

## بررسی روند تغییرات خواص فیزیکی مخلوط متیل استر روغن کرچک با دیزل

### فسیلی

میلاذ رزم آرا<sup>۱</sup> - روح اله قانع<sup>۲</sup>

## Study the changes in the physical properties of castor oil methyl ester blended with fossil diesel

<sup>1</sup> Milad razmara -<sup>2</sup> Rouhollah Ghanei

Milad\_razmara@yahoo.com

### چکیده:

در سال های اخیر کاهش منابع فسیلی ، غیر قابل تجدید بودن سوخت های فسیلی و افزایش قیمت نفت و نگرانی ها در مورد آلودگی های ناشی از سوخت های فسیلی و آزاد شدن آلاینده هایی نظیر ترکیبات نیتروژن، منواکسید کربن، دی اکسید کربن و افزایش گازهای گلخانه ای و موضوع سلامت و بهداشت جهانی محققان را به سمت یافتن منابع جدید انرژی تجدیدپذیر و یافتن راه های جایگزینی این انرژی در جهان سوق داده است. در این پژوهش روغن کرچک به عنوان ماده اولیه که امروزه کاربرد متعدد به دلیل خصوصیات فیزیکوشیمیایی منحصر به فرد آن ، در صنایع دارویی، شیمیایی، بهداشتی ، آرایشی ، بیودیزل و غیره دارد ، استفاده گردید . هیدروکسید پتاسیم با درصد خلوص ۹۰ درصد ، متانول شرکت مرک آلمان با خلوص ۹۹٫۹۹ درصد به عنوان الکل این فرایند ، برگزیده گردیدند . متیل استر روغن کرچک تولیدی به نسبت های ( ۲۰٪ ، ۴۰٪ ، ۶۰٪ ، ۸۰٪ ) با دیزل فسیلی مخلوط گردید و خواص فیزیکی مانند ( ویسکوزیته ، دانسیته ، نقطه ابری ، نقطه انجماد ) برای هر یک از نمونه های حاصل مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با استاندارد های موجود در زمینه بیودیزل مورد بررسی قرار گرفت . از بررسی نمودار ها در شکل (۲) الی (۵) مشخص شد که میان خواص متیل استر کرچک تولیدی و دیزل فسیلی تفاوت محسوسی وجود دارد و هرچه میزان متیل استر روغن کرچک در مخلوط ها کمتر باشد ، خواص فیزیکی مخلوط به استاندارد های EN-14214 اروپا و ASTM-D6751 آمریکا نزدیک تر است .

**کلمات کلیدی:** تبادل استری ، رسینولتیک اسید، اصلاح خواص

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد فراهان ، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی شیمی ، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد فراهان ، ایران

## ۱- مقدمه :

در سالهای اخیر بحران انرژی و اتکای امروزه دنیا به سوخت و انرژی و مسائل زیست محیطی و افزایش چشمگیر قیمت نفت ، همه کشورها را بر آن داشته است که به دنبال سوخت های جدیدی جهت جایگزینی سوخت های فسیلی مانند : نفت ، زغال سنگ ، و گاز طبیعی بپردازند [ ۱،۲ ] . اگرچه روی آوردن به سوخت های جدید تنها هنگامی نمایان می شود که قیمت نفت در بازارهای جهانی به یکباره اوج می گیرد ولی جنبش انرژی های تجدید پذیر به تدریج در حال وارد شدن به مرحله جدیدی از پویایی است . امروزه رشد تولید و مصرف انرژی های جایگزین نه تنها واکنشی سریع و احساسی به تغییر کوتاه مدت قیمت های جهانی سوخت های فسیلی نیست، بلکه با نگاهی سطحی به میزان ذخایر موجود انرژی و تعدد مسائل زیست محیطی می توان دریافت که چاره ای جز روی آوردن به اقتصادهای مبتنی بر انرژی های جایگزین وجود ندارد [۳] . در ۳۱ آگوست ۱۹۳۷ G.Chavanne عضو علمی دانشگاه بروکسل بلژیک حق ثبت اختراعی انحصاری را با عنوان " فرآیند تبدیل روغن های گیاهی برای استفاده آنها به عنوان سوخت " به شماره ثبت ۸۷۷ ۴۲۲ بلژیک به ثبت رسانید . این اختراع فرآیند الکل کافت را شرح می دهد. در این فرآیند از اتانول ( گاهی متانول) برای جداسازی اسیدهای چرب از گلیسیرین با جایگزین کردن گلیسیرین با خط پیوند الکلی کوتاهتر استفاده می گردد که امروزه بسیار مورد استقبال قرار گرفته است . [۴] .

انواع مختلف ترکیبات آلی چربی دار زنده برای تولید بیودیزل استفاده می گردد [۵] . انواع مختلف ترکیبات آلی چربی دار زنده می تواند جهت تولید بیودیزل مورد استفاده قرار گیرد که در ۴ گروه می توان به صورت زیر به آنها اشاره نمود :

الف) ماده خام روغن گیاهی خالص مانند روغن های دانه سویا ، تخم شلغم روغنی، خرما ، آفتابگردان، کنف و جلبک .

ب) روغن های گیاهی پسماند

ج) چربی حیوانات شامل پیه، چربی خوک ، روغن دنبه زرد و کوهان شتر

د) روغن های غیر خوراکی مانند جاتروفا و روغن کرچک [۶] .

معمولا این روغن ها شامل اسیدهای چرب آزاد، فسفولیپیدها، استرول ها، آب و سایر ناخالصی ها می باشند . محتوای اسیدهای چرب آزاد و آب اثرات منفی قابل توجهی در جریان واکنش تبادل استری گلیسیریدها با الکل ها با استفاده از کاتالیزورهای اسیدی یا قلیایی دارد ، از آنجایی که آنها باعث ایجاد صابون، تحلیل کاتالیست ها و کاهش اثر آن و در نتیجه میزان تبدیل را پایین می آورد [۲] .

با توجه به این که روغن های حیوانی تجدید پذیر بوده و محتوای انرژی آنها مشابه با سوخت دیزل است و همچنین میزان بسیار بالای چربی بدست آمده از ذبح حیوانات ، با استفاده از برخی تغییرات شیمیایی، می تواند یک جانشین امیدوار کننده جهت تولید سوخت بیودیزل باشد [۷] .

به طور کلی مزایای استفاده از بیودیزل به عنوان سوخت دیزل، سهولت حمل و نقل، در دسترس بودن و تجدیدپذیری، تولید گازهای گلخانه ای کمتر، راندمان احتراق بالاتر، قابلیت تجزیه بیولوژیک بالاتر، محتوی گوگرد و آروماتیک پایین، عدد ستان

بالتر، چربی عالی با خواص روان کنندگی خوبی است. معایب اصلی بیودیزل به عنوان سوخت دیزل ویسکوزیته بالاتر، نقطه ابری نقطه ریزش بالاتر، انتشار اکسید نیتروژن بیشتر، کاهش سرعت و قدرت موتور، کک سازی انژکتور، سازگاری موتور، قیمت بالا و خوردگی بالاتر موتور است [۱،۲].

گیاه کرچک با نام علمی *Ricinus communis* L. متعلق به تیره *euphorbiaceae* می باشد. این گیاه به دلیل ویژگی های منحصر به فرد به عنوان یکی از گیاهان مقاوم به شرایط آب و هوایی مختلف شناخته شده است. پس از آنکه روغن از دانه های کرچک استخراج شد باقیمانده آن پوماسه کرچک گفته می شود که حاوی ۳۶٪ پروتئین است که سالیانه در حدود ۱۵۰۰۰۰ تن پروتئین از این طریق به دست می آید. روش هایی که برای استخراج روغن کرچک استفاده می شود به صورت پرس یک بار، دوبار و پرس اولیه و استخراج بعدی با حلال است. این روش ها منجر به تولید روغن کرچک با درجات کیفی مختلف می شود [۸].

## ۲- مواد و روش ها:

جهت تولید متیل استر روغن کرچک، روغن کرچک از روغن کنشی امید در تهران تهیه گردید و به عنوان ماده اصلی استفاده گردید. کاتالیست مورد استفاده در این راستا هیدروکسید پتاسیم با درصد خلوص ۹۰ درصد است. الکل مصرفی در واکنش، متانول شرکت مرک آلمان با خلوص ۹۹،۹۹ درصد است. جهت استفاده از کاتالیست قلیایی در فرایند می بایست ابتدا از میزان درصد اسید های چرب آزاد موجود در روغن اطلاع داشت و مطمئن شد این میزان زیر ۱٪ قرار دارد تا از تولید صابون در واکنش جلوگیری گردد. با انجام آزمایش اندیس اسیدی مشخص گردید میزان اسیدیته روغن ۰،۶۱۹ است. دیزل فسیلی از جایگاه تحویل سوخت واقع در فراهان - اراک - استان مرکزی تهیه شد.

## ۲-۱- تولید و خالص سازی

از یک هیتر همزن مغناطیسی جهت تامین دما و کنترل آن و همچنین تامین اختلاط مورد نیاز استفاده شد. از بالن سه دهانه ۱۰۰۰CC به عنوان راکتور در نظر گرفته شد که از دو دهانه جانبی یکی جهت قرارگیری ترمومتر در واکنش و از دهانه دیگر برای انتقال مواد استفاده گردید. همچنین از یک کندانسور ماریچی جهت جلوگیری از خروج متانول از محیط واکنش استفاده گردید که بر روی دهانه اصلی راکتور قرار داده شده و جریان آب در کندانسور برقرار گردید. جهت انجام آزمایش، مقدار ۵۰۰g از روغن کرچک را در بالن ریخته و بر روی هیتر قرار داده تا به دمای مورد نظر برسد. سرعت همزن را روی ۱۰۰۰ rpm قرارداده و دما  $60^{\circ}\text{C}$  در نظر گرفته شد. نسبت مولی متانول به روغن را (۶:۱) و میزان کاتالیست، یک درصد از وزنی نسبت به وزن روغن مصرفی در واکنش قرار گرفت. زمان واکنش ۲ ساعت قرار گرفت.

محصول خروجی از واکنش را جهت شستشو با آب مقطر ۹۰ درجه سانتی گراد به درون دکانتور های ۵۰۰ ml منتقل کردیم و مراحل شستشو را تا رسیدن به پساب خنثی ادامه دادیم.

در این مرحله از آزمایش روغن شستشو داده شده را درون بشر بزرگ قرار گرفت و مگنت ۳ cm را درون ظرف قرار دادیم. بشر را بر روی هیتر تحت دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. سرعت دوران را نیز ۴۰۰ rpm تنظیم شد. در مدت زمان ۲۰ min و به روغن زمان داده شد تا میزان آب جذب شده در خود را توسط اعمال حرارت به بخار تبدیل کند و



از خود جدا کند . پس از خشک شدن محلول را در دمای محیط قرار گرفت تا دمای آن کاهش یابد و برای آزمایش اصلی آماده گردد.

## ۲-۲- اختلاط بیودیزل تولیدی به همراه دیزل :

در این مرحله روغن سرد شده با نسبت های مختلف وزنی با دیزل مخلوط شد .

مخلوط A شامل ۱۰۰٪ روغن کرچک

مخلوط B شامل ۸۰٪ روغن کرچک و ۲۰٪ دیزل

مخلوط C شامل ۶۰٪ روغن کرچک و ۴۰٪ دیزل

مخلوط D شامل ۴۰٪ روغن کرچک و ۶۰٪ دیزل

مخلوط E شامل ۲۰٪ روغن کرچک و ۸۰٪ دیزل

مخلوط F شامل ۱۰۰٪ دیزل

اکنون برای هر یک از شش نمونه تولیدی خواصی چون ویسکوزیته ، دانسیته ، نقطه ابری ، نقطه انجماد را بررسی می کنیم .

## ۳- نتایج و بحث :

### ۳-۱- ویسکوزیته

گرانروی یا همان ویسکوزیته به مقاومت سیال در برابر جاری شدن و تنش برشی اطلاق می گردد. تعیین گرانروی سوخت ها جهت تخمین شرایط بهینه ذخیره سازی و عملیاتی بسیار حائز اهمیت می باشد. ویسکوزیته نمونه ها مطابق با استاندارد ASTM D 445 در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  اندازه گیری شد. جهت انجام این کار از یک ویسکومتر شیشه ای مدل کانون فنسک که درون حمام آب  $40^{\circ}\text{C}$  ثابت گردیده بود استفاده گردید. نمودار شکل (۱) نمودار روند تغییرات ویسکوزیته را نمایش می دهد .

### ۳-۲- دانسیته نسبی

دانسیته (چگالی) عبارت است از نسبت جرم یک ماده به حجم آن که معمولا برای بیان آن از واحد های  $\text{gr/cm}^3$  و  $\text{Kg/l}$  استفاده می گردد. دانسیته نسبی عبارتست از دانسیته انواع مایعات نسبت به دانسیته آب در  $15/5$  درجه سانتی گراد. جهت



شد. بدین منظور از سه هیدرومتر با گستره ۰/۸۰۰ تا ۰/۸۵۰ ، ۰/۸۵۰ تا ۰/۹۰۰ و ۰/۹۰۰ تا ۰/۹۵۰ با دقت سه رقم اعشار استفاده گردید. نمودار شکل (۲) روند تغییرات دانسیته را نمایش می دهد .

### ۳-۳- نقطه ابری و نقطه انجماد :

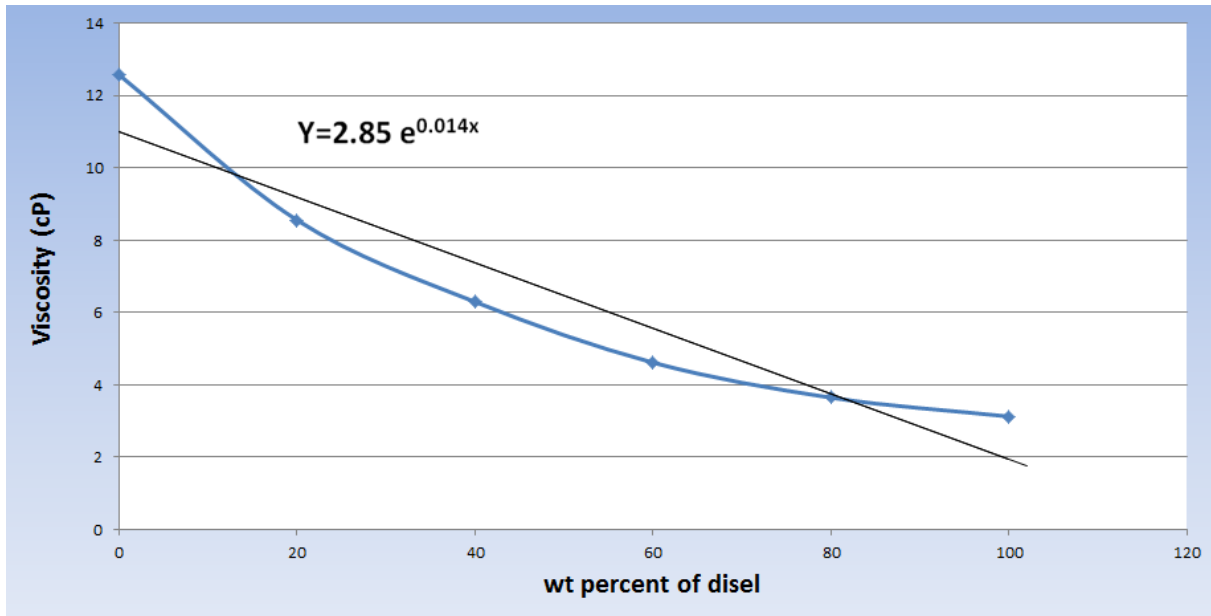
نقطه ابری شدن پایین ترین دمایی است که در آن دما در سوخت مایع اولین ذرات کریستال و موم ظاهر می شود. برای این منظور مطابق با استاندارد ASTM 2500 به کمک ترمومتر استاندارد E1 (با استفاده از مضرَب ۲ °F یا همان ۱ °C) و دستگاه مربوطه با نام تجاری SETA، نقاط ابری شدن نمونه ها اندازه گیری گردید. نمودار شکل (۳) روند تغییرات دما ابری شدن را نمایش می دهد .

نقطه انجماد دمایی است که سیال به حالت جامد در آمده و جاری نمی شود. نقطه انجماد در واقع کمی بعد از نقطه ریزش می باشد. برای این منظور مطابق با استاندارد ASTM D2386 نقطه انجماد نمونه ها اندازه گیری گردید. نمودار شکل (۴) روند تغییرات دما انجماد را نمایش می دهد .

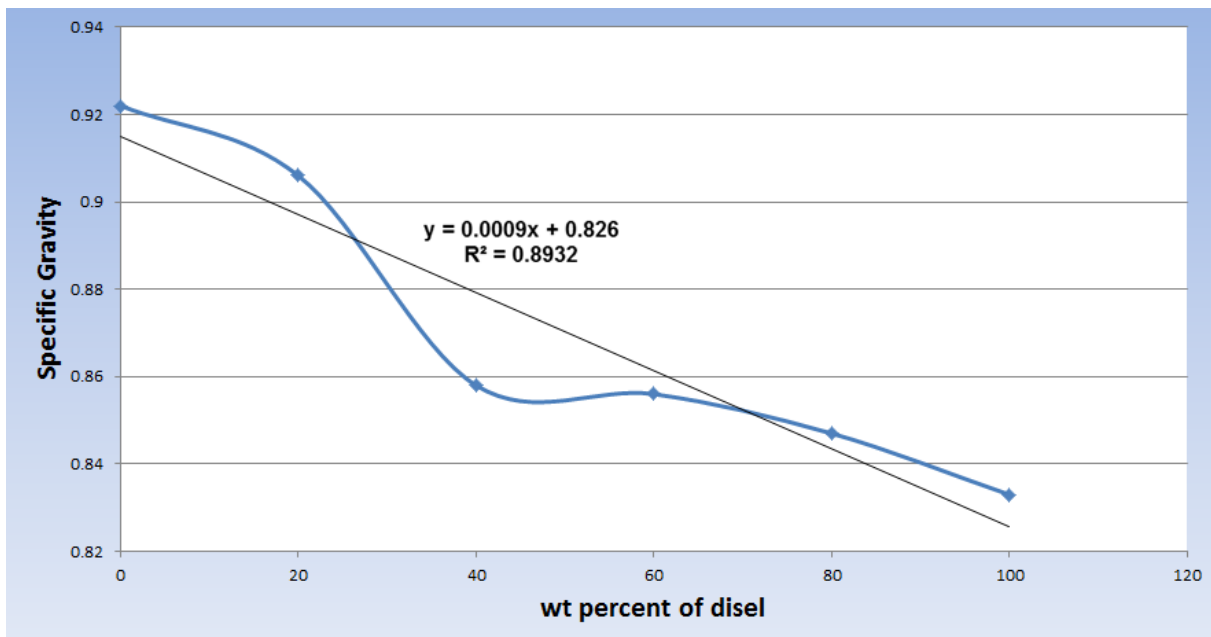
	VISCOSITY at (40 °C )	DENSITY at ( 15 °C )	Cloud point °C	freezing point °C
ASTM-D6751-10 ( cp )	۶-۱,۹	-	-	-
EN-14214	۵-۳,۵	۰,۹-۰,۸۶	-	-
۱۰۰٪ دیزل	۳,۱۳	۰,۸۳۳	-۶	-۳۱
۸۰٪ دیزل	۳,۶۵	۰,۸۴۷۵	-۲	-۱۴
۶۰٪ دیزل	۴,۶۲	۰,۸۵۶۶	۲	-۱۱
۴۰٪ دیزل	۶,۳۰	۰,۸۵۸۳	۳	-۱۰,۵
۲۰٪ دیزل	۸,۵۶	۰,۹۰۶	۵	-۱۰
۰٪ دیزل	۱۲,۵۸	۰,۹۲۲۵	۷	-۱۲



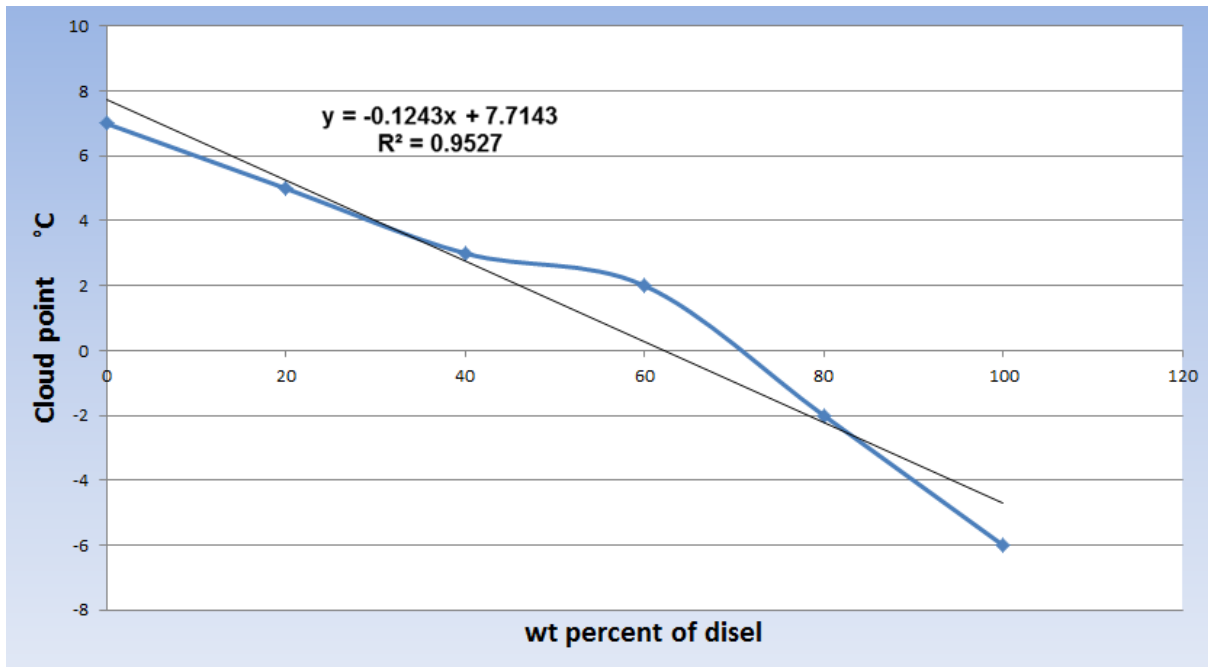
جدول (۱) مقایسه خواص اندازه گیری شده با استاندارد های جهانی



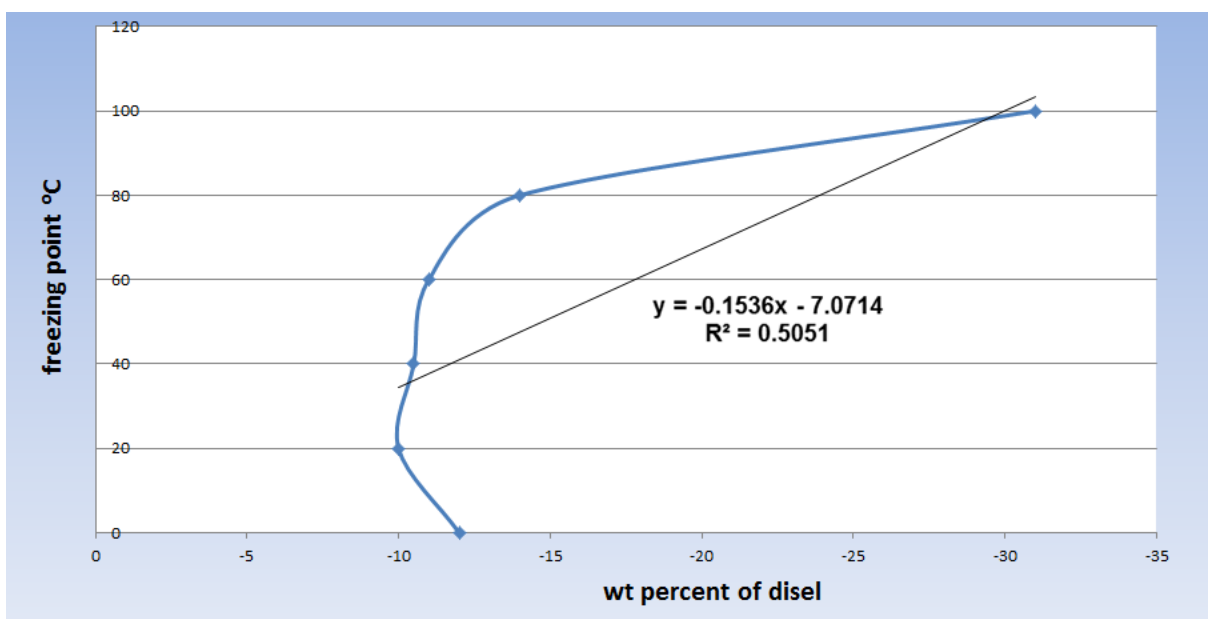
شکل (۱) نمودار تغییرات ویسکوزیته بر حسب درصد جرمی گازوئیل در نمونه



شکل (۲) نمودار تغییرات دانسیته بر حسب درصد جرمی گازوئیل در نمونه



شکل (۳) نمودار تغییرات نقطه ابری بر حسب درصد جرمی گازوئیل در نمونه





## ۴- نتیجه گیری :

از بررسی روند تغییرات شکل (۱) تا (۴) متوجه شدیم که میان خواص بیودیزل کرچک تولیدی و دیزل فسیلی تفاوت محسوسی وجود دارد و هر چه میزان متیل استر کرچک تولیدی در مخلوط کمتر باشد به محدوده استاندارد خواص تا حدی نزدیک می شویم. این محدوده همان استاندارد های EN 14214 اروپا و ASTM D6751 امریکا می باشد. اختلاط متیل استر کرچک تولیدی و دیزل فسیلی به این دلیل ویسکوزیته بالای متیل استر کرچک انجام گرفت، ویسکوزیته متیل استر تولیدی ۱۲,۵۸ سانتی پویز می باشد و نمی تواند به طور مستقیم در موتور های دیزلی مورد استفاده قرار گیرد. از نتایج بدست آمده در جدول شماره (۱) می توان دریافت نسبت وزنی ۸۰٪ و ۶۰٪ دیزل فسیلی مخلوط با متیل استر روغن کرچک در

محدوده استاندارد های جهانی قرار دارد، اما نیاز به پژوهش و بررسی های جامع تر به ویژه در زمینه نقطه ابری و انجماد نیاز است.

## منابع و مراجع

۱. نیکبخت، ع، قبادیان، ب،، خاتمی فر، م،، ۱۳۸۶. بررسی جامع استفاده از سوخت بیودیزل در ایران و جهان، سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شیراز، ۲۹-۳۰ فروردین ۱۳۸۶.
۲. قبادیان، ب،، زنوزی، ع،، ۱۳۸۶. مقایسه بیودیزل تولیدی به عنوان انرژی تجدیدپذیر از چهار روغن خوراکی. ششمین همایش ملی انرژی ۲۳-۲۲ خرداد ۱۳۸۶.
3. K. Bozbas , Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union , Renewable and Sustainable Energy Reviews xx (2005) 1–12
4. R. Chakraborty , H. Sahu , Intensification of biodiesel production from waste goat tallow using infrared radiation: Process evaluation through response surface methodology and artificial neural network, Applied Energy (Elsevier) Volume 114, February 2014, Pages 827–836.
5. Demirbas, A., (2007). Importance of biodiesel as transportation fuel. Journal of Energy Policy 35: 4661-4670.
6. Shahid E.M., Y. Jamal. (2008). A review of biodiesel as vehicular fuel. Journal of Renewable and Sustainable . Energy Reviews, Article In Press
7. M. Sbihi, a. Nehdi, i. Al-Resayes , Characterization of Hachi (Camelus dromedarius) fat extracted from the hump, Food Chemistry 139 (2013) 649–654





دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

EMA

مجله علم محران آستان

دومین همایش الکترونیکی پژوهش‌های نوین در علوم و فناوری

جلد یک / ۱۹ شماره ۲ / ۱۳۸۸