بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: عمران و معماری

گروه: عمران

بررسی جداساز مشتقات نفتی از آب به کمک دینامیک سیالات محاسباتی

دانشجو: ابوالفضل ساغری

استاد راهنما:

دکتر رامین امینی

استاد مشاور:

دکتر علی عباس نژاد

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار: بهمن ۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: عمران و معماری

گروه: عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای ابوالفضل ساغری

تحت عنوان: بررسی جداساز مشتقات نفتی از آب به کمک دینامیک سیالات محاسباتی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۹ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

استاد راهنما	امضاء	استاد مشاور	امضاء
دکتر رامین امینی		دکتر علی عباس نژاد	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء

تقدیم به پدر و مادر و همسر عزیزم

سپاس از اساتید ارجمندم دکتر رامین امینی و دکتر علی عباس نژاد

آنان که درگاه علم را برایم گشودند و پیوسته در مسیر آموختن مرا یاری نمودند.

تعهد نامه

اینجانب ابوالفضل ساغری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه های هیدرولیکی دانشکده عمران و معماری دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی جداساز مشتقات نفتی از آب به کمک دینامیک سیالات محاسباتی تحت راهنمایی دکتر رامین امینی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون توسط خود و یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام دانشگاه صنعتی شاهرود به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در بدست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

جداکننده های گرانشی افقی اغلب برای جداکردن نفت خام از آب و سایر ترکیبات موجود در چاه نفت به کار می رود. در این تحقیق شبیه سازی عددی جداکننده های گرانشی به کمک دینامیک سیالات محاسباتی جهت ارزیابی و بهبود راندمان آنها صورت گرفته است. برای تولید هندسه و مش از بسته نرم افزاری GAMBIT 2.4.6 و برای شبیه سازی جریان دوفازی آب و نفت یا آب و چربی از بسته نرم افزار FLUENT 6.3 استفاده شد. در شبیه سازی از مدل چند فازی مخلوط[1] و مدل آشفته k-ε استاندارد استفاده شد. به طور کلی جداکننده مشتقات نفتی از آب و جداکننده چربی به عنوان دو نمونه از جداکننده های گرانشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. جداکننده مشتقات نفتی با مخلوط حاوی ۲۰٪ نفت خام و ۸۰٪ آب مورد ارزیابی قرار گرفت در حالیکه مخلوط مورد استفاده در ارزیابی جداکننده چربی تنها حاوی ۰,۱۱٪ چربی پراکنده در آب بود.

نتایج شبیه سازی در هر دو نوع جداکننده گرانشی از تطابق نسبتا خوبی با نتایج آزمایشگاهی برخوردار بود. نتایج ارزیابی جداکننده چربی با مخلوط حاوی تنها ۰,۱۱٪ چربی در آب به کمک مدل چندفازی مخلوط نشان می دهد که مدل چندفازی مخلوط می تواند برای جریان های دو فازی دارای کسرهای حجمی بسیار پایین فاز دوم مناسب باشد. در ادامه، تغییرات موثر بر راندمان جداکننده ها مورد ارزیابی قرار گرفت و مدل اصلاح شده نهایی از ترکیب موثرترین تغییرات در راستای ارتقای راندمان سیستم جداکننده تولید گردید.

کلمات کلیدی: دینامیک سیالات محاسباتی، جداکننده های مشتقات نفتی از آب، جداکننده های چربی از آب، مدل چند فازی مخلوط، مدل آشفته k-ε استاندارد.

[1] mixture

لیست مقالات مستخرج:

۱. **"شبیه سازی جریان دو فازی در جداکننده مشتقات نفتی از آب"** سومین همایش ملی تحقیقات نوین در شیمی و مهندسی شیمی

۲. **"بهینه سازی جداکننده های مشتقات نفتی از آب به کمک دینامیک سیالات محاسباتی"** سومین همایش ملی تحقیقات نوین در شیمی و مهندسی شیمی

۳. " بهینه سازی جداکننده های چربی از آب به کمک دینامیک سیالات محاسباتی"

نهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

فهرست مطالب

چکیده ..... ز

فهرست مطالب ۱

فهرست اشکال ۵

فهرست جداول ۹

۱. مقدمه ۱۰

۱-۱. مقدمه ۱۱

۲. معرفی جداکننده ها ۱۴

۲-۱. پیش زمینه ۱۵

۲-۱-۱. جداسازی فیزیکی ۱۷

۲-۱-۲. جداسازی پخش مکانیکی و امولوسیون شیمیایی ۱۹

۲-۱-۳. کاربرد های جداکننده روغن از آب ۲۲

۲-۲. سیستم های جداکننده ۲۵

۲-۲-۱. جداکننده گرانشی قدیمی ۲۵

۲-۲-۲. جداکننده API (American Petroleum Institute) ۲۸

۲-۲-۳. جداکننده های با پلیت موجدار(CPI) ۳۰

۲-۲-۴. سیستم های جداسازی پیچیده ۳۳

۲-۲-۵. جداکننده چربی ۳۶

۲-۳. لزوم ارزیابی و بهبود راندمان جداکننده ها ۴۳

۲-۳-۱. لزوم ارزیابی و بهبود راندمان جداکننده ها از دیدگاه این تحقیق ۴۳

۲-۳-۲. لزوم ارزیابی و بهبود راندمان جداکننده ها از دیدگاه کارهای قبلی ۴۴

۲-۴. مروری بر کارهای گذشته ۵۰

۲-۴-۱. تحقیقات در قالب CFD ۵۰

۲-۴-۲. تحقیقات در قالب کار آزمایشگاهی ۵۴

۲-۴-۳. تحقیقات در قالب روابط تئوریکی ۵۷

۲-۵. جمع بندی ۶۰

۳. دینامیک سیالات محاسباتی ۶۲

۳-۱. دینامیک سیالات محاسباتی(CFD) ۶۳

۳-۱-۱. مقدمه ۶۳

۳-۱-۲. ساختار برنامه CFD ۶۵

۳-۱-۳. نحوه حل مسئله به کمک CFD ۷۱

۳-۲. مدل سازی آشفتگی ۷۳

۳-۲-۱. مقدمه ۷۳

۳-۲-۲. انتخاب مدل آشفتگی ۷۶

۳-۲-۳. تئوری مدل k-ε استاندارد، RNG، قابل درک ۸۲

۳-۳. مدل سازی چند فازی ۸۸

۳-۳-۱. مقدمه ۸۸

۳-۳-۲. انتخاب مدل چندفازی متداول ۹۵

۳-۳-۳. تئوری مدل مخلوط ۱۰۴

۴. شبیه سازی و بهبود راندمان ۱۲۰

۴-۱. شبیه سازی و بهبود راندمان جداکننده مشتقات نفتی از آب ۱۲۱

۴-۱-۱. هندسه جداکننده ۱۲۱

۴-۱-۲. تولید هندسه و مش ۱۲۲

۴-۱-۳. ژورنال نویس در Gambit 2.4.3 ..... ۱۲۵

۴-۱-۴. تولید مدل عددی ۱۲۷

۴-۱-۵. ژورنال نویس در Fluent 6.3 ..... ۱۳۰

۴-۱-۶. نتایج شبیه سازی و تامین اعتبار ۱۳۱

۴-۱-۷. بررسی روش های بهبود راندمان ۱۴۴

۴-۲. شبیه سازی و بهبود راندمان جداکننده چربی از آب ۱۵۹

۴-۲-۱. هندسه جداکننده ۱۵۹

۴-۲-۲. تولید هندسه و مش ۱۶۰

۴-۲-۳. تولید مدل عددی ۱۶۲

۴-۲-۴. نتایج شبیه سازی و تامین اعتبار ۱۶۴

۴-۲-۵. بررسی روش های بهبود راندمان ۱۷۰

۵. نتیجه گیری ۱۷۸

۵-۱. نتیجه گیری ۱۷۹

۵-۲. پیشنهادات ۱۸۱

منابع ۱۸۳

پیوست ۱. فایل ژورنال Gambit مربوط به هندسه دارای دو آرام کننده ۱۹۰

پیوست ۲. فایل ژورنال Fluent مربوط به هندسه دارای دو آرام کننده ۱۹۷

فهرست اشکال

شکل ۲-۱. جداکننده گرانشی قدیمی ۲۷

شکل ۲-۲. جداکننده مرسوم انیسیتو نفت آمریکا API ۲۹

شکل ۲-۳. کف روب چرخدار ۲۹

شکل ۲-۴. جداکننده با پلیت مورب ۳۲

شکل ۲-۵. جداکننده با پلیت موجدار تخت ۳۳

شکل ۲-۶. جداکننده چربی مرسوم ۳۸

شکل ۲-۷. ابزار کنترل جریان هوادهی شده از خارج ۳۹

شکل ۲-۸. جزئیات آرام کننده جریان هوای داخلی ۴۰

شکل ۲-۹. جداکننده بتنی بزرگ مدفون ۴۰

شکل ۲-۱۰. جداکننده فلزی بزرگ مدفون یا نصب در داخل ۴۱

شکل ۲-۱۱. جداکننده با کنترل زمانی سیستم پاکسازی ۴۲

شکل ۲-۱۲. جداکننده با کنترل سنسوری سیستم پاکسازی ۴۳

شکل ۳-۱. رژیم های جریان چندفازی بر گرفته از راهنمای نرم افزار فلوئنت ۹۴

شکل ۴-۱. مدل دو بعدی جداکننده مشتقات نفتی [Wilkinson et.al 2000] ۱۲۲

شکل ۴-۲. مدل آزمایشگاهی استوانه ایی جداکننده مشتقات نفتی [Wilkinson et.al 2000] ۱۲۲

شکل ۴-۳. فواصل مش های اضلاع در جداکننده دو بعدی ۱۲۳

شکل ۴-۴. تولید مش در جداکننده بدون آرام کننده.....۱۲۴

شکل ۴-۵. کسر حجمی نفت خام را در جداکننده بدون آرام کننده.....۱۳۲

شکل ۴-۶. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده فاقد آرام کننده.....۱۳۳

شکل ۴-۷. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده دارای دیواره آرام کننده با گشودگی ۵٪.....۱۳۳

شکل ۴-۸. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده دارای دیواره آرام کننده با گشودگی ۱۰٪.....۱۳۴

شکل ۴-۹. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده دارای دیواره آرام کننده با گشودگی ۱۵٪.....۱۳۴

شکل ۴-۱۰. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده دارای دیواره آرام کننده با گشودگی ۲۰٪.....۱۳۴

شکل ۴-۱۱. کسر حجمی نفت خام در جداکننده دارای یک دیواره آرام کننده.....۱۳۵

شکل ۴-۱۲. نتایج عددی و آزمایشگاهی تخمین انحراف استاندار سرعت [Wilkinson et.al 2000]
.....۱۳۷

شکل ۴-۱۳ . خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده با دو آرام کننده.....۱۳۹

شکل ۴-۱۴. کسر حجمی نفت خام در جداکننده دارای دو دیواره آرام کننده.....۱۴۰

شکل ۴-۱۵ . خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با ارتفاع های سرریز ۰,۲ متر.....۱۴۷

شکل ۴-۱۶. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با ارتفاع های سرریز ۰,۲۱ متر.....۱۴۷

شکل ۴-۱۷. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با ارتفاع های سرریز ۰,۲۲ متر.....۱۴۷

شکل ۴-۱۸. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با ارتفاع های سرریز ۰,۲۳ متر.....۱۴۸

شکل ۴-۱۹. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با ارتفاع های سرریز ۰,۲۴ متر.....۱۴۸

شکل ۴-۲۰. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با فاصله سرریز ۰٫۶۷۶ متر ۱۵۰
شکل ۴-۲۱. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با فاصله سرریز ۰٫۷۲۶ متر ۱۵۰
شکل ۴-۲۲. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با فاصله سرریز ۰٫۷۷۶ متر ۱۵۰
شکل ۴-۲۳. خط مسیر سرعت مخلوط برای مدل با فاصله سرریز ۰٫۸۲۶ متر ۱۵۱
شکل ۴-۲۴ . جداکننده دو بعدی قائم ۱۵۵
شکل ۴-۲۵. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده قائم ۱۵۵
شکل ۴-۲۶. فشار کل در جداکننده قائم ۱۵۶
شکل ۴-۲۷. کسر حجمی نفت در جداکننده قائم ۱۵۶
شکل ۴-۲۸. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده قائم تغییر یافته ۱۵۷
شکل ۴-۲۹. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده بهینه ۱۵۸
شکل ۴-۳۰. نمای جانبی جداکننده چربی دو بعدی [Gerdes 2000] ۱۵۹
شکل ۴-۳۱. پلان جداکننده چربی دو بعدی ۱۶۰
شکل ۴-۳۲. مش ایجاد شده در جداکننده چربی بدون آرام کننده ۱۶۱
شکل ۴-۳۳. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده چربی استاندارد ۱۶۶
شکل ۴-۳۴. کسر حجمی روغن در جداکننده چربی استاندارد ۱۶۷
شکل ۴-۳۵. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده با نسبت بخش دوم به اول ۰٫۶ ..... ۱۶۸
شکل ۴-۳۶ . خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده فاقد آرام کننده ۱۶۹

شکل ۴-۳۷. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده چربی با بازشدگی آرام کننده ۵٪.....۱۷۱

شکل ۴-۳۸. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده چربی با بازشدگی آرام کننده ۱۰٪.....۱۷۲

شکل ۴-۳۹. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده چربی با بازشدگی آرام کننده ۱۵٪.....۱۷۲

شکل ۴-۴۰. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده چربی با بازشدگی آرام کننده ۲۰٪.....۱۷۲

شکل ۴-۴۱ . خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده با بسته صفحات مورب با زاویه ۴۵ درجه.....۱۷۵

شکل ۴-۴۲. خط مسیر سرعت مخلوط در جداکننده با بسته صفحات مورب با زاویه ۶۰ درجه ۱۷۵

شکل ۴-۴۳. کسر حجمی روغن در جداکننده چربی با بسته صفحات مورب با زاویه ۴۵ درجه.....۱۷۵

شکل ۴-۴۴. کسر حجمی روغن در بسته صفحات مورب با زاویه ۴۵ .....۱۷۶

شکل ۴-۴۵. کسر حجمی روغن در جداکننده چربی با بسته صفحات مورب با زاویه ۶۰ درجه.....۱۷۶

شکل ۴-۴۶. کسر حجمی روغن در بسته صفحات مورب با زاویه ۶۰ درجه.....۱۷۶

فهرست جداول

جدول ۲-۱. راندمان سیستم های جداکننده..... ۳۵

جدول ۴-۱. راندمان جداکننده با یک دیواره آرام کننده و قطر ۴۰ میکرون.....۱۳۵

جدول ۴-۲ . راندمان جداکننده با یک دیواره آرام کننده و قطر ۶۰ میکرون.....۱۳۸

جدول ۴-۳ . نتایج شبیه سازی در حضور دو صفحه آرام کننده.....۱۴۰

جدول ۴-۴ . راندمان جداکننده متناسب با تغییرات کسر حجمی نفت.....۱۴۲

جدول ۴-۵. راندمان جداکننده با یک دیواره آرام کننده با مدل آشفته RNG K-ε.....۱۴۳

جدول ۴-۶ . راندمان متناسب با تغییرات ارتفاع سرریز ۱۴۸

جدول ۴-۷. نتایج راندمان حاصل از بررسی تغییرات محل سرریز ۱۵۱

جدول ۴-۸ . راندمان متناسب با تغییرات در قطر خروجی فاز سبک نفتی.....۱۵۲

جدول ۴-۹ . راندمان متناسب با تغییر در محل خروجی فاز سنگین آبی ۱۵۴

جدول ۴-۱۰ . نتایج حاصل از بررسی تغییرات در محل قرار گیری دیوار آرام کننده.....۱۶۷

جدول ۴-۱۱ . راندمان متناسب با حذف دیواره آرام کننده در جداکننده چربی ۱۷۰

جدول ۴-۱۲.جدول نتایج بررسی راندمان در جداکننده دوبعدی [Ducoste 2008].....۱۷۰

جدول ۴-۱۳ . راندمان جداکننده چربی در حضور صفحات سوراخ دار.....۱۷۳

جدول ۴-۱۴ . راندمان جداکننده با بسته صفحات مورب ۱۷۷

۱.مقدمه

۱-۱.مقدمه

بسیاری از صنایع فاضلاب آلوده به هیدروکربن ها یا نفت را تولید می کنند. مشتقات نفتی تخلیه شده در محیط زیست دارای آثار زیان آور است. هدایت فاضلاب آلوده به مشتقات نفتی، به چاه های جذبی علاوه بر مسدود نمودن چشمه های چاه و نیاز به حفر مجدد؛ به سفر های آب زیر زمینی صدمات جبران ناپذیری را وارد می نماید.

در استخراج نفت خام؛ آب می تواند به درون لایه های میدان نفتی تزریق شود تا نفت خام از زمین استخراج گردد که اغلب به اصطلاح فرایند سیلاب زنی[۱] با آب یا استخراج نفت دوم خوانده می شود. از این رو مخلوط استخراج شده حاوی نفت؛ آب، گاز و جامدات معلق می باشد که باید قبل از انتقال بخش قابل توجهی از مواد غیر نفتی توسط جداکننده ها جداسازی شوند. هنگامی که محدودیت هایی در خصوص وزن و سطح اشغال به عنوان مثال در تاسیسات دور از ساحل یا در کاربری های زیر دریا وجود دارد، اندازه مخزن جداکننده باید تا حد امکان کوچک باشد. کاهش اندازه جداکننده ها بدون کاهش راندمان جداسازی، هزینه سرمایه گذاری و حجم ذخایر هیدرولیکی را کاهش خواهد داد. از این رو ایمنی عملکرد و صرفه اقتصادی ارتقا می یابد. بنابراین روشهای طراحی بسیار دقیق مورد نیاز هستند. ابزارهای طراحی بسیار دقیق شامل ساخت و بررسی نمونه های آزمایشگاهی و دینامیک سیالات محاسباتی هستند.

ارزیابی عملکرد و راندمان جداسازی در جداکننده ها ملزم به صرف هزینه بالا و در برخی موارد استفاده از مواد رادیواکتیو است. ردیابی رادیو اکتیو اغلب تنها تکنیک موثر غیر مخرب و خوب برای مشخص کردن جریان فازها در مخزن می باشد که خطرات قابل توجهی را برای کاربران به دنبال دارد. در حال حاضر با به کار گیری شبیه سازی عددی به کمک دینامیک سیالات محاسباتی می توان به

[۱] water flooding process

میزان قابل توجهی در هزینه و زمان صرفه جویی نمود و خطرات ناشی از کار با مواد رادیو اکتیو را نیز کاهش داد.

دینامیک سیالات محاسباتی شاخه ایی از دینامیک سیالات است که با روش های پیچیده گسسته سازی معادلات، حل های تقریبی از معادلاتی که حل تحلیلی ندارند را ارئه می نماید. به دلیل پیچیدگی محاسباتی و ضعف پردازنده ها در گذشته روند حل با کامپیوتر ها به کندی صورت می گرفت. با ظهور کامپیوترها توانمند و نرم افزار های مدل سازی جریان سیال ، دینامیک سیالات محاسباتی ابزاری جایگزین برای دستیابی به کارایی جداکننده تحت رژیم پیچیده شده است.

هدف اصلی از این پژوهش تاکید بر قابلیت شبیه سازی به کمک دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) در تخمین راندمان جداکننده مشتقات نفتی از آب و ارائه راهکارهایی برای بهبود عملکرد سیستم های جداکننده می باشد.

تا کنون تحقیقات متعددی در قالب کارهای آزمایشگاهی، روابط تئوریکی و تحقیقات CFD در خصوص ارزیابی و بهبود راندمان جداکننده ها صورت گرفته است. تحقیقات حاضر از دقت و جزئیات بیشتری در مقایسه با تحقیقات CFD گذشته برخوردار است. برای تولید هندسه و مش از بسته نرم افزاری GAMBIT 2.4.6 و برای شبیه سازی جریان دوفازی آب و نفت یا آب و چربی از بسته نرم افزار FLUENT 6.3 استفاده شد. تمامی شبیه سازی های صورت گرفته در این پژوهش به کمک کارهای آزمایشگاهی و تحقیقات CFD گذشته به لحاظ تایید اعتبار مورد بررسی قرار گرفتند. تغییرات صورت گرفته به جهت بهبود راندمان در هندسه جداکننده ها علاوه بر سادگی و کاربردی بودن، در برخی نمونه های عملیاتی پیشنهاد شده اند که نتایج این نمونه های عملیاتی جهت تامین اعتبار مدل عددی مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت مدل بهینه نهایی با اعمال موثرترین تغییرات در ارتقای راندمان تولید گردید. بررسی آزمایشگاهی مدل بهینه به جهت عملیاتی شدن الزامی است.