نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۵، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۴، ص ۳۴۴-۳۳۶

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 5, No. 2, Fall - Winter 2015, p. 336-344

بررسی تأثیر مخلوط‌های مختلف متانول- بنزین بدون سرب بر مشخصه‌های عملکردی موتور اشتعال جرقه‌ای

بهرام صباحی[۱]- محمد جواد شیخ داودی[۲]- هوشنگ بهرامی[۳]- داود باولی بهمئی[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۸

چکیده

در این تحقیق تأثیر مخلوط‌های مختلف متانول- بنزین بدون سرب بر مشخصه‌های عملکردی یک موتور چهار سیلندر، چهار زمانه، اشتعال جرقه‌ای با سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری بررسی شد. هدف اصلی در این تحقیق تعیین مشخصه‌های عملکردی موتور با استفاده از مخلوط‌های متانول- بنزین در بارها و سرعت‌های مختلف موتور و به‌دست آوردن نسبت مخلوط بهینه متانول با بنزین بوده است. بدین ترتیب متانول در نسبت‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی با بنزین بدون سرب مخلوط گردید و در شش سرعت موتور ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰ و ۴۵۰۰ دور در دقیقه با سه تکرار آزمایش شد. تمامی آزمایش‌ها در ۵۰ درصد باز بودن دریچه گاز صورت گرفت. مشخصه‌های عملکردی موتور برای مخلوط‌های مختلف نسبت به بنزین بدون سرب مقایسه شد. نتایج آزمون عملکردی نشان داد که اضافه کردن متانول به بنزین بدون سرب، گشتاور و توان ترمزی را نسبت به M۰ در مخلوط M۱۰ افزایش و در مخلوط M۳۰ کاهش می‌دهد. مصرف سوخت ویژه ترمزی نیز در مقایسه با بنزین بدون سرب در اغلب سرعت‌های موتور در مخلوط M۱۰ کاهش و در M۳۰ افزایش یافت. در تمامی سرعت‌های موتور و در استفاده از تمامی مخلوط‌های سوخت بازده حرارتی نیز نسبت به بنزین افزایش نشان داد. در این پژوهش مشخص شد که اضافه کردن ۱۰ درصد حجمی متانول به بنزین در تمام سرعت‌ها، بهترین نتیجه را روی مشخصه‌های عملکردی موتور دارد.

واژه‌های کلیدی: بازده حرارتی، عملکرد موتور، مخلوط‌های متانول- بنزین، مصرف سوخت ویژه، موتور اشتعال جرقه‌ای

مقدمه

امروزه تمام انواع موتورهای خودروها با سوخت‌های فسیلی کار می‌کنند. کاهش ذخایر سوخت‌های فسیلی و افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف این سوخت‌ها باعث شده است تا توجه محققان به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر، پاک و پایدار معطوف شود (Hsieh *et al.*, 2002; Yüksel and Yüksel, 2004). مهمترین سوخت‌های گیاهی شامل روغن‌های گیاهی، روغن‌های حیوانی، روغن‌های خوراکی بازیافت شده، بیواتانول و بیومتانول می‌باشد (Ghobadian and Rahimi, 2004). از تمام سوخت‌هایی که به‌عنوان جایگزین برای بنزین در نظر گرفته می‌شوند، متانول یکی از امید بخش‌ترین سوخت‌هاست و تحقیق و توسعه زیادی بر روی آن انجام شده است (Pulkrabek, 2004). استفاده از متانول به‌عنوان سوخت موتور در دهه ۱۹۷۰ میلادی که به دهه بحران نفتی معروف است به‌سبب در دسترس بودن، هزینه‌های پایین تولید و مزیت‌های زیست‌محیطی مطرح بوده است. این سوخت هم از منابع فسیلی و هم منابع تجدیدپذیر به‌دست می‌آید. این منابع شامل زغال سنگ، گاز طبیعی، ضایعات صنایع غذایی و شهری، چوب و ضایعات محصولات کشاورزی می‌باشد (Demirbas, 2009; Nazzal, 2011). متانول برای استفاده در موتورهای اشتعال جرقه‌ای مزیت‌هایی نسبت به بنزین دارد. برخی از خصوصیات متانول و بنزین در جدول ۱ آورده شده است.

دمای خود اشتعالی و نقطه روشنایی متانول نسبت به بنزین بیشتر است که آن را برای حمل و نقل و ذخیره‌سازی ایمن‌تر می‌کند. گرمای نهان تبخیر متانول ۵-۳ برابر بیشتر از بنزین است. این مسئله سبب کاهش دمای مانیفولد ورودی و افزایش بازده حجمی می‌شود.

۱- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲ و ۳- دانشیاران گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چران اهواز
۴- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: davod.bavali@gmail.com)

جدول ۱- خصوصیات بنزین و متانول (Qi *et al.*, 2005)

Table 1- Properties of methanol and gasoline (Qi *et al.*, 2005)

Fuel property	Gasoline	Methanol
Chemical formula	C_4-C_{12}	CH_3OH
Lower heating value MJ kg^{-1}	44	20.26
Stoichiometric AFR kg kg^{-1}	14.8	6.52
Density kg m^{-3}	0.7-0.75	0.795
Boiling point ˚C at 1 atm	25- 215	65
Self ignition temperature ˚C	300- 400	500
Latent heat of evaporation kJ kg^{-1}	310- 320	1100
RON Octane	90	110
MON Octane	81-89	92
Carbon wt %	85.5	37.5
Oxygen wt %	0	12.5
Hydrogen wt %	14.5	50

ارزش حرارتی متانول نیز کمتر از بنزین است از این‌رو به ۲/۲ برابر متانول بیشتر برای رسیدن به انرژی خروجی یکسان احتیاج می‌باشد. همچنین نسبت هوا به سوخت استوکیومتریک متانول در حدود نصف نسبت هوا به سوخت استوکیومتریک بنزین است. به همین سبب مقدار هوای لازم برای احتراق کامل کمتر است (Qi *et al.*, 2005).

سوخت‌های محتوی اکسیژن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوتی در مقایسه با بنزین دارند. انتظار می‌رود این اختلافات روی عملکرد و محصولات احتراق مخلوط‌های مختلف سوختی بنزین- الکل تأثیر داشته باشد. مطالعات مختلفی در رابطه با مخلوط‌های مختلف الکل- بنزین به‌عنوان سوخت در موتورهای اشتعال جرقه‌ای انجام شده است. در تحقیقی تأثیر جایگزین کردن سوخت‌های حاوی اکسیژن MTBE، متانول و اتانول به بنزین به‌جای سرب، در سه نسبت ۱۰٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ حجمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از این افزودنی‌ها بازده حرارتی ترمزی موتور بهبود می‌یابد. همچنین مشخص شد که بنزین حاوی سرب به‌جز در مخلوط ۲۰ درصد متانول و ۱۵ درصد اتانول عملکرد بهتری دارد. در کل ترکیبات متانول نسبت به دیگر سوخت‌های حاوی اکسیژن در بازده حرارتی و توان ترمزی عملکرد بهتری را نشان داد (Al-Farayedhi *et al.*, 2004). در پژوهشی دیگر محققین تأثیر اضافه کردن متانول در نسبت‌های حجمی ۳ تا ۱۵ درصد به بنزین را روی عملکرد موتور اشتعال جرقه‌ای تک سیلندر چهار زمانه بررسی کردند. آزمایش‌های عملکردی در دریچه گاز کاملاً باز و سرعت‌های مختلف موتور از ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ دور در دقیقه انجام شدند. نتایج حداکثر توان و حداقل مصرف سوخت ویژه را در مخلوط ۱۵ درصد متانول نشان داد (Abu-Zaid *et al.*, 2004). همچنین تأثیر استفاده از متانول و مخلوط‌های متانول- بنزین روی عملکرد یک موتور اشتعال جرقه‌ای با نسبت تراکم‌های مختلف مورد مطالعه پژوهشگران قرار گرفت. نتایج آنها نشان داد که با افزایش نسبت تراکم از ۶:۱ به ۱۰:۱ توان خروجی و بازده حرارتی برای سوخت متانول به‌ترتیب به مقدار ۱۴ درصد و ۳۶ درصد افزایش یافت (Çelik *et al.*, 2011). از مطالعات انجام شده در ایران می‌توان به پژوهشی که توسط بابازاده شایان و همکاران (۲۰۱۱) انجام شده است اشاره کرد. این محققین تأثیر مخلوط‌های مختلف متانول- بنزین را روی عملکرد و مشخصه‌های احتراق یک موتور اشتعال جرقه‌ای، چهار سیلندر، چهار زمانه با سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری بررسی کردند. برای اجرای آزمایش‌ها مخلوط‌های M۵، M۷/۵، M۱۰، M۱۲/۵ و M۱۵ در سرعت‌های ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ دور در دقیقه بررسی شد. نتایج، افزایش عملکرد موتور را در استفاده از مخلوط‌های متانول- بنزین نشان داد. همچنین مشخص شد که با افزایش محتوی متانول در بنزین آلاینده‌های CO و HC کاهش و CO_2 و NO_X افزایش می‌یابد (Babazadeh Shayan *et al.*, 2011). محققین دیگری تأثیر زمان جرقه و پاشش را روی عملکرد و انتشار آلاینده‌های موتور اشتعال جرقه‌ای با سوخت متانول بررسی کردند. آنها دریافتند که بهینه کردن زمان پاشش و زمان جرقه می‌تواند سبب افزایش بازده حرارتی موتور، بهبود مصرف سوخت ویژه و کاهش انتشار آلاینده‌ها شود (Li *et al.*, 2010). همچنین محققین در پژوهشی دیگر نشان دادند که دمای گازهای اگزوز برای مخلوط‌های الکل نسبت به بنزین پایین‌تر است (Eyidogan *et al.*, 2010). در مطالعه حاضر تأثیر مخلوط‌های مختلف متانول- بنزین بر عملکرد موتور اشتعال جرقه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام این پژوهش جایگزین کردن درصدی از بنزین مورد استفاده در موتورهای اشتعال جرقه‌ای با متانول، تعیین بعضی از شاخص‌های عملکردی موتور (گشتاور، توان ترمزی، مصرف سوخت ویژه ترمزی و بازده حرارتی ترمزی) با استفاده از بنزین بدون سرب و مخلوط‌های مختلف با متانول در بارها و سرعت‌های مختلف موتور و بالاخره تعیین مناسب‌ترین مخلوط متانول- بنزین برای بعضی از شاخص‌های عملکردی موتور اشتعال جرقه‌ای است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به‌منظور بررسی اثرات سوخت متانول بر روی شاخص‌های عملکردی موتور اشتعال جرقه‌ای از یک موتور چهار سیلندر، چهار زمانه، اشتعال جرقه‌ای و آب خنک مدل هانتر ۱۷۲۵ با سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری استفاده شد. مشخصات موتور مورد استفاده در آزمون در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲- مشخصات موتور استفاده شده در آزمون

Table 2- Specifications of the test engine

Engine type	SI engine, carburetor fuel system
Cylinder bore× Stroke	81.5×82.5
Capacity	1724cc
Max. power	41.8 kW at 4500 rpm
Max. torque	114 N.m at 2500 rpm
Compression ratio	7.5:1
Firing order	1-3-4-2

کلیه آزمایش‌ها در آزمایشگاه تحقیقاتی موتور گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. شکل شماتیکی از تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است. این موتور به یک دینامومتر هیدرولیکی مدل تپرا[1] ساخت کشور سوئیس کوپل شده که به‌منظور کنترل بار، توسط آن بارگذاری روی موتور صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری سرعت از یک دورسنج مغناطیسی که بر روی دینامومتر نصب شده است، استفاده شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری سوخت مصرف شده از یک محفظه استوانه به گنجایش ۵۰ سی سی استفاده گردید. برای اندازه‌گیری مدت زمان مصرف سوخت از یک کرنومتر با دقت ۰/۰۱ ثانیه استفاده شد.

بنزین بدون سرب مورد استفاده در این پژوهش از جایگاه‌های شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی تهیه گردید و با متانول تهیه شده محصول مجتمع صنایع شیمیایی کیان کاوه آزما با درجه خلوص ۹۹/۹٪ مخلوط شد. آزمایش‌ها در شش سرعت موتور شامل ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰ و ۴۵۰۰ دور در دقیقه انجام شدند. در هر یک از سرعت‌های موتور چهار مخلوط سوخت متانول – بنزین بدون سرب با نسبت‌های حجمی مختلف شامل مخلوط‌های M۰، M۱۰، M۲۰ و M۳۰ مورد آزمایش قرار گرفتند. در این تحقیق M نماد متانول و شماره جلوی آن درصد حجمی متانول در ترکیبات را نشان می‌دهد. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند و میانگین این سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور انجام آزمایش‌ها چهار مخزن جداگانه برای هر یک از مخلوط‌ها تهیه گردیده و در مدار سوخت‌رسانی نصب گردیدند، به‌طوری‌که در زمان انجام هر آزمون با سوختی مشخص شیر مربوط به سوخت‌های دیگر بسته شده و بدین ترتیب فقط سوخت مورد نظر جریان می‌یافت. به‌منظور اطمینان از همگن بودن، مخلوط‌های متانول و بنزین درست قبل از اجرای آزمایش با یکدیگر مخلوط شد و در موتور مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور دقت بیشتر در اندازه‌گیری مشخصه‌های عملکردی موتور، قبل از هر آزمون موتور به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه کار کرده تا دمای قسمت‌های مختلف آن به حالت پایدار[2] برسد و پس از آن آزمون اصلی انجام شد. کلیه آزمایش‌ها در بار نسبی[3](برخه بار)، آوانس استاتیکی ۷/۵ درجه قبل از نقطه مرگ بالا، دمای آب خنک‌کننده ۸۲±۳ درجه سلسیوس و دمای محیط ۲۹±۳ درجه سلسیوس صورت گرفت. به‌دلیل اینکه بیشتر موتورهای اشتعال جرقه‌ای در بیشتر زمان مورد استفاده معمولاً در بار نسبی استفاده می‌شوند و کمتر پیش می‌آید که از حداکثر توان آنها استفاده شود بنابراین در اجرای آزمایش‌ها ۵۰ درصد باز بودن دریچه گاز انتخاب شد. به‌منظور تأمین نسبت سوخت به هوای مناسب برای هر مخلوط، کاربراتور تنظیم شد. در ابتدای راه‌اندازی موتور با هر مخلوط خلأ در مانیفولد ورودی اندازه‌گیری شد. در یک خلأ مناسب و در سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه پیچ تنظیم کاربراتور طوری تنظیم شد که موتور بیشترین گشتاور را مهیا کند. در این حالت آزمون برای سوخت مورد نظر انجام شد. برای هر یک از سوخت‌ها این عملیات تکرار شد. برای هر یک از آزمایش‌ها گشتاور و مصرف سوخت در روی سکوی تست اندازه‌گیری شد و توان ترمزی، مصرف سوخت ویژه ترمزی و راندمان حرارتی ترمزی محاسبه گردیدند.

نتایج و بحث

توان ترمزی و گشتاور

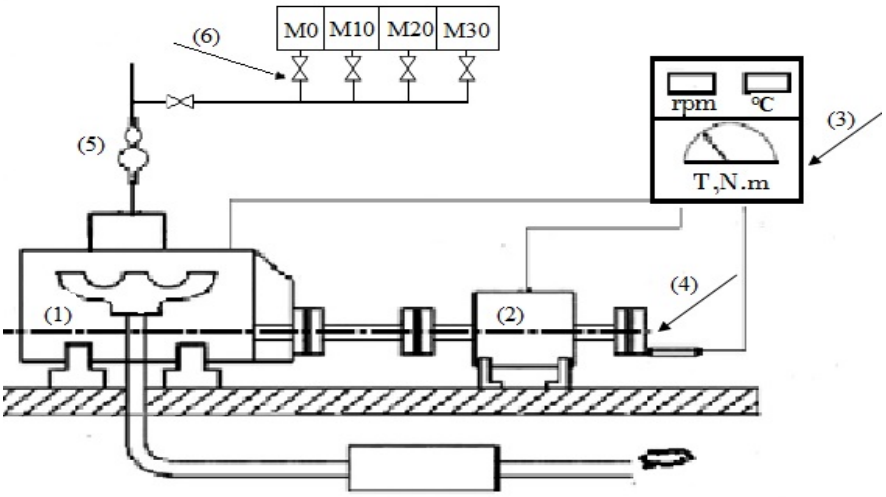
تغییرات توان ترمزی و گشتاور به‌صورت تابعی از سرعت دورانی موتور به‌ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

همان‌گونه که از این نمودارها مشاهده می‌شود در بین نسبت‌های مختلف سوخت آزمایش شده بیشترین توان ترمزی و گشتاور در اغلب سرعت‌های موتور مربوط به سوخت M۱۰ و کمترین آن مربوط به M۳۰ است. رفتار موتور در هنگام استفاده از مخلوط M۲۰ شبیه به بنزین بدون سرب خالص (M۰) است. با استفاده از مخلوط M۱۰ توان ترمزی و گشتاور در سرعت‌های ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ دور در دقیقه به‌ترتیب ۵/۴۲٪، ۷/۷۶٪، ۱۴/۸۹٪ و ۱۶/۷۸٪ نسبت به بنزین بدون سرب افزایش یافت. علت افزایش توان ترمزی و گشتاور در اثر افزودن متانول به بنزین به گرمای نهان تبخیر بالاتر متانول بر می‌گردد.

1- Thepra

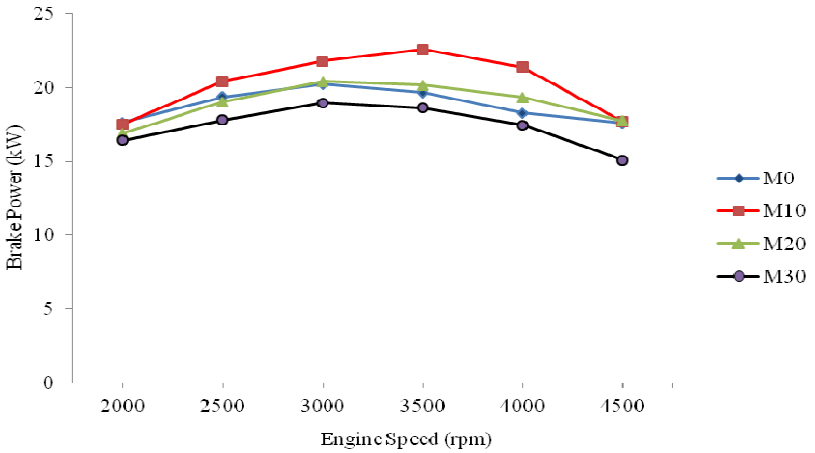
2- Stable

3- Part load



شکل ۱- نگاره‌ای از سامانه پژوهش شامل: ۱- موتور ۲- دینامومتر ۳- واحد کنترل دینامومتر ۴- دورسنج مغناطیسی ۵- سوخت‌سنج ۶- شیرهای مخازن

Fig.1. Schematic diagram of experimental setup: 1. Engine 2. Dynamometer 3. Dynamometer control unit 4. Inductive pick-up 5. Fuel flowmeter 6.Tank valves

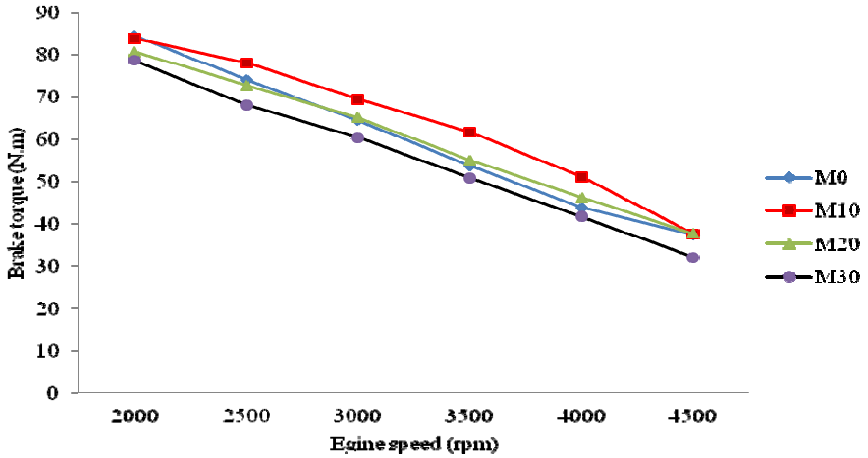


شکل ۲- تغییرات توان ترمزی موتور به‌صورت تابعی از سرعت دورانی موتور برای مخلوط‌های مختلف متانول – بنزین

Fig. 2. Variations of brake power with engine speed for different methanol- gasoline blends

به علت بالا بودن گرمای نهان تبخیر، دمای هوای ورود در مانیفولد ورود کاهش یافته و باعث افزایش بازده حجمی و نهایتاً افزایش توان موتور می‌شود (Bailey, 1996). از دلایل دیگر می‌توان به محتوی اکسیژن متانول اشاره کرد که با ورود آن به مخلوط سوخت، حالت توربو شارژر و افزایش راندمان حجمی رخ می‌دهد که نتیجه آن احتراق کامل خواهد بود. در اثر احتراق کامل دما و در نتیجه فشار داخل سیلندر افزایش می‌یابد که در نهایت افزایش گشتاور و نهایتاً توان را به‌دنبال خواهد داشت. به‌علاوه به‌علت گرمای ویژه بیشتر متانول نسبت به بنزین کار و انرژی لازم برای ضربه تراکم نیز کمتر شده که در نتیجه باعث افزایش توان ترمزی می‌شود.

با استفاده از مخلوط M۳۰ توان ترمزی و گشتاور در سرعت‌های ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰ و ۴۵۰۰ دور در دقیقه به‌ترتیب ۶/۹۱٪، ۸/۱٪، ۶/۲۳٪، ۵/۲۹٪، ۴/۵۹٪ و ۱۴/۲۷٪ نسبت به بنزین بدون سرب کاهش یافت. کاهش توان و گشتاور در هنگام استفاده از مخلوط M۳۰ بدین دلیل است که گرمای ویژه مخلوط افزایش می‌یابد و به‌دلیل جذب حرارت بیشتر سبب کاهش دمای احتراق و در نتیجه کاهش توان می‌شود. همچنین کاهش بیش از حد ارزش حرارتی مخلوط سوخت در نسبت‌های بالای متانول نیز می‌تواند دلیل این افت در گشتاور و توان ترمزی در مخلوط M۳۰ باشد.

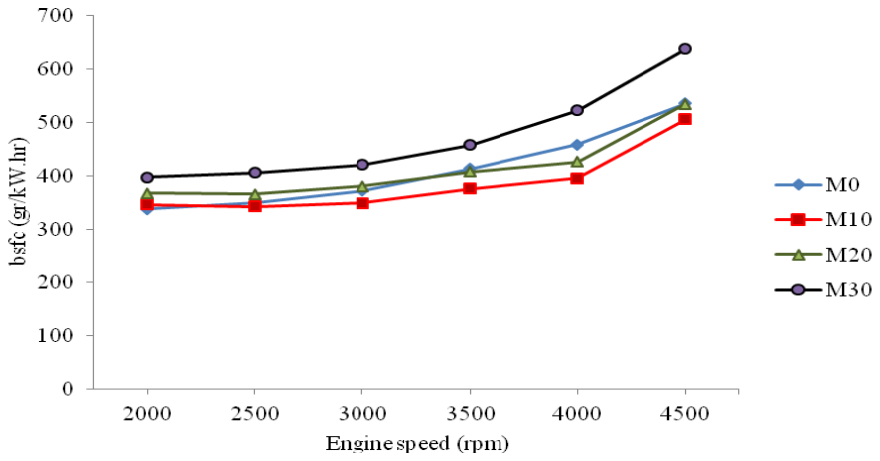


شکل ۳– تغییرات گشتاور موتور به‌صورت تابعی از سرعت دورانی موتور برای مخلوط‌های مختلف متانول – بنزین

Fig.3. Variations of brake torque with engine speed for different methanol- gasoline blends

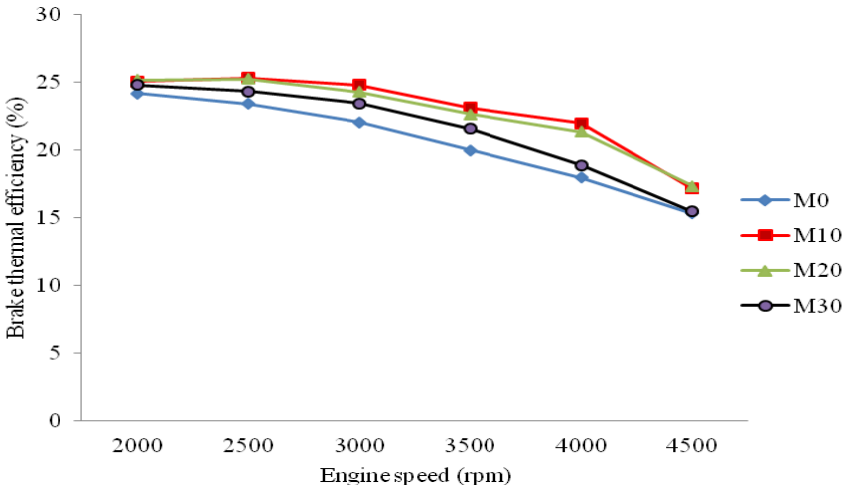
مصرف سوخت ویژه ترمزی

در این پژوهش مصرف سوخت برای هر یک از مخلوط‌های سوخت توسط کاربراتور تنظیم شد به‌طوری‌که با افزایش درصد حجمی متانول در مخلوط، مصرف سوخت افزایش یافت. دلیل افزایش مصرف سوخت پایین بودن میزان ارزش حرارتی سوخت متانول در مقایسه با بنزین است. با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که مصرف سوخت ویژه ترمزی در تمامی سرعت‌ها برای سوخت M۳۰ نسبت به بنزین افزایش نشان می‌دهد. مقادیر افزایش مصرف سوخت ویژه برای این مخلوط از سرعت ۲۰۰۰ تا ۴۵۰۰ دور در دقیقه به‌ترتیب برابر با ۱۷/۷۸٪، ۱۶/۳۸٪، ۱۳/۰۶٪، ۱۰/۹۹٪، ۱۴٪ و ۱۹/۱۱٪ می‌باشد. ارزش حرارتی متانول کمتر از ارزش حرارتی بنزین است از این‌رو در مقایسه با بنزین برای تولید توان یکسان احتیاج به سوخت بیشتری می‌باشد. بنابراین افزایش مصرف سوخت ویژه برای مخلوط M۳۰ امری منطقی می‌باشد. مصرف سوخت ویژه برای مخلوط M۲۰ تقریباً مشابه مصرف سوخت ویژه بنزین خالص می‌باشد. همچنین مصرف سوخت ویژه در اغلب سرعت‌های موتور برای سوخت M۱۰ نسبت به بنزین خالص کاهش یافت. مقادیر این کاهش برای سرعت‌های ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰ و ۴۵۰۰ دور در دقیقه به‌ترتیب برابر با ۱/۹٪، ۶/۰۳٪، ۸/۹۱٪، ۱۳/۸۵٪ و ۵/۵۵٪ است. به‌نظر می‌رسد که کاهش مصرف سوخت ویژه در مخلوط M۱۰ به سبب افزایش معنی‌دار توان در مخلوط ذکر شده باشد.



شکل ٤– تغییرات مصرف سوخت ویژه به‌صورت تابعی از سرعت دورانی موتور برای مخلوط‌های مختلف متانول – بنزین

Fig.4. Variations of brake specific fuel consumption with engine speed for different methanol–gasoline blends



شکل ۵- تغییرات بازده حرارتی ترمزی به صورت تابعی از سرعت دورانی موتور برای مخلوط‌های مختلف متانول – بنزین

Fig.5. Variations of brake thermal efficiency with engine speed for different methanol- gasoline blends

بازده حرارتی ترمزی

شکل ۵ تغییرات بازده حرارتی ترمزی را برای مخلوط‌های مختلف نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزودن متانول به بنزین برای تمامی مخلوط‌ها و در همه سرعت‌های موتور بازده حرارتی ترمزی موتور نیز نسبت به بنزین بدون سرب افزایش یافت. متانول سوختی اکسیژن‌دار است. وجود اکسیژن در ترکیب متانول باعث افزایش بازده حجمی و در نتیجه افزایش بازده حرارتی موتور می‌شود. به‌علاوه سرعت شعله خطی[1] متانول نسبت به اغلب سوخت‌های هیدروکربنی بیشتر است (Hinze and Cheng, 1993). سرعت شعله خطی بالا با کامل کردن زودتر احتراق که به نوبه خود موجب کاهش تلفات گرمایی از سیلندر می‌شود، بازده حرارتی را افزایش می‌دهد (Pankhaniya *et al.*, 2011) افزایش بازده حرارتی ترمزی در سرعت‌های ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰ و ۴۵۰۰ دور در دقیقه برای مخلوط M۱۰ نسبت به بنزین خالص به‌ترتیب برابر ۳/۷۳٪، ۸/۱۲٪، ۱۲/۴۳٪، ۱۵/۵۷٪، ۲۲/۳۴٪ و ۱۲/۰۱٪ و برای مخلوط M۲۰ برابر ۴/۱۴٪، ۷/۸۲٪، ۱۰/۱۲٪، ۱۳/۳۷٪، ۱۸/۹۴٪ و ۱۳٪ و همچنین برای مخلوط M۳۰ به‌ترتیب برابر ۲/۶۹٪، ۳/۸۹٪، ۶/۳۵٪، ۸/۰۱٪، ۵/۱۲٪ و ۷/۷۸٪ ثبت شد.

نتیجه‌گیری

۱- متانول باعث بهبود مشخصه‌های عملکردی موتور می‌شود. گشتاور در هنگام استفاده از متانول افزایش یافته که این امر سبب افزایش در توان ترمزی موتور می‌شود. بیشترین افزایش در گشتاور و توان ترمزی نسبت به بنزین بدون سرب برای مخلوط M۱۰ و به‌میزان ۱۶/۷۸٪ در سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمد.

۲- مصرف سوخت ویژه برای مخلوط M۱۰ در سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه ۱۳/۸۵٪ نسبت به بنزین بدون سرب کاهش نشان داد.

۳- بازده حرارتی ترمزی برای تمامی سوخت‌های مخلوط و در همه سرعت‌ها نسبت به بنزین بدون سرب افزایش نشان داد. بیشینه افزایش در بازده حرارتی نیز برای سوخت M۱۰ و در سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به میزان ۲۲/۳۴٪ ثبت شد.

۴- اضافه کردن ۱۰ درصد حجمی متانول به بنزین بدون سرب در تمامی سرعت‌ها بهترین نتیجه را روی مشخصات عملکردی موتور دارد.

منابع

1. Abu-Zaid, M., O. Badran, and J. Yamin. 2004. Effect of methanol addition on the performance of spark ignition engines. Energy & Fuels 18: 312-315.
2. Al-Farayedhi, A. A., A. M. Al-Dawood, and P. Gandhidasan. 2004. Experimental investigation of SI engine performance using oxygenated fuel. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power 126: 178-191.

1- Laminar flame speed

3. Babazadeh Shayan, S., S. M. Seyedpour, F. Ommi, S. H. Moosavy, and M. Alizadeh. 2011. Impact of methanol–gasoline fuel blends on the performance and exhaust emissions of a SI engine. International Journal of Automotive Engineering 1: 219-227.
4. Bailey, B. K. 1996. Performance of Ethanol as a Transportation Fuel. Pages 37-60 in Ch.E.Wyman, eds. Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, Taylor & Francis.
5. Çelik, M. B., B. Özdalyan, and F. Alkan. 2011. The use of pure methanol as fuel at high compression ratio in a single cylinder gasoline engine. Fuel 90: 1591-1598.
6. Demirbas, A. 2009. Green Energy and technology: Biofuels, Securing the Planet's Future Energy Needs. springer. London.
7. Eyidogan, M., A. N. Ozsezen, M. Canakci, and A. Turkcan. 2010. Impact of alcohol–gasoline fuel blends on the performance and combustion characteristics of an SI engine. Fuel 89: 2713-2720.
8. Ghobadian, B., and H. Rahimi. 2004. Biofuels – past, present and future perspective. The 4th International Iran and Russian Congress of Agricultural and Natural Resources. Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
9. Hinze, P. C., and W. K. Cheng. 1993. Flame kernel development in a methanol fueled engine. SAE Paper No. 932649.
10. Hsieh, W. D., R. H. Chen, T. L. Wu, and T. H. Lin. 2002. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels. Atmospheric Environment 36: 403-410.
11. Li, J., Ch. M. Gong, Y. Su, H. L. Dou, and X. J. Liu. 2010. Effect of injection and ignition timings on performance and emissions from a spark-ignition engine fueled with methanol. Fuel 89: 3919-3925.
12. Nazzal, I. T. 2011. Experimental study of gasoline - alcohol belends on performance of internal combustion engine. European Journal of Scientific Research 52: 16-22.
13. Pankhaniya, A. M., B. B. Chauhan, and C. S. Ranpara. 2011. Study of Performance & Exhaust Analysis of Petrol Engine Using Methanol-Gasoline blends. in International Conference on Current Trends in Technology. Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad.
14. Pulkrabek, W. W. 2004. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
15. Qi, D. H., Sh. Q. Liu, J. C. Liu, Ch. H. Zhang, and Y. Zh. Bian. 2005. Properties, performance, and emissions of methanol-gasoline blends in a spark ignition engine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 219 (3): 405-412.
16. Yüksel, F., and B. Yüksel. 2004. The use of ethanol–gasoline blends as a fuel in an SI engine (Technical note). Renewable Energy 29: 1181-1191.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 5, No. 2, Fall - Winter 2015, p. 336-344

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۵، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۴، ص ۳۴۴-۳۳۶

Evaluating the effect of methanol-unleaded gasoline blends on SI engine performance

B. Sabahi[1]- M. J. Sheikhdavoodi[2]- H. Bahrami[3]- D. Baveli Bahmaei[4*]

Received: 19-11-2013
Accepted: 18-01-2014

Introduction: Today, all kinds of vehicle engines work with fossil fuels. The limited fossil fuel resources and the negative effects of their consumption on the environment have led researchers to focus on clean, renewable and sustainable energy systems. In all of the fuels being considered as an alternativefor gasoline, methanol is one of the more promising ones and it has experienced major research and development. Methanol can be obtained from many sources, both fossil and renewable; these include coal, natural gas, food industry and municipal waste, wood and agricultural waste. In this study, the effect of using methanol–unleaded gasoline blends on engine performance characteristics has been experimentally investigated. The main objective of the study was to determine engine performance parameters using unleaded gasoline and methanol-unleaded gasoline blends at various engine speeds and loads, and finally achieving an optimal blend of unleaded gasoline and methanol.

Materials and Methods: The experimental apparatus consists of an engine test bed with a hydraulic dynamometer which is coupled with a four cylinder, four-stroke, spark ignition engine that is equipped with the carbureted fuel system. The engine has a cylinder bore of 81.5 mm, a stroke of 82.5 mm, and a compression ratio of 7.5:1 with maximum power output of 41.8 kW. The engine speed was monitored continuously by a tachometer, and the engine torque was measured with a hydraulic dynamometer. Fuel consumption was measured by using a calibrated burette (50cc) and a stopwatch with an accuracy of 0.01s. In all tests, the cooling water temperature was kept at 82±3˚C. The test room temperature was kept at 29±3˚C during performing the tests. The experiments were performed with three replications. The factors in the experiments were four methanol- unleaded gasoline blends (M0, M10, M20 and M30) and six engine speeds (2000, 2500. 3000, 3500, 4000 and 4500 rpm). Methanol with a purity of 99.9% was used in the blends. All experiments were performed at 50% open throttle. Engine performance characteristics for fuel blends were compared with unleaded gasoline.

Results and Discussion: The experimental results showed that adding methanol to unleaded gasoline increased brake torque and brake power in the M10 and decreased in the M30 compared to merely usingpure gasoline. Engine behavior when using M20 blend was similar to that of using pure gasoline (M0). The brake power and torque at engine speeds 2500, 3000, 3500 and 4000 rpm for M10 were increased by 5.42%, 7.76%, 14.89% and 16.78% compared to when these parameter relate to pure gasoline (M0), respectively, whereas the brake power and brake torque for M30 blend at engine speeds 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 and 4500 rpm compared to when using pure gasoline was decreased by 6.91%, 8.1%, 6.23%, 5.29%, 4.59% and 14.27%, respectively.

The experimental results showed that brake specific fuel consumption for M30 blend was increased at all engine speeds. The increase in specific fuel consumption values for this blend from 2000 - 4500 rpm were 17.78%, 16.38%, 13.06%, 10.99%, 14% and 19.11%, respectively. Also, the specific fuel consumption for the M20 was similar to the specific fuel consumption of pure gasoline. Comparing the brake specific fuel consumption of M10 to M0 fuel at 2500, 3000, 3500, 4000 and 4500 rpm this parameter was decreased by 1.9%, 6.03%, 8.91%, 13.85% and 5.55%, respectively.

As the methanol content in the fuel blends increases, brake thermal efficiency also increases at all engine speeds and in all used fuels blends. The thermal efficiency at 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 and 4500 rpm using M10 was increased by 3.73%, 8.12%, 12.43%, 15.57%, 22.34% and 12.01%, respectively in comparison to pure gasoline. These values for M20 were 4.14%, 7.82%, 10.12%, 13.37%, 18.94% and 13%, and for M30 were 2.69%, 3.89%, 6.35%, 8.01%, 5.12% and 0.78%.

1- Ph.D. Student of Agricultural Mechanization, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2- Associate Professor, Department of Mechanical Engineering in Farm Machinery and Mechanization, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3- Associate Professor, Department of Mechanical Engineering in Farm Machinery and Mechanization, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
4- Ph .D. Student of Agricultural Mechanization, College of Agriculture, Tabriz University, Iran
(*- Corresponding Author Email: davod.bavali@gmail.com)

Conclusions: From the results of the study, the following conclusions can be deduced:
1- Using methanol as a fuel additive to unleaded gasoline causes an improvement in engine performance.
2- The largest increment in engine torque and brake power compared with M0 showed about 16.78% with M10 at 4000 rpm.
3- Minimum brake specific fuel consumption was obtained at 4000rpm with M10 fuel.
4- Thermal efficiency increased compared to the pure gasoline usage at all engine speeds and in all used fuel blends. The largest increment in brake thermal efficiency compared with M0 showed 22.34% with M20 at 4000 rpm.
5- The 10 vol. % methanol in fuel blend gave the best results for all measured parameters at all engine speeds.

Keywords: Engine performance, Methanol-gasoline blends, SI engine, Specific fuel consumption, Thermal efficiency