

مهندسی مخازن هیدروکربنی وزمین شناسی آن

مینو نعمت‌اللهی

عضو هیات علمی
دانشگاه شیراز

شیراز

۱۳۹۰

انتشارات آوند اندیشه

سرشناسه : نعمت‌اللهی، مینو، ۱۳۲۳ ش. -
 عنوان و نام پدیدآور : مهندسی مخازن هیدروکربنی و زمین‌شناسی آن / مینو نعمت‌اللهی.
 مشخصات نشر : شیراز: آوند اندیشه، ۱۳۹۰
 مشخصات ظاهری : ۲۴۸ ص. جدول، نمودار.
 شابک: ۵۸۰۰۰ ریال : 978-600-5631-09-8
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا
 یادداشت : کتاب‌نامه: آخر هر فصل.
 یادداشت : عنوان پشت جلد: Reservoir Engineering and Geology.
 موضوع : مخزن‌های هیدروکربنی
 موضوع : نفت -- مهندسی مخازن زیرزمینی
 موضوع : نفت -- زمین‌شناسی
 موضوع : مخزن‌های گاز
 رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۰ / ۹ / ۷ / ۵۷ / ۸۷۰ TN
 رده‌بندی دیویی : ۶۲۲/۳۳۸
 شماره‌ی کتابشناسی ملی: ۲۴۸۲۴۷۳

مهندسی مخازن هیدروکربنی و زمین‌شناسی آن

مینو نعمت‌اللهی

چاپ اول / ۱۳۹۰ / ۲۰۰۰ نسخه / چاپ فخر ایران

کتاب‌آرایی و طرح جلد: انتشارات آوند اندیشه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۳۱-۰۹-۸

قیمت: ۵۸۰۰ تومان

حق چاپ برای انتشارات آوند اندیشه محفوظ است.



آدرس: شیراز، هدایت غربی، کوچه ۷، پلاک ۲۲۸، تلفن: ۰۷۱۱-۲۳۵۸۸۴۱ / ۰۷۱۱-۲۰۷۴ / ۰۹۱۷۷۰۰۲۰۷۴

پخش شیراز: خوارزمی ۲۳۳۵۲۹۶ / شهر کتاب ۲۳۰۶۹۰۷ / پخش کتاب شیراز ۶۴۸۰۶۰۹

پخش تهران: انتشارات نوپردازان ۶۶۴۹۴۴۰۹

پیش گفتار

انگیزه نگارش این کتاب، از یک سو پیشرفت چشمگیری است که در سال‌های اخیر در زمینه ارائه روابط کاربردی جدید برای ارزیابی مخازن نفت و گاز رخ داده است و از سوی دیگر، کمبود کتاب‌های پایه برای آموزش مهندسی مخازن نفت و گاز به زبان فارسی بود. با تجربه‌ای که از سال‌ها تدریس در دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز اندوخته‌ام، بر آن شدم تا روابط پیشرفته کاربردی را همراه با پیش‌نیازهایی که برای درک آن‌ها لازم است، با بیانی ساده، تدوین کنم. به گونه‌ای که برای دانش‌جویان دوره کارشناسی صنعت نفت، راه‌گشا باشد و مهندسان این رشته را در طراحی‌های رایانه‌ای یاری نماید.

فصل اول، به زمین‌شناسی نفت به‌طور خلاصه و در حد لازم برای درک مطلب فصل‌های بعدی پرداخته است. نمودارها و داده‌های زمین‌شناسی که در این فصل ارائه شده، مربوط به مخازن هیدروکربنی ایران هستند.

فصل دوم، ویژگی‌های فیزیکی و ترکیب شیمیایی انواع نفت خام را بررسی می‌کند و روش‌های تعیین پایه نفت خام و ناخالصی موجود در آن، ارائه شده است. دقت ارزیابی گنجایش مخازن هیدروکربنی، مقدار بازیافت و دبی نفت و گاز چاه‌های تولیدی بستگی به برآورد دقیق از چگالی، گرانش و مقدار گازهای حل‌شده در آن دارد. برای ارزیابی این ویژگی‌ها، نمودارها همراه با روابط کاربردی جدیدی ارائه شده است که می‌توان محاسبات آن‌ها را به صورت رایانه‌ای انجام داد.

فصل سوم، شامل روابط پیشرفته کاربردی برای محاسبه ضریب فشردگی، چگالی و گرانش و گازهای هیدروکربنی، به‌ویژه گازهای ترش است.

بررسی وضعیت هیدروکربن‌ها در مخزن نیاز به شناخت ترمودینامیکی و رفتار فازی مخلوط هیدروکربن‌ها دارد. بنابراین در این فصل، ترمودینامیک و رفتار فازی سیستم‌های چندجزیی، به تفصیل آورده شده و حالت‌های تعادلی گاز و نفت که تابع ترکیب شیمیایی، فشار و دما هستند،

بررسی شده است. سه فصل اول، پیش‌نیازهای لازم را برای درک مطالب فصل آخر کتاب فراهم می‌کند.

فصل چهارم شامل بررسی ویژگی‌های سنگ مخزن، انرژی مخزن و برآورد گنجایش انواع مخازن نفت و گاز و محاسبه‌ی دبی نفت و گاز از چاه‌های تولیدی است. در قسمت پایانی این فصل، موارد خاصی که همه‌ی شرایط قانون داری را تامین نمی‌کنند بررسی شده و برای هر مورد، روابط کاربردی به‌دست آمده، ارایه شده است.

در این کتاب، از واژه‌ها و اصطلاحات متداول در صنعت نفت، استفاده شده است که فهرستی از آن‌ها در انتهای کتاب ارائه شده است. واژه مایع، به نفت خام و مایعات حاصل از مخازن گازی و واژه‌ی گاز، نیز به گلوله‌های هیدروکربنی اشاره دارد.

مثال‌های این کتاب، مثال‌های کاربردی است و مساله‌های آخر هر فصل، گزیده‌ای از مسایل طرح شده توسط نگارنده در آزمون‌های سال‌های تدریس است.

بدیهی است که در انجام هر کاری اشتباه‌های ناخواسته وجود دارند. لذا از خوانندگان ارجمندی که نظرات، پیشنهادها و انتقادهای سازنده‌ی خود را به آدرس الکترونیکی نگارنده، minooneematol@shirazu.ac.ir ارسال نمایند، سپاسگزارم.

لازم می‌دانم از آقای علیرضا روان برای همکاری و پیگیری‌هایش در آماده‌سازی این کتاب، و نیز از انتشارات آوند اندیشه که نشر کتاب را به عهده گرفته است، صمیمانه قدردانی نمایم.

مینو نعمت‌اللهی

فهرست مطالب

۱۵	فصل اول / تاریخ تشکیل زمین
۱۸	۱-۱. دوران‌های زمین‌شناسی
۲۱	۱-۱-۱. تعیین سن سنگ‌ها در زمین‌شناسی
۲۱	۲-۱-۱. سن نسبی و سن مطلق
۲۳	۳-۱-۱. چگونگی تشکیل سنگواره
۲۵	۲-۱. زمین‌شناسی عمومی
۲۵	۱-۲-۱. ژئودینامیک خارجی زمین
۲۵	هوازدگی
۲۷	حمل مواد
۲۷	انحلال به وسیله آب‌های زیرزمینی
۲۸	رسوب‌گذاری در دریای آزاد
۲۹	حرکت آب اقیانوس‌ها
۳۰	نقش انسان در تغییرات زمین
۳۰	۲-۲-۱. ژئودینامیک داخلی زمین
۳۱	۳-۲-۱. ژئوتکتونیک یا ساختمان کره‌ی زمین
۳۱	۴-۲-۱. نظریه تکتونیک صفحه‌ای یا نقل مکان قاره‌ها
۳۷	۳-۱. زمین‌شناسی نفت و چگونگی تشکیل مخازن هیدروکربنی
۳۷	۱-۳-۱. منشأ
۳۷	نظریه‌ی غیر آلی بودن منشأ نفت
۳۸	نظریه‌ی منشأ آلی نفت
۴۰	۲-۳-۱. محفوظ ماندن مواد آلی درون رسوبات از اثرهای تخریبی
۴۰	۳-۳-۱. مهاجرت مواد نفتی از رسوبات سنگ مادر به درون سنگ مخزن

۴۲	۴-۳-۱. وجود سازند مناسب برای ایجاد سنگ مخزن نفت
۴۳	۴-۱. چگونگی تشکیل سنگ‌های مخزن
۴۶	۴-۱-۱. انواع نفتگیرها و چگونگی تشکیل آن‌ها
۴۶	نفتگیرهای ساختمانی
۴۷	نفتگیرهای چینه‌ای
۵۰	نفتگیرهای ترکیبی
۵۳	۵-۱. زمین‌شناسی مخازن نفت خیز ایران
۵۵	۵-۱-۱. رسوبات مزوزوئیک در ایران
۵۵	۵-۱-۲. رسوبات سنوزوئیک در ایران
۶۱ / ۶۳	پرسش‌ها / منابع
۶۵	فصل دوم / ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نفت خام
۶۵	۲-۱. ویژگی‌های فیزیکی نفت خام
۶۶	۲-۲. ترکیب شیمیایی نفت خام
۶۶	۲-۲-۱. هیدروکربن‌ها
۶۷	۲-۲-۲. تقسیم‌بندی هیدروکربن‌ها
۶۷	آلکان‌ها (هیدروکربن‌های پارافینی)
۶۸	نفتن‌ها
۶۹	آروماتیک‌ها
۶۹	۲-۲-۳. ترکیبات غیرهیدروکربنی
۷۰	ترکیبات گوگرددار
۷۱	ترکیبات نیتروژن‌دار
۷۱	ترکیبات اکسیژن‌دار
۷۲	فلزات
۷۳	۲-۳. دسته‌بندی و شناسایی کیفیت نفت خام
۷۴	۲-۳-۱. چکالی
۷۶	۲-۳-۲. نمایه‌ی رابط (Correlation Index)
۷۶	۲-۳-۳. فاکتور مشخصه‌ی واتسون (Watson Characterization Factor)

۷۶	۴-۳-۲. مقدار سولفور
۷۶	۵-۳-۲. نقطه‌ی ریزش (Pour Point)
۷۷	۶-۳-۲. باقی‌مانده‌ی کربن (Carbon Residue)
۷۷	۷-۳-۲. مقدار نمک (Salt Content)
۷۷	۸-۳-۲. مقدار نیتروژن
۷۷	۹-۳-۲. دامنه‌ی نقطه‌ی جوش
۷۷	۱۰-۳-۲. مقدار فلزات
۷۸	۱۱-۳-۲. نقطه‌ی آنیلین (Aniline Point)
۷۸	۱۲-۳-۲. نمایه‌ی شکست (Refractive Index)
۷۸	۱۳-۳-۲. گرانروی (Viscosity)

۴-۲. برآورد و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی مایعات نفتی

۷۹	۱-۴-۲. برآورد چگالی
۸۴	۱-۴-۲. محاسبه‌ی تغییرات چگالی مایعات نفتی بر حسب دما و فشار
۸۶	۲-۴-۲. اثر متال و اتان در مقدار چگالی مایعات هیدروکربنی
۹۲	۲-۴-۲. گرانروی مایعات نفتی
۹۶	محاسبه گرانروی نفت خام در شرایط مخزن
۱۰۰	پرسش‌ها / ۱۰۰
۱۰۱	مساله‌ها / ۱۰۱
۱۰۲	منابع / ۱۰۲

۱۰۳ فصل سوم / ویژگی‌های گازهای هیدروکربنی

۱۰۳	۱-۳. رفتار فازی سیستم‌های هیدروکربنی
۱۰۵	۲-۳. کاربرد منحنی‌های فازی
۱۰۵	دیاگرام فازی بر حسب فشار (دیاگرام P-T)
۱۰۷	دیاگرام فازی فشار-حجم (P-V)
۱۱۰	۳-۳. سیستم‌های دوجزیی
۱۱۰	دیاگرام فشار-حجم سیستم دوجزیی (P-V)
۱۱۱	دیاگرام فشار-دما (P-T)
۱۱۵	۴-۳. هیدروکربن‌های چندجزیی
۱۱۷	۱-۴-۳. سیستم‌های نفت خام (نفت خام سیاه و نفت خام قرار)

- ۱۱۸ ۲-۴-۲. نفت خام فرار
- ۱۱۹ ۳-۴-۳. رفتار فازی گاز میعانی وارونه (Retrograde Condensate Gas)
- ۱۲۱ ۴-۴-۴. گاز مرطوب
- ۱۲۱ ۵-۴-۳. گاز خشک - Dry Gas
- ۱۲۲ ۶-۴-۳. وضعیت نسبی دی‌گرام‌های فازی سیالات مخزن
- ۱۲۳ ۷-۴-۳. مخازن هیدروکربنی دارای گاز در کلاهک مخزن
- ۱۲۳ ۵-۳. ویژگی‌های فیزیکی آمیزه گازهای هیدروکربنی
- ۱۲۷ ۱-۵-۳. نمایه حجمی گاز سازند B_g (Gas Formation Volume Factor)
- ۱۲۷ ۲-۵-۳. نمایه حجمی کل سازند (Total Formation Volume Factor)
- ۱۳۲ ۶-۳. روش‌های مختلف بر آورد ضریب فشردگی گازهای هیدروکربنی
- ۱۳۲ ۱-۶-۳. معادله‌ی واندروالس (Van der Waals)
- ۱۳۳ ۲-۶-۳. معادله‌ی حالت با ضریب تراکم‌پذیری
- ۱۳۵ ۳-۶-۳. قانون حالت‌های متناظر
- ۱۳۵ ۱-۳-۶-۳. محاسبه‌ی ضریب فشردگی گازهای چندجزئی - قانون کتز (Katz Rule)
- ۱۳۶ ۲-۳-۶-۳. روش محاسبه‌ی نقطه‌ی بحرانی هیدروکربن‌های سنگین‌تر از هگزان
- ۱۵۲ ۳-۳-۶-۳. کاربرد رابطه‌ی کتز برای گازهای ترش
- ۱۵۴ ۴-۳-۶-۳. تعیین ضریب فشردگی با در نظر گرفتن پارامتر سوم
- ۱۶۱ ۴-۶-۳. معادله حالت (Benedie-Webb-Rubin) BWR
- ۱۶۲ ۶-۶-۳. معادله حالت (Soave, Redlich-Kwong) -SRK
- ۱۶۲ ۷-۶-۳. معادله حالت پنگ رابینسون (Peng Robinson) P-R
- ۱۶۳ ۷-۳. بر آورد کرانروی گازهای هیدروکربنی
- ۱۶۳ ۱-۷-۳. کرانروی مخلوط گازها
- ۱۶۸ / پرسش‌ها
- ۱۶۹ / مساله‌ها
- ۱۷۰ / منابع

فصل چهارم / ارزیابی مخازن هیدروکربنی

- ۱۷۱ ۱-۴. فشار مخزن
- ۱۷۱ ۱-۱-۴. فشار لیتوستاتیک (Lithostatic pressure)
- ۱۷۲ ۲-۱-۴. فشار هیدروستاتیک (Hydrostatic) فشار ایستایی آب

۱۷۲	۳-۱-۴. فشار هیدرو دینامیک (Hydrodynamic pressure)
۱۷۲	۴-۱-۴. فشار غیر طبیعی (Abnormal pressure)
۱۷۵	۵-۱-۴. گرادیان فشار سیال در سیستم‌های هیدرو کربنی
۱۷۸	۲-۴. دمای مخزن
۱۷۹	۳-۴. ویژگی‌های سنگ مخزن
۱۷۹	۱-۳-۴. تخلخل (Porosity)
۱۸۳	۲-۳-۴. ضریب فشردگی سنگ مخزن
۱۸۴	۳-۳-۴. تراوایی سنگ مخزن (Permeability)
۱۸۶	۴-۳-۴. معادله دارسی (Darcy Equation)
۱۸۷	۵-۳-۴. برآورد میانگین تراوایی لایه‌های مختلف سنگ مخزن
۱۹۱	۴-۴. سیالات موجود در مخزن
۱۹۱	۱-۴-۴. آب مخزن
۱۹۲	۲-۴-۴. نفت مخزن
۱۹۲	۳-۴-۴. گاز مخزن
۱۹۳	۵-۴. انرژی مخزن
۱۹۷	۶-۴. برداشت نفت از مخازن
۱۹۷	۱-۶-۴. رانش‌های طبیعی
۱۹۷	۱-۱-۶-۴. گاز ران یا رانش تخلیه‌ای (Depletion Drive)
۲۰۲	۲-۱-۶-۴. مکانیسم آب رانش
۲۰۵	۳-۱-۶-۴. رانش ترکیبی
۲۰۸	۲-۶-۴. رانش مصنوعی
۲۰۸	۳-۶-۴. بازیافت دوم
۲۰۹	۷-۴. برآورد گنجایش مخازن هیدرو کربنی و دبی تولید آن
۲۱۲	۱-۷-۴. تعیین حجم توده‌ی تولید کننده مخزن
۲۱۳	۲-۷-۴. برآورد نفت قابل برداشت مخازن یک فازي نفت
۲۱۳	۳-۷-۴. برآورد گاز قابل برداشت مخازن یک فازي گاز
۲۱۵	۸-۴. جریان سیالات در مخزن
۲۱۵	۱-۸-۴. برآورد دبی نفت و گاز در چاه‌های تولیدی
۲۱۶	حالت اول. حرکت مایعات در جهت جریان خطی (سیال تراکم ناپذیر)

۲۱۷	حالت دوم حرکت گاز در جهت جریان خطی (سیال تراکم‌پذیر)
۲۱۹	حالت سوم حرکت مایع در جهت شعاعی (جریان سیال تراکم‌ناپذیر)
۲۱۹	حالت چهارم حرکت سیال تراکم‌پذیر در جهت شعاعی
۲۲۳	۲-۸-۴. محاسبه حرکت سیال نسبتاً تراکم‌پذیر در لایه‌های متخلخل

۴-۹. محدودیت‌های کاربرد قانون داریسی و خطاها

۲۲۵	۴-۹-۱. حالت گذرا Transient State
۲۲۸	۴-۹-۲. بررسی مقدار iz در فشارهای مختلف
۲۲۹	۴-۹-۳. سیال همگن
۲۲۹	۴-۹-۴. جریان ناآرام (Turbulent)
۲۳۰	۴-۹-۵. جهت جریان
۲۳۱	۴-۹-۶. جریان سیال در منافذ موئینه و شکاف‌ها
۲۳۴	۴-۹-۷. پدیده کلینکنبرگ Kilinkenberg effect
۲۳۵	۴-۹-۸. تاثیر سیال بر تراوایی سنگ
۲۳۶ /	پرسش‌ها
۲۳۷ /	مساله‌ها
۲۳۹ /	منابع

۲۴۰	تمرین‌های دوره‌ای
۲۴۵	واحد‌ها و ضرایب تبدیل
۲۴۶	فهرست نمادها