



تأثیر متیل استر روغن چربی طیور بر آلاینده های خروجی اگزوز یک موتور دیزل

مالک باوفا^۱، محمد طبسی زاده^{۲*}، عبدالعلی فرزاد^۳، برات قبادیان^۴، حسین عشقی^۵

گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه های فردوسی مشهد و تربیت مدرس تهران

*محمد طبسی زاد: tabasizadeh@um.ac.ir

چکیده

در تحقیق حاضر سوخت بیودیزل از روغن چربی طیور به روش ترانس استریفیکاسیون تولید و سپس خصوصیات مهم آن با استاندارد ASTM D-6751 مقایسه گردید. پس از اطمینان از کیفیت لازم سوخت تولید شده، آلاینده های خروجی موتور ۶ سیلندر پرکینز با استفاده از ترکیب های ۵ تا ۲۰ درصد بیودیزل-دیزل و تحت ۴ مرحله بارگذاری، مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایشها نشان می دهد با استفاده از این ترکیبات میزان انتشار آلاینده های مونواکسیدکربن (CO)، هیدروکربن های نسوخته (UHC) و کدری دود به مقدار قابل توجهی کاهش ولی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) نسبت به دیزل خالص افزایش یافته است. در این میان مخلوط B₂₀ با بیشترین کاهش نسبت به دیزل خالص در انتشار آلاینده های مونواکسیدکربن، هیدروکربن های نسوخته و کدری دود و مخلوط B₅ با کمترین افزایش نسبت به دیزل خالص در انتشار آلاینده های اکسیدهای نیتروژن و به عنوان ترکیب های بهینه شناخته شدند.

واژه های کلیدی: زیست توده، بیودیزل، اسیدچرب آزاد، موتور ۶ سیلندر پرکینز و آلاینده گی

۱- مقدمه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس

۵- ستاد، گروه شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد



پنجمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه علم و صنعت ایران - بهمن ماه ۱۳۹۲



در دهه‌های اخیر، جهان وضعیت پرمخاطره‌ای را از لحاظ مصرف سوخت‌های فسیلی نظیر نفت، ذغال سنگ، گاز طبیعی و... تجربه کرده است. بطوریکه ۸۰ درصد نیاز انرژی جهان از طریق همین منابع فسیلی تامین می‌شود. که ۵۸ درصد آن به تنهایی در بخش حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد [9]. 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 می‌گردد. از اینرو محققان زیادی در پی حل این مشکل قدم‌هایی برداشته‌اند. از جمله‌ی این راه کارها استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، شامل انرژی‌های خورشیدی، آب، باد، زمین گرمایی و زیست توده می‌باشد. یکی از منابع زیست توده بیودیزل است، که اکسیژن دار، غیر سمی، زیست دوست و تجزیه پذیر است [7]. نام بیودیزل اولین بار در آمریکا در سال ۱۹۹۲ به وسیله شورای توسعه بین المللی دیزل سوی^۱ که هم اکنون به نام شورای بین المللی بیودیزل^۲ نامیده می‌شود تعیین شد. این موسسه در تجاری کردن بیودیزل در آمریکا پیشقدم می‌باشد. بیودیزل متیل یا اتیل استر روغن‌ها است، که در اثر واکنش بین روغن با الکل در حضور کاتالیزور حاصل می‌شود، که تشابه زیادی با دیزل شماره ۲ دارد. بیودیزل می‌تواند در موتورهای دیزل بصورت خالص و یا ترکیب با دیزل مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از بیودیزل بصورت خالص، لازم به تغییرات اساسی در سیستم سوخت رسانی موتور بوده اما استفاده از آن بصورت ترکیبی با دیزل به تغییرات اساسی در موتور نیست. لذا فقط می‌توان برای جلوگیری از اشتعال سریع، زمان پاشش را به تاخیر انداخت. با این توصیف امروزه در کشورهای پیشرفته استفاده از بیودیزل بعنوان یک سوخت پاکیزه 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 داراست [7]. بنابراین هزینه تولید سوخت بیودیزل حاصل از چربی طیور در مقایسه با دیزل پایین است. همچنین برتری دیگر چربی طیور نسبت به روغن‌های گیاهی ارزش غذایی کمتر آن است. لذا به تشدید تورم در بخش غذا دامن نمی‌زند. مصارف عمده چربی طیور بیشتر در کارخانجات تولید مواد بهداشتی از جمله صابون و مایع دستشویی است. در این نوع مصارف، چربی پس از تبدیل به روغن از طریق کراکینگ حرارتی (پیرولیز)، بصورت مواد اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با تولید بیودیزل از چربی طیور نه تنها مواد اولیه مصارف بهداشتی مورد تهدید قرار نمی‌گیرد بلکه گلیسیرینی که همزمان با بیودیزل از روغن حاصل می‌شود، می‌تواند یک جایگزین بهتر از روغن چربی طیور در مصارف بهداشتی باشد.

تحقیقات مختلفی در زمینه بررسی آلاینده‌های خروجی موتورهای اشتعال تراکمی با استفاده از سوخت بیودیزل و ترکیب آن با دیزل انجام شده است. آلتون و همکاران تاثیر ترکیب ۵۰٪ حجمی روغن کنجد و دیزل را بر روی آلاینده‌های خروجی یک نوع موتور تک سیلندر اشتعال تراکمی مورد مطالعه قرار دادند. آنها مشاهده کردند که در ترکیب روغن کنجد و دیزل نسبت به دیزل خالص، CO به مقدار قابل توجهی کاهش در حالیکه NO_x اندکی افزایش یافته است. آنها به این مورد نیز اشاره کردند که نمی‌توان از روغن کنجد به خاطر قیمت بالای آن در موتورهای دیزلی استفاده نمود [13]. در تحقیق دیگری که آلاینده‌های خروجی یک موتور دیزل با پاشش مستقیم را با استفاده از ترکیبات دیزل-بیودیزل حاصل از روغن پسماند ماهی کولی^۳ بررسی شده است. آنها در این تحقیق به این نتیجه دست یافتند که تمامی ترکیبات بیودیزل میزان انتشار آلاینده‌های CO، HC و CO₂ نسبت دیزل خالص پایین بوده است. ولی میزان انتشار NO_x با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب زیاد شد. این مقدار افزایشی در حدود ۲۹/۳۷٪ نسبت به دیزل بوده است [14]. قورو و همکاران با بررسی تاثیر ترکیب ۱۰٪ بیودیزل روغن چربی پسماند مرغ و افزودنی منیزیم با پایه ارگانیک و همچنین دیزل خالص بر روی آلاینده‌های یک نوع موتور دیزل تک سیلندر با پاشش مستقیم

1-National SoyDiesel Development Board

2-National Biodiesel Board

3-Anchovy

به این نتیجه دست یافتند که آلاینده های CO و دوده به ترتیب به میزان ۱۳٪ و ۹٪ کاهش و آلاینده NO_x به مقدار ۵٪ افزایش یافته است [12]. ثابت سروستانی با آنالیز آلاینده های خروجی موتور اشتعال تراکمی با استفاده از ترکیبات متیل استر روغن های خوراکی پسماند- دیزل به این نتیجه رسیدند که دمای گازهای خروجی از محفظه احتراق با افزایش بیودیزل در ترکیب تا ۳۵٪ افزایش و سپس با افزایش بیشتر کسر حجمی بیشتر بیودیزل، کاهش می یابد. همچنین ایشان به این نتیجه دست یافتند که استفاده از مخلوط های بیودیزل و گازوئیل نسبت به گازوئیل خالص باعث کاهش کدروی دود و گازهای سمی مونوکسید کربن و اکسید های نیتروژن شده است [1]. مرد و همکاران تاثیر ترکیبات بیودیزل روغن ماهی- دیزل (B₀, B₂₀, B₄₀, B₁₀₀) را بر روی میزان آلاینده های یک نوع موتور دیزل تک سیلندر با پاشش مستقیم که هوا خنک می باشد را بررسی کردند. آنها گزارش دادند با افزایش درصد بیودیزل در ترکیب، میزان انتشار آلاینده NO_x افزایش و آلاینده های CO، HC و ذرات ریز کاهش یافته است. همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که در B₄₀ کمترین انتشار ذرات ریز مشاهده شده است [9].

در هر حال، در سال های اخیر در ایران نیز تحقیقاتی پیرامون تولید و کاربرد سوخت بیودیزل آغاز گردیده است لیکن تاکنون به استفاده از مخلوط های 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.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مشخصات سوخت بیودیزل

از جمله روش هایی که برای تولید بیودیزل به کار می رود شامل ۱- پیرولیز ۲- میکرومولسیون ۳- ترانس استریفیکاسیون می باشد. که از میان اینها روش ترانس استریفیکاسیون بدلیل ساده بودن فرآیند تولید بیودیزل، اکسیژن دار بودن سوخت و همچنین به خاطر بالاترین بازدهی بیشترین کاربرد را دارد [18].

سوخت بیودیزل حاصل از چربی پسماند طیور به لحاظ کمتر بودن هزینه تولید نسبت به روغن های گیاهی به عنوان یکی از منابع اقتصادی می باشد. به همین منظور در آزمایشگاه بیودیزل گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد جهت تولید بیودیزل، ابتدا چربی طیور به روش پیرولیز به روغن تبدیل شده و ناخالصی ها و رطوبت موجود در آن با استفاده فیلتراسیون و جاذب رطوبتی سولفات منیزیم^۱ در چندین مرحله حذف گردید. به منظور انجام آزمایش ترانس استریفیکاسیون^۲، ابتدا با استفاده از روش تیتراسیون^۳ اسید چرب آزاد روغن اندازه گیری شد. 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 گلیسرین را با مشکل مواجه می سازد، لذا در مرحله استریفیکاسیون با استفاده از سولفات آهن^۴، عدد اسیدی روغن به کمتر از ۱٪ تقلیل یافت. در مرحله ترانس استریفیکاسیون روغن استری شده با مخلوطی از الکل متانول و پتاسیم هیدروکسید در دمای ۶۰ °C به مدت ۹۰ دقیقه و با سرعت هم زنی ۳۰۰ دور بر دقیقه واکنش داده و محصول اصلی واکنش، بیودیزل (به رنگ زرد روشن)، از گلیسرین (به رنگ تیره) با استفاده از قیف دکانتور جدا شد. بیودیزل بدست آمده ابتدا بوسیله آبشویی از گلیسرین، الکل، صابون و کاتالیزور

1- MgSO₄

2- Transesterification

3 - Titration

4- Fe₂(SO₄)₃

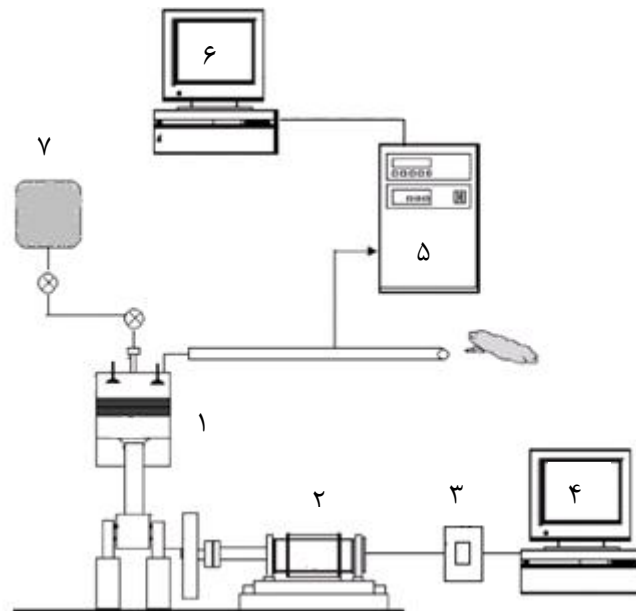
خالص شده سپس با استفاده از حرارت، آب اضافی از آن خارج شد. خصوصیات مهم بیودیزل پس از اندازه گیری با استاندارد آمریکایی ASTM D-6751 مقایسه شد که با آن مطابقت لازم را داشت. در جدول ۱ خصوصیات بیودیزل تولید شده همراه با استاندارد مربوط مشاهده می شود.

جدول ۱- خصوصیات بیودیزل تولید شده به همراه استاندارد های ASTM

واحد	دیزل	بیودیزل	حدود مجاز	استاندارد آزمون (ASTM)	خصوصیات
MJ.kg ⁻¹	۴۲/۲	۴۰/۵	-	D-240	ارزش حرارتی
°C	۶۲/۷	۱۵۳/۲	حداقل ۱۳۰	D-92	نقطه اشتعال
mm ² .s ⁻¹	۲/۵۲	۴/۷۳۸۰	۶-۱/۹	D-445	گرانروی سینماتیک در ۴۰°C
°C	-۳	-۲	حداقل -۷	D-2500	نقطه ابری شدن
°C	-۲۱	-۵	حداقل -۱۰	D-97	نقطه ریزش
g.cm ⁻³	۰/۸۲۰	۰/۸۶۰۷	حداکثر ۰/۹	D-4052	چگالی

۲-۲- تجهیزات آزمایشگاهی

بعد از آماده سازی ترکیبات سوخت، موتور، دینامومتر و دستگاه آنالیز دود برای شروع داده برداری در وضعیت مناسب قرار گرفتند. طرحواره موتور، دینامومتر، دستگاه آنالیز دود و سیستم های داده گیری در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- طرحواره تجهیزات آزمایشگاهی: ۱- موتور تحت آزمایش ۲- دینامومتر ۳- کنترل از راه دور ۴- سامانه داده گیری مربوط به عملکرد موتور ۵- دستگاه آنالیز دود ۶- سامانه داده گیری مربوط به آلاینده های موتور ۷- مخزن سوخت

به منظور سنجش آلاینده های خروجی اگزوز از آلاینده سنج MAHA MGT 5 استفاده شد (شکل ۲).



شکل ۲- دستگاه آلاینده سنج

همچنین برای بارگذاری و اندازه گیری توان و گشتاور موتور از دینامومتر مدل $\Sigma 5$ ساخت شرکت NJ-FROMENT استفاده گردید، که بصورت مغناطیسی توان و گشتاور را اندازه می گیرد (شکل ۲).



شکل ۲- دینامومتر مدل 5 ساخت شرکت NJ-FROMENT

به منظور بررسی میزان انتشار آلاینده ها در اثر احتراق ترکیبات بیودیزل روغن چربی طیور و دیزل از موتور ۶ سیلندر پرکینز ساخت شرکت موتور سازان استفاده شد. در این موتور نحوه پاشش سوخت به صورت مستقیم بوده و مجهز به توربو شارژ می باشد. برخی ویژگی های موتور در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مشخصات فنی موتور پرکینز

واحد	مقدار	مشخصات
-	Perkins A63544	مدل
-	شرکت موتور سازان	کارخانه سازنده
-	۶	تعداد سیلندر
mm	۱۲۷	کورس سیلندر
mm	۹۸/۶	قطر پیستون
L	۵/۸	حجم سیلندر
-	۴،۲،۶،۳،۵،۱	ترتیب احتراق



پنجمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه علم و صنعت ایران - بهمن ماه ۱۳۹۲



	hp(kW)	۱۱۰(۸۲)	حداکثر توان در ۲۳۰۰ rpm
Nm	۳۷۶	حداکثر گشتاور در ۱۳۰۰ rpm	

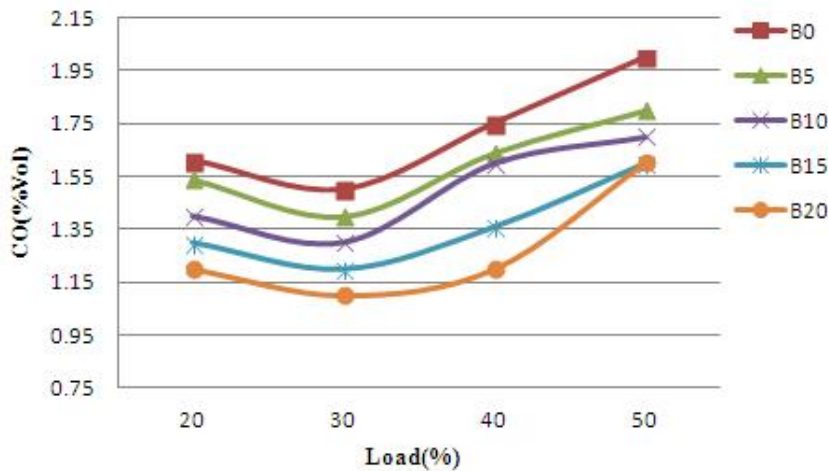
۳-۲- روش و مراحل انجام آزمایش

به منظور بررسی اثر سهم بیودیزل در ترکیب دیزل- بیودیزل بر آلایندگی های خروجی موتور، آزمونها در آزمایشگاه بیوانرژی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت. پارامترهای مستقل، ترکیب های مختلف بیودیزل- دیزل و بار وارده از طریق دینامومتر می باشد. مخلوط های حجمی دیزل- بیودیزل با ترکیب های B_0 ، B_5 ، B_{10} ، B_{15} و B_{20} تهیه گردید. از هر نمونه به اندازه ۶ لیتر انتخاب شد تا آزمایش با دقت کافی انجام شود. همچنین بار از طریق ریموت کنترل از راه دور، 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. برای اندازه گیری میزان انتشار آلایندگی های خروجی که پارامتر وابسته می باشد، حسگر دستگاه آنالیز دود در داخل آگروز موتور قرار داده شده که نرخ آلایندگی را در بارها و ترکیب های مختلف سوخت به دستگاه ارسال می کند. به منظور استخراج داده های مربوط به آلایندگی، دستگاه آلایندگی سنج به یک سیستم رایانه مجهز به نرم افزار سنجش آلایندگی متصل گردید. از آنجا که دوده خروجی آگروز موتور باعث خطای اندازه گیری آلایندگی ها می شود، بنابراین برای رفع این مشکل از یک دستگاه کمپرسور باد به منظور تمیز کردن حسگر از دوده در هر مرحله کاری استفاده شد.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- تاثیر سوخت بیودیزل بر انتشار CO

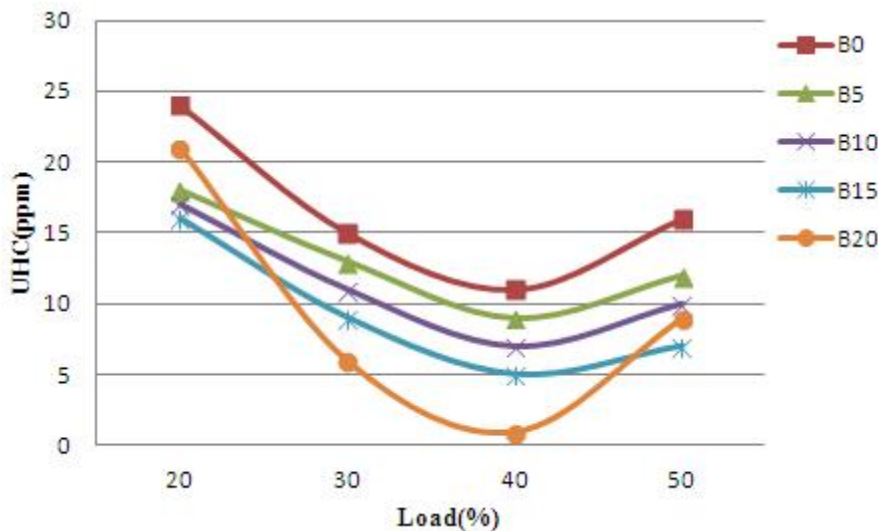
در شکل ۴ تغییرات مونواکسیدکربن ترکیب های سوخت دیزل- بیودیزل نسبت به بار نشان داده شده است. برای تمامی ترکیبات میزان انتشار CO، با افزایش بار ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است. با توجه به اینکه در بارهای بالا بازده حجمی کاهش و نسبت هم ارزی زیاد می شود، در نتیجه نرخ انتشار CO نیز افزایش می یابد. همانطور که نمودار نشان می دهد در تمامی بارها، میزان انتشار مونواکسیدکربن با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب کاهش می یابد. دلیل این امر، زیاد بودن محتوای اکسیژن سوخت بیودیزل و احتراق کامل آن نسبت به دیزل خالص می باشد. همچنین با توجه به اینکه نسبت کربن به هیدروژن در سوخت های بیودیزل نسبت به دیزل کمتر است [14]. لذا این واقعیت هم می تواند دلیل دیگری جهت کاهش آلایندگی CO باشد.



شکل ۴- تغییرات مونوکسید ترکیب های سوخت دیزل- بیودیزل نسبت به بار

۳-۲- تاثیر سوخت بیودیزل بر انتشار UHC

تولید هیدروکربن های نسوخته UHC علاوه بر پایین آوردن بازده موتور، به عنوان آلاینده نیز محسوب می شود [3]. شکل ۵ نمودار تغییرات هیدروکربن های نسوخته نسبت به بارها در ترکیب های مختلف سوخت بیودیزل-دیزل را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود میزان انتشارات UHC برای تمامی ترکیب های بیودیزل-دیزل نسبت به دیزل خالص کاهش یافته است. در این میان مخلوط B₂₀ بیشترین کاهش این نوع آلاینده نسبت دیزل خالص را خود اختصاص داده است. علت اصلی کاهش معنی دار هیدروکربن های نسوخته مخلوط های بیودیزل نسبت دیزل، بالا بودن محتوای اکسیژن بیودیزل بوده که باعث احتراق کاملتری نسبت به دیزل می شود.

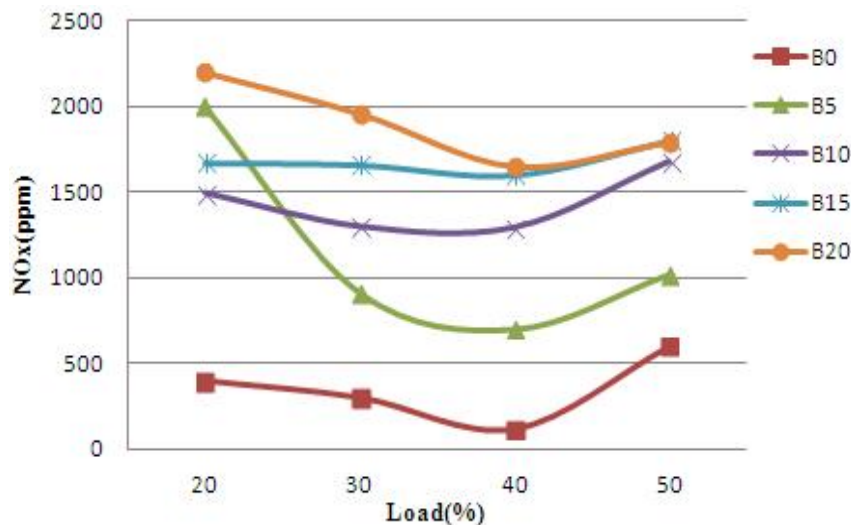


شکل ۵- تغییرات هیدروکربن های نسوخته ترکیب های سوخت دیزل- بیودیزل نسبت به بار

۳-۳- تاثیر سوخت بیودیزل بر انتشار NO_x

شکل ۶ تغییرات اکسیدهای نیتروژن ترکیب های سوخت دیزل-بیودیزل نسبت به بار را نشان می دهد. اکسید نیتروژن (NO) در اثر احتراق هیدروکربن ها در داخل محفظه احتراق موتور تولید می شود. در حین خروج دود از موتور و ارتباط آن با هوای اتمسفر، اکسیژن بیشتری در دسترس NO قرار گرفته و زمینه را برای تولید دی اکسید نیتروژن (NO₂) فراهم می آورد. بنابراین دمای بالا و در دسترس بودن اکسیژن دو عامل اصلی برای تشکیل اکسیدهای نیتروژن می باشد [15]. همانطور که در نمودار نیز نشان داده شده است، اکثر ترکیبات در بیشترین و کمترین درصد بار اعمال شده، بیشترین انتشار اکسیدهای نیتروژن را دارند. دلیل این امر به خاطر در دسترس بودن اکسیژن در بارهای پایین و دمای احتراق بیشینه در بار ماکزیمم می باشد.

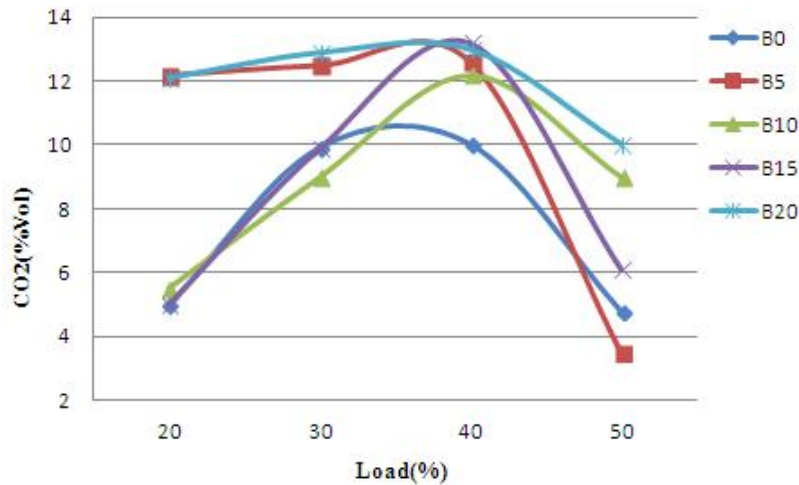
با توجه به اینکه سوخت بیودیزل دارای محتوای ۱۰-۱۲ درصد اکسیژن می باشد [5]، لذا از دو لحاظ باعث افزایش انتشارات اکسیدهای نیتروژن می شود. اول اینکه با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب، محتوای اکسیژن آن ترکیب نیز بالا رفته و اکسیژن بیشتری در دسترس نیتروژن قرار می گیرد تا به تولید اکسیدهای نیتروژن بی انجامد. ثانياً با افزایش محتوای اکسیژن سوخت، دمای اشتعال کمتر شده و تاخیر زمانی اشتعال نیز کاهش می یابد. بنابراین به تولید دمای بالا در اثر احتراق منجر شده که فرصت مناسبی به وجود می آید تا اکسیژن و نیتروژن وارد واکنش شده و مونواکسید نیتروژن (NO) تولید کنند. در این آزمون درصد افزایشی انتشار NO_x نسبت به B₀ در ترکیب B₅ کمینه و در B₂₀ بیشینه بوجود آمد.



شکل ۶ - تغییرات اکسیدهای نیتروژن ترکیب های سوخت دیزل-بیودیزل نسبت به بار

۳-۴- تاثیر سوخت بیودیزل بر انتشار CO₂

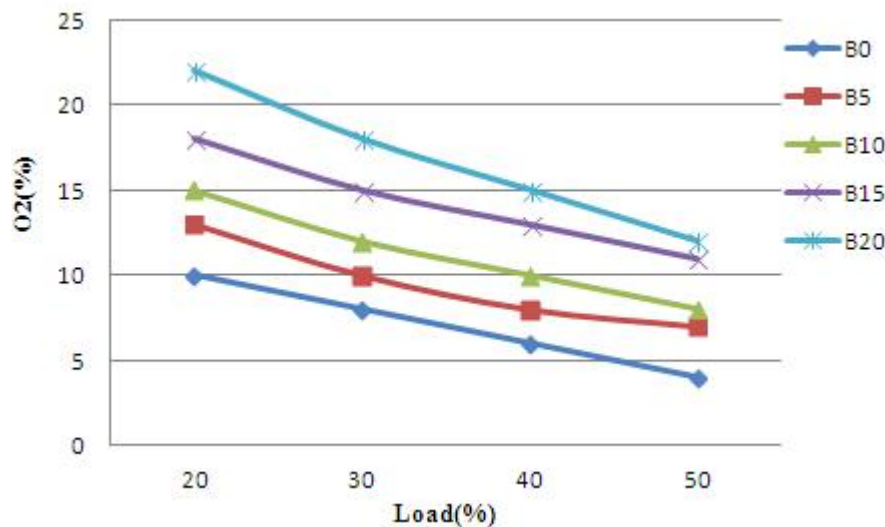
شکل ۷ تغییرات دی اکسید کربن ترکیب های سوخت دیزل-بیودیزل نسبت به بار را نشان می دهد. میزان انتشار دی اکسید کربن برای تمامی ترکیبات بیودیزل-دیزل نسبت به دیزل خالص افزایش یافته است. علت این امر بالا بودن محتوای اکسیژن در بیودیزل بوده که در آن احتراق کاملتری صورت گرفته است. کمترین درصد افزایشی این نوع انتشار نسبت به دیزل خالص در B₁₀ مشاهده می شود.



شکل ۷ - تغییرات دی اکسید کربن ترکیب های سوخت دیزل-بیودیزل نسبت به بار

۳-۵- تاثیر سوخت بیودیزل بر انتشار O_2

با توجه به شکل ۸ میزان انتشار اکسیژن ترکیبات دیزل-بیودیزل و دیزل خالص با افزایش بار، کاهش یافته است. همچنین با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب میزان انتشار اکسیژن نسبت به دیزل خالص افزایش می یابد.



شکل ۸ - تغییرات اکسیژن ترکیب های سوخت دیزل-بیودیزل نسبت به بار

۳-۶- تاثیر سوخت بیودیزل بر کدري دود

طبق مشاهدات عینی، کدري دود خروجی موتور با استفاده از ترکیبات بیودیزل-دیزل کاهش پیدا کرد. بطوریکه که در B_{20} بیشترین درصد کاهشی این نوع آلاینده را نسبت به دیزل خالص شاهد بودیم.



۴- نتیجه گیری

در این تحقیق بیودیزل از روغن چربی طیور به روش ترانس استریفیکاسیون تولید شده، سپس آلاینده‌گی های خروجی موتور ۶ سیلندر پرکینز با استفاده از ترکیبات بیودیزل-دیزل و دیزل خالص مورد آزمون قرار گرفته است. که نتایج کلی به شرح ذیل می باشد.

۱- استفاده از ترکیبات بیودیزل-دیزل باعث کاهش آلاینده های مونواکسیدکربن، هیدروکربن های نسوخته و دوده می شود بطوریکه در تمامی بارهای اعمالی به موتور با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب، میزان انتشار این نوع آلاینده ها به مراتب به میزان چشم گیری کاهش می یابد.

۲- استفاده از ترکیبات بیودیزل-دیزل باعث افزایش قابل توجه گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن می شود.

۳- به دلیل محتوای بالای اکسیژن موجود در سوخت بیودیزل، با افزایش سهم بیودیزل در ترکیب، اکسیژن خروجی از آگروز نیز افزایش می یابد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نهایت تشکر و قدردانی خود را نسبت تلاش های بی دریغ کارکنان آزمایشگاه ملی بیوانرژی دانشگاه تربیت مدرس اعلام می دارم.

۵- منابع

- ثابت سروستانی، ن.، "تولید بیودیزل از روغن خوراکی پسماند و ارزیابی مخلوط های آن با گازوئیل و نانوسیال بر پارامترهای عملکردی و آلاینده های خروجی موتور"، پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۱.
- مالک اژدر قوشچی، ح.، نجفی، ب. و عزیز زاده، ص.، "مطالعه تاثیر اتیل استر پنج نوع روغن گیاهی و مخلوط آنها با گازوئیل بر انتشار آلاینده های یک موتور اشتعال تراکمی"، مجموعه مقالات دومین همایش ملی تنوع زیستی و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ۲۱ تیر ماه ۱۳۹۱.
- نجفی، ب.، "استفاده از بیودیزل به عنوان سوخت آتشدرا در موتور دیزل دو گانه سوز جهت کاهش میزان انتشار آلاینده ها"، مجموعه مقالات سومین کنفرانس سوخت و احتراق ایران، اسفند ماه ۱۳۸۰.
- ایستان، و.، حسن بیگی، س.ر.، قبادیان، ب.، ابونجمی، م. و جوهر، ا.، "بررسی آلاینده های موتور تراکتور MF-399 با استفاده از ترکیب سوخت های دیزل و بیودیزل و بیواتانول"، هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، ۱۴-۱۶ شهریور ۱۳۹۱.
- نجفی، ب.، "پیش بینی تاثیر استفاده از سوخت بیودیزل حاصل روغن پسماند بر عملکرد و آلاینده‌گی موتور دیزل به کمک شبکه عصبی مصنوعی"، مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس، دوره ۱۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰.
- نجفی، ب.، پیروزپناه، و.، قبادیان، ب.، و امیر صادق پور رنجبر، ا.، "بررسی تجربی پارامترهای عملکردی و آلاینده‌گی موتور دیزل با استفاده از سوخت جایگزین بیودیزل"، مجله فنی و مهندسی مکانیک مدرس، شماره ۲۸، تابستان ۱۳۸۶.



- 7- Qi, D. H., H. Chen, L. M. Geng, and Y. Z. Bian., "Experimental studies on the combustion characteristics and performance of a direct injection engine fueled with biodiesel/diesel blends", *Energy Conversion and Management*, Vol. 51, pp. 2985–2992, 2010.
- 8- Godiganur, S., C. S. Murthy, and R. P. Reddy., "Performance and emission characteristics of a Kirloskar HA394 diesel engine operated on fish oil methyl esters", *Renewable Energy*, Vol. 35, pp. 355–359, 2010.
- 9- Mrad, N., E. G. Varuvel, M. Tazerout, and F. Aloui., "Effects of biofuel from fish oil industrial residue Diesel blends in diesel engine", *Energy*, Vol. 44, pp. 955-963, 2012.
- 10- Chen, L., T. Liu, W. Zhang, X. Chen, and J. Wang., "Biodiesel production from algae oil high in free fatty acids by two-step catalytic conversion", *Bioresource Technology*, Vol. 111, pp. 208-214, 2012.
- 11- Öner, C., and Altun, S., "Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine", *Applied Energy*, Vol. 86, pp. 2114–2120, 2009.
- 12- Guru, M., Koca, A., Can, O., Çınar, C., and ahin, F. S., "Biodiesel production from waste chicken fat based sources and evaluation with Mg based additive in a diesel engine", *Renewable Energy*, Vol. 35, pp. 637–643, 2010.
- 13- Altun, S., Bulut, H., and Oner, C., "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*, Vol. 33, pp. 1791–1795, 2008.
- 14- Behçet, R., "Performance and emission study of waste anchovy fish biodiesel in a diesel engine", *Fuel Processing Technology*, Vol. 92, pp. 1187–1194, 2011.
- 15- Ushakov, S., Valland, H., and Æsøy, V., "Combustion and emissions characteristics of fish oil fuel in a heavy-duty diesel engine", *Energy Conversion and Management*, Vol. 65, pp. 228–238, 2013.
- 16- Gomes, M. C. S., Arroyo, P. A., and Pereira, N. C., "Biodiesel production from degummed soybean oil and glycerol removal using ceramic membrane", *Journal of Membrane Science*, Vol. 378, pp. 453–461, 2011.
- 17- Jørgensen, A., Bikker, P., and Herrman., L. T., "Assessing the greenhouse gas emissions from poultry fat biodiesel", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 24 pp. 85-91, 2012.
- 18- Ghobadian, B., and M. Khatamifar. 2006. biodiesel fuel production using transesterification of waste vegetable oils. *engine research* 8: 24-35.



پنجمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه علم و صنعت ایران - بهمن ماه ۱۳۹۲

