تاثیر نانو ذرات مس محلول در روغن موتور بر فشار کمپرس سیلندر و میزان گازهای خروجی از اگزوز

شهاب فرجی[۱]، احمد مهرآبادی[۱] و محمد غلامی پرشکوهی[۱*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

چکیده

نانو تکنولوژی فهم و به‌کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم‌هایی در ابعاد کمتر از یک میکرومتر است (بین ۱ تا ۱۰۰نانومتر) که اثرات فیزیکی جدیدی از خود نشان می‌دهند. در این تحقیق نانو ذرات مس۶۰ نانومتری در یک لیتر روغن 10W40 با استفاده از همزن مکانیکی و امواج فراصوت به اندازه ۲۰۰۰۰ppm پراکنده سازی شده و به عنوان افزودنی به روغن بهران پیشتاز 10W40 موتور پژو پارس ۱۸۰۰ سی‌سی در مقادیر حجمی۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ سی‌سی اضافه شد و میزان فشار کمپرس، آلایندگی و مصرف سوخت در شهر و در جاده بررسی شد. نتایج نشان داد که با استفاده از نانو روغن میزان فشار کمپرس سیلندر به اندازه ۱۸/۱۸ درصد افزایش داشت و مصرف سوخت به اندازه ۱۵/٦٦ درصد کاهش در شهر و ۲۰/۰٦ درصد در جاده کاهش داشت. نتایج آزمون آلایندگی نشان داد نانو روغن مس تاثیر معنی‌داری در کاهش اکسیژن، مونو اکسیدکربن و افزایش دی اکسیدکربن داشت و بر میزان گازهای هیدرو کربن نسوخته تاثیر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: نانو ذرات مس، فشارکمپرس، مصرف سوخت، گازهای خروجی.

مقدمه

امروزه توسعه صنعت روانکاری بخش مهمی از توسعه صنایع ماشینی و صنایع مربوط به آن شده است. علاوه بر این، با مطرح شدن بحث‌های جدیدی چون بهینه سازی مصرف انرژی و حفظ منابع تجدید ناپذیر و همچنین رعایت الزامات زیست محیطی، مطالعه بر روی روانکارها جایگاه خاصی در بین علوم پیدا کرده است. در اکثر موارد، هزینه‌ای که باید برای تعمیرات قطعات مستهلک (ناشی از استفاده از روانکار نامناسب) پرداخته شود، بسیار بیشتر از هزینه‌های است که برای یک روانکار گرانتر ولی بهتر در نظر گرفته می‌شود. آمار نشان می‌دهد تنها با افزایش ۱ تا ۲ درصد در قیمت یک روانکار بهتر، می‌توان حدود ۱۵ درصد از هزینه‌های اضافی یک خودرو را کاهش داد.

ضمن این که استفاده از یک روانکار مناسب فاصله زمانی تعویض روغن برای یک خودرو را زیاد می‌کند که این مسئله به حفظ محیط زیست و در

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، گروه ماشین‌های کشاورزی، تاکستان، ایران.
(* نویسنده مسئول: Gholamihassan@yahoo.com)

نهایت حفظ منابع تجدید ناپذیر نیز کمک می‌کند و این مسئله خود بیانگر اهمیت دانش فنی روانکارهاست. پرمصرف‌ترین و معروف‌ترین روغن های روانکار، روغن‌های موتور هستند که علاوه بر کاهش اصطکاک بین قطعات و جلوگیری از سائیدگی قطعات موتور، وظایف دیگری چون خنک کردن موتور، گرفتن ضربه، آب‌بندی فاصله رینگ‌های پیستون و دیواره داخلی سیلندر و جلوگیری از خروج گازهای متراکم، انتقال ذرات ریز فلزات و گرد و خاک از داخل موتور به فیلتر روغن و جلوگیری از رسوب دوده در رینگ‌ها، یاتاقان‌ها، سوپاپ‌ها و غیره و تمیز نگاه داشتن قطعات موتور را نیز به عهده دارند. به منظور حصول به روانکار با خصوصیات مطلوب و مناسب برای هر کاربرد مشخص، امروزه انواع افزودنی‌ها با عملکردهای مختلف، به روغن پایه افزوده می‌شوند. این افزودنی‌ها می‌توانند هر یک از وظایف بهبود روانکاری، خواص ضد خوردگی و ضد اکسیداسیون، گرانروی، پاک‌کنندگی و غیره را در ترکیب، به عهده داشته باشند. با توجه به ورود نانوتکنولوژی در سال‌های اخیر، گروهی از انواع نانو افزودنی‌های روغن نیز پا به عرصه ظهور گذاشته‌اند. این نانو ذرات به دلیل اندازه، شکل و دیگر خواص منحصر بفردشان به عنوان نوع جدیدی از افزودنی‌ها پدیدار گشته‌اند. نانو روانکارها نوعی روانکار مهندسی ساخته شده از نانو ذرات، پراکنده کننده‌ها و روانکار پایه‌اند که خواص روانکاری و خواص انتقال حرارت بهبود یافته نسبت به روانکارهای متداول دارند. در این خصوص محققان مطالعاتی داشتند که در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

اتفاقی و همکاران (۱۳۹۲) خواص ضد سایشی روغن موتور 20W50 حاوی نانو لوله‌های اکسید وانادیم را بررسی کردند. در ابتدا نانو لوله‌ها به کمک آسیاب گلوله‌ای درون روغن موتور توزیع شدند. سپس دو نوع تست سایشی شامل تست استاندارد چهار ساچمه[1] و تست پین بر دیسک[2] بر روی روغن پایه و نانو روانکار ساخته شده با غلظت ۰/۱ درصد وزنی انجام گرفت. تست مورد نظر بر اساس استاندارد ASTM D-2783 و تحت شرایط دما ۳۵ درجه سلسیوس، سرعت ۱۷۶۰ دور در دقیقه، زمان یک ساعت، بار ۳۹۲ نیوتن انجام گرفت. تست مورد نظر بر روی روغن پایه و نیز نانو روانکار ۰/۱ درصد وزنی انجام گرفت. بررسی نتایج نشان داد که به طور کلی افزودن نانو لوله‌های اکسید وانادیم به روغن موتور 20W50 موجب افزایش خاصیت ضد سایشی روغن می‌شود. به طوری که در آزمون چهار ساچمه میانگین طول خراش‌های سایشی در روغن حاوی نانو لوله‌های اکسید وانادیم به میزان ۱۵ درصد نسبت به روغن پایه کاهش یافته‌است. دلیل این امر را می-توان ناشی از قرارگیری نانو لوله‌ها در بین سطوح اصطکاکی و ایجاد فیلم محافظ بر روی آنها دانست، که موجب کاهش تماس مستقیم سطوح سایشی با یکدیگر می‌شوند. نتایج تست پین بر دیسک نیز بیانگر کاهش ۲۸ درصد جرم ساییده شده از سطح یاتاقان در طی مسافت ۳۰۰ متر در روغن حاوی نانو لوله‌ها نسبت به روغن پایه بود. علاوه بر علل ذکر شده در بالا برای افزایش خاصیت ضد سایشی روغن حاوی نانو لوله‌ها نسبت به روغن پایه تبدیل اصطکاک لغزشی به غلتشی ناشی از شکل استوانه‌ای نانو لوله‌ها را نیز می‌توان از عوامل موثر در کاهش سایش در روغن حاوی نانو لوله‌های اکسید وانادیم

[1]- Four ball test
[2]- Pin on disc test

نسبت به روغن پایه دانست (اتفاقی و همکاران، ۱۳۹۲).

Wu و همکاران (۲۰۰۷) خواص روانکاری دو نوع روغن شامل روغن موتور API-SF و روغن پایه حاوی نانو ذرات اکسیدمس و دی‌اکسید تیتانیوم و نانو الماس را بررسی کردند. آزمایش‌های اصطکاک و سایش به کمک یک دستگاه آزمون لغزشی رفت و برگشتی انجام گرفت. این آزمایش تحت بار ۲۰۰ نیوتن و سرعت ۱۲۰ میلی‌متر بر ثانیه انجام گرفت. نتایج آنها نشان داد که نانو ذرات افزوده شده به روغن‌ها تاثیر بسزایی در کاهش اصطکاک و سایش داشتند بگونه‌ای که ضریب اصطکاک در روغن‌های API-SF و روغن پایه حاوی نانو ذرات اکسیدمس بترتیب ۱۸/٤ درصد و ۵/۸ درصد کاهش یافت. علاوه بر این عمق شکاف‌های سایشی بترتیب ۱٦/۷ و ۷۸/۸ درصد در مقایسه با روغن فاقد نانو ذرات اکسیدمس کاهش یافت (Wu *et al*, 2007).

ارکیان (۱۳۹۲) تاثیر استفاده از نانوروغن در موتور تراکتور فرگوسن ۳۹۹ در شخم با گاوآهن و عملیات دیسک در استفاده از چهار غلظت ۱/۸ تا ۷/۱٤ نانو روانکار مس مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد دمای روغن از ۱/۲ تا ۱۳/٤ درصد برای شخم با گاوآهن و ۱/۳ تا ۱۲/۸ درصد برای عملیات دیسک کاهش یافت. همچنین تاثیر ۱/۵ تا ۸/۸ درصد در شخم با گاوآهن و ۱/۵ تا ۷/٦ درصد در عملیات دیسک بر کاهش دمای آب رادیاتور داشت. کاهش میزان مصرف سوخت نیز در استفاده از چهار غلظت بررسی شد که نتایج کاهش ۱/۲۷ تا ۸/۹۲ درصد در شخم با گاوآهن و ۲/۱۷ تا ۱۵/۲۱ درصد در عملیات دیسک بر مصرف سوخت نشان داد.

این تحقیق با توجه به اهمیت امروزه علم نانو در رابطه با سیالات مورد استفاده در صنعت خودرو اهداف ذیل را دنبال نمود:

الف- بررسی راه‌های بالا بردن راندمان عملکرد موتور بنزینی با افزودن نانو ذرات مس به روغن موتور.

ب- میزان تاثیر افزودن نانو ذرات مس محلول در روغن موتور بنزینی بر فشار کمپرس سیلندر در نقطه مرگ بالا.

ج- بررسی تاثیر نانو ذرات مس محلول در روغن موتور بنزینی بر میزان مصرف سوخت در شهر و جاده.

د- تاثیر نانو روغن مس بر اشتعال سوخت در موتور بنزینی و میزان آلایندگی کربنی خروجی از اگزوز.

مواد و روش‌ها

مواد

نانو ذرات مس مورد استفاده در این تحقیق از شرکت نانو پوشش فلز تهیه شد. این ذرات بوسیله آسیاب الکترونی تا ابعاد ٦۰ نانومتر کوچک شده‌اند و به روغن API-SL 10W40 اضافه شده و با همزن مکانیکی و با استفاده از امواج فراصوت توزیع گشته-اند. پراکنده سازی نانو ذرات مس در روغن به اندازه ppm ۲۰۰۰۰ بود. تجهیزات اندازه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق به صورت ذیل بود:

سنسور کمپرس‌سنج

این سنسور زمانی که خودرو خاموش بود در محل شمع موتور بسته شده و با زدن یک تک استارت میزان فشار هوای حبس شده در نقطه مرگ بالای سیلندر را نمایش می‌داد (شکل ۱). این سنسور از نوع آنالوگ بوده که یک شیر فشارشکن در آن تعبیه گردیده بود که با فشار دادن آن هوا درون آن

تخلیه می‌شد. این سنسور محصول شرکت هنس[1] تایوان بود.

دستگاه تست گازهای خروجی از اگزوز

این دستگاه در مراکز معاینه فنی خودرو موجود بود. پراب[2] این سنسور در حالت روشن بودن خودرو در قسمت داخلی انتهای اگزوز قرار داده شده و مقادیر گازهای اکسیژن، منواکسیدکربن، دی-اکسیدکربن، هیدروکربن و نسبت هوا به سوخت اندازه‌گیری و در صفحه نمایش آن نشان داده می‌شد. انجام تست چهار گاز در مراکز معاینه فنی خودرو در حالتی‌که خودرو ثابت است و در حالت درجا کار می‌کند انجام شد. سنسور این دستگاه از نوع آنالوگ بود.

خودروی آزمایش

خودروی مورد آزمایش در این تحقیق پژو پارس مدل ۱۳۸۷ با کارکرد ۱٤۰۰۰۰ کیلومتر بود. این خودرو دارای یک موتور چهار سیلندر هشت سوپاپ با ظرفیت کاری ۱۸۰۰cc بود. همچنین این خودرو فقط با سوخت بنزین کار می‌نمود. موتور این خودرو استاندارد بوده و هیچ‌گونه تعمیراتی روی موتور آن انجام نشده‌است. روغن مورد استفاده در این موتور بهران پیشتاز 10W40 بود.

تیمارهای آزمایش

این آزمایش با چهار تیمار و هر تیمار با سه بار تکرار انجام شد. تیمار اول با روغن معمولی، تیمار دوم با افزودن ۱۰۰ سی‌سی نانوروغن، تیمار سوم با افزودن ۲۰۰ سی‌سی و تیمار چهارم با افزودن ۳۰۰ سی‌سی نانوروغن مس انجام گرفت. لازم به ذکر است ما بین هر بار افزایش غلظت نانوروغن، ۲۰۰ کیلومتر کارکرد برای جهت حصول اطمینان از عملکرد مواد نانو صورت گرفت. تیمارهای آزمایش در جدول ۱ نمایش داده شده است. در هر تیمار فشارکمپرس، مصرف سوخت در شهر، مصرف سوخت در جاده، آلایندگی (اکسیژن، مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن و هیدروکربن نسوخته) اندازه‌گیری شد.

[1]- Hans
[1]- Probe

شکل ۱: سنسور کمپرس‌سنج

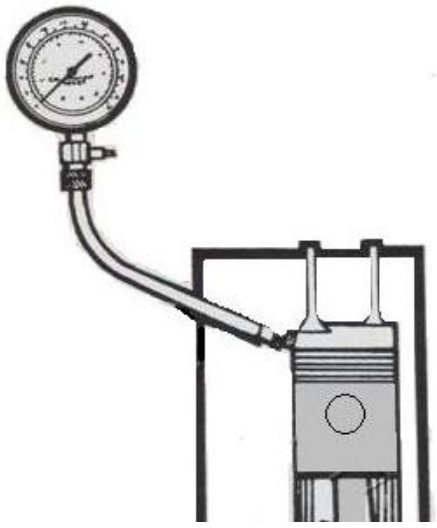
جدول ۱: تیمارهای آزمایش

تیمار	میزان نانوروغن
T_1	روغن معمولی (روغن پایه)
T_2	۱۰۰ سی‌سی نانوروغن + روغن پایه
T_3	۲۰۰ سی‌سی نانوروغن + روغن پایه
T_4	۳۰۰ سی‌سی نانوروغن + روغن پایه

روش‌ها

روش اندازه‌گیری فشار کمپرس

در زمان خاموشی موتور، شمع‌ها را باز و سپس کمپرس‌سنج را مطابق شکل (۲) در محل شمع نصب شد. سپس یک تک استارت زده شده و میزان فشار اندازه‌گیری شده ثبت گردید. برای هر سیلندر ۳ بار این کار را انجام شد تا خطای اندازه‌گیری کم یا حذف شود.



شکل ۲: نصب کمپرس‌سنج در محل شمع موتور

روش اندازه‌گیری مصرف سوخت

برای اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت در شهر در هر تیمار باک بنزین لبریز شد و پس از طی مسافت ۱۰۰ کیلومتر در شهر به پمپ بنزین رفته و دوباره باک بنزین لبریز شد، حال با محاسبه یک تناسب میزان لیتر مصرفی سوخت در شهر در ۱۰۰ کیلومتر بدست آمد. این آزمایش در هر تیمار با سه تکرار و هر تکرار در یک مسیر مشخص انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت در جاده نیز باک سوخت خودرو لبریز شده و بعد از طی یک مسیر مشخص در اتوبان تهران- قزوین با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت به پمپ بنزین رفته و باک سوخت لبریز شد و با محاسبه میزان لیتر مصرفی سوخت در ۱۰۰ کیلومتر نتایج ثبت شد. این آزمایش در هر تیمار با سه تکرار انجام شد.

روش اندازه‌گیری گازهای آلاینده

برای اندازه‌گیری گازهای خروجی از اگزوز به یکی از مراکز معاینه فنی خودرو معتبر مراجعه شد و پس از قرارگیری پراب سنسور تست چهارگاز در داخل قسمت انتهای اگزوز خودرو در حالت کارکرد درجا، نتایج بر روی مانیتور نمایان شد و اپراتور طی یک برگه گزارش حاصل را ثبت و در یک برگه چاپ نمود. آزمون تست چهار گاز را نیز در هر تیمار با سه تکرار انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای استاتیستیکا[۱] و اکسل[۲] انجام شد. داده-ها ابتدا در نرم‌افزار اکسل ثبت شده سپس در نرم‌افزار استاتیستیکا و از روش تجزیه واریانس کاملا تصادفی بررسی شدند.

نتایج و بحث

بررسی تاثیر نانو ذرات مس در روغن موتور بر فشار کمپرس سیلندر

بعد از انجام آزمایشات و ثبت و جمع‌آوری نتایج بدست آمده اقدام به تجزیه و تحلیل نتایج شد. در مرحله اول تاثیر استفاده از نانو ذرات مس در روغن موتور بر فشار کمپرس سیلندر مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۲) آورده شده است.

همانطور که در جدول (۲) مشخص است، تاثیر استفاده از نانو ذرات مس در روغن موتور بر فشار کمپرس سیلندر از نظر تجزیه و تحلیل آماری فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود. آزمون مقایسه میانگین فشار کمپرس در تیمارهای مختلف در جدول (۳) نشان داده شده است. میانگین فشار کمپرس با افزایش میزان مواد نانو افزایش داشته است. همانطور که در جدول (۳) مشخص است مقدار فشار از ۵/۵ بار تا ٦/۵ بار یعنی ۱۸/۱۸ درصد افزایش یافته بود. این روند افزایشی بدلیل قرارگیری ذرات نانو در جداره دیواره بوش سیلندر بود که باعث افزایش میزان آب‌بندی رینگ پیستون شده و باعث می‌شود تا جلوی فرار گازها از محفظه احتراق تا حد زیادی گرفته شود.

بررسی تاثیر نانو ذرات مس در روغن موتور بر میزان مصرف سوخت در شهر و جاده

جدول (۲) تجزیه واریانس نتایج حاصل از آزمایش مصرف سوخت در شهر را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول نشان داده شده است تجزیه و تحلیل آماری نتایج معنی داری در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. در جدول (۳) آزمون مقایسه میانگین نتایج مصرف سوخت در شهر در تیمارهای مختلف

۱- Statistica
۲- Excel

آورده شده‌است. همانطور که از جدول مشخص است با افزایش میزان مواد نانو موجود در روغن میزان مصرف سوخت کاهش یافته و مقدار آن تا ۱۵/٦٦ درصد کمتر شد.

در جدول (۲) تجزیه واریانس نتایج تاثیر استفاده از نانو روغن مس بر مصرف سوخت در جاده آمده است. نتایج نشان داد نانوروغن تاثیر معنی‌داری بر میزان مصرف سوخت در جاده داشت. جدول (۳) نیز آزمون مقایسه میانگین نتایج مصرف سوخت در جاده را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است با افزایش میزان مواد نانو، مصرف سوخت در جاده تا ۲۰/۰٦ درصد کاهش یافت.

مهمترین علتی که می‌توان برای توجیح این کاهش قابل توجه مصرف سوخت بیان کرد این است که نانو ذرات مس بعد از استفاده در روغن موتور با قرارگیری در سطوح در تماس با یکدیگر با ایجاد لایه‌ای از روغن حاوی ذرات نانو باعث کاهش اصطکاک می‌شود. بدین صورت که در قطعات تحت سایش با یکدیگر این ذرات باعث می‌شوند اصطکاک لغزشی به اصطکاک غلتشی تبدیل شود، که کاهش اصطکاک باعث ایجاد حرکتی روان و کاهش صدا در موتورهای احتراق داخلی می‌شود.

جدول ۲: تجزیه واریانس تاثیر نانو روغن بر فشار کمپرس و مصرف سوخت (آزمون F)

تیمار	درجه آزادی	فشار کمپرس	مصرف سوخت در شهر	مصرف سوخت در جاده
نانو روغن	۳	۰/٦۹ $^{n.s}$	٤۱/۹ **	۲۸/٦ **
خطا	۸			

$^{n.s}$ عدم اختلاف معنی‌داری آماری، **معنی داری در سطح ۱ درصد.

جدول ۳: آزمون مقایسه میانگین فشار کمپرس و مصرف سوخت در تیمارهای مختلف

تیمار	فشار کمپرس(بار)	مصرف سوخت در شهر (لیتر)	مصرف سوخت در جاده (لیتر)
T_1	۵/۵ ^{a}	۱۱/۳ ^{a}	۸/٦۷ ^{a}
T_2	٦ ^{a}	۱۰/۷۷ ^{b}	۷/٦ ^{b}
T_3	٦/۵ ^{a}	۹/۹٤ ^{c}	۷/۰۸ ^{c}
T_4	٦/۵ ^{a}	۹/۵۳ ^{d}	٦/۹۳ ^{d}

حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

تیمار T_1: روغن معمولی (روغن پایه)، T_2: ۱۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه، T_3: ۲۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه ، T_4:۳۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه

همچنین این ذرات در سیلندر با قرارگیری در بین رینگ پیستون و دیواره بوش سیلندر باعث ایجاد سطحی صاف بدون هیچگونه برآمدگی و فرورفتگی می‌شود که باعث افزایش میزان آب‌بندی می‌شود. در

اثر افزایش آب‌بندی فشار کمپرس در نقطه‌ی مرگ بالای سیلندر افزایش می‌یابد و شرایط مناسب‌تری برای ایجاد احتراق کامل فراهم می‌شود و توان بیشتری بدست می‌آید، چرا که فشار ایجاد شده از احتراق از لابه‌لای رینگ‌ها به سمت محفظه میل‌لنگ دیگر هدر نمی‌رود و به نیروی بیشتری برای راندن پیستون به سمت پایین تبدیل خواهد شد. اصطکاک، یکی از مهمترین عوامل اتلاف توان ایجاد شده در موتورهای احتراق داخلی می‌باشد که با کمتر شدن اصطکاک افزایش بازده و همچنین مصرف سوخت کاهش می‌یابد.

بررسی تاثیر نانو ذرات مس در روغن موتور بر میزان گازهای خروجی از اگزوز

کلیه خودروهایی که برای انجام تست چهار گاز به مراکز معاینه فنی خودرو مراجعه می‌کنند بر طبق یک‌سری معیارهای از پیش تعیین شده توسط اداره استاندارد سنجیده می‌شوند. خودروی آزمایشی این تحقیق از همان مرحله اول تست چهار گاز از نظر فنی فاقد مشکل بوده و مقادیر گازهای اندازه‌گیری شده در سطح مناسبی از معیار تعیین شده از طرف اداره استاندارد قرار داشت و موفق به کسب مجوز معاینه فنی شد. قابل ذکر است که بنزین مورد استفاده در تمام مراحل تست از یک نوع بنزین با سطح کیفی یورو ۲ بود. همانطور که جدول (٤) نشان می‌دهد نانوروغن تاثیر معنی‌داری بر میزان اکسیژن داشت. جدول (۵) آزمون مقایسه میانگین میزان اکسیژن را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزایش میزان مواد نانو مقدار اکسیژن کاهش یافته و اندازه آن تا ۷۳/٦۸ درصد بود. کاهش اکسیژن نمی‌تواند مضر باشد چرا که نشان از تشکیل واکنش اکسیژن با دیگر عناصر سوخت بنزین می‌باشد.

جدول (٤) تجزیه واریانس نتایج آزمایش آلایندگی دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول نشان داده شده‌است، تجزیه و تحلیل آماری نتایج معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد. در جدول (۵) آزمون مقایسه میانگین میزان دی-اکسیدکربن در تیمارهای مختلف آورده شده‌است. همانطور که از جدول مشخص است با افزایش میزان مواد نانو در روغن، مقدار گاز دی‌اکسیدکربن تا ۱۱/۷۱ درصد افزایش یافته‌است. علت افزایش دی-اکسیدکربن را می‌توان واکنش اکسیژن بیشتری با کربن و تولید گاز دی‌اکسیدکربن دانست. همانطور که گفته شد امروزه در استاندارد آلایندگی اتحادیه اروپا هیچ محدودیتی برای تولید گاز دی‌اکسیدکربن تعیین نشده است.

جدول ٤: تجزیه واریانس تاثیر نانو روغن بر میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن (آزمون F)

تیمار	درجه آزادی	اکسیژن	دی‌اکسیدکربن
نانو روغن	۳	۱۲/۰۵ **	۱۳/٤۵ **
خطا	۸		

**معنی داری در سطح ۱ درصد.

جدول ۵: آزمون مقایسه میانگین میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در تیمارهای مختلف

تیمار	میزان اکسیژن (درصد)	میزان CO_2 (درصد)
T_1	۰/۹۵ a	۱٤/۱۷ a
T_2	۰/۸۱ a	۱۵/۳۰ b
T_3	۰/٤۷ b	۱۵/۵۰ b
T_4	۰/۲۵ b	۱۵/۸۳ b

حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

تیمار T_1: روغن معمولی (روغن پایه)، T_2: ۱۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه، T_3: ۲۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه ، T_4:۳۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه

جدول (٦) نتایج آزمایش آلایندگی مونواکسیدکربن(C0) را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول آمده‌است، تجزیه و تحلیل آماری نتایج در سطح معنی‌داری ۱ درصد را بیان می‌کند. همچنین در جدول (۷) آزمون مقایسه میانگین میزان مونواکسیدکربن در تیمارهای مختلف آورده شده است. همانطور که از جدول مشخص است با افزایش میزان نانوذرات مس در روغن، مقدار آلایندگی مونواکسیدکربن تا ٦۲/۵ درصد کاهش یافت. گاز مونواکسیدکربن بسیار سمی و خطرناک است که کاهش آن در محصول احتراق بنزین بسیار چشم‌گیر است.

جدول ٦: تجزیه واریانس تاثیر نانو روغن بر میزان مونواکسیدکربن (C0) و هیدروکربن‌های نسوخته

تیمار	درجه آزادی	مونواکسیدکربن	هیدروکربن‌های نسوخته
نانو روغن	۳	۱۲/۵۵ **	۸۲/۲ n.s
خطا	۸		

****معنی داری در سطح ۱ درصد، n.s عدم اختلاف معنی‌دار آماری**

جدول ٦: آزمون مقایسه میانگین میزان مونواکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته در تیمارهای مختلف

تیمار	میزان C0 (درصد)	میزان HC (ppm)
T_1	۰/۸۰ a	۱۰۱/۳ a
T_2	۰/٦۵ a	۹۷/۰ a
T_3	۰/۳۷ b	٤٤/۳ b
T_4	۰/۳۰ b	۳٤/۷ b

حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

تیمار T_1: روغن معمولی (روغن پایه)، T_2: ۱۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه، T_3: ۲۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه ، T_4:۳۰۰ سی‌سی نانوروغن به روغن پایه

همانطور که در جدول (٦) مشخص است، تاثیر استفاده از نانوذرات مس در روغن موتور بر هیدروکربن‌های نسوخته(HC) از نظر تجزیه و تحلیل آماری فاقد اختلاف معنی‌دار آماری است. آزمون مقایسه میانگین آلایندگی هیدروکربن‌های نسوخته در تیمارهای مختلف در جدول (۷) آمده‌است. همانطور که از جدول مشخص است با افزایش مقدار مواد نانو در روغن، هیدروکربن‌های نسوخته به مقدار ٦٥/٧٤ کاهش داشت. دلیل کاهش آلایندگی‌های مضر مونواکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته را می‌توان ایجاد بستر مناسب برای احتراق کامل سوخت دانست. افزایش فشار تراکم که دلیل آن افزایش میزان آب‌بندی رینگ و پیستون است مهمترین علت احتراق کامل سوخت است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نانوذرات مس محلول در روغن موتور باعث کاهش میزان مصرف سوخت می‌شود. همچنین باعث کاهش آلایندگی‌های مضر کربنی مونواکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته شده است که در حل مشکل افزایش مصرف سوخت و کنترل آلودگی هوا در کلان شهرها می‌تواند راهکار مناسبی باشد. بیشترین تاثیر نانوروغن در افزایش مواد نانو به مقدار ۲۰۰ سی‌سی (T_3) مشاهده شد.

منابع

۱- اتفاقی، ا. احمدی، ح. رشیدی، ع. و محتسبی، س. ۱۳۹۲. کاربرد نانو ساختارهای لوله‌ای در روغن موتور به عنوان افزودنی ضد سایش. اولین همایش ملی کاربردهای نانوفناوری در صنعت، معدن، کشاورزی و پزشکی. ۱۰-۱.

۲- ارکیان، م. ۱۳۹۲. تاثیر نانوروغن در موتور تراکتور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین-های کشاورزی. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان. ٦٤-٥٤.

۳- برهمتی، ن. امینی، م. سوادکوهی، ل. و زمزمیان، ا. ۱۳۹۰. بررسی تجربی نقش اندازه‌های مختلف نانو ذرات کروی Cuo بر میزان روانکاری نانوسیال روغن موتور- اکسید مس. اولین همایش ملی نانومواد و نانوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واح شاهرود. ۷-۱.

4- Choi., Y, Lee., C, Hwang., Y, Park., M, Lee., J, Choi., C, Jung., M. 2009. Tribological behavior of copper nano particles as additive in oil. Current applied physics, 8: 124-127.

5- Wang, X., Choi, S. 1999. Thermal conductivity of nanofluids mixture. Journal of thermophysics and heat transfer. 13: 474-480.

6- Wu, Y.Y., Tsui, W.C., Liu, T.C. 2007. Experimental analysis of tribological properties of lubricating oils with nanoparticle additives. Wear, 262: 819-825.

8- Yu, H.L., Xu, S.P., Xu, B.S., WANG, X.L, L.Q. 2008. Tribological properties and lubricating mechanisms of Cu nano particles in lubricants. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 18: 636-641

Effect of soluble copper nano particles in the oil of engine on the pressure of cylinder compression and amount of exhaust gases

S. Faraji[1] , A. Mehrabadi[1] and M. Gholami [*1]

Reeived: 26 November 2013
Accept: 16 February 2014

Abstract

Nanotechnology is understanding and applying the new properties of materials and systems in less than a micrometer dimension (between 1-100 nm) that exhibit new physical effects. In this study, Copper nano particles in size of 60 nanometer dispensed in a litter oil with 10W40 grade by mechanical stirrer and ultrasound waves in 20000 ppm and added to Behran 10W40 oil of engine of Peugeot pars 1800 cc as additive in amount of 100 cc, 200 cc and 300 cc and compression pressure, emission and fuel consumption in city and road was studied. Results showed by using of nano oil, compression pressure of cylinder 18.18% increased and fuel consumption decreased 15.66% and 20.06% in city and road, respectively. Results of pollution test showed Copper nano oil had significant effect on oxygen and carbon monoxide decoration and carbon dioxide increased and had no significant effect on unburned hydrocarbons gas.

Key words: Copper nano particles, Compression pressure, Fuel consumption, Exhaust gases.

.Islamic Azad University, takestan branch, Department of Agricultural Machinery, takestan, Iran
* Corresponding Author: Gholamihassan@yahoo.com