

دفتر فازی سیالات گاز میعانی

دکتر شهریار عصفری

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

دکتر رضا آذین

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

دکتر شهاب گرامی

عضو هیات علمی پژوهشکده ازدیاد برداشت شرکت ملی نفت ایران



دانشگاه هرمز

انتشارات دانشگاه خلیج فارس

بوشهر، ۱۳۹۶

عصفوری، شهریار، ۱۳۴۶ -	سرشناسه
رفتار فازی سیالات گاز میعانی / مؤلفین شهریار عصفوری، رضا آذین، شهاب گرامی.	عنوان و نام پدیدآور
بوشهر: دانشگاه خلیج فارس، ۱۳۹۶.	مشخصات نشر
۲۹۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.	مشخصات ظاهری
۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۴-۱۸-۱	شابک
فیبا	وضعیت فهرست نویسی
مخزن های گاز میعانی	موضوع
Gas condensate reservoirs	موضوع
فاز - قانون و تعادل - الگوهای ریاضی	موضوع
Phase rule and equilibrium - Mathematical models	موضوع
گاز - مهندسی - الگوهای ریاضی	موضوع
Gas engineering - Mathematical models	موضوع
آذین، رضا، ۱۳۵۳ -	شناسه افزود
گرامی، شهاب، ۱۳۴۷ -	شناسه افزوده
دانشگاه خلیج فارس	شناسه افزود
TN۸۷۱/۶۶۷۰۳۹۶	رده بندی کنگره
۳۳۸۲/۶	رده بندی دیویی
۴۰۰۳۶۲	شماره کتابشناسی ملی



دانشگاه بوشهر

رفتار فازی سیالات گاز میعانی

مؤلفین: دکتر شهریار عصفوری، دکتر رضا آذین، دکتر شهاب گرامی

ویراستار: زهرا جلالی

صفحه آرا: علی کسرائیان

طراح جلد: سید علی جعفری

ناشر: دانشگاه خلیج فارس

نوبت چاپ: اول

محل و سال چاپ: بوشهر، ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قطع: وزیری

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۴-۱۸-۱

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه خلیج فارس محفوظ است.

نشانی: بوشهر، خیابان خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، کتابخانه مرکزی، انتشارات دانشگاه خلیج فارس،

کدپستی: ۷۵۱۶۹۱۳۸۱۷ - تلفن: ۰۷۷۳۳۲۲۰۷۷

رایانامه: press@pgu.ac.ir

فهرست مطالب

فهرست علائم و اختصارات	ذ
فهرست شکل‌ها	ش
فهرست جدول‌ها	ظ
پیشگفتار	غ

فصل اول: مروری بر وضعیت مخازن گازی /

۱.۱. مقدمه	۱
۲.۱. مخازن گازی جهان و ایران	۲
۳.۱. طبقه‌بندی و ویژگی‌های مخازن گازی	۴
۱.۳.۱. مخازن گاز میعانی معکوس	۴
۲.۳.۱. مخازن گاز میعانی تقریباً بحرانی	۶
۳.۳.۱. مخازن گاز تر	۷
۴.۳.۱. مخازن گاز خشک	۸
۴.۱. رفتار فازی و خواص گاز میعانی	۹
۵.۱. آنالیز آزمایشگاهی سیالات گاز میعانی	۱۳
۱.۵.۱. آزمایش تخلیه در حجم ثابت	۱۴
۲.۵.۱. آزمایش انبساط در ترکیب ثابت	۱۵
خودآزمایی	۱۶

فصل دوم: نمونه‌گیری و ترکیب مجدد سیال /

۱.۲. مقدمه	۲۱
۲.۲. آماده‌سازی چاه	۲۲
۱.۲.۲. دبی بحرانی جریان	۲۴
۳.۲. روش‌های مختلف نمونه‌گیری	۲۸
۱.۳.۲. نمونه‌گیری سطحی (تفکیک‌کننده)	۲۸
۱.۱.۳.۲. نمونه‌گیری استاندارد	۲۹
۲.۱.۳.۲. نمونه‌گیری ایزوسنتتیکی	۳۴

۳۶.....	۳.۱.۳.۲. نمونه گیری آزمایشگاه کوچک
۳۶.....	۲.۳.۲. نمونه گیری زیرسطحی
۳۷.....	۳.۳.۲. نمونه گیری سرچاهی
۳۸.....	۴.۳.۲. مزایا و معایب روش های مختلف نمونه گیری
۴۰.....	۴.۲. چالش های نمونه گیری
۴۲.....	۱.۴.۲. رفتار قله ای مانند نمودار نسبت گاز به نفت / فشار نقطه شبنم
۴۳.....	۲.۴.۲. رفتار غیریکنواخت نسبت گاز-نفت با دبی کل
۴۵.....	۵.۲. ترکیب مجدد سیال
۴۶.....	۱.۱.۲. چالش های ترکیب مجدد
۴۹.....	۶. منابع خطا در نمونه گیری و ترکیب مجدد سیال
۵۰.....	۱.۶. خطای انسانی
۵۱.....	۲.۶. خطای انسان
۵۱.....	۳.۶. خطای الودگی
۵۲.....	۴.۶. خطای ابزار سیال
۵۳.....	خودآزمایی

فصل سوم - کنترل کیفیت، نمونه گیری و ترکیب مجدد سیال / ۵۵

۵۷.....	۱.۳. مقدمه: اهمیت صحت داده ها
۵۸.....	۲.۳. کنترل کیفیت آماده سازی چاه
۵۸.....	۱.۲.۳. بررسی شرایط نمونه گیری
۶۲.....	۲.۲.۳. انتخاب نمونه گاز
۶۳.....	۳.۲.۳. انتخاب نمونه مایع
۶۴.....	۳.۳. کنترل کیفیت داده های فشار-حجم-دما
۶۴.....	۱.۳.۳. مقایسه داده های آزمایشگاهی و نتایج حاصل از روابط تجربی
۶۵.....	۲.۳.۳. آزمون سازگاری داده های تعادلی
۶۸.....	۳.۳.۳. بررسی موازنه جرم
۷۰.....	۴.۳.۳. تصحیح نسبت گاز به نفت
۷۳.....	۵.۳.۳. موازنه جرم پیشرو و معکوس
۸۰.....	۴.۲. روندنمای کنترل کیفیت داده ها
۸۰.....	۱.۴.۳. بررسی کنترل کیفیت شرایط تثبیت جریان
۸۳.....	۲.۴.۳. بررسی کنترل کیفیت داده های فشار-حجم-دما
۸۵.....	خودآزمایی

فصل چهارم: مشخصه سازی برش جمعی ۹۱

۱.۴	مقدمه	۹۳
۲.۴	شکستن برش جمعی	۹۶
۱.۲.۴	روش کتر	۹۹
۲.۲.۴	روش پدرسن	۹۹
۳.۲.۴	روش ویتسون	۱۰۱
۴.۲.۴	روش احمد	۱۰۵
۱.۲.۴	مدل چهار ضریبی	۱۰۸
۶.۱.۴	مدل چهار ضریبی تصحیح شده	۱۱۰
۷.۲.۴	مدل سه ضریبی	۱۱۴
۸.۲.۴	مقایسه دقت مدل های مشخصه سازی برش جمعی	۱۱۶
۳.۴	تخصیص خواص برای واریب بی مرکزی به گروه های تک کرنی	۱۲۲
۱.۳.۴	روابط تجربی مناسب برای حساب چگالی ویژه، نقطه جوش نرمال، خواص بحرانی و ضریب بی مرکزی	۱۲۲
۴.۴	گروه بندی گروه های تک کرنی به گروه های چند کرنی	۱۳۲
۱.۴.۴	انتخاب تعداد اجزا برای گروه بندی	۱۳۳
۲.۴.۴	اختصاص خواص بحرانی و ضریب بی مرکزی به گروه های چند کرنی	۱۳۶
۱۴۱	خودآزمایی	

فصل پنجم: روابط تجربی و معادلات ۱۶۱

۱.۵	مقدمه	۱۴۷
۲.۵	روابط تجربی محاسبه خواص حجمی و فازی سیالات گاز میعانی	۱۴۷
۱.۲.۵	ضریب تراکم پذیری	۱۴۸
۲.۲.۵	وزن مخصوص، جرم مولکولی و حجم معادل گازی	۱۴۹
۳.۲.۵	فشار نقطه شبنم	۱۵۲
۴.۲.۵	کشش سطحی گاز-میعانات گازی	۱۵۴
۵.۲.۵	ضریب حجمی کل سازند	۱۵۴
۶.۲.۵	گرانروی سیال	۱۵۵
۷.۲.۵	نسبت میعانات به گاز	۱۵۷
۸.۲.۵	مقدار بیشینه میعانات تشکیل شده، مایعات استحصالی در سطح و ترکیب برش جمعی C_7+	۱۵۸
۳.۵	معادلات حالت مناسب برای مخازن گاز میعانی	۱۶۱
۱.۳.۵	معادله حالت وان دروالس	۱۶۲

۱۶۴.....	۲.۳.۵. توسعه معادله حالت وان دروالس
۱۶۵.....	۳.۳.۵. معادلات حالت مکعبی دو پارامتری
۱۶۸.....	۴.۳.۵. معادلات حالت مکعبی سه پارامتری
۱۷۰.....	۵.۳.۵. سایر معادلات حالت
۱۷۳.....	۴.۵. تنظیم معادله حالت
۱۷۵.....	۱.۴.۵. رگرسیون
۱۷۶.....	۲.۴.۵. راهبرد تنظیم معادله حالت
۱۸۱.....	۳.۴.۵. مخاطرات تنظیم معادله حالت
۱۸۳.....	۴.۴.۵. راهبرد یکپارچه مشخصه سازی سیال گاز میعانی و تنظیم معادله حالت
۱۸۳.....	۱.۴.۴.۵. راهبرد استاتیکی
۱۸۴.....	۲.۴.۴.۵. راهبرد دینامیکی
۱۹۹.....	خودارائه

فصل ششم: گرادیان ترکیب / ۲۰۷

۲۰۹.....	۱.۶. مقدمه
۲۱۰.....	۲.۶. عوامل مؤثر بر تشکیل گرادیان ترکیب
۲۱۱.....	۳.۶. گرادیان ترکیب در مخازن گازی میعانی (مطالعه تطبیقی)
۲۱۴.....	۴.۶. مدل سازی پدیده گرادیان ترکیب
۲۱۵.....	۱.۴.۶. مدل هم دما
۲۱۸.....	۲.۴.۶. سایر مدل های گرادیان ترکیب
۲۲۳.....	خودآزمایی

فصل هفتم: ارزیابی نرم افزارهای تجاری ساده های گاز میعانی / ۲۲۵

۲۲۷.....	۱.۷. مقدمه
۲۲۸.....	۲.۷. بانک ترکیب اجزا
۲۲۹.....	۳.۷. رفتار فازی
۲۳۴.....	۴.۷. معادلات حالت
۲۳۵.....	۵.۷. روابط تجربی
۲۳۸.....	۶.۷. مشخصه سازی برش جمعی
۲۴۰.....	۷.۷. کنترل کیفیت داده ها
۲۴۴.....	۸.۷. خروجی به فرمت نرم افزارهای مختلف
۲۴۴.....	۹.۷. گرادیان ترکیب
۲۴۵.....	۱۰.۷. مشخصه سازی سیال: مثالی کاربردی

فهرست مطالب * خ

خودآزمایی ۲۵۴

پیوست‌ها/ ۲۵۷

پیوست الف) خواص گاز طبیعی ۲۵۹

پیوست ب: پارامترهای معادلات حالت SW و PT ۲۷۲

پیوست پ: روابط مربوط به خواص بحرانی و تعیین جرم مولکولی برش جمعی ۲۷۵

منابع/ ۲۸۵

www.ketab.ir

پیشگفتار

آمارهای جهانی نشان می‌دهد کشور جمهوری اسلامی ایران بزرگ‌ترین مخازن گاز میعانی جهان را داراست. از آنجا که سال‌ها گاز میعانی ویژگی‌های رفتار فازی منحصر به فردی دارد، شناخت رفتار این سیال برای مهندسان صنعت نفت و گاز کشور بسیار حائز اهمیت است؛ ضمن اینکه نمونه‌برداری از این مخازن نیز پیچیدگی‌های خاصی دارد که در نمونه‌گیری از سایر سیالات نفتی، از قبیل نفت، و گاز خشک طبیعی مشاهده نمی‌شود. علاوه بر این، بررسی مستندات علمی شرکت‌های معتبر و معظم سرویس دهنده خدمات نمونه‌گیری نیز نشان از فقدان یکپارچگی در استانداردهای نمونه‌گیری و تحلیل داده‌های میدانی دارد. تحلیل تعداد بسیار زیادی از داده‌ها نشان داد که عدم کنترل کیفیت داده‌های منتشر شده ممکن است مدل‌های ترمودینامیکی و فرایندی را با ریسک بسیار بزرگی مواجه و مدل‌سازی انجام‌شده را از حیث انتفاع خارج کند.

از این منظر، نویسندگان کتاب بر آن شدند تا بر اساس تجارب صنعتی حاصل از انجام پروژه‌های صنعتی و جمع‌آوری منابع به‌روز، کتاب حاضر را به رشته تحریر درآورند. تشریح انواع روش‌های نمونه‌گیری و تدوین پروتکل کنترل کیفیت نمونه‌گیری از مخازن گاز میعانی بر مبنای اصول تعادلات فازی و یکپارچه‌سازی استانداردهای موجود از ویژگی‌های این کتاب است. شناخت دقیق موازنه مواد با استفاده از آزمون‌های رفتار فازی فشار-حجم-دما، تنظیم معادلات حالت، مشخصه‌سازی برش جمعی و آشنایی

با نرم افزارهای تحلیل رفتار فازی سیال، بخش های دیگر این کتاب را تشکیل می دهد. در فصل های مختلف سعی شده با ذکر مثال های واقعی و داده های مربوط به میادین و تأسیسات گازی و گاز میعانی ایران، درک بهتری از موضوع به مخاطب داده شود. همچنین، خودآزمایی در آخر هر فصل، این کتاب را به صورت منبع درسی مناسبی برای اساتید و دانشجویان مهندسی نفت، مهندسی شیمی و سایر علاقه مندان در آورده است. انتظار می رود دانشجویان مهندسی نفت، مهندسی شیمی و سایر محققان بتوانند پس از مطالعه این کتاب، ضمن فراگیری اصول رفتار فازی سیالات گاز میعانی، آشنایی با مبانی نظری استانداردهای نمونه گیری و ابزارهای صنعتی موجود، با شیوه صحیح نمونه گیری و کنترل کیفیت داده های برداشت شده از این مخازن آشنا شوند. از خوانندگان گرامی نیز درخواست دارم که نظرات تکمیلی و دیدگاه های خود را با ارسال رایانامه به نشانی osfouri@ou.ac.ir با نویسندگان به اشتراک بگذارند.

دکتر شهریار عصفوری

دانشیار مهندسی شیمی دانشگاه خلیج فارس

بهار ۱۳۹۶