



دانشکده مهندسی

گروه مکانیک

ارائه شده جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان

بهبود عملکرد ایستگاه‌های نمک‌زدایی نفت خام

نگارنده

ندا نیسی

استاد راهنما

دکتر سالم بعنونی

استاد مشاور

دکتر سید سعید بحرینیان

تیر ۱۳۸۹

صلى الله عليه وسلم

بسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

مدیریت تحصیلات تکمیلی

(نتیجه ارزشیابی پایان نامه دوره کارشناسی ارشد/دکتری)

بدین وسیله گواهی می‌گردد پایان نامه خانم ندا نیسی دانشجوی رشته مهندسی مکانیک -
تبدیل انرژی از دانشکده مهندسی به شماره دانشجویی ۸۶۲۴۹۰۲ تحت عنوان:
بهبود عملکرد ایستگاه‌های نمک‌زدایی نفت خام

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در تاریخ ۸ تیر ۱۳۸۹ توسط هیئت داوران مورد ارزشیابی قرار
گرفت و با درجه تصویب گردید.

امضا	مرتبه علمی	۱- اعضا هیئت داوران:
	استادیار	الف - استاد راهنما: دکتر سالم بعنونی
	استادیار	ب - استاد مشاور: دکتر سید سعید بحرینیان
	استادیار	ج - داور ۱: دکتر ابراهیم حاجی دولو
	استادیار	د - داور ۲: دکتر امین رضا نقره آبادی
	استادیار	ه - نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه:
		۲- مدیر گروه: دکتر مرتضی بهبهانی نژاد
		۳- معاون پژوهشی دانشکده:

۴- مدیر کل تحصیلات تکمیلی:

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم و برادران مهربانم که بی شک بهترین دوستانم هستند. در تمامی دوران زندگی از دریای محبت ایشان بهره بردم و هر قدمی که بر می‌دارم مدیون زحمات ایشان هستم.

سپاسگذاری

نخست سپاس از خدای بزرگ دارم که شاگردی از خرمن بی‌پایان دانش و فرهنگ استادان بزرگوار و اندیشمندان گرانمایه شدم. امروز هرچه دارم شبنمی از دریای بی‌کران گوهربار آن فرزنانگان می‌باشد. بر خود بایسته می‌دانم که از جناب آقای دکتر بعنونی، جناب آقای دکتر بحرینیان و اساتید محترم گروه مکانیک تشکر کنم.

چکیده پایان نامه

نام خانوادگی: نیسی	نام: ندا
عنوان پایان نامه: بهبود عملکرد ایستگاه‌های نمک‌زدایی نفت خام	
استاد راهنما: دکتر سالم بعنونی	استاد مشاور: دکتر سید سعید بحرینیان
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک
گرایش: تبدیل انرژی	
محل تحصیل (دانشگاه): شهید چمران اهواز	
دانشکده: مهندسی	
تاریخ فارغ التحصیلی: ۸ تیر ۱۳۸۹	تعداد صفحه: ۹۰
کلیدواژه‌ها: نمک‌زدایی نفت خام - امولسیون - نمک‌زدایی یک مرحله‌ای - نمک‌زدایی دو مرحله‌ای - راندمان اختلاط - آب رقیق کننده - الکترواستاتیک.	
<p>چکیده:</p> <p>ایستگاه‌های نمک‌زدایی در ایران از نظر تکنولوژی قدیمی هستند. نیاز به بازنگری برای به روز رسانی و رفع مشکلات آنها ضروری می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، ارائه راهکارها در جهت بهبود ایستگاه‌های نمک‌زدایی می‌باشد. پس از تعیین پارامترهای موثر در فرایند نمک‌زدایی، سیستم نمک‌زدایی یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای مدلسازی شده است. مدلسازی با استفاده از کدنویسی و نرم افزار طراحی فرایند هاسیس انجام شده است. اثر افزایش دبی، افزایش راندمان اختلاط مرحله اول و دوم، درجه شوری آب رقیق کننده و درجه شوری نفت ورودی به واحد نیز، بررسی شده است. یکی از راه‌های بهبود ایستگاه‌های نمک‌زدایی تبدیل نمک‌زدایی یک مرحله‌ای به دو مرحله‌ای می‌باشد. نتایج حاصل از مدلسازی نشان داده است در صورت استفاده از سیستم نمک‌زدایی یک مرحله‌ای به جای سیستم دو مرحله‌ای فعلی، مقدار آب رقیق کننده مورد نیاز تقریباً ۲۸ برابر افزایش خواهد یافت. مقایسه کمی بین واحدهای نمک‌زدایی واحدهای مختلف در جنوب غربی ایران نشان داده است که افزایش راندمان اختلاط بر روی بازده نمک‌زدایی تاثیر چندانی ندارد اما سبب کاهش مقدار آب رقیق کننده مورد نیاز می‌شود. با افزایش راندمان اختلاط مرحله اول به میزان ۵ درصد، مقدار آب رقیق کننده مورد نیاز، ۱۴ بشکه کاهش یافته است. نتایج نشان داده است که افزایش راندمان اختلاط مرحله دوم اثر بیشتری بر روی فرایند دارد، به طوری که، افزایش راندمان اختلاط مرحله دوم به میزان ۵ درصد، سبب کاهش مقدار آب رقیق کننده مورد نیاز به مقدار ۷۰/۱۸ بشکه در روز می‌گردد، مقدار آب زاید نیز کم شده است. در این مطالعه اثر افزایش دما بر روی فرایند نمک‌زدایی بررسی شده است و دمای بهینه برای نمک‌زدایی برقی کارخانه مورد نظر ۷۱ درجه سانتی‌گراد بدست آمده است.</p>	

فهرست مطالب

صفحه	موضوع
أ	فرم ارزشیابی.....
ب	اهدانامه.....
ت	تقدیر و تشکر.....
ث	چکیده پایان نامه.....
ج	فهرست مطالب.....
د	فهرست شکل ها.....
ر	فهرست نمودارها.....
س	فهرست جدول ها.....
ش	فهرست علامت ها.....
ظ	فهرست اختصارات.....
فصل اول	
۱	مقدمه.....
۱	۱-۱ اهمیت و لزوم نمک زدایی نفت خام.....
۳	۲-۱ آب و نمک موجود در نفت خام.....
۵	۳-۱ مروری بر فصل بندی و چگونگی انجام تحقیق.....
فصل دوم	
۷	بررسی پژوهش های پیشین.....
۷	۱-۲ سابقه تحقیق در ایران.....

۲-۲ سابقه تحقیق در خارج از ایران..... ۹

فصل سوم

آشنایی با عملیات نمک‌زدایی..... ۱۶

۱-۳ به هم پیوستگی ته‌نشینی..... ۱۶

۲-۳ به هم پیوستگی شیمیایی..... ۱۷

۳-۳ به هم پیوستگی حرارتی..... ۱۸

۴-۳ به هم پیوستگی مکانیکی..... ۱۹

۵-۳ روش پنجم به هم پیوستگی الکتریکی..... ۲۳

۱-۵-۳ تکنولوژی‌های جدید الکترواستاتیک..... ۲۵

۲-۵-۳ تکنیک‌های آگیری به روش الکترواستاتیک..... ۲۷

۶-۳ فرایند نمک‌زدایی..... ۳۳

۱-۶-۳ واحدهای نمک‌زدایی یک‌مرحله‌ای با استفاده از مخزن نمک‌گیر ثقلی..... ۳۵

۲-۶-۳ واحد نمک‌زدایی دو مرحله‌ای..... ۳۵

فصل چهارم

مدلسازی فرایند نمک‌زدایی..... ۳۷

۱-۴ فرایند نمک‌زدایی یک مرحله‌ای..... ۳۷

۱-۱-۴ مدلسازی مخلوط‌کن..... ۳۸

۲-۱-۴ مدلسازی نمک‌گیر برقی..... ۳۹

۲-۴ نمک‌زدایی دو مرحله‌ای..... ۴۲

۱-۲-۴ مدلسازی مخلوط‌کن اول..... ۴۲

۲-۲-۴ مدلسازی نمک‌گیر برقی مرحله اول..... ۴۳

۳-۲-۴ مدلسازی مخلوط‌کن دوم..... ۴۴

۴۴	.....مدلسازی نمک‌گیر برقی مرحله دوم.....
۴۸	.....بازده نمک‌زدایی و بازده آبگیری.....
۴۸	.....مطالعه اثر لزجت و چگالی بر فرایند نمک‌زدایی.....
۴۹	.....تحلیل فنی و اقتصادی دمای بهینه.....
۵۴	.....مدلسازی با هایسیس.....

فصل پنجم

۵۹	.....نتایج حاصل از مدل.....
۵۹	.....۱-۵ داده های ورودی و نتایج حاصل شده.....
۶۲	.....۲-۵ اثر افزایش دبی.....
۶۴	.....۳-۵ اثر افزایش راندمان اختلاط مرحله اول.....
۶۶	.....۴-۵ اثر افزایش اختلاط مرحله دوم.....
۶۹	.....۵-۵ اثر درجه شوری آب رقیق کننده.....
۷۰	.....۶-۵ اثر درجه شوری نفت ورودی به واحد.....
۷۲	.....۷-۵ استفاده از سیستم یک مرحله‌ای.....
۷۳	.....۸-۵ بدست آوردن دمای بهینه.....

فصل ششم

۷۹	.....نتایج پایانی و پیشنهادها.....
۸۰	.....۱-۶ نتایج پایانی.....
۸۲	.....۲-۶ پیشنهادها در جهت ادامه تحقیق.....
۸۴	.....مراجع.....

فهرست شکلهای

شماره شکلها	صفحه
شکل ۳-۱: مقدار بهینه افت فشار	۲۱
شکل ۳-۲: شماتیکی از سیستم آب پخش کن پاششی	۲۲
شکل ۳-۳: نمونه‌ای از مخلوط کن ایستا	۲۲
شکل ۳-۴: توزیع سایز ذرات برای دو سیال قابل اختلاط	۲۳
شکل ۳-۵: جداکننده الکترواستاتیک	۲۴
شکل ۳-۶: شماتیکی از نمک‌گیر AC تجاری	۲۶
شکل ۳-۷: شماتیکی از نمک‌گیر AC/DC	۲۶
شکل ۳-۸: شماتیکی از میدان ترکیبی AC/DC	۲۷
شکل ۳-۹: تصویری از داخل مخزن الکترواستاتیک	۲۷
شکل ۳-۱۰: آبدگیری به روش AC	۲۸
شکل ۳-۱۱: آبدگیری به روش $HVDC/AC$	۲۹
شکل ۳-۱۲: آبدگیری به روش $MHVDC/AC$	۳۰
شکل ۳-۱۳: آبدگیری به روش BFM	۳۱
شکل ۳-۱۴: مقایسه دمای لازم برای عملکرد نمک‌گیر دوگانه	۳۲
شکل ۳-۱۵: مقایسه ظرفیت ورودی نمک‌گیر دوگانه با نمک‌گیر AC	۳۲
شکل ۳-۱۶: نمونه‌ای از واحدهای جداکننده آب از نفت	۳۳
شکل ۳-۱۷: نمونه‌ای از مخزن ائتلاف کننده ثقلی نوع اول	۳۶

- شکل ۳-۱۸: نمونه‌ای از مخزن ائتلاف کننده ثقلی نوع دوم ۳۶
- شکل ۴-۱: سیستم نمک‌زدایی یک مرحله‌ای ۳۷
- شکل ۴-۲: مدلسازی مخلوط‌کن در نمک‌زدایی یک مرحله‌ای ۳۸
- شکل ۴-۳: مدلسازی نمک‌گیر برقی در نمک‌زدایی یک مرحله‌ای ۴۰
- شکل ۴-۴: مراحل مدلسازی سیستم نمک‌زدایی یک مرحله‌ای ۴۱
- شکل ۴-۵: سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۲
- شکل ۴-۶: مدلسازی مخلوط‌کن اول در سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۳
- شکل ۴-۷: مدلسازی نمک‌گیر اول در سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۳
- شکل ۴-۸: مدلسازی مخلوط‌کن دوم در سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۴
- شکل ۴-۹: مدلسازی نمک‌گیر دوم در سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۶
- شکل ۴-۱۰: مراحل سیستم نمک‌زدایی دو مرحله‌ای ۴۷
- شکل ۴-۱۱: محیط کاری هایسیس ۵۶
- شکل ۴-۱۲: انتخاب خواص ماده در هایسیس ۵۶
- شکل ۴-۱۳: گزینه مربوط به شبیه‌سازی نمک‌گیر در هایسیس ۵۷
- شکل ۴-۱۴: شبیه‌سازی تجهیزات حرارتی در هایسیس ۵۷
- شکل ۴-۱۵: شبیه‌سازی مخلوط‌کن در هایسیس ۵۸
- شکل ۴-۱۶: شبیه‌سازی شیر اختلاط در هایسیس ۵۸

فهرست نمودارها

صفحه	نام نمودار
۶۲	نمودار ۵-۱: تغییرات A, Y, R, S با تغییر دبی نفت ورودی بین ۵۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بشکه در روز
۶۲	نمودار ۵-۲: تغییرات C با تغییر دبی نفت ورودی بین ۵۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بشکه در روز
۶۳	نمودار ۵-۳: تغییرات K_b با تغییر دبی نفت ورودی بین ۵۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بشکه در روز
۶۳	نمودار ۵-۴: تغییرات K_2 با تغییر دبی نفت ورودی بین ۵۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بشکه در روز
۶۵	نمودار ۵-۵: اثر راندمان اختلاط مرحله اول بر روی S و R و Y
۶۶	نمودار ۵-۶: اثر راندمان اختلاط مرحله اول بر روی K_b
۶۶	نمودار ۵-۷: اثر راندمان اختلاط مرحله اول بر روی K_2
۶۷	نمودار ۵-۸: اثر راندمان اختلاط مرحله دوم بر روی S و R و Y
۶۸	نمودار ۵-۹: اثر راندمان اختلاط مرحله دوم بر روی K_b
۶۸	نمودار ۵-۱۰: اثر راندمان اختلاط مرحله دوم بر روی K_2
۶۹	نمودار ۵-۱۱: اثر درجه شوری آب رقیق کننده بر روی S و R و Y
۷۰	نمودار ۵-۱۲: اثر درجه شوری آب رقیق کننده بر روی K_b
۷۰	نمودار ۵-۱۳: اثر درجه شوری آب رقیق کننده بر روی K_2
۷۱	نمودار ۵-۱۴: اثر افزایش درجه شوری نفت ورودی واحد بر روی S و R و Y
۷۱	نمودار ۵-۱۵: اثر افزایش درجه شوری نفت ورودی واحد بر روی K_b
۷۲	نمودار ۵-۱۶: اثر درجه شوری نفت ورودی واحد بر روی K_2
۷۳	نمودار ۵-۱۷: اثر دبی در سیستم نمک‌زدایی یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای

- ۷۴ نمودار ۵-۱۸: تغییرات ویسکوزیته با دما
- ۷۵ نمودار ۵-۱۹: تغییرات اختلاف چگالی آب و نفت خام با دما
- ۷۵ نمودار ۵-۲۰: سرعت سقوط قطره بر حسب دما به ازای دماهای مختلف
- ۷۶ نمودار ۵-۲۱: تغییرات کنداکتیویته نفت با دما
- ۷۷ نمودار ۵-۲۲: زمان ماند در مخازن الکترواستاتیک بر حسب ثانیه به ازای قطر قطره ۲۰۰ میکرون
- ۷۷ نمودار ۵-۲۳: مقدار آب همراه با نفت در خروجی واحد بر حسب دما
- ۷۷ نمودار ۵-۲۴: مقدار آب خروجی واحد نمک‌زدایی بر حسب دما
- ۷۸ نمودار ۵-۲۵: مقدار نفت خروجی واحد بر حسب افزایش دما
- ۷۸ نمودار ۵-۲۶: سود آوری بر حسب افزایش دما

فهرست جدولها

صفحه	نام جدول
۲۰	جدول ۱-۳: درصد حجمی آب رقیق کننده
۵۰	جدول ۱-۴: روابط تجربی برای بدست آوردن چگالی نفت خام
۶۰	جدول ۱-۵: داده‌های مربوط به کارخانه نمک‌زدایی <i>CI</i>
۶۱	جدول ۲-۵: خروجی کارخانه نمک‌زدایی <i>CI</i>
۶۴	جدول ۳-۵: مقایسه بازده نمک‌زدایی کارخانه‌های مختلف نمک‌زدایی
۶۵	جدول ۴-۵: بازده آگیری کارخانه نمک‌زدایی <i>CI</i>

فهرست علائم

A	مقدار جریان آب در نفت ورودی
B	مقدار جریان آب ورودی به نمک‌گیر برقی
BFI	سود حاصل از افزایش دما برای هر بشکه در روز
C	مقدار جریان آب در نفت خروجی
CB	هزینه پمپاژ برای هر بشکه نفت خام برای دماهای مختلف
CC	هزینه افزایش دما برای هر بشکه نفت خام
C_j	هزینه بالا بردن دمای هر بشکه نفت خام به میزان یک ژول
C_{kwh}	بهای هر کیلووات توان مصرفی
CP	هزینه توان مصرفی برای دماهای مختلف
C_P	هزینه پمپاژ برای هر بشکه نفت خام
D_w	قطر قطره آب
E	بازده اختلاط
E_1	بازده اختلاط مرحله اول
E_2	بازده اختلاط مرحله دوم
F_D	جریان قطره در دمای فعلی
F_D^*	جریان قطره در دمای مرجع
$F_{O(IN)}$	مقدار نفت ورودی
$F_{O(IN)}^*$	مقدار مرجع نفت ورودی

$F_{W(IN)}$	مقدار آب ورودی در دمای فعلی
$F_{W(IN)}^*$	مقدار آب ورودی در دمای مرجع
$F_{W(OUT)}$	مقدار آب خروجی در دمای فعلی
$F_{W(OUT)}^*$	مقدار آب خروجی در دمای مرجع
g	شتاب گرانش
h	ارتفاع سقوط قطره
K_a	درجه شوری آب در نفت ورودی
K_b	درجه شوری آب خروجی مرحله اول
K_c	درجه شوری آب در نفت خروجی
K_v	درجه شوری آب زاید
K_y	درجه شوری آب رقیق کننده
K_2	درجه شوری آب برگشتی مرحله دوم
n	تعداد اجزای در نظر گرفته شده در برآورد
P	توان مصرفی در دمای فعلی
P^*	توان مصرفی در دمای مرجع
p_i	قیمت تجاری محصول i ام
P_{IM}	قیمت نفت خام در بازار جهانی
PP	سود حاصل از بالا بردن دمای نفت
Q	مقدار گرمای لازم جهت بالا بردن دمای نفت
Q_0	مقدار جریان نفت
R	مقدار آب ورودی به نمک گیر اول

R_{WO}	نسبت آب تزریقی
S	مقدار آب ورودی به نمک‌گیر دوم
SGW	وزن مخصوص آب
T	دما
T^*	زمان کارکرد نمک‌گیر
t	زمان ماند در مخزن
V	مقدار جریان آب زاید
V_s	سرعت سقوط قطره آب
V_s^*	نرخ ته نشینی در دمای مرجع
V_1	مقدار جریان آب زاید مرحله اول
V_2	مقدار جریان آب بازگشتی مرحله دوم
w	مقطع عرضی مجرای اختلاط
X_a	حجم آب به کل حجم جریان ورودی
X_{AMAX}	بیشترین بخش مولی سیال A
$X_{AX,outlet}$	بخش مولی سیال A در خروجی
X_b	حجم آب به کل حجم جریان خروجی نمک‌گیر اول
X_c	حجم آب به کل حجم جریان خروجی
x_i	سهم ناشی از محصول i ام
X_{in}	درصد حجمی آب همراه با نفت
X_{out}	درصد حجمی آب موجود در نفت خروجی
Y	مقدار جریان آب رقیق‌کننده

مقدار نمک موجود در نفت خروجی	Z
مقدار نمک موجود در نفت خام ورودی	Z_{in}
مقدار نمک موجود در نفت خام خروجی	Z_{out}
تصحیح چگالی با توجه به تراکم پذیری	$\Delta\rho_p$
تصحیح چگالی با توجه به انبساط حرارتی	$\Delta\rho_T$
بازده اختلاط	ε_{mix}
بازده نمک‌زدایی	η_{SRE}
بازده آبگیری	η_{WRE}
گرانروی نفت	μ_{oil}
گرانروی نفت خام زیر اشباع	μ_b
گرانروی نفت خام اشباع	μ_{ob}
گرانروی نفت خام مرده	μ_{od}
وزن مخصوص نفت	ρ_{oil}
چگالی نفت خام در شرایط استاندارد	ρ_{SC}
وزن مخصوص آب	ρ_w

فهرست اختصارها

<i>American Petroleum Institute</i>	<i>API</i>
<i>Alternative Current</i>	<i>AC</i>
<i>Bimodal Field Modulation</i>	<i>BFM</i>
<i>Electrostatic Dehydration</i>	<i>ED</i>
<i>High Voltage Dc Field With Ac</i>	<i>HVDC/AC</i>
<i>Modulated High Voltage Dc Field With Ac</i>	<i>MHVDC/AC</i>
<i>particle per million</i>	<i>ppm</i>
<i>Pound Thousand Barrel</i>	<i>PTB</i>
<i>Barrel Per Day</i>	<i>BPD</i>

فصل اول

مقدمه

نفت استخراج شده از چاه‌ها حاوی مقداری نمک می‌باشد. اگر مقدار نمک موجود در نفت خام از حد مجاز بیشتر باشد، لازم است نفت خام نمک‌زدایی^۱ شود. در این بخش پس از ذکر مشکلاتی که آب همراه با نفت به وجود می‌آورد، توجیه اقتصادی نمک‌زدایی شرح داده می‌شود. سپس، کلیاتی درباره آب و نمک موجود در نفت خام بیان می‌شود. انتهای این فصل به مروری بر فصل بندی و چگونگی انجام پایان‌نامه اختصاص دارد.

۱-۱ اهمیت و لزوم نمک‌زدایی نفت خام

نفت استخراج شده از چاه‌ها حاوی مقداری نمک می‌باشد. اگر مقدار نمک نفت خام از $10 \text{ lb } (4/536 \text{ kg})$ در هزار بشکه بیشتر باشد، لازم است نفت خام نمک‌زدایی شود تا جرم و خوردگی ناشی از رسوب نمک‌ها روی سطوح انتقال حرارت و اسیدهای حاصل از هیدرولیز نمک‌های کلرید به حداقل برسد [۱]. نمک همراه با نفت، موجب خسارت در ابزار و وسایل به علت خوردگی، افت کیفیت و کمیت نفت، مشکل انتقال نفت و مشکلات محیط زیست می‌شود. اگر آب همراه نفت جدا نشود، مشکلاتی در پالایشگاه‌ها و خطوط انتقال نفت به وجود خواهد آورد. نمک‌های معدنی موجود در آبی که همراه نفت است، منجر به خوردگی شیمیایی تجهیزات تولیدی، خطوط لوله و تانک‌های ذخیره‌سازی می‌گردد. آب شور در قسمت زیرین لجن‌های تشکیل شده در کف مخزن جمع شده و به تدریج باعث خوردگی و سوراخ شدن آن قسمت می‌شود. وجود نمک در آب باعث رسوب در مبدل‌های حرارتی پالایشگاه‌ها خواهد شد. این

^۱ desalting