مروری بر افزودنی های نانو مواد برای بهبود برخی خواص سوخت بیودیزل

محمد علی احمدی[۱]،مصطفی مصطفایی[۱*]، غلامحسن نجفی[۲]، حکمت ربانی[۱]

[۱] گروه مهندسی مکانیک بیوسیتم،دانشگاه رازی، کرمانشاه b.mostafaei@razi.ac.ir

[۲] گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم،دانشگاه تربیت مدرس، تهران

چکیده

یکی از مهم‌ترین نیازهای بشری که در سطح جهان مدنظر قرارگرفته مسئله انرژی می‌باشد. در حال حاضر سوخت‌های فسیلی بیش‌ترین منبع تولید انرژی می‌باشند. این سوخت‌ها به دلیل استفاده روزافزون از آن‌ها و افزایش جمعیت رو به تمام شدن می‌باشند. روغن پسماند، دانه‌های روغنی ، چربی‌های حیوانی و میکرو جلبک‌ها و ... ازجمله منابعی هستند که بیودیزل به روش‌های مختلفی از آن‌ها تولید می‌شود. مهم‌ترین روش تولید بیودیزل ترانس استریفیکاسیون می‌باشد. ویژگی‌های سوخت بیودیزل کاملاً منطبق با ویژگی سوخت دیزل نبوده و در صورت استفاده مستقیم آن در موتور بایستی تغییرات اساسی ایجاد کرد. استفاده ترکیبی بیودیزل با دیزل روشی است در کشورهای مختلف دنیا مورد توجه می‌باشد. در سال‌های اخیر با توسعه نانوتکنولوژی و با توجه به سطح ویژه و فعالیت کاتالیستی بالای نانو کاتالیستها،نانو ذرات با پایه کاتالیستی در واکنش ترانس استریفیکاسیون مورد استفاده قرارگرفته‌اند. همچنین افزودن برخی نانو مواد به سوخت بیودیزل یا ترکیب بیودیزل- دیزل منجر به بهبود برخی ویژگی‌های این سوخت تجدید پذیر می‌شود. در این مقاله تأثیرپذیری برخی خصوصیات سوخت بیودیزل با افزودن نانو مواد مرور خواهد شد.

کلمات کلیدی: بیودیزل، نانو افزودنی، ترانس استریفیکاسیون

A review of nano additives for improving some properties of biodiesel fuel

Mohammad Ali Ahmadi [1], Mostafa Mostafaei [1] *, Gholamhassan Najafi [2], Hekmat Rabbani[1]

[1]Mechanics of Biosystems Engineering Department, Razi University, Kermanshah, Iran.
b.mostafaei@razi.ac.ir

[2]Mechanics of Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

ABSTRACT

One of the most important human needs that is considered worldwide is the energy issue. At present, fossil fuels are the largest source of energy production. These fuels are ending due to their ever-increasing use and increasing population growth. Waste and residual oils, oilseeds, animal fats, and micro-algae are among the sources that produce biodiesel in a variety of ways. The most important method for producing biodiesel is transesterification. The biodiesel fuel properties are not entirely consistent with the diesel fuel properties and should be modified if used directly in the engine. Combined use of biodiesel-diesel is a method in many countries around the world. In recent years, with the development of nanotechnology and with a high level of catalytic activity of nano catalysts, catalysts of nanoparticles have been used in the transesterification reaction. Adding some nanomaterials to biodiesel fuel or biodiesel-diesel blends will also improve some properties of this renewable fuel. In this paper will be reviewed the effects of adding nano-materials on some biodiesel fuel properties.

Keywords: *biodiesel, nano additives, transesterification.*

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۱- مقدمه

در حدود % 88 از انرژی‌های اولیه مصرفی، سوخت‌های فسیلی هستند. با توجه به کاهش روزانه ذخایر فسیلی و محدود بودن این منابع ، نیاز به منابع جایگزین به‌شدت احساس می‌شود و این مطلب در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه محققان بوده است. همچنین توسعه انرژی‌های جایگزین به‌عنوان انتخابی برای داشتن رشد اقتصادی پایدار در میان جوامع بشری مطرح است .بیودیزل به‌عنوان جایگزین مناسبی برای گازوئیل، بیشترین توجه را به خود اختصاص داده است . ازجمله مزیت‌های بیودیزل نسبت به گازوئیل می‌توان به تجدید پذیری، غیر سمی بودن، روان کنندگی که باعث طول عمر بیشتر قطعات شده، عدد ستان بیشتر، نقطه اشتعال بالاتر و ... اشاره کرد .بیودیزل متیل یا اتیل استر اسیدهای چرب با زنجیره طولانی است که از منابعی همچون روغن‌های گیاهی و یا چربی‌های حیوانی، که منابعی تجدید پذیر به‌حساب می‌آیند، تهیه می‌شود و می‌تواند به‌جای گازوئیل در موتورهای اشتعال تراکمی و بدون نیاز به تغییرات اساسی در موتور استفاده شود [۱]. برای جایگزین کردن کامل استفاده از بیودیزل به‌جای گازوئیل در موتورهای دیزل نیاز به انجام تغییراتی در طراحی موتور است اما اگر تنها درصدی از بیودیزل به گازوئیل افزوده شود(کمتر از 20 درصد) هیچ نیازی به تغییر اجزاء موتور وجود ندار [۲].اضافه نمودن حتی درصد اندکی از بیودیزل به گازوئیل، میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز را تا میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد[۳].

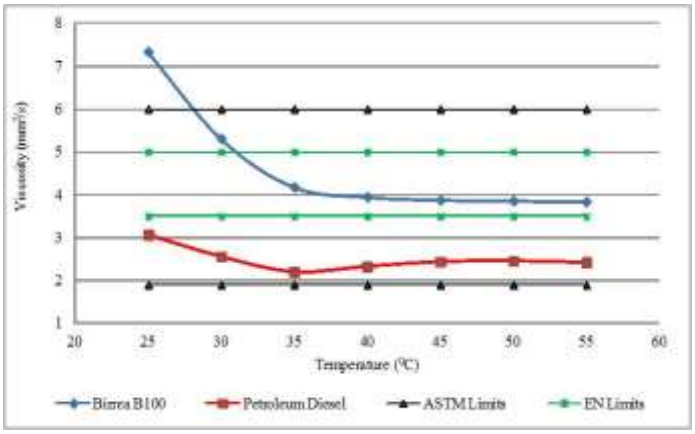
بیودیزل را می‌توان از روغن‌های گیاهی تازه یا استفاده‌شده و چربی حیوانات تولید کرد .همچنین روغن پالم، نارگیل، دانه‌های سویا و حتی روغن استفاده‌شده در پخت‌وپز ازجمله مواد خام معمولی برای تولید بیودیزل محسوب می‌گردد.. در بین همه مواد اولیه نسل جدید بیودیزل،میکرو جلبک‌ها دارای روشن‌ترین آینده هستند این سوخت، قابل‌تجزیه بیولوژیکی است و از منابع داخلی قابل‌تجدید به وجود می‌آید. و هنگامی‌که به‌عنوان یک جزء ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیازمند حداقل تغییرات در موتور است و نسبت به گازوئیلی که جایگزینش می‌شود، سوختی پاک محسوب می‌شود.روغن‌های گیاهی می‌توانند برای تولید ترکیبات شیمیائی که استر خوانده می‌شوند ، با یک الکل (معمولاً متانول) ترکیب شوند. زمانی که این استرها به‌منظور سوخت مورداستفاده قرار می‌گیرند، بیودیزل خوانده می‌شوند. گلیسیرول به‌عنوان یک محصول فرعی تولید می‌شود. استریفیکاسیون روغن‌ها یکی از روش‌های پیشرفته فنّاوری روغن است که تغییراتی در ساختمان اصلی گلیسیریدها ایجاد می‌شود،بدون اینکه تغییرات شیمیایی در اسید چرب تشکیل‌دهنده ساختار تری اسیل گلیسیرید به‌وجود آید [۴] . در سال‌های اخیر با توسعه نانوتکنولوژی و با توجه به سطح ویژه و فعالیت کاتالیستی بالای نانوکاتالیست ها، نانو ذرات با پایه کاتالیستی در واکنش ترانس استریفیکاسیون مورد استفاده قرارگرفته‌اند. همچنین افزودن نانو مواد به سوخت بیودیزل تولیدشده روشی است که باعث اثرگذاری روی برخی ویژگی‌های احتراقی سوخت می‌شود [۵]. هدف این مقاله مروری بر تأثیرگذاری نانو مواد افزودنی روی برخی ویژگی‌های سوخت بیودیزل می‌باشد. در راستای بهبود کیفیت سوخت محققان از نانو مواد مختلف استفاده می‌کنند. فناوری نانو مواد نیز امروزه در بسیاری از بخش‌ها ازجمله محیط‌زیست،آب،کشاورزی،پتروشیمی،نفت،خودروسازی،نساجی،لوازم بهداشتی،صنعت ساختمان،لوازم آرایشی،داروسازی و سلامت واردشده است که باعث پیشرفت و بهبود در این زمینه‌ها شده است..با توجه به کاربرد وسیعی که این فنّاوری دارد در اکثر صنایع استفاده می‌شود و موادی با خطرات کمتر و سمّیت کمتری از آن تولید می‌شود.در کشور ما این فنّاوری شناخته‌شده است و نیازمند سرمایه‌گذاری و تقویت دانش مربوط به آن می‌باشد تولید و رونق این مواد می‌تواند موجب بازاریابی در سایر کشورها و درنهایت به صادرات آن منجر شود.

۲- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و احتراقی بیودیزل طبق استانداردهای مربوطه

۲-۱ گرانروی سینماتیک

برخی از خصوصیات مهم همچون گرانروی، عدد یدی، عدد ستان، نقطه اشتعال، نقطه ریزش و ... از پارامترهای کیفی سوخت احتراقی است که با استفاده از روش‌های تجربی و آزمایشگاهی یا رویکردهای مبنی بر پیش‌بینی می‌توان مقادیر آن‌ها را تعیین کرد [۶, ۷]. گرانروی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سوخت‌های موتور است که در پاشش سوخت، تشکیل مخلوط و فرایند احتراق مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند . بالا بودن گرانروی بالا باعث اختلال در فرایند تزریق و اتمیزه شدن نامناسب می‌شود . مقدار مجاز گرانروی برای بیودیزل در استاندارد ASTM ۱,۹-۶ سانتی استوک و در استاندارد EN ۳,۵-۵ سانتی استوک تعیین شده است[۸]. همان‌طور که در شکل نمایان می‌باشد با افزایش درجه حرارت گرانروی برای بیودیزل خالص B100 که گرانروی زیادی دارد تا حد استاندارد EN کاهش می‌یابد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون (ماشین‌های کشاورزی) ایران

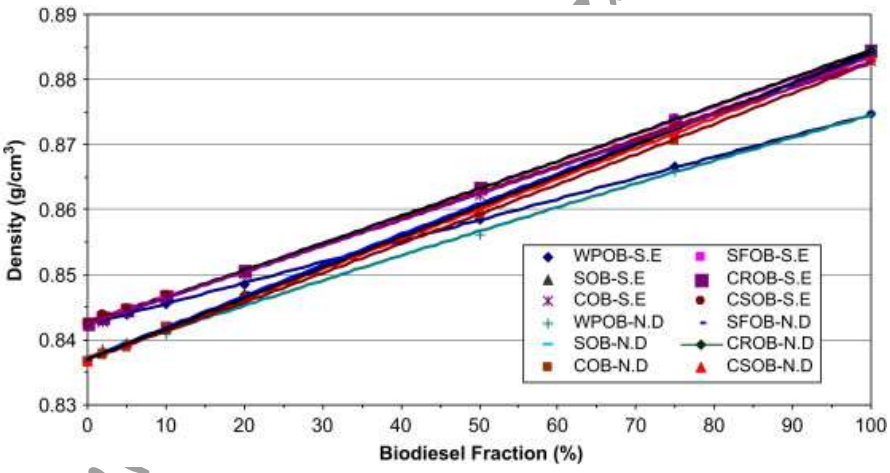


شکل ۱.تغییرات گرانروی با درجه حرارت[۹]

Figure 1. Viscosity changes with temperature [۹]

۲-۲ چگالی

چگالی یا تراکم‌پذیری مانند گرانروی اثر بسیار مهمی روی سیستم تزریق سوخت موتور دارد. مقدار سوخت تزریق شده، زمان‌بندی تزریق و طرح پاشش تزریق به‌طور مستقیم تحت تأثیر این پارامترها است . سوخت‌هایی که چگالی بالایی دارند به‌طور معمول باعث افزایش نشر ذره‌های معلق و گازهای NOx از موتور دیزل می‌شوند. درEN مقدار مجاز چگالی 860-900 Kg/m3 است درصورتی‌که در ASTM محدوده‌ای برای آن تعیین نشده است [۸]. طبق شکل زیر چگالی انواع ترکیب‌های سوخت دیزل-بیودیزل، با افزایش درصد بیودیزل رو به افزایش می‌باشد.



شکل۲.چگالی سوخت‌های ترکیبی بیودیزل - دیزل[۱۰].

Figure 2. The density of biodiesel- diesel blend fuels [۱۰]

۲-۳ نقطه اشتعال

نقطه اشتعال از نظر ایمنی در مدت ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل سوخت دارای اهمیت فراوان است. این دما که وابسته به فرارپذیری سوخت است از ویژگی‌های مهم سوخت برای شروع به کار و گرمایش موتور است. همچنین یک سوخت با نقطه اشتعال بالا باعث ایجاد کربن باقیمانده در محفظه احتراق می‌شود. در برخی موارد استفاده از نانو کاتالیزور باعث افزایش نقطه اشتعال می‌شود در گزارشی که ساجیت و همکاران از بررسی افزودن نانو اکسید سریم بر روی خواص فیزیکی-شیمیایی مهم بیودیزل و پارامترهای عملکرد و آلاینده‌های موتور ارائه دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که افزودن نانواکسید سریم باعث افزایش نقطه اشتعال و گرانروی شده است کمترین حد مجاز نقطه اشتعال در استاندارد ASTM 130 °C و در استاندارد EN 120 °C تعیین شده است .[۱۱]. سه روش استاندارد برای اندازه‌گیری نقطه اشتعال وجود دارد که معادل آن‌ها در استاندارد ملی ایران نیز تدوین شده است:

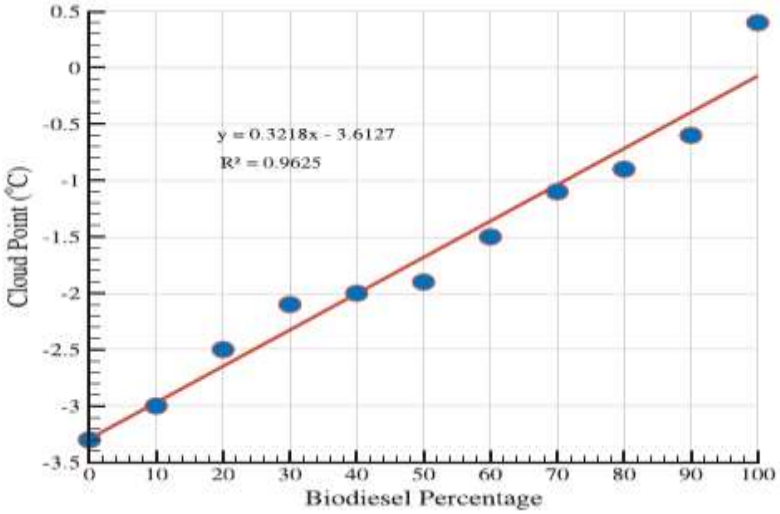
روش اول: استاندارد ملی ۱۹۸-IP36 - ISO 2592 - ASTM D92

روش دوم: استاندارد ملی۱۹۶۹۵-ASTM D93– ISO 2719 – IP34

روش سوم: استاندارد ملی۱۲۶۹۱ -IP170 - ISO 13736

۲-۴ نقطه ابری شدن و نقطه ریزش

از آنجا که نقاط ابری شدن و ریزش بیودیزل بالاتر از نقاط مشابه برای دیزل معمولی است، عملکرد بیودیزل در شرایط سرد به‌طور محسوسی بدتر از دیزل معمولی است.در دماهای پایین، سوخت دیزلی کریستال‌های مومی تشکیل می‌دهد که می‌توانند باعث گرفتگی خطوط سوخت یا فیلترها در سیستم سوخت‌رسانی خودرو شوند.تعیین نقاط ریزش و ابری شدن برای سوخت‌هایی که در مناطق سردسیر مورداستفاده هستند بسیار حائز اهمیت است. در زمستان‌های دشوار موتورهایی که با بیودیزل کار می‌کنند مشکلات بیشتری نسبت به موتورهایی که با دیزل کار می‌کنند دارند.اثر استفاده از بیودیزل بر روی دوام موتور نگرانی‌هایی به وجود آورده است. نقطه ابری شدن دمایی است که نخستین بلورها ظاهر و مایع کدر می‌شود. نقطه ریزش کمی بالاتر از نقطه انجماد بوده و پایین‌ترین دمایی است که جریان سوخت هنوز می‌تواند پمپاژ شود. در استانداردهای ASTM و EN حد مجازی برای نقاط ابری شدن و ریزش تعیین نشده و بسته به شرایط آب و هوایی برای هر منطقه‌ای به‌طور جداگانه باید تعیین شود [۸]. شکل زیر نقطه ابری شدن رو نشان می‌دهد به‌گونه‌ای که با افزایش درصد بیودیزل در مخلوط سوخت نقطه ابری شدن افزایش می‌یابد.



شکل ۳.تغییرات نقطه ابری شدن با درصد بیودیزل[۱۲]

Figure 3. Cloud point change with biodiesel percentage [۱۲]

۳- مروری بر روش‌های کاهش معایب بیودیزل

ازجمله معایب استفاده از بیودیزل در مقایسه با گازوئیل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۱۳].

- عدم صرفه اقتصادی و مشکلات فرایندی تولید بیودیزل
- توان و گشتاور پایین تولیدشده توسط بیودیزل نسبت به گازوئیل
-تولید NOx بیشتر نسبت به سوخت دیزل به دلیل محتوای بالاتر اکسیژن بیودیزل
- اکسید شدن بیودیزل در معرض هوا
-دشواری در ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل بیودیزل
-به خطر افتادن امنیت غذایی، منابع آب و تغییرات استفاده از زمین
-مشکلات استفاده از بیودیزل در مناطق سردسیر و دارای زمستان سخت

از طرفی دیگر، بیودیزل به‌عنوان جایگزین مناسبی برای گازوئیل، بیشترین توجه را به خود اختصاص داده است . ازجمله مزیت‌های بیودیزل نسبت به گازوئیل می‌توان به تجدید پذیری، غیر سمی بودن، روان کنندگی که باعث طول عمر بیشتر قطعات شده، عدد ستان بیشتر، نقطه اشتعال بالاتر و ... اشاره کرد.

یکی از راهکارهای ارائه‌شده برای کاهش مصرف سوخت و همچنین کاهش آلاینده‌های خروجی موتور استفاده از میدان مغناطیسی می‌باشد که با شدت‌های مختلف بر روی خط سوخت موتور نصب می‌شود.یکی از نمونه تحقیقاتی که از آهنربا استفاده کرده تحقیق علی فاریس و همکاران می‌باشد آن‌ها از آهنربا با شدت‌های ۶۰۰۰ و ۹۰۰۰ گاوس استفاده کردند که نتیجه تحقیق آن‌ها ، بهبود احتراق سوخت و درنتیجه افزایش قدرت موتور و کاهش مصرف سوخت بود. نمودار زیر مربوط به کار این گروه محققین می‌باشد[۱۴]. مشاهده می‌شود که با افزایش شدت میدان مغناطیسی میزان

مصرف سوخت کاهش می‌یابد.

از دیگر راه‌حل‌های مفید برای حل این مشکلات ، استفاده از نانو مواد می‌باشد .استفاده از نانو کاتالیستها در فرایند تولید تا بهره‌برداری از بیودیزل به سه منظور قابل‌بررسی است[۱۵].

الف) استفاده از نانوکاتالیستها در فرایند سنتز بیودیزل به روش ترانس استریفیکاسیون

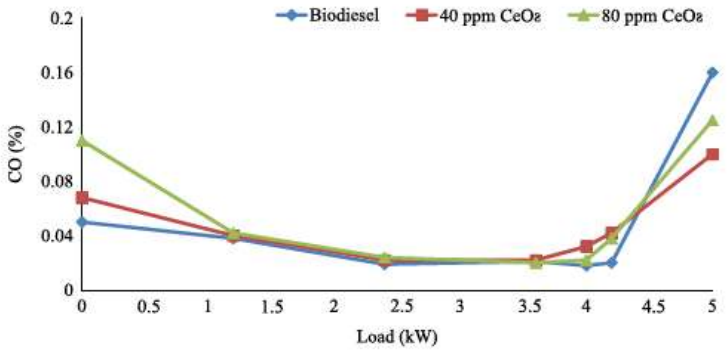
ب) استفاده از نانو کاتالیستها به‌عنوان افزودنی برای بهبود و تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیودیزل مانند عدد ستان، گرانروی، افزایش مقاومت در برابر اکسیداسیون بیودیزل و بهبود

3-استفاده از نانوکاتالیستها به‌عنوان افزودنی به بیودیزل برای کاهش آلاینده‌ها به‌ویژه NOx و بهبود عملکرد پارامترهای موتور مانند افزایش توان و گشتاور و کاهش مصرف سوخت

فعالیت کاتالیست، به‌طور عمده به اندازه آن بستگی دارد به‌طوری‌که با یک‌ذره کوچک‌تر به میزان فعالیت بالاتری می‌توان دست‌یافت زیرا می‌توان تعداد اتم‌های بیشتری را در واحد سطح داشت . در برخی از واکنش‌های کاتالیستی، انتخاب پذیری به طبیعت سایت‌های کاتالیستها بر روی سطح ذره بستگی دارد.[۱۶]. اثر افزودنی‌های نانو مواد در دو جنبه کاهش انتشار و بهبود بهره‌وری سوخت قابل مقایسه می‌باشد.

در تحقیقی کاربرد سیستم استنتاج فازی عصبی (ANFIS) برای پیش‌بینی پارامترهای عملکردی موتور دیزل و انتشار آلاینده‌های اگزوز با استفاده از افزودنی‌های همچون نانو ذرات نقره (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ ppm) و لوله‌های نانو کربنی (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ ppm) به مخلوط سوخت دیزل مورد مطالعه قرار گرفت [۱۷]. نتایج نشان داد که اضافه کردن ذرات نانو به سوخت دیزل، توان موتور و گشتاور خروجی را افزایش می‌دهد. همچنین با استفاده از نانو مواد، مصرف سوخت ویژه ترمزی (bsfc) نسبت به سوخت دیزل خالص کاهش یافت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نانو ذرات (از ۴۰ ppm تا ۱۲۰ ppm) در سوخت دیزل، میزان انتشار CO2 افزایش می‌یابد. انتشار CO در سوخت دیزل با ذرات نانو در مقایسه با سوخت دیزل خالص به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود. انتشار UHC با سوخت نانو دیزل نقره‌ای کاهش یافته است و درحالی‌که در سوخت‌های با ذرات نانو کربن افزایش داشت. روند انتشار NOx در مقایسه با انتشار UHC معکوس بود. با اضافه کردن ذرات نانو به سوخت‌های مخلوط، NOx در مقایسه با سوخت دیزل خالص افزایش یافته است.

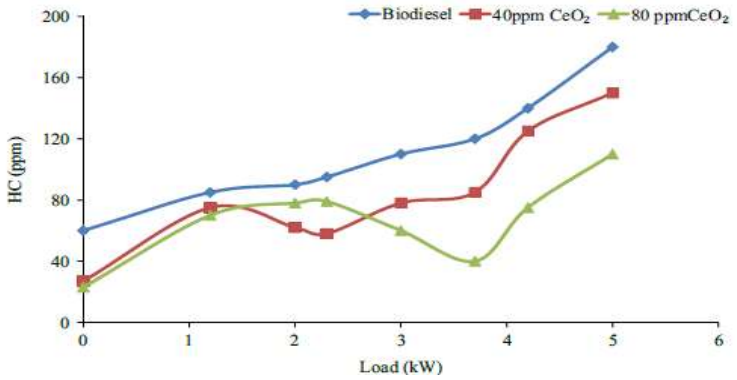
ساجیت و همکاران اثر نانو اکسید سریم بر روی خواص فیزیکی-شیمیایی مهم بیودیزل و پارامترهای عملکرد و آلاینده‌های موتور را بررسی کردند .یافته‌های آن‌ها نشان داد که افزودن نانو اکسید سریم باعث افزایش نقطه اشتعال و گرانروی شده است . آن‌ها همچنین ادعا نمودند که افزودن 40تا 80ppmاز نانوکاتالیست به بیودیزل، باعث کاهش 25% تا 40% هیدروکربن‌های سوخته و افزودن80 ppm از نانوکاتالیست باعث کاهش 30% از NOx شده است. نتیجه این تحقیق در شکل‌های ۴ و ۵ آورده شده است.[۱۸].



شکل۴.تغییر انتشار CO از بیودیزل با و بدون نانو ذرات CeO2 برای بارهای مختلف موتور

Figure 4. Change of CO emission from biodiesel with or without CeO2 nanoparticles for different engine loads

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی
ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



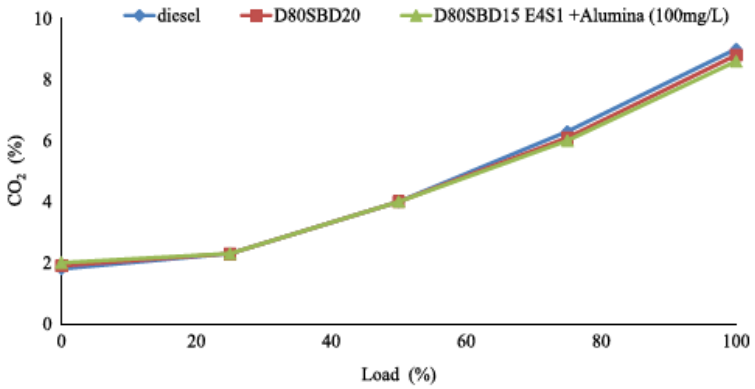
شکل۵.تغییر در انتشار هیدروکربن (HC) سوخت بیودیزل با و بدون نانو ذرات CeO2 برای بارهای مختلف موتور

Figure 5: Change in biodiesel fuel hydrocarbon (HC) emissions with or without CeO2 nanoparticles for different engine loads

ترکیبات نانو کاتالیستی مثل برخی فلزات(پلاتین، پالادیم، کبالت، مس ،نیکل و...) ، اکسیدهای فلزی یگانه، اکسیدهای فلزی چندگانه و در نهایت فلزات پوشش داده شده با اکسیدهای فلزی را می‌توان به‌صورت خالص یا مخلوط، به سوخت (هیدروکربن‌های مایع مثل سوخت‌های مشتق شده از نفت نظیر بنزین و گازوئیل) اضافه کرد تا بدین‌وسیله ویژگی‌های احتراق سوخت را ارتقاء بخشید .ویژگی‌های مختلف سوخت که در نشر ذرات مؤثرند مثل فراریت، چگالی و محتوای گوگرد در سوخت، ازجمله مواردی هستند که می‌توان با استفاده از نانو کاتالیستها دستخوش تغییر شوند[۱۹].

گانش و گوریشانکار از یک ترکیب نانو شامل آلومینیوم -منیزیم و اکسید کبالت (Co3O4)با میانگین قطر ذرات38-70nm به‌عنوان افزودنی به بیودیزل سنتز شده از جاتروفا در یک موتور تک سیلندر برای بررسی پارامترهای عملکرد و آلاینده‌ها استفاده نمودند. نانوکاتالیست سنتز شده را با غلظت 100 mg/Lبا کمک دستگاه فراصوت و یک سورفکتانت اصلاح‌شده به سوخت اضافه نمودند .اکسید کبالت به‌عنوان یک بافر اکسیژن باعث افزایش احتراق و کاهش آلاینده‌ها می‌شود . آن‌ها گزارش نمودند که میزان آلاینده‌های هیدروکربن‌های نسوخته، مونوکسید کربن در حالت حداکثر بار به ترتیب 60% و 50% کاهش یافته است .برای افزودنی اکسید کبالت به سوخت بیودیزل برای حالت مقدار حداکثر بار ، آلاینده‌های مونوکسید کربن و هیدروکربن‌های نسوخته به ترتیب 41% و 70% کاهش داشته است .همچنین آن‌ها ادعا نمودند که با کاهش دمای سیلندر در حالت 75% بار برای بیودیزل میزان NOxبه مقدار30٪ کاهش داشته است[۱۶].

باشا در یک تحقیق پتانسیل استفاده از نانو ذرات نانوآلومینا و نانولوله‌های کربنی را در دو غلظت 25 و 50 ppm بر روی موتور دیزل تغذیه‌شده با مخلوط‌های مختلفی از سوخت بیودیزل و دیزل برای بهبود عملکرد و کاهش آلاینده‌ها مورد بررسی قراردادند [۲۰].



شکل۶.تغییر در میزان انتشار CO_2با افزایش بار با افزودن نانوالومینا به سوخت بیودیزل

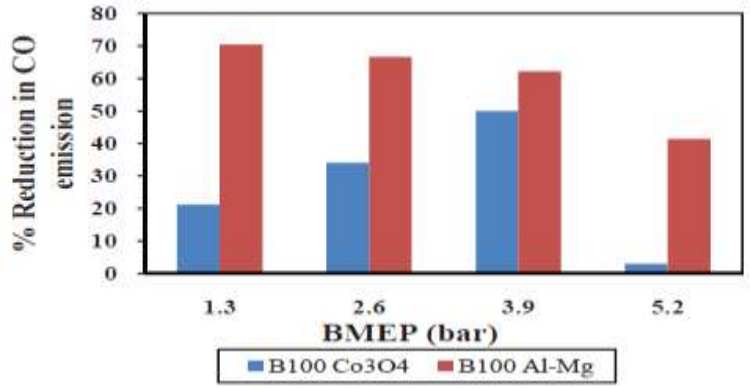
Figure 6. Change in CO2 emissions with increasing load by adding nano-alumina to biodiesel fuel

کانان و همکارانش از نانو سیال فریک کلراید (FeCl3) به‌عنوان یک نانوکاتالیست افزودنی به بیودیزل تولیدشده از روغن پسماند پالم استفاده نمودند. کاتالیست با غلظتµmol/L 20 استفاده شد. آن‌ها نتایج را برای یک موتور دیزل در دور موتورrpm 1500 بر روی پارامترهای عملکرد و آلاینده‌ها و مشخصه‌های احتراق گزارش کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاتالیست افزوده‌شده باعث کاهش 8/6%مصرف سوخت ویژه ترمزی شده است درحالی‌که بازده حرارتی ترمزی نیز 6/3%افزایش را نشان می‌داد نتایج آن‌ها همچنین نشان از نرخ حرارت آزادشده بیشتر و زمان کمتر برای تأخیر در

اشتعال برای وقتی‌که از افزودنی استفاده شده بود در مقایسه با بیودیزل خالص داشت [۲۱].

صادق باشا و آناند آزمایش‌هایی را بر روی نانو ذرات آلومینیوم به‌صورت مخلوط با 5% آب، 93% جاتروفا بیودیزل و 2% سورفکتانت بر روی ویژگی‌های احتراقی موتور دیزل انجام دادند . آن‌ها از یک سیستم اولتراسونیک برای توزیع نمودن نانوکاتالیست با غلظت‌های 25 و50 ppm در سوخت استفاده کردند .نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در حالت حداکثر بار بازده حرارتی ترمزی به میزان 29% افزایش داشته است [۲۲].

اکسید کبالت از سپر اکسیژن استفاده کرده و احتراق را بهبود می‌بخشد و همچنین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد. افزودن این نانو مواد به بیودیزل باعث کاهش حداکثر٪۶۰ در هیدروکربن‌های نسوخته در بار کامل و کاهش٪۵۰ در مونوکسید کربن در بار٪ ۷۵ نتیجه داده است[۲۳].



شکل ۷.اثر افزودنی نانواکسید کبالت و مگنوالیوم بر انتشار CO

Figure 7. Effect of Cobalt Nano Oxide and Magnolium Additive on CO emissions

تواری و همکارانش گزارشی در مورد تأثیر استفاده از نانولوله‌های کربنی در بیودیزل بر روی کیفیت احتراق ارائه کردند. آن‌ها از یک سیستم اولتراسونیک برای توزیع نانولوله‌های کربنی در سوخت در دو غلظت۲۵وppm ۵۰استفاده نمودند. نتایج آن‌ها در دور موتور ثابت 1500 rpm حاکی از افزایش بازده حرارتی و کاهش آلاینده‌های سوخت بیودیزل بود .[۲۴]. اکسید کبالت از سپر اکسیژن استفاده کرده و احتراق را بهبود می‌بخشد و همچنین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد. افزودن این نانو مواد به بیودیزل باعث کاهش حداکثر٪۶۰ در هیدروکربن‌های نسوخته در بار کامل و کاهش٪۵۰ در مونوکسید کربن در بار٪ ۷۵ نتیجه داده است[۲۳]. در جدول شماره ۱تعدادی از نتایج به دست آمده از تحقیق دیگر محققان در زمینه افزودن نانو مواد به سوخت بیودیزل آورده شده است.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

Table 1. Overview of the results of studies on the addition of nanomaterials to fuels.

جدول ۱. مروری بر نتایج به دست آمده از بررسی‌های انجام‌شده در مورد افزودن نانو مواد به سوخت.

کاتالیزور	میزان غلظت افزودنی به سوخت	پارامترهای بررسی‌شده							
		آلاینده NOx	آلاینده CO	آلاینده UHC	آلاینده Soot	مصرف ویژه سوخت ترمزی	توان	تأخیر در اشتعال	بازده بازده حرارتی ترمزی
Nano CuO +B20	10-30-50ml	2.63%	↓-	↓-	٪20	_	_	_	2.75%
CNT+ JB20D	10-20-30-40-50mg/l	35%	50%	60%	↓-	15%	_	+	16%
Nano FeCl3	20 µmol/L	_	_	_	_	8.6%	_	+	6.3%
Nano Co3O4	_	↓-	50%	60%	↓-	_	_	+	_
+Co3O4+ MgO Nano Al 2O3	38 to70nm	30%	50%	60%	_	_	_	_	_
Nano Al 2O3	10-50 nm	_	_	_	_	_	_	+	29%
Nano CeO2+B5	90ppm	27%	51%	45%	_	16%	_	+	23%
Nano ZnO	_	↓-	_	_	_	_	_	+	+

۴- نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی ضرورت استفاده از سوخت‌های تجدید پذیر ازجمله بیودیزل برکسی پوشیده نیست. ضایعات روغن که ممکن است با رها کردن آن باعث آسیب به محیط‌زیست شوند با تولید بیودیزل از آن‌ها، می‌توانند روشنی‌بخش خانه‌ها، هوای پاک، کاهش مصرف انرژی و بسیاری از موارد دیگر را موجب شوند.توجه به کاربرد و خواصی که نانو مواد دارند می‌توانند در بسیاری از صنایع و زمینه‌های علمی و تولیدی استفاده شوند.نانو مواد مختلفی درزمینهٔ بهبود کیفیت سوخت مورداستفاده قرارگرفته‌اند ازجمله نانولوله‌های کربنی ،نانوالومینا،نانو ذرات آلومینیوم،نانو سریم،نانو کبالت و ترکیبی از این نانو مواد که اثر استفاده از آن‌ها بر روی میزان آلایندگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ملاحظه شد.استفاده از نانو مواد می‌تواند نقش به سزایی در کاهش آلاینده‌های تولیدی ناشی از سوخت موتور ایفا کند و محیط‌زیست بهتر و کاهش مصرف سوخت فسیلی رو به دنبال داشته باشد.البته که این پیشرفت وابسته به فعالیت مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها و همچنین به سیاست دولت در سرمایه گزاری در این زمینه برمی‌گردد.

۵- منابع

[۱]Abbaszaadeh A, Ghobadian B, Omidkhah MR, Najafi G. Current biodiesel production technologies: a comparative review. Energy Conversion and Management. 2012;63:138-48.

[۲]Mohammadi P, Nikbakht AM, Tabatabaei M, Farhadi K, Mohebbi A. Experimental investigation of performance and emission characteristics of DI diesel engine fueled with polymer waste dissolved in biodiesel-blended diesel fuel. Energy. 2012;46(1):596-605.

[۳]Azócar L, Heipieper HJ, Navia R. Biotechnological processes for biodiesel production using alternative oils. Appl Microbiol Biotechnol. 2010;88(3):621-36.

[۴]Fayyazi E, Ghobadian B, Najafi G, Hosseinzadeh B, Montazeri M. Modelling and evaluation of some effective parameters on reactor design for optimized utilization of ultrasonic waves. Power. 2012;1(4.(

[۵]Najafi G. Diesel engine combustion characteristics using nano-particles in biodiesel-diesel blends. Fuel. 2018;212:668-78.

[۶]Mostafaei M. ANFIS models for prediction of biodiesel fuels cetane number using desirability function .Fuel.

2018;216:665-72.
[۷]Mostafaei M. Prediction of biodiesel fuel properties from its fatty acids composition using ANFIS approach. Fuel. 2018;229:227-34.
[۸]Canakci M, Sanli H. Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties. J Ind Microbiol Biotechnol. 2008;35(5):431-41.
[۹]Gandure J, Ketlogetswe C. Sclerocarya Birrea biodiesel as an alternative fuel for compression ignition engines. Advances in Internal Combustion Engines and Fuel Technologies: InTech; 2013.
[۱۰]Alptekin E, Canakci M. Determination of the density and the viscosities of biodiesel–diesel fuel blends. Renewable Energy. 2008;33(12):2623-30.
[۱۱]Roumiantseva D, Carini S, Sim I, Wagner TH. Sponsorship and design characteristics of trials registered in ClinicalTrials. gov. Contemp Clin Trials. 2013;34(2):348-55.
[۱۲]Abdalla IE. Experimental studies for the thermo-physiochemical properties of Biodiesel and its blends and the performance of such fuels in a Compression Ignition Engine. Fuel. 2018.۲۱۲:۶۳۸-۵۵;
[۱۳]Demirbas A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. Energy conversion and management. 2009;50(1):14-34.
[۱۴]Faris AS, Al-Naseri SK, Jamal N, Isse R, Abed M, Fouad Z, et al. Effects of magnetic field on fuel consumption and exhaust emissions in two-stroke engine. Energy procedia. 2012;18:327-38.
[۱۵]Lam MK, Lee KT, Mohamed AR. Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: a review. Biotechnology advances. 2010;28(4):500-18.
[۱۶]Ganesh D, Gowrishankar G. Effect of nano-fuel additive on emission reduction in a biodiesel fuelled CI engine. Conference Effect of nano-fuel additive on emission reduction in a biodiesel fuelled CI engine. IEEE, p.۳۴۵۳-۹ .
[۱۷]Ghanbari M, Najafi G, Ghobadian B, Mamat R, Noor M, Moosavian A. Adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to predict CI engine parameters fueled with nano-particles additive to diesel fuel. Conference Adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to predict CI engine parameters fueled with nano-particles additive to diesel fuel, vol. 100. IOP Publishing, p. 012070.
[۱۸]Sajith V, Sobhan C, Peterson G. Experimental investigations on the effects of cerium oxide nanoparticle fuel additives on biodiesel. Advances in Mechanical Engineering. 2010;2:581407.
[۱۹]Sohpal VK, Singh A. Optimization of alkali catalyst for transesterification of jatropha curcus using adaptive neuro-fuzzy modeling. Biofuel Research Journal. 2014;1(2):70-6.
[۲۰]Basha JS, Anand R. The influence of nano additive blended biodiesel fuels on the working characteristics of a diesel engine. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 2013;35(3):257-64.
[۲۱]Kannan G, Karvembu R, Anand R. Effect of metal based additive on performance emission and combustion characteristics of diesel engine fuelled with biodiesel. Applied Energy. 2011;88(11):3694-703.
[۲۲]Sadhik Basha J, Anand R. Effects of nanoparticle additive in the water-diesel emulsion fuel on the performance, emission and combustion characteristics of a diesel engine. International Journal of Vehicle Design. 2012;59(2/3):164-81.
[۲۳]D'Silva R, Hafeez M, Fernandez J, Paloth F, Rahiz IA, Binu K, et al. Effect of Copperoxide Nanoadditives on the Performance and Emissions Characteristics of a CI Engine. Energy and Power. 2017;7(4):99-104.
[۲۴]Tewari P, Doijode E, Banapurmath N, Yaliwal V. Experimental investigations on a diesel engine fuelled with multi-walled carbon nanotubes blended biodiesel fuels. Int J Energy Technol Adv Eng. 2013;3:72-6.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران