Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیرماه ۹۸

اندازه گیری خواص بیودیزل تولیدی از روغن هسته خرما و ترکیب آن با سوخت تجاری گازوئیل

رئوف فروتن [۱]

حسین اسماعیلی [۲]*

esmaeili.hossein@iaubushehr.ac.ir

ملیحه کوثری فرد [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۰۴/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: بیودیزل سوختی است که به طور گسترده برای استفاده به جای سوخت های فسیلی مورد توجه قرار گرفته است زیرا این سوخت تجدید پذیر است و از منابع طبیعی خانگی و پس ماندهای رستوران های محلی تولید می گردد. در سال های اخیر به دلیل افزایش جمعیت جهانی و افزایش تقاضا برای سوخت به منظور تامین انرژی مورد نیاز و از سوی دیگر به دلیل افزایش آلودگی های زیست محیطی و گرم شدن آب و هوای کره زمین و افزایش قیمت جهانی نفت و محدود بودن منابع سوخت های فسیلی باعث شده است که تولید بیودیزل در سراسر جهان به طور گسترده مورد توجه قرار گیرد.

روش بررسی: در این بررسی با استفاده از روغن خرمای استخراج شده و متانول در حضور کاتالیست قلیایی پتاسیم متوکسید طی فرآیند ترانس استری شدن بیودیزل تولید گردید و با سوخت تجاری موجود در ایران ترکیب و سوخت های با ترکیب ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ بیودیزل تولید گردید و خواص آن ها نظیر نقطه ریزش، نقطه ابری شدن، نقطه اشتعال، ویسکوزیته و دانسیته براساس استانداردهای ۶۷۵۱ ASTM D و ۷۴۶۷ ASTM D بررسی گردید.

یافته‌ها: با توجه به نتایج بدست آمده دانسیته، ویسکوزیته سینماتیک، نقطه ابری شدن، نقطه ریزش و نقطه اشتعال بیودیزل به ترتیب برابر با ۸۷۹ Kg/m^3، ۴/۷ mm^2/s، ۱۳ ^oC، ۱۵ ^oC و ۱۷۶ ^oC بدست آمد که نشان داد دانسیته، ویسکوزیته و نقطه اشتعال در محدوده استاندارد قرار دارد ولی با توجه به نقطه ابری شدن و ریزش، سوخت بیودیزل را نمی توان در مناطق سردسیر استفاده کرد.

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به دست آمده، بهترین نسبت اضافه کردن بیودیزل تهیه شده از روغن خرما به گازوئیل به منظور کاهش استفاده از سوخت های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ۱۰٪ بیودیزل می باشد.

واژه‌های کلیدی: بیودیزل، کاتالیست قلیایی، فرآیند ترانس استری شدن، روغن خرما.

۱- کارشناسی ارشد، واحد بوشهر، دانشگاه آزاداسلامی، بوشهر، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- کارشناس آزمایشگاه، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.4, June, 2019

Measuring the properties of the biodiesel produced from palm kernel oil and its combination with the commercial diesel fuel

Rauf Foroutan [1]
Hossein Esmaeili [2*]
esmaeili.hossein@iaubushehr.ac.ir
Malihe Kosari Fard [3]

Admission Date: July 19, 2017 Date Received: February 16, 2015

Abstract

Background and Objective: Use of biodiesel instead of fossil fuel has received extensive attention. This fuel is produced from residuals of local restaurants and natural resources. In recent years, biodiesel production has received extensive attention worldwide due to increase of global populations and demand for fuel to supply energy and, on the other hand, because of increase of environmental pollution and global warming, rise of world oil prices and limited resources of fossil fuels.

Method: In this study, biodiesel is produced from extracted palm oil in the presence of alkaline catalyst like potassium methoxide by trans-esterification process. The produced biodiesel was mixed with the commercial fossil fuels existing in Iran to produce fuels with ratios of 10, 50 and 100 of biodiesel. The properties of the produced fuels such as pour point, cloud point, flash point, viscosity and density were studied according to the ASTM D 6751 and ASTM D7467 standards.

Findings: According to the results, the values for density, viscosity, cinematic, cloud point, pour point and flash point for biodiesel were 176 C, 15 C, 13 C, 4.7 mm^2/s and 879 kg/m^2, respectively, showing that density, viscosity and flash point fall within the standard limits. However, the values obtained for cloud point and pour point revealed that the biodiesel fuel cannot be used in cold regions.

Discussion and Conclusion: According to the results, the best ratio of adding the biodiesel produced from palm oil to diesel for reducing the fossil fuel consumption and air pollution was 10% biodisel.

Keywords: Biodiesel, Alkalyne catalyst, Trans-esterification process, Palm oil.

1- MSc of Chemical Engineering, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
2- Assistant Professor of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Bushehr, Bushehr, Iran.
* *(Corresponding Author)*
3- Laboratory Expert, Medical Sciences University of Bushehr, Bushehr, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش تقاضا برای انرژی، کاهش ذخایر سوخت های فسیلی و مشکلات زیست محیطی ناشی از تغییرات شرایط آب و هوایی در اثر احتراق و مصرف سوخت های فسیلی مشتق شده از نفت باعث شد جامعه علمی و محققان در سراسر جهان تحقیقات گسترده ای برای یافتن منبع مناسب و جایگزین برای تامین انرژی مورد نیاز بشری انجام دهند(۱). یکی از این انرژی های پاک و تجدید پذیر بیودیزل است که می تواند جایگزین مناسبی برای سوخت های فسیلی باشد و بدون تغییر دادن موتورهای دیزلی جایگزین دیزل های نفتی شود (۲). بیودیزل به صورت آلکیل استر اسیدهای چرب تعریف می شود که توجه زیادی را به خود جلب کرده است زیرا بیودیزل تجدید پذیر و زیست سازگار است(۳). بیودیزل سوختی غیر سمی، زیست تخریب پذیر، قابل دسترس و زیست سازگار است و مقدار گازهای گل خانه ای کم تری منتشر می کند، به همین علت روز به روز توجه زیادی را به خود جلب می کند (۶-۴). بیودیزل می تواند به طور مستقیم درون موتور استفاده گردد زیرا خواص آن مشابه خواص دیزل موتور است و همچنین در اثر استفاده از بیودیزل، کربن منواکسید انتشار شده از اگزوز، ذرات ریز معلق، کربوهیدرات های سوخته نشده و سولفور اکسید کم تری در مقایسه با سوخت معدنی تولید می کند(۷). بیودیزل(مونوآلکیل استر اسیدهای چرب) از روغن های گیاهی، چربی های حیوانی و روغن جلبک های ریز طی فرآیند ترانس استری شدن یا استری شدن با الکل های زنجیره کوتاه بدست می آید (۸). از منابع اولیه برای تولید بیودیزل که شامل انواع روغن های گیاهی و چربی های حیوانی است می توان روغن های گیاهی مانند روغن سویا (۹، ۱۰)، روغن کرچک (۱۱، ۱۲، ۱۳)، روغن کنجد و خردل (۱۴)، روغن خرما (۱۵) و روغن زائد خوراکی (۱۶، ۱۷) و روغن آفتاب گردان (۱۸، ۱۹) و از چربی های حیوانی می توان چربی مرغ و گوسفند (۲۰)، چربی اردک (۲۱، ۲۲) و چربی بز (۲۳) را نام برد. منابع اولیه برای تولید بیودیزل در کشورهای مختلف متفاوت از یکدیگر هستند به عنوان مثال در کشور آمریکا روغن سویا، در اروپا روغن دانه انگور، در مالزی روغن خرما ودر هند روغن جاتروفا[1]برای تولید بیودیزل استفاده می گردد (۲۴). برای تولید بیودیزل چهار روش اولیه وجود دارد که می توان به استفاده مستقیم و ترکیب، میکروامولسیون، شکست حرارتی[2]و ترانس استری شدن اشاره کرد که در میان روش های ذکر شده برای تولید بیودیزل روش ترانس استری شدن، روشی رایج، اقتصادی و مناسب برای تولید بیودیزل می باشد (۲۵، ۲۶، ۲۷)، زیرا این روش دارای مزایایی نظیر نزدیکی خصوصیات بیودیزل تولیدی به دیزل، راندمان بالای تبدیل، هزینه کم، مناسب برای تولیدات صنعتی است (۲۸).

ترانس استری شدن فرآیندی شیمیایی است و واکنش تری گلیسرید با الکل در حضور کاتالیست می باشد (۲۹، ۳۰). در فرآیند استری شدن از الکل های مختلفی نظیر اتانول، متانول، پروپانول و بوتانول استفاده می گردد که بیش تر مطالعات نشان داده اند که متانول کاربردی تر می باشد. متانول به دلیل ارزش و بهای کم تر، دارا بودن مزایای فیزیکی(فراریت خوب و قطبیت) و شیمیایی نسبت به سایر الکل ها ترجیح داده می شود (۳۱). در فرآیند استری شدن از کاتالیست های مختلف قلیایی، اسیدی و آنزیمی استفاده می شود. برای تولید بیودیزل اغلب از کاتالیست های قلیایی استفاده می گردد زیرا کاتالیست های قلیایی در مقایسه با کاتالیست های اسیدی و آنزیمی بازدهی بیش تری دارد، به همین دلیل توجه بیش تری را به خود جلب کرده است (۳۲).

بیودیزل سوختی است که می تواند بصورت خالص و یا بصورت مخلوط با سوخت های دیگر نظیر سوخت دیزل و یا بیودیزل تولید شده از منابع دیگر مورد استفاده قرار گیرد. کامبیز تحویلداری و همکارش (۱) از روغن گلرنگ برای تولید بیودیزل استفاده کردند و سپس از آن سوخت B20 (۲۰٪ بیودیزل) تولید کردند و خواص حاصل از آن را با سوخت دیزل مورد مقایسه قرار دادند. عثمان سوزا ولنته[3]و همکارانش (۳۳) از روغن زائد خوراکی و روغن کرچک بصورت جداگانه بیودیزل

1- Jatropha
2 Thermal cracking
3- Osmano Souza Valente

www.SID.ir

تولید کردند و سپس آن ها را با نسبت های مختلفی ترکیب کردند و خواص فیزیکی شیمیایی آن ها رامورد بررسی قرار دادند. پایولا برمن[1] و همکارانش (۳۴) از روغن کرچک بیودیزل تولید کردند و سپس با سوخت دیزل ترکیب کردند و از آن سوخت های B10 و B100 تولید کردند و خواص آن ها را بر اساس استانداردهای ASTM D ۶۷۵۱ و ASTM D ۷۴۶۷ مورد مطالعه قرار دادند. در این بررسی فقط دو خاصیت ویسکوزیته سینماتیکی و درجه تقطیر در محدوده استاندارد قرار نگرفته بود.

در مطالعه حاضر از روغن خرمای استخراج شده و متانول با استفاده از فرآیند ترانس استری شدن در حضور کاتالیست قلیایی KOH بیودیزل تولید و سپس با سوخت دیزل ترکیب کرده و از آن ها سوخت های B10، B50 و B100 تولید گردید و خواص آن بر اساس استاندارد ASTM D ۶۷۵۱ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

مواد

خرما از کشاورزان منطقه جنوب ایران(بوشهر) خریداری گردید و پس از جداسازی هسته خرما از آن ها، هسته را شسته و در دمای اطاق و درون پاکت های پلاستیکی ذخیره گردید. پتاسیم هیدروکسید، متانول و سدیم سولفات و استانداردهای مورد نیاز برای تعیین اسیدهای چرب از شرکت شیمیایی مرک(آلمان) و سیگما (آمریکا) خریداری گردید.

استخراج روغن از هسته خرما

ابتدا یک کیلوگرم هسته خرما را جدا کرده و سپس هسته ها را با آب مقطر شسته تا حالت چسبناک آن ها از بین رود. هسته های خرما را به مدت ۱۲ ساعت در زیر نور خورشید قرار داده تا به طور کامل خشک گردند. هسته های خشک شده را به وسیله آسیاب پودر کرده و سپس پودر حاصل شده درون پاکت هایی از جنس پلی اتیلن و در دمای ^0C ۴ درون یخچال نگهداری گردید. در این بررسی برای استخراج روغن از دستگاه ساکسوله و روش استخراج اکبری و همکارانش استفاده گردید (۳۵).

سپس روغن استخراج شده را به مدت ۳۰ دقیقه درون تبخیر کننده دوار و در دمای ^0C ۸۰ قرار داده تا n- هگزان احتمالی درون آن تبخیر گردد و سپس روغن درون بطری های پلاستیکی از جنس پلی اتیلن ترفتالات و در دمای اطاق نگهداری و برای تولید بیودیزل مورد استفاده قرار گرفت.

ترکیبات روغن هسته خرمای استخراج شده

ترکیبات اسید چرب روغن هسته خرما با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی(GC) تعیین شد. در این بررسی از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Varian cp-3800 که به آشکارساز FIDو ستون موئینه با طول ۳۰متر با شرایط برنامه ای زیر مجهز شده بود جهت بررسیاسیدهای چرب استفاده گردید. بعنوان گاز حامل از گازهلیوم استفاده گردید، فلوی گاز نیتروژن (به عنوان Makeup) ، هیدروژن و هوا به ترتیب ۳۰، ۳۰ و ۳۰۰ میلی لیتر بر دقیقه تنظیم گردید. استانداردهای مورد نیاز ومواد شیمیایی لازم ازشرکت مرک آلمان خریداری شد. درابتدا دمای ستون پس از ۶۰ ثانیه از دمای۱۵۰ درجه سانتی گراد به ۲۲۰ درجه با سرعت ۱۰ درجه بر دقیقه رسیده شده و ۲ دقیقه در این دما باقی ماند سپس با سرعت ۷ درجه بر دقیقه به دمای ۲۳۵ درجه رسانده شد و ۲ دقیقه در این دما ماند. پس از آن با همین سرعت به دمای ۲۵۵ درجه رسید و ۱ دقیقه باقی ماند و در نهایت در سرعت ۱۰ درجه بر دقیقه به دمای ۲۶۸ درجه رسانده شده و ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری گردید. پس از اتمام کار ترکیبات اسیدهای چرب روغن ها بدست آمد. در جدول(۱) ترکیبات اسید چرب روغن هسته خرما گزارش شده است.

1- Paula Berman

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- ترکیبات اسید چرب روغن هسته خرما
Table 1-Fatty acid components of palm kernel oil

ترکیبات اسید چرب	درصد ٪
Palmitic acid C16:0	۳۷/۷۱
Stearic acid C18:0	۴/۳
Oleic acid C18:1	۴۲/۴۴
Linoleic acid C18:2	۱۳/۷۱
Linolenic acid C18:3	-
Myristic acid C14:0	۰/۹۵

تولید بیودیزل از روغن خرما

برای تولید بیودیزل از روغن خرما از روش ترانس استری شدن در حضور کاتالیست قلیایی پتاسیم متوکسید استفاده شد. برای تولید بیودیزل از روغن خرما ابتدا ۵۰ میلی لیتر روغن استخراج شده را بر روی هیتر در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار دادیم. سپس ترکیب متانول و کاتالیست پتاسیم هیدروکسید(پتاسیم متوکسید) را به روغن اضافه کرده و پس از اتمام زمان واکنش مذکور (۶۰دقیقه) مخلوط بیودیزل تولید شده و گلیسرول را به قیف جداکننده انتقال داده شد و به مدت یک شبانه روز در آن قرار گرفت. پس از زمان ذکر شده محلول درون قیف جاکننده به دو فاز تبدیل شد که فاز بالایی بیودیزل و فاز پایین گلیسرول است. پس از جداسازی گلیسرول، فاز بیودیزل را با آب گرم چندین بار شسته و سپس حدود ۲۰ گرم سولفات سدیم به اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شده تا آب موجود درون بیودیزل جذب شود (۳۶). در شکل ۱ نمایی از ترکیب بیودیزل و گلیسرول تولید شده از روغن خرما درون قیف جداکننده نشان داده شده است که فاز بالا بیودیزل و فاز پایین گلیسرول است.

شکل۱-بیودیزل و گلیسرول تولید شده از روغن خرما
Figure 1- Produced biodiesel and glycerol from palm oil

ترکیب بیودیزل با گازوئیل و بررسی خواص آن ها

برای بررسی و مقایسه خواص فیزیکی ترکیب سوخت گازوئیل و بیودیزل، مخلوط مختلفی از بیودیزل با درصد حجمی ۱۰، ۵۰ تولید و با سوخت بیودیزل خالص(۱۰۰) مورد مقایسه قرار گرفت. نمونه ها بصورت BX نمایش داده شده اند که B نشان دهنده سوخت بیو دیزل و X درصدهای حجمی بیودیزل

www.SID.ir

ترکیب شده با گازوئیل است. ترکیب بیودیزل با گازوئیل در دمای محیط انجام شد و برای یکنواخت شدن مخلوط سوخت بیودیزل با گازوئیل از یک هم زن مغناطیسی استفاده گردید. در این بررسی برای هر یک از نمونه های سوخت خواص فیزیکی نظیر دانسیته، ویسکوزیته سینماتیکی، نقطه ابری شدن، نقطه ریزش و نقطه اشتعال براساس استاندارد ۶۷۵۱ ASTM D مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه گیری خواص دانسیته و نقطه ریزش بیودیزل خالص و سایر درصد ترکیب های سوخت براساس استاندارد ASTM، نتیجه ای گزارش نشده است. برای اندازه گیری و بررسی سایر خواص بیودیزل مانند ویسکوزیته سینماتیکی، نقطه ابری شدن و نقطه اشتعال به ترتیب براساس استاندارد ASTM D ۴۴۵ ، ۲۵۰۰ ASTM D و ۹۳ ASTM D استفاده گردید.

نتیجه گیری و بحث

دانسیته

دانسیته یکی از خواص مهم در سیستم های سوخت بسته[1]می باشد زیرا دانسیته در بازدهی اتمیزه شدن سوخت موثر است (۳۷). چگالی نسبی سوخت تولید شده نقش موثری در میزان تزریق سوخت توسط سیستم تزریق سوخت دارد. وقتی چگالی سوخت تولیدی بالا باشد مقدار سوخت انتقال داده شده به وسیله سیستم تزریق سوخت بسیار آهسته صورت می گیرد (۳۸). برای اندازه گیری دانسیته بیودیزل خالص و ترکیب های مختلف بیودیزل با سوخت مشتق شده از نفت استاندارد ASTM نتیجه ای را گزارش نکرده است. دانسیته بیودیزل خالص تولید شده از روغن هسته خرما و ترکیب آن با گازوئیل در جدول ۲ گزارش شده است. با توجه به داده های بدست آمده مقدار دانسیته با افزایش مقدار بیودیزل افزایش می یابد به طوری که بیودیزل خالص دارای دانسیته ۸۷۹ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد.

ویسکوزیته سینماتیکی

ویسکوزیته سینماتیکی یکی از ویژگی های مهم و بحرانی برای سوخت موتور می باشد. ویسکوزیته سینماتیکی نقش مهمی در پاشش سوخت، مخلوط شدن و خاصیت سوختن ایفا می کند (۳۹). ویسکوزیته سوخت درون سیستم سوخت رسانی در نرم کنندگی سیستم موثر است. اگر سوخت ویسکوزیته پایینی داشته باشد نمی توانند خاصیت نرم کنندگی موثری برای سیستم تزریق سوخت فراهم کند، در نتیجه فرسودگی و چکه کردن درون سیستم سوخت افزایش می یابد. اگر سوخت مورد استفاده دارای ویسکوزیته بالایی باشد سیستم تزریق سوخت برای پاشش سوخت به انرژی بیش تری نیاز دارد و باعث می شود توزیع سوخت به خوبی صورت نگیرد در نتیجه انرژی تولیدی آن کاهش یابد و میزان ذرات معلق و دود خروجی از اگزوز بیش تر گردد (۴۰).

ویسکوزیته سینماتیکی بیودیزل خالص تولید شده از روغن هسته خرما و سایر نمونه ها در جدول ۲ گزارش شده است. مقدار ویسکوزیته سینماتیکی بیودیزل تولیدی ۴/۷ mm^2/s که در مقایسه با ویسکوزیته سینماتیکی سوخت کازوئیل(۲/۵mm^2/s) مقدار بیش تری می باشد. بنابراین باتوجه به مقدار ویسکوزیته سینماتیکی بیودیزل تولید شده از روغن خرما می توان نتیجه گرفت که خاصیت نرم کنندگی بیودیزل تولیدی در مقایسه با گازوئیل موجود درون ایران خاصیت نرم کنندگی بیش تری دارد ولی سیستم سوخت رسانی برای پاشش آن به انرژی بیش تری نیاز دارد.

نقطه ابری شدن[2]

نقطه ابری شدن از پارامترهای وابسته به درجه حرارت می باشد و این پارامترها استفاده بیودیزل در شرایط آب و هوایی و جغرافیایی مختلف را تحت تاثیر قرارمی دهند. دراستاندارد ۶۷۵۱ ASTM D حد مجازی برای نقاط ابری شدن و ریز ش تعیین نشده است و باید با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه به طور جداگانه تعیین گردد. نقطه ابری شدن بیودیزل تولید شده از روغن هسته خرما ۱۳درجه سانتی گراد گزارش شده است در حالی که نقطه ابری شدن گازوئیل ۴- درجه سانتی گراد گزارش شده است که در مقایسه با نقطه ابری شدن

1- Airless

2- Cloud point

www.SID.ir

Archive of SID

سوخت تجاری بالا می باشد و یکی از معایب بیودیزل تولید شده از روغن هسته خرما به شمار می رود.

نقطه ریزش[1]

یکی دیگر از خواص سوخت، نقطه ریزش می باشد. نقطه ریزش بیودیزل تولیدی به نوع کاتالیست و شرایط واکنش بستگی ندارد بلکه مقدار آن به مقدار اسیدهای چرب اشباع درون روغن وابسته است (۴۱). نقطه ریزش بیودیزل تولید شده، ۱۵درجه سانتی گراد بدست آمد که در مقایسه با نقطه ریزش گازوئیل و سایر بیودیزل های تولید شده از روغن های دیگر بسیار بالا می باشد و می توان نتیجه گرفت که بیودیزل تولید شده از روغن هسته خرما در شرایط آب و هوایی سرد و یخبندان مناسب نمی باشد. نقطه ریزش بیودیزل تولید شده و سایر نمونه ها در جدول در ۲ گزارش شده است.

نقطه اشتعال[2]

نقطه اشتعال دمایی است که در آن وقتی بخار سوخت و هوای بالای آن در تماس با هم قرار می گیرند، شروع به اشتعال می کند. نقطه اشتعال پارامتر بسیار مهمی برای بیودیزل و سایر سوخت ها به شمار می رود زیرا این پارامتر نشان دهنده ایمن بودن سوخت، شرایط ذخیره سازی و حمل و نقل سوخت را نشان می دهد. برای بیودیزل مقدار نقطه اشتعال تحت تاثیر مقدار متانول موجود در آن است. اگرمقدار متانول موجود درون بیودیزل ۰/۵ % افزایش یابد، نقطه اشتعال برای بیودیزل حدود ۵۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد (۴۲). نقطه اشتعال برای سوخت مشتق شده از نفت ۵۲ درجه سانتی گراد گزارش شده است در حالی که نقطه اشتعال براساس استانداردهای EN۱۴۲۱۴ و ASTM D ۶۷۵۱-۲ به ترتیب بیش از ۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. نقطه اشتعال بیودیزل خالص تولید شده از روغن هسته خرما ۱۷۶درجه سانتی گراد تعیین گردید که در مقایسه با سوخت گازوئیل به طور قابل توجهی بالا است. می توان نتیجه گرفت که ایمنی، ذخیره سازی و حمل و نقل بیودیزل تولید شده در مقایسه با گازوئیل بیش تر می باشد. در جدول۲ نقطه اشتعال بیودیزل خالص و سایر نمونه ها گزارش شده است.

1 Pour point
2 Flash point

www.SID.ir

جدول۲- خواص بیودیزل تولیده شده از روغن هسته خرما (B10، B50 و B100)

Table 2- Characterization of produced biodiesel from palm kernel oil (B10, B50, and B100)

خواص بیودیزل	واحد	ASTM D6751 B10		ASTM D6751 B50		ASTM D6751 B100	
		محدوده	نتیجه	محدوده	نتیجه	محدوده	نتیجه
دانسیته	Kg/m^3	-	۸۲۰	-	۸۴۵	-	۸۷۹
ویسکوزیته سینماتیک	at 40 ^oC, mm^2/s	۱-۶/۹	۳/۴	۱-۶/۹	۴	۱-۶/۹	۴/۷
نقطه ابری شدن	^oC	-	-۲	-	۶	-	۱۳
نقطه ریزش	^oC	-	-۱۳	-	۲	-	۱۵
نقطه اشتعال	^oC	>۱۳۰	۸۷	>۱۳۰	۱۲۳	>۱۳۰	۱۷۶

نتیجه گیری

روغن هسته خرما می تواند به عنوان یکی از خوراک های مناسب برای تولید بیودیزل استفاده گردد. با توجه به بررسی انجام شده با افزایش اضافه کردن بیودیزل به گازوئیل خواص آن به طور چشمگیری دچار تغییر می گردد. بهترین نسبت اضافه کردن بیودیزل تهیه شده از روغن خرما به گازوئیل به منظور کاهش استفاده از سوخت های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ۱۰٪ بیودیزل می باشد. خواص بیودیزل تولید شده و سایر نمونه ها براساس استاندارد بین المللی ASTM D ۶۷۵۱ اندازه گیری گردید. با توجه به تکنولوژی های جدید مبنی بر استفاده از فناوری نانو در تولید بیودیزل، استفاده از نانوکاتالیست های جدیدی نظیر نانو اکسید منیزیم و نانو اکسید کلسیم جهت تولید بیودیزل در کارهای بعدی مد نظر می باشد.

Reference

1. G. Abdulkareem-Alsultan, N. Asikin-Mijan, H.V. Lee, Y.H. Taufiq-Yap, A new route for the synthesis of La-Ca oxide supported on nano activated carbon via vacuum impregnation method for one pot esterification transesterification reaction, Chemical Engineering Journal 304 (2016) 61–71
2. Beibei Yan, Ying Zhang, Guanyi Chen, Rui Shan, Wenchao Ma, Changye Liu, the utilization of hydroxyapatite-supported CaO-CeO2 catalyst for biodiesel production, Energy Conversion and Management 130 (2016) 156–164.
3. Wenying Shi, Jianxin Li, Benqiao He, Feng Yan, Zhenyu Cui, Kaiwei Wu, Ligang Lin, Xiaomin Qian, Yu Cheng, Biodiesel production from waste chicken fat with low free fatty acids by an integrated catalytic process of composite membrane and sodium methoxide, Bioresource Technology, Volume 139, July 2013, Pages 316-322
4. Jabbar Gardy, Ali Hassanpour, Xiaojun Lai, Mukhtar H. Ahmed, Synthesis of Ti(SO4) O solid acid nano-catalyst and its application forbiodiesel production from used cooking oil, Applied Catalysis A: General 527 (2016) 81–95.
5. Madhu Agarwal, Garima Chauhan, S.P. Chaurasia, Kailash Singh, Study of catalytic behavior of KOH as homogeneous and heterogeneous

www.SID.ir

Archive of SID

catalyst for biodiesel production, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Volume 43, Issue 1, January 2012, Pages 89-94

6. Eriola Betiku, Tunde Folorunsho Adepoju, Methanolysis optimization of sesame (*Sesamum indicum*) oil to biodiesel and fuel quality characterization,International Journal of Energy and Environmental Engineering, February 2013, 4:9
7. Anildo Cunha Jr., Vivian Feddern, Marina C. De Prá, Martha M. Higarashi, Paulo G. de Abreu, Arlei Coldebella, Synthesis and characterization of ethylic biodiesel from animal fat wastes, Fuel, Volume 105, March 2013, Pages 228-234
8. Dahai Yu, Li Tian, Hao Wu, Song Wang, Ye Wang, Dongxiao Ma, Xuexun Fang, Ultrasonic irradiation with vibration for biodiesel production from soybean oil by Novozym 435, Process Biochemistry, Volume 45, Issue 4, April 2010, Pages 519-525
9. Yihuai Li, Fengxian Qiu, Dongya Yang, Ping Sun, Xiaohua Li, Transesterification of soybean oil and analysis of bioproduct, Food and Bioproducts Processing, Volume 90, Issue 2, April 2012, Pages 135-140
10. Wenlei Xie, Dong Yang, Transesterification of soybean oil over WO3 supported on AlPO4 as a solid acid catalyst, Bioresource Technology, Volume 119, September 2012, Pages 60-65
11. Kiany S.B. Cavalcante, Maria N.C. Penha, Karlene K.M. Mendonça, Hilton C. Louzeiro, Antonio C.S. Vasconcelos, Adeilton P. Maciel, Antonio G. de Souza, Fernando C. Silva, Optimization of transesterification of castor oil with ethanol using a central composite rotatable design (CCRD), Fuel, Volume 89, Issue 5, May 2010, Pages 1172-1176
12. Murat Kılıç, Başak Burcu Uzun, Ersan Pütün, Ayşe Eren Pütün, Optimization of biodiesel production from castor oil using factorial design, Fuel Processing Technology, Volume 111, July 2013, Pages 105-110
13. Simoni M. Plentz Meneghetti, Mario R. Meneghetti, Carlos R. Wolf, Eid C. Silva, Gilvan E. S. Lima, Laelson de Lira Silva, Tatiana M. Serra, Fernanda Cauduro, Lenise G. de Oliveira, Biodiesel from Castor Oil: A Comparison of Ethanolysis versus Methanolysis, *Energy & Fuels* 2006**,** *20*, 2262-2265
14. Mahesh N. Varma, Parag A. Deshpande, Giridhar Madras, Synthesis of biodiesel in supercritical alcohols and supercritical carbon dioxide, Fuel, Volume 89, Issue 7, July 2010, Pages 1641-1646
15. Hyun Jun Cho, Soo Hyun Kim, Seok Won Hong, Yeong-Koo Yeo, A single step non-catalytic esterification of palm fatty acid distillate (PFAD) for biodiesel production, Fuel, Volume 93, March 2012, Pages 373-380
16. Yuan-Chung Lin, Po-Ming Yang, Shang-Cyuan Chen, Jia-Fang Lin, improving biodiesel yields from waste cooking oil using ionic liquids as catalysts with a microwave heating system, Fuel Processing Technology, Volume 115, November 2013, Pages 57-62
17. Mehrdad Mirzajanzadeh, Meisam Tabatabaei, Mehdi Ardjmand, Alimorad Rashidi, Barat Ghobadian,

www.SID.ir

Mohammad Barkhi, Mohammad Pazouki, A novel soluble nano-catalysts in diesel–biodiesel fuel blends to improve diesel engines performance and reduce exhaust emissions, Fuel 139 (2015) 374–382.

18. Xiulian Yin, Haile Ma, Qinghong You, Zhenbin Wang, Jinke Chang, Comparison of four different enhancing methods for preparing biodiesel through transesterification of sunflower oil, Applied Energy, Volume 91, Issue 1, March 2012, 320-325
19. Radoslav D. Micic, Milica S. Bosnjak Kiralj, Sanja N. Panic, Milan D. Tomic, Branislav D. Jovic, Goran C. Boskovic, Activation temperature imposed textural and surface synergism of CaO catalyst for sunflower oil transesterification, Fuel 159 (2015) 638–645
20. Haq Nawaz Bhatti, Muhammad Asif Hanif, Mohammad Qasim, Ata-ur-Rehman, Biodiesel production from waste tallow, Fuel, Volume 87, Issues 13–14, 2008, 2961-2966
21. Eilhann E. Kwon, Eui-Chan Jeon, Haakrho Yi, Sungpyo Kim, transforming duck tallow into biodiesel via noncatalytic transesterification, Applied Energy, Volume 116, 1 2014, 20-25
22. Liu, Kang, Rui Wang. BIODIESEL PRODUCTION BY TRANSESTERIFICATION OF DUCK OIL WITH METHANOL IN THE PRESENCE OF ALKALI CATALYST, Petroleum & Coal 55.1 (2013): 68-72.
23. 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, Volume 114, 2014, 827-836
24. Kaniz Ferdous, M. Rakib Uddin, Maksudur R. Khan, M. A. Islam, Biodiesel from Sesame oil: Base catalysed transesterification." *International Journal of Engineering & Technology* 1.4 (2012): 420-431
25. Pingbo Zhang, Min Shi, Yanlei Liu, Mingming Fan, Pingping Jiang, Yuming Dong, Sr doping magnetic CaO parcel ferrite improving catalytic activity on the synthesis of biodiesel by transesterification, Fuel 186 (2016) 787–791
26. Fan Zhang, Zhen Fang, Yi-Tong Wang, Biodiesel production directly from oils with high acid value by magnetic Na2SiO3@Fe3O4/C catalyst and ultrasound, Fuel 150 (2015) 370–377
27. G. Baskar, S. Soumiya, Production of biodiesel from castor oil using iron (II) doped zinc oxide nanocatalyst, Renewable Energy 98 (2016) 101-107.
28. Lin L., Cunshan Z., Vittayapadung S., Xiangqian S., Mingdong D., Opportunities and challenges for biodiesel fuel, Applied Energy, Vol. 88, 2011, 1020–1031.
29. Ertan Alptekin, Mustafa Canakci, Optimization of transesterification for methyl ester production from chicken fat, Fuel, Volume 90, Issue 8, 2011, 2630-2638
30. Ertan Alptekin, Mustafa Canakci, Huseyin Sanli, Methyl ester production from chicken fat with high FFA, world renewable Energy Congress 2011-Sweden, 8-13 May 2011

www.SID.ir

Archive of SID

31. Osman Nur Syazwani, Umer Rashid, Yun Hin Taufiq Yap, Low-cost solid catalyst derived from waste Cyrtopleura costata (Angel Wing Shell) for biodiesel production using microalgae oil, Energy Conversion and Management 101 (2015) 749–756.
32. Mengzhu Liang, Benqiao He, Yixuan Shao, Jianxin Li, Yu Cheng, Preparation and catalytic performance of N-[(2-Hydroxy-3-trimethylammonium) propyl] chitosan chloride /Na2SiO3 polymerbased catalyst for biodiesel production, Renewable Energy 88 (2016) 51-57.
33. Osmano Souza Valente, Vanya Márcia Duarte Pasa, Carlos Rodrigues Pereira Belchior, José Ricardo Sodré, Physical–chemical properties of waste cooking oil biodiesel and castor oil biodiesel blends, Fuel, 90(4), 2011: 1700-1702
34. Paula Berman, Shahar Nizri, Zeev Wiesman, Castor oil biodiesel and its blends as alternative fuel, Biomass and Bioenergy, 35(7), 2011: 2861-2866
35. Akbari, M., Razavizadeh, R., Mohebbi, G. H., Barmak, A., Oil characteristics and fatty acid profile of seeds from three varieties of date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars in Bushehr-Iran, African Journal of Biotechnology Vol. 11(57), pp. 12088-12093, 17, 2012
36. Murat Kılıç, Başak Burcu Uzun, Ersan Pütün, Ayşe Eren Pütün, Optimization of biodiesel production from castor oil using factorial design, Fuel Processing Technology, 111, 2013:105-110
37. Pedro Felizardo, M. Joana Neiva Correia, Idalina Raposo, João F. Mendes, Rui Berkemeier, João Moura Bordado, Production of biodiesel from waste frying oils, Waste Management, 26(5), 2006: 487-494
38. Şehmus Altun, Fevzi Yaşar and Cengiz Öner. The fuel properties of methyl esters produced from canola oil- animal tallow blends by base catalyzed transesterification. *International Journal of Engineering Research and Development, Vol.2, No.2, 2010*
39. M. Canakci, H. Sanli, Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties, Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 35(5), 2008: 431-441
40. Rao PV. Experimental investigations on the influence of properties of jatropha biodiesel on performance, combustion, and emission characteristics of a DI-CI engine. World Acad Sci Eng Technol 2011:75
41. Ertan Alptekin, Mustafa Canakci, Optimization of transesterification for methyl ester production from chicken fat, Fuel, 90(8), 2011: 2630-2638
42. R. Abd Rabu, I. Janajreh, D. Honnery, Transesterification of waste cooking oil: Process optimization and conversion rate evaluation, Energy Conversion and Management, 65, 2013, 764-769.

www.SID.ir