تاثیر بیودیزل حاصل از روغن چربی طیور بر عملکرد موتور تراکتور

مالک باوفا[۱]، محمد طبسی زاده[۲]، عبدالعلی فرزاد[۲]، برات قبادیان[۳]، حسین عشقی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- به ترتیب استادیار و دانشیار، گروه ماشینهای کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس

۴- استاد، گروه شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در تحقیق حاضر سوخت بیودیزل از روغن چربی طیور به روش ترانس‌استریفیکاسیون تولید شده و سپس ویژگی‌های مهم بیودیزل تولیدی با استاندارد ASTM D-6751-09 مقایسه شد. پس از اطمینان از کیفیت لازم سوخت تولید شده، عملکرد موتور تراکتور MF-399 با استفاده از مخلوط های ۵ تا ۲۰ درصد دیزل- بیودیزل مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌ها نشان می دهند که توان و گشتاور موتور تحت آزمون با استفاده از این مخلوطها افزایش می یابند. دلیل این موضوع به خاطر بهسوزی بیودیزل به خاطر اثر اکسیژن دار بودن آن است. همچنین مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه بدلیل ارزش حرارتی و چگالی نزدیک بیودیزل به دیزل، به میزان اندکی افزایش یافته است. همچنین نتایج پژوهش نشان می دهد که مخلوط B_{20} مطلوب‌ترین عملکرد و کمترین افزایش مصرف سوخت ویژه را دارا است. بنابرین مخلوط B_{20} که بیودیزل تولیدی از منبع روغن چربی طیور باشد، برای استفاده در موتور تراکتور MF-399 پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: بیودیزل، ترانس استریفیکاسیون، چربی طیور، عملکرد، موتور.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، جهان وضعیت پرمخاطره‌ای را از لحاظ مصرف سوخت‌های فسیلی نظیر ذغال سنگ، روغن، گاز طبیعی و... تجربه کرده است، بطوری‌که ۸۰ درصد نیاز انرژی جهان از طریق همین منابع فسیلی تامین می شودکه ۵۸ درصد آن به تنهایی در بخش حمل و نقل مورد استفاده قرار می گیرد(Mrad *et al.*, 2012). بنابراین با افزایش تعداد موتورهای درون سوز، منابع فسیلی به سرعت رو به اتمام بوده و همچنین احتراق منابع فسیلی باعث آلودگی بیش از حد محیط زیست می

گردد. از این‌رو محققان زیادی در پی حل این مشکل قدم‌هایی برداشته‌اند. از جمله‌ی این راهکارها استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، شامل انرژی‌های خورشید، آب، باد، زمین گرمایی و زیست توده می باشد. یکی از منابع زیست توده بیودیزل است، که اکسیژن‌دار، غیر سمی، زیست دوست و تجزیه پذیر است(Qi *et al.*, 2010). بیودیزل متیل یا اتیل استر روغن‌ها است، که در اثر واکنش بین روغن با الکل در حضور کاتالیزور حاصل می شود و تشابه زیادی با دیزل شماره ۲ دارد. بیودیزل می تواند در موتورهای دیزل بصورت خالص و یا مخلوط با دیزل مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از بیودیزل بصورت خالص ممکن است لازم به تغییرات قابل ملاحظه‌ای در سیستم سوخت رسانی موتور بوده باشد اما استفاده از آن بصورت مخلوط با دیزل به تغییرات اساسی در موتور نیاز ندارد. لذا فقط می توان برای جلوگیری از اشتعال سریع، زمان پاشش را به تاخیر انداخت. با این توصیف امروزه در کشورهای پیشرفته استفاده از بیودیزل بعنوان یک سوخت پاک در بخش حمل و نقل روز به روز زیاد شده است.

یکی از منابع تولید بیودیزل چربی‌های حیوانی و طیور بوده که به کم‌ترین فرایند برای تبدیل به سوخت مناسب را دارا است (Qi *et al.*, 2010). بنابراین هزینه تولید سوخت بیودیزل حاصل از چربی طیور در مقایسه با روغن گیاهی خوراکی پایین است. همچنین برتری دیگر چربی طیور نسبت به روغن‌های گیاهی ارزش غذایی کمتر آن است. لذا به تشدید تورم در بخش غذا دامن نمی زند.

تحقیقات مختلفی در زمینه بررسی توان، گشتاور و مصرف سوخت با استفاده از بیودیزل و مخلوط آن با دیزل انجام شده است. لین و همکاران با استفاده از بیودیزل حاصل از روغن سویا، افزایش در مصرف سوخت ویژه و کاهش اندک بازده حرارت ترمزی موتور را گزارش کرده‌اند. آن‌ها افزایش مصرف سوخت ویژه را به ارزش حرارتی پایین بیودیزل نسبت دادند(Lin *et al.*, 2012). محققی از ترکیه با تولید بیودیزل از روغن پسماند ماهی کولی[1] و آزمایش دیزل- بیودیزل با مخلوط‌های B100, B75, B50, B25, B0 بر روی یک نوع موتور تک سیلندر نشان داد، توان موتور به مقدار اندکی کاهش یافته و مصرف سوخت ویژه ترمزی در مقایسه با دیزل شماره ۲ در مجموع به اندازه ٪۴/۹۶ افزایش یافته است که دلیل آن را به ارزش حرارتی پایین بیودیزل نسبت داده‌اند(Behçet, 2011). قودیگانور و همکاران با استفاده از مخلوط‌های بیودیزل حاصل از روغن پسماند ماهی و دیزل بر روی یک موتور سه سیلندر خطی به این نتیجه دست یافتند که B100 بیشترین مصرف ویژه سوخت نسبت به دیزل را دارد. در حالی‌که مصرف ویژه سوخت B20 نسبت به دیزل کمتر است(Godiganur *et al.*, 2010). قورو و همکاران با انجام آزمایش بر روی یک موتور تک سیلندر با استفاده از مخلوط ۱۰ درصد بیودیزل روغن چربی مرغ و ۹۰ درصد دیزل به این نتیجه دست یافتند که گشتاور موتور تغییرات معنی داری نداشته ولی مصرف ویژه سوخت مخلوط به اندازه ٪۵/۲ نسبت به دیزل خالص افزایش یافته است(Guru *et al.*, 2010).

[1] Anchovy

در هر حال، در سال‌های اخیر در ایران نیز تحقیقاتی پیرامون تولید و کاربرد سوخت بیودیزل آغاز گردیده است لیکن تاکنون به استفاده از مخلوط‌های سوخت دیزل و بیودیزل تولیدی از روغن طیور در موتورهای دیزل مبادرت نشده است. از این رو مقاله حاضر به این موضوع اختصاص یافته است.

مواد و روش ها

از جمله روش‌هایی که برای تولید بیودیزل به کار می رود شامل ۱- پیرولیز ۲- میکروامولسیون ۳- ترانس‌استریفیکاسیون می باشد. که از میان این‌ها روش ترانس‌استریفیکاسیون بدلیل ساده بودن فرآیند تولید بیودیزل، اکسیژن دار بودن سوخت و همچنین به خاطر بالاترین بازده تولید بیشترین کاربرد را دارد(Ghobadian and Khatamifar, 2006).

به منظور انجام آزمایش تولید بیودیزل با استفاده از روش ترانس‌استریفیکاسیون، ابتدا روغن چربی طیور از آب و مواد زائد خالص سازی شده. سپس با استفاده از روش تیتراسیون اسید چرب آزاد آن اندازه گیری گردید. مقدار اسید چرب آزاد روغن به ۳۵/۸۲ mgKOH/g رسید. با توجه به اینکه اسید چرب آزاد بالا باعث کند شدن واکنش شیمیایی بین روغن و الکل شده و همچنین جداسازی متیل استر و گلیسیرین را با مشکل مواجه می سازد، لذا با استفاده از سولفات آهن[1] که یک واکنشگر اسیدی است، میزان اسید چرب آزاد روغن به کمتر از ۱٪ تقلیل یافت. سپس مخلوط الکل و واکنشگر به روغن اضافه شده و مخلوط جدید در دمای ۶۰ °C به مدت ۹۰ دقیقه و با سرعت هم زنی ۳۰۰ دور بر دقیقه به انجام واکنش ادامه داد. بعد از اتمام واکنش ترانس‌استریفیکاسیون، ۹۶ ساعت به مخلوط فرصت داده شد تا استر اسید چرب از گلیسیرین جدا شود. بیودیزل بدست آمده ابتدا بوسیله آبشویی خالص‌سازی شد. سپس با استفاده از حرارت، آب اضافی از آن خارج گردید. از گلیسیرین حاصل نیز می توان بعنوان مواد اولیه در مصارف آرایشی و بهداشتی استفاده نمود. الکل مورد استفاده در این واکنش متانول بوده زیرا الکل متانول دارای خواص فیزیکی و شیمیایی بهتری نسبت به سایر الکل‌ها داشته و نیز به نسبت ارزان است(Zenouzi *et al.*, 2008). همچنین واکنشگری که در این واکنش مورد استفاده قرار گرفت، واکنشگر بازی بنام پتاسیم هیدروکسید[2] بود زیرا واکنشگرهای بازی نسبت به واکنشگرهای اسیدی و آنزیمی فعال‌تر بوده و بازدهی بالاتری دارند.

ویژگی‌های مهم سوخت بیودیزل از جمله گرانروی سینماتیک، چگالی، نقطه اشتعال، نقطه ریزش، نقطه ابری شدن پس از اندازه گیری با استاندارد آمریکایی ASTM D-6751-09 مقایسه شد که با آن مطابقت داشت. در جدول ۱ خصوصیات بیودیزل تولید شده همراه با استاندارد مربوط مشاهده می شود.

[1]- $Fe_2(So_4)_3$
[2]-KOH

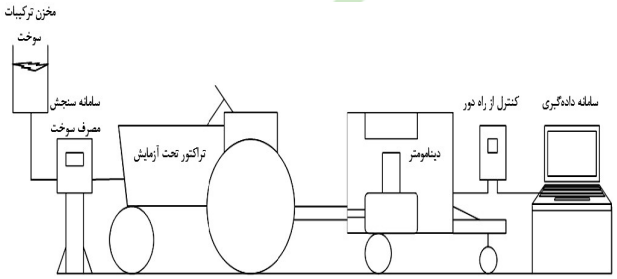
جدول ۱- ویژگیهای بیودیزل تولید شده به همراه استاندارد های ASTM.

Table 1. Properties of produced biodiesel based on ASTM standards.

واحد unit	دیزل diesel	بیودیزل biodiesel	حدود مجاز Allowable limit	روش استاندارد آزمون (ASTM) Test standard method	خصوصیات properties
MJ/kg	42.2	40.5	-	D-240	ارزش حرارتی heating value
°C	62.7	153.2	Min 130	D-92	نقطه اشتعال Flash point
mm^2/s	2.52	4.7380	1.9-6	D-445	گرانروی سینماتیک در 40°C Kinematic viscosity at 40°C
°C	-3	-1	Min -7	D-2500	نقطه ابری شدن Cloud point
°C	-21	-5	Min -10	D-97	نقطه ریزش Pour point
g/cm3	0.820	0.8607	Max 0.9	D-4052	چگالی Density

پس از اطمینان از ویژگی‌های کیفی سوخت بیودیزل تولید شده، مخلوطهای حجمی دیزل- بیودیزل با ترکیب های B_0، B_5، B_{10}، B_{15}، B_{20} تهیه گردید. از هر نمونه به اندازه ۶ لیتر انتخاب شد تا آزمایش‌ها با دقت کافی انجام شوند.

بعد از آماده سازی مخلوطهای سوخت، تراکتور و وسایل اندازه گیری توان، گشتاور و مصرف سوخت برای شروع داده برداری در وضعیت مناسب قرار گرفتند. شماتیک روابط سامانه سنجش سوخت، تراکتور، دینامومتر و سیستم داده گیری در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- شماتیک روابط سامانه سنجش سوخت، تراکتور، دینامومتر و سامانه داده گیری.

Fig.1. Schematic of fuel measurement, tractor, dynamometer and data measurement

Systems.

برای اندازه گیری توان و گشتاور موتور تراکتور MF-399 از دینامومتر مدل Σ5 ساخت شرکت NJ-FROMENT موجود در آزمایشگاه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه تربیت مدرس در تهران استفاده شد، که بصورت مغناطیسی توان و گشتاور را اندازه می گیرد (شکل۲).

شکل۲– دینامومتر مدل Σ5 ساخت شرکت NJ-FROMENT.

Figure.2. Σ5 model dynamometer manufactured by NJ-FROMENT.

دینامومتر از طریق محور توانده‌ی به تراکتور وصل و گشتاور و توان آن اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه مقداری افت توان در مسیر انتقال توان از موتور به محور توانده‌ی وجود دارد و همچنین تغییر گشتاور خروجی محور توانده‌ی در اثر تغییرات نسبت چرخدنده‌ای در مسیر انتقال توان، می توان با تقسیم کردن توان اندازه گیری شده به ضریب افت توان در مسیر انتقال نیرو، توان سر میل لنگ موتور را محاسبه نمود. در مورد گشتاور نیز می توان گشتاور بدست آمده را به نسبت تغییرات دور موتور در محور توانده‌ی تقسیم کرده و در نهایت گشتاور موتور تعیین می شود. نسبت دور موتور به دور محور توانده‌ی، ۱/۹ به ۱ بوده و ضریب افت توان نیز ۱۴/۷۵٪ می باشد. در جدول ۲ مشخصات موتور تراکتور MF-399 ارائه شده است.

جدول ۲- مشخصات موتور تراکتور MF-399

Table 2. MF-399 tractor motor Specifications

مدل **Model**	**Perkins A6354**
کارخانه سازنده Manufacturer Factory	شرکت موتور سازان
تعداد سیلندر No. cylinder	6
کورس سیلندر cylinder Step	127mm
قطر پیستون cylinder Diagonal	98.6mm
حجم سیلندر cylinder Volume	5.8lit
ترتیب احتراق Ignition arrangement	1,5,3,6,2,4
حداکثر توان در 2300rpm max Power at 2300rpm	110hp(82kW)
حداکثر گشتاور در 1300rpm max torque at 2300rpm	376Nm

برای اندازه گیری مصرف سوخت از جریان سنج FTO ساخت شرکت FLOWTECH آمریکا استفاده شده که محدوده اندازه گیری آن ۳۷ml/min تا ۱۵۱۳ml/min می باشد(شکل ۳).

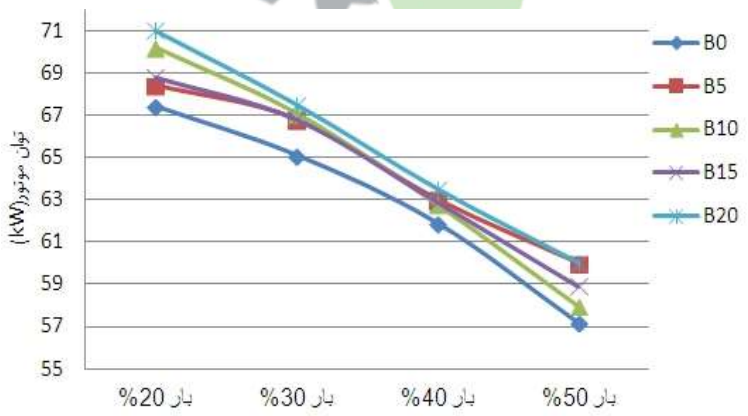
شکل۳- جریان سنج FTO ساخت شرکت FLOWTECH آمریکا

Figure.3. FTO Flow Meter manufactured by American FLOWTECH Company

روش استفاده از جریان سنج FTO بدین صورت است که در مسیر خروجی مخزن سوخت و در ورودی پمپ اولیه قرار می گیرد و با جریان یافتن مخلوط از داخل جریان سنج، مصرف سوخت بر حسب میلی لیتر بر دقیقه محاسبه می شود. با توجه به اینکه مسیر برگشت سوخت به داخل مخزن در اندازه گیری مصرف سوخت اختلال ایجاد می نماید، مسیر برگشت به داخل یک مخزن فرعی هدایت شد. با اندازه گیری مقدار سوخت برگشتی در زمان مشخص و کم کردن آن از مقدار خوانده شده مصرف سوخت واقعی بدست می آید. همچنین با افزودن بیودیزل به سوخت دیزل چگالی ترکیب تغییر می کند، بنابرین در هر دوره کاری، جریان سنج کالیبره شد.

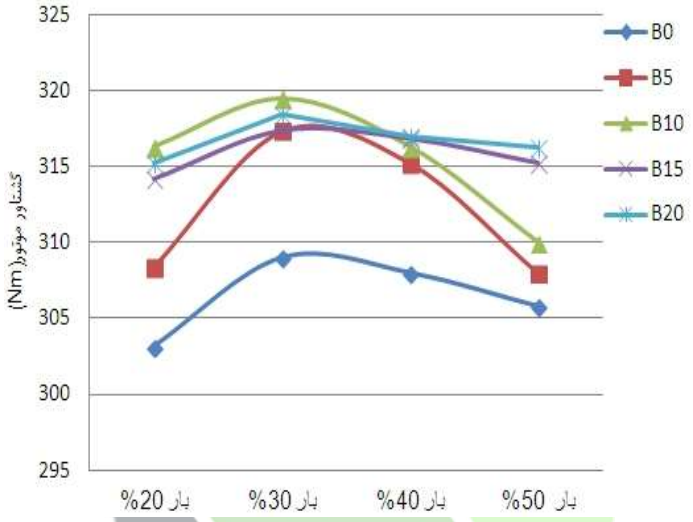
نتایج و بحث

آزمایش با مخلوطهای صفر تا ۲۰ درصد بیودیزل بر روی موتور تراکتور MF-399 انجام شد. همچنین بار در چهار مرحله بر روی موتور اعمال شده که در آن دور موتور از ۱۹۰۰ دور بر دقیقه به ترتیب به ۱۸۰۵، ۱۷۱۰، ۱۶۱۵ و ۱۵۲۰ دور بر دقیقه کاهش یافت. با استفاده از شکل‌های (۴ و ۵) به ترتیب مربوط به هیستوگرام داده‌های توان و گشتاور، به سادگی می توان دریافت، برای تمامی مخلوطها بیشترین توان موتور در اولین مرحله بارگذاری (بار ۲۰٪) و بیشترین گشتاور موتور در دومین مرحله بارگذاری (بار ۳۰٪) حاصل شده است. در دورهای پایین که بیشترین بار بر موتور اعمال می شود، تفاوت مقادیر توان-های تمام مخلوطهای بیودیزل نسبت به دیزل خالص در مقایسه با مقادیر آن در بی باری قابل محسوس است. علت امر این است که در بارهای بالا مصرف سوخت افزایش یافته و مخلوط سوخت و هوا غنی‌تر می شود. با غنی‌تر شدن مخلوط درصد بیودیزل بالا رفته و این اتفاق با افزایش اکسیژن در مخلوط رابطه مستقیم داشته و ویژگی بهسوزی را به مخلوط می بخشد. در نتیجه، توان تولیدی زیاد می شود.



شکل۴– رابطه بارهای مختلف کاری و توان موتور در مخلوطهای مختلف سوخت بیودیزل و دیزل.

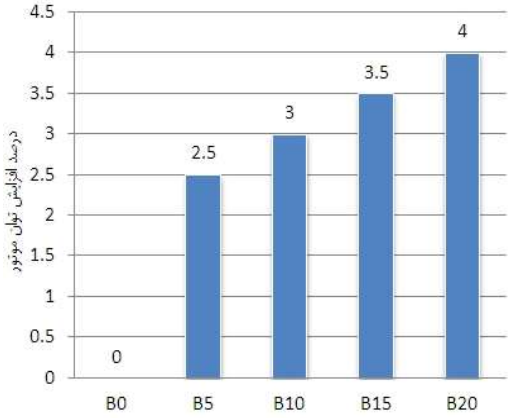
Fig.4. The various loads and engine power for different combinations of biodiesel and diesel.



شکل۵– رابطه بارهای مختلف کاری و گشتاور موتور در ترکیبات مختلف سوخت بیودیزل و دیزل.

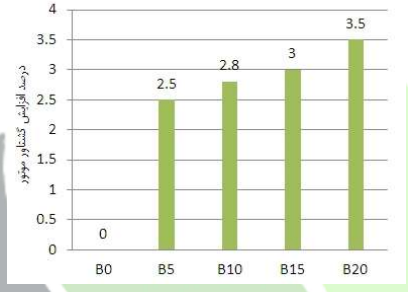
Fig.5. The various loads and engine toque for different combinations of biodiesel and diesel.

در شکل‌های (۶ و ۷) به ترتیب نمودار درصد افزایشی توان و گشتاور موتور با استفاده از مخلوط‌های بیودیزل نسبت به دیزل مشاهده می شود. با افزایش مقدار بیودیزل در مخلوط، توان و گشتاور موتور نیز زیاد شده است. بعنوان مثال در مخلوط B_{05} مقدار افزایش توان ۲/۵٪ بوده ولی در مخلوط B_{20} مقدار افزایش توان ۴٪ است. در مورد گشتاور نیز این روند حاکم است. در مخلوط B_{05} افزایش گشتاور به مقدار ۲/۵٪ بوده در حالی‌که در مخلوط B_{20} این افزایش به ۳/۵٪ می رسد. دلیل این امر وجود اکسیژن در بیودیزل است که با افزایش سهم بیودیزل در مخلوطها میزان اکسیژن موجود در مخلوط نیز افزایش یافته و ویژگی بهسوزی مخلوط بالا می رود. در نتیجه توان تولیدی توسط موتور افزایش می یابد. اما از طرف دیگر باید ارزش حرارتی بیودیزل و دیزل را نیز در نظر گرفت. از آنجا که ارزش حرارتی سوخت‌های با پایه چربی طیور به مقدار اندکی پایین‌تر از دیزل است، امکان دارد برای مخلوطهای با بیودیزل بالا در حدود ۵۰٪ بیودیزل نیز این روند افزایش توان و گشتاور صادق باشد.



شکل۶- درصد افزایش توان موتور در مخلوطهای سوخت بیودیزل و دیزل.

Fig.6 Increase percentage of engine power for different combinations of biodiesel and diesel.

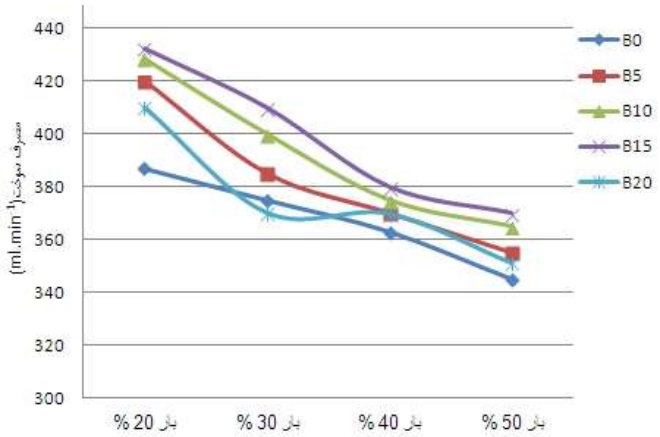


شکل۷- درصد افزایش گشتاور موتور در مخلوطهای سوخت بیودیزل و دیزل.

Fig.7 Increase percentage of engine torque for different combinations of biodiesel and diesel.

با توجه به اینکه چگالی بیودیزل در مقایسه با دیزل بیشتر بوده و با ارسال سوخت از طریق پمپ انژکتور در هر وعده کاری مقداری بیشتری از مخلوط بیودیزل نسبت به دیزل خالص به محفظه احتراق وارد می شود، لذا مصرف سوخت افزایش می یابد. همچنین از آنجا که ارزش حرارتی بیودیزل نسبت به دیزل کم‌تر است، بنابرین در صورت استفاده از مخلوطهای بیودیزل، جرم بیشتری از مخلوطها باید نسبت به دیزل استفاده شود تا همان انرژی تولید گردد. شکل ۸ رابطه بین درصد بارگذاری و مصرف سوخت موتور در مخلوطهای مختلف بیودیزل و دیزل را نشان می دهد. برای تمامی مخلوطها با افزایش بار مصرف سوخت کاهش می یابد. همچنین با افزایش سهم بیودیزل در مخلوطها،

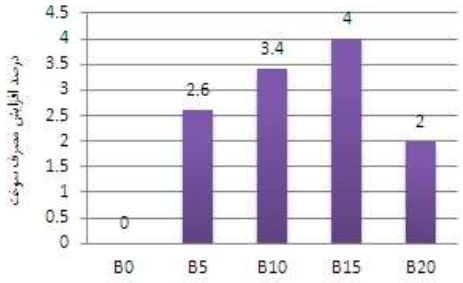
مصرف سوخت افزایش و سپس در B_{20} کاهش یافته است. علت این امر می تواند وجود حالت مطلوب از نظر گرانروی و چگالی مخلوط بین سوخت بیودیزل و دیزل و بهبود شرایط احتراق در B_{20} باشد(Saeidi-Nichran *et al.*, 2010).



شکل۸– رابطه مصرف سوخت موتور تراکتور با بارهای مختلف کاری در مخلوطهای سوخت بیودیزل و دیزل.

Fig.8. The loads and engine fuel consumption for different combinations of biodiesel and diesel.

شکل ۹ درصد افزایش مصرف سوخت موتور تراکتور را در مخلوطهای مختلف بیودیزل و دیزل را نسبت به دیزل خالص نشان می دهد. در تمامی مخلوطها درصد مصرف سوخت نسبت به دیزل خالص افزایش یافته است. مخلوط B_{20} کم‌ترین افزایش مصرف سوخت را نسبت به سایر مخلوطها دارا است. بنابراین مخلوط B_{20} به لحاظ کمینه مصرف سوخت به عنوان مخلوط بهینه برای استفاده در موتور تراکتور MF-399 پیشنهاد می شود.



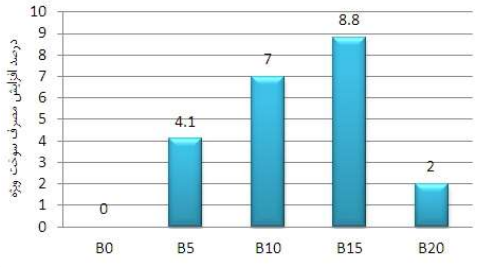
شکل۹– درصد افزایش مصرف سوخت موتور تراکتور در مخلوطهای سوخت بیودیزل و دیزل.

Fig.9 Increase percentage of engine fuel consumption at different combinations of biodiesel and diesel.

در افزایش و یا کاهش مصرف ویژه سوخت موتور دو عامل چگالی و توان تولیدی توسط موتور بیشترین تاثیر را دارند بطوری‌که با چگالی رابطه مستقیم و با توان رابطه معکوس دارد. بنابرین برای کاهش مصرف ویژه سوخت باید مخلوطی انتخاب گردد که توان تولیدی بواسطه بهسوزی بهتر سوخت بیشتر بوده و همچنین چگالی مناسبی داشته باشد. لذا مخلوط بیودیزل و دیزل به خاطر بهسوزی بهتر بیودیزل و چگالی پایین دیزل می تواند گزینه مناسبی برای استفاده در موتورهای دیزل باشد.

$$SFC\left(\frac{g}{KW.h}\right)=\frac{\text{مصرف سوخت}(ml.min^{-1})\times\text{چگالی}(g.cm^{-3})\times 60}{\text{توان}(kW)}$$

در شکل ۱۰ درصد افزایش مصرف ویژه سوخت موتور در مخلوطهای مختلف بیودیزل نشان داده شده است. با افزایش سهم بیودیزل در مخلوط تا B_{15}، مصرف ویژه سوخت به خاطر افزایش چگالی و همچنین افزایش اندک توان تولیدی، روند صعودی داشته است اما با افزایش درصد بیودیزل در مخلوطهای تا B_{20}، افزایش توان تولیدی بر افزایش چگالی سوخت غلبه کرده در نتیجه مصرف ویژه سوخت نسبت به سایر مخلوطها کم شده است. لذا مخلوط B20 از لحاظ کمینه بودن مصرف ویژه سوخت و بعنوان سوخت مصرفی در تراکتورها و سایر ماشین‌های دیزلی معرفی می شود.



شکل ۱۰- درصد افزایش مصرف ویژه سوخت موتور تراکتور در ترکیب های سوخت بیودیزل و دیزل.

Fig.10. Increase percentage of engine specific fuel consumption at different combinations of biodiesel and diesel.

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق عملکرد تراکتور MF-399 با استفاده از بیویدزل(متیل استر) روغن چربی طیور و دیزل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مخلوط B_{20} در مجموع بیشترین افزایش توان و گشتاور و کم‌ترین افزایش مصرف سوخت و مصرف ویژه سوخت را نسبت به سایر مخلوط دارد. بنابراین با تولید این نوع بیودیزل بصورت انبوه، می توان از مخلوط B_{20} علاوه بر تراکتور در سایر ماشین‌های دیزلی سنگین استفاده نمود.

منابع

1. Gomes, M. C. S., P. A. Arroyo, and N. C. Pereira. 2011. Biodiesel production from degummed soybean oil and glycerol removal using ceramic membrane. Journal of Membrane Science 378: 453– 461.

2. Jørgensen, A., P. Bikker, and I. T. Herrman. 2012. Assessing the greenhouse gas emissions from poultry fat biodiesel. Journal of Cleaner Production 24 85-91.

3. Najafi, B. 2012. Artificial neural networks used for the prediction of the diesel engine performance and pollution of waste cooking oil biodiesel. Modares Mechanical Engineering 4: 11-20.

4. Öner, C., and s. Altun. 2009. Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine. Applied Energy 86: 2114–2120.

5. Rostami, S., L. Savadkoohi, B. Ghobadian, and R. Ebrahimi. 2011. Experimental Investigation of Effect of Injection Pressure on Performance of a Diesel Engine Using Blends of Biodiesel and Diesel. 21.

6. Guru, M., A. Koca, O. Can, C. Çınar, and F. S. ahin. 2010. Biodiesel production from waste chicken fat based sources and evaluation with Mg based additive in a diesel engine. Renewable Energy 35: 637–643.

7. Sabet-Sarvestani, N., A. Farzad, E. Ebrahimnia-Bajestan, M. Mir, and M. H. Aghkhani. 2012. Performance and Emission Analysis of waste cooking Oil Methyl Ester In a Diesel Engine. VII Congreso Nacional agriculture machinary and mechanization engineering

8. Tahvildari, K., and M. A. Amani. 2009. Preparation of biodiesel from safflower oil and study of its 20% mixture whit diesel fuel.

9. Ushakov, S., H. Valland, and V. Æsøy. 2013. Combustion and emissions characteristics of fish oil fuel in a heavy-duty diesel engine. Energy Conversion and Management 65: 228–238.

10. Yahyaee, R., B. Ghobadian, and G.Najafi. 2013. Waste fish oil biodiesel as a source of renewable fuel in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews 17.

11. Altun, S., H. Bulut, and C. Oner. 2088. The comparison of engine performance and exhaust emission characteristics of sesame oil–diesel fuel mixture with diesel fuel in a direct injection diesel engine. Renewable Energy 33: 1791–1795.

12. Behçet, R. 2011. Performance and emission study of waste anchovy fish biodiesel in a diesel engine. Fuel Processing Technology 92: 1187–1194.

13. Chen, L., T. Liu, W. Zhang, X. Chen, and J. Wang. 2012. Biodiesel production from algae oil high in free fatty acids by two-step catalytic conversion. Bioresource Technology 111: 208-214.

14. Fazal, M. A., A. S. M. A. Haseeb, and H. H. Masjuki. 2011. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15: 1314–1324.

15. Ghobadian, B., and M. Khatamifar. 2006. biodiesel fuel prodoction using trasesterification of waste vegetable oils. engine research 8: 24-35.

16. Godiganur, S., C. S. Murthy, and R. P. Reddyc. 2010. Performance and emission characteristics of a Kirloskar HA394 diesel engine operated on fish oil methyl esters. Renewable Energy 35: 355–359.

17. Lin, C., L. Tianzhong, Z. Wei, C. Xiaolin, and W. Junfeng. 2012. Biodiesel production from algae oil high in free fatty acids by two-step catalytic conversion. Bioresource Technology 111: 208-214.

18. Mrad, N., E. G. Varuvel, M. Tazerout, and F. Aloui. 2012. Effects of biofuel from fish oil industrial residue e Diesel blends in diesel engine. Energy 44: 955-963.

19. Najafi, B. 2011. Ethyl ester animal fat production process as biodiesel fuel The 5th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering, Tehran, Iran.

20. Qi, D. H., H. Chen, L. M. Geng, and Y. Z. Bian. 2010. Experimental studies on the combustion characteristics and performance of a direct injection engine fueled with biodiesel/diesel blends. Energy Conversion and Management 51: 2985–2992.

21. Saeidi-Nichran, M. R., B. ghobadian, and G. Najafi. 2010. experimental study of the performance parameters of a diesel engine using biodiesel fuel. engine research 16.

22. Zenouzi, A., B. Ghobadian, T. T. Hashjin, M. Feyzolahnejad, and H. Bagherpour5. 2008. Effect of Waste Oil Methyl Ester on Tractor Engine Performance. Modares Mechanical Engineering 2.

Effect of poultry fat oil biodiesel on tractor engine performance

Abstract

In this research, biodiesel was initially produced from poultry fat oil by transesterification reaction. The main properties of the fuel were compared with the ASTM D-6751-09 standard. then, performance of MF-399 tractor engine was tested and evaluated by using 5 to 20 percent biodiesel and diesel blends. Test results showed that, the power and torque of MF-399 tractor engine were increased, using biodiesel and diesel blends. This is because of good combustion of biodiesel due to high oxygen content of the fuel. There was also a slight increase in the fuel consumption and specific fuel consumption of biodiesel and diesel blends due to slight low calorific value and density of biodiesel. Results show that the B20D80 blend has the best performance and the lowest increase in specific fuel consumption among the other blends. Therefore, if the goal is using high amount of biodiesel, B_{20} blend is recommended for use in MF-399 tractor engine.

Keyword: biodiesel, engine, performance, poultry fat, transesterification.