JACR

تهیه بیودیزل از روغن گلرنگ و بررسی ویژگی های مخلوط ۲۰درصد آن با سوخت دیزل

Preparation of biodiesel from safflower oil and study of its 20% mixtur whit diesel fuel

کامبیز تحویلداری*[۱] و محمد علی امانی[۲]

۱- دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری

دریافت مقاله خرداد ۱۳۸۸، بازبینی مقاله آبان ۱۳۸۸، پذیرش مقاله دی ۱۳۸۸

چکیده: : بیودیزل از انرژی های پاک و تجدید پذیر بوده که استفاده از آن به عنوان یک جایگزین مناسب برای سوخت دیزل در سراسر جهان در حال گسترش است. بیودیزل می تواند به صورت ۱۰۰٪خالص یا به صورت مخلوط با سوخت دیزل مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش دانه گلرنگ به عنوان یک ماده اولیه مناسب جهت تولید بیودیزل انتخاب و پس از استخراج روغن و انجام واکنش ترانس استرکردن ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بیودیزل و مخلوط ۲۰درصد آن با سوخت دیزل با انجام آزمون های استاندارد سوخت مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتیجه های به دست آمده مخلوط ۲۰ درصد بهترین نتیجه ها را نسبت به بیودیزل خالص گلرنگ و سوخت دیزل خالص نشان داده و همه ویژگی های آن در محدوده مجاز استانداردهای EN۱۴۲۱۴ و ASTM D۶۷۵۱ قرار دارد.

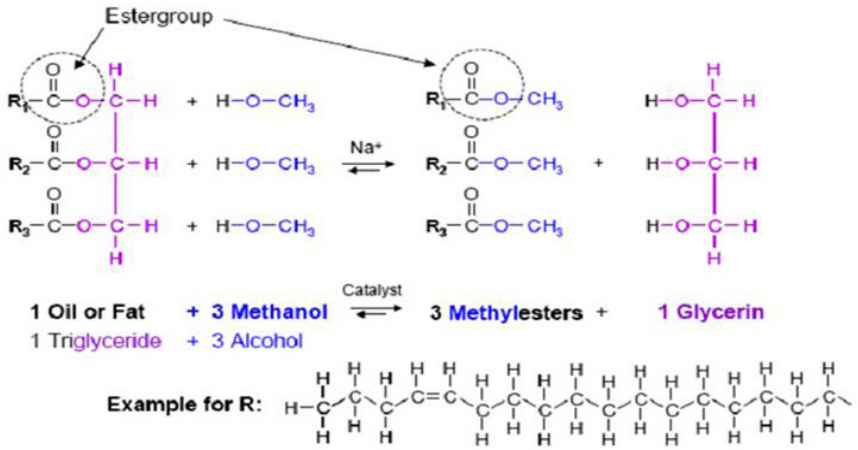
واژه های کلیدی: بیودیزل؛ ترانس استر کردن؛ دانه گلرنگ؛ سوخت دیزل

مقدمه

کاهش ذخایر انرژی های فسیلی و افزایش قیمت های نفت و مشتقات آن از یک طرف و افزایش آلودگی های زیست محیطی حاصل از احتراق آن ها از طرف دیگر باعث شده که بشر امروز درجهت تولید انرژی های جایگزین که باعث کاهش آلودگی های زیست محیطی شده و دارای قیمت مناسب نیز باشد، تلاش کند. یکی از این انرژی های پاک و تجدیدپذیر بیودیزل است که می تواند جایگزین مناسبی برای سوخت های فسیلی باشد و بدون تغییر دادن موتورهای دیزلی جایگزین دیزل های نفتی شود. بیودیزل عبارت است از آلکیل مونو استرهای مشتق شده از مواد اولیه تجدید پذیر همانند روغن های گیاهی و چربی های حیوانی که به طور معمول در اثر انجام واکنش ترانس استری کردن (شکل۱) بین تری گلیسریدها موجود در روغن و یک الکل مانند متانول یا اتانول تولید می شوند [۱].

ایران در حال حاضر علی رغم اینکه از کشور های تولید کننده نفت است اما مقدار قابل توجه ای از سوخت مورد نیاز خود را از طریق واردات تامین می کند، از طرف دیگر

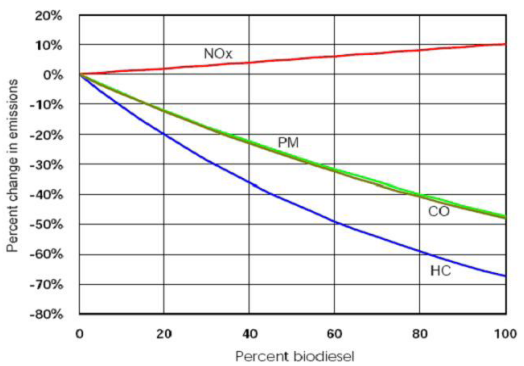
* عهده دار مکاتبات: E. mail: Drtahvildari@yahoo.com



شکل۱ واکنش ترانس استرکردن تری گلیسریدها

کیفیت پایین گازوییل تولید شده در ایران عامل افت کارایی موتور و افزایش آلودگی های زیست محیطی در شهرهای بزرگ است. از این رو جایگزین کردن انرژی های پاک و تجدید پذیر مثل بیودیزل می تواند دررفع این مشکلات بسیار موثر باشد.

طبق گزارش های داده شده به وسیله ی EPA [1] استفاده از بیودیزل خالص در مقایسه با سوخت های فسیلی می تواند نشر هیدروکربن ها را حدود ۷۰٪، CO و PM [2] (ذره های معلق) را ۵۰٪ کاهش دهد. این در حالی است که نشرگازهای NOx حدود ۱۰٪ افزایش می یابد.که البته این مشکل را می توان به وسیله تاخیر در پاشش [3] سوخت و کاهش دمای موتور برطرف کرد. بیودیزل با سوخت دیزل به طورکامل قابل اختلاط است و به صورت افزودنی جهت بهبود ویژگی ها و رفع معایب یکدیگر می توانند با هم مخلوط شوند. وقتی بیودیزل با سوخت دیزل مخلوط می شود وجود اکسیژن در سوخت باعث کاهش نشر هیدروکربن ها، ترکیب های سمی، کربن مونوکسید و ذره های معلق می شود. هم چنین میزان نشر NOx در اثر این اختلاط نسبت به بیودیزل خالص کاهش می یابد. شکل۲ میزان نشر گازهای اگزوز را برای مقدارهای متفاوت مخلوط بیودیزل با گازوئیل نشان می دهد [۲]. در میان مخلوط های متفاوت، مخلوط ۲۰٪ بیودیزل با سوخت دیزل (B۲۰) فقط ۲٪ میزان نشر NOx را افزایش می دهد که باعث برتری آن نسبت به دیگر مخلوط ها است. هم چنین در نمونه B۲۰ میزان نشر HC ۲۱٪ ، CO ۱۱٪ و PM ۱۰٪ کاهش یافته است. مخلوط بیودیزل با دیزل نفتی افزون بر کاهش آلودگی ها می تواند نرمی سوخت دیزل را بهبود بخشد [۳]. بالا رفتن خصوصیت نرمی [4] سوخت می تواند باعث کاهش فرسودگی موتور دیزلی شود. از مزایای دیگر اختلاط بیودیزل با سوخت دیزل افزایش زیست تخریب پذیری ترکیب آن ها نسبت به گازوییل خالص در آب و خاک است که مقدار این زیست تخریب پذیری برای ترکیب B۲۰ بسیار قابل توجه است [۴].



شکل۲ میزان نشر آلودگی های اگزوز برای درصدهای متفاوت مخلوط بیودیزل با دیزل نفتی که به وسیله ی EPA ارایه شده است

1. United States Environmental Protection Agency (EPA)
2. Particulate Matter (PM)
3. Retarding the injection timing
4. Lubricity

گیاه گلرنگ[1] (کافیشه) با نام علمی (Carthamus Tinctorius L.) گیاهی است علفی و یک ساله که گل های آن بر حسب نوع گیاه زرد تا قرمز و هر یک دارای ۲۰ تا ۱۰۰ گلچه هستند و هرکدام تولید یک دانه می کنند.وجود تیپ های وحشی که در سراسر کشور پراکنده اند نشان از سازگاری خوب این گیاه با شرایط آب و هوایی ایران دارد. تحمل نسبی به شوری خاک و خشکی هوا و هم چنین دارا بودن روغنی با کیفیت بالا از مشخصات بارز این گیاه است. به طور کلی دانه گلرنگ بسته به ژنوتیپ آن دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن است که بیش از ۹۰٪ اسیدهای چرب آن را اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک اسید و اولئیک اسید تشکیل می دهد. گلرنگ با ریشه قوی و طولانی می‌تواند آب را از اعماق زمین جذب و مصرف کند و برگ‌های خاردار و اندام‌های تبدیل شده به خار حداقل تبخیر را در گیاه ایجاد می‌کند. گل‌های گلرنگ منبع قابل توجهی از رنگ‌های طبیعی و فرآوری شده یا نشده است که بهای زیادی دارد و منافع جنبی را در کنار مزیت‌های اصلی آن ایجاد می‌کند [۵ و ۶]. در جدول۱ ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن گلرنگ ارایه شده است. با توجه به مزیت های نسبی ذکر شده دانه گلرنگ به عنوان یک ماده اولیه مناسب جهت تولید بیودیزل در ایران انتخاب و پس از استخراج روغن و انجام واکنش ترانس استرکردن ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بیودیزل و مخلوط ۲۰ درصد آن با گازوئیل با انجام آزمایش های استاندارد سوخت مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱ ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن گلرنگ [۷ و ۸]

ویژگی ها	حدود معمول	AOCA*
گران روی (mm^2/s) در $38\ ^oC$	۳۱	تعیین نشده
چگالی (Kg/m^3) در $25\ ^oC$	۰/۹۲۰	۰/۹۱۹–۰/۹۲۴
نقطه اشتعال ^oC	۲۶۰	تعیین نشده
عدد اسیدی mg KOH/g Oil	۱۰–۰/۴	تعیین نشده
عدد صابونی	۱۸۶–۱۹۴	۱۸۸–۱۹۴
عدد یدی	۱۳۰–۱۵۰	۱۴۰–۱۵۰
درصد مواد غیرقابل صابونی	۰/۳–۱/۳	کمتر از ۱/۵
پالماتیک اسید ($C_{16:0}$)	٪۶–۸	تعیین نشده
استئاریک اسید ($C_{18:0}$)	٪۲–۳	تعیین نشده
اولئیک اسید ($C_{18:1}$)	٪۱۶–۲۰	تعیین نشده
لینولئیک اسید ($C_{18:2}$)	٪۷۱–۷۵	تعیین نشده

*American Oil Chemistry Society

1. Safflower

بخش تجربی

مواد اولیه و دستگاه ها

بذر گلرنگ تهیه شده از بازار تهران، گازوئیل تهیه شده از جایگاه های سوخت اطراف تهران، نرمال هگزان۹۹٪، هیدروکلریدریک اسید ۳۷٪ و متانول۹۹٪ از شرکت مجللی، سدیم هیدروکسید ۹۹٪ و متیل استئارات۹۹٪ از شرکت مرک تهیه شدند.

دستگاه های استفاده شده عبارت اند از: دستگاه طیف سنج زیر قرمز مدلPerkinElmer Spectrum GX، ویسکومتر مدل Cannon-Fenske، هیدرومتر، نوارهای مسی و بمب فشار بالا.

استخراج و آماده سازی روغن

دانه های گلرنگ در ابتدا خشک و سپس آسیاب شدند. ۵۰۰ گرم از پودر آن طی ۵ مرحله (که در هرمرحله ۱۰۰ گرم آن استفاده شد) تحت فرایند استخراج روغن قرار گرفت. استخراج با حلال نرمال هگزان و دستگاه سوکسلهcc ۵۰۰ به مدت ۴ ساعت انجام و سپس مخلوط به دست آمده از روغن و هگزان بر اساس اختلاف نقطه جوش با دستگاه تبخیرکننده چرخان در دمای ۸۰°C و سرعت ۱۵۰ rpm از یکدیگر جدا شدند. روغن به دست آمده از این روش حاوی ناخالصی ها و ذره های معلق بودند که با عبور از صافی پالایش شدند. در نهایت نیز ۱۴۰ گرم روغن به دست آمد که نشان دهنده بازده ۲۸٪ روغن است.

تولید بیودیزل

جهت انجام واکنش ترانس استرکردن ابتدا ۱۰۰گرم روغن تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد پیش گرم شده وپس از آن مخلوطی از ۲۲گرم متانول و ۰/۵ گرم سدیم هیدروکسید (به عنوان کاتالیست) به آن اضافه شد. واکنش به مدت ۲ ساعت در دمای ۶۵–۶۰ درجه

سانتیگراد تحت رفلاکس و همزدن انجام شد. جهت جداسازی بیودیزل و گلیسرین از قیف جداکننده استفاده شد که گلیسرین به دلیل چگالی بیشتر نسبت به بیودیزل در قسمت پایین و بیودیزل روی آن قرار خواهد گرفت. پس از جداسازی گلیسرین جهت خالص سازی بیودیزل ابتدا الکل اضافی به وسیله ی تبخیرکننده چرخان در دمای ۸۰°C و سرعت ۱۵۰ rpm بازیابی شد و پس از آن برای حذف کاتالیست و گلیسرین باقی مانده از آن، عملیات آبشویی بیودیزل ۳ تا ۴ بار انجام شد تا آب حاصل از شستشو به طورکامل شفاف شود. خلوص آن از نمونه حاصل طیف FTIR گرفته شد و با طیف های روغن و متیل استئارات (به عنوان متیل استر استاندارد) مقایسه شد. بازده واکنش ترانس استرکردن نیز به صورت وزنی محاسبه شد [۱۰۰× (وزن روغن/ وزن بیودیزل)] که ۹۷٪ به دست آمد.

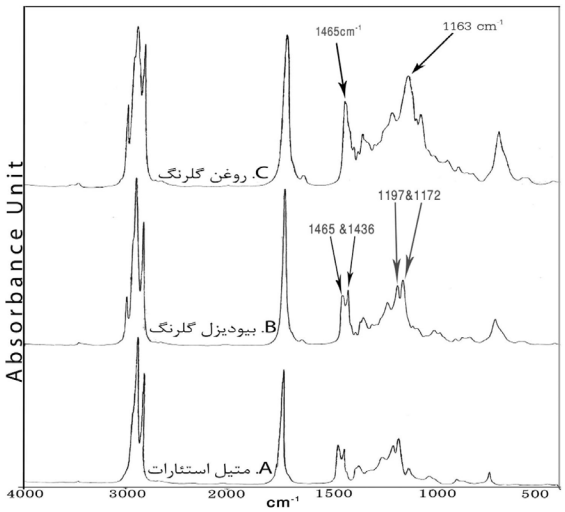
انجام آزمون های استاندارد سوخت

تعیین ویژگی های بیودیزل گلرنگ (B۱۰۰) و مخلوط۲۰ درصد آن با گازوئیل (B۲۰) و گازوئیل خالص (B۰۰) با استفاده از آزمون های استاندارد سوخت انجام شد. آزمون های گران روی، دانسیته، نقطه اشتعال، نقطه ابری شدن و ریزش ، نوار خوردگی مس، عدد یدی و عدد ستان به روی نمونه های B۱۰۰، B۲۰ و B۰۰ انجام شد. نتایج بدست آمده با استانداردهای بیودیزل در آمریکا (ASTM D۶۷۵۱) و اروپا (EN۱۴۲۱۴) و همچنین بیودیزل های دانه کتان، سویا و کلزا و ترکیب B۲۰ آن ها مقایسه شدند.

نتیجه ها و بحث

بررسی طیف FTIR نمونه ها

از آنجا که تنها تغییری که در ساختار روغن رخ می دهد خارج شدن گلیسرول و جانشین شدن متانول در زنجیر هیدروکربن است ، در طیف بیودیزل جذب های ۱۴۳۶ و۱۱۹۷ مربوط به ارتعاش خمشی و کششی گروه $O\text{-}CH_3$ ظاهر شده (شکل۳) که در طیف تری گلیسرید وجود ندارد زیرا در تری گلیسرید گروه های $O\text{-}CH_2$- و –O-CH- جود دارد همچنین جذب $1163\ cm^{-1}$ در طیف تری گلیسرید که متعلق حرکات کششی و خمشی گروه کربونیل متصل به $O\text{-}CH_2$- است در طیف متیل استر در اثر دگرگونی ساختار به پیک $1171\ cm^{-1}$ که ناشی ازحرکات کششی متقارن گروه $O\text{-}CH_3$- متصل به C-O تبدیل می شود [۹ و ۱۰].



شکل ۳ مقایسه طیف های FTIR: A- متیل استئارات به عنوان استاندارد، B- بیودیزل گلرنگ، C- روغن گلرنگ

گران روی سینماتیک[1]

گران‌روی یکی از مهم‌ترین ویژگی های سوخت های موتور است که در پاشش سوخت، تشکیل مخلوط و فرایند احتراق مهم ترین نقش را ایفا می کند. بالا بودن گران روی بالا باعث اختلال در فرایند تزریق و اتمیزه شدن نامناسب می شود [۱۱]. در این پژوهش گران روی همه نمونه ها بر اساس استاندارد ASTM D۴۴۵ با گران روی سنج کانون– فنسک در یک حمام با دمای ۴۰°C انجام شد. مقدار مجاز گران روی برای بیودیزل در ASTM (cst[2]) ۱٫۹–۶ و در EN (cst) ۳٫۵–۵ تعیین شده است. بر اساس نتیجه های به دست آمده (جدول۲) گران‌روی بیودیزل گلرنگ و ترکیب B۲۰ آن در محدوده استاندارد است. با توجه به اینکه گران روی بیودیزل گلرنگ کمتر از بیودیزل های کتان، سویا و کلزا است بنابراین پیش بینی می شود فرآیند های تزریق و اتمیزه شدن آن بهتر از بیودیزل های دیگر باشد. در ترکیب B۲۰ گلرنگ گران روی ۷٪ نسبت به

1. Kinematic Viscosity
2. Centistoke (mm^2/s)

گازوئیل ایران افزایش پیدا کرده است در صورتی که این افزایش برای کتان ۱۳٪، سویا ۷٪ و کلزا ۱۲٪ بوده است. با توجه به گران روی B۰۰ های استفاده شده (جدول۲) می توان نتیجه گرفت هرچه میزان گران روی گازوئیل کمتر باشد اثر بیودیزل در افزایش آن بیشتر خواهد بود.

چگالی

چگالی یا تراکم پذیری مانند گران روی اثر بسیار مهمی روی سیستم تزریق سوخت موتور دارد. مقدار سوخت تزریق شده، زمان بندی تزریق و طرح پاشش تزریق به طور مستقیم تحت تاثیر این پارامترها است. سوخت هایی که چگالی بالایی دارند به طور معمول باعث افزایش نشر ذره های معلق و گازهای NOx از موتور دیزل می شوند. [۱۱] در این پژوهش اندازه گیری چگالی بر اساس استاندارد ASTM D۱۲۹۸ با استفاده از هیدرومتر در دمای ۱۵° C انجام شد. در EN مقدار مجاز چگالی (Kg/m^3)۹۰۰-۸۶۰ است در صورتی که در ASTM محدوده ای برای آن تعیین نشده است. بر اساس نتیجه های به دست آمده (جدول۲) چگالی بیودیزل گلرنگ در گستره ی استاندارد EN است. دانسیته بیودیزل گلرنگ نسبت به بیودیزل های سویا، کلزا و کتان کمتر است که این نیز از مزایای آن است. در ترکیب B۲۰ گلرنگ و دیگر بیودیزل ها افزایش چگالی به صورت یکسانی (حدود ۲٪) نسبت به ترکیب های B۰۰ رخ داده است.

نقطه اشتعال[1]

نقطه اشتعال از نظر ایمنی در مدت ذخیره سازی و حمل و نقل سوخت دارای اهمیت فراوان است. این دما که وابسته به فراریت سوخت است از ویژگی های مهم سوخت برای شروع به کار و گرمایش موتور است. همچنین یک سوخت با نقطه اشتعال بالا باعث ایجاد کربن باقیمانده در محفظه احتراق می شود [۱۲]. در این پژوهش آزمون نقطه اشتعال از روش پیاله باز [2] بر اساس استاندارد ASTM D۹۳ انجام شد. کمترین حد مجاز نقطه اشتعال در ASTM ۱۳۰°C و در EN ۱۲۰ °C تعیین شده است. با توجه به نتیجه ها (جدول۲) نقطه اشتعال بیودیزل گلرنگ با استانداردهای فوق مطابقت دارد. علی رغم اینکه نقطه اشتعال بیودیزل گلرنگ دو برابر نقطه اشتعال گازوئیل است اما افزایش۲۰٪ بیودیزل به گازوئیل باعث افزایش محسوسی در نقطه اشتعال نشده است. در نتیجه های به دست آمده برای ترکیب B۲۰ بیودیزل دانه کتان نیز نتیجه مشابهی به دست آمده و افزایش ۲۰٪ بیودیزل به سوخت دیزلی با نقطه اشتعال ۷۳ °C هیچ تاثیری بر نقطه اشتعال سوخت دیزل نداشته و در ترکیب ۴۰٪ آن نیز تنها ۳°C نقطه اشتعال سوخت دیزل افزایش یافته است [۱۳]. این در صورتی است که ترکیب B۲۰ بیودیزل سویا نسبت به ترکیب B۰۰ استفاده شده

1. Flash point
2. Open Cup

جدول۲ ویژگی های بیودیزل های گلرنگ، کتان، سویا، کلزا و ترکیب B۲۰ آن ها با سوخت دیزل (B۰۰)

	دانه گلرنگ [تحقیق حاضر]			دانه کتان [۱۳ و۱۸]			دانه سویا[۱۴]			دانه کلزا [۸، ۱۱، ۱۹]		
آزمون	B۱۰۰	B۲۰	B۰۰	B۱۰۰	B۲۰	B۰۰	B۱۰۰	B۲۰	B۰۰	B۱۰۰	B۲۰	B۰۰
گران روی (mm^2/s) در ۴۰ °C	۴/۱	۳/۳	۳/۱	۴/۶	۳/۱	۲/۷	۴/۴	۳/۳۴	۳/۱۵	۴/۶	۲/۷	۲/۴
چگالی (Kg/m^3) در ۱۵ °C	۸۸۰	۸۴۵	۸۳۰	۸۸۵	۸۳۸	۸۲۲	۸۸۱	۸۴۲	۸۳۱	۸۸۲	–	–
نقطه اشتعال °C	۱۷۰	۸۹	۸۸	۱۷۹	۷۳	۷۳	۱۶۶	۶۹	۶۳	۱۵۵	–	–
نقطه ابری شدن °C	-۸	۳	۳	-۲	-۲	-۶	–	–	–	-۳	-۱۵	-۱۸
نقطه ریزش °C	-۱۲	-۱۰	-۸	-۴	–	–	-۵	-۱۱	-۱۶	-۴	-۱۸	-۲۷
عدد ستان	۴۷	۵۲	۵۴	۵۲	۴۸	۴۷	۵۱	۵۶	۵۷	۵۴	۴۸/۸	۴۷
نوارخوردگی مس	۱a	۱b	۲b	۱a	۱a	۱a	۱a	–	–	۱a	–	–
عدد یدی	۱۲۸	–	–	۱۱۱	–	–	۱۱۸	–	–	۹۸	–	–

°C ۶ افزایش داشته است [۱۴]. با توجه مطالب فوق می توان نتیجه گرفت که مقدار تغییر نقطه اشتعال ترکیب B۲۰ نسبت به B۰۰ بیشتر تحت تاثیر نقطه اشتعال سوخت دیزل، نوع ترکیب های فرار و مقدار آن ها می باشد.

نقطه ابری شدن[1] و نقطه ریزش[2]

تعیین نقاط ریزش و ابری شدن برای سوخت هایی که در مناطق سردسیر مورد استفاده هستند بسیار حائز اهمیت است. نقطه ابری شدن دمایی است که نخستین بلور ها ظاهر و مایع کدر می شود. نقطه ریزش کمی بالاتر از نقطه انجماد بوده و پایین ترین دمایی است که جریان سوخت هنوز می تواند پمپاژ شود [۱۱]. در استانداردهای EN و ASTM حد مجازی برای نقاط ابری شدن و ریزش تعیین نشده و بسته به شرایط آب و هوایی برای هر منطقه ای به طور جداگانه باید تعیین شود. در این پژوهش نقاط ابری شدن و ریزش براساس روش های استاندارد D۲۵۰۰ و D۹۷ ASTM برای نمونه ها تعیین شد. بر اساس نتیجه های به دست آمده (جدول۲) بیودیزل گلرنگ دارای نقاط ابری شدن و ریزش کمتر از گازوئیل بوده و افزایش آن به صورت ۲۰٪ به گازوئیل باعث کاهش نقطه ریزش شده ولی تاثیری روی نقطه ابری شدن نخواهد گذاشت. نقاط ابری شدن و ریزش بیودیزل گلرنگ در مقایسه با بیودیزل های سویا، کلزا و کتان بسیار کمتر است، از این رو، برای استفاده در مناطق سردسیر نسبت به دیگر بیودیزل ها مناسب تر خواهد بود. دلیل پایین بودن نقاط ابری شدن و ریزش بالا بودن درجه غیراشباعی (پیوند های دوگانه) است که نتیجه های به دست آمده از عدد یدی تایید کننده این مطلب است.

نوار خوردگی مس[3]

وجود گوگرد در سوخت افزون بر ایجاد خوردگی در مخازن ذخیره سازی در اثر احتراق تبدیل به گوگرد دی اکسید و ایجاد محیط اسیدی شده که باعث خوردگی لوله های اگزوز و دودکش ها می شود. هم چنین ترکیب های گوگردی مشکلات زیادی از نظر آلودگی های زیست محیطی به وجود می آورند. در این پژوهش مقدار گوگرد موجود در بیودیزل ها تولید شده با استفاده از آزمون نوارخوردگی مس بر اساس استانداردASTM D130 مورد بررسی قرار گرفت که میزان خوردگی با توجه به تغییر رنگ نوارهای مسی و مقایسه با رنگ استانداردها برای نمونه های B۱۰۰ و B۲۰، ۱a و ۱b [4] که نشان دهنده کم‌ترین میزان خوردگی است و برای B۰۰ ، ۲b [5] به دست آمد که نشان دهنده خوردگی بیشتر آن است. بنابر این می توان نتیجه گرفت با افزایش ۲۰٪ بیودیزل به گازوئیل می توان تا حد قابل قبولی از خوردگی و آلودگی را کاهش داد.

عدد یدی

از دیگر ویژگی های مهم در انتخاب متیل استرها درجه غیر اشباعی است که با اندازه گیری عدد یدی تعیین می شود. وجود اسیدهای چرب غیر اشباع در متیل استرهای بیودیزل یک امر ضروری جهت جلوگیری از انجماد آن است. اگرچه با افزایش درجه غیر اشباعی متیل استرها از یک محدوده مجاز، دیگر برای استفاده به عنوان بیودیزل مناسب نیستند زیرا پیوندهای دوگانه موجود در مولکول های غیر اشباع در مجاورت هوا واکنش داده و باعث تولید پراکسید و ایجاد اتصال ها در موقعیت های غیر اشباع می شود، که در نتیجه منجربه تشکیل یک توده شبه پلاستیک می شود. در دمای بالا، که به طور معمول در داخل موتورهای احتراقی وجود دارد، این فرایند تسریع شده و باعث چسبیدن یا باقی ماندن متیل استرهای پلیمریزه شده در موتور می شود. در ASTM عدد یدی به عنوان آزمایش استاندارد برای بیودیزل درنظر گرفته نشده اما در EN به عنوان یک تست استاندارد درنظر گرفته شده و بالاترین حد مجاز آن نیز ۱۲۰ است[۱۵]. برای تعیین عدد یدی از روشASTM D۵۵۵۴ استفاده شد. عدد یدی به دست آمده برای بیودیزل گلرنگ ۱۲۸ بوده که بیش از حد مجاز تعیین شده در استاندارد EN است. با توجه به جدول۲ عدد یدی گلرنگ از عدد یدی دیگر بیودیزل ها بیشتر بوده که این باعث ایجاد ویژگی های خاصی از جمله پایین بودن نقاط ابری شدن و ریزش و همچنین کاهش عدد ستان بیودیزل گلرنگ

1. Cloud point
2. Pour point
3. Copper Strip corrosion

4. 1a,1b: Slight tarnish
5. 2b: Moderate tarnish

نسبت به دیگر بیودیزل ها خواهد شد.

عدد ستان[1]

عدد ستان نشان دهنده کیفیت احتراق در گازوئیل و عکس عدد اکتان در بنزین است. عدد ستان عبارت است از میزان تمایل کوبش یک سوخت دیزل. عدد ستان به زمان تاخیر احتراق (زمان بین شروع تزریق و شروع احتراق) وابسته است. کوتاه شدن زمان تاخیر احتراق باعث بالارفتن عددستان می شود و برعکس. عددستان می تواند روی شروع به کار سرد موتور و به طور متعاقب روی نشر دودسفید و صدا اثر بگذارد، هم چنین افزایش عدد ستان باعث کاهش نشر NOX در گازهای اگزوز می شود [۱۶]. به طور خلاصه نتیجه های به دست آمده نشان می دهد با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی عدد ستان افزایش یافته و با افزایش میزان ترکیب های شاخه دار و هم چنین درجه غیر اشباعی عدد ستان کاهش می یابد [۱۱] در استاندارد ASTM کمترین مقدار عدد ستان ۴۷ و در EN ۵۱ تعیین شده است. در این پژوهش عدد ستان بیودیزل طبق روش ارایه شده بهوسیلهی Krisnangkura محاسبه شد [۱۷] و مقدار آن ۴۷ به دست آمد که در حد مجاز استاندارد ASTM قرار داشته ولی کمتر از حد مجاز استاندارد EN است. باتوجه به جدول۲ می توان نتیجه گرفت که عدد ستان بیودیزل گلرنگ از دیگر بیودیزل ها کمتر است که دلیل اصلی آن بالا بودن درجه غیر اشباعی آن نسبت به دیگر بیودیزل هاست. عدد ستان B۰۰ و B۲۰ طبق روش استاندارد ASTM D۹۶۷ اندازه گیری شدند که به ترتیب ۵۴ و ۵۲ به دست آمدند که نشان دهنده بهبود عدد ستان بیودیزل گلرنگ در ترکیب B۲۰ است.

نتیجه گیری

بیودیزل از انرژی های پاک و تجدید پذیر بوده که به عنوان یک جایگزین مناسب برای سوخت دیزل شناخته شده است. استفاده بیودیزل بصورت ۱۰۰٪ یا مخلوط با سوخت دیزل قابل استفاده است. از میان مخلوط های متفاوت، ترکیب B۲۰ به دلایل متفاوتی از جمله، کمترین میزان نشر NOx، استفاده مستقیم بدون اینکه هیچ نیاز به تنظیم یا تغییری در موتور باشد، سرعت زیست تخریب پذیری بالا و متعادل بودن قیمت آن نسبت به بیودیزل خالص به عنوان بهترین ترکیب شناخته شده است و در حال حاظر به عنوان یک ترکیب تجاری در سطح جهان توزیع می شود، از این رو در این پژوهش نیز ویژگی های ترکیب B۲۰ بیودیزل گلرنگ مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به اینکه شناسایی ماده اولیه مناسب برای تولید بیودیزل در هر منطقه مهم ترین مسأله ای است که باید با توجه به شرایط اقلیم و آب و هوایی انجام شود، ازاین رو، گیاه گلرنگ که یکی از گیاهان بومی ایران است با توجه به تحمل نسبی به شوری خاک و خشکی هوا و سازگاری خوب با شرایط آب و هوایی ایران، به عنوان یک پتانسیل مناسب جهت تولید روغن به عنوان ماده اولیه بیودیزل مورد استفاده قرارگرفت و پس از استخراج روغن و انجام و اکنش ترانس استرکردن، بیودیزل تولید شده و ویژگی های بیودیزل گلرنگ، ترکیب ۲۰٪ آن با گازوئیل مرسوم ایران و گازوئیل خالص با انجام تست های استاندارد سوخت تعیین شده و در نهایت نیز با بیودیزل های سویا، کتان ، کلزا و ترکیب ۲۰٪ آنها مقایسه شدند.

با توجه به اینکه ۵۰ تا ۸۰ درصد قیمت تمام شده بیودیزل وابسته به قیمت ماده اولیه آن است[۲۰]، از این رو، قیمت بیودیزل حاصل تابع قیمت تمام شده روغن است. قیمت روغن تولید شده نیز وابسته به قیمت تمام شده دانه روغنی، بازده روغن آن و قیمت کنجاله و فراورده های جانبی دیگر است که این فراورده های جانبی برای گلرنگ شامل رنگدانه های طبیعی است. بنابراین، با توجه به بازده به نسبت بالای روغن و تولید فراورده های جانبی مانند کنجاله و رنگدانه های طبیعی از برگ های گلرنگ پیشبینی می شود که قیمت بیودیزل حاصل نسبت به دیگر بیودیزل ها کمتر باشد.

با توجه به نتیجه های به دست آمده روغن گلرنگ را می توان به عنوان یک ماده اولیه مناسب که امکان گسترش کشت آن نیز در ایران وجود دارد جهت تولید بیودیزل معرفی کرد و هم چنین با ترکیب ۲۰ درصد بیودیزل گلرنگ با گازوئیل می توان ویژگی های هر دو را بهبود داده و معایب موجود را رفع کرد.

1. Cetane Number

مراجع

[1] Fukuda.H, Kondo. A, Noda. H. Journal of Bioscience and bioengineering, 92: 405-416, (2001).

[2] United States Environmental Protection Agency Draft Technical Report, EPA420-P-02001, (2002).

[3] Geller. DP, Goodrum. JW, Fuel, 83, 2351–2356, (2004).

[4] Roger C. Prince, Christine Haitmanek, Catherine Coyle Lee, Chemosphere 71, 1446–1451, (2008).

[۵] بررسی قابلیت‌های تولید دانه‌های روغنی ، روزنامه اطلاعات، قابل دسترس در www.ettelaat.com، (۲۴ بهمن ۱۳۸۷).

[۶] ابولحسنی. خیراله، سعیدی. قدرت اله، علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم(ب)، ۴۰۷-۴۱۸، (پاییز ۱۳۸۵).

[۷] هاشمی تنکابنی. سید ابراهیم، آزمایش روغن ها و چربی ها، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول (۱۳۶۴).

[8] http://vegburner.co.uk/oils.htm

[9] SUSI. H , AHN.A.S, Journal of American Oil Chemical Society, vol 43, 479-483, (1966).

[10] Guillen. M.D, Cabo.N, J Sci Food Agrc, 75, 1-11, (1997).

[11] Canakci. M, Sanli.H, J Ind Microbiol Biotechnol 35, 431–441,(2008).

[12] Szybist .J.P, Song. J, Alam. M, Boehman A.L, Fuel Process Technol 88,679–691, (2007).

[13] Keskin. A, Guru. M, Altiparmak.D, Aydin. K, Renewable Energy 33, 553–557, (2008).

[14] Karavalakis. G, Stournas. S, Bakeas. E, Atmospheric Environment 43,1745–1752, (2009).

[15] Eevera. T, Rajendran. K, Saradha. S, Renewable Energy, 34, 762-765, (2009).

[16] Ahindra Nag, Biofuels Refining and Performance, MC-graw hill, USA, 152-154, (2008).

[17] Krisnangkura. K, Journal of American Oil Chemical Society, 63, 552–3, (1986).

[18] Nabi. N, Rahman. M, Akhter. S, Applied Thermal Engineering 29, 2265–2270, (2009).

[19] Kinast. J.A, Report of National Renewable Energy Laboratory (NREL) /SR-510-31460, (2003).

[20] National Renewable Energy Laboratory (NREL). www.nrel. gov.

JACR

Preparation of biodiesel from safflower oil and study of its 20% mixtur whit diesel fuel

Kambiz Tahvildari* [1] **and Mohammad A. Amani** [2]

1. Department of Chemistry, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

2. Department of Chemistry, Islamic Azad University, Shahr-e- Rey Branch, Shahr-e- Rey , Iran

Received June 2009, Revised October 2009, Accepted December 2009

Abstract: Biodiesel is a clean and renewable energy that its use as a suitable substitute for diesel fuel is spreading in all around the world. Biodiesel can be used as pure or mixed with diesel fuel. In this research safflower seed was considered as a suitable raw material and after the extraction of oil and transesterification reaction the physical and chemical characterization of biodiesel and its 20 percent mixture with diesel fuels was studied using standard test. Our study shows that the 20 percent mixture gives the best result compared with pure safflower biodiesel and fuel, and all its specifications were in standard ranges defined in EN 14214 , ASTM D6751.

Keywords: *Biodiesel; Transesterification; Safflower seed; Diesel fuel*

*Corresponding author: E. mail: Drtahvildari@yahoo.com