

ازدياد برداشت نفت

تاليف:

سيد روح الله مرتضوى پور سوق
(دانشگاه آزاد اسلامى واحد اميديه)

امير ملاخور شيدى
(دانشگاه آزاد اسلامى واحد اميديه)

پاييز ۱۳۹۱

سرشناسه : مرتضوی پور سوق، سید روح الله، ۱۳۵۷ -

عنوان و نام پدیدآور: ازدیاد برداشت نفت / سید روح الله مرتضوی پور سوق، امیر ملاخورشیدی

مشخصات ظاهری : ۲۴۸ص: مصور (نقشه، جدول، نمودار) وضعیت فهرست نویسی: قیفا

مشخصات نشر : تهران : راه نوین، ۱۳۹۱ یادداشت : کتابنامه

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۷۲-۰۹-۰۰ موضوع : نفت -- استخراج

موضوع : نفت -- باز یافت ثانوی موضوع: نفت -- میدان ها - - روش های تولید

شماره الزوده : ملاخورشیدی، امیر، ۱۳۶۰ رده بندی کنگره : ۶۲۲/۳۲۸۲

رده بندی دیویی : ۱۳۹۱ ۴۴/م TN۸۷۱ شماره کتابشناسی ملی : ۲۸۹۵۴۴۸



انتشارات راه نوین

ازدیاد برداشت نفت

تألیف:

سید روح الله مرتضوی پور سوق

امیر ملاخورشیدی

چاپ و صحافی: پزمان

چاپ یکم ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۷۲-۰۹-۰۰

قیمت: ۱۶۵/۰۰۰ ریال

فرآیند تولید کلی و جزئی به هر صورت بدون اجازه مکتوب ناشر ممنوع است.

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

نشانی: تهران، میدان انقلاب اسلامی، ابتدای خیابان کارگر جنوبی، کوچه رشتچی

شماره ۳۸، طبقه ۲، واحد ۵ تلفن: ۶-۶۶۵۷۴۱۱۵

تلفن دفترپخش: ۶۶۹۱۳۸۸۸-۶۶۹۱۳۸۲۳

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲-۱. پروژه های تکمیل و یا فسخ شده EOR در ایالات متحده آمریکا.....	۷۴
جدول ۲-۲-۱. ضوابط انتخاب روش های ازدیاد برداشت.....	۷۶
جدول ۱-۱-۲. ترکیب نفت و گاز در حال تعادل برای آزمایش چندگانه پیشرو در چهار حالت...۱۱۰	۱۱۰
جدول ۱-۲-۲. ضرایب وزنی برای معادلات حالت.....	۱۳۷
جدول ۱-۱-۳. مشخصات نفت های سبک تا خیلی سنگین بر اساس استاندارد مرکز UNITAR...۱۶۳	۱۶۳
جدول ۱-۲-۳. شرایط لازم برای تزریق پلیمر.....	۱۹۶
جدول ۱-۴-۳. شرایط لازم برای تزریق سورفکتانت.....	۲۱۳
جدول ۱-۵-۳. خواص مواد شیمیایی مورد استفاده در تزریق آلکالین.....	۲۱۹
جدول ۱-۶. نتایج هفت اجرای متفاوت.....	۲۶۲
جدول ۲-۶. اطلاعات مربوط به ۹ مورد تزریق کاستیک.....	۲۶۴
جدول ۳-۶. آنالیز شیمیایی آب سه مخزن نفت.....	۴۱۷
جدول ۴-۶. نمک های معدنی محیط کشت.....	۴۱۷
جدول ۵-۶. نتایج اندازه گیری کشش سطحی و ویسکوزیته محیط کشت.....	۴۱۸
جدول ۶-۶. مشخصات مخزن.....	۴۲۱
جدول ۷-۶. میکروارگانیسم های جدا شده از دریای مارین با بیوسورفکتانت تولیدی از آنها.....	۴۲۲
جدول ۸-۶. خواص فیزیکی مغزه ها.....	۴۲۵
جدول ۹-۶. خواص فیزیکی آب دریا.....	۴۲۵
جدول ۱۰-۶. خواص فیزیکی نمونه نفت.....	۴۲۵

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳۵	شکل ۱-۱. توزیع جغرافیایی منابع نفت های سنگین 4700 Gbbl
۳۵	شکل ۲-۱. توزیع جغرافیایی میزان بازیافت نفت در سال 2003 ($5/5 \text{ Mbbl/d}$).....
۳۹	شکل ۱-۱-۱. تغییرات سطحی گاز نفت نسبت به فشار.....
۴۱	شکل ۲-۱-۱. نیروی بالا برنده سیال در لوله موئینه.....
۴۲	شکل ۳-۱-۱. نیروی پایین کننده قطره.....
۴۳	شکل ۴-۱-۱. نمایش رابطه تمایز سه سیال آب، نفت و جیوه روی یک سطح شیشه ای.....
۴۵	شکل ۵-۱-۱. تصویر بزرگی از قطره آب.....
۵۲	شکل ۶-۱-۱. حالت جایگزینی ایده آل.....
۵۳	شکل ۷-۱-۱. حالت جایگزینی غیر ایده آل.....
۵۳	شکل ۸-۱-۱. پدیده انگشتی شدن ویسکوز.....
۶۶	شکل ۱-۲-۱. یک مولکول ساده سورفکتانت.....
	شکل ۲-۲-۱. تولید نفت با روش های ازدیاد برداشت (EOR) در سراسر جهان بر حسب
۷۳	میلیون بشکه در روز.....
۷۴	شکل ۳-۲-۱. میزان تولید با روش های EOR در جهان امروز.....
۷۵	شکل ۴-۲-۱. مقایسه بین تولید نفت در مناطق مختلف.....
۷۵	شکل ۵-۲-۱. توزیع منابع نفتی شناسایی شده در سال 2003
۸۲	شکل ۱-۱-۲. جابه جایی امتزاجی.....
۸۴	شکل ۲-۱-۲. نمونه ای از دیاگرام فشار - دما برای سیستم ترکیبی چند جزئی.....
۸۶	شکل ۳-۱-۲. دیاگرام فازی فشار- دما برای مخلوط اتان و نرمال هپتان.....
۸۶	شکل ۴-۱-۲. موقعیت بحرانی سیستم های دوگانه پارافینی نرمال.....
۸۷	شکل ۵-۱-۲. دیاگرام فازی فشار- ترکیب برای نمایش فشرده شدن در دمای ثابت.....
۸۸	شکل ۶-۱-۲. هم دمایی فشار- ترکیب برای سیستم نرمال متان- بوتان.....
۸۹	شکل ۷-۱-۲. دیاگرام سه فازی.....

- شکل ۸-۱-۲ دیگرام فازي سه گانه ۸۹
- شکل ۹-۱-۲. روابط فازي برای متان- اتان و نرمال بوتان در $160^{\circ}F$ و 2500 Psia ۹۰
- شکل ۱۰-۱-۲. اثر فشار بر رفتار فازي ۹۱
- شکل ۱۱-۱-۲. الف. دو فاز مخلوط شده غير امتزاجي از گاز متان و نفت مایع ۹۲
- شکل ۱۱-۱-۲. ب. امتزاج پروپان یا (LPG) مایع و نفت ۹۲
- شکل ۱۱-۱-۲. ج. امتزاج پذیری گاز متان و پروپان ۹۲
- شکل ۱۲-۱-۲. رانش حلال - گاز امتزاج پذیر: حلال - نفت ۹۳
- شکل ۱۲-۱-۲. رانش حلال - گاز امتزاج پذیر: حلال - نفت امتزاج پذیر ۹۴
- شکل ۱۴-۱-۲. رانش حلال - گاز امتزاج نا پذیر: حلال - نفت امتزاج پذیر ۹۴
- شکل ۱۵-۱-۲. رفتار فازي برای FCM ۹۵
- شکل ۱۶-۱-۲. فرایندهای FCM و MCM ۹۷
- شکل ۱۷-۱-۲. نمونه ای از ارائه پروسه جابه جایی با تبخیر شدن - گاز ۹۷
- شکل ۱۸-۱-۲. ارائه نمونه امتزاج نا پذیری تزریق گاز با فشار بالا ۹۹
- شکل ۱۹-۱-۲. ارائه نمونه امتزاج پذیری پروسه جابه جایی بخار گاز ۹۹
- شکل ۲۰-۱-۲. ارائه نمونه ای از فرآیند گاز غنی شده ۱۰۰
- شکل ۲۱-۱-۲. میعان شدن و میعان شدن/ تبخیر شدن گاز ۱۰۱
- شکل ۲۲-۱-۲. شماتیکی از دیگرام تجهیزات لوله باریک ۱۰۲
- شکل ۲۳-۱-۲. بازیافت نفت با تزریق گاز در دو فشار مختلف ۱۰۴
- شکل ۲۴-۱-۲. بازیافت گاز با نسبت جابه جایی نفت در گاز در دو فشار ۱۰۵
- شکل ۲۵-۱-۲. تعیین MMP با رسم نسبت بازیافت نهایی به فشار ۱۰۵
- شکل ۲۶-۱-۲. بازیافت از لوله قلمی به عنوان تابعی از حلال با سطح غنی شده ۱۰۶
- شکل ۲۷-۱-۲. داده های لوله قلمی ۱۰۶
- شکل ۲۸-۱-۲. شماتیکی از دستگاه فنجانک بالا رونده در هنگام شروع یک آزمایش ۱۰۷
- شکل ۲۹-۱-۲. نسبت مخلوط فشار اشباع با متان اضافه شده به نفت سبک ۱۰۸
- شکل ۳۰-۱-۲. دیگرام جریان تماس چندگانه پیشرو امتزاجی ۱۰۹
- شکل ۳۱-۱-۲. تغییرات نسبت تعادلی اجزاء سیال در تماس چندگانه پیشرو ۱۱۱
- شکل ۳۲-۱-۲. دیاگرام جریان در آزمایش تماس پسرو چندگانه ۱۱۱

- شکل ۱-۲-۳۳. امتزاج پذیری در تماس اولیه در کمینه فشار برای گاز حلال..... ۱۱۲
- شکل ۱-۲-۳۴. دیاگرام کنترل رفتار فازی امتزاج پذیری در تماس اولیه در کمینه فشار برای سیستم حلال گاز نفت..... ۱۱۳
- شکل ۱-۲-۳۵. پروژه های تزریق گاز در مناطق نفت خیز جنوب ایران..... ۱۱۸
- شکل ۱-۲-۱. پروسه FCM با LPG و گاز خشک..... ۱۲۶
- شکل ۲-۲-۲. فرایندهای جابه جایی غیرامتزاجی، FCM و MCM ۱۲۷
- شکل ۲-۲-۳. فرایند جابه جایی (گاز سبک) بخار گاز..... ۱۲۸
- شکل ۲-۲-۴. شماتیک کلی فرایند تزریق گاز نیتروژن..... ۱۲۹
- شکل ۲-۲-۵. چگونگی تبیین IAP ۱۳۱
- شکل ۲-۲-۶. یک نمونه از دیاگرام دستگاه حباب بالا برنده..... ۱۳۲
- شکل ۱-۳-۲. نمودار سه گانه تزریق گاز کربن دی اکسید..... ۱۴۶
- شکل ۲-۳-۲. جابه جایی FCM مخلوط C_1/C_2 با CO_2 خالص..... ۱۴۷
- شکل ۳-۳-۲. دینامیک جابه جایی امتزاجی مخلوط C_1/C_2 با CO_2 خالص..... ۱۴۸
- شکل ۴-۳-۲. دینامیک جابه جایی غیر امتزاجی مخلوط C_1/C_2 با CO_2 ۱۵۲
- شکل ۵-۳-۲. فرایند تزریق دی اکسید کربن..... ۱۵۲
- شکل ۶-۳-۲. فرایند چرخه تزریق کربن دی اکسید..... ۱۶۶
- شکل ۱-۱-۳. نمونه ای از هیدروکربن سولفونات..... ۱۶۷
- شکل ۲-۱-۳. اشکال مختلف مایسل..... ۱۶۷
- شکل ۳-۱-۳. اشکال مختلف میکرو امولسیون ها..... ۱۶۸
- شکل ۴-۱-۳. سیستم دو فازی جدا شده به وسیله یک دو وجهی بین سطحی..... ۱۶۸
- شکل ۱-۲-۳. ساختار شیمیایی پلی آکریل آمیدها..... ۱۷۲
- شکل ۲-۲-۳. ساختار شیمیایی پلی آکریل آمید هیدرولیز شده..... ۱۷۳
- شکل ۳-۲-۳. ساختار شیمیایی پلی ساکارید ها..... ۱۷۴
- شکل ۴-۲-۳. ساختار شیمیایی ژل پلی آکریل آمید هیدرولیز شده..... ۱۷۶
- شکل ۵-۲-۳. نسبت سرعت برشی به ویسکوزیته..... ۱۷۹
- شکل ۶-۲-۳. نسبت غلظت نمک مولکول پلیمر به ویسکوزیته محلول..... ۱۸۰
- شکل ۷-۲-۳. نسبت ویسکوزیته ظاهری به سرعت برشی..... ۱۸۱

- شکل ۸-۲-۳. رابطه نرخ تزریق با هندسه محیط برای محلول پلیمر و آب نمک ۱۸۴
- شکل ۹-۲-۳. ویسکومتر غریبال ۱۸۶
- شکل ۱۰-۲-۳. شماتیکی از تزریق پلیمر ۱۸۸
- شکل ۱۱-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته بر اساس غلظت نمک ۱۹۰
- شکل ۱۲-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته بر اساس سرعت برشی ۱۹۰
- شکل ۱۳-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته بر اساس درجه هیدرولیز ۱۹۱
- شکل ۱۴-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته نسبت به غلظت $NaCl$ ۱۹۱
- شکل ۱۵-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته نسبت به غلظت $NaCl$ ۱۹۲
- شکل ۱۶-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته با نرخ برش در غلظت های مختلف پلیمر ۱۹۲
- شکل ۱۷-۲-۳. تغییرات ویسکوزیته با نرخ برش در لوله موئینه و محیط متخلخل ۱۹۳
- شکل ۱۸-۲-۳. تغییرات جذب با غلظت پلیمر ۱۹۴
- شکل ۱-۳-۳. شماتیکی از تزریق سورفکتانت ۱۹۷
- شکل ۲-۳-۳. مولکول ساده سورفکتانت ۱۹۸
- شکل ۳-۳-۳. تأثیر شوری بر رفتار یک سیستم میکروامولسیون ۲۰۰
- شکل ۴-۳-۳. بررسی تأثیر تغییر شوری بر روی دیالگرام سه فازی ۲۰۱
- شکل ۵-۳-۳. نمایش دیالگرام فازی و اثر تغییرات شوری بر آن ۲۰۲
- شکل ۶-۳-۳. رابطه ی پارامتر های حلالیت به عنوان تابعی از شوری ۲۰۳
- شکل ۷-۳-۳. رابطه ی بین IFT فازهای تعادلی و شوری ۲۰۴
- شکل ۸-۳-۳. رابطه بین IFT با ترکیب نفت ۲۰۵
- شکل ۹-۳-۳. رابطه بین IFT با نوعی کوسورفکتانت ۲۰۵
- شکل ۱۰-۳-۳. رابطه بین IFT با دما ۲۰۶
- شکل ۱۱-۳-۳. رابطه بین IFT با یون های دو ظرفیتی ۲۰۷
- شکل ۱۲-۳-۳. رابطه بین IFT با ساختار سورفکتانت ۲۰۷
- شکل ۱-۴-۳. شماتیکی از فرآیند تزریق سورفکتانت پلیمر ۲۱۱
- شکل ۲-۴-۳. نمودار ارزیابی اقتصادی روش های ازدیاد برداشت ۲۱۳
- شکل ۱-۵-۳. تغییرات pH بر حسب غلظت هر یک از مواد شیمیایی مورد استفاده در تزریق
الکالین ها ۲۱۹

- شکل ۳-۵-۲. تاثیر غلظت آلکالین بر کشش بین سطحی..... ۲۲۰
- شکل ۳-۵-۳. تاثیر وجود یون های سخت کننده آب بر کشش بین سطحی..... ۲۲۲
- شکل ۳-۵-۴. واکنش هایی که در یک PV به سبب تزریق آلکالین اتفاق می افتد..... ۲۲۲
- شکل ۳-۵-۵. تاثیر غلظت کلسیم بر IFT..... ۲۴۱
- شکل ۴-۲-۱. جابه جایی نفت در مخزن توسط سیلاب زنی شیمیایی یا سیلاب زنی با آب..... ۲۴۱
- شکل ۴-۲-۲. اثر کمیت بخار روی نتایج رانش بخار..... ۲۴۲
- شکل ۴-۲-۳. پروفایل اشباعیت آب و دما نسبت به جابه جایی یک بعدی نفت به وسیله آب گرم بدون بخار برای اجزای سبک نفت..... ۲۴۳
- شکل ۴-۲-۴. اثر دما روی نفوذپذیری مطلق..... ۲۴۵
- شکل ۴-۲-۵. اثر انبساط گرمایی نفت روی بازیافت در یک نمونه مخصوص
($T\Delta = 50^{\circ}C$ یا $S_{oil} = 1/8$)..... ۲۴۶
- شکل ۴-۲-۶. شدت جریان آب جزء به جزء نسبت به اشباعیت آب برای حجم های مختلف OWI/WPI ۲۴۸
- شکل ۴-۲-۷. نفوذپذیری مطلق به عنوان تابعی از دما، مغزه ای شن و ماسه ای که از ابتدا با نفت اشباع شده است. a - سیستم آب - مخلوط نرمال دکان - نرمال C_{20} و نرمال bc_{10} - سیستم آب - $C_{20}H_{62}$ ۲۵۰
- شکل ۴-۲-۸. نفوذپذیری مطلق به عنوان تابعی از دما، مغزه ای شن و ماسه ای که از ابتدا با نفت اشباع شده است. a - سیستم آب - مخلوط نرمال دکان - نرمال C_{20} و نرمال $b \cdot C_{10}$ - سیستم آب - $C_{20}H_{62}$ ۲۵۱
- شکل ۴-۲-۹. بازده تقطیر بخار ۱۶ نمونه از نفت های خام..... ۲۵۳
- شکل ۴-۲-۱۰. پروفایل تئوری اشباعیت آب در سه نمونه مختلف: الف- تزریق آب گرم در محیط با سردی متوسط. ب و ج - جابجایی در دمای ثابت با آب در دو دمای مختلف (شبیه سازی یک مطالعه آزمایشگاه..... ۲۵۵
- شکل ۴-۲-۱۱. شماتیکی از بیان مکانیزمهای مختلف جابجایی توسعه یافته نفت به وسیله سیال گرم (آب گرم)..... ۲۵۶
- شکل ۴-۲-۱۲. بازیافت نفت قبل از میان شکنی آب نسبت به مقدار آب تزریق شده جابه جایی با آب گرم (نمودار B) و جابه جایی با بخار (نمودار C)..... ۲۵۶

- شکل ۴-۳-۱۳. نمودار بازیافت نفت برای جابجایی به وسیله آب سرد، آب گرم و بخار آب ۲۵۸
- شکل ۴-۳-۱۴. شبیه سازی تزریق چرخه ای بخار ۲۶۵
- شکل ۴-۳-۲. پروفایل درجه حرارت و درجه سیر شدگی ۲۶۷
- شکل ۴-۳-۳. توزیع مکانیسم های سیلاب زنی با بخار در بازیابی نفت ۲۶۹
- شکل ۴-۳-۴. اثر *Chipping* در سیلاب زنی با بخار ۲۷۱
- شکل ۴-۳-۵. نتایج آزمایشگاهی تقطیر با بخار نفت های خام ۲۷۲
- شکل ۴-۳-۶. تولید در جای حلال در فرآیند سیلاب زنی با بخار ۲۷۳
- شکل ۴-۳-۷. اثر نیروی ویسکوز و گراویتی ۲۸۰
- شکل ۴-۳-۸. مدل ساده شده موازنه مواد در مخزن ۲۸۲
- شکل ۴-۳-۹. بازده حرارتی بصورت تابعی از زمان بی بعد ۲۸۹
- شکل ۴-۳-۱۰. مدل ساده شده جریان حرارتی *Vogel* ۲۹۰
- شکل ۴-۳-۱۱. مدل ساده شده جریان حرارتی نیومن ۲۹۱
- شکل ۴-۳-۱۲. زانویی های تقسیم بخار ۲۹۳
- شکل ۴-۳-۱۳. شماتیک فرآیند رانش *HASD* ۲۹۷
- شکل ۴-۳-۱۴. شماتیک فرآیند تزریق بخار به همراه ریزش ثقلی نفت ۲۹۸
- شکل ۴-۳-۱۵. مخازن بدون شیب در برابر مخازن شیبدار ۲۹۹
- شکل ۴-۳-۱۶. موقعیت های مختلف برای چاه های افقی در یک الگوی تزریق بخار ۳۰۱
- شکل ۴-۳-۱۷. تاریخچه حرارتی فرآیند سیلاب زنی با بخار پس از سیلاب زنی با آب داغ ۳۰۴
- شکل ۴-۳-۱۸. تاریخچه حرارتی فرآیند سیلاب زنی با بخار آب بدون فرآیند سیلاب زنی با آب داغ ۳۰۴
- شکل ۴-۳-۱۹. تاثیر تزریق گاز چگالش ناپذیر بر بازیابی نفت ۳۰۵
- شکل ۴-۳-۲۰. برش مقطعی از فرآیند سیلاب زنی با بخار ۳۰۶
- شکل ۴-۳-۲۱. شرایط نشان دهنده خطا در بیان وجود ناحیه ضخیم بخار ۳۰۹
- شکل ۴-۳-۲۲. شرایط نشان دهنده خطا در بیان وجود ناحیه ضخیم آب کندانس شده از بخار ۳۱۰
- شکل ۴-۴-۱. پروفایل دما و درجه اشباع آب و نفت در طول مخزن ۳۱۵
- شکل ۴-۴-۲. نواحی تشکیل شده در طول مخزن در فرآیند احتراق در جا ۳۱۶

- شکل ۴-۴-۳. کلیت نقلی جبهه احتراق..... ۳۱۷
- شکل ۴-۴-۴. شماتیک احتراق-لوله..... ۳۲۰
- شکل ۴-۴-۵. تاثیر درجه اشباع اولیه نفت بر روی میزان سوخت در دسترس..... ۳۲۲
- شکل ۴-۴-۶. تاثیر دبی گاز تولیدی بر روی میزان سوخت در دسترس..... ۳۲۲
- شکل ۴-۴-۷. تاثیر درجه اشباع نفت باقیمانده بر روی سوخت در دسترس..... ۳۲۳
- شکل ۴-۴-۸. تاثیر درجه API نفت بر روی سوخت در دسترس..... ۳۲۳
- شکل ۴-۴-۹. تاثیر ویسکوزیته نفت بر روی میزان دسترسی به سوخت..... ۳۲۴
- شکل ۴-۴-۱۰. تاثیر درجه API نفت بر روی میزان دسترسی به سوخت و هوای مورد نیاز..... ۳۲۴
- شکل ۴-۴-۱۱. تاثیر دمای اکسیداسیون بر روی میزان دسترسی به سوخت..... ۳۲۴
- شکل ۴-۴-۱۲. تاثیر H/C نسبت بر روی میزان دسترسی به سوخت..... ۳۲۵
- شکل ۴-۴-۱۳. تاثیر فشار بر روی میزان دسترسی به سوخت..... ۳۲۵
- شکل ۴-۴-۱۴. شماتیک فرایند احتراق معکوس..... ۳۳۰
- شکل ۴-۴-۱۵. شماتیک فرایند احتراق تر بهینه..... ۳۳۱
- شکل ۵-۱. روش تحریک چاه های منفرد..... ۳۴۶
- شکل ۶-۱. شماتیکی از اپراتور جابه جایی..... ۳۶۱
- شکل ۶-۲. نحوه تغییر ترکیب درصد اجزای فاز بخار برحسب حجم منافذ تزریق شده
- نیترژن..... ۳۶۱
- شکل ۶-۳. نمونه گراف نمودارگیری از میدان *Whittier*..... ۳۶۵
- شکل ۶-۴. تزریق کاستیک در آزمایشگاه در نواحی ۲ و ۳ میدان *Whittier*..... ۳۶۵
- شکل ۶-۵. دبی تزریق آب در میدان *Whittier*. شکل ۶-۶. اطلاعات تولید چاه ها در
- میدان *Whittier*..... ۳۶۷
- شکل ۶-۷. اطلاعات تولید در میدان *Whittier*..... ۳۶۸
- شکل ۶-۸. پروفایل تزریق توسط *spinner* در چاه ۱۲۵..... ۳۷۵
- شکل ۶-۹. تاثیر شوری بر *IFT*..... ۳۷۱
- شکل ۶-۱۰. سیستم آزمایشگاهی *Leach* و *Forning*..... ۳۷۲
- شکل ۶-۱۱. غلظت سولفید در آب خروجی از مغزه..... ۳۷۲
- شکل ۶-۱۲. غلظت یدید و سولفید در آب تزریقی به مغزه..... ۳۷۳

- شکل ۶-۱۳. غلظت مواد رهگیر موجود در آب تولیدی..... ۳۷۴
- شکل ۶-۱۴. غلظت مواد رهگیر در آب خروجی..... ۳۷۵
- شکل ۶-۱۵. کاهش نفت باقیمانده توسط MCCF..... ۳۷۶
- شکل ۶-۱۶. بسته شدن نقاط نفوذپذیر بالا..... ۳۷۶
- شکل ۶-۱۷. تاثیر pH بر کشش سطحی..... ۳۷۷
- شکل ۶-۱۸. تاثیر pH بر کشش سطحی..... ۳۷۸
- شکل ۶-۱۹. جذب $NaOH$ بر نفت اوهایو..... ۳۷۸
- شکل ۶-۲۰. افزایش برداشت نفت کالیفرنیا توسط تزریق آب و کاستیک..... ۳۸۰
- شکل ۶-۲۱. pH بالا افزایش نفت کالیفرنیا را به همراه داشته است..... ۳۸۰
- شکل ۶-۲۲. تاثیر MCCF پس از سیلاب زنی..... ۳۸۲
- شکل ۶-۲۳. تاثیر MCCF پس از سیلاب زنی..... ۳۸۲
- شکل ۶-۲۴. برداشت نوع سوم نفت تکراس توسط محلول اورتوسیلیکات..... ۳۸۳
- شکل ۶-۲۵. برداشت نوع سوم نفت تکراس توسط محلول اورتوسیلیکات..... ۳۸۳
- شکل ۶-۲۶. IFT بر حسب pH در نفت Wyoming..... ۳۸۴
- شکل ۶-۲۷. IFT بر حسب pH در نفت Illions..... ۳۸۵
- شکل ۶-۲۸. IFT بر حسب pH در نفت آلاسکا..... ۳۸۵
- شکل ۶-۲۹. IFT بر حسب pH در نفت کالیفرنیا..... ۳۸۶
- شکل ۶-۳۰. سیستم فیزیکی مدل Marx and Langenheim..... ۳۸۷
- شکل ۶-۳۱. پروفایل درجه حرارت در سازند، محاسبه شده با روش Marx and Langenheim..... ۳۸۸
- شکل ۶-۳۲. بازدهی حرارتی ناحیه بخار..... ۳۹۳
- شکل ۶-۳۴. تابع درجه حرارت مدل نیومن..... ۳۹۶
- شکل ۶-۳۵. آنتالپی بخار مرطوب به صورت تابعی از کیفیت بخار و فشار..... ۳۹۹
- شکل ۶-۳۶. افت های حرارتی عمودی (hL)..... ۴۰۰
- شکل ۶-۳۷. فاکتور کاربری حرارتی به صورت تابعی از کیفیت بخار..... ۴۰۰
- شکل ۶-۳۸. بازیابی نفت به روش سیلاب زنی با بخار بصورت..... ۴۰۱
- شکل ۶-۳۹. تجهیزات سیلاب زنی میکروبی روی مغزه..... ۴۱۴

پیشگفتار

بخش اول

۳۳	کلیاتی راجع به روش های بهره برداری از مخازن نفت
۳۳	۱- روش های بهره برداری از مخازن نفت

فصل اول

۳۷	روش های تولید اولیه
۳۷	۱-۱- مقدمه
۳۸	۱-۱-۱- کشش بین سطحی (IFT)
۴۰	۱-۱-۲- روش های اندازه گیری IFT
۴۱	۱-۱-۳- روش تعیین IFT
۴۳	۱-۱-۴- ترشوندگی و روش های اندازه گیری آن
۴۵	۱-۱-۵- لزوم اندازه گیری ترشوندگی و IFT
۴۸	۱-۱-۶- سازوکارهای بازیافت اولیه نفت
۴۸	۱-۱-۶-۱- ساز و کار رانش گاز محلول در نفت
۴۸	۱-۱-۶-۲- ساز و کار رانش کلاهدک گازی
۴۹	۱-۱-۶-۳- سازوکار رانش آب
۴۹	۱-۱-۶-۴- ساز و کار ریزش ثقلی
۴۹	۱-۱-۶-۵- ساز و کار انبساط سنگ و سیال
۵۰	۱-۱-۶-۶- ساز و کار رانش ترکیبی
۵۰	۱-۱-۷- مفاهیم مطرح در فرآیند ازدیاد برداشت
۵۰	۱-۱-۷-۱- تخلخل
۵۰	۱-۱-۷-۲- نفوذ پذیری
۵۰	۱-۱-۷-۳- معادله دارسی
۵۱	۱-۱-۷-۴- درجه اشباع
۵۱	۱-۱-۷-۵- تحرک
۵۲	۱-۱-۷-۶- نسبت تحرک

۵۲	۷-۷-۱-۱ جایگزینی ایده آل
۵۳	۸-۷-۱-۱ جایگزینی غیر ایده آل
۵۳	۹-۷-۱-۱ پدیده انگشتی شدن ویسکوز
۵۴	۱۰-۷-۱-۱ مشکلات رسوب آسفالتین
۵۷	۸-۱-۱ خصوصیات ایده آل یک فرآیند ازدیاد برداشت
۵۷	۱-۸-۱ جابه جایی میکروسکوپی و ماکروسکوپی

فصل دوم

۶۱	روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفت
۶۱	۲-۱ مقدمه
۶۲	۱-۲-۱ روش های استخراجی
۶۴	۲-۲-۱ روش های شیمیایی
۶۸	۳-۲-۱ روش های حرارتی
۷۲	۴-۲-۱ روش میکروبی
۷۷	۵-۲-۱ منابع

بخش دوم

۷۹	جابه جایی امتزاج پذیر
----	-----------------------

فصل اول

۸۱	توصیف کلی جابه جایی امتزاج پذیر
۸۱	۱-۲ مقدمه
۸۳	۱-۱-۲ مبانی رفتار فازی وابسته به امتزاج پذیری
۸۴	۲-۱-۲ نمودارهای فشار بر حسب دما
۸۶	۳-۱-۲ نمودارهای فشار بر حسب ترکیب
۸۸	۴-۱-۲ نمودارهای سه گانه (مثلثی)
۹۱	۵-۱-۲ فرآیندهای FCM, MCM
۹۳	۱-۵-۱-۲ رفتار فازی برای FCM
۹۶	۲-۵-۱-۲ فرایند های MCM
۱۰۲	۶-۱-۲ مطالعات تجربی
۱۰۲	۱-۷-۱-۲ لوله قلمی

۱-۶-۲	دستگاه حباب بالا رونده	۱۰۷
۱-۷-۲	آزمایش های تماس	۱۰۸
۱-۸-۲	پیش بینی شرایط امتزاج پذیری	۱۱۱
۱-۸-۱-۲	امتزاج پذیری تماس اولیه (FCM)	۱۱۲
۱-۹-۲	رانش با بخار گاز	۱۱۳
۱-۱۰-۲	رانش گاز بخار شده / میعان یافته	۱۱۵

فصل دوم

تزریق گاز نیتروژن	۱۱۹
۲-۲ مقدمه	۱۱۹
۱-۲-۲ تزریق چرخه ای گاز	۱۲۳
۲-۲-۲ فرایند امتزاج	۱۲۵
۳-۲-۲ فرایندهای جابه جایی امتزاجی	۱۲۶
۱-۳-۲-۲ فرایند جابه جایی (گاز سبک) بخار گاز	۱۲۷
۴-۲-۲ روش های اندازه گیری آزمایشگاهی MMP	۱۳۰
۱-۴-۲-۲ لوله قلمی	۱۳۰
۲-۴-۲-۲ دستگاه حباب بالا برنده (RBA)	۱۳۲
۳-۴-۲-۲ دیا گرام های فشار - ترکیب	۱۳۳
۴-۴-۲-۲ روش (VIT)	۱۳۳
۵-۲-۲ پیش بینی MMP	۱۳۳
۱-۵-۲-۲ رابطه فیروزآبادی و عزیز	۱۳۴
۲-۵-۲-۲ رابطه Hudgins و همکارانش	۱۳۵
۳-۵-۲-۲ رابطه Eakin و همکارانش	۱۳۵
۶-۲-۲ مدل های معادلات حالت	۱۳۶
۷-۲-۲ روش ها و معیارهای طراحی	۱۳۸
۸-۲-۲ رفتار فازی - انتخاب حلال	۱۳۸
۹-۲-۲ کنترل تحرک	۱۳۸
۱۰-۲-۲ نیروی گراویتی	۱۳۹
۱۱-۲-۲ سیلاب زنی مغزه	۱۳۹
۱۲-۲-۲ مدل سازی ریاضی	۱۴۰
۱۳-۲-۲ معیارهای کاربرد	۱۴۰

۱۴-۲-۲. نتایج و بحث ۱۴۱

فصل سوم

تزریق کربن دی اکسید ۱۴۳

۳-۲. مقدمه ۱۴۳

۱-۳-۲. تزریق دی اکسید کربن به مخازن و چالش ها ۱۴۵

۲-۳-۲. کنترل عملیات ازدیاد برداشت ۱۴۵

۳-۳-۲. ساز و کارهای ازدیاد برداشت در تزریق کربن دی اکسید ۱۴۵

۴-۳-۲. مشاهدات تجربی نقش رفتار فازی در جابه جایی امتزاج پذیر ۱۴۶

۵-۳-۲. مزایا و محدودیت ها ۱۵۰

۶-۳-۲. تحلیل ۱۵۳

۷-۳-۲. منابع ۱۵۷

بخش سوم

روش های شیمیایی ۱۵۹

فصل اول

توصیف کلی روش های شیمیایی ۱۶۱

۱-۳. مقدمه ۱۶۱

۱-۱-۳. نفت سنگین ۱۶۲

۲-۱-۳. استخراج اولیه و ثانویه ۱۶۳

۳-۱-۳. انواع روش های شیمیایی ۱۶۴

۴-۱-۳. دلایل روی آوردن به روش های شیمیایی ۱۶۹

۵-۱-۳. مهمترین دلایل شکست پروژه های قبلی ۱۷۰

فصل دوم

پلیمر روی ۱۷۱

۲-۳. مقدمه ۱۷۱

۱-۲-۳. پلی آکریل آمید هیدرولیز شده ۱۷۴

۲-۲-۳. ژل های پلیمری ۱۷۵

۳-۲-۳. ناهمگنی مخزن ۱۷۶

۱۷۸	۴-۲-۳. مکانیزم های جابه جایی
۱۷۸	۵-۲-۳. رتولوژی
۱۷۹	۶-۲-۳. حلال
۱۸۰	۷-۲-۳. وزن مولکولی
۱۸۰	۸-۲-۳. هیدرولیز
۱۸۱	۹-۲-۳. کاهش فوذپذیری
۱۸۲	۱۰-۲-۳. حفاظت پلیمر
۱۸۲	۱۱-۲-۳. جذب
۱۸۳	۱۲-۲-۳. حجم منافذ غیر قابل دسترس (IPV)
۱۸۴	۱۳-۲-۳. به تله افتادن
۱۸۵	۱۴-۲-۳. شکست برشی
۱۸۶	۱۵-۲-۳. معیارهای انتخاب بخزن مناسب
۱۸۹	۱۶-۲-۳. ویسکوزیته محلول های پلیمری
۱۹۲	۱۷-۲-۳. رفتار پلیمر در محیط متخلخل
۱۹۴	۱۸-۲-۳. مطالعه میدانی تزریق پلیمر
۱۹۵	۱۹-۲-۳. محدودیت های روش تزریق پلیمر
۱۹۵	۲۰-۲-۳. چالش ها
۱۹۶	۲۱-۲-۳. شرایط لازم برای تزریق پلیمر

فصل سوم

۱۹۷	رانش با پلیمرهای میلی (تزریق سورفکتانت)
۱۹۷	۳-۳. مقدمه
۱۹۸	۱-۳-۳. سورفکتانت ها
۱۹۸	۲-۳-۳. دسته بندی سورفکتانت ها
۱۹۹	۳-۳-۳. میسل ها و میکرو امولسیون ها
۱۹۹	۴-۳-۳. رفتار فازی میکرو امولسیون ها
۲۰۰	۵-۳-۳. تأثیر شوری آب روی رفتار فازی
۲۰۲	۶-۳-۳. پارامترهای حلالیت
۲۰۳	۷-۳-۳. رفتار فازی و IFT
۲۰۴	۸-۳-۳. عوامل مؤثر بر رفتار فازی و IFT
۲۰۸	۹-۳-۳. عوامل مؤثر بر هرز روی سورفکتانت ها در محیط متخلخل

۲۰۸	۳-۹-۱. ته نشینی
۲۰۸	۳-۹-۲. جذب روی فضای متخلخل
۲۰۸	۳-۹-۳. تبادل یونی

فصل چهارم

۲۰۹	تزریق سورفکتانت - پلیمر
۲۰۹	۴-۳. مقدمه
۲۱۲	۳-۴-۱. اسلاگ حفاظت کننده
۲۱۲	۳-۴-۲. اسلاگ سورفکتانت
۲۱۲	۳-۴-۳. کنترل تحرک
۲۱۲	۳-۴-۴. محدودیت های روش تزریق سورفکتانت
۲۱۳	۳-۴-۵. چالش ها
۲۱۳	۳-۴-۶. شرایط لازم برای تزریق سورفکتانت
۲۱۴	۳-۴-۷. سیلاب زنی فوم
۲۱۴	۳-۴-۸. نتیجه گیری

فصل پنجم

۲۱۷	ازدیاد برداشت به روش تزریق آلکالین
۲۱۷	۵-۳. مقدمه
۲۱۹	۳-۵-۱. مواد شیمیایی مورد استفاده در تزریق آلکالین
۲۱۹	۳-۵-۲. عملکرد آلکالین
۲۲۵	۳-۵-۴. منابع

بخش چهارم

۲۲۷	روش های حرارتی
-----	----------------

فصل اول

۲۲۹	کلیاتی راجع به روش های حرارتی
۲۲۹	۴-۱. مقدمه
۲۲۹	۴-۱-۱. مکانیزم های تولید نفت در بازیافت حرارتی از مخزن
۲۳۰	۴-۱-۱-۱. تغییر گرانیروی

۲۳۱	 ۲-۱-۱-۴. تغییر دانسیته.
۲۳۱	 ۳-۱-۱-۴. تغییر آنتالپیو ظرفیت گرمایی.
۲۳۲	 ۴-۱-۱-۴. تغییر رسانش گرمایی.
۲۳۳	 ۵-۱-۱-۴. تغییر چسبندگی سطحی، ترشوندگی و فشار مویینگی.
۲۳۳	 ۶-۱-۱-۴. تغییر انبساط حرارتی و تراکم پذیری سنگ.
۲۳۴	 ۷-۱-۱-۴. تغییرات تراوایی مطلق و نسبی.
۲۳۵	 ۸-۱-۱-۴. تغییر نفوذ.
۲۳۵	 ۹-۱-۱-۴. اثر نسبی مکانیزم های مختلف در سه روش عمده حرارتی.
۲۳۶	 ۲-۱-۴. تزریق سیالات داغ.
۲۳۶	 ۱-۲-۱-۴. تزریق آب داغ.

فصل دوم

۲۳۹	 تزریق آب گرم.
۲۳۹	 ۲-۴. مقدمه.
۲۴۲	 ۱-۲-۴. جابه جایی به وسیله آب گرم.
۲۴۴	 ۲-۲-۴. فشردگی و فرو نشست لایه های تولیدی.
۲۴۵	 ۳-۲-۴. مکانیسم های فیزیکی شرکت کننده در تزریق سیال گرم.
۲۴۶	 ۱-۳-۲-۴. انبساط گرمایی فازها و تراکم پذیری سنگ.
۲۴۷	 ۴-۲-۴. آزمایش های جابه جایی دو فاز همدم.
۲۴۷	 ۱-۴-۲-۴. تاثیر نسبت ویسکوزیته.
۲۴۸	 ۵-۲-۴. تاثیر دما روی تراوایی های نسبی.
۲۵۱	 ۶-۲-۴. جابه جایی توسط یک فاز بخار.
۲۵۱	 ۱-۶-۲-۴. شرایط برای حضور یک فاز بخار.
۲۵۲	 ۲-۶-۲-۴. مطالعات آزمایشگاهی روی کسر تغییر نفت خام.
۲۵۴	 ۷-۲-۴. تاثیر نسبی مکانیسم های مختلف.
۲۵۷	 ۸-۲-۴. تشریح جابه جایی با آب گرم.
۲۵۸	 ۹-۲-۴. محدودیت های تزریق سیال گرم.
۲۵۹	 ۱۰-۲-۴. نمونه های موفق از کاربرد روش های حرارتی.
۲۶۰	 ۱۱-۲-۴. نتایج.

فصل سوم

۲۶۳	تزریق بخار آب
۲۶۳	۳-۴. مقدمه:
۲۶۴	۱-۳-۴. تزریق چرخه ای بخار
۲۶۴	۲-۳-۴. شرح فرایند
۲۶۵	۳-۳-۴. مکانیسم تولید
۲۶۶	۴-۳-۴. مشخصات میدانی
۲۶۶	۵-۳-۴. تزریق پیوسته بخار (سیلاب زنی با بخار)
۲۶۶	۵-۳-۴. شرح فرایند
۲۶۸	۲-۵-۳-۴. مکانیسم های تولید
۲۶۸	۳-۵-۳-۴. کاهش ویسکوزیته
۲۷۰	۴-۵-۳-۴. انبساط حرارتی
۲۷۰	۵-۵-۳-۴. تقطیر با بخار
۲۷۲	۶-۵-۳-۴. عاری سازی با گاز
۲۷۲	۷-۵-۳-۴. رانش با فاز امتزاج پذیر نفت
۲۷۳	۸-۶-۳-۴. رانش با گاز محلول
۲۷۴	۶-۳-۴. پایداری حبه بخار
۲۷۶	۷-۳-۴. پیش بینی عملکرد فرایند سیلاب زنی با بخار
۲۷۷	۸-۳-۴. مدیریت و کنترل فرایند سیلاب زنی با بخار نت سنگین
۲۷۷	۹-۳-۴. بازده بازیابی نفت و کاربرد حرارتی
۲۷۸	۱-۹-۳-۴. بازده بازیابی نفت
۲۷۸	۲-۹-۳-۴. بازده جابه جایی
۲۷۸	۳-۹-۳-۴. بازده جاروب زنی عمودی
۲۷۹	۴-۹-۳-۴. بازده جاروب زنی سطحی
۲۷۹	۱۰-۳-۴. کاربری حرارت
۲۸۱	۱۱-۳-۴. موازنه مواد
۲۸۱	۱-۱۱-۳-۴. معادلات موازنه مواد
۲۸۳	۲-۱۱-۳-۴. تراکم پذیری حجم تخلخل
۲۸۴	۳-۱۱-۳-۴. سیرشدگی اولیه گاز
۲۸۴	۱۲-۳-۴. موازنه انرژی
۲۸۷	۱-۱۲-۳-۴. مدل جابه جایی حبه ای
۲۸۹	۲-۱۲-۳-۴. مدل فرآوری ثقلی

۲۹۱.....	۱۳-۳-۴. آخرین پیشرفت ها در فناوری تزریق بخار.....
۲۹۲.....	۱-۱۳-۳-۴. تولید و توزیع بخار.....
۲۹۴.....	۲-۱۳-۳-۴. تجهیزات زیر سطحی.....
۲۹۶.....	۳-۱۳-۳-۴. پیشرفت های فرآیندی.....
۳۰۶.....	۴-۱۳-۳-۴. شناخت مخزن.....
۳۱۰.....	۵-۱۳-۳-۴. پیش بینی عملکرد فرآیند تزریق بخار.....

فصل چهارم

۳۱۳.....	احتراق در جا.....
۳۱۳.....	۴-۴. مقدمه.....
۳۱۴.....	۱-۴-۴. انواع احتراق در جا.....
۳۱۹.....	۲-۴-۴. سوخت موجود برای HTO.....
۳۲۶.....	۳-۴-۴. هوای مورد نیاز.....
۳۲۷.....	۴-۴-۴. نفت جابه جا شده از ناحیه سوخته شده.....
۳۲۸.....	۵-۴-۴. مقدار آب جابه جا شده.....
۳۲۹.....	۶-۴-۴. تزریق اکسیژن خالص.....
۳۲۹.....	۷-۴-۴. احتراق معکوس.....
۳۳۰.....	۸-۴-۴. احتراق تر.....
۳۳۲.....	۹-۴-۴. احتراق فوق تر.....
۳۳۲.....	۱۰-۴-۴. معایب روش احتراق در جا.....

فصل پنجم

۳۳۵.....	امواج لرزه ای.....
۳۳۵.....	۵-۴. مقدمه.....
۳۳۶.....	۱-۵-۴. انواع امواج تولید شده بوسیله زمین لرزه.....
۳۳۷.....	۲-۵-۴. تاثیر امواج لرزه ای بر مخازن.....
۳۳۸.....	۳-۵-۴. شرایط مخزنی برای استفاده از امواج فرا صوتی.....
۳۳۸.....	۴-۵-۴. شرایط مخزنی برای استفاده از امواج صوتی با فرکانس پایین.....
۳۳۹.....	۵-۵-۴. منابع.....

بخش پنجم

پیشگفتار

در هزاره سوم میلادی طلای سیاه برگ برنده بسیاری از بنگاه های اقتصادی است. محدودیت های منابع انرژی فسیلی در حالی خود را آشکار می سازند که به باور کارشناسان امر تولید تا آخرین بشکه نفت ذخیره زیر زمینی مقدور نیست. افزایش قیمت نفت و کاهش فرسایشی منابع نفت سبک، محققان اقتصادی را به این اندیشه واداشته است که آیا نرخ تولید نفت سبک در آینده باعث کندی رشد اقتصادی نخواهد شد؟

در سال های اخیر پیشرفت های بنیادی در تولید و فراوری این نوع نفت صورت پذیرفته است. به همین خاطر است که از کاناडा به علت تغییر رویکرد فناوری و اصلاح ساختارهای پژوهشی-تحقیقاتی در حوزه استحصال نفت های سنگین و بسیار سنگین به عنوان رقیب آتی و سرسخت و بالفعل OPEC یاد می شود. در این میان قیمت ۸۰ دلاری نفت پاشنه آشیل تغییرات اقتصادی و قدرت های مالی برتر را به سوی این گونه کشورها رهنمون می سازد.

در جهان انرژی دستاوردهای بزرگی در زمینه تولید اقتصادی نفت سنگین به دست آمده است. در ایران اکتشاف نفت سنگین قدمتی ۸۰ ساله دارد. با این وجود تا سال های متمادی از این منابع استفاده نشده است. به دلیل بالا بودن مقدار مخازن نفت سبک زیرزمینی در کشور و افزایش استفاده از گاز طبیعی، مطالعات و تحقیقات گسترده و چشمگیری در مورد نفت سنگین در کشور انجام پذیرفته است. مصرف مواد نفتی ایران هر سال حدود ۷ درصد افزایش می یابد و از سوی دیگر میزان تولید سالیانه مخازن رو به کاهش است. با توجه به کاهش نرخ تولید و افزایش مصرف تا سال ۲۰۲۰ میلادی صادرات نفتی ایران به صفر میل می کند. البته در صورتی که شور و شعور در فراگیر شدن استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین در میان مسئولان امر نهاده شده شود، این امر را می توان تا ۲۰ سال به تاخیر انداخت.

به همین خاطر می توان نتیجه گرفت برای پویایی حداقلی اقتصاد انرژی از یک سو و کاهش منابع نفت سبک قابل استحصال و افزایش تقاضای نفت و لزوم به روز رسانی نرخ تولید تعهدات نفتی ایران در OPEC تولید و برداشت نفت از مخازن سنگین و فوق سنگین بسیار ضروری به نظر می آید. عمده نگرانی ها وقتی به نقطه اوج خود می رسد که بدانیم تقاضای نفت خام تا سال ۲۰۳۰ میلادی به ۳۸ میلیارد بشکه خواهد رسید. البته در صورت اعمال شدن جایگزین نفت خام با مواد دارای ارزش افزوده این رقم به کمتر از ۲۴ میلیارد بشکه تنزل خواهد یافت. بنابراین با پیش

برداشت نفت مورد توجه است. با توجه به اینکه سنتز این مواد هزینه بالایی را در بر دارد و همچنین به دلیل ملاحظات زیست محیطی، جایگزینی این مواد با بیوسورفکتانت‌ها موضوع پژوهش‌های متعددی در سالهای اخیر بوده است.

بیوسورفکتانت‌ها گروهی از مواد فعال سطحی هستند که توسط میکروارگانیسم‌ها تولید شده و به محیط کشت وارد می‌شوند. این مواد قابلیت کاهش کشش بین سطحی، بین سیالات مخزن و سنگ مخزن را دارند. ازدیاد برداشت میکروبی نفت سنگین نیز به عنوان یکی از روش‌های ثانویه پس از سیلاب زنی آب یا تزریق گاز در جهان به کار برده می‌شود. قبل از تزریق میکروب‌ها و محصولات آنها در مخازن، فرایند‌های آزمایشگاهی زیادی با سیلاب زنی بر روی مغزه صورت می‌گیرد. سپس نتایج از مغزه‌ها به مخزن تعمیم داده می‌شوند. با توجه به شرایط مخزن، احتمال بازیابی بالا را در مخازن پیش‌بینی می‌کنند که بازیابی نفت از ۱۰ درصد تا ۶۰ درصد نفت باقیمانده را حکایت می‌کند.

برخلاف سورفکتانت‌ها و پلیمرها، بیوسورفکتانت‌ها و بیوپلیمرها در دامنه وسیعی از دما، pH و درجه شوری می‌توانند فعالیت کنند. بنابراین طی یک سری فرایندهای هوازی در بیوراکتورها با استفاده از میکروارگانیسم‌ها به تولید این مواد بیولوژیک می‌پردازند.

در بخش اول این کتاب با عنوان کلیاتی راجع به روش‌های بهره‌برداری از مخازن نفت، روش‌های مختلف ازدیاد برداشت نفت (EOR)، به طور مختصر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در بخش دوم، اولین روش از روش‌های ازدیاد برداشت نفت به عنوان، جابه‌جایی امتزاج پذیر به تفصیل بیان می‌گردد.

در بخش سوم، دومین روش از روش‌های ازدیاد برداشت نفت به عنوان روش‌های شیمیایی و انواع آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در بخش چهارم، تعدادی از روش‌های حرارتی مهم و کاربردی تر در صنعت نفت تشریح می‌گردد.

بخش پنجم، ازدیاد برداشت نفت به روش میکروبی را به عنوان یکی از روش‌های نوین و نوپا در مهندسی نفت مورد بررسی قرار می‌دهد.

سرانجام در بخش ششم، تحت عنوان مروری بر کارهای گذشته، تعدادی از کارهای صورت گرفته در دنیا، چه در مقیاس آزمایشگاهی و چه در مقیاس میدانی تشریح می‌گردد.

لازم به ذکر است با توجه به اینکه اکثر پروژه‌های تحقیقاتی دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در کلیه گرایش‌های مهندسی نفت و مهندسی شیمی، در کشور ما و سراسر دنیا در

ضمینه ازدیاد برداشت نفت می باشد، این کتاب علاوه بر استفاده به عنوان کتاب درسی، می تواند راه را برای دانشجویان و محققان، برای کارهای تحقیقاتی و پژوهشی هموار کند.

در پایان لازم می بینم از کلیه کسانی که مرا در تالیف این اثر یاری کردند تقدیر و تشکر به عمل آورم. در همین راستا بر خود لازم می بینم از آقایان مهندس الیاس گلابی، مهندس رحمان کمال پور و مهندس سعید نوروزی که به جرات می توانم بگویم از صمیم قلب آنها را دوست دارم و با راهنمایی های خود مرا به جلو ترقیب نمودند و نیز هر چه کردم تنها به عشق آنها بود، تشکر نمایم. همچنین قدردانی ویژه ای از خانواده عزیزم، به خصوص همسر و پدر و مادر مهربانم به خاطر زحمات چند ساله آنها داشته باشم و از کلیه خوانندگان و اساتید و دانشجویان رشته های مهندسی نفت و مهندسی شیمی می خواهم که اینجانب را در بر طرف کردن نقایص این اثر یاری نمایند و نظرات و پیشنهادات خود را به آدرس mortazavi8@gmail.com ارسال نمایند.

مرداد ماه ۱۳۹۱

سید روح الله مرتضوی پور سوق

اینجانب نیز از زحمات دوست عزیز و ارجمند جناب آقای مهندس سید روح الله مرتضوی پور سوق تشکر و قدردانی نموده و همچنین تشکر ویژه ای از خانواده عزیزم به خصوص پدر و مادر گرامیم به خاطر کلیه زحماتشان می نمایم و دست آنها را صمیمانه می بوسم.

مرداد ماه ۱۳۹۱

امیر ملا خورشیدی