بررسی تجربی افزودن نانوذرات به سوخت موتور یورو۴ تیبا به منظور بهبود عملکرد موتور و کاهش آلاینده‌ها

امیرحسین ردایی[۱*]، کامران مبینی[۲]، علی میر محمدی[۳]، علیمراد رشیدی[۴]

[۱*]دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی Amirhossein.radayi2012@gmail.com
[۲]عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی kmobini@sru.ac.ir
[۳]عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی a.mirmohammadi@sru.ac.ir
[۴]عضو هیات علمی پژوهشگاه صنعت نفت Rashidiam@ripi.ir

چکیده

در این تحقیق یک موتور یورو۴ تیبا به صورت تجربی مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور بهبود عملکرد موتور نانو ذرات کربنی با غلظت های مختلف به سوخت افزوده شد و پارامترهای مختلف احتراقی، عملکردی و آلایندگی در دورهای مختلف و به صورت تمام باراندازه گیری شد. این نانوذرات توسط دستگاه حمام آلتراسونیک به صورت همگن در سوخت پخش و پایدار گردید. آزمایشات انجام شده با دو غلظت مختلف ۴۰ و ۶۰ پی پی ام نانو ذرات در مقایسه با بنزین خالص نشان داد که افزودن نانوذرات به سوخت موجب افزایش گشتاور، توان و فشار درون سیلندر و کاهش دمای دود خروجی از اگزوز و کاهش آلاینده ها گردید. همچنین غلظت ۴۰ پی پی ام نانو ذرات نتایج بهتری را در مقایسه با غلظت ۶۰ پی پی ام نشان داد.

کلیدواژه‌ها: نانوذرات کربن، موتور تیبا، افزودنی‌های بنزین، عملکرد موتور، آلایندگی موتور

Experimental Investigation of Adding Nanoparticles to the Fuel of Euro 4 Tiba Engine to Improve Engine Performance and Reduce Pollutants

Amirhossein Radaei[1*], Kamran Mobini[2], Ali Mirmohammadi[3], Alimorad Rashidi[4]

[1]MSc Student, Mechanical Engineering Department, Shahid Rajaee Teacher Training University Amirhossein.radayi2012@gmail.com
[2] Faculty of Mechanical Engineering Department, Shahid Rajaee Teacher Training University kmobini@sru.ac.ir
[3]Faculty of Mechanical Engineering Department, Shahid Rajaee Teacher Training University a.mirmohammadi@sru.ac.ir
[4]Faculty of Research Institute of Petroleum Industry (RIPI) Rashidiam@ripi.ir

Abstract

In this study, a Euro 4 Tiba engine was studied experimentally. In order to improve the performance of the engine, carbon nanoparticles with different concentrations were added to the fuel and different combustion, performance and pollution parameters were measured at different cycles and in full load. These nanoparticles were homogeneously dispersed and stabilized in the fuel by an ultrasonic bath. Experiments performed with two different concentrations of 40 and 60 ppm nanoparticles in comparison with pure gasoline showed that the addition of nanoparticles to the fuel increased torque, power and pressure inside the cylinder and reduced the temperature of the exhaust fumes and pollutants. Also, the concentration of 40 ppm nanoparticles showed better results compared to the concentration of 60 ppm.

Keywords: Carbon nanoparticles, Tiba engine, Gasoline additives, Engine performance, Engine pollution

مقدمه

یکی از بزرگترین منابع آلوده کننده هوا موتورهای احتراق داخلی هستند. برای کاهش سطح آلاینده ها در بسیاری از موارد نیاز به تغییر و طراحی مجدد موتور نی ست و می توان با ا ضافه کردن برخی مواد و افزودنی ها به سوخت، به سطح آلودگی کمتری رسید. فناوری نانو درسال های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است و استفاده از نانو ذرات در سوخت های فسیلی برای اصلاح خواص سوخت و بهبود کیفیت احتراق و در نتیجه کاهش آلاینده ها و بهبود پارامترهای عملکردی مورد توجه تحقیقات ب سیاری قرار گرفته ا ست. در اینجا به تعدادی از این تحقیقات ا شاره می شود.

سلوان و همکاران نانوذرات اکسید سریم به سوخت یک موتور چهار- زمانه تک سیلندر دیزل ا ضافه کردند. این کار تاثیر بسزایی بر افزایش عملکرد و کاهش آلایندگی دا شت. همچنین نانوذرات سبب کاهش تاخیر در ا شتعال و افزایش ف شار درون محفظه شد. ماکزیمم ف شار از ۸/۴ به ۱۰/۲ مگاپاسکال رسید [۱].

شفیعی و همکاراناز یک موتور دیزل چهار زمانه برای بر سی اثرات یک محلول مغناطیـ سی ا ستفاده کردند. ت ست های انجام شده با ا ستفاده از ن سبت های حجمی ۰/۸، ۰/۴ و ۰ ن شان داد که ا ضافه کردن فروفلوئید به سوخت دیزل نه تنها باعث بهبود عملکرد موتور (افزایشBTE و کاهش BSFC) بلکه باعث کاهش انت شار NOx می شود. با این حال انتشار CO افزایش می یابد [۲].

باشا و همکاران نانو لوله های کربنی را به امولسیون آب و دیزل اضافه کردند. در بار کامل، فشار اوج به دلیل کاهش تاخیر در اشتعال، کاهش و راندمان حرارتی و مصرف سوخت ویژه افزایش پیدا کرد. با ر ساندن درصد نانولوله کربنی به ۲۸، انتشار NOx به ۹۷۰ppm کاهش پیدا کرد، در حالی که برای سوخت دیزل۱۳۴۰ppm است [۳].

میرزاجانزاده و همکارانش نانوذرات اکسید سریم و نانولولههای کربنی چندوجهی (MWCNT) را به ترکیب دیزل و بیو دیزل ا ضافه کردند. نتایج این تحقیق ن شان داد که همه آلاینده ها یعنی NOx، CO، HC و دوده به ترتیب ۱۸/۹٪ ، ۳۸/۸٪ ، ۷۱/۴٪ و ۲۶/۳٪ ن سبت به مخلوط E20 کاهش یافتند. مخلوط سوخت همچنین پارامترهای عملکرد موتور یعنی قدرت و گ شتاور را به ترتیب تا ۷/۸۱٪ ، ۴/۹۱٪ افزایش داده و مصرف سوخت نیز به میزان ۴/۵٪ کاهش یافت [۴].

سلوان و همکارانش اکسید سریم و نانو لوله های کربنی (CNT) را به ترکیب دیزل و بیو دیزل و اتانول (مخلوط دیسترول) ا ضافه کردند. افزودن CERIA و CNT در مخلوط دی سترول باعث افزایش ف شار سیلندر و افزایش ف شار اوج شد. میزان انت شار مونوک سید کربن در مقایسه با ترکیبE20 به ۲۲/۲٪ افزایش یافت. افزودن CERIA و CNT هر کدام با غلظت ۵۰ ppm در مخلوط E20 (E20 + CERIA50+CNT50) باعث شد سرعت احتراق افزایش یابد و میزان انت شار هیدروکربن و دوده در مقایسه با ترکیب E20 به ترتیب به ۷/۲٪ و ۴۷/۶٪ کاهش یابد. افزودن CNT و CERIA در ترکیب سوخت E20 باعث کاهش معنی داری در انتشار اکسید نیتروژن نشد [۵].

با شا اثر ا ستفاده از نانوذرات آلومینا همرا با سوخت دیزل را برر سی کرد. این ذرات باعث کاهش تأخیر در احتراق شد. میزان ف شار اوج و میزان آزاد سازی اوج گرما در مقایسه با دیزل خالص کاهش یافت. بهبود بازده حرارتی ترمزی نسبت به نمونه های دیزل بویژه در بارهای بالاتر نیز م شاهده شد. انت شار نانوذرات آلومینا در مقایسه با سوخت دیزل حاوی انتشار ناچیز NOx، HC، CO و دوده بود [۶].

گنگوار و هم کاران تاثیر نانو ذرات آلیاژی روی- مس را بر روی سوخت دیزل برر سی کردند. م شاهده شد که افزایش این نانوذرات باعث افزایش در م صرف سوخت ویژه ترمزی به میزان ۳/۲٪ و ۶/۸۴٪ و افزایش بازده حرارتی ترمزی به میزان ۲/۸۷٪ و ۵/۴٪ به ترتیب در ۶۰٪ بار لود شده با mg/L100 و mg/L100 نانوذرات می شود. کاهش قابل توجهی نیز در غلظت گازهای اگزوز رخ می¬دهد. مقدار CO در بار کامل به میزان ۴/۹۱٪ و ۸/۲٪ و CO2به میزان ۲٪ و ۴٪ در بار کامل و NOX با ۶٪ و ۱۱٪ در ۶۰٪ بار، کاهش می یابند [۷].

سوخته سرایی و همکاران نانوذرات نقره را به سوخت دیزل ا ضافه کردند. نتایج حاکی از کاهش ۳٪ م صرف سوخت همراه با ۶٪ بهبود در قدرت موتور و همچنین کاهش میزان CO و NOx به ترتیب به میزان ۲۰/۵٪ و ۱۳٪ است [۸].

ونو وهمکاران تاثیر نانو ذرات آلومینا و دی اتیل اتر درغلظت های مختلف را بر یک سوخت زی ستی ترکیبی (دیزل (۴۰٪) - بیودیزل (۴۰٪) - اتانول (۲۰٪)) (با عنوان BE) برر سی کردند. نتایج تجربی ن شان می دهد که DEE در BE باعث افزایشHC، CO، CO2 و BSFC شده، NOx و دوده کاهش می یابند. افزودن آلومینا در BE منجر به افزایشNOx و دوده و کاهش HC، CO، CO2 و BSFC میشود [۹].

چن و همکاران تاثیر سه نوع نانو ذره اک سید سیلیکون، نانولولههای کربن و اک سید آلومینیوم را بریک موتور دیزل تک سیلندر چهار زمانه برر سی کردند. تجزیه و تحلیل احتراق مخلوط های نانولوله های کربنی با دیزل ن شان می دهد که نانولوله های کربن به دلیل بهبود احتراق قابل توجه، انتشار NOx را کاهش میدهند و می توانند بعنوان یک افزودنی برای سوخت دیزل مورد ا ستفاده قرار گیرند. همچنین مخلوط اکسید سیلیکون در بسیاری از جنبه ها ، از جمله فشار احتراق بالاتر ، م صرف سوخت مخ صوص ترمزی کمتر و انت شار منواک سید کربن کمتر، نتایج بهتری نسبت به مخلوط های اکسید آلومینیوم نشان می دهد [۱۰].

شرح دستگاه ها

در تحقیق حا ضر آزمون تجربی با ا ستفاده از موتور ا شتعال جرقه ای تیبایورو ۴ در آزمایشگاه شرکت تو سعه قوای محرکه دینا انجام شد. که م شخصات موتور تیبا یورو۴ در جدول ۱ ارائه شده ا ست. موتور و دستگاه های اندازه گیری در شکل ۱ نمایش داده شده اند.

بنزین استفاده شده در این آزمایش از نوع بنزین سوپر بوده و از ایستگاه سوخت دهکده المپیک در شهر تهران تهیه شد تا به شرایط واقعی مورد مصرف نزدیک باشد. سپس نانوذرات تهیه شده با غلظت بالا در حجم کم بنزین با دستگاه حمام اولتراسونیک پراپی مخلوط شد. در نهایت سوخت تهیه شده در دو غلظت ۴۰ و ۶۰ پی پی ام مورد بررسی قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری قدرت و گ شتاور موتور از دینامومتر ادی کارنت ۱۹۰ کیلو وات شرکت دینا که یک دینامومتر جذبی می‌با شد ا ستفاده شد. مشخصات دستگاه دینامومتر در جدول ۲ ارائه شده است.

د ستگاه آنالایزر از نوع STARGAS898 ا ست که قابلیت اندازه گیری گازهای خروجی از موتور را دارد. م شخ صات د ستگاه آلاینده سنج در جدول ۳ ارائه شده است.

همچنین از سنسور فشار شمعی کیستلر مدل 6118B برای اندازه گیری فشار درون سیلندر استفاده شده که در شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱: مشخصات موتور تیبا یورو۴

عنوان	مشخصات
تعداد سیلندر – تعداد سوپاپ	۴سیلندر–خطی
حجم موتورcc	۱۵۰۳
حداکثر قدرتhp@5300rpm	۸۷
حدا کثر گ شتاور Nm@4000rpm	۱۲۸
قطر سیلندر	۷۵.۶ میلی متر
کورس پیستون	۸۳.۷ میلی متر
نسبت تراکم	۹.۷/۱
استاندارد آلایندگی	Euro 4

روش انجام آزمایش

قبل از انجام آزمایش بار کامل به منظور ر سیدن به دمای کاری موتور و پایداری م شخ صه های عملکردی لازم ا ست دمای آب و روغن به ۹۰ درجه سلسیوس برسد. به این منظور پس از رو شن کردن موتور با شرایط دوبار(bmep) و در دور 2000 rpm به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه کار کرد تا دمای ق سمت های مختلف موتور به حالت پایدار برسد. سپس آزمون اصلی شروع شد.

از دور موتور 1000 rpm تا دور موتور 5500 rpm با افزایش هر مرحله 500 rpm از م شخ صه های عملکردی موتور داده برداری انجام میشد.

شکل ۱: ستاپ آزمایش شرکت قوای محرکه دینا

جدول ۲: مشخصات دینامومتر

عنوان	مشخصات
طول	۶۰ سانتی متر
عرض	۵۵ سانتی متر
ارتفاع	۸۰ سانتی متر
قطر روتور	۴۵۰ میلی متر
بیشینه گشتاور	۱۵۰۰ 600rpm نیوتن متر
بیشینه قدرت	۱۹۰کیلووات
بیشینه سرعت	۷۵۰۰ دور بر دقیقه
برق تغذیه	۱۱۰ ولت جریان مستقیم
وزن	۴۰۰ کیلو گرم

جدول ۳: مشخصات دستگاه آلاینده سنج

PARAMETR	MEASURING RANGE	RESOLUTION
CO	0-15 VOL%	0.001
CO2	0-20 VOL%	0.01
HC	0-30000PPM VOL	1
O2	0-25 VOL%	0.01

شکل ۲: سنسور فشارشمعی نصب شده بر روی موتور

نتایج آزمایش

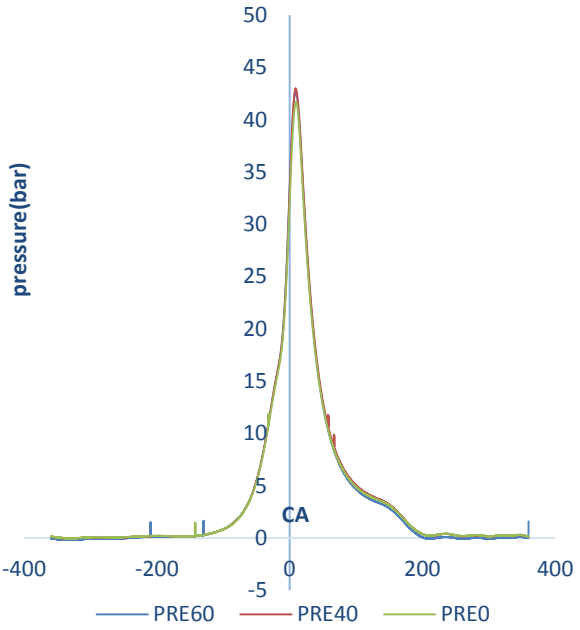
نتایج آزمایش در سه بخش ارائه می گردد: احتراق، پارامتر های عملکردی و آلاینده ها.

۱- تحلیل احتراق موتور با نتایج اندازه گیری فشار داخل سیلندر

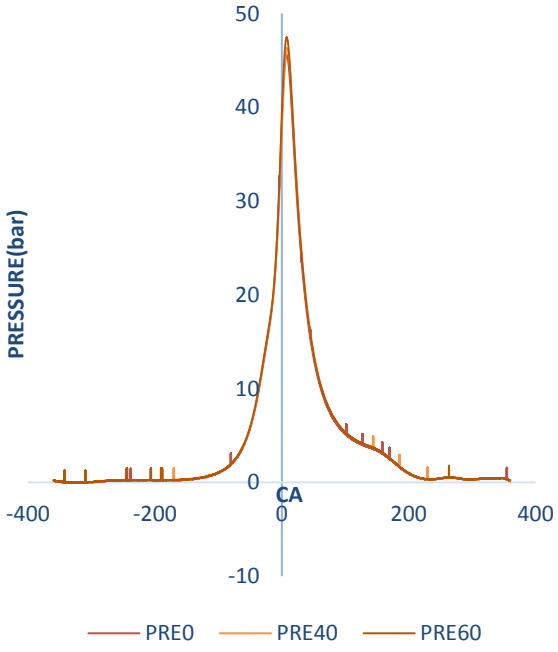
نمودار فشار درون سیلندر متاثر از فرایند احتراق درون سیلندر است. این نمودار اصلی ترین شاخص عملکردی موتور است که تحلیل سایر پارامتر های عملکردی مانند توان، گشتاور و آلودگی، به آن مرتبط است.

شکل های ۳ تا ۶ نمودار فشار درون سیلندر بر حسب زاویه میل لنگ را در بار کامل موتور با ترکیب های مختلف نشان می دهد. از داده های فشار سیلندربرای بیش از ۵۰ سیکل متوالی با استفاده از یک برنامه رایانه ای برای تخمین مناسب به طور متوسط داده برداری انجام می شود. مشاهده می شود که با افزودن نانو ذرات به سوخت فشار درون سیلندر افزایش می یابد. مشاهده می شود که با افزودن نانو ذرات به سوخت فشار درون سیلندر افزایش می یابد. این افزایش حاصل بهبود فرایند احتراق می باشد. همچنین مشاهده می شود که نانوذرات با غلظت 40PPM تاثیر بیشتری در افزایش فشار داشته اند. ازجمله دلایل افزایش فشار اختلات بهتر سوخت و هوا همراه با نانو ذرات می باشد همچنین ظرفیت گرمایی ویژه سوخت به همراه نانو ذرات افزایش می یابد. همچنین حضور نانو ذرات در محفظه احتراق انتقال حرارت به سوخت را افزایش می دهند وبا سرعت بخشیدن به فرایند احتراق زمان اشتعال را کاهش می دهند.به طوری که مشاهده می شود پیک فشار برای مخلوط حاوی نانو ذرات نسبت به بنزین چند درجه جلوتر اتفاق افتاده است

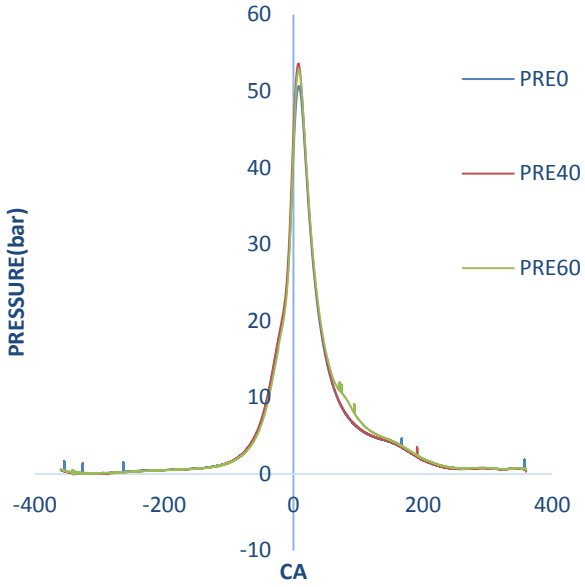
در دور موتور 5500RPM نانو ذرات با غلظت ۴۰ و ۶۰ پی پی ام به ترتیب ۵.۷٪ و ۴.۴٪ فشار را افزایش داده اند. همچنین در دور موتور 4000RPM نانوذرات با غلظت ۴۰ و ۶۰ پی پی ام به ترتیب 5.8% و 4.2% فشار را افزایش داده اند. همچنین در دور موتور 3000RPM نانوذرات با غلظت ۴۰ و ۶۰ پی پی ام به ترتیب 1.6% و 4.2% فشار را افزایش داده اند.



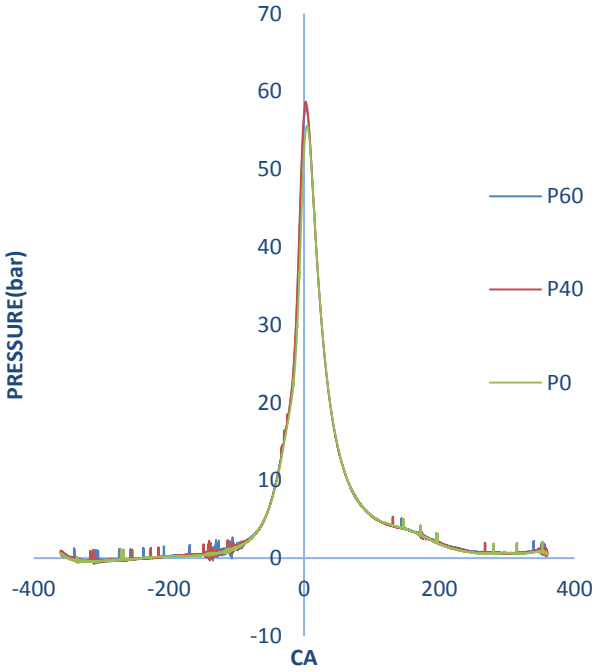
شکل ۳: تغییر فشار سیلندر با زاویه میل لنگ در بار کامل در دور 2000RPM



شکل ۴: تغییر فشار سیلندر با زاویه میل لنگ در بار کامل و در دور 3000RPM



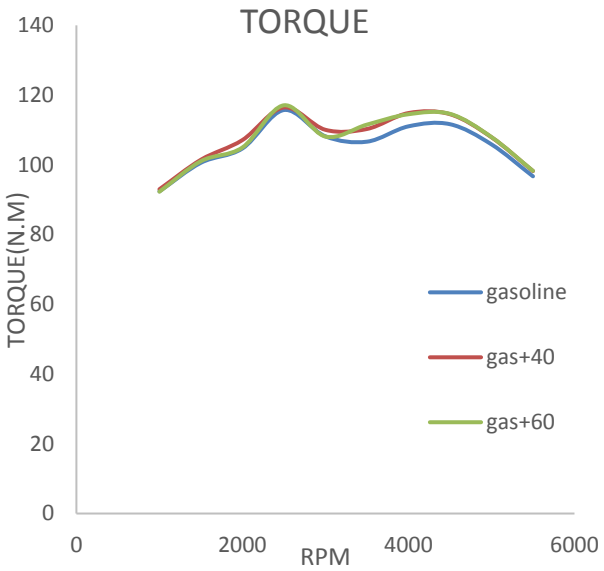
شکل ۵: تغییر فشار سیلندر با زاویه میل لنگ در بار کامل و در دور 4000RPM



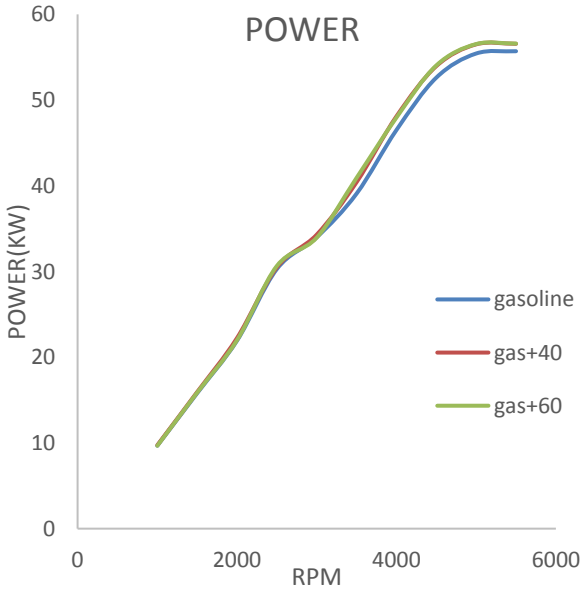
شکل ۶: تغییر فشار سیلندر با زاویه میل لنگ در بار کامل و در دور 5500RPM

۲- پارامترهای عملکردی (گشتاور، توان و مصرف سوخت)

نمودارهای گشتاور، توان و مصرف سوخت بر حسب دور موتور برای سه سوخت استفاده شده در آزمایشات در شکل های ۷ تا ۹ نمایش دهده شده است. نتایج نشان می دهد که افزودن ذرات نانو به سوخت باعث افزایش قدرت و گشتاور موتور در مقایسه با سوخت خالص می شود. بهترین نتیجه برای سوخت حاوی ۴۰ppm نانوذرات بد ست آمد. افزایش توان موتور و گشتاور با افزودن نانوذرات را می توان ناشی از خواص کاتالیزوری این ذرات دان ست و این واقعیت که نانوذرات با افزایش سطح تماس منجر به اختلاط بهتر سوخت و هوا می شوند. بنابراین ، فرآیند احتراق بهتر اتفاق می افتد و در نتیجه قدرت موتور و گشتاور افزایش می یابد. طبق نتایج ، بیشترین قدرت موتور متعلق به نمونه 40PPM با سرعت 4000 دور در دقیقه بود که از مقدار۴۶.۵ به ۴۸.۱ نسبت به سوخت خالص 3.4٪ افزایش دا شت. که برای نمونه با ۶۰ پی پی ام غلظت ۴۷.۹۶ کیلو وات بوده ا ست.همچنین ، نکته قابل توجه دیگر این ا ست که عملکرد نانو سوخت با افزایش غلظت نانوذرات به 60 ppm کاهش می یابد.این امر می تولند به دلیل کلوخه شدن نانو ذرات باشد.

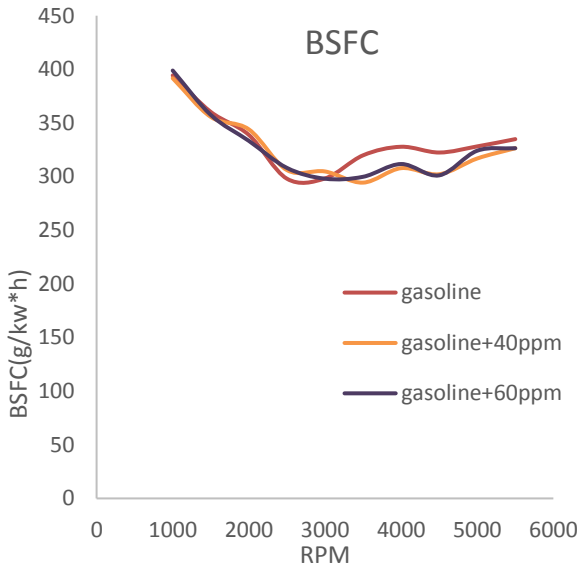


شکل ۷: گشتاور بر حسب دور برای سوخت های مختلف



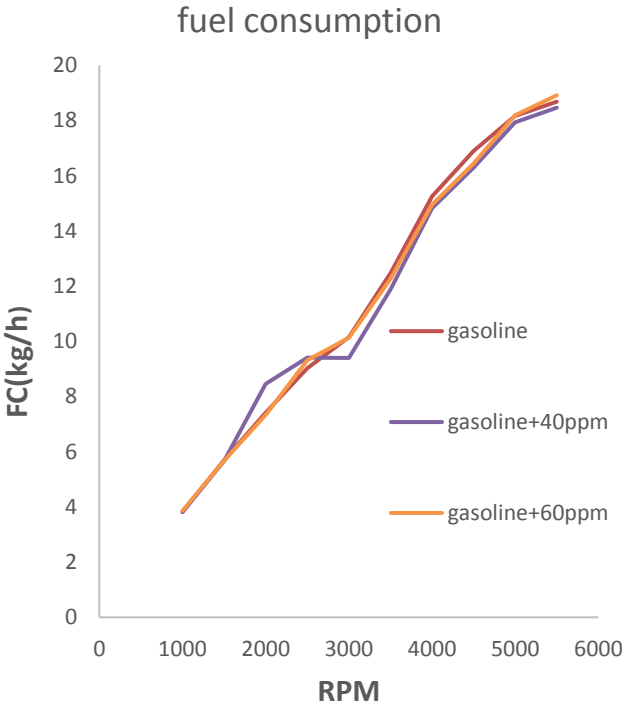
شکل ۸: توان بر حسب دور برای سوخت های مختلف

افزودن نانوذرات با تاثیراتی که قبلا ذکر شد می تولندموجب کاهش م صرف سوخت شود. با توجه به نتایج می توان م شاهده کرد که بهترین نتیجه مربوط به سو خت ترکیبی با غلظت نانو ذرات 40PPM در دور موتور 3500RPM ا ست که با ۸٪ کاهش مصرف سوخت همراه است.



شکل ۹: مصرف سوخت بر حسب دور برای سوخت های مختلف

شکل ۱۰ مقدار دبی جرمی سوخت را برحسب دور موتور نشان میدهد. جبران افت قدرت موتور منجر به افزایش مصرف سوخت می‌شود. کلا یک رابطه بین احتراق و ارزش حرارتی و این نمودار وجود دارد.



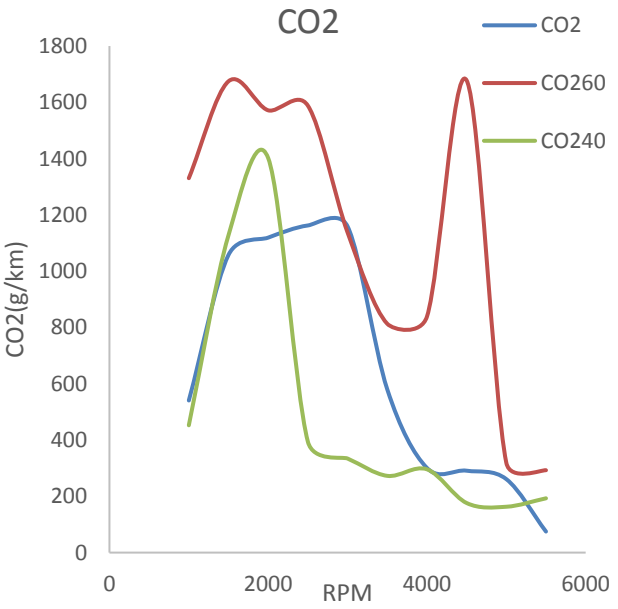
شکل ۱۰: دبی جرمی سوخت مصرفی برای سوخت های مختلف

قبلا م شاهده کردیم که تاثیرات احتراقی سوخت با غلظت ۴۰ پی پی ام بی شتر از نمونه دیگر ا ست اگرچه امکان دارد ارزش حرارتی نمونه دیگر بی شتر با شد اما به دلیل احتراق بهتر درنمونه ۴۰ پی پی ام م صرف سوخت در نمونه ۴۰ پی پی ام در دور های موتور بالاتر کمتر ا ست علت م شاهده تاثیرات بهتر در دور موتور های بالاتر افزایش مصرف سوخت و افزایش تاثیر نانو ذرات موجود در سوخت می باشد. البته سهم ارزش حرارتی سوخت کمتر از تاثیر احتراق موتور است.

۳-آلاینده ها

CO_2

هرچقدر احتراق بهتر اتفاق بیفتد میزان CO_2 افزایش پیدا خواهد کرد. طبق شکل ۱۱ تقریبا در هر دو غلظت ۶۰ و ۴۰ پی پی ام میزان CO_2 افزایش پیدا کرده است که می توان ناشی از خواص کاتالیزوری و بهبود فرایند احتراق با ح ضور نانو ذرات داد ست. هرچقدر مقدار CO_2افزایش پیدا کند اتلاف کمتری داریم و حداکثر انرژی را از سوخت می گیریم.

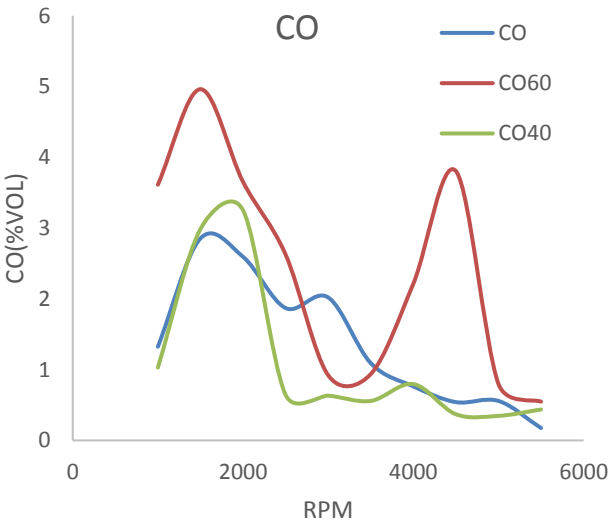


شکل ۱۱: میزان آلاینده ی CO_2 در دور موتور های مختلف در حالت تمام بار برای سه سوخت

CO

مطابق با شکل ۱۲ با افزایش غلظت نانو درات در سوخت، مقدار CO افزایش می یابد. این امر به دلیل جنس نانوذرات ا ستفاده شده ا ست که کربنی ه ستند. همچنین در مطالعات قبلی افزایش CO م شاهده شده ا ست[2].آلاینده ها از یک روند خاص و قابل پیش بینی تبعیت نمی کنند. ا ستفاده از یک مقدار بهینه می تولند کمک شایانی به کاهش آلاینده ها بکند. وجود کربن های ا ضافه نانوذرات که سبب

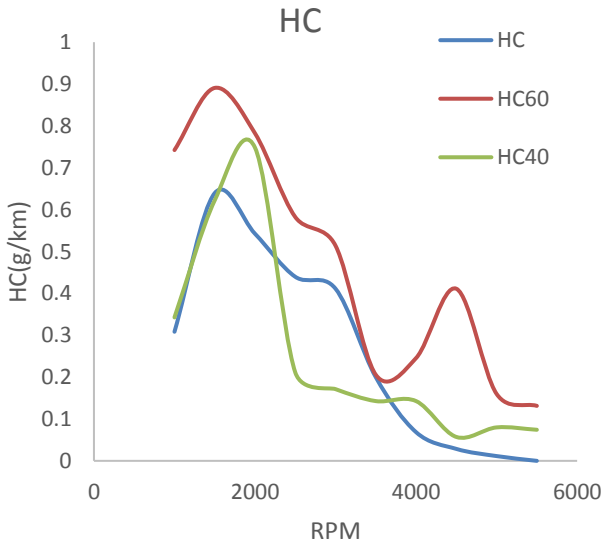
غلیظ شدن سوخت می شوند با وجود اکسیژن کمتر می توانند در هر صورت مقدار CO و UHC را افزایش دهند.



شکل ۱۲: میزان آلاینده ی CO در دور موتور های مختلف در حالت تمام بار برای سه سوخت موجود

UHC

طبق شکل ۱۳ با افزایش غلظت سوخت، میزان هیدروکربن های نسوخته در دود خروجی افزایش می یابد. به طور کلی هیدرو کربن ها در اثر احتراق ناقص باقی می مانند. همچنین ممکن است بخشی از آنها در اثر دمای بالای اگزوز اکسید شوند. با توجه به کاهش دما اگزوز می توان نتیجه گرفت در دور هایی از موتور که دمای اگزوز کاهش محسوسی داشته، افزایش UHC قابل مشاهده است. به طور مثال در دور موتور 1000RPM که کاهش دمای اگزوز ۱۰ درصدی داریم.

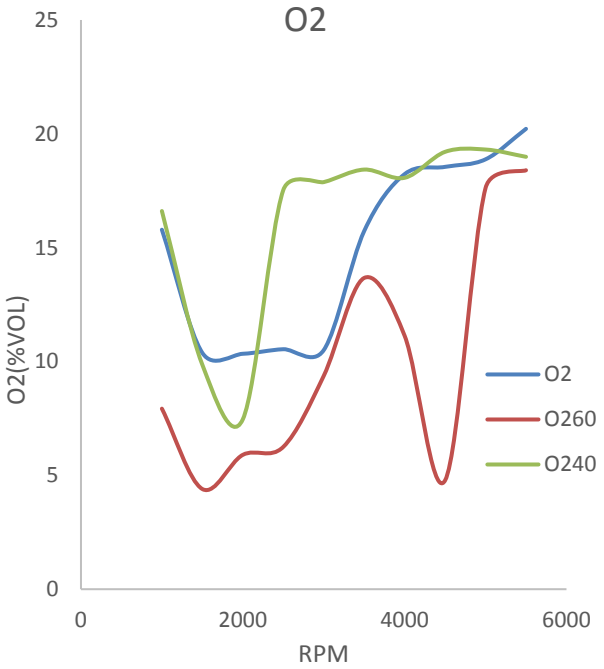


شکل ۱۳: میزان آلایندهیHC در دور موتور های مختلف در حالت تمام بار برای سه سوخت موجود

O2

کمترین میزان اکسیژن در ترکیب با غلظت ۶۰ پی پی ام مشاهده شده است ، در حالی که مقدار بالای CO2 دارد (میزان CO2 و O2 با یکدیگر رابطه عکس دارند) این نتایج نشان می دهد که نیمی از O2 با CO ترکیب شده و از تشکیل ۱ mol CO به عنوان یک گاز خطرناک جلوگیری کرده است. نیمی از باقیمانده O2mole احتمالاً در تولید NO درگیر است.

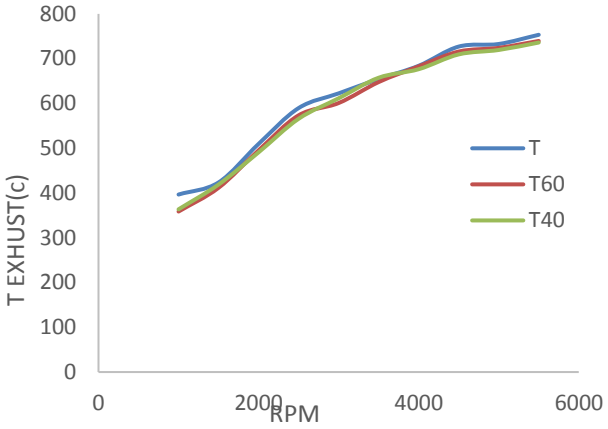
هنگامی که غلظت CO2 در اگزوز به حداکثر می رسد ، کارآمدترین و مقرون به صرفه ترین استفاده از سوخت های سوختی است. از لحاظ تئوری ، این اتفاق زمانی رخ می دهد که فقط کافی O2 در هوای تامین شده برای واکنش با کل کربن موجود در سوخت وجود دارد. از این مقدار هوای تأمین شده اغلب هوای نظری یاد می شود. با افزایش سطح هوا و نزدیک شدن به ۱۰۰٪ هوای نظری ، غلظت مولکول های CO با گرفتن اتمهای اکسیژن اضافی و تشکیل CO2 به سرعت کاهش می یابد.



شکل ۱۴: میزان آلایندهیHC در دور موتور های مختلف در حالت تمام بار برای سه سوخت موجود

دمای اگزوز

دمای گازهای خروجی از اگزوز بر حسب دور در شکل ۱۵ نشان داده شده است. در پایان فرایند احتراق ، گازهای خروجی محفظه احتراق که دارای دمای بالایی هستند را به جو می سپارند. این گاز ها هنگام خارج شدن با دمای بالا واکنش های ثانویه ای را انجام می دهند. بنابراین ، مطالعه دمای گاز خروجی یک پارامتر مهم است.در هر دو غلظت کاهش دمای گازهای خروجی از اگزوز مشاهده می شود. بیشترین کاهش در حالت 1000RPMو ده درصد می باشد.



شکل ۱۵: دمای اگزوز در دور موتور های مختلف برای سه سوخت

تاثیر نانو افزودنی بر نسبت هوا به سوخت

جدول ۴ نسبت هوا به سوخت برای بنزین و مخلوط های نانو ذرات را ذر سه دور موتور مختلف ن شان می دهد بنزین خالص دارای عدد لامبدای بالاتری است. علت آن به خاطر کربن بیشتر سوخت همراه با نانو ذرات می با شد با افزایش دور موتور عدد لامبدا یا ن سبت هوا به سوخت کاهش می یابد و مخلوط سوختی غلیظ تر می شود. چون در سرعت های بالا دریچه هوا بیشتر باز شده پا شش سوخت نیز بیشتر می شود. اما به خاطر کم شدن زمان مکش و پایین بودن نیروی اینر سی هوا نسبت به سوخت ترکیبی بنزین و سبک بودن هوا مقدار هوای ورودی کاهش می یابد و مخلوط غلیظ می شود در نتیجه عدد لامبدا با افزایش سرعت موتور کاهش می یابد.

جدول ۴: میزان نسبت هوا به سوخت نسبی برای ترکیبات مختلف

RPM	LAMBDA GASOLINE	LAMBDA GAS+60PPM	LAMBADA GAS+40PPM
1000	1.626	1.313	1.687
1500	1.615	1.039	1.538
2000	1.621	1.166	1.299

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج بدست آمده به صورت زیرمیباشند

۱- افزایش 3.4 درصدی قدرت موتور
۲- کاهش 8 درصدی مصرف سوخت
۳- افزایش 5.8 درصدی فشار داخل سیلندر
٤- افزایش CO_2 و کاهش هیدرو کربن های نسوخته
٥- کاهش مقدار ناکس

نانوذرات کربنی که برای کاهش م ضرات نانو ذرات فلزی و اک سید های فلزی ا ستفاده شده، عملکرد بهتری در غلظت پایین تر ازخود نشان دادند. افزایش غلظت نانو ذرات سبب کاهش اثرگذاری آنها شده است. به طوری که غلظت ۴۰ پی پی ام تاثیر بهتری داشته است.

تشکر و قدردانی

از شرکت مگا موتور و شرکت توسعه قوای محرکه دینا بابت همکاری در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی میکنیم.

مراجع و منابع

[1] Selvan, V. Arul Mozhi, R. B. Anand, and M. Udayakumar. Effects of cerium oxide nanoparticle addition in diesel and diesel–biodiesel–ethanol blends on the performance and emission characteristics of a CI engine. “J Eng Appl Sic , 4 (2009) 1819-6608
[2] Shafii M, Daneshvar F, Jahani NA, Mobini, K. Effect of ferrofluid on the perfor-mance and emission patterns of a four-stroke diesel engine. Adv Mech Eng , 3 (2011) 529049–529049
[3]Basha, JS. Anand , RB. An experimental investigation in a diesel engine using carbon nanotubes blended water–diesel emulsion fuel, Journal of Power and Energy,225 (2011) 225- 279.
[4] Mirzajanzadeh, M. Tabatabaei, M. Ardjmand, M. A Rashidi, Ghobadian, B. Barkhi, M. and Pazouki, M. , A novel soluble nano-catalysts in diesel–biodiesel fuel blends to improve diesel engines performance and reduce exhaust emissions , Fuel 139 (2015) 374–382
[5] Selvan, V. Arul Mozhi, R. B. Anand, and M. Udayakumar. Effect of Cerium Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes as fuel-borne additives in Diesterol blends on the performance, combustion and emission characteristics of a variable compression ratio engine , Fuel 130 (2014) 160–167
[6] Basha, SJ. An Experimental Analysis of a Diesel Engine Using Alumina Nanoparticles Blended Diesel Fuel, SAE Technical Paper No.2014-01-1391, 2014.
[7] Gangwar, A., Bhardawaj, A., Singh, R., and Kumar, N., Enhancement in Performance and Emission Characteristics of Diesel Engine by Adding Alloy Nanoparticle, SAE Technical Paper No. 2016-01-2249, 2016.
[8] SoukhtSaraee, H. Jafarmadar, S.Taghavifar, H., Ashrafi, S.J. "Reduction of emissions and fuel consumption in a compression ignition engine using nanoparticles, Applied Thermal Engineering 113 (2017) 663–672
[9] H. Venu and V. Madhavan Effect of diethyl ether and Al2O3 nano additives in diesel-biodiesel-ethanol blends Performance, combustion and emission characteristics Journal of Mechanical Science and Technology 31 (1) (2017) 409~420
[10] Ang F. Chena, M. AkmalAdzmia, Abdullah Adamb, Mohd. Fahmi Othmana Mohd. Kamal Kamaruzzamana, Anes G. Mrwana Combustion characteristics, engine performances and emissions of a diesel engine using nanoparticle-diesel fuel blends with aluminium oxide, carbon nanotubes and silicon oxide Energy Conversion and Management 171 (2018) 461–477