‌های هیدروکربنی
موضوع	Hydrocarbon reservoirs
موضوع	سنگ‌ها و صخره‌ها — نفوذپذیری
موضوع	Rocks -- Permeability
شناسه افزوده	مشهدی، شایان، ۱۳۷۲، مترجم
شناسه افزوده	: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران
رده‌بندی کنگره	: TN۸۷ ۵۷
رده‌بندی دیویی	: ۲۲/۱۰۸
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۶۱۴۱۴۵۶

اصول خواص سنگ مخزن

ترجمه: شایان مشهدی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مازندران

صفحه‌آرا و طراح جلد: حسن عموزاد مهدیرجی

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱۰-۰۰۰-۹

حق چاپ و نشر محفوظ است



ساری - خیابان امیر مازندرانی - خیابان وصال - جهاد دانشگاهی مازندران صندوق پستی: ۱۶۴۷ - ۴۸۱۷۵

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۳	فصل اول: خصوصیات فیزیکی سنگ مخزن
۱۶	۱-۱ آنالیز عادی مغزه
۱۷	۱-۲ آنالیز ویژه مغزه
۱۸	۱-۳ آنالیز رزونانس مغناطیس هسته ای مغزه
۲۱	فصل دوم: تخلخل
۲۵	۲-۱ انواع خصوصیات زمین شناسی
۳۱	۲-۲ تخلخل چینش
۳۲	۲-۳ شکل ذرات
۳۳	۲-۴ عوامل مؤثر بر تخلخل
۳۵	۲-۵ دامنه مقادیر تخلخل
۳۶	۲-۶ اندازه گیری تخلخل
۴۴	مراجع
۴۵	فصل سوم: نفوذپذیری
۵۴	۳-۱ روش اندازه گیری نفوذپذیری
۵۴	۳-۲ اندازه گیری نفوذپذیری
۵۷	۳-۳ روابط نفوذپذیری مطلق
۵۸	۳-۴ نفوذپذیری عمودی و افقی
۵۹	۳-۵ عوامل موثر بر مقدار نفوذپذیری
۵۹	۳-۶ روابط بین تخلخل و تراوایی
۶۱	۳-۷ میکروبیالیت تخلخل - نفوذپذیری
۶۶	۳-۸ تخمین نفوذپذیری بر اساس معادله کوزنی - کارمن
۶۷	۳-۹ نفوذپذیری جهت دار
۶۸	۳-۱۰ ضریب لورنز
۷۹	مراجع
۸۱	فصل چهارم: ترشوندگی
۸۴	۴-۱ کشش سطحی و زاویه تماس
۸۹	۴-۳ تغییر ترشوندگی با استفاده از نانو ذرات

۹۰	۴-۴ آشام و تخلیه
۹۳	۴-۵ اندازه گیری ترشوندگی
۹۶	۴-۶ مقایسه روش های اندازه گیری ترشوندگی آموت و USBM
۹۸	مراجع
۱۰۱	فصل پنجم: اشباع و فشار موئینگی
۱۰۳	۵-۱ اشباع
۱۰۳	۵-۲ تعیین اشباع سیال در نمونه سنگ
۱۰۴	۵-۳ اشباع مخزن نسبت به عمق
۱۰۶	۵-۴ فشار موئینگی
۱۱۲	۵-۵ روش های آزمایشگاهی محاسبه فشار موئینگی
۱۱۶	۵-۶ هیدروسیس منحنی
۱۱۶	۵-۶ محاسبه توسعه داده های فشار موئینگی: تابع J لورت
۱۲۲	مراجع
۱۲۳	فصل ششم: تراوایی نسبی
۱۲۸	۶-۱ روابط کوری
۱۲۹	۶-۲ تخمین شاخص توزیع سائز بازشدگ
۱۳۰	۶-۳ اندازه گیری های آزمایشگاهی نفوذپذیری نسبی
۱۳۳	۶-۴ روش حالت پایدار
۱۳۴	۶-۵ روش حالت ناپایدار
۱۳۴	۶-۶ رابطه میان نفوذپذیری نسبی، فشار موئینگی، و جریان دarcy
۱۴۳	مراجع
۱۴۵	فصل هفتم: فشار روباره و تراکم پذیری سنگ مخزن
۱۴۷	۷-۱ فشار روباره
۱۴۹	۷-۱-۱ فشاری منفذی
۱۴۹	۷-۱-۲ فشار مؤثر
۱۵۰	۷-۲ تراکم پذیری سنگ مخزن
۱۵۳	۷-۲-۱ اثرات تراکم پذیری سنگ در توسعه میدان
۱۵۶	مراجع
۱۵۷	فصل هشتم: مخازن غیرمتعارف هیدروکربن
۱۵۹	۸-۱ مقدمه

۱۶۰	۲-۸ زمین شناسی نفت غیرمتعارف
۱۶۱	۳-۸ انواع انباشت مستمر هیدروکربن
۱۶۲	۴-۸ روش ها و تکنولوژی ها
۱۶۲	۵-۸ تعریف منابع نامتعارف نفت و گاز
۱۶۷	۶-۸ مخازن سیستم منافذ نانو
۱۶۷	۷-۸ ارزیابی سازند و مشخصه یابی مخازن غیرمتعارف
۱۷۱	۸-۸ تعیین اشباع سیالات محتوی کروژن
۱۷۴	۹-۸ فاکتورهای تأثیر گذار بر بازیافت تولید نفت و گاز غیرمتعارف
۱۷۵	مراجع
۱۷۷	فصل نهم: سازن شکافدار طبیعی
۱۸۰	۱-۹ مکانیک سنگ در شکاف
۱۸۲	۲-۹ خصوصیات تغییر شکار
۱۸۴	۳-۹ ارزیابی کمی شکاف
۱۹۲	۴-۹ شاخص های شکاف های طبیعی
۱۹۴	۵-۹ مساحت شکاف ها
۱۹۵	۶-۹ اشباع سیال در یک مخزن شکافدار
۱۹۶	۷-۹ رابطه نفوذپذیری در مقابل تخلخل در یک سیستم شبکه شکاف
۱۹۷	۸-۹ تراکم پذیری در یک سنگ شکافدار
۱۹۸	۹-۹ نفوذپذیری نسبی در یک مخزن شکافدار
۲۰۰	۱۰-۹ منحنی فشار موئینگی در سازند شکافدار
۲۰۰	۱۱-۹ خلاصه
۲۰۳	مراجع
۲۰۴	خلاصه
۲۰۵	منابع

مقدمه

عموما سنگ های مخزن به طور طبیعی توسط آب، نفت یا گاز اشباع شده اند (آمیگس و همکاران^۱ ۱۹۶۰). سازندگی که بتواند نفت، گاز و آب تولید کند تحت عنوان سنگ مخزن شناخته می شود. سنگ مخزن دارای نفوذپذیری و تخلخل کافی جهت جریان سیالات و ذخیره هیدروکربن در حجم های قابل توجهی جهت استخراج می باشد (دانیل و لاپدز^۲ ۱۹۷۸).

به طور معمول هیدروکربن ها در سازندهای ماسه سنگی، کربناته، شیل و تا حدود اندکی در سنگ های دگرگونی و آبرین سی سنگ وجود دارند. سنگ های اصلی مخزن سازندهای ماسه سنگی و کربناته هستند به طور کلی خصوصیات فیزیکی و ترکیب سنگ های مخزن ماسه ای و کربناته متفاوت هستند (سیسین^۳ ۱۹۰۱). بنابراین با استفاده از خصوصیات فیزیکی تعیین شده، مهندسين مخزن می توانند میزان هیدروکربن ذخیره شده و میزان بازیابی نهایی مخزن را مشخص و بهترین سناریو تولید را از نظر سرمایه اقتصادی که تحت شرایط مخزن پایدار است، تعیین کنند.

مقیاس بررسی مورد استفاده در مطالعات مخزن به بخش های میکروسکوپی (مقطع نازک)، ماکروسکوپی (نمودارهای چاه پیمایی، پلاگ، مغزه)، اسکال (شبکه مدل سازی مخزن) و گیگاسکوپی (چاه آزمایی) تقسیم می شود. در این بخش تمرکز بر روی مقیاس های میکروسکوپی و مگاسکوپی برای توصیف مخزن خواهد بود. با مطالعه یک نمونه مغزه از هر سنگ مخزنی تحت تجهیزات تلسکوپی^۴ می توان نوع سنگ و بافت آن را (جامد یا شسته شده) تعیین کرد. فضای متخلخل مخزن عموماً به عنوان فضای خالی (فضای متخلخل) شناخته می شود، جایی که سیالات می توانند علاوه بر حرکت، فضای خالی را پر و در صورت وصل بودن فضای متخلخل از فضای خالی عبور کنند. با توجه به شکل و اندازه بازشدگی های متصل در یک مخزن، می توان میزان توانایی سنگ مخزن برای ذخیره و انتقال سیالات را ارزیابی و تخمین زد. علاوه بر این موضوع، خصوصیات فیزیکی سنگ مخزن به ترکیب و بافت سنگ بسیار وابسته است.

¹ Amyx et al

² Daniel and Lapedes

³ Cecil

⁴ Telescopic

موارد زیر از جمله ویژگی های مهم مخازن نفتی هستند که عملکرد کلی مخزن و پتانسیل تولید را کنترل می کند:

۱. تخلخل، نفوذ پذیری و تراکم پذیری سنگ مخزن
 ۲. فشار موئینگی، اشباع فاز، نفوذپذیری نسبی، خواص ترشوندگی
 ۳. نسبت خالصی به ناخالصی هیدروکربن های مخزن و ترکیب مخلوط سیال
- هدف این کتاب شناخت و درک اصول، تعاریف خواص پتروفیزیکی و اندازه گیری های آزمایشگاهی آن ها می باشد. هدف اصلی توصیف مخزن، ایجاد تصاویری سه بعدی از خصوصیات پتروفیزیکی سنگ مخزن است.

سنگ مخزن

سنگ مخزن، سنگ قابل نفوذ^۱ است که قادر به ذخیره هیدروکربن می باشد و از یک یا چند واحد سنگ شناسی^۲ از نظر طحی با منشاء رسوبی یا کربناته تشکیل شده است. سنگ های مخزن که دارای نفوذپذیری و تخلخل^۳ الایی می باشند، توسط لایه های آب که هیدروکربن ها را به دام می اندازند، محدود می شود. شکل ۱ نشان دهنده مقطع عرضی از یک مخزن می باشد. هیدروکربن از سازندهای زیرزمینی نفوذناپذیر با استفاده از چاه های تولیدی که به طور مطلوب در سراسر مخزن حفر شده، تولید می شود.

عموما سنگ های مخزن دارای فضای متخلخل بوده و نسبت فضای خالی به کل حجم سنگ تحت عنوان تخلخل مؤثر شناخته می شود. برای جریان یافتن هیدروکربن ها در سراسر مخزن فضای متخلخل باید به هم پیوسته باشد. عدم وجود موانع در مخزن سبب افزایش نفوذپذیری که همان توانایی سیال برای انتقال در فضای متخلخل سنگ مخزن است، می شود.

تله^۴ زمین شناسی به سنگی گفته می شود که هیدروکربن ها را در زیر سطح محدود می کند. در بالای تله، یک لایه سنگ غیرقابل نفوذ وجود دارد که از مهاجرت هیدروکربن ها به لایه های کم عمق یا سطح جلوگیری می کند. در زیر سنگ مخزن، یک لایه مسطح^۵ وجود دارد که آن را از سیالات زیرین جدا می کند که معمولا این لایه به صورت آب شور می باشد. یک سنگ مخزن ممکن است حاوی مایع، گاز یا هر دو باشد که قرارگیری عمودی سیالات و جدایش آن ها توسط نیروی گرانش کنترل می شود. اگر سه فاز در سنگ مخزن وجود داشته باشد، به دلیل تفاوت در چگالی، گاز در بالا، نفت در وسط و آب در پایین در بالای یکدیگر انباشته می شوند.

^۱ Trap