نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

بررسی تاثیر امولسیون آب گازوئیل بر صدای موتور دیزل در بارگذاری های مختلف

محمد رضا سیفی[۱*]، سید رضا حسن بیگی بیدگلی[۱] و برات قبادیان[۲]

۱- به ترتیب دانشجوی دکتر و استاد گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲- استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

ایمیل مکاتبه کننده: mrseifi@ut.ac.ir

چکیده

در این مطالعه نتایج بررسی صدای منتشره از موتور دیزل با استفاده از ترکیبات مختلف امولسیون آب گازوئیل (۲، ۵، ۸ و ۱۰ درصد) و گازوئیل خالص (به عنوان سوخت شاهد) ارائه شده است. دو حالت بارگذاری ۵۰ و ۱۰۰ درصد با حالت بدون بارگذاری مقایسه شد. هیچ گونه تغییری در ساختار موتور اعمال نشد. نتایج نشان داد در بارگذاری‌های کم موتور، امولسیون مقادیر صدای بیشتری نتیجه دارد. با افزایش بارگذاری و نزدیک شدن به بارگذاری کامل بهبود بازده احتراق امولسیون‌ها آنها را در وضعیت بهتری از نظر صدای منتشره نسبت به سوخت شاهد قرار می‌دهند. با توجه به اینکه با افزایش بارگذاری، صدای بیشینه موتور (صدای احتراق) به شدت افزایش می‌یابد که می‌تواند برای گوش ناظر خطرات زیادی به همراه داشته باشد، استفاده از امولسیون می‌تواند کمک بزرگی در جهت حفظ سلامت شنوایی افرادی که در کنار موتورهای دیزل کار می‌کنند باشد.

واژه های کلیدی: امولسیون آب گازوئیل، صدا، بارگذاری موتور

مقدمه

امروزه موتورهای دیزل در انجام کارهای سخت و سنگین و عملیات کشاورزی در مدت زمان‌های بسیار طولانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر بدلیل بازده مکانیکی زیاد، در انجام کارهای سبک نیز این موتورها استفاده گسترده‌ای پیدا کرده‌اند. بازده مکانیکی زیاد موتورهای دیزل بدلیل نسبت‌های تراکم بالاتر و غلظت بیشتر اکسیژن در محفظه احتراق است. اما صدای زیاد حاصل از این موتورها یکی از معایب بزرگشان می‌باشد که می‌تواند

از نظر جسمی، روحی و اجتماعی بر زندگی انسان تاثیر مخرب داشته باشد (Crocker and ivanov, 1993). لذا انجمن‌های مختلف در سراسر دنیا از جمله NIOSH با تعریف

استانداردهایی برای میزان مواجهه مجاز با صدا در جهت کاهش اثرات مخرب صدا حرکت کرده‌اند (NIOSH. 1996). مواجهه با ۸۵ دسی بل صدا به مدت ۸ ساعت یا ۸۸ دسی بل به مدت ٤ ساعت در روز به عنوان یه دوز صدا تعریف شده است. مهمترین منبع تولید صدا در ماشین آلات دیزلی، موتور (حسن بیگی، ۱۳۸۲) و مهمترین منبع صدای موتور، احتراق می باشد(Ghobadian, B. 1994). لذا مطالعات گسترده ای در راستای کاهش صدای تولیدی موتور صورت گرفته است. غفورپور و نورپور (Ghaffarpour and Noorpoor, 2007) از روش پاشش جداگانه و نگویان و میکامی (Nguyen and Mikami, 2013) با افزایش ده درصد هیدروژن به هوای ورودی سعی در کنترل صدای احتراق نموده‌اند. موتورهای دیزل آلاینده‌های نامطلوبی حین فرایند احتراق تولید می‌کنند که عمده این آلاینده‌ها اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، هیدروکربن‌های نسوخته، اکسیدهای کربن و اکسیدهای گوگرد و دیگر ذرات کربنی و دوده می‌باشند. این آلاینده‌ها بر وضعیت جوی تاثیر گذاشته و باعث بروز مشکلاتی مانند گرم شدن کره زمین، آلودگی هوا، باران‌های اسیدی، مشکلات تنفسی وغیره می‌گردند. لذا قوانین سخت گیرانه‌ای برای کاهش مقدار آلایندگی این موتورها در سراسر دنیا وضع گردیده است. یکی از راه‌های کاهش این آلایندگی، استفاده از سوخت‌ها با بازده احتراقی خوب می‌باشد. امولسیون آب گازوئیل به عنوان یکی از بهترین جایگزین‌های سوخت دیزل در سرتاسر دنیا مطرح شده است (Musculus and et. al, 2003) که برای استفاده نیاز به هیچ گونه اصلاحاتی در موتور ندارد (Alam and et. al., 2013). امولسیون با کاهش دمای اشتعال می‌تواند تولید اکسید نیتروژن حاصل از احتراق را کاهش دهد و همچنین با قابلیت اتمیزاسیون بسیار بهتر از دیزل بازده احتراق بیشتری را در پی داشته باشد. با توجه به بزرگی مشکل آلودگی در کشور و به خصوص کلان شهرها استفاده از امولسیون می تواند به عنوان بهترین راه حل کاهش آلودگی باشد. لذا در این مطالعه صدای موتور دیزل با استفاده از امولسیون اندازه‌گیری شده و با گازوئیل خالص مقایسه می‌شود تا بتوان میزان خطرآفرینی شنوایی آن را ارزیابی کرد.

مواد و روشها

گازوئیل مورد استفاده در این آزمایش دارای استاندارد یورو ٤ می‌باشد. برای تهیه امولسیون، گازوئیل و آب مقطر به نسبت حجمی مورد نظر (۲، ۵، ۸ و ۱۰ درصد) با هم مخلوط می‌شوند. در حضور امواج فراصوت منتشر شده از یک پراب فراصوت که در محلول قرار داده شده است، عمل اختلاط آب و گازوئیل انجام می‌گیرد. در این

تحقیق از تراکتور به منظور انجام آزمایش‌ها استفاده شد. مشخصات موتور تراکتور تحت آزمایش در جدول (۱) آورده داده شده است.

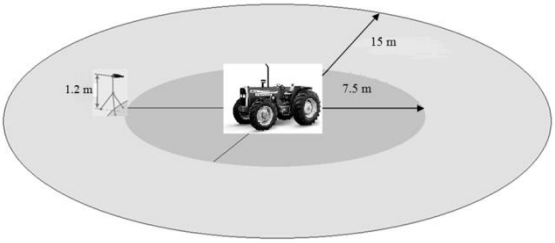
جدول ۱: مشخصات موتور تراکتور MF-399.

مدل	پرکینز A63544
کارخانه سازنده	شرکت موتورسازان تراکتورسازی ایران
تعداد سیلندر	٦
کورس سیلندر	۱۲۷ mm
قطر سیلندر	۹۸/٦ mm
حجم سیلندر	٥/۸ L
ترتیب احتراق	۱،٥،۳،٦،۲،٤
بیشینه توان در rpm ۲۳۰۰	(۸۲ kW) ۱۱۰ hp
بیشینه توان محور PTO	۹٥ hp
بیشینه گشتاور در rpm ۱۳۰۰	۳۷٦ N.m

برای بارگذاری موتور از دینامومتر مدل NJ-FROMENT Σ5 ساخت انگلستان استفاده شد (شکل۱). دینامومتر به وسیله‌ی محور PTO به تراکتور وصل شده و اعمال بار به موتور به صورت دستی و به کمک کنترل از راه دور دینامومتر انجام شد. سرعت دورانی PTO و مقادیر توان و گشتاور در هر سرعت از روی نمایشگر کنترل از راه دور قابل رؤیت بود. میزان گشتاور مورد نیاز برای بارگذاری‌های از پیش تعیین شده با اندازه‌گیری گشتاور بیشینه موتور بدست آمد.

شکل ۱: دینامومتر NJ-FROMENT Σ5

اندازه گیری صدا در موقعیت ناظر مطابق استاندارد SAE J1074 انجام شد (شکل ۲). از صدا سنج مدل HT 157 (شکل ۳) برای اندازه‌گیری فشار صدا پس از کالیبره کردن استفاده شد.



شکل ۲: محوطه آزمون

شکل ۳: کالیبراتور و صداسنج

پردازش سیگنال با استفاده از روش تبدیل فوریه سریع، سیگنال در حوزه یک سوم اکتاو را نتیجه داد. با توجه به ارتباط مستقیم فشار (P) و نحوه انتشار صوت، به منظور ارزیابی محیطی و نیز ارزیابی مواجهه کاربر، تراز فشار صوت بیشترین استفاده را دارا می‌باشد که علت این امر در ماهیت فشار است. برای اندازه‌گیری تراز فشار کلی صدا (L_{pt}) از روابط زیر استفاده شده است (گلمحمدی، ۱۳۸۲):

(۱)

$$L_{pt} = 10 \log[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{pi}/10}]$$

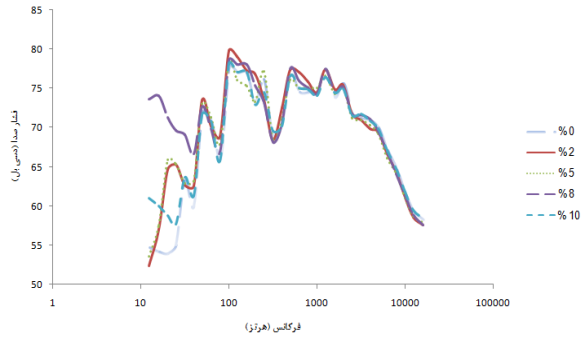
(۲)

$$L_{pi} = 10 \log (\frac{P}{P_o})^2$$

L_{pi} تراز فشار صوت بر حسب دسی بل و P_0 فشار مبنا یا آستانه درک فیزیولوژیک فشار صوت است و برابر ۲×۱۰^{-۵} پاسکال می باشد. پس از انجام آزمایشات و محاسبات لازم، مقادیر تراز فشار صدا در حوزه یک سوم اوکتاو و مقادیر تراز فشار صدای کلی سوخت های مختلف تحت بارگذاری‌های مختلف مقایسه شدند.

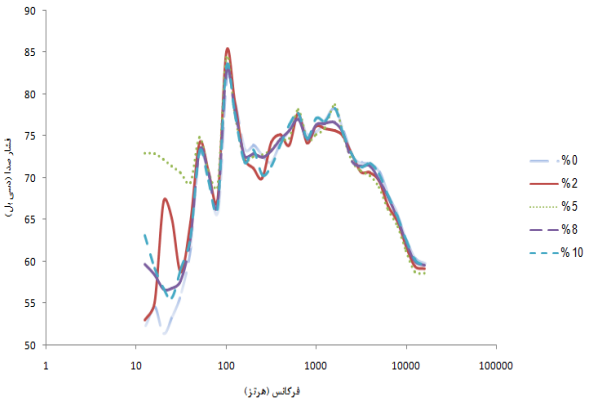
نتایج و بحث

شکل ٤ مقادیر صدای موتور را بدون بارگذاری برای سوخت‌های مختلف نشان می‌دهد. روند مشابه برای تمامی تیمارهای سوخت مشاهده می‌شود و در فرکانس احتراق موتور بیشترین صدا مشاهده گردید. امولسیون ۲ درصد بیشترین مقدار صدای احتراق را نتیجه داد. امولسیون‌های ۸ و ۱۰ درصد در رتبه‌های بعدی بوده و صدای بیشتری از سوخت شاهد منتشر کردند. نتایج نشان داده است که استفاده از امولسیون آب گازوئیل تاخیر در اشتعال را افزایش می‌دهد(Alahmer et. Al., 2010) که افزایش صدا را به دنبال دارد (Ghobadian, 1994). لذا افزایش صدای موتور با استفاده از امولسیون قابل انتظار است.



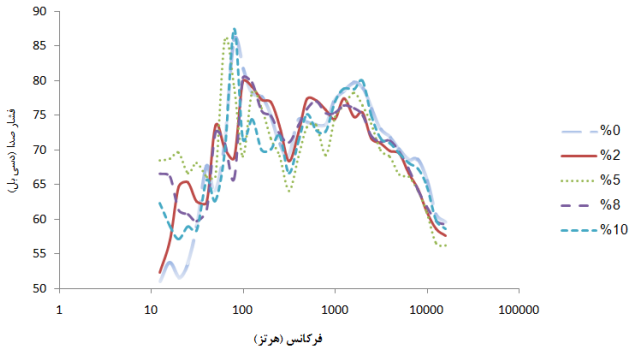
شکل ٤: مقادیر سیگنال صدای موتور در حوزه فرکانس در حالت بارگذاری کامل موتور

مقادیر صدای موتور در بارگذاری ۵۰ درصد موتور برای سوخت‌های مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تفاوت چندانی بین این حالت و حالت بدون بارگذاری وجود ندارد. تنها تفاوت مهم مربوط به بیشینه صدای احتراق منتشره می‌باشد که حدود ۵ دسی بل افزایش بدست آمده است.



شکل ۵: مقادیر سیگنال صدای موتور در حوزه فرکانس در حالت بارگذاری کامل موتور

در بارگذاری کامل موتور (شکل ٦) در باند یک سوم اوکتاو، سوخت شاهد و امولسیون ده درصد بیشترین میزان صدا را نتیجه دادند. بیشینه صدای احتراق حدود ۲ تا ۳ دسی بل بیشتر از بارگذاری ۵۰ درصد بود که میزان آسیب شنوایی ناظر را بشدت افزایش می‌دهد. امولسیون پنج درصد صدای احتراق تا حدی کمتر از سوخت شاهد را نشان داد. نکته قابل توجه این است که برخلاف دو حالت قبل، برای امولسیون‌های ۲ و ۸ درصد صدای احتراق تا هفت دسی بل کمتر از سوخت بدست آمد. با توجه به اینکه صدای غالب موتور در باند فرکانسی یک سوم اوکتاو مربوط به احتراق است، میزان کاهش صدای هفت دسی بل می‌تواند میزان صدای شنیده شده توسط ناظر را به شدت کاهش دهد و آسیب‌های شنوایی کمتر را برای فرد به دنبال داشته باشد. در کل مشاهده می‌شود که با افزایش بارگذاری موتور امولسیون‌ها عملکرد بهتر از سوخت شاهد را نشان دادند که دلیل اصلی آن بهبود بازده احتراق امولسیون می‌باشد. در بارگذاری‌های کمتر موتور، افت اصطکاکی توان خروجی موتور را کاهش می‌دهد و لذا اثر بهبود بازده احتراق را خنثی می‌کند. اما در بارگذاری‌های بیشتر، توان بیشتری توسط موتور تولید می‌شود که به سادگی بر افت اصطکاکی غلبه می‌کند. بنابراین اثر بهبود بازده حرارتی ناشی از احتراق امولسیون را تنها می‌توان در بارگذاری‌های زیاد موتور مشاهده کرد.



شکل ٦: مقادیر سیگنال صدای موتور در حوزه فرکانس در حالت بارگذاری کامل موتور

نتیجه‌گیری

امولسیون با افزایش تاخیر اشتعال در بارگذاری‌های کم صدای احتراق بیشتری را نتیجه می‌دهد. افت اصطکاکی به عنوان عامل خنثی کننده بهبود بازده حرارتی دارای نقشی انکارناپذیر است. با افزایش بارگذاری، غلبه بر افت اصطکاکی بسیار ساده‌تر می‌شود و بهبود بازده احتراق امولسیون می‌تواند تاثیر موثر خود را با کاهش صدا نشان دهد. این امر، با عنایت به افزایش میزان صدای منتشره از موتور در بارگذاری‌های زیاد، می‌تواند کمک بزرگی برای حفظ سلامت افرادی که می‌بایست در مجاورت موتورهای دیزل فعالیت کنند (از جمله کشاورزان) باشد.

منابع و مآخذ

۱- حسن بیگی، ر.، ۲۰۰٤. بررسی و تحلیل صدای یک تیلر. پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس

۲- گلمحمدی، ر.، ۱۳۸۲، مهندسی صدا و ارتعاش. انتشارات دانشجو- همدان. چاپ دوم

3- Alahmer A, Yamin J, Sakhrieh A, Hamdan MA. 2010., Engine performance using emulsified diesel fuel. Energy Convers Manage; Vol 51:1708–13.

4- Alam Fahd E, Wenming Y, Lee P, Chou S, Yap C. 2013; Experimental investigation of the performance and emission characteristics of direct injection diesel engine by water emulsion diesel under varying engine load condition. Appl Energy. Vol 102:1042–49.

5- Crocker MJ, Ivanov NI. 1993, Noise and vibration control in vehicles. St- Peterburg, Russie: Interpublished Ltd.

6- Ghaffarpour MR, Noorpoor AR. 2007; A numerical study of the use of pilot or split rate injection to reduce diesel engine noise. Proc Inst Mech Eng Part D J Automob Eng. Vol 221(D4):457–64.

7- Ghobadian, B. 1994, A parametric study on diesel engine noise. Unpublished PhD diss. Roorkee, India: Roorkee University, Department of Mechanical and Industrial Engineering.

8- Musculus PPB, Dec JE, Tree DR, Daly D, Langer D, Ryam TW, et al. 2003, Effects of water fuel emulsions on spray and combustion processes in a heavy-duty DI diesel engine. SAE - 01-3146; 2003.

9- Nguyen TA, Mikami M. 2013;Effect of hydrogen addition to intake air on combustion noise from diesel engine. Int J Hydrogen Energy. Vol 38:4153-62.

10- NIOSH. 1996, Criteria for a recommended standard occupational noise exposure revised criteria.

Investigating the Effect of Water-Diesel Emulsion on a Diesel Engine Noise under different engine loading conditions

Abstract

In this paper, an experimental study was conducted on six cylinder four stroke diesel engine while injecting water emulsion diesel (ED) with a volumetric water-to-fuel ratio from 2 to 10%. Engine noise emission under four different loading conditions (0, 50 and 100%) are investigated. Improvement of combustion efficiency at higher engine load caused better performance for emulsion combustion than net diesel fuel. As engine noise intensity increased with the increase of engine load which could be dangerous for human health, using emulsion could be so helpful in decreasing noise dangers for bystanders.

Keywords: Water emulsion diesel, Noise, Engine loading