

فرآیند ازدیاد برداشت میکروبی نفت

Microbial Enhanced Oil Recovery

تالیف:

دکتر حمید راشدی

(دانشیار دانشکده فنی دانشگاه تهران)

مهندس میثم حبیبی

(دانش‌آموخته دانشکده فنی دانشگاه تهران)

دکتر مهناز مظاهری اسدی

(استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران)

In order to produce the most profound and rapid improvements in the quality of your life, you must shift, change, or expand your imaginations, beliefs and commitment.

سرشناسه	راشدی، حمید، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	فرآیند ازدیاد برداشت میکروبی نفت
مشخصات نشر	جهاد دانشگاهی، واحد تهران، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	۳۱۵ص: جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۱۲۲-۰
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	کتابنامه
یادداشت	حبیبی، میثم، ۱۳۶۶-
موضوع	مطاهری اسدی، مهناز، ۱۳۳۸-
شماره افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد تهران
شماره کتابشناسی ملی	۳۶۳۲۵۸۵



وحد تهران

فرآیند ازدیاد برداشت میکروبی نفت

نویسندگان: حمید راشدی - میثم حبیبی - مهناز مطاهری اسدی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

به سفارش معاونت پژوهشی جهاد دانشگاهی

ناظر چاپ: احمد آرش

لیتوگرافی: زاویه نور

چاپ و صحافی: موسسه چاپ و صحافی شریف

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال

توبیت چاپ: اول - زمستان ۱۳۹۳

ISBN: 978-600-133-122-0

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۱۲۲-۰

<http://nashr.jahat.ir>

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶-۱۳۱۴۵

en.jahat@gmail.com

تلفن: ۶۶۹۵۵۷۵۳ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۶۸

تلفن مراکز بخشی: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۶۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه

مؤلف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

«ويزكهم و يعلمهم الكتاب و الحكمة»

مقدمه ناشر

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار میهن ما جوانه‌های خودکفایی علمی و فنی رخ نموده و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش و کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدای را شکر می‌گوییم که این فرصت را ارزانی ما داشته است تا گام‌هایی هر چند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند منان و در پرتو همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم نظام مقدس جمهوری اسلامی را در تحقق اهداف خدا یاری رسانده و دین خود را به انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز ادا کنیم.

انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران در راستای وظایف خویش و به منظور نیل به اهداف علمی - فرهنگی نظام جمهوری اسلامی مبادرت به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌نماید. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران و صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌گردد.

پیش گفتار

در طبیعت چاه‌های نفتی وجود دارد که به علت تزریق آب دیگر قادر به تولید نفت نیستند و یا به اصطلاح غرقاب شده‌اند و همچنین چاه‌هایی وجود دارند که به دلیل رسوب ترکیبات آلی و معدنی مسدود شده‌اند؛ لذا بعد از استخراج اولیه و ثانویه نفت، قسمت اعظم آن‌ها در چاه‌ها باقی می‌ماند؛ بنابراین روش‌های مختلفی به منظور استخراج مابقی نفت به وجود آمده است. از سوی دیگر، پژوهش‌هایی در دست انجام است تا نفت خام سنگین را به متان تبدیل نماید. البته هم‌اینک تبدیل نفت خام به گاز دارای ارزش اقتصادی نیست، اما در مناطقی که دیگر نفت خام سنگین تولید نمی‌شود این کار می‌تواند اقتصادی باشد. اما یک چالش بزرگ این است؛ چگونه راه‌هایی را بیابیم که تولید گاز تضمین شده‌ای را فراهم آورد. توسعه این روش در شرکت‌های نفتی نیازمند تخصصانی است که هم‌اینک در این شرکت‌ها وجود ندارند: میکروبیولوژیست‌ها، مهندسان شیمی، ژئوفیزیکدانان و مهندسان مخزن؛ و برای دستیابی به بهترین نتایج باید این افراد، زبان همدیگر را بفهمند.

بارت لومانز «پژوهشگر شرکت شل» می‌گوید: در گذشته گفته می‌شد که مهندسان مخزن، گفته‌های میکروبیولوژیست‌ها را درک نمی‌کنند؛ و از سوی دیگر میکروبیولوژیست‌ها نیز از گفته‌های مهندسان مخزن چیزی درک نمی‌کنند. به همین دلیل آموزش دانش‌های مرتبط با فعالیت‌های یک پروژه برای متخصصان حاضر در تیم‌ها، بسیار حیاتی است. اما این اقدامات برای هر شرکتی، با هزینه‌های پیش‌بینی نشده‌ای همراه است و باید به خاطر داشت که کار کردن با باکتری‌ها در مبادین نفتی می‌تواند بر شیوه‌های کنترل و مدیریت چاه، تاثیرگذار باشد.

گری جنمن «سوپروایزر شرکت نفتی کونوکو فیلیپس» می‌گوید: ما در این سال‌ها و در سایه مطالعات مربوط به جذب باکتری‌ها به دانش بیشتری در مورد فرآیندهای داخلی چاه‌ها دست یافته‌ایم. چراکه برای درک منشأ زیستی مخازن نفت، می‌توان از دانش زیست‌شناسی بهره ببریم. از سوی دیگر، پیوند دو رشته زیست‌شناسی و مهندسی مخزن به حفظ محیط زیست، کاهش استفاده از مواد آلاینده و کاهش هزینه‌ها و در نهایت

افزایش اثربخشی می‌انجامد.

در کتاب حاضر که مشتمل بر شش فصل است به‌راحتی می‌توان رابطه‌ی بین مهندسی مخازن و مهندسی فرایندهای زیستی را مشاهده کرد که راه‌گشای رابطه‌ی بین کارهای تحقیقاتی و صنعتی متخصصان حوزه‌های مختلف نفت و گاز است. در کنار توسعه‌ی علمی و فناوری در قالب طرح‌های مهندسی و زیربنایی صنعت نفت و گاز توجه به مباحث مدیریتی و تفکر اقتصادکلان ضروری می‌نماید که چگونه ریسک حاصل، متعادل شود.

کتاب حاضر علاوه بر کتابی درسی برای دانشجویان، برای کلیه مهندسان شیمی و مخازن هیدروکربوری، میکروبیولوژیست‌ها و متخصصان صنعت نفت و گاز مفید واقع می‌شود. چرا که علاوه بر مباحث پایه‌ای، به ذکر تکنیک‌ها هم پرداخته شده است. به‌طور قطع اثر حاضر خالی از اشکال نیست و دریافت پیشنهادات ارزشمند شما در برطرف ساختن نقاط ضعف و تقویت هرچه بیشتر نقاط قوت این اثر، در بهبود کیفیت در چاپ‌های بعدی و آثار بعدی، ما را یاری خواهد نمود. لذا به‌منظور برطرف‌نمودن اشکالات احتمالی، پیشنهادات خود را به آدرس ناشر یا پست‌های الکترونیکی زیر ارسال نمایید. با امید به این‌که نگارش این کتاب بتواند کمکی در ارتقا و کسب دانش فرایندهای مهندسی مخازن و ازدیاد برداشت نفت باشد.

در اینجا لازم می‌دانیم که از کلیه دانشجویان مهندسی شیمی (گرایش گاز)، دانشجویان مهندسی نفت و گرایش‌های مهندسی محیط‌زیست و بیوتکنولوژی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، دوستان و همکارانی که ما را در تدوین هرچه بهتر این کتاب یاری نمودند کمال تشکر را داشته باشیم.

مهندس ششم حبیبی^۱

دکتر حمید راشدی^۲

مهرماه ۱۳۹۲

دانش‌آموخته‌ی دانشکده مهندسی شیمی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران [1 mysm.habibi@ut.ac.ir](mailto:mysm.habibi@ut.ac.ir)

دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی شیمی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران [2 hshashedi@ut.ac.ir](mailto:hshashedi@ut.ac.ir)

فهرست مطالب

مقدمه ناشر

مقدمه ناشر ۵

پیش گفتار ۷

فصل اول: منشا نفت و گاز ۱۳

۱-۱ تشکیل و انباشته شدن نفت و گاز ۱۳

۱-۲ میدان نفتی و گازی ۲۱

۱-۳ ارزیابی سنگ منشأ ۲۲

۱-۴ تولید و حفظ مواد آلی ۲۴

۱-۵ تشکیل نفت و گاز ۲۸

۱-۶ روش های اکتشاف نفت ۳۲

۱-۷ تاریخچه و موقعیت میادین نفت و گاز ایران ۳۳

۱-۸ مهندسی حفاری و عملیات آن ۳۵

۱-۹ دکل های حفاری ۳۹

۱-۱۰ سیال حفاری (گل) ۴۴

۱-۱۱ خواص فیزیکی نفت خام ۴۸

۱-۱۲ بهره برداری از نفت خام ۵۱

فصل دوم: مهندسی مخازن نفت و گاز ۵۳

۲-۱ اصول رفتار سیال مخزن ۵۳

۵۶.....	۲-۲ مخازن نفتی
۶۰.....	۲-۳ مخازن گازی
۶۵.....	۲-۴ خواص سیال مخزن
۸۵.....	۲-۵ اصول خواص سنگ
۹۷.....	فصل سوم : جداسازی نفت و گاز
۹۷.....	۳-۱ اهمیت و چگونگی جداسازی نفت و گاز
۱۰۱.....	۳-۲ تفکیک کننده ها
۱۰۲.....	۳-۳ انواع تفکیک کننده از نظر ساختمان
۱۰۷.....	۳-۴ ظرفیت تفکیک کننده نفت و گاز
۱۱۱.....	۳-۵ لوله های نفت و گاز
۱۱۴.....	۳-۶ جریان سیالات در لوله ها
۱۱۹.....	فصل چهارم: ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز
۱۱۹.....	۴-۱ شاخص های انرژی
۱۲۳.....	۴-۲ استخراج نفت و EOR
۱۲۵.....	۴-۳ روش های جدید ازدیاد برداشت نفت
۱۲۷.....	۴-۴ عرضه و تقاضای انرژی و نیاز به ازدیاد برداشت نفت و گاز
۱۳۴.....	۴-۵ روش های کلی ازدیاد برداشت نفت
۱۳۷.....	۴-۶ نقش نانوتکنولوژی در ازدیاد برداشت از مخازن هیدروکربوری
۱۴۳.....	۴-۷ مخزن شکاف دار
۱۴۳.....	۴-۸ روش های EOR در مخازن کربناته شکاف دار
۱۵۰.....	۴-۹ ازدیاد برداشت از مخازن گاز میعانی
۱۵۷.....	فصل پنجم : ازدیاد برداشت میکروبی نفت
۱۵۷.....	۵-۱ تحقیقات میکروبی اولیه ی نفت
۱۵۹.....	۵-۲ تولید عوامل فعال سطحی بیولوژیکی
۱۶۲.....	۵-۳ تاثیر عوامل محیطی بر میکروارگانیسم ها
۱۶۴.....	۵-۴ تاثیر فعالیت زیستی بر تراوایی مخزن
۱۶۵.....	۵-۵ تجمع توده سلولی
۱۶۶.....	۵-۶ تجزیه ی زیستی
۱۶۹.....	۵-۷ میکروارگانیسم
۱۷۱.....	۵-۸ سورفکتانت های شیمیایی

۱۷۵	بیوسورفکتانت
۱۸۰	۵-۱۰ طبقه‌بندی بیوسورفکتانت‌ها، ساختار و منشاء میکروبی بیوسورفکتانت‌ها
۱۸۹	۵-۱۱ تولید بیوسورفکتانت
۱۹۱	۵-۱۲ سیتیک تولید بیوسورفکتانت
۱۹۲	۵-۱۳ ویژگی کلی بیوسورفکتانت‌ها
۱۹۳	۵-۱۴ نقش فیزیولوژیکی بیوسورفکتانت‌ها
۱۹۷	۵-۱۵ غربال‌گری میکروارگانیسم‌های تولید کننده بیوسورفکتانت
۱۹۸	۵-۱۶ تخمین فعالیت بیوسورفکتانت
۱۹۹	۵-۱۷ کاربردهای تجاری بیوسورفکتانت‌ها
۲۰۱	۵-۱۸ ویژگی‌های مخازن مورد استفاده در MEOR
۲۰۷	۵-۱۹ میکروبیولوژی مخازن
۲۱۱	۵-۲۰ شرایط زیر سطح زمین
۲۱۸	۵-۲۱ طراحی فرایند ازدیاد برداشت میکروبی نفت MEOR
۲۱۹	۵-۲۲ معیارهای گزینش مخازن برای انجام فرایند ازدیاد برداشت میکروبی
۲۳۱	۵-۲۳ استخراج (برداشت) بیوسورفکتانت
۲۳۵	۵-۲۴ شیوه‌های اجرایی MEOR
۲۳۸	۵-۲۵ نحوه عملکرد مکانیزم‌های ازدیاد برداشت میکروبی نفت MEOR
۲۳۲	۵-۲۶ مکانیزم‌های ازدیاد برداشت میکروبی نفت
۲۳۵	مشکلات و موانع فرایند ازدیاد برداشت میکروبی نفت MEOR
۲۴۰	۵-۲۸ نقش کمکی تولیدات میکروبی در فرایندهای MEOR
۲۴۲	۵-۲۹ تحریک تولید نفت توسط میکروارگانیسم‌ها در مخزن
۲۴۴	۵-۳۰ مقایسه ازدیاد برداشت میکروبی با روش‌های شیمیایی ازدیاد برداشت
۲۴۵	۵-۳۱ مزایای اقتصادی MEOR
۲۴۸	۵-۳۲ مدل سازی فرایند ازدیاد برداشت میکروبی نفت
۲۴۹	۵-۳۳ پارامترهای موثر در فرایند ازدیاد برداشت میکروبی
۲۵۴	۵-۳۴ مدل‌های ریاضی پیشنهادی ازدیاد برداشت میکروبی از مخازن
۲۵۸	۵-۳۵ نمونه‌ای از مدل سازی آزمایشگاهی
۲۶۰	۵-۳۶ معادلات مورد استفاده در ازدیاد برداشت میکروبی نفت
۲۶۱	۵-۳۷ مدل سیال مخزن
۲۶۵	۵-۳۸ سیلاب زنی مغزی با کلستریدیوم استوبوتیلیکوم

فصل ششم: مدیریت منابع نفت و گاز	۲۷۹
۶-۱ آنالیز فناوری و اطلاعات مدیریت مخازن هیدروکربوری با استفاده از فنون مدیریتی	۲۷۹
۶-۲ مدیریت مهندسی مخازن نفت و گاز	۲۸۲
۶-۳ مدیریت مخزن	۲۸۳
۶-۴ راهبردهای مدیریت ریسک مخازن	۲۹۰
۶-۵ مراحل مدیریت ریسک مخازن	۲۹۱
۶-۶ چشم انداز صنعت نفت و گاز ایران	۲۹۳
۶-۷ تجاری سازی مدیریت نفت و گاز	۲۹۵
مراجع و منابع	۳۰۱