The Journal of Engine Research

Autumn 2023, Vol. 70, No. 3, pp. 18-29

Journal Homepage: www.engineresearch.ir

Original Research

Investigating the effect of bioethanol fuel concentration with different percentages on power and torque in EF7 engine

Alireza Baratian, Sayed Amirhossein Mirsane, Amir Mohammad Jadidi*, Alireza Hajiali Mohammadi

Faculty of Mechanical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:
Internal Combustion Engine
Mixed Fuels
Ethanol
Torque and Power

ABSTRACT

The increasing use of fossil fuels, fluctuations in the price of petroleum products, the reduction of available reserves and the issue of environmental pollutants have encouraged researchers to find renewable and preferably non-fossil sources for energy supply. In the last decade, the use of plant tissue fuels, which have less pollution, have received much attention from industry and researchers. Methanol and ethanol can also be obtained from crude oil and natural gas, but ethanol is more important because it is easily renewable and from organic materials such as plant seeds or sugar beets, etc. are also available. Ethanol is flammable and ignites much better than other fuels. When ethanol is completely burned, the result is only water and carbon dioxide. Due to this issue, it is of interest in terms of reducing environmental pollutants and it is considered a suitable fuel for the public transportation sector. In this article, gasoline fuel with 96% ethanol was prepared as three mixtures of E5, E10 and E15 and will be analyzed in the EF7 engine. Also, the obtained results were compared with a similar study in which 99.8% ethanol was used to prepare mixed fuel. The results showed that E15 mixed fuel, which is prepared from ethanol with a concentration of 96%, increases the performance of the engine. Also, the maximum amount of torque occurred at 3000 rpm and is equal to 118.2 Nm, which shows that it has increased by 62.4% compared to special gasoline. Also, the obtained results showed that the use of ethanol with a higher percentage reduces engine performance.

© 2023 Iranian Society of Engine, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license). (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

* Corresponding author
E-mail address: am.jadidi@semnan.ac.ir (A. M. Jadidi)

Received 24 April 2024; Accepted 4 May 2024
E-ISSN: 2345-4121/ISSN: 1735-5214

Cite this article: Baratian A, Mirsane SA, Jadidi AM, Hajiali Mohammadi A. Investigating the effect of bioethanol fuel concentration with different percentages on power and torque in EF7 engine, The Journal of Engine Research. 2023 Nov 22;70(3):18-29. doi: 10.22034/ER.2024.2026552.1050

نشریه علمی تحقیقات موتور
پاییز ۱۴۰۲، جلد ۷۰، شماره ۳، صفحه ۱۸-۲۹
تارنمای نشریه: www.engineresearch.ir

مقاله پژوهشی

بررسی اثر غلظت الکل در سوخت بیواتانول با درصدهای مختلف در قدرت و گشتاور موتور EF7

علیرضا براتیان، سیدامیرحسین میرصانع، امیرمحمد جدیدی*، علیرضا حاجی علی محمدی

دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

اطلاعات مقاله

کلیدواژه‌ها:
موتور احتراق داخلی
سوخت‌های ترکیبی
اتانول
گشتاور و توان

چکیده

استفاده رو افزون از سوخت‌های فسیلی، نوسانات قیمت محصولات نفتی، کاهش ذخایر موجود و مسئله آلاینده‌های زیست محیطی محققان را در جهت یافتن منابع تجدیدپذیر و ترجیحا غیرفسیلی برای تامین انرژی مجاب نموده است. در دهه گذشته، استفاده از سوخت‌های بافت گیاهی که آلایندگی کمتری دارند، بسیار مورد توجه صنعت و محققین قرار گرفته‌اند. متانول و اتانول را از نفت خام و گاز طبیعی نیز می‌توان بدست آورد، ولی در این میان اتانول از اهمیت بیشتری برخوردار است، چرا که به عنوان یک تجدیدپذیر به آسانی و از مواد آلی مانند دانه‌های گیاهی یا چغندر قند و غیره هم قابل حصول هستند. اتانول اشتعال پذیر است و بسیار بهتر از سوخت‌های دیگر مشتعل می‌شود. هنگامی که اتانول به صورت کامل بسوزد، حاصل آن فقط آب و دی اکسید کربن است. به دلیل همین موضوع به لحاظ کاهش آلاینده‌های زیست محیطی مورد توجه بوده و سوخت مناسبی برای بخش حمل و نقل عمومی محسوب می‌شود. استفاده از چنین سوخت‌هایی باعث تغییراتی در تولید توان، گشتاور و راندمان موتور خواهد شد که در این مقاله، سوخت بنزین با اتانول ۹۶ درصد به صورت سه مخلوط E5، E10 و E15 تهیه شده و در موتور EF7 مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نتایج بدست آمده با پژوهشی مشابه با اتانول ۹۹،۸ درصد برای تهیه سوخت ترکیبی، مقایسه شده است. نتایج نشان داد که سوخت ترکیبی E15 که از اتانول با غلظت ۹۶ درصد تهیه شده است، عملکرد موتور را افزایش می‌دهد. همچنین بیشترین مقدار گشتاور در دور ۳۰۰۰ رخ داد و برابر است با ۱۱۸،۲ نیوتن متر که نشان می‌دهد نسبت به بنزین خالص ۴،۶۲ درصد افزایش داشته است. هچنین نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از اتانول با درصد بالاتر از عملکرد موتور کاسته است.

© 2023 Iranian Society of Engine, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license). (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

* نویسنده مسئول
پست الکترونیکی: am.jadidi@semnan.ac.ir (امیرمحمد جدیدی)

دریافت ۵ اردیبهشت ۱۴۰۳؛ پذیرش ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۳
شاپای الکترونیکی: ۴۱۲۱-۲۳۴۵ / شاپای چاپی: ۵۲۱۴-۱۷۳۵

Cite this article: Baratian A, Mirsane SA, Jadidi AM, Hajiali Mohammadi A. Investigating the effect of bioethanol fuel concentration with different percentages on power and torque in EF7 engine, The Journal of Engine Research. 2023 Nov 22;70(3):18-29. doi: 10.22034/ER.2024.2026552.1050

۱- مقدمه

مسائل زیست محیطی و کاهش سوخت‌های فسیلی، محققان را تشویق کرده است تا سوخت جایگزینی ایجاد کنند که تجدیدپذیر، از نظر زیست محیطی سالم و کارآمد باشد و تکنیکی قابل قبول با شرایط کارکرد موتور باشد. یکی از بهترین سوخت‌های جایگزین امیدوارکننده برای به حداقل رساندن وابستگی کلی به سوخت‌های فسیلی، بیواتانول است [۱]. استفاده از وسایل نقلیه با سوخت‌های جایگزین مانند برق، هیدروژن و سوخت‌های زیستی به عنوان راه ایده آل برای مهار انتشارات مضر وسایل نقلیه پیش‌بینی شده است. اگرچه وسایل نقلیه ای که با باتری و پیل سوختی تغذیه می‌شوند، وسایل نقلیه بدون آلایندگی هستند، اما کمبود منابع، محدودیت‌های زیرساختی دارند و نسبتاً گران هستند، سوخت‌های زیستی، اگرچه می‌توانند در وسایل نقلیه موجود مورد استفاده قرار گیرند، تهیه مقادیر مورد نیاز مواد اولیه و کاهش مسائل مربوط به غذا در مقابل سوخت همچنان یک چالش است [۲].

در بین سوخت‌های زیستی موجود، الکل‌های زیستی بهترین برای استفاده در موتورهای احتراق داخلی هستند. علاوه بر این، الکل‌های زیستی را می‌توان به راحتی با تغییرات جزئی در موتورهای احتراق داخلی فعلی گنجاند [۳]. سوتانتو و ستیانتو[1] [۴]، به پژوهشی با عنوان مطالعه تجربی اثر افزودن بیواتانول به بنزین RON 90 بر انتشار گازهای خروجی یک وسیله نقلیه موتوری چهار زمانه، پراخته‌اند. استفاده از سوخت های زیستی در جهان به دلیل قیمت‌های اقتصادی و بحران انرژی در حال افزایش است.

بیواتانول یک سوخت تجدیدپذیر جایگزین مناسب برای استفاده در موتورهای احتراق داخلی است. در مقایسه با عدد اکتان بنزین، این سوخت دارای عدد اکتان نسبتا بالایی است. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم این است که بیواتانول می‌تواند انتشارات وسایل نقلیه موتوری را در مقایسه با سوخت‌های فسیلی کاهش دهد. این مطالعه با هدف تعیین تعداد انتشار گازهای گلخانه‌ای با سوختی که از مخلوطی از بنزین پرتالیت RON 90 و بیواتانول استفاده می‌کند، انجام شد. روش تست از یک موتور باردار با سه تغییر دور در دقیقه، یعنی ۱۲۰۰، ۶۰۰۰ و ۹۰۰۰ دور در دقیقه، با پارامترهای اندازه‌گیری انتشار اگزوز شامل CO2، CO، HC و NOx استفاده می‌کند. این آزمایش از چهار نوع مخلوط بیواتانول، یعنی بیواتانول ۵ درصد (E5)، بیواتانول ۱۰ درصد (E10)، بیواتانول ۱۵ درصد (E15) و بیواتانول ۲۰ درصد (E20)، علاوه بر بنزین خالص RON 90 (پرتالیت) استفاده کرد. نتایج آزمایش و اندازه گیری آلاینده های اگزوز در یک موتورسیکلت چهار زمانه با ظرفیت سیلندر ۱۴۹,۱۶ سی سی نشان داد که افزودن بیواتانول به بنزین پرتالیت می‌تواند میزان انتشار گازهای CO و HC را کاهش دهد. برعکس، مقدار گاز NOx افزایش می یابد. بر اساس داده‌های نتایج آزمایش، سوخت مخلوط اتانول زیستی E20 در دور موتور ۶۰۰۰ دور در دقیقه بهتر از سایر سوخت‌های ترکیبی بیواتانول است، زیرا انتشار گازهای CO و HC کمتری نسبت به سایر مخلوط‌های سوختی تولید می‌کند.

کارتیکیان[2] و همکاران [۵]، با بررسی تجربی موتور احتراق جرقه‌ای با استفاده از مخلوط اتانول زیستی تولید شده از ضایعات پوست مرکبات، دریافتند که مصرف سوخت ویژه (SFC) اندکی افزایش یافت و بازده حرارتی ترمز کمی کاهش یافت. انتشار گازهای خروجی برای هیدروکربن‌ها (HC)، دی اکسید کربن (CO2)، مونوکسید کربن (CO) و اکسیدهای نیتروژن (NOx) با سرعت موتور ۲۵۰۰ دور در دقیقه اندازه‌گیری شد. غلظت انتشار CO و HC در لوله اگزوز با استفاده از ترکیبات زیستی اتانول کاهش می‌یابد. غلظت CO2 کمی افزایش یافته و NOx با استفاده از مخلوط اتانول کاهش یافت. چاناکچی[3] و همکاران [۶]، اثر ترکیبات اتانول بنزین و متانول بنزین بر عملکرد موتور بررسی کردند. نتایج تجربی نشان داد که وقتی موتور آزمایشی با بنزین اتانول یا مخلوط متانول بنزین سوخت می‌شد، انتشار CO، CO2، HC و NOx نسوخته برای تمام قدرت چرخ‌ها با سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت کاهش یافت. با این حال، هنگامی که سرعت خودرو به

[1] Sutantoa and Setiantoa
[2] Karthikeyan
[3] Canakci

۱۰۰ کیلومتر در ساعت تغییر یافت، روندهای پیچیده‌تری در انتشار اگزوز برای ترکیب سوخت، به ویژه برای قدرت چرخ ۱۵ کیلووات رخ داد. همچنین مشاهده شد که نسبت هم ارزی سوخت هوایی با افزایش درصد اتانول و متانول در ترکیبات سوخت در مقایسه با مورد بنزین خالص افزایش یافت.

سیمیو[1] و همکاران [۷]، دریافتند که استفاده از بیواتانول در بخش حمل و نقل می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای وسایل نقلیه کمک کند. برای دستیابی به این هدف، همراه با تعادل انرژی مثبت در فرآیند تولید جهانی اتانول (چاه به مخزن)، مهم است که افزودن اتانول به بنزین باعث بدتر شدن راندمان موتور احتراق داخلی (مخزن به چرخ) نشود. وایبوو[2] و همکاران [۸]، به پژوهشی با عنوان بهینه سازی عملکرد مخلوط سوخت بنزین RON 88,92,98 با بیواتانول در موتور اشتعال جرقه‌ای پرداختند. آزمایشات با استفاده از یک موتور جرقه ۱۵۰ سی سی تک سیلندر چهار زمانه انجام شد. دینامومتر جریان گردابی AVL برای بدست آوردن داده‌های قدرت و گشتاور از موتور استفاده شد. نتایج نشان داد که سطوح بالاتر بیواتانول مخلوط شده با سوخت بنزین می‌تواند باعث افزایش عدد اکتان تحقیقاتی سوخت شود. بنزین RON 88 با مخلوطی از محتوای ۳۰ درصد بیواتانول، مقدار اکتان را ۱۴٫۵٪، RON 92 با ۹٫۷٪، RON 98 را ۶٫۱٪ افزایش داد. برای بدست آوردن قدرت و گشتاور بهتر، می‌توان با تغییر زمان جرقه زنی اما عدم تغییر مدت زمان تزریق، تغییراتی را انجام داد. گشتاور سوخت‌های RON 88 و ۹۲ به همراه افزایش سطح بیواتانول و زمان احتراق به میزان ۲٫۸٪ و ۵٫۷٪ افزایش یافت، اما در مقایسه با RON 98 که به دلیل داشتن مقدار اکتان بیش از حد بالا، تغییرات قابل‌توجهی را تجربه نکرد. اضافه کردن مدت زمان تزریق ۱۰ درصد باعث کاهش قدرت و گشتاور به دلیل شرایط احتراق بسیار غنی از سوخت شد.

آلودگی تولید شده توسط محصولات احتراق از موتورهای وسایل نقلیه موتوری مشکلات زیست محیطی را ایجاد می‌کند که باید حل شود. یکی از راه‌ها جایگزینی بنزین با سوخت‌های زیستی مانند اتانول زیستی است. استفاده از بیواتانول به عنوان سوخت معمولاً با مخلوط کردن بیواتانول در سطح معینی با بنزین انجام می‌شود. نتیجه این اختلاط باعث افزایش عدد اکتان سوخت می‌شود. با افزایش عدد اکتان، لازم است پارامترهای فرآیند احتراق برای بهینه‌تر کردن آن اصلاح شود.

در این پژوهش از سوخت ترکیبی اتانول با درصدهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد با بنزین در یک موتور EF7 استفاده شده است و اثرات غلظت الکل (۹۶ درصد و ۹۹ درصد) و درصد ترکیب آن با سوخت بنزین بر توان وگشتاور موتور مذکور بررسی شده است.

۲- روش تحقیق و معادلات حاکم

در این پژوهش تأثیر استفاده از بیواتانول در مخلوط سوخت بنزین بر پارامترهای عملکردی و آلایندگی بررسی می‌شود. سپس تفاوت استفاده از بیواتانول ۹۶ درصد و اتانول ۹۹/۸ درصد که در پژوهشی مشابه تست گرفته شد، مورد بحث قرار می‌گیرد. پارامترهای عملکردی موتور شامل گشتاور موتور، توان تولیدی است. برای بررسی تاثیر بیواتانول بر پارامترهای عملکردی موتور لازم است تا این سوخت در درصدهای مختلف بیواتانول (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵) مورد آزمایش قرار گیرد.

گشتاور شاخص خوبی از توانایی موتور برای انجام کار است. به صورت نیرویی که در فاصله لحظه‌ای عمل می‌کند، تعریف می‌شود و دارای واحدهای N-m یا lbf-ft است. گشتاور τ به صورت زیر به کار مربوط می‌شود [۹]:

$$2\pi\tau = W_b = \frac{(bmep)V_d}{n} \quad (۱)$$

$$\dot{W} = 2\pi N\tau \quad (۲)$$

[1] Simio
[2] Wibowo

زمان در دسترس برای فرآیند احتراق یک چرخه موتور بسیار کوتاه است، و همه مولکول‌های سوخت ممکن است مولکول اکسیژن را پیدا نکنند که با آن ترکیب شوند، یا دمای محلی ممکن است به نفع واکنش نباشد. در نتیجه، بخش کوچکی از سوخت واکنش نشان نمی‌دهد و با جریان اگزوز خارج می‌شود. بازده احتراق[1] (η_c) برای محاسبه کسری از سوختی که می‌سوزد تعریف می‌شود. بازده احتراق معمولاً دارای مقادیری در محدوده ۰,۹۵ تا ۰,۹۸ درصد است که یک موتور به درستی کار می‌کند. برای یک چرخه موتور در یک سیلندر، گرمای اضافه شده برابر است با [۹]:

$$Q_{in} = m_f Q_{HV} \eta_c \quad (۳)$$

برای حالت پایا:

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}_f Q_{HV} \eta_c \quad (۴)$$

و برای محاسبه راندمان حرارتی[2] داریم [۹]:

$$\eta_t = \frac{W}{Q_{in}} \quad (۵)$$

$$\eta_t = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}_{in}} \quad (۶)$$

$$\eta_t = \frac{\dot{W}}{\dot{m}_f Q_{HV} \eta_c} \quad (۷)$$

$$\eta_t = \frac{\eta_f}{\eta_c} \quad (۸)$$

در معادلات بالا، W کار روی یک چرخه، $\dot{W}$ قدرت، m_f جرم سوخت برای یک چرخه، $\dot{m}_f$ نرخ جریان جرمی سوخت، Q_{HV} ارزش حرارتی سوخت، η_f راندمان تبدیل سوخت می‌باشد/۹/.

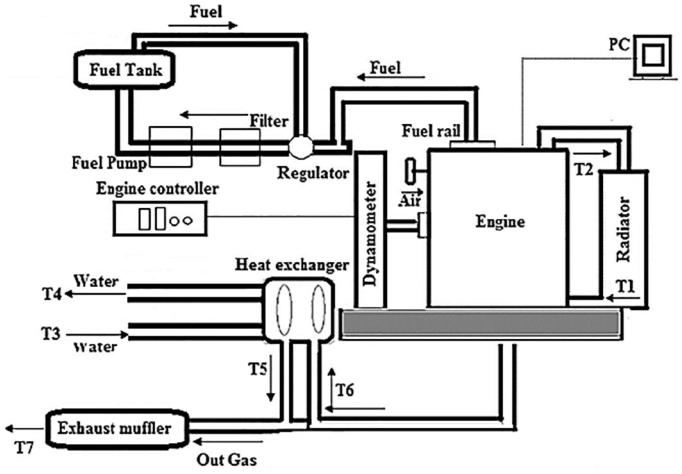
موتورها می‌توانند بازده حرارتی را در محدوده ۵۰٪ تا ۶۰٪ نشان دهند، با بازده حرارتی ترمزی حدود ۳۰٪. برخی از موتورهای بزرگ احتراق تراکمی می‌توانند بازده حرارتی ترمز بیش از ۵۰٪ داشته باشند. راندمان تبدیل سوخت به صورت زیر تعریف می شود [۹]:

$$\eta_f = \frac{W}{m_f Q_{HV}} = \frac{\dot{W}}{\dot{m}_f Q_{HV}} \quad (۹)$$

$$\eta_f = \frac{1}{(sfc) Q_{HV}} \quad (۱۰)$$

آزمایش پژوهش حاضر در آزمایش تست موتور دانشگاه سمنان بر روی موتور EF7 انجام شد. شکل ۱ و ۲ بترتیب شماتیک سیستم آزمایشگاه و نمای کلی بستر آزمایش و موتور می‌باشد. ابتدا قبل از انجام آزمایش از صحت عملکرد تجهیزات موجود در اتاق تست اعم از دینامومتر، سنسورهای موجود، سطح آب موتور، سطح روغن موتور اطمنیان حاصل می‌شود. سپس بازدیدهایی همچون بازدید تابلوی برق، مسیر سوخت، فن‌های دمنده و مکنده، کپسول آتش نشانی، شارژ باتری، کوپلینگ دینامومتر و کالیبره بودن دریچه گاز و بررسی کلی اتاق آزمون انجام می‌شود. در ادامه باید مخلوط بنزین و درصدهای مختلف اتانول ترکیب شود. اتانول مورد استفاده از شرکت بیدستان و با غلظت ۹۶ درصد تهیه شد. مشخصات اتانول تهیه شده در جدول ۱ آمده است، همچنین ترکیبات اتانول ۹۹/۸ درصد هم در این جدول قابل مشاهده است. اتانول تهیه شده به صورت سه ترکیب ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ الکل با بنزین مخلوط گردید و در موتور مورد استفاده قرار گرفت. بنزین معمولی نیز به عنوان سوخت مرجع مورد آزمون قرار گرفت.

[1] Combustion Efficiency
[2] Thermal Efficiency



شکل ۱ شماتیک سیستم آزمایشگاه

شکل ۲ نمایی از بستر آزمایشگاه و موتور

جدول ۱ مشخصات اتانول مورد بررسی

الکل ۹۶ درصد		الکل ۹۹/۸ درصد	
خلوص الکل	۹۶	خلوص الکل	۹۹/۸
وزن مخصوص	۰/۸۰۸۸	وزن مخصوص	۰/۷۹۳
باقی مانده تبخیر (میلی گرم در لیتر)	۵	باقی مانده تبخیر (میلی گرم در لیتر)	۷/۹
متانول (میلی گرم در لیتر)	۱۷	متانول (میلی گرم در لیتر)	۵۵
آلدئید (میلی گرم در لیتر)	۳	آلدئید (میلی گرم در لیتر)	۴/۴

مطابق با موضوع و اهداف پژوهش، از موتور EF7 در این آزمایش استفاده شده است. این موتور یک موتور احتراق داخلی چهار زمانه با حجم ۱۶۰۰ سی‌سی است که مشخصات کامل موتور در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ مشخصات موتور EF7

عنوان	مقدار	واحد	عنوان	مقدار	واحد
حجم جابجایی موتور	۱۶۴۹	CC	حداکثر قدرت	۸۲	kW
قطر استوانه	۷۸/۶	mm	حداکثر قدرت در دور	۵۷۵۰	RPM
طول مسیرجابجایی	۸۵	mm	حداکثر گشتاور	۱۵۰	N.m
نسبت تراکم	۱۱	-	حداکثر گشتاور در دور	۳۳۰۰	RPM

به منظور پایداری مشخصه‌های عملکردی موتور، قبل از انجام هر آزمون باید دمای آب و روغن موتور به دمای کاری موتور (حدود ۹۰ درجه سانتیگراد) برسد. برای این منظور موتور روشن شده و در شرایط کاری ۲۰۰۰ دور بر دقیقه حدود ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در شرایطی که دریچه گاز به مقدار ۵۰ درصد باز است، کار می‌کند تا دمای قسمت‌های مختلف موتور به حالت پایدار برسد و پس از آن آزمون اصلی آغاز می‌شود. همچنین فشار روغن و سوخت به ترتیب باید بالای ۱۳۰ کیلو پاسکال و ۳۲۰ کیلو پاسکال باشد. دیگر پارامترهای ثبت شده در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳ پارامترهای ثبت شده در هنگام آزمایش

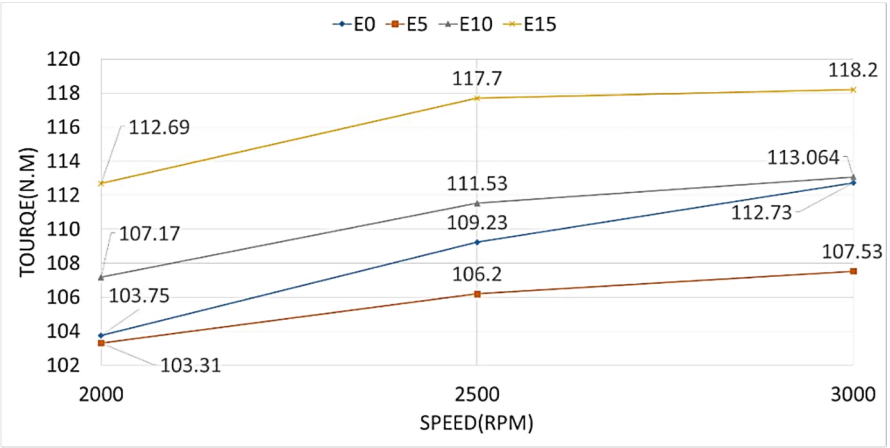
متغیر	مقدار	متغیر	مقدار
دمای سوخت	۴۷ درجه سانتی‌گراد	دمای آب خروجی موتور	۸۸ درجه سانتی‌گراد
فشار روغن	۱۸۷ کیلوپاسکال	دمای آب ورودی موتور	۶۵ درجه سانتی‌گراد
فشار سوخت	۳۳۶/۶۸ کیلوپاسکال	دمای روغن موتور	۸۹ درجه سانتی‌گراد
فشار محفظه میل‌لنگ	۲۹/۰- کیلوپاسکال	دمای یاتاقان دینامومتر	۳۰ درجه سانتی‌گراد
فشار محیط	۸۹/۰۳کیلوپاسکال	دمای خروجی دینامومتر	۲۰ درجه سانتی‌گراد

سپس در همان وضعیت، بار وارد شده به موتور را در دور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه به بیشترین مقدار خود رسانده تا وضعیت بار کامل برقرار گردد. در ادامه در همان وضعیت بار کامل، دور از ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ دور در دقیقه افزایش یافته و داده برداری انجام گرفت.

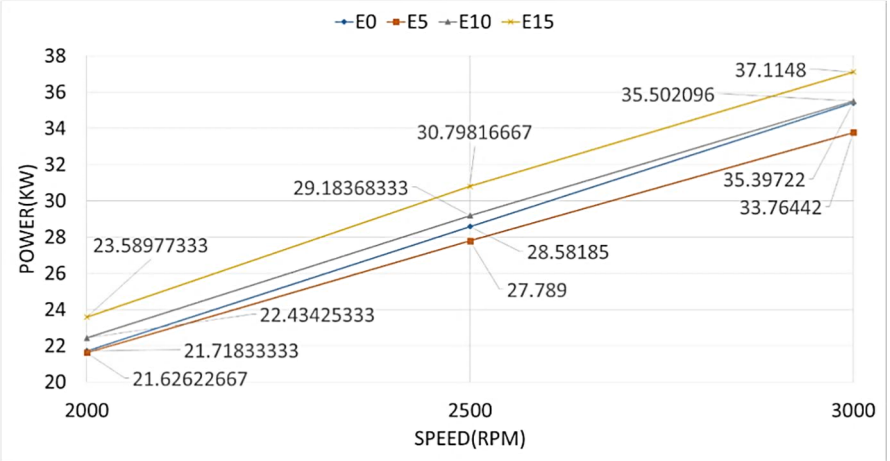
۳- نتایج و بحث

بر اساس اهداف پژوهش حاضر، تنها پارامترهای مورد نیاز استخراج شده از آزمایشگاه عبارتند از: توان و گشتاور موتور EF7 که در سه دور ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و در چهار سوخت (E0، E5، E10 و E15) می‌باشد. در شکل ۳ نمودار تغییرات گشتاور و در شکل ۴ نمودار تغییرات توان در آزمایش‌های مختلف مشاهده شده است.

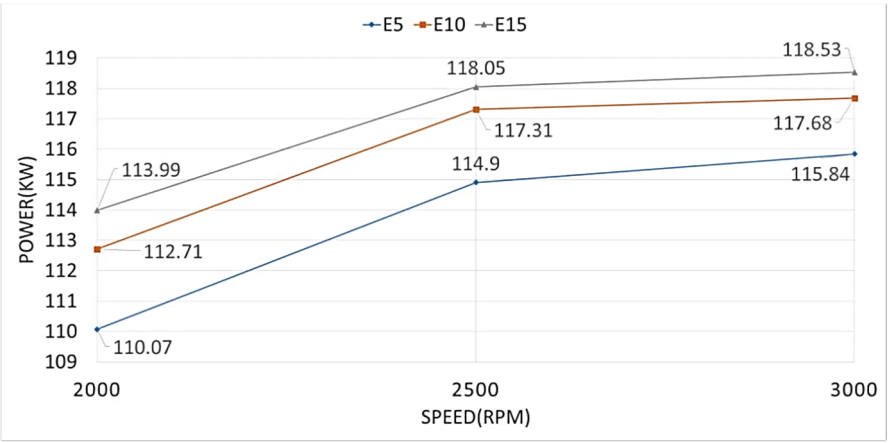
همچنین برای رسیدن به نتایج مشابه و بررسی تکرارپذیری آزمایش مجددا در همان شرایط آزمایش تکرار شد و در شکل ۵ نمودار تغییرات گشتاور و در شکل ۶ نمودار تغییرات توان برای آزمایش تکرارپذیری مشاهده شده است.



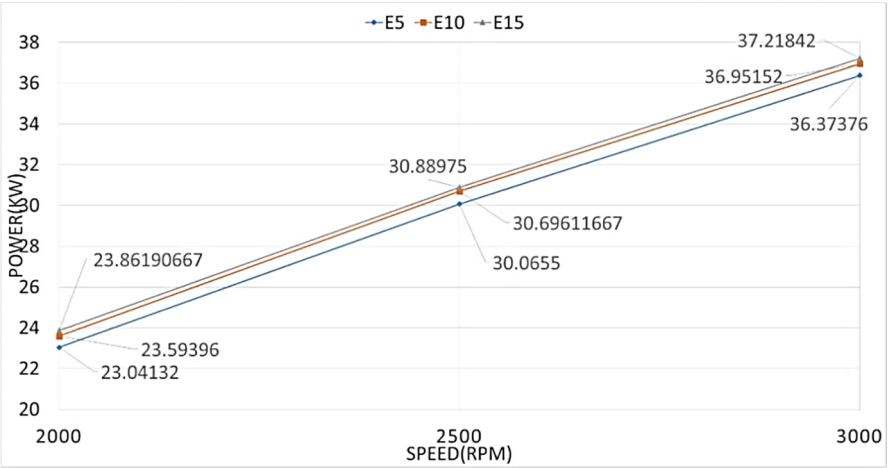
شکل ۳ نمودار تغییرات گشتاور بر حسب دور موتور



شکل ٤ نمودار تغییرات توان بر حسب دور موتور

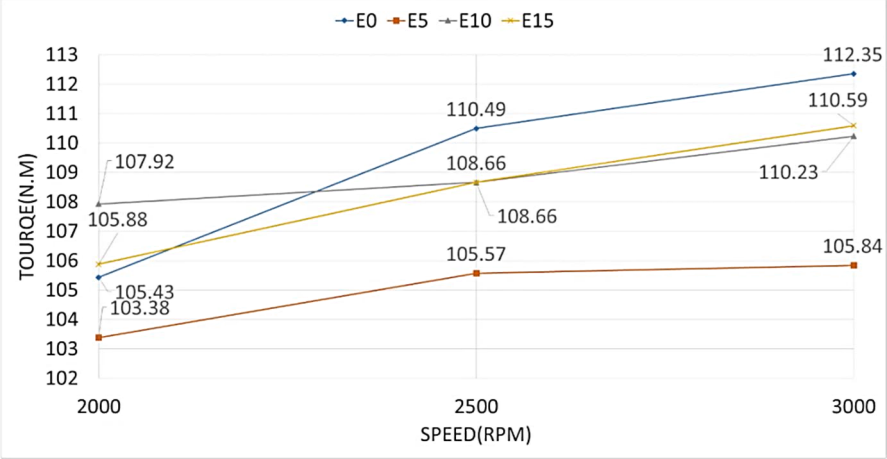


شکل ۵ نمودار تغییرات گشتاور برای بررسی تکرارپذیری آزمایش

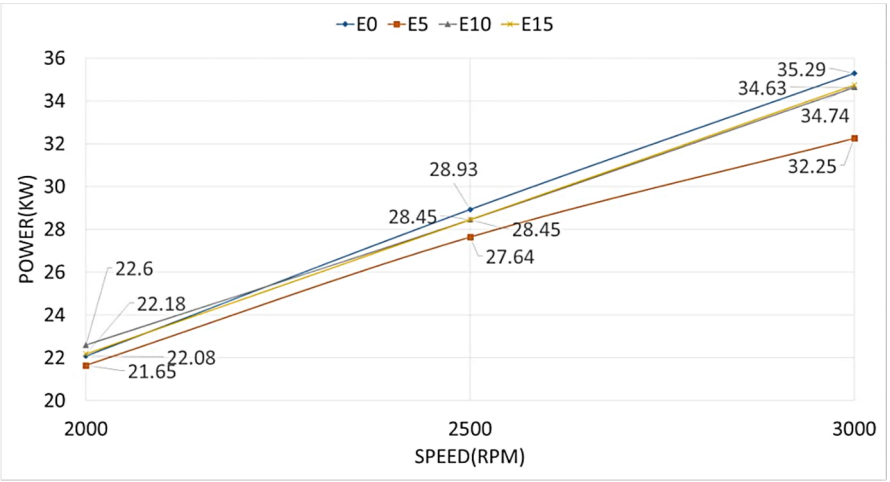


شکل ٦ نمودار تغییرات توان برای بررسی تکرارپذیری آزمایش

الکل مورد استفاده در این پژوهش همانطور که پیشتر بیان شد، با خلوص ۹۶ درصد است. برای بررسی تاثیر درصد خلوص الکل نتایج بدست آمده را با پژوهشی مشابه [۱۰] که از اتانول با درصد خلوص ٪ ۹۹/۸ استفاده شد، مقایسه می‌کنیم. شرایط آزمون در این پژوهش یکسان بوده است و در همان بستر آزمایشگاه تست موتور دانشگاه سمنان تست گرفته شده است. شکل‌های ۷ و ۸ به ترتیب بیانگر گشتاور خروجی و توان خروجی اندازه‌گیری شده با استفاده از الکل ۹۹/۸ درصد است.



شکل ۷ نمودار گشتاور خروجی موتور برای الکل ۹۹/۸ درصد [۱۰]



شکل ۸ نمودار توان خروجی موتور برای الکل ۹۹/۸ درصد [۱۰]

همچنین جدول‌های ۴ و ۵ به ترتیب برای مقایسه توان و گشتاور برای این دو نوع الکل آمده است.

جدول ٤ مقایسه داده‌های مربوط به گشتاور

نوع سوخت	دور موتور (RPM)	الکل ۹۶٪	الکل ۹۹/۸٪	درصد اختلاف
E5	۲۰۰۰	۱۰۳/۳۱	۱۰۳/۳۸	۰/۰۶
	۲۵۰۰	۱۰۶/۲۰	۱۰۵/۵۷	۰/۵۹
	۳۰۰۰	۱۱۷/۵۳	۱۰۵/۸۴	۱/۵۹
E10	۲۰۰۰	۱۰۷/۱۷	۱۰۷/۹۲	۰/۶۹
	۲۵۰۰	۱۱۱/۵۳	۱۰۸/۶۶	۲/۶۴
	۳۰۰۰	۱۱۳/۰۶	۱۱۰/۲۳	۲/۵۷
E15	۲۰۰۰	۱۱۲/۶۹	۱۰۵/۸۸	۶/۴۳
	۲۵۰۰	۱۱۷/۷۰	۱۰۸/۶۶	۸/۳۱
	۳۰۰۰	۱۱۸/۲۰	۱۱۰/۵۹	۶/۸۸

جدول ۵ مقایسه داده‌های مربوط به توان

نوع سوخت	دور موتور (RPM)	الکل ۹۶٪	الکل ۹۹/۸٪	درصد اختلاف
E5	۲۰۰۰	۲۱/۶۲	۲۱/۶۵	۰/۱۰
	۲۵۰۰	۲۷/۷۸	۲۷/۶۴	۰/۵۳
	۳۰۰۰	۳۳/۷۶	۳۲/۲۵	۴/۶۹
E10	۲۰۰۰	۲۲/۴۳	۲۲/۶۰	۰/۷۳
	۲۵۰۰	۲۹/۱۸	۲۸/۴۵	۲/۵۷
	۳۰۰۰	۳۵/۵۰	۳۴/۶۳	۲/۵۱
E15	۲۰۰۰	۲۳/۵۸	۲۲/۱۸	۶/۳۵
	۲۵۰۰	۳۰/۷۹	۲۸/۴۵	۸/۲۵
	۳۰۰۰	۳۷/۱۱	۳۴/۷۴	۶/۸۳

با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که استفاده از الکل با غلظت ۹۶٪ عملکرد موتور را نسبت به استفاده از الکل با غلظت ۹۹/۸٪ افزایش داده است و در دور ۳۰۰۰ برای سوخت E10 که از اتانول ۹۶ درصد استفاده شده است، بیشترین مقدار گشتاور برابر است با ۱۱۸/۲ نیوتن متر که نشان می‌دهد نسبت به بنزین خاص ۴/۶۲ درصد افزایش داشته است. بازدهی احتراق بالاتر سوخت‌های ترکیبی با اتانول به دلیل اکسیژن بیشتر نسبت به بنزین خالص است که این عامل سبب تقویت گشتاور و توان است. از سوی دیگر می‌توان نتیجه گرفت که اتانول ۹۹/۸ درصد با توجه به ترکیباتی که ذکر شد مانند مقدار متانول موجود در الکل موجب کاهش عملکرد موتور می‌شود، در صورتی که استفاده از سوخت ترکیبی با اتانول ۹۹/۸ بیشترین گشتاور برابر ۱۱۲/۳۵ نیوتن متر و متعلق به بنزین خالص است که استفاده از مخلوط E15 برای این اتانول باعث شده است که مقدار گشتاور به اندازه ۱/۵۶ درصد کاهش یابد.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر سعی بر آن است تا تاثیر ترکیب اتانول با بنزین در درصدهای مختلف بر روی پارامترهای مختلف موتور بررسی گردد. با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات مطرح شده در مورد استفاده از ترکیب اتانول و بنزین به عنوان سوخت در موتورهای اشتعال جرقه ای، در این پژوهش سعی بر آن است تا تأثیر اتانول بر پارامترهای احتراقی نظیر گشتاور تولیدی موتور EF7 (موتور ساخت ایران) بررسی شود. بر اساس یافته های این مقاله، E10 و E15 به عنوان سوختی با عملکرد قابل مقایسه با بنزین خالص و انتشار کمتر به عنوان جایگزینی برای بنزین پیشنهاد شده اند. استفاده از الکل با غلظت پایین عملکرد موتور را افزایش داد به صورتی که استفاده از مخلوط E15 باعث شد گشتاور موتور در دور ۳۰۰۰ به اندازه ۴/۶۲ درصد نسبت به بنزین افزایش داشته باشد. در نتیجه سوخت های E10 و E15 سوخت های مناسبی برای مصارف شهری با آلایندگی کمتر نسبت به موتور EF7 هستند و می توان از آنها به جای بنزین برای کاهش آلاینده های هوا با کمترین هزینه تعویض استفاده کرد.

فهرست علائم

W_b	کار ترمزی یک دور موتور، N.m
V_d	حجم جابه‌جایی، m^3
n	تعداد دورها به ازای هر چرخه
$\dot{W}$	توان موتور، kW/hr
$\dot{m}_f$	نرخ جرمی سوخت ورودی به داخل موتور، gr/hr
η_v	بازده حجمی

علائم یونانی

ρ	چگالی، kg/m^3
η	بازده
τ	گشتاور

References

[1] El-Sheekh MM, El-Nagar AA, ElKelawy M, Bastawissi HA. Maximization of bioethanol productivity from wheat straw, performance and emission analysis of diesel engine running with a triple fuel blend through response surface methodology. Renewable Energy. 2023 Jul 1;211:706-22. doi: 10.1016/j.renene.2023.04.145

[2] Sandaka BP, Kumar J. Alternative vehicular fuels for environmental decarbonization: A critical review of challenges in using electricity, hydrogen, and biofuels as a sustainable vehicular fuel. Chemical Engineering Journal Advances. 2023 May 15;14:100442. doi: 10.1016/j.ceja.2022.100442

[3] Shahinsha NM, John JA, Singh K, Kumar N. Reduction in automotive emissions by ethanol blending in SI engine: A review. Materials Today: Proceedings. 2023 Apr 15. doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.808

[4] Sutanto H, Setianto CH. Experimental study of the effect of adding bioethanol to RON 90 gasoline on exhaust gas emissions of a four-stroke motor vehicle. Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi. 2021 Oct 15;17(2):113-8. doi: 10.36055/tjst.v17i2.11330

[5] Karthikeyan A, Venkatesh D, Ramkumar T. Experimental investigation on spark ignition engine using blends of bio-ethanol produced from citrus peel wastes. International Journal of Ambient Energy. 2017 Feb 17;38(2):112-5. doi: 10.1080/01430750.2015.1048900

[6] C'anakci M, Ozsezen AN, Alptekin E, Eyidogan M. Impact of alcohol–gasoline fuel blends on the exhaust emission of an SI engine. Renewable Energy. 2013 Apr 1;52:111-7. doi: 10.1016/j.renene.2012.09.062

[7] De Simio L, Gambino M, Iannaccone S. Effect of ethanol content on thermal efficiency of a spark-

ignition light-duty engine. International Scholarly Research Notices. 2012;2012. doi: 10.5402/2012/219703
[8] Wibowo CS, Adian F, Masuku M, Nugroho Y, Sugiarto B. The optimization performance of mixed fuel gasoline RON 88, 92, 98 with bioethanol on spark ignition engine. International Journal of Engineering Research & Technology. 2020;9(9):989-92. doi: 10.14716/ijtech.v11i7.4473
[9] Pulkrabek WW. Engineering fundamentals of the internal combustion engine. 2004.
[10] Hosseini H, Hajialimohammadi A, Gavzan IJ, Hajimousa MA. Numerical and experimental investigation on the effect of using blended gasoline-ethanol fuel on the performance and the emissions of the bi-fuel Iranian national engine. Fuel. 2023 Apr 1;337:127252. doi: 10.1016/j.fuel.2022.127252