کد مقاله: CCI2089

دومین کنفرانس احتراق ایران
بهمن ماه 1386- مشهد- دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

انجمن احتراق ایران

احتراق بیودیزل حاصل از روغن پسماند درموتور شش سیلندر پرکینز

علی زنوزی[1]، برات قبادیان[2]، تیمور توکلی هشجین[3]، مهدی فیض اله نژاد[4]، حسین باقرپور[4]

دانشگاه تربیت مدرس- گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی
a_zenouzi@yahoo.com

چکیده

امروزه بیودیزل به عنوان جایگزین سوخت دیزل شناخته شده است. این سوخت به طور عمده از انواع روغن‌های گیاهی تولید می‌شود. از آنجاییکه قیمت بیودیزل تولید شده از روغن‌های گیاهی خوراکی بسیار بالا است لذا روغن‌های پسماند و غیرخوراکی به عنوان پتانسیلی با هزینه‌ی پایین برای تولید بیودیزل ترجیح داده می‌شوند. از این رو در این تحقیق ابتدا بیودیزل از روغن پسماند حاصل از رستوران و با استفاده از روش ترانس‌استریفیکاسیون تولید گردید. سپس خصوصیات مهم سوخت تولید شده با استاندارد ASTM D-6751 مطابقت داده شد. پس از اطمینان از استاندارد بودن سوخت بیودیزل تولید شده، تغییر عملکرد موتور شش سیلندر پرکینز در حالت تمام بار با استفاده از ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که با اضافه کردن بیودیزل به سوخت دیزل، به دلیل احتراق کامل میزان توان و گشتاور موتور افزایش می‌یابد. با توجه به ارزش حرارتی پایین بیودیزل، مقدار مصرف سوخت ویژه نیز اندکی افزایش پیدا می‌کند. مشاهدات کیفی نشان داد که میزان بو و دود خروجی کاهش می‌یابد و تغییر بو در نسبت‌های بالاتر بیودیزل کاملاً آشکار است. در مجموع نتیجه‌گیری شد که با افزایش 25 درصد بیودیزل حاصل از روغن پسماند به سوخت دیزل، عملکرد موتور بدون هیچگونه تغییر و اصلاحی در اجزاء آن بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بیودیزل- روغن پسماند- عملکرد موتور دیزل- ترکیبات سوختی

1- مقدمه

افزایش هشدارهای ناشی از اثرات زیانبار آلودگی هوا باعث بوجود آمدن اجبار در اجرای قوانین مبارزه با آلودگی هوا گردیده است. این امر باعث تشویق بسیاری از محققان برای بررسی راه‌های ممکن در استفاده از سوخت‌های جایگزین به جای نفت و مشتقات آن شده است. در بین سوخت‌های تجدیدپذیر، سوخت‌های بدست آمده از بیوماس مواد کشاورزی مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است زیرا باعث کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌ی هوا می‌شوند. همچنین باعث کاهش وابستگی به واردات سوخت و کاهش هزینه‌ی انرژی شده و بخشی از تقاضای انرژی جهانی را جوابگو می‌باشند [1].

---

[1]- دانشجوی دکتری مکانیک
[2]- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی
[3]- استاد گروه مکانیک
[4]- دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی

Archive of SID

www.SID.ir

بیوسوخت‌ها از مواد بیولوژیکی مانند روغن‌های گیاهی، روغن‌های پسماند حاصل از رستوران‌ها و غذاخوری‌ها، چربی‌های حیوانی و محصولات پسماند حاصل از گیاهان و جنگل‌ها بدست می‌آیند و می‌توانند به صورت خالص یا مخلوط با سوخت‌های فسیلی در سامانه‌های حمل و نقل، گرمایش منازل، ساختمان‌ها و کارخانجات و همچنین در فرآیندهای صنعتی به‌کار روند. در بین این سوخت‌ها، بیودیزل که از روغن‌های مختلف گیاهی (سویا، آفتابگردان، ذرت، کلزا، پنبه‌دانه، نارگیل، نخل، برزک و .....) و چربی‌های حیوانی تولید می‌شود به چند دلیل مناسب به نظر می‌رسد.

بیودیزل یکی از انواع بیوفیول‌ها می‌باشد و خواصی بسیار شبیه به سوخت دیزل دارد با این تفاوت که دارای مواد ناخوشایندی از قبیل گوگرد، نیتروژن و آروماتیک‌های پلی سایکلیک نمی‌باشد. بیودیزل به طور کلی از متیل استر یا اتیل استر تشکیل شده است و دارای چندین گروه آلکیلی با زنجیره‌های هیدروکربن C15 تا C17 می‌باشد که به عنوان اسیدهای چرب شناخته می‌شوند. این سوخت می‌تواند بدون ایجاد تغییر در بویلرها، ماشین‌های حرارتی و موتورهای درونسوز به جای سوخت دیزل به‌کار رود [2]. استفاده از بیودیزل باعث کاهش میزان هیدروکربن‌های سوخته نشده (UHC)، دی اکسید کربن (CO_2)، منواکسید کربن (CO)، اکسیدهای سولفور (SO_X) و ذرات جامد منتشر شده از اگزوز می‌شود. فقط میزان کمی افزایش در اکسیدهای نیتروژن (NO_X) بوجود می‌آید که می‌توان با تنظیم زمانبندی تزریق سوخت مقدار آن را کاهش داد [2,3]. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که بیودیزل بهترین و مناسب‌ترین جایگزین سوخت دیزل محسوب می‌شود از این رو، ظرفیت تولید و همچنین تولید سوخت بیودیزل در کشورهای مختلف جهان و بویژه در کشورهای اروپایی رو به گسترش است.

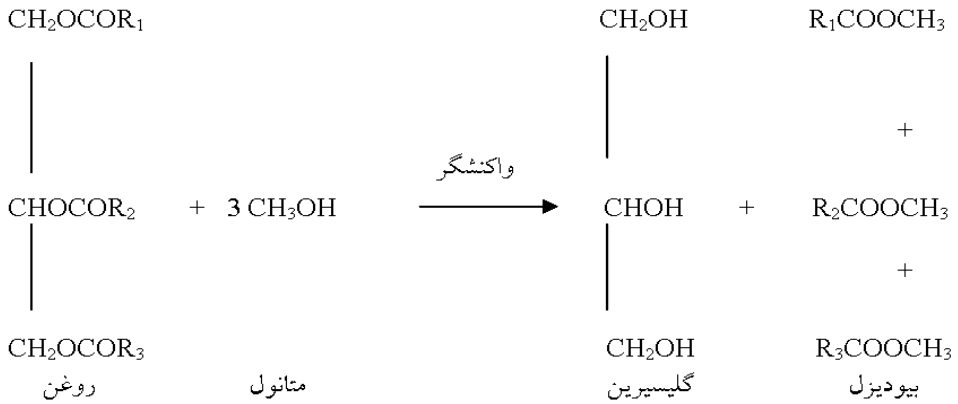
در کشور ایران نیز به دلیل کاهش منابع نفتی و واردات گازوئیل که در سال 1384 با رشد 70/6 درصد نسبت به سال قبل، به 290.000 لیتر در روز افزایش یافت [4]، به صورت کلان به این سوخت‌ها توجه شده است. همچنین تولید سوخت‌های گیاهی از فاضلاب و زباله‌هایی که منبع آلی دارند در سطح آزمایشی انجام شده [5 و 6 و 7] و در مواردی دستگاه‌هایی برای تولید سوخت‌های گیاهی طراحی و ساخته شده است [8 و 9] . یکی از این دستگاه‌ها که در دانشگاه تربیت مدرس ساخته شده، BDI-80 می‌باشد که توانایی تولید 80 لیتر بیودیزل را با استفاده از روش ترانس‌استریفیکاسیون دارا می‌باشد [9]. در رابطه با آزمون سوخت بیودیزل در موتور احتراق داخلی نیز تحقیقاتی صورت گرفته است [10 و 11] که در اکثر آن‌ها بیودیزل مورد استفاده از روغن تازه تهیه شده است و یا موتور مورد آزمایش از نوع آزمایشگاهی بوده که حداکثر 3 سیلندر داشته است. با توجه به مزایای ذکر شده در مورد بیودیزل، در درجه اول تولید بیودیزل با هزینه پایین و همچنین استفاده‌ی عملی از این سوخت در موتور ماشین‌های سنگین در کشور ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این تحقیق ابتدا بیودیزل با استفاده از روغن پسماند تهیه شده از غذاخوری دانشگاه تربیت مدرس و با هزینه‌ی پایین تولید شده و سپس خصوصیات مهم سوخت بیودیزل تولید شده اندازه‌گیری گردید. خواص اندازه‌گیری شده با استاندارد بین المللی ASTM D-6751 مطابقت داده شد و پس از اطمینان از استاندارد بودن سوخت تولید شده، عملکرد موتور شش سیلندر پرکینز بدون هیچگونه اصلاح و یا تغییری در اجزاء موتور، با استفاده از ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت.

2- مواد و روش‌ها

برای تولید بیودیزل روش ترانس‌استریفیکاسیون به عنوان مناسب‌ترین روش شناخته شده است. در روش ترانس‌استریفیکاسیون، روغن (تری‌گلیسرید) با الکل در حضور واکنشگر مناسب واکنش می‌دهد. این روش الکلیزیز[1] هم نامیده می‌شود. در شکل 1 واکنش ترانس‌استریفیکاسیون نشان داده شده است [12,13,14].

[1] -Alcoholysis

Archive of SID



شکل1- واکنش ترانس‌استریفیکاسیون

گروه‌های R نشان داده شده در شکل (1) دارای 16 تا 22 کربن می‌باشند و اسیدهای چرب[1] نامیده می‌شوند. اسیدهای چرب دارای انواع اشباع و غیراشباع می‌باشند که نوع غیراشباع می‌توانند باعث پلیمری شدن و تولید صمغ در موتور، روغن روانکاری و انژکتورها گردند [15]. الکل‌های مناسب برای انجام واکنش ترانس‌استریفیکاسیون متانول، اتانول، پروپانول و بوتانول می‌باشند [16,17]. متانول با توجه به ارزانی و خواص فیزیکی و شیمیایی بهتر نسبت به سایر الکل‌ها به عنوان بهترین الکل برای واکنش ترانس‌استریفیکاسیون انتخاب شد. برای انجام واکنش ترانس‌استریفیکاسیون علاوه بر روغن و الکل به مقدار تقریباً 1 ٪ وزن روغن، واکنشگر نیز به واکنش اضافه گردید [18]. واکنشگرها به سه دسته‌ی اسیدی بازی و آنزیمی تقسیم می‌شوند [19]. از بین این واکنشگرها، بهترین واکنشگر نوع بازی است، زیرا دارای سرعت بسیار بالا و بازده 100 ٪ می‌باشد. لذا در این تحقیق از واکنشگر بازی KOH استفاده گردید. برای جلوگیری از شکست در انجام واکنش ترانس‌استریفیکاسیون ابتدا روغن پسماند آماده‌سازی شد. پس از آماده‌سازی روغن، مخلوط الکل و واکنشگر به آن اضافه گردید. در مرحله‌ی بعد واکنش ترانس‌استریفیکاسیون انجام گرفت. در اثر این واکنش گلیسیرین از استر جدا شده و استر باقی مانده بوسیله‌ی آبشویی، خالص گردید و در نهایت استر خالص یا بیودیزل بدست آمد [9]. گلیسیرین تولید شده در این فرآیند، محصول جانبی با ارزشی است که در صنایع آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود.

جهت استفاده از سوخت بیودیزل در موتور دیزل مورد آزمایش، خواص بیودیزل تولید شده مطابق با استانداردهای مورد نظر تعیین شد، لذا پس از تولید بیودیزل به روش ترانس‌استریفیکاسیون، برخی از خواص مهم آن از قبیل گرانروی سینماتیک، نقطه‌ی اشتعال، نقطه‌ی ابری شدن، نقطه‌ی ریزش، مقدار آب و رسوبات، مقدار گلیسیرین آزاد، رنگ و خوردگی مس اندازه‌گیری شده و نتایج آن با استاندارد بین‌المللی ASTM D-6751 مطابقت داده شد. در جدول 1 خواص بیودیزل تولید شده از روغن به همراه استانداردهای مربوطه و بازه‌ی قابل قبول ارائه شده است. از نتایج ارائه شده در این جدول مشاهده می‌شود که همه‌ی خصوصیات بیودیزل تولید شده از روغن پسماند مطابق با استانداردهای ASTM می‌باشند. بنابراین، به طور اطمینان بخش این سوخت در موتور دیزل تحت آزمایش استفاده گردید.

[1] -Fatty acids

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 1- خواص بیودیزل تولید شده به همراه استانداردهای ASTM آمریکا

خصوصیت	روش‌استانداردآزمون	حدود مجاز	بیودیزل	واحد
نقطه اشتعال	ASTM D-92	کمترین 130	176	°C
گرانروی‌سینماتیک	ASTM D-445	6/0-1/9	4/73	mm^2/s
نقطه ابری شدن	ASTM D-2500	-	-1	°C
نقطه ریزش	ASTM D-97	-	-4	°C
رنگ	ASTM D-1500	-	L1/5	-
خوردگی مس	ASTM D-130	بیشترین شماره 3	1a	-
گلیسیرین آزاد	ASTM D-6584	بیشترین 0/02	0/016	% mass
آب و رسوبات	ASTM D-2709	بیشترین 0/05	0/05	% vol.
چگالی	--------	------	0/880	g/cm^3

پس از بررسی خواص بیودیزل تولید شده از روغن پسماند و مطابقت آن با استاندارد ASTM D-6751 و اطمینان از کیفیت بالای آن، ترکیبات سوخت دیزل با بیودیزل به صورت حجمی و با نسبت‌های ارائه شده در جدول (2) تهیه گردید. سوخت دیزل مورد نیاز از یک ایستگاه سوخت‌گیری شهری تهیه شد تا به شرایط واقعی مورد مصرف نزدیک باشد. در این جدول، حرف B بیانگر بیودیزل و حرف D بیانگر سوخت دیزل و اندیس کنار هر حرف سهم درصد آن سوخت در ترکیب را مشخص می‌نماید. از هر ترکیب 6 لیتر سوخت تهیه گردید تا برای انجام آزمایش‌ها کافی باشد.

جدول 2- ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل

B_0D_{100}	B_5D_{95}	$B_{10}D_{90}$	$B_{15}D_{85}$	$B_{20}D_{80}$	$B_{25}D_{75}$

از دینامومتر مدل Σ5 ساخت شرکت NJ-FROMENT برای اندازه‌گیری گشتاور و توان موتور شش سیلندر پرکینز استفاده گردید. این دینامومتر از طریق اعمال میدان مغناطیسی، میزان توان و گشتاور را به صورت اتوماتیک اندازه‌گیری کرده و نتیجه را به صورت نمودار و یا داده ارائه می‌نماید. داده‌ها قابل انتقال به نرم‌افزار اکسل (EXCEL) می‌باشند. دینامومتر با افزایش بار، میزان توان و گشتاور موتور را در هر دور نمایش می‌دهد. اعمال بار می‌تواند به صورت دستی یا اتوماتیک انجام گردد. برای اندازه‌گیری مصرف سوخت، از جریان سنج FTO استفاده گردید. این جریان سنج برای روغن و سوخت دیزل و مواد خورنده مناسب است. جهت اندازه‌گیری مصرف سوخت، جریان سنج در مسیر ورودی سامانه‌ی سوخت رسانی نصب شد. با توجه به اینکه ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل در آزمون موتور مورد آزمایش قرار گرفت لذا از یک مخزن فرعی به جای باک جهت نگهداری ترکیبات سوخت استفاده گردید. ترکیب سوخت بیودیزل و دیزل پس از تصفیه توسط فیلتر 10 میکرونی در داخل این مخزن فرعی ریخته شده و خروجی این مخزن به جریان سنج متصل شد. خروجی جریان سنج نیز به پمپ دیافراگمی موتور متصل شد. بقیه‌ی مسیر سوخت رسانی بدون تغییر باقی ماند به جز اینکه مسیر سوخت برگشتی به جای باک به ظرف دیگری هدایت گردید تا در محاسبات مصرف سوخت خطا ایجاد ننماید. مقدار سوخت برگشتی از عدد خوانده شده توسط جریان سنج کم شد تا مصرف سوخت واقعی موتور را نشان دهد. با توجه به اینکه ترکیبات سوخت و گرانروی آن در حین آزمایش‌ها تغییر می‌کرد، لذا برای هر ترکیب باید جریان سنج کالیبره شد.

در جدول 3 مشخصات موتور پرکینز مورد آزمایش نشان داده شده است. حداکثر توان این موتور 110 اسب بخار (82 کیلو وات) بوده و حداکثر گشتاور آن 376 نیوتن متر می‌باشد.

Archive of SID

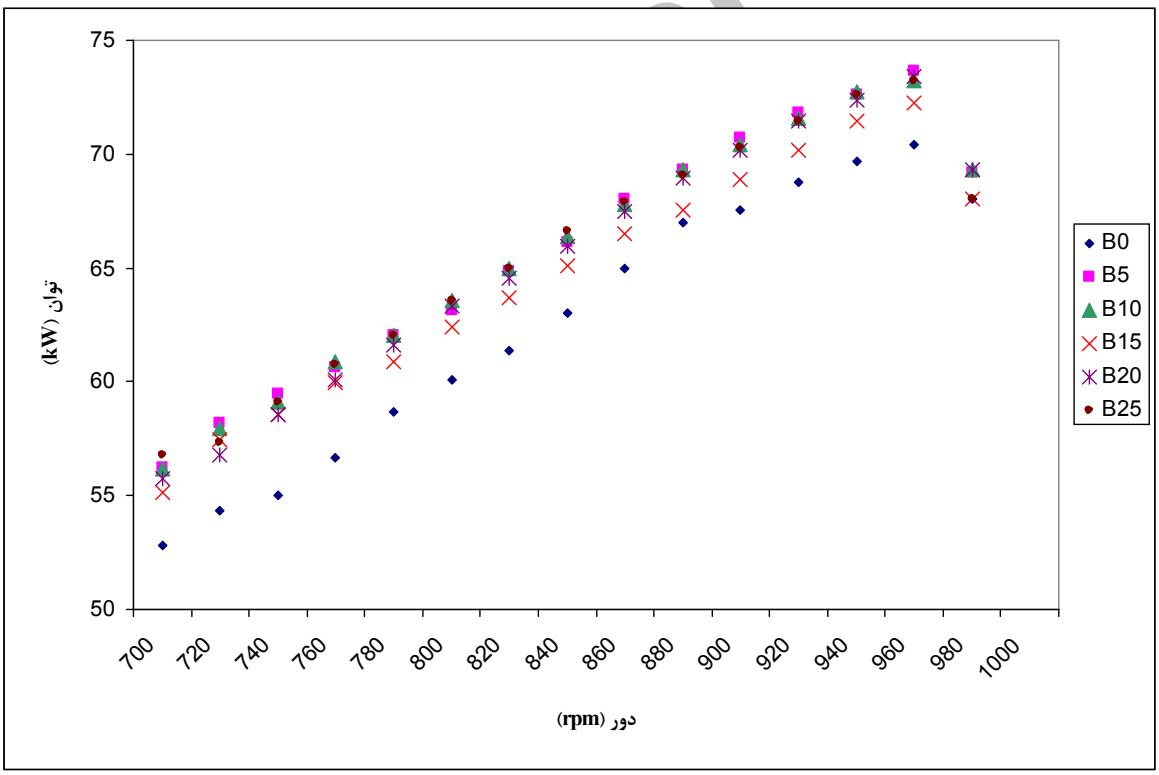
www.SID.ir

جدول 3- مشخصات موتور پرکینز تحت آزمایش

مدل	A63544 پرکینز
کارخانه سازنده	شرکت موتور سازان ایران
تعداد سیلندر	6
کورس سیلندر	127 میلی‌متر
قطر سیلندر	98/6 میلی‌متر
حجم سیلندر	5/8 لیتر
ترتیب احتراق	4،2،6،3،5،1
حداکثر توان در 2300 rpm	110 اسب بخار (82 کیلووات)
حداکثر گشتاور در 1300 rpm	376 نیوتن متر

3- نتایج و بحث

با استفاده از داده‌های آزمایش توان، گشتاور، مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه شکل‌های (2 تا 5) با نرم‌افزار اکسل ترسیم شده‌اند. با توجه به شکل (2) مشاهده می‌شود، در کلیه‌ی ترکیبات، در دور 960 rpm توان حداکثر از موتور پرکینز دریافت می‌شود ولی در ترکیب B_5D_{95} یعنی 5 درصد بیودیزل و 95 درصد سوخت دیزل، مقدار توان حداکثر بیشتر از سایر ترکیبات می‌باشد.



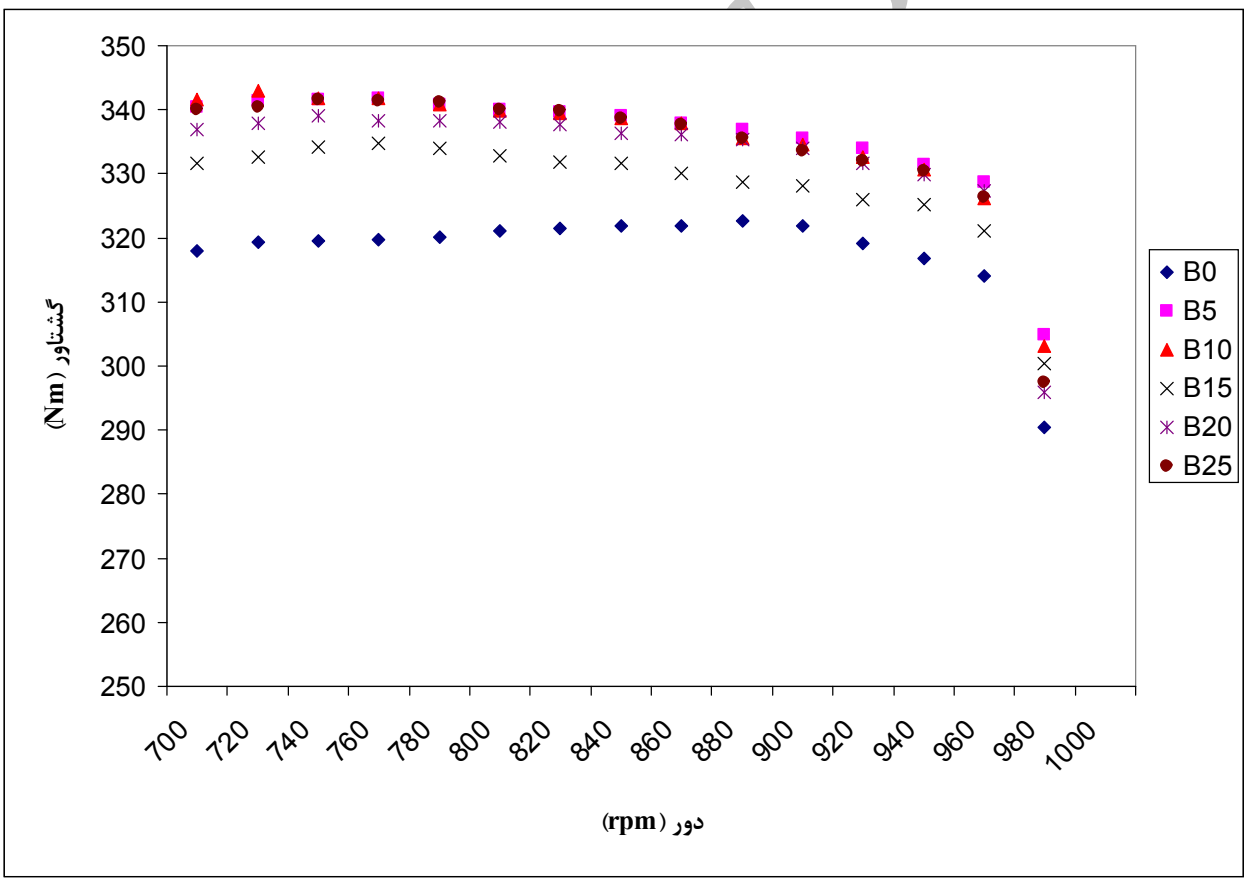
شکل2- رابطه‌ی بین توان- دور برای ترکیبات مختلف سوخت دیزل- بیودیزل

شکل 2 گویای این امر می‌باشد که توان حاصل از سوخت دیزل خالص یعنی ترکیب B_0D_{100}، پایین‌تر از ترکیبات بیودیزل با سوخت دیزل می‌باشد، در حالیکه در برخی منابع ذکر شده است که توان موتور در ترکیبات سوخت بیودیزل، به علت کمتر بودن

www.SID.ir

ارزش حرارتی سوخت بیودیزل، باید پایین‌تر از سوخت دیزل خالص باشد [20,21]. بنابراین، به نظر می‌رسد با توجه به اینکه بیودیزل سوخت اکسیژن‌دار می‌باشد لذا، بواسطه‌ی احتراق کامل بخصوص در مخلوط‌های غنی، مقدار توان حاصل از ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل افزایش می‌یابد. از طرف دیگر علت پایین بودن توان حاصل از سوخت دیزل خالص، احتمالاً در پایین بودن کیفیت سوخت دیزل تهیه شده از ایستگاه سوخت‌گیری می‌باشد. مشاهده می‌شود که اکثر ترکیبات دارای توان نزدیک به یکدیگر می‌باشند. فقط ترکیب $B_{15}D_{85}$ دارای توان کمتری نسبت به سایر ترکیبات می‌باشد که علت این امر در بوجود آمدن ترکیب شیمیایی خاصی است که نامشخص بوده و نیاز به بررسی دارد.

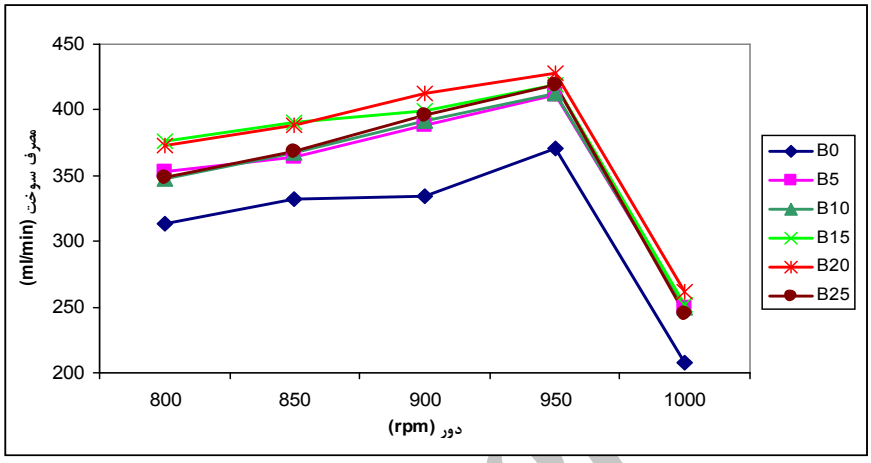
با توجه به شکل (3) مشاهده می‌شود که سوخت دیزل خالص دارای کمترین مقدار گشتاور در بین سایر ترکیبات می‌باشد و برعکس ترکیب B_5D_{95} بیشترین گشتاور را دارد. ترکیب $B_{15}D_{85}$ دارای گشتاور پایین‌تری نسبت به سایر ترکیبات می‌باشد. مشاهده می‌شود که در دورهای پایین‌تر که میزان بار زیاد می‌باشد و مقدار سوخت بیشتری وارد محفظه‌ی احتراق می‌شود با توجه به اینکه ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل اکسیژن‌دار می‌باشند لذا احتراق کاملتری صورت گرفته و میزان گشتاور با استفاده از این ترکیبات به میزان بیشتری نسبت به سوخت دیزل خالص افزایش می‌یابند. در دورهای بالاتر که مخلوط فقیر می‌باشد و اکسیژن به اندازه‌ی کافی در محفظه‌ی احتراق وجود دارد، این ترکیبات تاثیر چندانی بر افزایش گشتاور ندارند.



شکل3- رابطه‌ی بین گشتاور- دور برای ترکیبات مختلف سوخت دیزل- بیودیزل

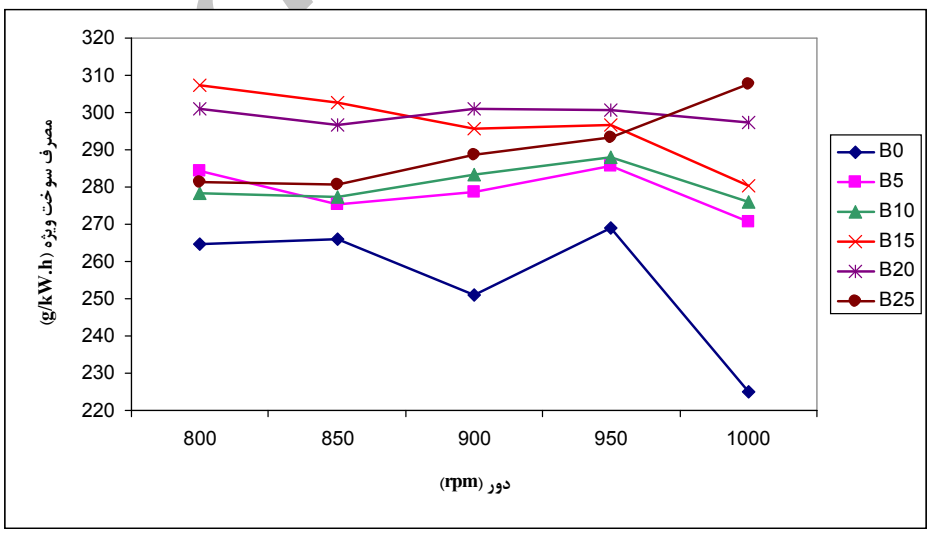
www.SID.ir

در شکل4 مشاهده می‌شود که مقدار مصرف سوخت دیزل خالص کمتر از سایر ترکیبات بوده و برعکس، ترکیب $B_{20}D_{80}$ دارای بیشترین مصرف سوخت می‌باشد. بعد از سوخت دیزل خالص، ترکیب B_5D_{95} دارای کمترین مقدار مصرف بوده و با افزایش مقدار بیودیزل در ترکیبات با توجه به اینکه ارزش حرارتی بیودیزل پایین‌تر از سوخت دیزل می‌باشد لذا، مقدار سوخت بیشتری جهت تولید همان مقدار توان مصرف می‌شود. فقط در ترکیب $B_{25}D_{75}$ حالت خاصی بوجود می‌آید که میزان مصرف سوخت بسیار پایین می‌آید و حتی کمتر از ترکیب $B_{15}D_{85}$ می‌شود.



شکل4- رابطه‌ی بین مصرف سوخت- دور برای ترکیبات مختلف سوخت دیزل- بیودیزل

مصرف سوخت ویژه‌ی موتور از تقسیم مقدار سوخت مصرف شده در دورهای 800، 850، 900، 950 و 1000 بر توان بدست آمده در هر یک از این دورها محاسبه گردید. با توجه به شکل (5) مشاهده می‌شود که مصرف سوخت ویژه‌ی موتور در هنگام کاربرد سوخت دیزل خالص کمتر از بقیه‌ی ترکیبات می‌باشد و ترکیب B_5D_{95} دارای نزدیکترین مصرف سوخت ویژه نسبت به سوخت دیزل خالص می‌باشد.



شکل5- رابطه‌ی بین مصرف سوخت ویژه- دور برای ترکیبات مختلف سوخت دیزل- بیودیزل

www.SID.ir

در مجموع نتیجه گرفته شد که ترکیب B_5D_{95} دارای بیشترین مقدار افزایش توان و گشتاور بوده و کمترین افزایش مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه را در بین سایر ترکیبات دارا می‌باشد. در درصدهای بالاتر بیودیزل، ترکیب $B_{25}D_{75}$ به دلیل دارا بودن مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه‌ی پایین، مناسب‌تر از ترکیب $B_{20}D_{80}$ می‌باشد.

مشاهدات کیفی نشان داد که میزان بو و دود خروجی از اگزوز با استفاده از ترکیبات بیودیـزل با سوخت دیزل کاهش پیدا کرد به طوری که تغییر بو در نسبت $B_{25}D_{75}$ کاملاً آشکار بود و دود خروجی از اگزوز در نسبت‌های بالاتر ترکیبات بیودیزل و دیزل بویی شبیه به بوی سرخ کردن مواد غذایی داشت. همچنین میزان تیرگی رنگ دود نیز کاهش پیدا کرد. میزان کاهش کمّی، نیازمند اندازه‌گیری‌های دقیقتر و کمّی با وسایل اندازه‌گیری آلایندگی دقیق می‌باشد. پس از پایان آزمایش‌ها، مشاهدات عینی هیچگونه مشکلی را در موتور در اثر استفاده از ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل نشان نداد. اندازه‌گیری دوباره‌ی توان و گشتاور با استفاده از سوخت دیزل خالص دقیقاً همان مقادیر توان و گشتاور که قبل از استفاده از ترکیبات بدست آمده بود را نشان داد.

4- نتیجه‌گیری

در این تحقیق بیودیزل با استفاده از روغن پسماند و مطابق با استاندارد ASTM D-6751 تولید شد. سپس تغییر عملکرد موتور شش سیلندر پرکینز در حالت تمام بار با استفاده از ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که توان و گشتاور تولیدی این موتور با استفاده از ترکیبات B_0D_{100} تا $B_{25}D_{75}$ بیشتر از توان تولیدی سوخت دیزل خالص می‌باشد که علت آن را می‌توان به بهسوزی بیودیزل به دلیل اکسیژن‌دار بودن این سوخت نسبت داد. با استفاده از این ترکیبات میزان مصرف سوخت نسبت به سوخت دیزل خالص بالاتر می‌رود و بیشترین مصرف سوخت در کلیه‌ی ترکیبات، در توان حداکثر بدست می‌آید. نتایج نشان می‌دهد که ترکیب B_5D_{95} دارای بهترین عملکرد و کمترین مصرف سوخت بین سایر ترکیبات می‌باشد. میزان مصرف سوخت و مصرف سوخت ویژه‌ی ترکیب $B_{25}D_{75}$ بسیار کمتر از ترکیب $B_{20}D_{80}$ می‌باشد. لذا، اگر هدف استفاده از مقادیر بیشتر بیودیزل باشد ترکیب $B_{25}D_{75}$ بسیار مناسب‌تر از ترکیب $B_{20}D_{80}$ می‌باشد. استفاده از ترکیب B_5D_{95} یا $B_{25}D_{75}$ در موتور دیزل علاوه بر مزایای کاهش آلایندگی موتور، باعث افزایش توان و گشتاور آن نیز می‌گردد. فقط میزان مصرف سوخت اندکی بیشتر می‌شود که افزایش توان آن را جبران می‌نماید.

مراجع

1. **Ghobadian, B and Rahimi, H.** (2004). Biofuels-Past, Peresent and Future Perspective. the 4th International Iran and Russia Conference. September 8- 10, 2004. Shahre kord, Iran.
2. **Lee, S. W., Herage, T., and Young, B.** (2004). Emission Reduction Potential from the Combustion of Soy Methyl Ester Fuel Blended with Petroleum Distillate Fuel. Journal of Fuel, 83: 1607-1613.
3. **Dorado, M.P, Ballesteros, E, Arnal, J.M and Lopez, F.J.** (2003). Exhaust Emissions From a Diesel Engine Fueled with Transesterified Waste Olive Oil. Journal of Fuel, 82: 1311-1315.
4. **بی نام** (1385). وزارت نیرو. ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران.
5. **رحیمی، ه.** (1384). بررسی عملکرد موتور دیزل با استفاده از بیوفیول. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
6. **قبادیان، ب و خاتمی فر، م.** (1384). تولید بیودیزل از روغن های پسماند خوراکی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. قطب علمی مهندسی بازیافت و ضایعات محصولات استراتژیک کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. آبان ماه 1384. تهران، ایران.
7. **Ghobadian, B and Khatamifar, M.** (2005). Biodiesel Fuel Production Using Transesterification of Waste Vegetable Oils. The fourth InternationalConference on Internal Combustion Engines. November 16- 18th 2005 (4th ICICE) Tehran-Iran.
8. **قبادیان، ب.** (1375). طراحی دستگاه بیوگاز گنبدی ثابت. اولین سمینار بیو گاز در ایران. بخش بیوگاز مرکز تحقیقات و انرژی های نو. سازمان انرژی اتمی ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

9. خاتمی فر، م. (1385). طراحی، ساخت، آزمایش و ارزیابی دستگاه فرآوری بیودیزل. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران.

10. **Ghobadian, B, Rahimi, H and Khatamifar, M.** (2006). Evaluation of Engine Performance Using Net diesel Fuel and Biofuel Blends. The First Combustion Conference of Iran (CCT1). Tarbiat Modares University. February 15-16th 2006. Tehran, Iran.

11. نجفی، ب ، پیروز پناه، و و قبادیان، ب. (1384). تاثیر استفاده از بیودیزل در کاهش آلایندگی موتور دیزل. مجموعه مقالات اولین کنفرانس احتراق ایران. دانشگاه تربیت مدرس. 26 و 27 بهمن ماه 1384. تهران، ایران.

12. **Felizardo P. , Correia M. J. N., Raposo I. , Mendes, J. F., Berkemeier R. and Bordado J. M.** (2005). Production of biodiesel from waste frying oils. Waste Management, ARTICLE IN PRESS.
13. **Gerpen , J. V.** (2005). Biodiesel Processing and Production. Journal of Fuel Processing Technology, 86: 1097–1107.
14. **Karmee, S. K., Chadha, A.** (2005). Preparation of Biodiesel from Crude Oil of Pongamia Pinnata. Journal of Bioresource Technology, 96 : 1425–1429.
15. **Demirbas, A.** (2003). Biodiesel Fuels from Vegetable Oils via Catalytic and Non-Catalytic Supercritical Alcohol Transesterifications and other Methods: a Survey. Journal of Energy Conversion and Management, 44: 2093-2109.
16. **Patzer, R., Norris, M.** (2002). Evaluate Biodiesel Made from Waste Fats and Oils. Agriculture Utilization Research Institute.
17. **Vicente, G., Matinez, M., and Aracil, J.** (2004). Integrated Biodiesel Production: a Comparison of Different Homogeneous Catalysts Systems. Journal of Bioresource Technology, 92: 297-305.
18. **Korus, R.A., D.S. Hoffman, N. Bam, C.L. Peterson, and D.C. Drown**, (1993) "Transesterification Process to Manufacture Ethyl Ester of Rape Oil," First Biomass Conference of the Americas: Energy, Environment, Agriculture, and Industry, Aug. 30-Sept. 2, Burlington, Vermont.
19. **Leung, D. Y. C. and Koo, B. C. P.** (2000).Biodiesel – Is It Feasible To Be Used In Hong Kong? Vehicle Exhaust Treatment Technology and Control, 133-138.
20. **Carraretto, C, Macor, A, Mirandola, A, Stoppato, A and Tonon, S.** (2004). Biodiesel as Alternative Fuel: Experimental Analysis and Energetic Evaluation. Journal of Energy, 29: 2195-2211.
21. **Clark, S. L., Wagner, L. and Schrock, M. D.** (1997). Methyl and ethyl soybean as renewable fuels for diesel engine. JAOCS, 10: 632-637.

Archive of SID

www.SID.ir