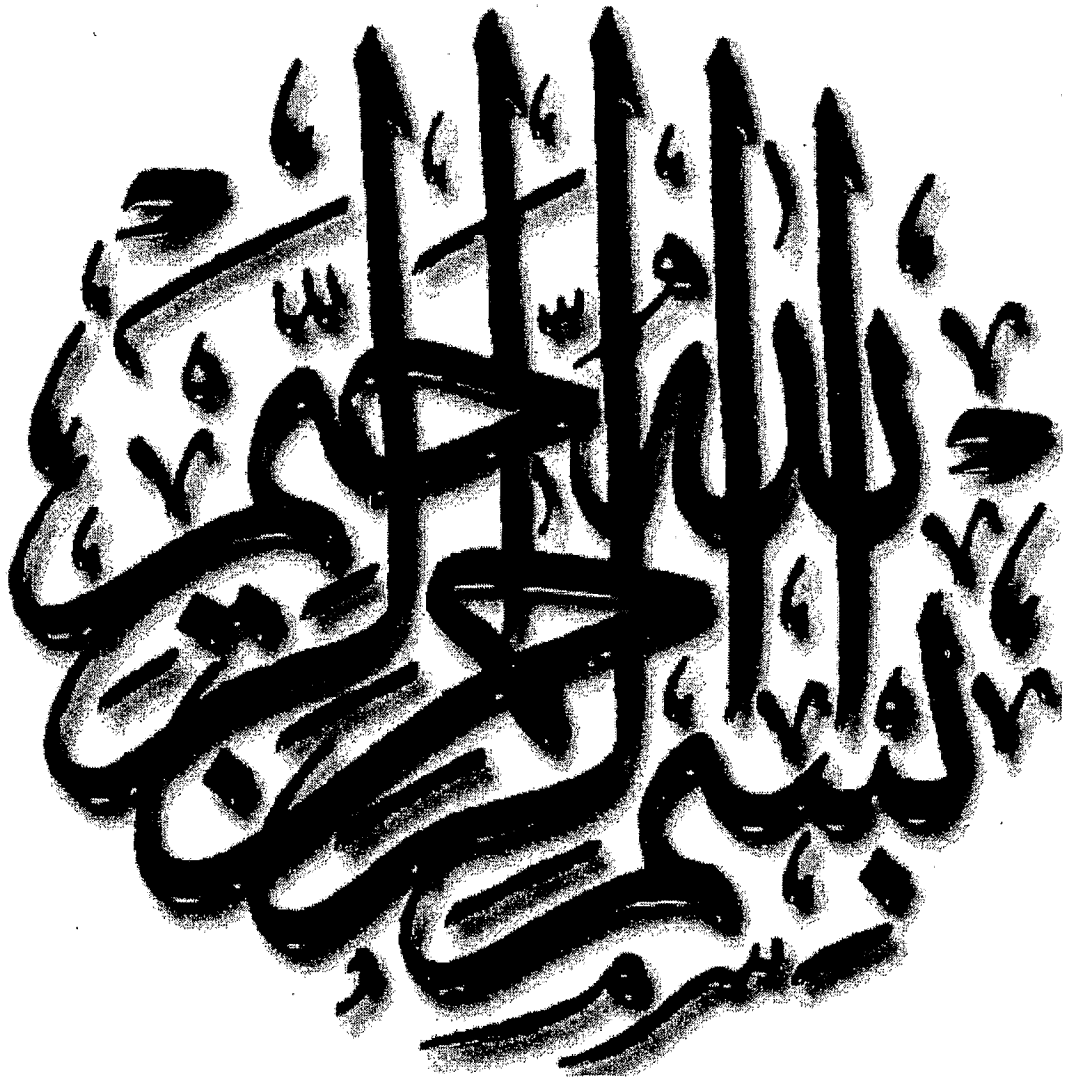

٤٦٢٨١

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع:

اصلاح مخزن آبشویی دستگاه فرآوری بیودیزل

مهدی فیض‌اله نژاد

استاد راهنما:

دکتر برات قبادیان

استاد مشاور:

دکتر تیمور توکلی هشجین

تحت حمایت مالی شرکت بهینه سازی سوخت کشور

زمستان ۱۳۸۶

۴۶۲۸۱

۷۵۷۵۱

تائید اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیات داوران نسخه پایان نامه آقای مهدی فیض اله نـژاد تحـت عنـوان **" اصـلاح مخـزن آبشویی دستگاه فرآوری بیودیزل"** را از نظر فرم و محتوی بررسی نمـوده و پـذیرش آن را بـرای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر برات قبادیان	دانشیار	
۲- استاد مشاور اول	دکترتیمور توکلی هشجین	استاد	
٤- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدهادی خوش تقاضا	دانشیار	
٥- اساتید ناظر:	۱- دکتر مرتضی الماسی	استاد	
	۲- دکتر فتح‌اله امی	استادیار	

بسمه تعالی

آیین نامهٔ چاپ پایان نامه(رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

مادّه ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به **دفتر نشر آثار علمی** دانشگاه اطلاع دهد.

مادّه ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

" کتاب حاضر، حاصل پایان نامهٔ کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مکانیک ماشینهای کشاورزی است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی جناب آقای دکتر **برات قبادیان** مشاورهٔ جناب آقای دکتر **تیمور توکلی هشجین** از آن دفاع شده است"

مادّه ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به **دفتر نشر آثار علمی** دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّه ۴ در صورت عدم رعایت مادّه ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

مادّه ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّه ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّه ۶ اینجانب **مهدی فیض‌اله نژاد** دانشجوی رشته مکانیک ماشینهای کشاورزی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

مهدی فیض‌اله نژاد

۱۳۸۶/۱۲/۲۵

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه : با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهش های علمی که تحت عناوین پایان نامه، رساله و طرح های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها، رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند.

تبصره : در مقالاتی که پس از دانش آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه و رساله منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه، رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و براساس آیین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه، راسله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

تقدیم به

مادرم

که بعد از خدا هر چه دارم
از اوست

سپاسگزاری

ستایش وسپاس، خالق هستی را سزاست که علم را مایه مباهات قرار داد و بر این بنده کمترین، منت گذارده و همواره هادی و راهنمایم بوده است. اکنون که به لطف و یاری خداوند متعال، مراحل نگارش و تدوین پایان‌نامه به اتمام رسیده است لازم می‌دانم مراتب امتنان و قدردانی فراوان خویش را تقدیم سرورانی نمایم که ارائه پایان‌نامه حاضر مرهون مساعدت‌های بی‌شائبه آنان بوده است. بدین وسیله از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر **برات قبادیان** که بزرگوارانه و دلسوزانه با نظرات ارزشمند و مساعدت‌های بی‌دریغ خویش راه‌گشای انجام تحقیق شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از جناب آقای دکتر **تیمور توکلی هشجین** که به عنوان استاد مشاوره، اینجانب را از نظرات ارزشمند خود بهره‌مند ساختند تشکر فراوان دارم. از استادان محترم ناظر پایان‌نامه جناب آقای دکتر مرتضی الماسی و جناب آقای دکتر فتح‌اله امی که زحمت مطالعه پایان‌نامه را عهده‌دار بودند و با راهنمایی‌ها و نظرات سازنده باعث غنی‌تر شدن پژوهش حاضر گردیدند نهایت قدردانی را می‌نمایم.

در پایان نیز از دوستان عزیز آقایان مهندس علی زنوزی، مهندس حسین باقرپور، مهندس مهدی خاتمی‌فر، مهندس عباس محمدی و مهندس علی رضایی‌کیا کمال تشکر را دارم.

مهدی فیض‌اله‌نژاد

۱۳۸۶/۱۲/۲۵

چکیده

بیودیزل به عنوان سوختی تجدیدپذیر بعد از مرحله واکنش و جداسازی گلیسیرین، نیاز به خالص‌سازی دارد. وجود ناخالصی‌ها در بیودیزل باعث کاهش بازده و توان موتور و افزایش آسیب به موتور می‌شود. یکی از روش‌های معمول خالص‌سازی بیودیزل آبشویی است. به علت اینکه تمام ناخالصی‌های موجود در بیودیزل در آب قابل حل هستند، لذا استفاده از این روش برای خالص سازی بیشتر معمول شده است. سه روش معمول آبشویی بیودیزل عبارتند از: همزنی، پاشش آب و حباب‌شویی. در طول انجام تحقیق حاضر این نتیجه حاصل شد که هر چه عمل آبشویی آرامتر انجام گیرد، آن روش برای آبشویی مناسب‌تر است. از بین سه روش آبشویی، روش پاشش آرام‌تر است ولی به علت اینکه مصرف آب بالایی دارد روش حباب‌شویی با مصرف آب کمتر اقتصادی‌تر است، گر چه این روش نیز باعث افزایش اکسیداسیون سوخت در دما و فشار بالای موتور می‌شود. در این تحقیق با بررسی معایب و مزایای این سه روش و در نظر گرفتن عوامل موثر در تعیین روش مناسب، روش جدیدی به نام روش پاششی- گردشی که مانند روش پاشش آرام و مانند روش حباب‌شویی مصرف آب کمتری دارد ابداع شد. با بررسي میزان صابون باقی مانده در بیودیزل مشخص شد که این روش دارای کمترین میزان صابون به عنوان یک ناخالصی به شمار می‌آید. کمترین میزان صابون باقیمانده در بیودیزل ۰,۰۲۸ ppm در دمای آبشویی ۶۰ درجه سلسیوس بدست آمد. همچنین کمترین زمان آبشویی متعلق به روش پاششی- گردشی در دمای ۶۰ درجه سلسیوس حاصل گردید. با استفاده از دستگاه کارل فیشر مشخص شد که روش ابداعی با درصد آب ۰,۰۲۸٪ دارای کمترین درصد آب باقیمانده نسبت به دو روش همزنی و حباب‌شویی است. دمای ۶۰ درجه سلسیوس به علت کاهش زمان آبشویی و آبشویی مناسب، بهترین دما برای آبشویی بیودیزل است. روش ابداعی با حداقل تغییرات در دستگاه فرآوری بیودیزل و بدون هیچ هزینه اضافی بر روی دستگاه فرآوری بیودیزل بکار گرفته شد که از نقاط مثبت آن است.

کلمات کلیدی: بیودیزل، خالص‌سازی بیودیزل، آبشویی، حباب‌شویی، پاششی- گردشی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول ۱

کلیات ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ تعریف مسئله ۲

۱-۳ اهداف تحقیق ۳

فصل دوم ۴

سوابق تحقیق ۴

۲-۱ تاریچه تولید بیودیزل ۴

۲-۲ تولید بیودیزل در جهان ۵

۲-۳ روش‌های مختلف تولید سوخت بیودیزل ۹

۲-۳-۱ پیرولیزیز ۱۰

۲-۳-۲ میکروامولسیون ۱۰

۲-۳-۳ ترانس استریفیکاسیون ۱۱

۲-۴ واکنش‌های رقیب ۱۳

۲-۵ آبشویی بیودیزل ۱۴

۲-۶ اکسیداسیون و پلیمریزاسیون بیودیزل ۱۶

۲-۷ بیودیزل در موتورهای دونسوز ۱۶

۲-۸ تاثیرات اقتصادی بیودیزل ۱۷

۲-۹ تاثیرات زیست محیطی بیودیزل ۱۸

۲-۱۰ خواص سوخت ۲۰

۲-۱۱ سابقه تولید و کاربرد بیودیزل در ایران ۲۱

۲-۱۱-۱ تولید بیودیزل در ایران ۲۱

۲-۱۱-۲ کاربرد بیودیزل در ایران ۲۱

۲-۱۲ جمع بندی ۲۳

فصل سوم مواد و روشها ۲۴

۳-۱ روش تولید بیودیزل ۲۴

۳-۲ مراحل تولید بیودیزل ۲۵

۳-۲-۱ آماده سازی روغن تازه و پسماند ۲۵

۳-۲-۲ مخلوط کردن الکل و کاتالیزور(تهیه متوکسید) ۲۶

۳-۲-۳ تیتراسیون ۲۹
۳-۲-۴ واکنش ترانس استریفیکاسیون ۳۰
۳-۲-۵ بازیافت متانول اضافی ۳۱
۳-۲-۶ جداسازی گلیسیرین ۳۱
۳-۲-۷ آبشویی و خالص‌سازی بیودیزل ۳۲
۳-۲-۷-۱ روش همزنی با آب ۳۴
۳-۲-۷-۲ روش پاشش آب ۳۴
۳-۲-۷-۳ روش حبابشویی ۳۵
۳-۳ تعیین روش آبشویی مناسب ۳۶
۳-۳-۱ تاثیر میزان آب بر کیفیت روش‌های آبشویی ۳۶
۳-۳-۲ تعیین میزان صابون و کاتالیزور باقی مانده در بیودیزل ۳۷
۳-۳-۳ تعیین میزان آب باقی مانده در بیودیزل ۳۸
۳-۴ محاسبات فرآیند ۴۰
۳-۵ طراحی و محاسبات ۴۰
۳-۵-۱ مخزن آبشویی ۴۰
۳-۵-۱-۱ تعیین ابعاد مخزن آبشویی ۴۰
۳-۵-۱-۲ تعیین ضخامت ورقه مورد استفاده در مخزن ۴۱
۳-۵-۲ مخزن خشککن ۴۲
۳-۵-۲-۱ تعیین ابعاد مخزن ۴۲
۳-۵-۲-۲ تعیین ضخامت ورقه مورد استفاده در مخزن خشک‌کن ۴۲
۳-۵-۳ شاسی ۴۳
۳-۵-۴ محاسبات لوله‌ها و پمپ ۴۵
۳-۵-۵ انتخاب همزن و محاسبه توان موتور ۴۸
۳-۵-۶ طراحی محور همزن ۵۰
۳-۵-۷ انتخاب گرم‌کن ۵۰
۳-۵-۸ پمپ باد ۵۱
۳-۶ محاسبات ۵۲
۳-۶-۱ مخزن آبشویی ۵۲
۳-۶-۱-۱ تعیین ابعاد مخزن آبشویی ۵۲
۳-۶-۱-۲ تعیین ضخامت ورقه مورد استفاده در مخزن ۵۳
۳-۶-۱-۳ تحلیل مخزن آبشویی با نرم افزار Ansys ۵۴
۳-۶-۲ مخزن خشک‌کن ۵۸
۳-۶-۲-۱ تعیین ابعاد مخزن ۵۸
۳-۶-۲-۳ تحلیل مخزن خشک کن با نرم افزار Ansys ۵۹
۳-۶-۳ شاسی ۶۲
۳-۵-۳-۱ تحلیل شاسی با نرم افزار Ansys ۶۴
۳-۶-۴ محاسبه لوله‌ها و پمپ ۶۵
۳-۶-۵ انتخاب همزن و محاسبه توان موتور ۶۷

۳-۶-۶ محاسبه محور همزن ۶۷
۳-۶-۷ محاسبه توان گرم‌کن ۶۸
۳-۷ ساخت دستگاه ۶۸
۳-۷-۱ ساخت مخازن ۶۸
۳-۷-۲ ساخت شاسی دستگاه ۶۹
۳-۷-۳ اتصالات برقی ۶۹
فصل چهارم ۷۲
نتایج و بحث ۷۲
۴-۱ مقدمه ۷۲
۴-۲ نتایج طراحی دستگاه ۷۲
۴-۳ ارزیابی کیفیت سوخت بیودیزل تولیدی ۷۴
۴-۴ تحلیل روش‌های آبشویی ۷۵
۴-۴-۱ تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر زمان آبشویی ۷۷
۴-۴-۱-۱ تاثیر دما بر زمان آبشویی ۷۹
۴-۴-۱-۲ تاثیر روش آبشویی بر زمان لازم برای آبشویی ۸۰
۴-۴-۱-۳ تاثیر آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر زمان آبشویی ۸۱
۴-۴-۲ تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر میزان صابون باقیمانده ۸۲
۴-۴-۲-۱ تاثیر دما بر میزان صابون باقیمانده در بیودیزل بعد از آبشویی ۸۴
۴-۴-۲-۲ تاثیر روش آبشویی بر میزان صابون باقیمانده در بیودیزل بعد از آبشویی ۸۵
۴-۴-۲-۳ تاثیر میزان آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر میزان صابون باقیمانده ۸۶
۴-۴-۳ تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر آب باقیمانده در بیودیزل ۸۶
۴-۴-۳-۱ تاثیر دما بر درصد آب باقیمانده در بیودیزل ۸۹
۴-۴-۳-۲ تاثیر روش آبشویی بر درصد آب باقیمانده در بیودیزل ۹۰
۴-۴-۳-۳ تاثیر میزان آب مصرفی در هر نوبت آبشویی بر درصد آب باقیمانده در بیودیزل ۹۱
۴-۴-۴ تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر کل آب مصرفی ۹۱
۴-۴-۴-۱ تاثیر دما بر کل آب مصرفی آبشویی ۹۴
۴-۴-۴-۲ تاثیر روش آبشویی بر میزان کل آب مصرفی ۹۴
۴-۴-۴-۳ تاثیر آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر کل آب مصرفی ۹۵
۴-۵ جمع بندی: ۹۵
فصل پنجم ۹۷
نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۹۷
۵-۱ نتیجه گیری ۹۷
۵-۲ پیشنهادها ۹۸
منابع ۹۹

فهرست نمادها

نماد	شرح	واحد
a	شعاع بزرگ بیضی	m
A	مساحت سطح مقطع	m^2
b	شعاع کوچک بیضی	m
c	حداکثر فاصله از تار خنثی	m
C_{BD}	گرمای ویژه	kJ/kg.°C
D	قطر لوله	m
D	قطر پروانه	m
E	مدول الاستیسیته	MPa
f	ضریب اصطکاک	بی بعد
f	فرکانس	Hz
F	نیرو	N
F.S.	ضریب اطمینان	بی بعد
g	شتاب ثقل	m/s^2
h	ارتفاع	m
h_L	افت جزئی	m
h_1	ارتفاع مخزن	cm
H	ارتفاع مایع درون مخزن	m
H_L	افت کل	m
J	ممان اینرسی	m^4
k	ضریب افت	بی بعد
L	طول	m
m	جرم	kg
M	گشتاور	N.m
N	دور	rps
N_p	عدد توان	بی‌بعد
P_d	توان	Ft-lb/s
P_1	فشار	Pa

Q	دبی	m^3/s
Q_h	انرژی	kj
r_1	شعاع	cm
R_N	عدد رینولدز	بی بعد
t	ضخامت	m
T	گشتاور	N.m
v	سرعت	cm/s
V	حجم	m^3
α	زاویه	درجه
ε	کرنش	بی بعد
γ	وزن مخصوص	N/m^3
μ	ویسکوزیته دینامیکی	Pa.s
ν	ویسکوزیته سینماتیکی	mm^2/s
ν	ضریب پواسون	بی‌بعد
ρ	چگالی	kg/m^3
σ	تنش	Pa
σ_y	تنش تسلیم	Pa
Δp	تغییر فشار	Pa
ΔT	تغییر دما	°C
τ	تنش برشی	Pa

فهرست جداول

جدول۲-۱: حداقل درصد تولید بیودیزل در اروپا..... ۶

جدول۲-۲: میزان تولید بیودیزل در کشورها در سال ۲۰۰۵(F.O. Licht)..... ۸

جدول۲-۳: برخی خصوصیات بیودیزلها و سوخت دیزل..... ۱۲

جدول۲-۴: چگالی مواد واکنشی تولید بیودیزل..... ۱۳

جدول۲-۵: خصوصیات سوخت بیودیزل بر اساس استاندارد ASTM D6751..... ۲۰

جدول۳-۱ : عوامل شکل همزن..... ۴۹

جدول۳-۲ : اعداد بدست آمده برای عوامل طراحی همزن..... ۴۹

جدول۳-۳: مشخصات پمپ هوای انتخاب شده..... ۵۱

جدول ۳-۴: جدول محاسبات..... ۵۲

جدول۳-۵: خصوصیات مکانیکی ماده مورد استفاده..... ۵۴

جدول۳-۶: نتایج حاصل از مدل‌سازی مخزن آبشویی..... ۵۴

جدول۳-۷: مقدار تنش حداکثر و حداقل مخزن..... ۵۸

جدول۳-۸: خصوصیات مکانیکی ماده مورد استفاده..... ۶۰

جدول۳-۹: نتایج حاصل از مدل‌سازی خشککن..... ۶۰

جدول۳-۱۰: نتایج حاصل از مدل سازی شاسی..... ۶۴

جدول ۴-۱: مشخصات اجزاء دستگاه فرآوری بیودیزل..... ۷۳

جدول۴-۲: خصوصیات بیودیزل تولیدی..... ۷۴

جدول۴-۳: آزمایشها و نحوه انجام آنها..... ۷۶

جدول۴-۴ : زمان لازم برای آبشویی(دقیقه)..... ۷۷

جدول۴-۵: نتایج آنالیز واریانس زمان آبشویی در بررسی اثر روش، دما و آب مصرفی هر نوبت..... ۷۸

جدول۴-۶: مقایسه میانگین تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر زمان آبشویی..... ۷۹

جدول۴-۷: نتایج حاصل از میزان صابون باقی مانده(ppm)..... ۸۲

جدول ۴-۸: نتایج آنالیز واریانس میزان صابون باقی مانده در بررسی اثر روش، دما و آب مصرفی هر نوبت..... ۸۳

جدول۴-۹: مقایسه میانگین تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت بر میزان صابون باقی مانده(ppm)..... ۸۴

جدول۴-۱۰: نتایج حاصل از تخمین درصد آب باقی مانده در بیودیزل بعد از آبشویی..... ۸۷

جدول۴-۱۱: مقایسه میانگین تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر درصد آب باقی مانده..... ۸۸
جدول ۴-۱۲: نتایج آنالیز واریانس درصد آب باقی مانده در بررسی روش، دما و آب مصرفی هر نوبت..... ۸۹
جدول۴-۱۳ : میزان آب مصرفی(لیتر) و تعداد دفعات آبشویی به ازای ۱لیتر بیودیزل..... ۹۲
جدول۴-۱۴: مقایسه میانگین تاثیر دما، روش آبشویی و آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر کل آب مصرفی(lit)..... ۹۳

فهرست شکل‌ها

شکل۲-۱ : میزان بیودیزل تولیدی در اروپا (European Biodiesel Board). ۶
شکل۲-۲ : میزان مصرف سوخت بیودیزل در آیالات متحده آمریکا(National Biodiesel Board). ۷
شکل۲-۳: میزان بیودیزل تولیدی در جهان(F.O.licht). ۸
شکل۲-۴: واکنش ترانس استریفیکاسیون. ۱۱
شکل۲-۵: ساختار شیمیایی کربن کربکسیلیک (R نشان دهنده زنجیره کربنی است). ۱۳
شکل۲-۶: ساختار شیمیایی اسید الییک. ۱۴
شکل۲-۷: واکنش تولید صابون. ۱۴
شکل۲-۸ : مقایسه انتشارات اگزوز در هنگام استفاده از بیودیزل و سوخت دیزل. ۱۹
شکل ۲-۹ : نمودار تخمین دی اکسید کربن حاصل از احتراق سوختهای فسیلی. ۱۹
شکل ۲-۱۰ : نمودار تخمین دی اکسید کربن حاصل از احتراق سوخت‌های تجدیدپذیر. ۱۹
شکل۳-۱: مراحل تهیه بیودیزل از روغن پسماند. ۲۵
شکل ۳ -۲ نمونه روغن قبل و بعد از فرآوری. ۲۶
شکل ۳-۳: قرص‌های هیدروکسید پتاسیم و متانول. ۲۸
شکل۳-۴: تصویری از تیتراسیون روغن پسماند. ۳۰
شکل۳-۵: جدا سازی گلیسیرین از بیودیزل. ۳۲
شکل۳-۶: بیودیزل قبل و بعد از آبشویی. ۳۳
شکل۳-۷ : مراحل آبشویی از مرحله ۱تا ۳ ۳۳
شکل ۳-۸: شماتیک روش‌های مختلف آبشویی. ۳۵
شکل ۳-۹: مراحل انجام آزمایش تعیین میزان صابون باقی مانده در بیودیزل شسته شده. ۳۸
شکل ۳-۱۰ : دستگاه اندازگیری آب و رسوبات (کارل فیشر). ۳۹
شکل۳-۱۱: انتهای مخزن خشککن. ۴۳
شکل ۳-۱۲ : شاسی مدل سازی شده با solidwork. ۴۳
شکل۳-۱۳: تصویری از مدل شاسی مخازن، همراه با محل اعمال نیرو بر آن. ۴۴
شکل۳-۱۴: نمای شماتیک پروفیل تحت بار. ۴۴
شکل۳-۱۵: نمای شماتیک مدار لوله کشی. ۴۵
شکل۳-۱۶: مشخصات مسیر عبور مواد از پمپ به مخزن آبشویی. ۴۶
شکل۳-۱۷: نمودار تعیین مشخصه های پمپ های سانتریفیوژ. ۴۸
شکل۳-۱۸ : نامگذاری عوامل مهم همزن. ۴۹
شکل۳-۱۹: مخزن آبشویی مدل سازی شده با solidwork. ۵۵
شکل ۳-۲۰: مخزن آبشویی مدل سازی شده با solidwork. ۵۶
شکل ۳-۲۱: تصویری از مدل مش‌بندی شده مخزن آبشویی. ۵۷
شکل۳-۲۲: نمایش گرافیکی معیار وان میسز در مخزن آبشویی. ۵۷
شکل ۳-۲۳ : مخزن مدل سازی شده با نرم افزار solidwork. ۶۱
شکل۳-۲۴: نمایش گرافیکی معیار وان میسز در مخزن خشک کن. ۶۲
شکل۳-۲۵: نمودار گشتاور خمشی. ۶۳
شکل۳-۲۶: نمایش گرافیکی معیار وان میسز در شاسی مخازن. ۶۴
شکل۳-۲۷: تصویری از سه نمای شاسی(اندازه‌ها به میلی‌متر). ۶۹

شکل۳-۲۸: محل جاسازی کلید گرم‌کن‌ها و سیم کشی آن‌ها..... ۷۰
شکل۳-۲۹ : محل نصب کلیدها و کنترل کننده‌ها روی جعبه کنترل..... ۷۱
شکل۳-۳۰: دستگاه کامل فرآوری بیودیزل..... ۷۱
شکل ۴-۱: تاثیر افزایش دما بر کاهش زمان لازم برای آبشویی در روشهای مختلف آبشویی..... ۸۰
شکل۴-۲: تاثیر روش آبشویی بر زمان لازم برای آبشویی در دماهای مختلف..... ۸۱
شکل۴-۳: تاثیر میزان آب مصرفی هر نوبت آبشویی بر زمان آبشویی در روشهای مختلف آبشویی..... ۸۱
شکل ۴-۴: تاثیر افزایش دما بر کاهش میزان صابون باقیمانده در بیودیزل در روشهای مختلف آبشویی..... ۸۵
شکل۴-۵: تاثیر روش آبشویی بر میزان صابون باقیمانده در بیودیزل در دماهای مختلف..... ۸۵
شکل۴-۶: تاثیر میزان آب مصرفی هر نوبت بر صابون باقیمانده در روشهای مختلف آبشویی..... ۸۶
شکل ۴-۷: تاثیر دما بر درصد آب باقیمانده در بیودیزل در روشهای مختلف آبشویی..... ۹۰
شکل۴-۸: تاثیر روش آبشویی بر درصد آب باقیمانده در بیودیزل در دماهای مختلف..... ۹۰
شکل۴-۹: تاثیر میزان آب مصرفی هر نوبت بر روی درصد آب باقیمانده در بیودیزل در روشهای مختلف آبشویی..... ۹۱
شکل ۴-۱۰: تاثیر افزایش دما بر کاهش کل آب مصرفی برای روشهای مختلف همزنی..... ۹۴
شکل۴-۱۱: تاثیر روش آبشویی بر کل آب مصرفی در دماهای مختلف..... ۹۵
شکل۴-۱۲: تاثیر آب مصرفی هر نوبت آبشویی برکل آب مصرفی برای روشهای مختلف آبشویی..... ۹۵

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

سوخت بیودیزل یک جایگزین برای سوخت دیزل محسوب می‌شود. محتوای انرژی موجود در بیودیزل مانند سوخت دیزل می‌باشد. بیودیزل به علت پاک بودن مزایای دیگری نیز دارد. این سوخت از مواد آلی در طبیعت (روغن گیاهی یا چربی حیوانی) تولید می‌شود، به همین دلیل هنگام سوختن آلودگی کمتری از خود به جا می‌گذارد. تولید آلاینده‌های زیست محیطی مانند هیدروکربن‌های سوخته نشده (UHC)، ترکیبات نیتروژن (NO_X)، منواکسید کربن (CO) و دی اکسید کربن (CO_2) سوخت‌های فسیلی از عمده‌ترین معایب آن‌ها محسوب می‌گردد. به منظور حفظ منابع موجود و کاهش آلاینده‌ها، گرایش به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های جایگزین امری بدیهی به نظر می‌رسد. ویژگی بارز دیگر سوخت بیودیزل با ارزش تجدیدپذیر بودن آن است و دیگر جای نگرانی در مورد اتمام مواد اولیه تولید این سوخت وجود ندارد. به جرأت می‌توان گفت سوخت بیودیزل نسبت به سوخت دیزل دارای مراحل تولید آسان‌تر و کم هزینه‌تری است، به طوری که برای تولید سوخت بیودیزل هر فرد که مهارت لازم را کسب کرده باشد قادر به تولید این سوخت خواهد بود در حالی که سوخت دیزل فقط در پالایشگاه قابل فرآوری است. سیستم‌های فرآوری بیودیزل با توجه به سرعت، حجم و پیوستگی مراحل تولید به۳ گروه تقسیم می‌شوندکه عبارتند از:

الف) سیستم فرآوری نا پیوسته که در دستگاه‌هایی با مقیاس کوچک خانگی استفاده می‌شود.

ب) سیستم فرآوری پیوسته که در پالایشگاه‌ها استفاده می‌شود.

ج) سیستم فرآوری نیمه پیوسته که در سطح نیمه صنعتی استفاده می‌شود.

هر مورد از این سیستم‌ها در جایگاه خود حائز اهمیت است. برای مصرف‌کنندگانی که در مناطق دور دست زندگی می‌کنند شاید بهترین گزینه دستگاه‌های فرآوری خانگی باشد و برای شهرهای بزرگ احداث یک پالایشگاه فرآوری امری مطلوب به نظر می‌رسد.

برای تهیه بیودیزل بعد از فرآوری روغن گیاهی یا چربی حیوانی، واکنش روغن با الکل در حضور یک واکنش‌گر انجام می‌شود. حاصل این واکنش بیودیزل ناخالص و گلیسیرین به عنوان محصول فرعی می‌باشد. گلیسیرین که خود یک محصول با ارزش است جداسازی شده و با توجه به ناخالص بودن بیودیزل مرحله بعدی مرحله خالص‌سازی است، که توسط آبشویی این کار صورت می‌گیرد. دردستگاه‌های کوچک در سطح خانگی برای آبشویی از روش‌های معمولی از قبیل حباب‌شویی، پاشش و یا همزنی با آب استفاده می‌شود، اما در پالایشگاه‌های فرآوری بیودیزل از آب و روش‌های پیشرفته‌تری مانند استفاده از سینی‌های متعدد در برج آبشویی معمول است. بعد از آبشویی بیودیزل را آب‌گیری

می‌کنند تا درصد آب موجود در سطح استاندارد باشد. با توجه به مطالب یکی از مراحل تولید بیودیزل مرحله آبشویی است.اگر این مرحله انجام نشود بیودیزل ناخالص را نمی‌توان در موتور استفاده کرد. از زمانی که اهمیت سوخت بیودیزل به عنوان سوخت جایگزین محرز شده است در مورد انواع روش‌های واکنش بیودیزل و بهینه‌سازی آن، همچنین در مورد تاثیر آن در موتورهای درونسوز تحقیقات فراوانی صورت گرفته است، ولی در مورد روش‌های خالص‌سازی به خصوص آبشویی تحقیقات چندانی صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت کیفیت سوخت مصرفی در موتورهای درونسوز لازم است که در این زمینه هم مطالعاتی انجام شود تا بتوان در ضمن بررسی پارامترهای موثر و بالا بردن کیفیت بیودیزل فرآوری شده، با اطمینان بیشتری در موتورهای درونسوز استفاده کرد.

۱-۲ تعریف مسئله

برای تولید بیودیزل استاندارد، لازم است پس از واکنش آن با الکل و تبدیل مخلوط به بیودیزل و گلیسیرین، ناخالصی‌های موجود در بیودیزل از آن خارج گردد. یکی از روش‌های خالص‌سازی بیودیزل، آبشویی است. آبشویی اغلب به سه روش زیر و یا ترکیبی از آنها صورت می‌گیرد:

۱- همزنی با آب

۲- پاشش آب

۳- حباب شویی

در دستگاه فرآوری بیودیزل BDI-80 (خاتمی فر،۱۳۸۵) آبشویی به روش حباب شویی اما به صورت ساده انجام می‌شود. یعنی، با استفاده از یک پمپ باد و یک لوله که در انتهای مخزن قرار گرفته است می‌باشد. در صورتی که روش‌های مختلفی برای شستشوی بهتر وسریعتر بیودیزل ناخالص وجود دارد که اگر بیشتر مورد مطالعه قرار گیرد، نتایج بهتری در مورد کیفیت و قیمت تمام شده در بر خواهد داشت. در دستگاه‌های فرآوری مشابه هم بر روی میزان صابون باقی مانده در بیودیزل خیلی مطالعه نشده است. به همین علت، در این قسمت از فرآوری بیودیزل، هم زمان و هم آب زیادی صرف می‌شود که بر قیمت تمام شده بیودیزل تاثیر منفی می‌گذارد. در این صورت، به نظر می‌رسد که با اصلاح و بهینه‌سازی این قسمت از دستگاه و با بهبود کیفیت بیودیزل، کاهش قیمت تمام شده را به دنبال داشته باشد. بنابراین به علت نو بودن موضوع، و در دست نبودن منابع و اطلاعات لازم جهت طراحی بهینه مخزن آبشویی، بررسی روش‌های مختلف آبشویی و رسیدن به روشی مناسب در دستور کار قرار گیرد تا متناسب با آن مخزن آبشویی اصلاح گردد.

۱-۳ اهداف تحقیق

اهداف مورد نظردر این تحقیق به طور خلاصه عبارتند از:

۱- بررسی عملکرد روش‌های جدید و کاهش زمان آبشویی
۲- کاهش آب مصرفی و قیمت تمام شده بیودیزل
۳- انتخاب بهترین روش آبشویی و بهینه سازی مخزن آبشویی
۴- شستشوی بهتر بیودیزل و کاهش ناخالصی‌ها