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

بررسی سر و صدای تولیدی تراکتورMF-399 با استفاده از مخلوط سوخت‌های دیزل و بیودیزل

مرضیه کیهان[۱]، محمد طبسی زاده[۲*] ،عبدالعلی فرزاد[۳]، برات قبادیان [٤]

۱- دانشجوی مقطع فوق لیسانس مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،

۲و۳- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،

٤- دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

ایمیل مکاتبه کننده: tabasizadeh.um.ac.ir

چکیده

در این تحقیق سر و صدای موتور تراکتور MF-399 تحت تاثیر ترکیبات سوخت بیودیزل و دیزل در شرایط مختلف موتور بررسی گردید. فاکتور های مورد مطالعه شامل بار روی موتور، نسبت سوخت بیودیزل و دیزل و موقعیت قرار گیری میکروفون بود. صدای تراکتور MF-399 در دو موقعیت گوش راننده و اطرافیان در بارهای ۰٪، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ بار ماکزیمم و در پنج سطح سوخت بیودیزل و دیزل یعنی B00، B05، B10، B15، B20 اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که کمترین صدای تولیدی تراکتور در B10 و بیشترین صدای تولیدی در B00 می باشد. با افزایش بار تا ۷۵٪ بار ماکزیمم، تراز صدا ۳/۷dB افزایش یافت. میانگین تراز فشار صدا در موقعیت راننده ۷/٤۹dB بیشتر از موقعیت اطرافیان است.

واژه‌های کلیدی: بیودیزل، تراز فشار صدا، سر و صدا، تراکتور MF-399.

مقدمه

بطور کلی سر و صدای موتور تحت تاثیر منابع متعددی بوده که یکی از مهم‌ترین آن‌ها فرایند احتراق است. این عامل نیز به‌نوبه‌ی خود می تواند متاثر از عواملی چون نوع سوخت، شکل محفظه‌ی احتراق، زمان‌بندی احتراق باشد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سوخت دیزل و بیودیزل سر وصدای و ارتعاش حاصل از بکارگیری آن‌ها است(Taghizadeh *et al.*, 2012). از طرفی وجود نگرانی‌هایی که در مورد مصرف سوخت‌های فسیلی از نظر ترکیبات سمی و اکسیدهای نیتروژن و سولفور که به جو

زمین آزاد می‌کنند، همچنین قیمت بالای حامل‌های انرژی سبب شده است که درسال‌های اخیر مناسب‌ترین جایگزین برای سوخت گازوییل نفتی، بیودیزل باشد. بیو دیزل به سوخت هایی اطلاق می شود که منشاء بیولوژیکی دارند و یک عنوان کلی است که به گستره ای از سوختها با پایه استری(که از منابع بیولوژیکی تجدیدپذیر نشات می گیرد) نسبت داده می شود. به بیانی دیگر بیودیزل، اتیل استر یا متیل استری است که از روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی توسط فرایند استرفیکاسیون به‌همراه الکلی مانند متانول یا اتانول در حضور کاتالیزور تولید می‌شود. این سوخت از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شبیه به دیزل بوده و در نتیجه در موتورهای دیزل یا ماشین‌های حرارتی کاربرد دارد. استفاده از آن بصورت خالص، نیازمند تغییرات اساسی در سیستم سوخت رسانی موتور دارد اما استفاده از آن بصورت ترکیبی با دیزل احتیاج به تغییرات اساسی در موتور ندارد و می توان برای جلوگیری از اشتعال سریع زمان پاشش را به تاخیر انداخت(نجفی، ۱۳۸۸). تحقیقات زیادی در خصوص ویژگیهای بیو دیزل و کارکرد آن بر روی موتورهای دیزلی صورت گرفته که یکی از نتایج حاصله، اشاره به وجود اکسیژن در ساختار بیو دیزل ها دارد و از همین حیث از آن به عنوان سوخت اکسیژندار نام برده می شود. اکسیژن اضافی در ساختار بیودیزل سبب بهسوزی و افزایش کیفیت فرایند احتراق در موتور گشته و در نهایت، بهبود عملکرد موتور و آلایندگی آن را نتیجه می دهد. اما بطور کلی نوع روغن استفاده شده برای تولید سوخت بیودیزل بر روی ویژگی‌های بیودیزل و در نهایت اثرات آن بر موتور موثرخواهد بود (زنوزی و همکاران۱۳۸٦). بنابراین بررسی تاثیر استفاده از آن‌ها به عنوان سوخت جایگزین بر سر و صدای موتور نیز، ضرورت دارد. صدا معیار بسیار مهمی در انتخاب نوع موتور و سوخت مصرفی می باشد. همچنین سر و صدا به‌عنوان آلودگی صوتی، اثر مستقیمی بر روی سیستم‌های روانی و بیولوژیک کاربران و اطرافیان دارد.

با توجه به اثرات نامطلوب آن بر کاربران مقررات متعددی در زمینه کنترل صدا در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال "قانون کنترل صدا" به آسیب های وارده بر کاربران در معرض سر و صدا، در طول مدت مشخص اشاره داد. بنابراین ساعات کار باید با توجه به سطح فشارصدای تولیدی تعیین گرد(گلمحمدی، ۱۳۸۹). حسن بیگی و همکاران در سال ۱۳۸۳ به بررسی سر و صدای ناشی از تراکتور دو چرخ در حال کشیدن تیلر در جاده روستایی پرداخت. نتایج بدست آمده از این بررسی حاکی از آن است که شدت سر و صدا در موقعیت گوش راننده در مقایسه با اطرافیان۷/۷٤ تا ۱۰/۷۵ dB بیشتر بوده و تغییرات سرعت موتور تا ۸/۵dB در تولید سر و صدا نقش داشته است(حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳). قطبی و همکاران در سال ۲۰۱۳ سر و صدای منتشره از یک تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ را در دور ، نسبت دنده های مختلف و همچنین شرایط مختلف بی باری و تحت بار موتور مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که در پارامتر دور موتور در مقایسه با پارامتر دنده تاثیر بیشتری بر روی صدا داشته است(Ghotbi *et al.*, 2013). در مطالعه صورت گرفته توسط حسن بیگی و قبادیان خواص میرایی سطوح مختلف جاده در حین حرکت یک تیلر مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مورد نظر در این تحقیق نسبت های دنده جعبه دنده و دور های مختلف موتور و سه سطح جاده (آسفالت، جاده خاکی روستای و چمنزار) بوده که طی آن سیگنالهای فشار صدای تیلر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که سطح صدای ناشی از تیلر در جاده چمنزار dB(A) ۲/۵ کمتر از جادهای با سطح آسفالت و خاکی و بیشترین میرا کنندگی مربوط به جاده چمنزار بوده است(Hassan Bigi *et al.*, 2005). پروست و همکاران صداهای ناشی از احتراق موتور را از صدای ناشی فرایند های مکانیکی موتور تفکیک نمودند. آنها با بررسی دور و بار روی موتور دریافتند که هر دو فاکتور مورد مطالعه بر شدت صدای ایجاد شده

موثر خواهد بود. همچنین آنها پیشنهاد کردند که باید تحقیقات در این زمینه ادامه یابد تا سطح فشار صدا در شرایط مختلف و مقیاسی از سر و صدا که منجر به اثرات ناخوشایند بر شنوایی می شود، تعیین گردد(Pruvost *et al.*, 2009).

ملکی و لشگری در سال ۱۳۹۲ سطح فشار صدا و تحلیل فرکانس صدای ساطع شده از یک تراکتور باغی گلدونی با مدل ۳٤۱ را مورد مطالعه قرار دادند. فاکتور های مورد مطالعه در تحقیق آنها شامل دور موتور، نسبت های مختلف دنده، وضعیت عملیاتی و فاصله میکروفون بوده است. نتایج حاصل از بررسی آنها نشان داد که سطوح مختلف متغیر نسبت دنده، نوع عملیات و فاصله میکروفون در سطح احتمال ۱٪ و دور موتور در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شده اند. همچنین نتایج حاصل از تحلیل فرکانس ها نشان داد که تراز فشار صدا با توجه به افزایش فرکانس، روند کاهشی داشته و بیشینه صدای این تراکتور ۹٤/۷۸ دسی بل بوده است(ملکی و همکاران، ۱۳۹۲). گوانگ پو و همکاران طی تحقیقاتی که در سال ۲۰۰٦ بر روی موتور دیزل هشت سیلندر خودرو نظامی انجام دادند، به نتایج زیر دست یافتند.

۱- افزایش سرعت از ۸۰۰ به ۱۹۰۰ دور بر دقیقه باعث افزایش چشم‌گیر سطح صدای موتور شده در حالی که افزایش سرعت از ۱۹۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه افزایش چندانی در سطح صدای موتور ایجاد نکرده است.

۲- در دور موتور ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه به ترتیب تاثیر صدای سیستم هوای ورودی و اگزوز بیشتر می‌شود و سطح تراز صدا در نزدیکی لوله ورودی هوا و اگزوز به dB۱۲۰ می‌رسد(Guangpu *et al.*, 2006). در تحقیقی اثرات سر وصدای دو تراکتور با توان بالا (۱۸/۷ و ۲۰ Kw) و دو تراکتور با توان کمتر (۳/٦ و ٦/۷ Kw) بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که تراز فشار صدا با افزایش دور و سرعت پیشروی زیاد می شود و همچنین تراز فشار صدا با افزایش کشش در عملیات کشاورزی افزایش می یابد. سطح صدای تراکتور های مورد مطالعه در این تحقیق بیشتر از میزان توصیه شده در استانداردهای ISO و OSHA برای قرار گیری کاربران در طول ۸ ساعت کاری، بوده است(Dewangan *et al.*, 2005).

با توجه به مطالعات صورت گرفته و اهمیت این موضوع که سر و صدای ایجاد شده در بکارگیری سوخت جایگزین، گونه‌ای از اتلاف انرژی بوده و می‌تواند موجب کاهش عمر موتور و افزایش مصرف سوخت شود و همچنین هر دو مورد هزینه‌بر بوده و مزایای جایگزینی بیودیزل به جای سوخت دیزل را تا حدی کم‌رنگ می‌کند. بنابراین لزوم بررسی‌های همه‌جانبه در زمینه عوامل اتلاف انرژی از جمله سر و صدا ضرورت می‌یابد. این تحقیق جهت بررسی اثرات سوخت های ترکیبی مختلف دیزل و بیودیزل بر سر وصدای موتور تراکتور MF-399، در سطوح مختلف اعمال بار بر روی موتور و موقعیت قرار گیری میکروفون صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد

موتور تحت آزمایش

موتور مورد آزمون در این تحقیق، موتور تراکتور MF- 399 با پاشش مستقیم، تنفس طبیعی و ساخت شرکت موتور سازان می باشد. در جدول(۱) برخی از ویژگیهای موتور این تراکتور آورده شده است.

جدول۱- مشخصات فنی موتور تحت آزمون(دفترچه راهنمای موتور)

مدل	A63544 پرکینز
کارخانه سازنده	شرکت تراکتور سازی ایران
تعداد سیلندر	٦
کورس سیلندر	۱۲۷ میلی متر
قطر سیلندر	۹۸/٦ میلی متر
حجم سیلندر	۵/۸ لیتر
ترتیب احتراق	٤،۲،٦،۳،۵،۱
حداکثر توان در ۲۳۰۰rpm	۱۱۰ اسب بخار(۸۲ کیلووات)
حداکثر گشتاور در ۱۳۰۰rpm	۳۷٦ نیوتن متر

سوخت تحت آزمایش

سوخت مورد استفاده در این آزمایش مخلوط بیودیزل حاصل از چربی طیور بود که پس از اطمینان از کیفیت لازم سوخت و منطبق بودن ویژگیهای آن با استانداردهای ASTM D-6751 به همراه سوخت دیزل شماره ۲ متداول در ایران مورد استفاده قرا گرفت.

دینامومتر

از دینامومتر مدل Sigma 5 ساخت شرکت NJ-FROMENT انگلستان برای اعمال بار استفاده گردید. دینامومتر بوسیله محور PTO به تراکتور متصل می‌شود و میزان توان و گشتاور موتور را نمایش می‌دهد.

صداسنج

صدا سنج مورد استفاده در این آزمون، از نوع گروه ۱و ساخت شرکت HT INSTRUMENTS ایتالیا با مدل HT157 بود. این صداسنج به همراه یک کالیبراتور مخصوص بود که از آن برای کالیبره کردن دستگاه قبل از آزمون استفاده شد.

میکروفون

میکروفون مورد استفاده در این تحقیق، از نوع خازنی با الگوی الگوی تک جهتی واز نوع امپدانس پایین بود. این میکروفون دارای پیش تقویت کننده و از پیش قطبیده شده ، که حساسیت آن ۵۰ mV/Pa با دامنه فرکانسی ۱۰-۲۰ هرتز و بصورت تخت می باشد.

روش‌ها

سوخت بیودیزل

روغن حاصل از ضایعات طیور به کمک روش استریفیکاسیون به بیودیزل تبدیل شد. سپس مخلوط‌های سوخت دیزل و بیودیزل در ۵ سطح، شامل B0 و B5 و B10 و B15 و B20 تهیه گردید.

شرایط آزمون اندازه‌گیری صدا

شرایط مکانی و جوی آزمون در دو موقعیت گوش راننده و اطرافیان بر اساس استاندارد ارائه شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران انجام گرفت. لازم به ذکر است که این آزمایش در محوطه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت و موارد رعایت شده در این استاندارد عبارتند از:

شرایط مکانی

مکان آزمون مسطح، باز و پوششی عاری از خاکستر و برف داشته و برای جلوگیری از انعکاس و اختلاط صدا، سطوح منعکس کننده‌ی بزرگ، مانند ساختمان‌ها، ماشین‌های دیگر، تابلوهای تبلیغاتی و درختان در فاصله‌ای با شعاع ۲۰متر نسبت به تراکتور یا میکروفون قرار داشته‌اند.

شرایط جوی

دمای هوا در محدوده ۵- تا ۳۰ درجه سلسیوس و سرعت باد در هنگام اندازه‌گیری کمتر از m/s ۵ بوده و با توجه به ممنوعیت انجام آزمون در هنگام باریدن باران، برف یا رعد و برق اندازه گیری در شرایط جوی مناسب صورت گرفت. علاوه بر آن، تراز صدای موجود در مکان داده برداری' در حین آزمون ۱۰dB(A) کمتر از صدای مورد اندازه گیری بود.

موقعیت میکروفون

جهت اندازه گیری صدا در موقعیت گوش راننده، مطابق با استانداردها میکروفون در ارتفاع۱/۷ متری و به فاصله mm ۱۰۰ کنار گوش راننده در سمتی که بیشترین شدت صدا وجود دارد قرار داده شد. با توجه به قرار گیری موتور تراکتور مورد آزمون در سمت راست و نیز نتایج پیش‌آزمون ضبط سیگنال صدا، بیشترین صدا در سمت راست راننده بدست آمد. بنابراین قرار گیری میکروفون و ضبط سیگنالها در موقعیت گوش سمت راست راننده صورت گرفت. محور میکروفون افقی و دیافراگم آن به طرف جلو تنظیم شد. جهت افزایش دقت از لرزشهای اضافی میکروفون جلوگیری شد.
همچنین در موقعیت اطرافیان میکروفون در فاصله ۷/۵ متری از خط مرکزی تراکتور و در ارتفاع ۱/۲ متری از سطح مسیر آزمون در حالی که میکروفون به صورت افقی است، قرار داده شد (بی نام، ۱۳۸۳ ; Anonymous, 1996).

ضبط سیگنال‌های صوتی

دستیابی به نتایج درست با کمترین خطای ممکن، مستلزم داده برداری صحیح و اصولی می باشد. در همین راستا، شرایط داده برای تمامی تیمارها یکسان بوده و تا حد امکان مطابق با استانداردها در نظر گرفته شد. و تمامی آزمون ها در کمترین زمان وبدون وقفه انجام شد. در ابتدای داده برداری برای هر آزمون، حداقل ۱۵ دقیقه به موتور اجازه کار داده شد تا به دمای و شرایط کارکرد عادی برسد و بعد از اطمینان از سرعت باد در مکان، داده برداری برای هر تیمار صورت گرفت. برای هر تیمار حداقل ۱۰ ثانیه سیگنال صوتی ضبط شد و داده های اخذ شده توسط دستگاه صوت سنج به وسیله نرم افزار Sound View بازیابی شد. صوت سنج استفاده شده در این آزمون قابلیت اندازه‌گیری تراز فشار صدا در باندهای ۱/۱ اکتاو و ۱/۳ اکتاو را دارد. با توجه به اینکه باند ۱/۳ اکتاو جزئیات بیشتری را ارائه می‌دهد سیگنال‌های صوتی در این باند فرکانسی و با شبکه وزنی A (که با گوش انسان مطابقت دارد) ضبط گردید. مجموع ترازهای فشار صدا که تراز کلی صدا نامیده می‌شود برای هر تیمار بصورت خودکار توسط صوت‌سنج اندازه‌گیری شد. هرچند تراز کلی صدا با استفاده از رابطه ۱ نیز قابل محاسبه است(Rossing, 2007).

$$SPL(L_{P_{total}}) = 10log\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{p}{p_0}\right)_i^2\right] = 10log\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{L_{p_i}}{10}}\right) \quad (۱)$$

P0 = تراز فشار مبنا

$L_{P_{total}}$ = تراز فشار کلی

L_{P_i} = تراز فشار i ام در باند فرکانسی

تحلیل آماری

تحلیل آماری تحت طرح فاکتوریل با بلوک های کاملا تصادفی با آزمون آماری توکی و به کمک نرم افزار Minitab 2010 انجام گرفت.

جدول آزمایش

آزمون با سه تکرار برای هر تیمار انجام گرفت. جدول کلی آزمون به صورت زیر می باشد.

جدول۲- جدول آزمایش

سطوح / متغیر	۱	۲	۳	۴	۵
بار(درصد بار ماکزیمم)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
سوخت	B_0	B_5	B_{10}	B_{15}	B_{20}
موقعیت میکروفون					
گوش راننده	اطرافیان	-	-	-	

نتایج و بحث

با بررسی نتایج بدست آمده میتوان گفت، متغیر های مستقل در نظر گرفته شده در این تحقیق و بر هم کنش آنها با یکدیگر در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری داشتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر صدای کلی تراکتور در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) مقادیر تراز صدای کلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار میانگین RMS تراز صدای کلی	F
سوخت	٤	۳/۱۷۳	۳۱۷/۲۸**
بار	٤	٦۳/۹٤۹	٦۳۹٤/۹۲ **
موقعیت میکروفون	۱	۲۰۹۹/۹۹۱	۲۰۹۹۹۹/۱۰ **
بار × سوخت	۱٦	۱/۸٦۷	۱۸٦/۷۱**
سوخت × موقعیت	٤	۰/۹۹۱	۹۹/۱٤**
بار × موقعیت	٤	۳/۷۸۹	۳۷۸/۸۸ **
بار × سوخت × موقعیت	۱٦	۰/۳۷٦	۳۷/۵۸ **
خطا	۱۰۰	۰/۰۱۰	
کل	۱٤۹		

**: معنی داری تفاوت در سطح ۱٪ *: معنی داری تفاوت در سطح ۵٪ ns: غیر معنی دار بودن تفاوت ها

اثر سطوح سوختی بر تراز کلی صدا

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح سوختی بر تراز کلی با وزن A، در جدول(٤) بر اساس آزمون توکی بررسی شده است. نتایج جدول نشان میدهد که سوخت B_{00} و B_{10} در بین سایر سطوح سوختی مورد استفاده در این آزمون به ترتیب بیشترین و کمترین تراز صدای تولیدی را داشته اند. سوخت B_{10} بر خلاف سوخت B_{00} با سوخت کناری خود اختلاف معناداری نداشته است. به عبارتی دیگر تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بین تراز صدای تولیدی سوخت های B_{20} ، B_{15} و B_{05} مشاهده نشده است. بنابراین از لحاظ تراز صدای تولیدی سوخت B_{10} مد نظر خواهد بود علاوه براینکه برای انتخاب سطوح سوختی مناسب تر سایر پارامترهای کاری موتوررا باید مد نظر قرار گرفت. در بررسی روند خطی، در مقابل افزایش درصد بیودیزل ترکیبات سوختی، مشاهد شد که روند کاملا مشخصی وجود نداشته اما به هر حال با افزایش درصد بیودیزل تا B_{10} شاهد کاهش تراز صدا و پس از آن با افزایش میزان بیودیزل ترکیب شده در سوخت افزایش تراز صدای کلی حاصل گردید.

جدول٤- نتایج تجزیه واریانس سوخت های مصرفی

	سطوح ترکیبات سوختی دیزل و بیو دیزل				
	B_{00}	B_{05}	B_{10}	B_{15}	B_{20}
مقدار متوسط (dB)	۹۱/٤۸ ^{a}	۹۱/۱۰ ^{b}	۹۰/۵۷ ^{c}	۹۱/۱٤ ^{b}	۹۱/۰۸ ^{b}

اثر تغییرات بار بر تراز کلی صدا

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر تغییرات بار بر تراز کلی صدا در جدول (۵) را نشان داده شده است. باتوجه به داده های این جدول، بیشترین تراز کلی صدا مربوط به شرایط ۷۵٪ بار ماکزیمم و کمترین آن مربوط به شرایط بی باری بوده است. اثر تغییرات بار بر تراز کلی صدا در بارهای مختلف در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری داشته است. با افزایش بار اعمال شده بر وری موتور تا سطح ۷۵ درصد بار ماکزیمم به دلیل نیاز بیشتر موتور به مقدار بیشتر سوخت پاشیده شده در محفظه احتراق و همچنین بالاتر رفتن فشار احتراق، افزایش تراز کلی صدا را شاهد بوده‌ایم. بعلاوه با افزایش بار اعمالی بر موتور از ۷۵٪ تا ۱۰۰٪ با کاهش تراز فشار صدا مواجه هستیم که علت آن کاهش دورموتور در بارهای بالاتر از ۹۰ درصد می‌باشد. با کاهش دور به دلیل کاهش تعداد احتراق در واحد زمان تراز کلی فشار صدا کاهش می‌یابد(آتشگران، ۱۳۹۲). نتیجه حاصل شده از

تحقیقات آتشگران بیان گر این موضوع می باشد. بنابراین اثر کاهش دور بر تراز کلی فشار صدا بر اثر بار غالب شده و در نتیجه تراز کلی صدا کاهش یافته است.

جدول۵- مقایسه میانگین اثر تغییرات بار بر تراز کلی صدا

	تغییرات بار (درصد بار ماکزیمم)				
	۰٪ بار	۲۵٪ بار	۵۰٪ بار	۷۵٪ بار	۱۰۰٪بار
مقدار متوسط (dB)	۸۹/۵۹^{e}	۸۹/۹۷ ^{d}	۹۱/۵۲ ^{b}	۹۳/۲۹ ^{a}	۹۱/۰۱^{c}

اثر موقعیت قرارگیری میکروفون بر تراز کلی صدا

با توجه به جدول (٦) نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین ترازکلی صدا تفاوت معنا داری را بین دو موقعیت اندازه گیری شده در سطح ۱٪ نشان می دهد. تراز کلی صدای تولیدی در موقعیت گوش راننده بیشتر از موقعیت اطرافیان می باشد. یکی از دلایل مهم این اختلاف را می توان در میرایی صدا نسبت داد. میرایی صدا در اثر مقاومت مولکولهای هوا در مقابل انتشار صوت ایجاد می‌گردد. نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته توسط کروکر و همکاران (Crocker *et al.*, 1993)، حسن بیگی و همکاران (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳)، ساکس (Suggs , 1987)، نشان دهنده ی، کاهش تراز صدای تراکتور در موقعیت اطرافیان نسبت به موقعیت گوش راننده می باشد. با افزایش فاصله به اندازه r از موقعیت قبلی تراز فشار صدا به اندازه ۲۰log(r) کاهش خواهد یافت(گلمحمدی، ۱۳۸۹). با توجه با اینکه در فرمول ذکر شده منبع تولید صدا نقطه ای در نظر گرفته شده که در عمل چنین نیست و همچنین به دلیل عدم تقارن در صدای تولیدی موتور اختلاف در میزان کاهش صدا به ازاء فاصله از منبع تولید صدا، بین برآورد نظری و عملی انتظار می‌رود. همچنین نتایج کار کرامت سیاوش و همکاران به این اختلاف اشاره دارد(کرامت سیاوش، ۱۳۹۲).

جدول٦- مقایسه میانگین اثر تغییرات موقعیت میکروفون بر تراز کلی صدا

	موقعیت میکروفون	
	موقعیت گوش راننده	موقعیت اطرافیان
مقدار متوسط (dB)	۹٤/۸۲^{a}	۸۷/۳۳ ^{b}

برهم کنش تغییرات سوخت و بار اعمال شده بر موتور

نتایج مقایسه میانگین های بر هم کنش اثر تغییرات بار با سطوح ترکیبات سوخت بر تراز کلی صدا در جدول (۷) نشان داده شده است. در سطح سوخت B_{00}، B_{10} و B_{20} با اعمال بارهای مختلف شاهد اختلاف معنی دار تراز کلی صدا بوده ایم. در سطح سوخت B_{05} تراز فشار صدا بین بار های ۰٪ و ۲۵٪ بار ماکزیمم، اختلاف معنی داری نداشته اما در بارهای ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰، تفاوت معنی داری را نشان میدهند. در سطح سوخت B_{15}، تراز صدا در ۵۰٪ و ۱۰۰٪ بار اختلاف معنی دار وجود ندارد. با مقایسه ستون های جدول (۷) در ۰٪، سوخت های B_{00} و B_{10} و نیز بین سوخت های B_{15} و B_{20} اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در ۲۵٪ بارها، بین سوخت های B_{05}، B_{10}، B_{20} و همچنین در ۵۰ ٪ درصد بار، سوخت های B_{10}، B_{15}، B_{20} و در ۷۵٪ بار اعمالی بین سوخت های B_{00}، B_{10}، B_{20} و در ۱۰۰٪ بار بین سوخت‌های B_{00}، B_{05} اختلاف معنا داری مشاهده نشده است. بیشترین تراز کلی صدا را در در بار ۷۵٪ با سطوح سوختی B_{00}، B_{10}، B_{20}، و همچنین کمترین تراز صدا را ابتدا، بار ۱۰۰٪ با سطح سوخت B_{10} و در رتبه بعدی بار ۰٪ با سطح سوخت B_{10}، به خود اختصاص داده‌اند.

جدول۷- نتایج مقایسه میانگین های بر هم کنش تغییرات سوخت با تغییرات بار

	تغییرات بار				
	۰٪ بارماکزیمم	۲۵٪ بار ماکزیمم	۵۰٪ بار ماکزیمم	۷۵٪ بار ماکزیمم	۱۰۰٪ بار ماکزیمم
سوخت					
B_{00}	۸۹/۵٤ ^{kl}	۹۰/۳٦ ^{g}	۹۲/۱۷ ^{c}	۹۳/۵۷ ^{a}	۹۱/۷۸ ^{d}
B_{05}	۸۹/۷٦ ^{ij}	۸۹/۷۸ ^{ij}	۹۰/۰۱ ^{f}	۹۳/۰۲ ^{b}	۹۱/۹۵ ^{d}
B_{10}	۸۹/۳۸ ^{l}	۸۹/٦۹ ^{jk}	۹۱/٤۷ ^{e}	۹۳/۳۷ ^{a}	۸۸/۹٤ ^{m}
B_{15}	۸۹/٦۵ ^{jk}	۹۰/۱۱ ^{h}	۹۱/٤۵ ^{e}	۹۳/۱۲ ^{b}	۹۱/۳٦ ^{e}
B_{20}	۸۹/٦۰ ^{jk}	۸۹/۹۳ ^{hi}	۹۱/۵۱ ^{e}	۹۳/۳۵ ^{a}	۹۱/۰۱ ^{f}

برهم کنش تغییرات سوخت و موقعیت قرارگیری میکروفون

برهمکنش اثر سطوح سوخت با موقعیت قرار گیری میکروفون بر تراز کلی صدا در جدول (۸) ارائه شده است. با توجه به داده های این جدول، در هر دو موقعیت گوش راننده و اطرافیان B_{00} و B_{10} به ترتیب بیشترین و کمترین سطح تراز کلی صدا را داشته اند. در موقعیت گوش راننده مشاهده می شود که تغییرات سطح بیودیزل در ترکیبات سوختی، اختلاف معنی داری را بر تراز کلی صدا ایجاد می نماید. مشاهده می شود که سطوح سوختی B_{00}، B_{05}، B_{15} در موقعیت اطرافیان اختلاف معنا داری را ایجاد نکرده‌اند.

جدول۸- نتایج مقایسه میانگین های بر هم کنش اثر ترکیبات سطوح سوخت با موقعیت قرار گیری میکروفون

	ترکیبات سطوح سوخت				
	B_{00}	B_{05}	B_{10}	B_{15}	B_{20}
موقعیت میکروفون					
گوش راننده	۹۵/٤۰^{a}	۹٤/۵۷^{d}	۹٤/۳۸^{e}	۹٤/۸۰^{c}	۹٤/۹۳^{b}
اطرافیان	۸۷/۵٦ ^{fg}	۸۷/٦٤^{f}	۸٦/۷٦^{i}	۸۷/٤۷^{g}	۸۷/۲۲^{h}

برهم کنش موقعیت قرار گیری میکروفون و بار

نتایج این بر هم کنش در جدول (۹) گزارش شده است. با توجه به داده های این جدول می توان گفت در موقعیت گوش راننده با تغییرات بار، اختلاف معنی داری در تراز کلی صدا ایجاد شده است. در همین موقعیت با اعمال بار در ۷۵٪ بار و ۰٪ بار به ترتیب بیشترین و کمترین تراز کلی صدا مشاهده شد. در موقعیت اطرافیان با اعمال بار از ۰٪ تا ۱۰۰٪ بار ماکزیمم، شاهد اختلاف معنی دار بین داده های تراز کلی صدای موتور بوده ایم بطوریکه در همین موقعیت همانند موقعیت قبلی در ۷۵٪ بار و ۰ ٪ بار به ترتیب بیشترین و کمترین تراز صدا رخ داده است. با مقایسه ستونهای جدول، تراز کلی صدا در هر بار اعمالی، همواره بین دو موقعیت گوش راننده و اطرافیان اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد.

جدول۹- نتایج مقایسه میانگین های بر هم کنش تغییرات بار با موقعیت قرار گیری میکروفون بر مقادیر تراز کلی صدای

	تغییرات بار				
	۰٪ بارماکزیمم	۲۵٪ بار ماکزیمم	۵۰٪ بار ماکزیمم	۷۵٪ بار ماکزیمم	۱۰۰٪ بار ماکزیمم
موقعیت میکروفون					
گوش راننده	۹۳/۳٦ ^{e}	۹۳/٦۳ ^{d}	۹۵/٤۵^{b}	۹۷/٤٤^{a}	۹٤/۲۰^{c}
گوش اطرافیان	۸۵/۸۲^{j}	۸٦/۳۲^{i}	۸۷/۵۹^{h}	۸۹/۱٤^{f}	۸۷/۸۱^{g}

نتیجه‌گیری

بار اعمالی در سطح ۷۵٪ بار ماکزیمم، بیشترین تراز صدا را ایجاد کرده است. تفاوت تراز فشار صدا در دوموقعیت اندازه گیری شده در سطح ۱٪ معنی دار بود. سوخت B_{10} پایین ترین تراز فشار صدا را دارد.

تشکر و قدردانی

از زحمات جناب آقای مهندس محسن آتشگران، دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس قدردانی می نماییم.

منابع و مآخذ

۱. آتشگران، م. توکلی هشجین، ت. ۱۳۹۲. بررسی تجربی عملکرد و آلاینده‌های صوتی و اگزوز موتور MF 399 با استفاده از مخلوط سوخت دیزل و بیودیزل حاصل از روغن پسماند چیپس سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
۲. بی‌نام. ۱۳۸۳. استاندارد شماره ۷۲٥٤ موسسه تحقیقات و استاندارد صنعتی ایران. ماشین‌های کشاورزی، تراکتورها و ماشین‌های جنگل‌داری و کشاورزی- اندازه‌گیری صدا در موقعیت کاربر- روش پیمایشی.
۳. حسن بیگی بیدگلی، س.ر. قبادیان، ب. نصیری، پ. و کمالیان، ن. ۱۳۸۳. بررسی و تحلیل سر و صدای یک تراکتور دو چرخ در حال کشیدن یک تیلر در جاده آسفالت روستایی. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۸ (٤) .
٤. زنوزی، ع. و قبادیان، ب. ۱۳۸٦. مقایسه ی بیودیزل تولیدی به عنوان انرژی تجدیدپذیر از چهار روغن خوراکی. همایش ملی انرژی. دوره ٦.
٥. کرامت سیاوش، ن. ۱۳۹۲. اندازه گیری و تحلیل سر و صدای موتور تراکتور دو چرخ در حالت ایستگاهی با استفاده از مخلوط سوخت های دیزل و بیو دیزل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
٦. گلمحمدی، ر. ۱۳۸۹. مهندسی صدا وارتعاش. انتشارات دانشجو. ٤و۱۳۰ ص.
۷. ملکی، ع. لشگری، م. ۱۳۹۲. ارزیابی تراز فشار و تحلیل فرکانسی صدای ساطع شده توسط تراکتور باغی. نشریه مکانیزاسیون کشاورزی. دوره ۱(۲).
۸. نجفی، ب. ۱۳۸۸. استفاده از بیو دیزل به عنوان سوخت آتشزا در موتور های دو گانه سوز جهت کاهش میزان انتشار آلاینده های یک موتور اشتعال تراکمی مجهز به پر خوران. نشریه علمی پژوهشی سوخت و احتراق، سال چهارم، شماره اول، ٤٥-٥٥ ص.
9. Anonymous. 1996. Acoustics:Tractors and machinery for engineering and forestay. Measurement of noise at operator's position "ISO 5131.
10. Croker, M. J. & Ivanov, I. N. 1993. Noise and Vibration Control in Vehicles. 1st ed., St.Petersburg: Interpub. Ltd, Russia.
11. Dewangan, K. N. Prasanna Kumar, G. V. & Tewari, V. k. 2005. Noise characteristics of trsctors and health effect on farmer. Applied Acoustics. Elsevier. Vol 66(9), 1049-1062.
12. Ghotbi, M. R. Monazzam, M. R. Khanjani, N. Nadri, F. & Momen Bellah Fard, S. 2013. Driver exposure and environmental noie emission of Massey Ferguson 285 tracto during operation with different engine speeds and gears. African journal of Agricultural Research. Vol 8(8), 652-569.
13. Guangpu, L. Shihua, B & Hongxia, P. 2006. Analysis of Noise characteristics for Diesel Engine, IEEE, Vol 1-4244-0529-7/06, 1390-1294.

14. Hassan Beigi, S. R. & Ghobadian, B. 2005. Noise attenuation characteristics of different road surfaces during power tiller transport. Agricultural Engine International. CIGR. E-Journal. Vol 7(599).
15. Pruvost, L. Leclere, Q. & Parizet, E. 2009. Diesel engine combustion and mechanical noise separation using and improved spectrofilter. Mechanical Systems and Signal Processing. Vol 23(7), 2072-2087.
16. Rossing, T. D. 2007. Springer Handbook of Acoustics. Springer Press. 1st edition. 1170 pp.
17. Suggs, C. W. 1987. Noise characteristics of field equipment. ASAE. 87-1598.
18. Taghizadeh-Alisaraei, A. Ghobadian, B. Tavakoli Hashjin, T. & Mohtasebi, S. S. 2012. Vibration analysis of a diesel engine using biodiesel and petrodiesel fuel blends. Fuel, Vol 102.414-422.

Engine’s noise study of a MF399 tractor under different mixtures of diesel and biodiesel fuel

Abstract

In this study, the noise resulting from the use of biodiesel and diesel fuel compositions in a MF399 tractor engine was examined under various operating conditions. Independent variables include engine load at 5 levels of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% maximum, biodiesel and diesel fuel mixing ratio at 5 levels of B_0, B_5, B_{10}, B_{15} and B_{20} and the microphone placement at 2 levels of driver's ear and bystander position, respectively. Noise generated in each of the treatments was measured. The results showed the lowest and highest noise levels in B_{10} and B_0 respectively. By increasing the load up to 75% of the maximum load, the sound level increased by 3.7db. The average of sound level at the driver's ear is 7.49 db more than the bystander position.

Keywords: Biodiesel, Sound Pressure Level, Noise, MF-399 tractor