مقایسه خواص ترموفیزیکی روغن‌های گیاهی و اتیل استر حاصل از آنها

حسن مالک‌اژدر[1] ، بهمن نجفی[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی
2- استادیار، دانشگاه محقق اردبیلی

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (Najafib@uma.ac.ir)

چکیده

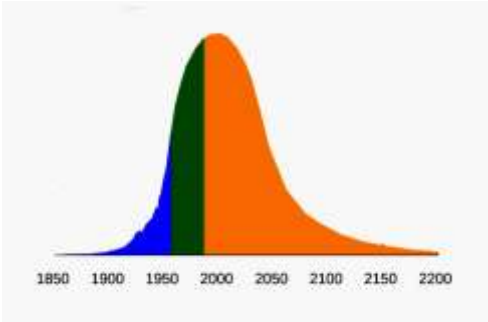
توسعه همه جانبه کشورها و رشد صنعت و موتوریزه شدن آن، تقاضا برای سوخت های فسیلی را در دنیا افزایش داده است. از طرف دیگر بر اساس تخمینی ذخایر نفت خام دنیا کمتر از نیم قرن دیگر تمام خواهد شد. بنابراین افزایش تقاضا، کاهش ذخایر موجود سوخت‌های فسیلی و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از این سوختها باعث گرایش محققان برای یافتن سوخت های جایگزین شده است، که از مهمترین این سوختها می‌توان سوخت‌های گیاهی را نام برد. سوخت های گیاهی دارای انواع مختلفی هستند و بطور عمده آلودگی های کمتری نسبت به سوختهای فسیلی دارند. مواد اولیه تولید بیودیزل در کشورهای مختلف، متفاوت می‌باشد ولی تقریبا می‌توان از هر نوع روغن گیاهی آنرا تولید کرد. سوخت بیودیزل مورد نیاز در این تحقیق به روش ترنس‌استریفیکاسیون بیهینه شده، از روغن‌های ذرت، سویا، آفتابگردان، کلزا و پسماند رستوران تهیه می‌شود و از الکل اتانول و کلیزور سود استفاده می‌شود. بنابراین بیودیزل استفاده شده در این تحقیق اتیل استر اسیدهای چرب روغن‌های مذکور می‌باشد. از آنجا که خواص بیودیزل تولید شده در هر کشوری بر اساس منابع اولیه و نحوه فرآوری روغن متفاوت می‌باشد، لذا هدف اصلی در این تحقیق، بررسی خواص ترموفیزیکی روغن‌های گیاهی و اتیل استر حاصل از آنها و مقایسه آنها با یکدیگر و استانداردهای جهانی می‌باشد. خواص مورد بررسی شده عبارت‌انداز: چگالی، ویسکوزیته، نقطه اشتعال، نقطه ابری شدن و ارزش حرارتی روغن‌ها و سوخت‌های حاصل از آنها می‌باشد، که در نهایت رابطه‌ای بین خواص ترموفیزیکی روغن‌ها و سوخت حاصل از آنها بدست می‌آوریم.که این روابط و مقایسات به ما در انتخاب و دانستن خصوصیات روغن مناسب و سوخت حاصله از آن روغن کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: روغن‌های گیاهی، سوخت بیودیزل، خواص ترموفیزیکی

مقدمه

اولین موتور اشتعال تراکمی در سال 1893 توسط رادولف دیزل ساخته شد. در این نوع موتور، سوخت بر اثر گرمای ناشی از مرحله‌ی تراکم و همچنین فرآیند اتمیزه شدن بر اثر فشار بالا در حین پاشش از نازل انژکتور محترق شده و در درون موتور ایجاد توان می‌کند. به دلیل این که در این نوع موتور، بر خلاف سایر موتور های پر کاربردی چون موتورهای بنزینی، از تحریک خارجی به منظور شروع مرحله‌ی احتراق استفاده نمی‌شود، کیفیت سوخت یکی از پارامترهای اصلی و تاثیر گذار بر عملکرد موتور می‌باشد و سوختی که دارای شرایط لازم به منظور استفاده در این نوع موتور نباشد، باعث ایجاد اخلال در نحوه‌ی عملکرد موتور خواهد شد. رادولف دیزل برای اولین

بار در موتور اشتعال تراکمی خود، روغن بادام زمینی را در ۱۰ آگوست ۱۸۹۳ میلادی در شهر آوگسبرگ آلمان، به عنوان سوخت استفاده کرد. وی باورداشت که آینده‌ی موتور دیزل با استفاده از سوخت‌های بیولوژیک رقم خواهد خورد و در یکی از سخنرانی‌هایش در سال ۱۹۱۲ میلادی گفت: در حال حاضر استفاده از روغن های گیاهی ممکن است ناچیز باشد ولی درآینده، زمانی خواهد رسید که این سوخت‌ها به همان اندازه‌ی سوخت‌های فسیلی مهم باشند (نجفی، 1385). بعد از آن، استفاده از سوخت‌ها با پایه‌ی گیاهی در طول تاریخ با افت و خیزهای گوناگونی روبرو شد. بر اثر افزایش کشف منابع نفتی، پیشرفت تکنولوژی و کاهش قیمت سوخت‌های فسیلی، مصرف این نوع سوخت نسبت به سوخت‌ها با پایه‌ی بیولوژیکی، افزایش چشمگیری داشت. بر همین اساس، سوخت دیزل به عنوان سوخت اصلی و به عنوان سوختی که بیشترین کاربرد را در موتورهای اشتعال تراکمی دارد، شناخته شد. با گذشت زمان و افزایش بی‌رویه‌ی تعداد موتورهای اشتعال تراکمی و سایر تولید کنندگان قدرت که از سوخت دیزل به عنوان منبع تولید قدرت استفاده می‌کنند، مشکلات و عواقب کاربرد این نوع سوخت در قرون اخیر پدیدار شدند که از آن جمله می‌توان به تولید آلاینده‌های گوگردی، به دلیل وجود گوگرد در ساختار این نوع سوخت، که هم باعث ایجاد مشکلات آلایندگی و هم باعث ایجاد مشکلات برای قطعات موتور می‌شود، اشاره کرد. همچنین تولید گازهای گلخانه‌ای و مشکلات ناشی از آن از جمله دیگر مشکلات این نوع سوخت می‌باشد. رو به پایان بودن منابع سوخت فسیلی (نفت خام)، که منبع اصلی تولید دیزل است، از دیگر مشکلات ایجاد شده در سر راه سوخت‌های فسیلی می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده، همان طوری که در شکل (1-1) مشاهده می‌شود، حداکثر تولید نفت خام بین سال‌های 2015 تا 2030 خواهد بود و به احتمال زیاد تا پایان قرن حاضر منابع نفت خام تمام خواهند شد (ویکی پدیا، 2011). بر همین اساس در سال‌های اخیر قیمت نفت خام و به تبع آن قیمت فرآورده‌های آن (مانند سوخت دیزل) نیز افزایش چشمگیری داشته است.



شکل1-1: روند تولید نفت خام (ویکی پدیا،2011)

پس از ایجاد مشکلات ذکر شده و مسایل مشابه، تحقیقات گسترده‌ای جهت یافتن سوخت‌های جایگزین در سطح جهانی شروع شد و در نتیجه‌ی این تحقیقات سوخت‌ها و منابع تولید انرژی جدیدتری به مصرف کنندگان معرفی شدند. یکی از این منابع تولید انرژی، سوخت‌های پاک یا بیولوژیک می‌باشد که از منابع گیاهی تجدیدپذیر تولید می‌شود و می‌توان آن‌ها را در قالب سوخت‌های حیوانی و گیاهی دسته بندی نمود (سوخت‌هایی که از منابع گیاهی یا حیوانی به دست می‌آیند ولی دارای پایه‌ی گیاهی و تجدیدپذیر ه‌ستند) که از آن جمله می‌توان به بیودیزل و بیواتانول اشاره کرد(عبدی، 1387).. این سوخت‌ها در حین سوختن آلایندگی کمتری نسبت به سوخت‌های فسیلی تولید می‌کنند و می‌توان آن‌ها را از گیاهانی مانند سویا، کلزا، پنبه دانه، دانه آفتابگردان، نارگیل، ذرت، کرچک، برزک، تخم کتان، بادام زمینی، برگ و هسته درخت خرما، هسته انگور، نخل، کرچک و ... تولید کرد. .

پسماند روغن خوراکی همچنین می تواند به بیودیزل تبدیل شود .این بدین معنی است که با فراوری روغن پسماند آن را به یک محصول با ارزش افزوده تبدیل می‌کنند(حسن مالک‌اژدر و همکاران،1391).

مواد و روش‌ها

سه روش میکروامولسیون (Micro-emulsification)، پیرولیزیز (Pyrolysis) و ترانس استریفیکاسیون (Transesterification) برای تولید بیودیزل وجود دارد که از آنها روش ترانس استریفیکاسیون به دلیل مزیتهای عمده ای از قبیل راندمان تولید بالا، عدم نیاز به تجهیزات بیشتر، رایج بودن این روش در کارانجات تولید بیودیزل و جدا نشدن اتم های اکسیژن در مولکول بیودیزل، مورد استفاده قرار گرفت (Vicente et al,2004). تعیین ویژگی های بیودیزل‌های آفتابگردان، ذرت، سویا، کلزا وپسماند با استفاده از آزمون های استاندارد سوخت انجام شد. آزمون های گرانروی، چگالی، نقطه اشتعال، نقطه ابری شدن و ارزش حرارتی به روی نمونه‌های خالص بیودیزل و روغن‌های خالص انجام شد. ارزش حرارتی در استانداردهای ASTM بوسیله دستگاه بمب کالریمتر اندازه‌گیری می‌شود. در این تحقیق از دستگاه بمب کالریمتر مدل Parr، مطابق با استاندارد ASTM D240، برای اندازه‌گیری ارزش حرارتی نمونه سوخت‌ها استفاده گردید

نقطه ابری شدن مطابق استاندارد ASTM D5773 به‌وسیله مشاهده شفافیت سوخت که تحت شرایط کنترل شده سرد می‌شود، تعیین می‌گردد. نمونه در استوانه شیشه‌ای ریخته شد و به منظور ایجاد شرایط همگن در سوخت، دمای آن با استفاده از آون به 40 درجه سانتیگراد رسانده شد. سپس نمونه از آون خارج شده و پس از هم دما شدن با محیط، در دستگاه سردکن قرار داده شد. کاهش دمای نمونه کنترل و به محض رویت اولین ذرات کریستال و مومی شکل در ته ظرف، دمای نمونه به عنوان نقطه ابری شدن ثبت گردید.

گرانروی نمونه سوخت‌های بیودیزل با استفاده از دستگاه گرانروی سنج بروکفیلد مدل DV-II Prime، مجهز به آداپتور UAL، مطابق با استاندارد ASTM D445 اندازه‌گیری شد. دمای نقطه اشتعال یکی از معیارهای سنجش تمایل نمونه به تشکیل ترکیب قابل اشتعال با هوا تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاه می‌باشد. این آزمایش به روش فنجان باز، مطابق با استاندارد ASTM D93 انجام شد. در این تحقیق چگالی نمونه سوخت‌های بیودیزل مطابق با استاندارد ASTM D4052، با استفاده از دستگاه چگالی‌سنج دیجیتال مدل DA-130N اندازه‌گیری شد(حسن مالک‌اژدر و همکاران، 1391).

نتایج و بحث

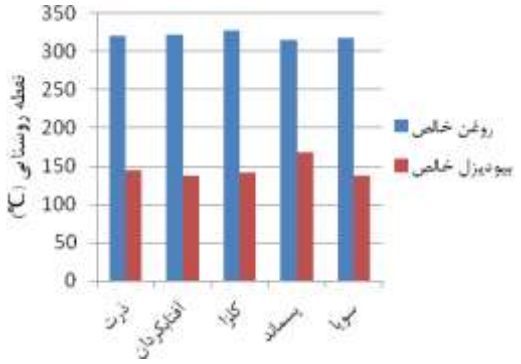
شکل1 نتایج حاصل از اندازه گیری و مقایسه‌ی نقطه‌ی روشنایی را نشان می‌دهد. مطابق نتایج نمودار، به دلیل بالا بودن گرانروی روغن و طولانی بودن زنجیره ی مولکولی روغن ها، نقطه اشتعال روغن های خالص نسبت به بیودیزل بیشتر می‌باشد.

شکل2 نتایج حاصل از اندازه گیری و مقایسه ی ویسکوزیته را نشان می دهد. مطابق نتایج نمودار، ویسکوزیته‌ی روغن‌ها بیشتر از ویسکوزیته‌ی گازوئیل هستند و این بخاطر جرم مولکولی زنجیره‌های طولانی آن می‌باشد.

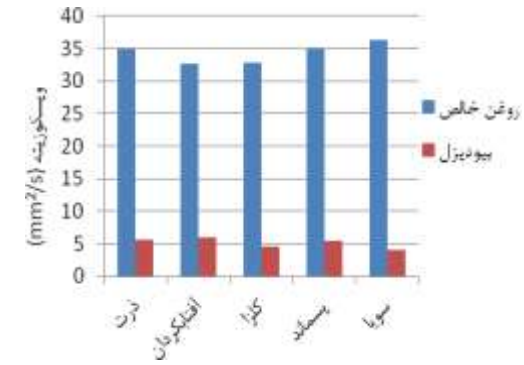
شکل 3 نمودار چگالی روغن ها و بیودیزل را نشا ن می دهد. بطور کلی چگالی بیودیزل نسبت به چگالی روغن خالص زیادتر می‌باشد و این به دلیل داشتن اکسیژن در مخلوط شیمیایی خود می‌باشد.

شکل 4 نمودار نقطه ابری شدن روغن ها و بیودیزل را نشان می دهد. بطور کلی نقطه ابری شدن روغن ها نسبت به بیودیزل بالا می‌باشد و این به دلیل طولانی بودن زنجیره ی هیدروکربنی می‌باشد.

شکل 5 نمودار بین ارزش حرارتی بدست آمده برای روغن ها و بیودیزل‌های حاصل از آن روغن‌ها می‌باشد. در استاندارد ASTM محدوده‌ای برای ارزش حرارتی تعیین نشده است. بطور کلی روند کلی برای تعیین میزان ارزش حرارتی بیودیزل و روغن وجود ندارد زیرا مقدار اکسیژن موجود در مخلوط بیودیزل حدود10٪ وزن کل آن است باعث کاهش ارزش حرارتی آن می‌شود.

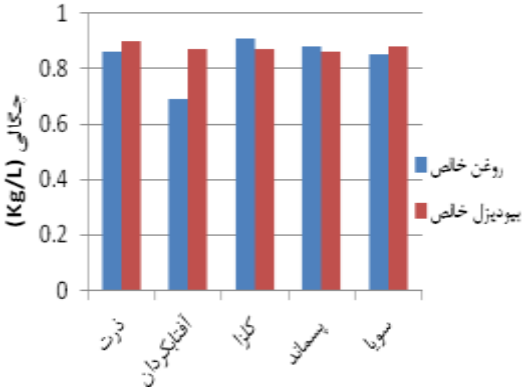


شکل1 نقطه‌ی روشنایی روغن‌های خالص و بیودیزل

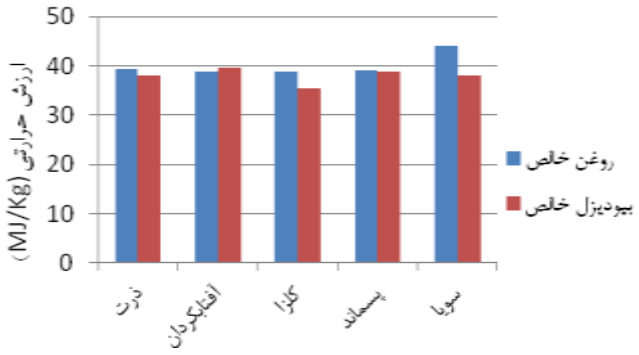


شکل2 ویسکوزیته روغن‌های خالص و بیودیزل

شکل 4 نقطه ابری شدن بین روغن و بیودیزل



شکل 3 چگالی بین روغن و بیودیزل



شکل 5 ارزش حرارتی بین روغن و بیودیزل

منابع

عبدی ک.(1387). موتورهای دیزل (شناخت- کاربرد- ساختمان و طرز کار- تعمیرات- سرویس و نگهداری). چاپ اول. انتشارات کارنو

نجفی ب.(1385). تحلیل تجربی فرآیند احتراق و نشر آلاینده های موتور دوگانه سوز با استفاده از سوخت های CNG و بیودیزل. رساله‌ی دوره ی دکتری مکانیک ماشین های کشاورزی. دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

مالک‌اژدرقوشچی ح، نجفی ب و عزیززاده ص (1391). مطالعهٔ تأثیر اتیل استر پنج نوع روغن گیاهی و مخلوط آنها با گازوییل بر انتشار آلاینده‌های یک موتور اشتعال تراکمی.همایش ملی تنوع زیستی و آلودگی محیط زیست ارومیه.

مالک‌اژدرقوشچی ح، نجفی ب و عزیززاده ص(1391).مقایسه و بررسی اتیل استر پنج نوع روغن گیاهی به عنوان بیودیزل با گازوئیل مرسوم در ایران ..همایش ملی کشاورزی راهبردی تاکستان.

www.wikipedia.com, Last accessed on: 10/4/ 2011

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.