Archive of SID

۵۷ پژوهش های علوم کشاورزی پایدار/جلد ۱/شماره ۱/بهار ۱٤۰۰/ ص ۷۰-۵۷

تهیه بیودیزل با ترانس استریفیکاسیون روغن زیتون تلخ و تاثیر مصرف آن بر انتشار آلاینده‌های یک موتور دیزل

حسین جم[۱]، احمد غضنفری مقدم[۲]* محسن شمسی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استاد بخش مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- دانشیار بخش مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

* ایمیل نویسنده مسئول: aghazanfari@uk.ac.ir

(تاریخ دریافت:۱٤۰۰/۳/۳۰- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/٤/۲۰)

چکیده

بیودیزل یک سوخت تجدید پذیر است که می‌تواند به تنهایی یا با مخلوط شدن با سوخت گازوئیل در موتورهای دیزلی استفاده شود. در این تحقیق از از روغن دانه زیتون تلخ به روش ترانس استریفیکاسیون بیودیزل تهیه و پس از خالص‌سازی بیودیزل به روش آبشویی، خصوصیات فیزیکی و حرارتی آن اندازه‌گیری شد. سپس این سوخت با نسبت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد با گازوئیل مخلوط و در یک موتور دیزل چهار سیلندر استفاده شد. آلاینده‌های خروجی از اگزوز شامل گازهای CO، CO_2، هیدروکربن‌های سوخته نشده (HC) و اکسیدهای نیتروژن (NOx) و همچنین دمای گازهای خروجی از اگزوز در سه بار ۲۰۰، ۲۵۰ و۳۰۰ نیوتن در متر و در شش سرعت ۱۸۰۰-۱۳۰۰ دور در دقیقه مورد بررسی قرار گرفت و با آلاینده‌های سوخت دیزل مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار بیودیزل گازهای CO و HC کاهش یافت ولی CO_2 و NO_x افزایش یافت. دمای گازهای خروجی نیز با افزایش بیودیزل کاهش یافت. همچنین با افزایش دور موتور گازهای CO، CO_2، HC و دمای گازهای خروجی افزایش یافت ولی NO_x کاهش یافت. افزایش بار موتور باعث کاهش اکسید نیتروژن شد ولی سایر فاکتورهای اندازه گیری شده افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: **آلاینده‌ها، بیودیزل، ترانس استریفیکاسیون، روغن زیتون تلخ**

مقدمه

کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و افزایش قیمت آن‌ها در بازارهای جهانی، باعث شده تا پژوهشگران به فکر استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر باشند. در این راستا تحقیقات زیادی برای تامین قسمتی از انرژی موردنیاز از مواد کشاورزی و ضایعات آن‌ها انجام شده است. بیشترین مورد مصرف سوخت‌های فسیلی در موتورهای احتراقی است. از آنجا که موتورهای احتراقی بر روی وسایل نقلیه درون و برون شهری نصب می‌شوند استفاده روزافزون از این وسایل و متعاقب آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی باعث افزایش آلودگی فضاهای شهری شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

بیودیزل یک سوخت تجدیدپذیر با منشاء زیستی است که از ترکیب روغن‌های گیاهان یا چربی‌های حیوانی با یک الکل مایع از طریق فرایندی به نام استریفیکاسیون تولید می‌شود. الکل‌های مورد استفاده در این فرایند اتانول یا متانول می‌باشند که می‌توانند منشاء گیاهی داشته باشند. برای انجام این واکنش ترانس استریفیکاسیون نیاز به یک کاتالیزور است که اغلب از هیدروکسیدپتاسیم یا هیدروکسید سدیم استفاده می‌شود (Malaya *et al.*, 2008).

از خصوصیات مهم سوخت بیودیزل می‌توان به عدد ستان بالا، آلایندگی کمتر، تجزیه پذیر بودن، عدم وجود گوگرد در آن اشاره کرد(Anan *et al.*, 2008). خصوصیات فیزیکی و اشتعال سوخت بیودیزل بسیار نزدیک به خصوصیات سوخت دیزل است و می‌توان آن را بطور مستقیم یا به صورت مخلوط با سوخت دیزل، در موتورهای دیزلی موجود مورد استفاده قرار داد ولی تحقیقات نشان داده است که ارزش حراراتی بیودیزل از سوخت دیزل کمتر است و استفاده مستقیم از آن باعث کاهش قدرت موتور می‌گردد (Dorado *et al.*, 2003).

در یک احتراق مطلوب سوخت، تنها بخار آب و دی‌اکسید کربن (CO_2) تولید و از اگزوز خارج می‌شود. دی‌اکسید کربن گازی بی‌رنگ و بی‌بو است و در فرایند فتوسنتز گیاهی نقش عمده‌ای دارد. اگرچه وجود مقادیر بیشتر دی‌اکسید کربن در گازهای خروجی از اگزوز نشان دهنده احتراق بهتر است، امروزه وجود غلظت‌های بالای این گاز در فضای شهرهای بزرگ که بواسطه احتراق سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شود، به عنوان یک آلاینده جوی به شمار می‌آید. تحقیقات نشان می‌دهد که زمانیکه مخلوط سوخت بیودیزل و دیزل در یک موتور استفاده می‌شود با افزایش درصد بیودیزل مقدار انتشار دی‌اکسید افزایش می‌یابد و با افزایش دور موتور مقدار انتشار دی‌اکسید کربن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد (Durbin et al., 2000).

همیشه به دلیل وجود مواد افزودنی و ناخالصی در سوخت و همچنین به دلیل احتراق ناقص مقداری از گازهای ناخواسته دیگر مانند منوکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO_X) و هیدروکربن‌های نسوخته (HC) تولید می‌شوند که هر یک به نحوی باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند. هنگامیکه اکسیژن کافی برای تبدیل تمام کربن موجود در هیدروکربن به دی‌اکسید کربن وجود نداشته باشد، مقداری از سوخت به صورت ناقص سوخته شده که علاوه بر کاهش راندمان موتور، گاز منوکسید کربن تولید می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که با افزایش بار وارد بر موتور منوکسیدکربن ابتدا کاهش و سپس مقدار آن افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش مقدار بیودیزل به سوخت دیزل مقدار منوکسیدکربن کاهش می‌یابد. تحقیقات انجام شده بر روی بیودیزل تهیه شده از روغن‌های پسماند خوراکی، نشان داد افزایش در دور موتور ۱۲۰۰ – ۲۶۰۰ دور در دقیقه، منجر به افزایش تولید منوکسیدکربن شده است (Raheman & Ghadge, 2008).

در هنگام تنفس موتور مقداری زیادی نیتروژن موجود در هوا وارد محفظه احتراق می‌شود. نیتروژن یک گاز بی اثری است که این حالت بی اثر بودن در زیر دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند. با افزایش دما و رسیدن دمای محفظه احتراق به ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و تحت فشار

www.SID.ir

Archive of SID

زیاد، نیتروژن داخل سیلندر با اکسیژن واکنش داده و تولید اکسیدهای نیتروژن می‌نمایند و از راه اگزوز به جو وارد می‌شوند (Heywood, 1988). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که با افزایش بار وارد بر موتور و افزایش مقدار سوخت بیودیزل به سوخت دیزل، از مقدار اکسید نیتروژن کاسته می‌شود. در یک تحقیق مصرف بیودیزل حاصل از روغن پسماند خوراکی و روغن در یک موتور دیزل نشان داد که با افزایش دور موتور میزان انتشار اکسید نیتروژن کاهش می‌یابد (Cherng-Yuan & Rong-Ji, 2009).

ترکیب و درصد هیدروکربن‌های نسوخته برای هر سوخت و شرایط کاری موتور متفاوت است. شکل محفظه احتراق نیز بر طیف هیدروکربن‌های نسوخته اثر می‌گذارند. هنگامیکه آلاینده‌های هیدروکربنی وارد اتمسفر می‌شوند، بد بو و آزار دهنده هستند، برخی از آنها سرطان‌زا نیز می‌باشند. بعضی از این گازها با بخار و سایر گازهای موجود در اتمسفر واکنش داده و تولید اسید کرده و باران-های اسیدی را بوجود می‌آورند. انتشار گازهای هیدروکربن‌های نسوخته با افزایش مقدار بیودیزل به سوخت دیزل کاهش می‌یابد. همچنین مقدار تولید این گاز در هنگام مصرف سوخت بیودیزل خالص نیز از ترکیب سوخت دیزل با بیودیزل کمتر می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهند، با افزایش مقدار بیودیزل به میزان ۲۰٪-۳۰٪ به سوخت دیزل موجب کاهش در میزان انتشار هیدروکربن‌های سوخته نشده می‌شود. بررسی‌های انجام شده بر روی بیودیزل تهیه شده از روغن جاتروفا نشان داد که با افزایش مقدار بار وارد بر موتور، مقدار انتشار هیدروکربن سوخته نشده نیز افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از بیودیزل حاصل از پسماند روغن‌های خوراکی در یک موتور دیزل نشان می‌دهد که با افزایش دور موتور، مقدار تولید هیدروکربن‌های سوخته نشده نیز افزایش می‌یابد (Bhupendra *et al.*, 2012).

برای تهیه بیودیزل از روغن‌های گیاهی مختلفی می‌توان استفاده کرد. زیتون تلخ(*Melia azedarach L.*) درختی است که اخیرا در پارک‌ها و فضاهای شهری ایران به وفور کاشته شده است. این درخت سالانه میوه‌های زیادی تولید می‌کند که دارای پوست گوشتی زرد رنگ و هسته‌ای چوبی می‌باشد. میوه‌های زیتون تلخ از نوع شفت بوده و برای بسیاری از پستانداران از جمله انسان سمی است، ولی پرندگان بدون اثر مسمومیت از آن‌ها تغذیه می‌کنند (Zarandi *et al.*, 2011). هسته آن حاوی دانه‌های روغنی می‌باشد که از آن می‌توان در امور صنعتی استفاده کرد. در این پژوهش از هسته میوه زیتون تلخ، روغن گرفته شد. سپس به روش ترانس استریفیکاسیون از آن سوخت بیودیزل تهیه و مقدار انتشار آلایندگی آن از اگزوز یک موتور دیزل مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه روغن با استفاده از حلال

برای تهیه روغن، دانه‌های زیتون تلخ را خرد نموده و با استفاده از الک دستی هسته‌های آن را از پوست و گوشت جدا گردید. برای استحصال روغن، هسته‌ها را آسیاب کرده تا به قطعات کوچکتر از ۱ میلی‌متر تبدیل شوند. حدود ۵۰ گرم دانه‌های خرد شده را در یک کاغذ صافی قرار داده و پس از انتقال به دستگاه سوکسله با استفاده از حلال هگزان نرمال (C_6H_{14}) عمل استحصال روغن

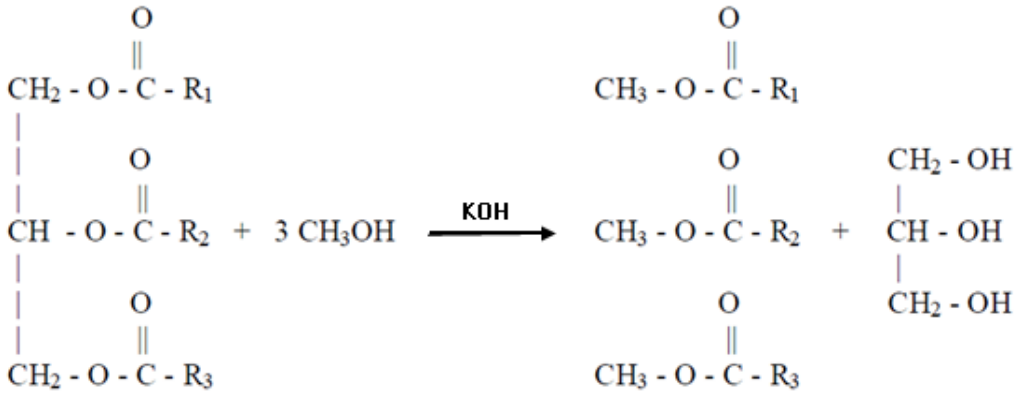
www.SID.ir

Archive of SID

انجام شد. برای بدست آوردن مقدار کافی روغن (حدود ۲ لیتر) این مرحله کار چندین بار تکرار شد و در هر بار دمای دستگاه ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و مدت هر دفعه روغن گیری ۸ ساعت طول کشید.

استریفیکاسیون روغن و خالص سازی بیودیزل

روغن بدست آمده با استفاده از متانول و کاتالیزور هیدروکسید پتاسیم (روش ترانس استریفیکاسیون) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و طی مدت ۲۴ ساعت به بیودیزل تبدیل گردید. در فرآیند ترانس استریفیکاسیون (شکل ۱) با جابه جایی بنیانهای اسیدچرب در مولکول تری گلیسیرید (روغن) با بنیان الکل باعث تغییر خواص فیزیکوشیمیایی روغن گشته و به خصوصیات سوخت دیزل نزدیک می شود.



شکل ۱- واکنش ترانس استریفیکاسیون (ترکیب تریگلیسرید با متانول)

در نتیجه ترانس استریفیکاسیون روغن، یک ماده دو فازی شامل بیودیزل در بالا و گلیسرین در زیر آن بدست می آید که لازم است از یکدیگر جدا شوند. مخلوط بیودیزل و گلیسرین به یک ظرف دارای یک پیچ تخلیه منتقل شدند و پس از گذشت ۲۴ ساعت گلیسیرین در زیر روغن قرار گرفت و با باز کردن پیچ تخلیه از ظرف خارج گردید و بیودیزل در آن باقی ماند. برای حذف ناخالصی‌های موجود در بیودیزل که گلیسرول و الکل هستند بیودیزل بدست آمده دو بار در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد مورد آبشویی قرار گرفت. در این روش آب به مقدار ۲ برابر به بیودیزل اضافه شد و پس از هم زدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از این مدت بیودیزل در بالا قرار می گیرد و با تخلیه آب از هم جدا می‌شوند.

اندازه گیری خصوصیات بیودیزل و دیزل

پس از تولید بیودیزل، خصوصیات این سوخت و گازوئیل معمولی شامل ۱) نقطه اشتعال، ۲) نقطه احتراق، ۳) نقطه شدن، ۴) نقطه ریزش، ۵) چگالی و ۶) ویسکوزیته سینماتیکی اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفتند. نقطه اشتعال پایین‌ترین دمایی است که در آن سوخت در مقابل شعله (جرقه) شروع به سوختن می نماید. نقطه احتراق، دمایی است که درآن سوخت در مجاورت هوا خود به خود مشتعل می‌شود. برای تعیین دمای نقطه

www.SID.ir

Archive of SID

اشتعال، مقداری سوخت در یک ظرف سرباز ریخته با استفاده از یک گرمکن برقی حرارت داده شد. دمای سوخت با استفاده از یک دماسنج الکتریکی در هر لحظه اندازه‌گیری شد و با استفاده از یک فندک بر بالای سوخت جرقه زده شد. با اولین جرقه‌ای که سوخت شروع با سوختن نمود آن دما به عنوان نقطه اشتعال ثبت گردید. برای تعیین دمای احتراق عمل گرم کردن به همین صورت انجام شد تا سوخت خود به خود مشتعل گردد، دما در لحظه خود سوزی به عنوان نقطه احتراق در نظر گرفته شد.

نقطه ریزش پایین‌ترین دمایی که سوخت وضعیت سیالیت خود را حفظ می‌نماید و نقطه ابری شدن پایین‌ترین دمایی است که سوخت وضعیت سیالیت خود را از دست نداده و حالت کدری به خود می‌گیرد و در این وضعیت ذرات کریستالی جامد در سوخت ظاهر می‌شوند. برای تعیین این دو نقطه مقداری سوخت در یک ظرف در داخل یک فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و دمای سوخت با استفاده از یک ترموکوپل (Ni-Cr) متصل به یک دماسنج الکتریکی (Model ST9262A/B/C, Gmbh & CO, Germany) پایش شد. با بررسی وضعیت ظاهری سوخت نقطه ریزش و نقطه ابری شدن آن تعیین گردید. برای تعیین چگالی سوخت از یک پیکنومتر با حجم ۲۵ میلی‌لیتر استفاده شد و با اندازه گیری جرم سوخت و داشتن حجم آن چگالی مشخص گردید. ویسکوزیته سینماتیکی با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (FUNGILAB S.A. CO (Model VISCO BASIC+H, Barselona, Spain اندازه‌گیری شد. هر یک از این آزمایش‌ها سه بار تکرار گردید و میانگین این سه به عنوان عدد مربوطه درج شد.

بررسی تاثیر سوخت بر گازهای خروجی از اگزوز

به منظور تاثیر سوخت بیودیزل بر میزان آلایندگی گازهای خروجی از اگزوز و مقایسه آن با سوخت دیزل معمولی، بیودیزل تهیه شده را با نسبت‌های حجمی صفر، ده، بیست و سی درصد با سوخت دیزل مخلوط گردید که به ترتیب با B0، B10، B20 و B30 نام‌گذاری شدند. برای انجام آزمایش‌های هر مخلوط سوخت تهیه شده به صورت جداگانه در یک موتور دیزل (Engine diesel, Model AD3.152, Perkins, England) مورد استفاده قرار گرفته شد. موتور مورد استفاده در این آزمون درای چهار سیلندر با سیستم سوخت رسانی پاشش مستقیم بود که بر روی یک تراکتور مسی‌فرگوسن نصب گردیده بود. این موتور مزبور از نوع چهار زمانه، با نسبت تراکم ۱: ۱٦/۵، حجم جابجایی ۲/۵ لیتر، با قطر سیلندر ۹۱/٤ میلی‌متر و کورس پیستون ۱۲۷ میلی‌متر است. از آنجا که ترکیب گازهای خروجی از اگزوز علاوه بر نسبت مخلوط سوخت می‌تواند تحت تاثیر دور و بار موتور قرار گیرد، در هر آزمایش موتور تحت سه بار ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ نیوتن بر متر و دور موتور نیز در شش سرعت دورانی با فواصل مساوی بین ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. تغییر بار وارد بر موتور توسط دینامومتر

www.SID.ir

Archive of SID

Dynamometer,Model NEB 400, AW) Dynamometer Inc,Illinois, USA) از نوع ترمز پرونی انجام شد. تغییر دور موتور توسط گاز دستی تراکتور و به کمک دور سنج نصب شده بر روی دینامومتر صورت گرفت. شکل (۲) تصویری از دینامومتر و تراکتور و چگونگی اتصال آنها را به یکدیگر نشان می‌دهد.

شکل ۲- تصویری از دستگاه دینامومتر متصل به تراکتور

برای اندازه‌گیری گازهای خروجی از اگزوز از دستگاه تست دود (Gas analyzer, Model 350-XL, Testo, Germany) و برای اندازه‌گیری هیدروکربن‌های سوخته نشده از دستگاه آنالیز گاز خودرو (MRU Delta 1600) استفاده شده است. برای این دو آزمایش، حسگر دستگاه‌ها در خروجی لوله اگزوز قرار داده شدند. برای اندازه‌گیری دمای گازهای خروجی از اگزوز از دماسنج الکتریکی استفاده شد و ترموکوپل آن در قسمت مانیفولد خروجی دود قرار داده شد.

نتایج و بحث

مقایسه خصوصیات سوخت‌های بیودیزل و دیزل

خصوصیات اندازه‌گیری شده برای دو سوخت بیودیزل و دیزل در جدول (۱) آورده شده است. بیودیزل دارای چگالی بیشتری نسبت به سوخت دیزل است که نشان می‌دهد یک مخزن سوخت بیودیزل وزن بیشتری نسبت به یک مخزن حاوی سوخت دیزل دارد. واین تفاوت چندان زیاد نیست و چگالی بیودیزل تهیه شده در محدوده توصیه شده سوخت‌های دیزل است. ویسکوزیته سینماتیکی سوخت بیودیزل کمی بیشتر از سوخت دیزل است و باعث می‌شود که سوخت بیودیزل روانی حرکت کمتری نسبت به سوخت دیزل داشته باشد ولی این مقدار این فاکتور نیز در محدوده توصیه شده قرار دارد. همچنین ویسکوزیته بالاتر باعث می‌شود تا سوخت در موتور به خوبی پاشیده نشود که نیاز است تنظیماتی در سیستم سوخت‌رسانی اعمال گردد. همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده است سوخت بیودیزل دارای نقطه اشتعال و احتراق

www.SID.ir

Archive of SID

بالاتری نسبت به سوخت دیزل است. بالا بودن نقاط اشتعال و احتراق باعث می‌شود تا سطح ستان سوخت افزایش یابد که این یک مزیت به شمار می‌آید. نقطه ریزش و ابری بدست آمده برای سوخت بیودیزل بیشتر از سوخت دیزل است که می‌تواند موجب بروز مشکلاتی برای روشن شدن موتور در هوای سرد شود.

جدول ۱- مقایسه خوصیات سوخت‌های دیزل و بیودیزل و روش اندازه‌گیری آن‌ها

خصوصیات سوخت	واحد	دیزل	بیودیزل	محدوده*
چگالی	kg/l	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۰-۸۶/۹۰
ویسکوزیته سینماتیکی	cst	۳/۵۶	۴/۵۶	۱/۶-۵
نقطه اشتعال	°C	۷۶	۱۴۶	۱۲۰<
نقطه احتراق	°C	۱۲۵	۱۷۳	-
نقطه ریزش	°C	-۱۷	-۹	۱۰<
نقطه ابری شدن	°C	-۱۴	-۷	۷<

*(Raheman, and Ghadge, 2008)

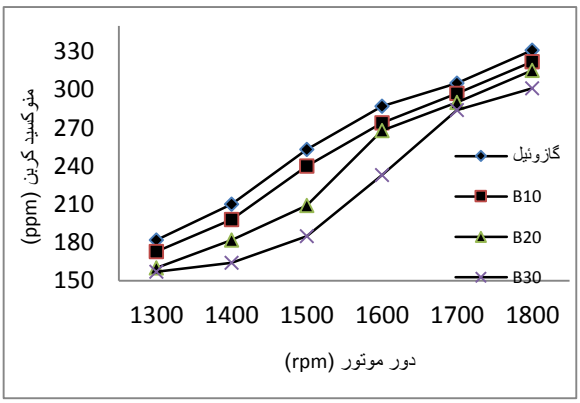
انتشار منوکسیدکربن

شکل (۳) مقدار خروج منوکسیدکربن از اگزوز را در دور و بار و درصدهای مختلف مخلوط سوخت نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است با افزایش درصد بیودیزل در سوخت، از مقدار تولید منوکسید کربن کاسته شده است و نشان می‌دهد که احتراق سوخت بیودیزل بهتر صورت می‌گیرد. سوخت بیودیزل به علت دارا بودن مقدار بیشتر اکسیژن نسبت به سوخت دیزل، باعث شده تا با افزایش مقدار بیودیزل به سوخت، مقدار اکسیژن کافی برای واکنش با منوکسید کربن و تبدیل شدن آن به دی‌اکسید کربن فراهم گردد و عمل بهسوزی سوخت در موتور صورت گیرد. همانطور که نمودارها نشان می‌دهند، با افزایش دور موتور، مقدار انتشار منوکسید کربن نیز افزایش می‌یابد و این افزایش تقریباً به صورت خطی است. با افزایش دور موتور مقدار سوخت بیشتری به موتور تزریق گردیده و با ثابت بودن حجم هوای موجود در محفظه احتراق، عمل احتراق به خوبی صورت نمی‌گیرد. اصولاً بیشترین مقدار منوکسید کربن هنگامی تولید می‌شود که موتور با مخلوط غنی (سوخت زیاد) کار کند، این موارد شامل راه‌اندازی موتور یا شتاب گرفتن تحت بار شامل می‌شود. با افزایش دور موتور مخلوط هوا و سوخت غنی‌تر شده و باعث تولید بیشتر منوکسید کربن می‌شود. همانطور که در شکل نشان داده شده است با افزایش بار موتور مقدار انتشار منوکسید کربن افزایش می‌یابد زیرا در این حالت مصرف سوخت زیاد می شود و اکسیژن کافی برای انجام احتراق مناسب وجود ندارد و در نتیجه مقدار انتشار گاز منوکسید کربن زیاد می‌شود. استفاده از سوخت بیودیزل به همراه اضافه کردن دستگاه توربو شارژر

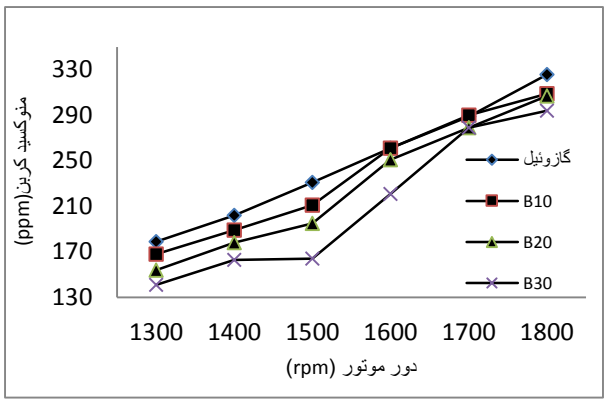
www.SID.ir

Archive of SID

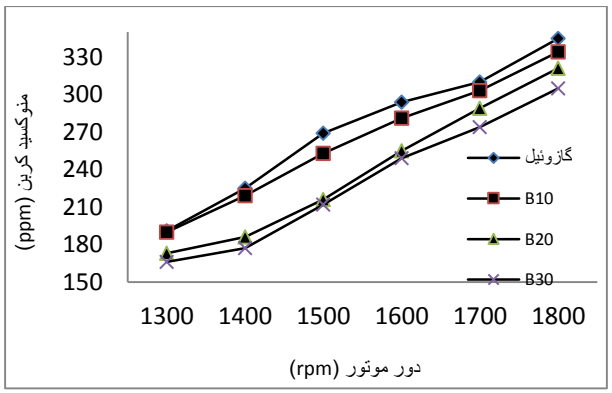
می‌تواند به مقدار زیاد از احتراق ناقص سوخت جلوگیری کند.



الف: بار ۲۰۰ N.m



ب: بار ۲۵۰ N.m



پ: بار ۳۰۰ N.m

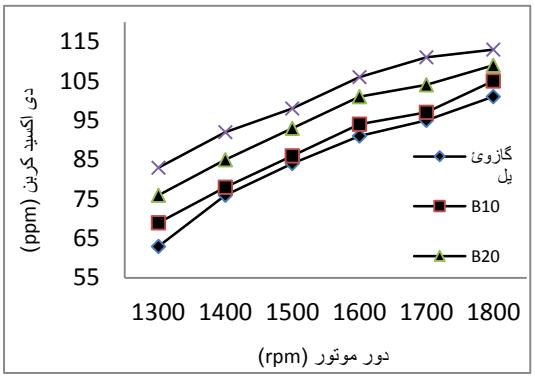
شکل ۳- انتشار منوکسیدکربن در سه بار

انتشار دی‌اکسیدکربن

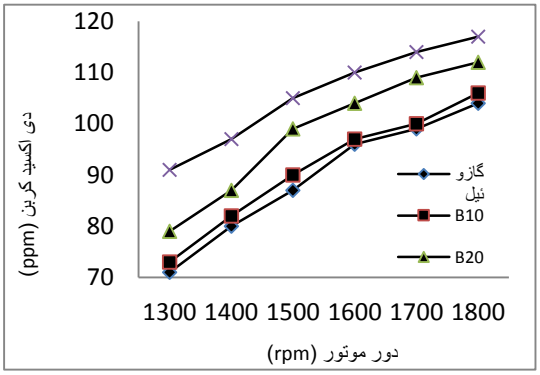
شکل (٤) مقدار تولید دی‌اکسید کربن برای چهار نوع سوخت در بارهای ثابت و در سرعت‌های مختلف را نشان می‌دهد. در مجموع می‌توان گفت با افزایش مصرف سوخت که ناشی از افزایش بار و دور موتور است مقدار خروجی گاز دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد و این روند افزایش مشابه وضعیت تولید منوکسید کربن است. ولی نکته قابل توجه این است که با افزایش درصد بیودیزل مقدار تولید دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد که این روند عکس مقدار انتشار گاز منوکسید کربن است. از طرفی مولکول‌های بیودیزل، بر خلاف سوخت دیزل، دارای مقادیر مختلفی اکسیژن هستند. این مولکول‌ها در دمای زیاد محفظه احتراق تجزیه شده و اکسیژن آزاد شده به احتراق بهتر سوخت کمک می کند.

www.SID.ir

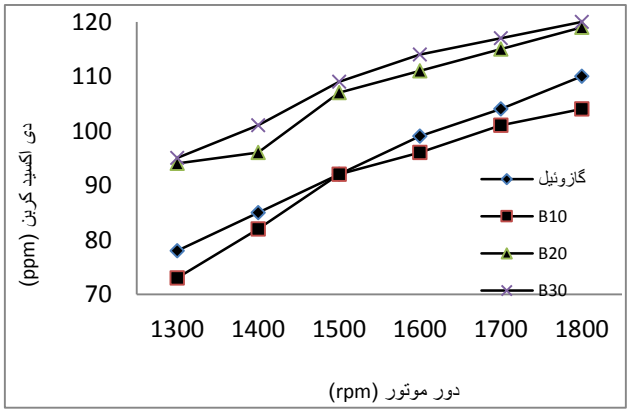
Archive of SID



الف: بار ۲۰۰ N.m



ب: بار ۲۵۰ N.m



پ: بار ۳۰۰N.m

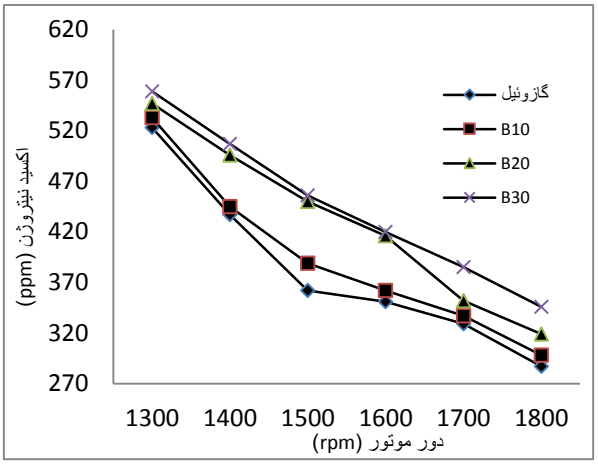
شکل ۴- تولید دی اکسید کربن در سه بار

انتشار اکسید نیتروژن

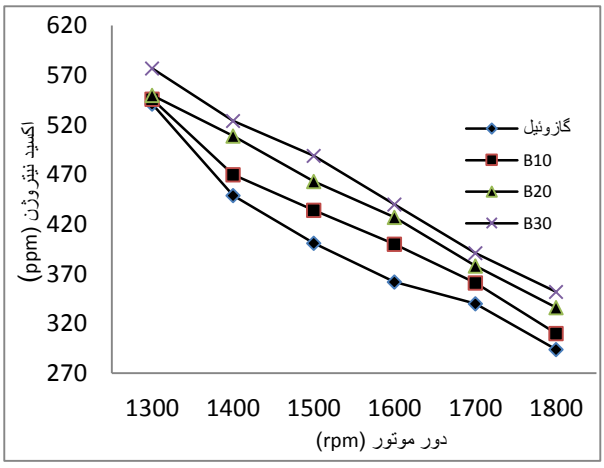
شکل (۵) مقدار تولید اکسیدهای نیتروژن در شرایط مختلف آزمایش را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش دور موتور مقدار تولید اکسیدهای نیتروژن کاهش می‌یابد و این کاهش به صورت خطی رخ می‌دهد. یکی از دلایل عمده تولید گازهای اکسید نیتروژن فشار و دمای بالا در محفظه احتراق است. اصولا با افزایش دور موتور مقدار زیادتری سوخت به داخل محفظه احتراق پاشیده می‌شود ولی مدت ماندن سوخت در محفظه احتراق کاهش یافته و دمای محفظه کاهش می‌یابد. این کاهش دما باعث می‌شود تا مقدار اکسید نیتروژن کمتری تولید می‌شود. نمودارهای شکل (۵) نشان می‌دهند که با افزایش مقدار بیودیزل، مقدار تولید اکسیدهای نیتروژن افزایش یافته است. بیودیزل دارای عدد ستان بالاتری نسبت به سوخت دیزل می‌باشد، افزودن بیودیزل به سوخت دیزل باعث می‌شود که سوخت پاشیده شده به محفظه احتراق دیرتر مشتعل شده و در نتیجه فشار و دمای محفظه احتراق افزایش یابد. در این شرایط نیتروژن موجود در هوا و سوخت بیودیزل به مقدار بیشتری با اکسیژن ترکیب می شود. بررسی نمودارهای شکل (۵) نشان می‌دهد که افزایش بار موتور تاثیر چندانی بر مقدار تولید اکسیدهای نیتروژن ندارد.

www.SID.ir

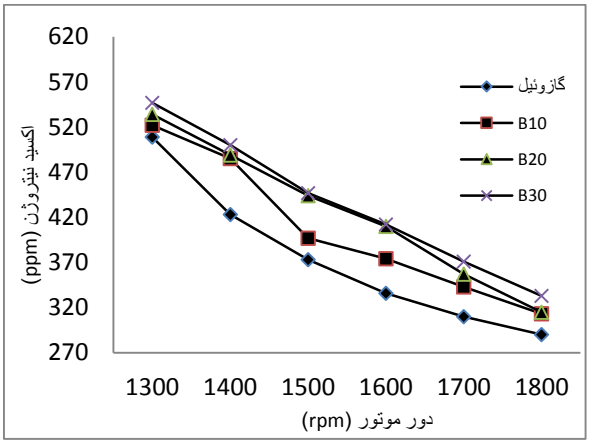
Archive of SID



الف: بار ۲۰۰N.m



ب: بار ۲۵۰N.m



پ: بار ۳۰۰N.m

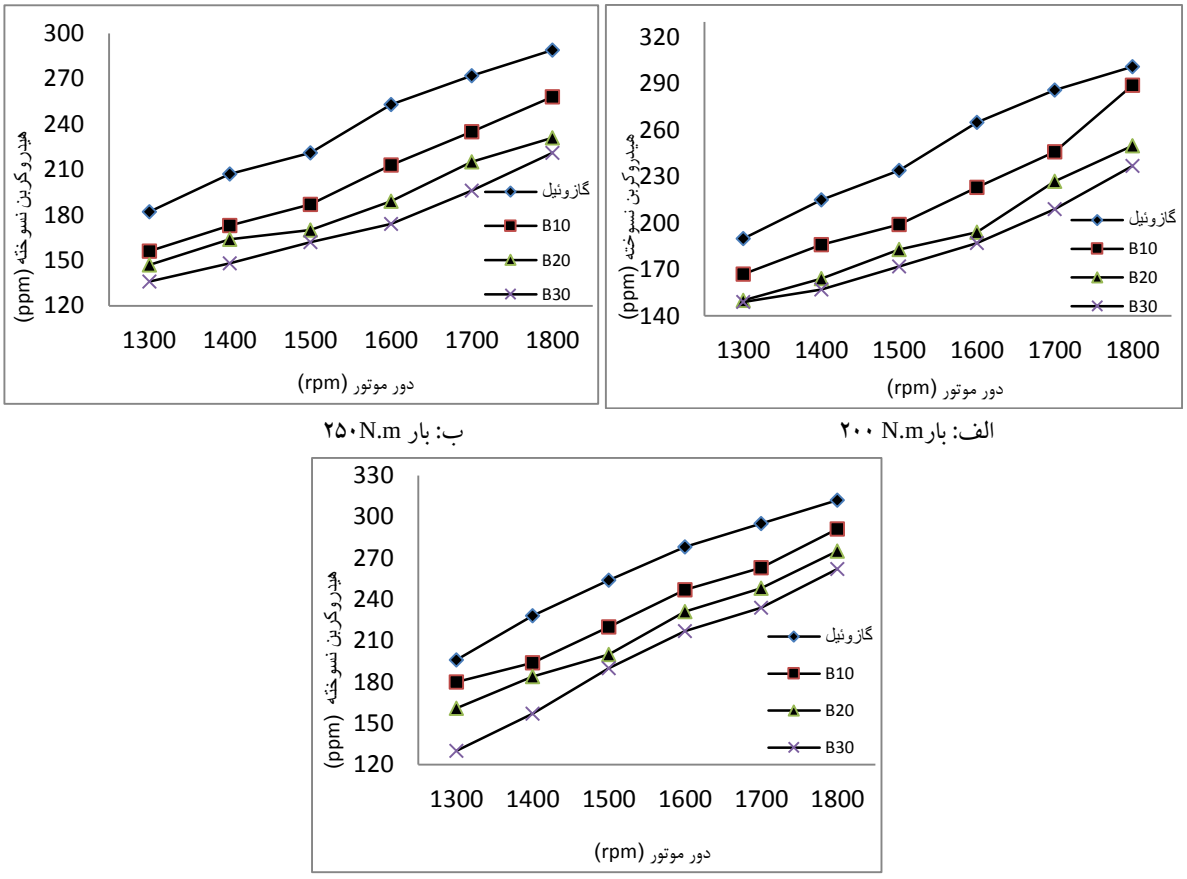
شکل ۵- انتشار اکسید نیتروژن در سه بار

انتشار هیدروکربن‌های نسوخته

شکل (۶) مقدار تولید هیدروکربن‌های نسوخته را در شرایط مختلف آزمایش نشان می‌دهد. روند تغییر هیدروکربن‌های نسوخته نزدیک به روند تغییرات اکسیدهای کربن است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش دور موتور مقدار انتشار هیدروکربن‌های نسوخته افزایش یافته زیرا اکسیژن کافی برای واکنش با سوخت پاشیده شده به داخل سیلندر وجود نداشته و در نتیجه، مقداری از هیدروکربن‌های موجود در سوخت به صورت نسوخته از اگزوز خارج می‌شوند. نمودارهای این شکل نشان می‌دهند که با افزایش درصد بیودیزل در سوخت دیزل، مقدار تولید هیدروکربن‌های نسوخته کاهش یافته است. بیودیزل به علت دارا بودن مقدار اکسیژن فراوان در مولکول خود، موجب بهسوزی بهتر سوخت در داخل محفظه احتراق می‌شود، البته این مقدار بهسوزی فقط در نسبت‌های پایین ترکیب با دیزل می‌باشد از طرفی عدد ستان بالاتر بیودیزل در این امر نقش دارد. افزایش میزان بار وارده بر موتور تاثیر چندانی بر مقدار هیدروکربن‌های نسوخته ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



الف: بار ۲۰۰ N.m

ب: بار ۲۵۰N.m

پ: بار ۳۰۰N.m

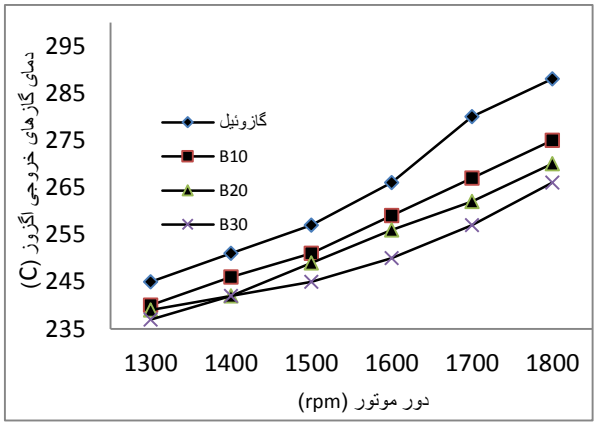
شکل۶- انتشار هیدروکربن‌های سوخته نشده در سه بار

دمای گازهای خروجی از اگزوز

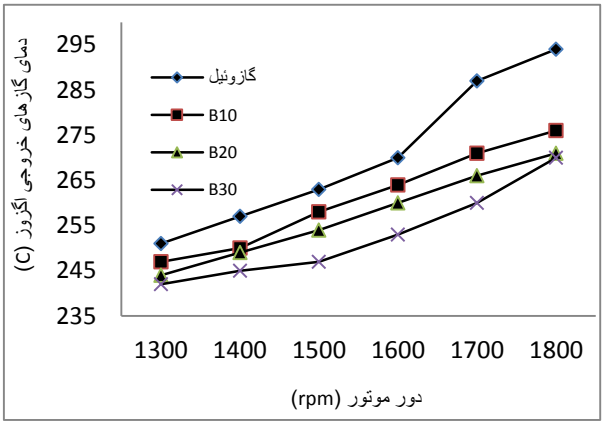
شکل (۷) مقدار دمای گازهای خروجی از اگزوز در شرایط مختلف آزمایش را نشان می‌دهد. همانطور که در نمودارها مشاهده می‌شود با افزایش دور موتور، مقدار دمای گازهای خروجی از اگزوز نیز افزایش یافته است. همانطور که قبلا نیز گفته شد با افزایش دور موتور باعث می‌شود که گازهای با سرعت بیشتری از محفظه احتراق خارج شده و اگرچه کاهش دمای محفظه را در پی دارند ولی گرمای خود را به اگزوز داده و موجب افزایش دمای آن می‌گردند . نمودارهای شکل (۷) نشان می‌دهند که با افزایش درصد بیودیزل دمای گازهای خروجی از اگزوز کاهش می‌یابند. افزایش مقدار بیودیزل در سوخت دیزل، باعث می‌شود تا مقدار اکسیژن در سوخت افزایش یابد و باعث کاهش دمای گازهای خروجی از اگزوز شود. نمودارهای شکل (۷) نشان می دهند که مقدار بار موتور در دورهای پایین تاثیر معنی داری بر دمای گازهای خروجی دارد ولی با افزایش دما این تاثیر کم می شود. زیرا با افزایش بار، لازم است برای رسیدن به دور اولیه لازم است سوخت بیشتری به موتور تزریق شود و این افزایش سوخت حرارت موتور را کاهش می‌دهد.

www.SID.ir

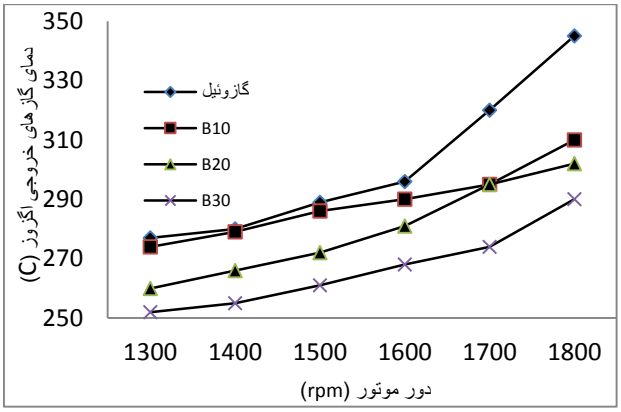
Archive of SID



الف: بار ۲۰۰ N.m



ب: بار ۲۵۰N.m



پ: بار ۳۰۰N.m

شکل ۷- دمای گازهای خروجی از اگزوز در سه بار

نتیجه‌گیری

مقایسه خصوصیات فیزیکی بیودیزل تهیه شده با خصوصیات فیزیکی گازوئیل نشان داد که در مجموع سوخت بیودیزل تهیه شده از زیتون تلخ به خصوصیات سوخت دیزل معمولی نزدیک بوده و این خصوصیات در محدوده استاندارد داده شده برای سوخت های دیزل هستند. سوخت بیودیزل دارای نقطه ابری شدن و نقطه ریزش بالاتری نسبت به سوخت دیزل است که می‌تواند در هوای سرد روشن کردن موتور را با مشکل روبرو کند. با مخلوط کردن بیودیزل با گازوئیل و آزمون آن در موتور دیزل، نشان داده شد که افزایش مقدار بیودیزل باعث کاهش گازهای آلاینده منوکسید کربن و هیدروکربن نسوخته و کاهش دمای گازهای خروجی و افزایش دی‌اکسید کربن و اکسید نیتروژن شد. افزایش دور موتور باعث افزایش مقادیر گازهای آلاینده منوکسید کربن، دی‌اکسید کربن و هیدروکربن نسوخته و دمای گازهای خروجی از اگزوز گردید. با افزایش دور موتور دیده شد که مقدار انتشار اکسید نیتروژن کاهش می‌یابد. همچنین افزایش در مقدار بار باعث افزایش مقدار گازهای منواکسید کربن، دی‌اکسید کربن و هیدروکربن‌های نسوخته و همچنین دمای گازهای خروجی گردید. افزایش بار موجب کاهش در میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن گردید. در مجموع آلایندگی

www.SID.ir

Archive of SID

سوخت بیودیزل کمتر از آلایندگی تولید شده توسط سوخت دیزل بود.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از اداره کل محیط زیست استان کرمان برای در اختیار گذاشتن دستگاهای اندازه گیری آلاینده سوخت و خصوصا آقای مهندسی افشار پور برای همکاری ایشان در اندازه گیری مواد آلاینده تشکر و قدردانی می‌شود.

REFRENCES

Adaileh, W. M. and AlQdah, K. S. 2012. Performance of diesel engine fuelled by a biodiesel extracted from a waste cocking oil. *Energy Procedia* (18): 1317 – 1334.

Anand, K. Sharma, R. P. and Mehta, P. S. 2008. Experimental investigations on combustion of jatropha methyl ester in a turbocharged direct-injection diesel engine. *Mechanical Engineering. D-J* ;(222): 1865e77.

Bhupendra Singh Chauhan, a. Naveen Kumar, a. and Haeng Muk Cho, b. 2012. A study on the performance and emission of a diesel engine fueled with Jatropha biodiesel oil and its blends. *Energy* (37): 616e622.

Cherng-Yuan, L. and Rong-Ji, L. 2009. Engine performance and emission characteristics of marine fish-oil biodiesel produced from the discarded parts of marine fish. *Fuel Processing Technology* (90): 883–888.

Dorado, M. P. Ballesteros, E. Arnal, J. M. Gomez, J. and Lopez, F. J. 2003. Exhaust emissions from a diesel engine fueled with transesterified waste olive oil. *Fuel*;82(11):1311e5.

Durbin, T. D. Collins, J. R. Norbeck, J. M. and Smith, M. R. 2000. Effects of biodiesel, biodiesel blends, and a synthetic diesel on emissions from light heavy-duty diesel Vehicles. *Environmental Science & Technology*; 34(3):349e55.

Heywood, J.B.1988. Internal Combustion engine Fundamentals, Mc Graw-Hill Book Company.

Malaya, L. C. Meher, S. N. Naik, L. and Das, M. 2008. Production of biodiesel from high free fatty acid Karanja (Pongamia pinnata) *oil, Biomass and Bioenergy* (32): 354-357.

Raheman, H. and Ghadge, S. V. 2008. Performance of diesel engine with biodiesel at varying compression ratio and ignition timing, *Fuel* (87): 2659–2666.

Zarandi, M., Ghazanfari Moghaddam, A. and Noorbakhsh, S. 2011. Invetigating and modelling peeling Persian lilac fruits using sodium hudroxide at different concentrations and temperatures. *Journal of Agricultural Engineering*, 34(1):57-64 (In Farsi).

www.SID.ir

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No.1/Spring2021/P:57-70
Archive of SID

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Biodiesel preparation by transesterification Persian lilac oil seeds and investigating the effects of utilizing it in a diesel engine on exhaust pollutants

Hosein Jam[1], Ahmad Ghazanfari Moghaddam[2] and Mohsen shamsi[3]

[1-2-3] Department of Mechanics of Biosystems, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

* Corresponding Author's Email: aghazanfari@uk.ac.ir

(Received: June. 24, 2021 – Accepted: July. 11, 2021)

ABSTRACT

Biodiesl is a renewable fuel that can be used alone or combined with diesel fuel in diesel engines. In this research biodiesel was synthesized using Persian lilac oil seeds. Biodiesel was purified by washing it with water and some of its physical properties was measured. Then it was mixed at 10, 20 and 30% proportion with regular diesel fuel and was tested in a four-cylinder diesel engine. The exhaust pollutants including CO, CO_2, unburned carbohydrates (HC), NOx and the temperature of the exhaust gases were determined at three engine loadings of 200, 250, and 300 N.m and at six engine speeds ranging from 1300 to 1800 rpm. The measured pollutants were compared with those obtained from a regular diesel fuel. The results indicate that with increase in the percentage of biodiesel the emission of CO and HC and the temperature of the exhaust gases decreased but the CO_2 and NOx emissions increased. By increasing the speed of the engine the emission of CO, CO_2, HC and the temperature of the exhaust gases increased but the amount of NOx deceased. Increase in the engine loading caused a decrease in NOx emission but other measured pollutant and the temperature of the exhaust gases increased.

Keywords: Exhaust Pollutants, Biodiesel, Transesterification, Persian lilac oil

www.SID.ir