



مقایسه تراز فشار صوت دو نوع کمباین مورد استفاده در ایران و بررسی برخی از عوامل موثر بر آن

مجید لشگری^۱، علی ملکی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۲۹

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۳/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: سطوح بالای صدا که اغلب کاربران ماشین‌های کشاورزی برای زمان طولانی در معرض آن هستند سهم عمدتی در خستگی آن‌ها دارد و ممکن است باعث آسیب‌های شنوایی برگشت‌ناپذیر شود. به همین دلیل، ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار با این ماشین‌ها باید به عنوان یک معیار اساسی در طراحی ماشین‌های کشاورزی و عامل تعیین‌کننده در پذیرش و فروش آن‌ها تلقی شود. در این تحقیق تأثیر تعدادی از عوامل کاری بر تراز فشار صوت دو نوع کمباین متداول در ایران بررسی شده است.

روش بررسی: بر این اساس تراز فشار صوت کمباین‌های جاندیر ۱۰۵۵ و سمپو ۳۰۶۵ در موقعیت‌های گوش کاربر، فاصله ۷/۵ و ۲۰ متری دستگاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری با استفاده از میکروفون MP201، پیش نقویت‌کننده MA231 و سامانه جمع‌آوری اطلاعات MC3022 انجام گرفت. آزمایشات بهصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شدند و نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۷ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که سطوح مختلف متغیرهای نسبت داده، نوع عملیات، دور موتور و فاصله میکروفون بر تراز فشار صوت کمباین‌ها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داده‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تراز فشار صوت در کمباین‌های فاقد کابین در موقعیت گوش کاربر در مقایسه با سایر موقعیت‌ها بیشتر است. استفاده از کابین در کمباین سمپو و جاندیر تراز فشار صوت را به ترتیب به میزان ۵/۶۷ و ۹/۳۹ دسی‌بل کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که وجود کابین در هر دو نوع کمباین، تأثیر قابل توجهی بر کاهش تراز فشار صوت داشت که در این میان استفاده از کابین در کمباین جاندیر در مقایسه با کمباین سمپو، تراز فشار صوت را به میزان بیشتری کاهش داد. البته آنچه که مسلم است تعداد کثیری از کمباین‌هایی که در حال حاضر در نقاط مختلف کشور استفاده می‌شوند فاقد کابین می‌باشند. در خصوص چنین کمباین‌هایی، استفاده از وسائل حفاظت شنوایی کاملاً ضروری است.

کلیدواژه‌ها: کمباین، سروصداء، تراز فشار صوت، کابین.

سروصداء یکی از مهم‌ترین عوامل زیان‌آور شغلی است که می‌تواند بر سلامت و بهره‌وری کاربران تأثیرگذارد باشد. به طور قطع افرادی که در امور مختلف کشاورزی مشغول فعالیت هستند در معرض بسیاری از منابع سروصداء قرار دارند ولی هنوز کلیه خطرات برای افرادی که سال‌های طولانی در مواجهه با سروصداء بوده‌اند مشخص نشده است [۱].

کاربران ماشین‌های کشاورزی از قبیل تراکتورها، کمباین‌ها، چاپرها و غیره، با سطوح بالای سروصداء مواجه هستند. در تحقیقی که توسط سومر و همکاران انجام گرفت، تراز فشار صوت در ۳۷ نوع کمباین مورد استفاده در کشور ترکیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج

مقدمه

توسعه بخش کشاورزی و به کارگیری انواع ماشین‌ها در این بخش، عوامل نامطلوبی همچون سروصداء، ارتعاش و غیره را به ارمنان آورده است. هر کدام از این عوامل به خودی خود می‌توانند محیط کاری را برای کاربران این گونه ماشین‌ها نامن نمایند. به منظور فراهم نمودن محیطی ایمن و راحت برای کاربران، باید در مراحل طراحی یک ماشین، تمامی مسائل مرتبط بین انسان و ماشین مورد توجه قرار گیرد. در صورت عدم رعایت این موارد، باید انتظار پیامدهای نامطلوب آن از جمله افزایش بیماری‌های شغلی و حوادث کاری و در نهایت عدم دستیابی به اهداف موردنظر را داشت.

۱- (نویسنده مسئول) استادیار گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه اراک، اراک، ایران. m-lashgari@araku.ac.ir

۲- استادیار گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

مجاز ۸۵ دسی بل می باشد و این در حالی است که بیشینه سطح صدا برای تراکتور MF 399 ۹۴/۵ و برای والترا ۱۷۰ T، ۹۲/۷ دسی بل بدست آمد [۶]. حسن بیگی و قبادیان در تحقیق خود اظهار داشتند دور موتور نقش تعیین کننده ای در ایجاد سرو صدا دارد که باید در کاربری های مختلف تراکتور دو چرخ موردنویجه قرار گیرد زیرا تا ۸/۵ دسی بل در افزایش سرو صدا تأثیر دارد. نتایج حاصل از کار آن ها نشان داد که شدت صدا در موقعیت گوش راننده در مقایسه با موقعیت اطرافیان ۷/۷۴ تا ۱۰/۷۵ دسی بل بیشتر است [۷].

با توجه به موارد بیان شده، انجام تحقیقات برای شناسایی منابع مختلف سرو صدای انواع ماشین های کشاورزی و مسیر انتشار سرو صدای آن ها ضروری به نظر می رسد. در این صورت می توان با ایجاد تغییرات در منابع تولید صدا و کنترل آن در مسیر انتشار، به حذف و یا کاهش صدای ایجاد شده مبادرت نمود. این موضوع به ویژه در مورد کمباین های رایج کشور از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا از سوی محققین ایرانی کمتر به مقوله صدا در این گونه ماشین ها پرداخته شده است.

هدف از این مطالعه اندازه گیری و مقایسه تراز فشار صوت دو نوع کمباین متداول در ایران تحت شرایط مختلف کاری و در سه موقعیت متفاوت است. این سه موقعیت عبارتند از: کاربر مستقر در داخل کابین، کسانی که در نزدیکی کمباین در فاصله ۷/۵ متری مشغول به کارند و کسانی که اندکی دورتر در فاصله ۲۰ متری قرار دارند.

روش بررسی

در این مطالعه داده های سرو صدای کمباین های جاندیر مدل ۱۰۵۵ و سمپو ۳۰۶۵ در شرایط واقعی کاری اندازه گیری و ضبط شدند. شرایط واقعی کار بدین معنی است که هنگام حرکت آزاد، تمامی اجزای سیستم برداشت غیرفعال بوده و هنگام برداشت، این اجزا در وضعیت کاری قرار داده شدند. در کمباین های دارای کابین نیز، در و پنجره ها در طول آزمایشات در وضعیت کاملاً بسته قرار داشته و سیستم تهویه و صوتی نیز

نشان داد که میزان سطح صدا در کمباین ها با افزایش فرکانس، تمایل به کاهش داشته است. این در حالی است که میزان سطح فشار صدا برای کمباین های بدون کابین، با کابین نصب شده و با کابین اورجینال به ترتیب برابر ۸۵-۹۰ دسی بل، ۸۱-۸۳ دسی بل و ۷۶-۸۱ دسی بل اعلام شده است [۲]. در تحقیقی دیگر سطح صدای مواجهه تراکتور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که با تغییر سرعت موتور از ۱۲۰۰ به ۱۵۰۰ دور بر دقیقه، سطح صدا با افزایش ۳ دسی بل همراه است [۳].

در ایران نیز تحقیقاتی پیرامون اثرات صدا بر فعالان بخش کشاورزی و به ویژه کاربران ماشین های کشاورزی انجام شده است. طی سالیان اخیر نیز تأثیر عملکرد ماشین های کشاورزی بر روی صدای منتشر شده از آن ها مورد بررسی قرار گرفته که به تعدادی از آن ها اشاره می شود.

جلیلیان تبار و همکاران در تحقیقی تراز فشار صوت تراکتور ۲۸۵ MF را در حال کشش تریلر بر روی مسیر آسفالت مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در دور موتور ۲۲۵۰ دور بر دقیقه، تراز فشار صوت تراکتور مورد آزمون ۹۵ دسی بل در شبکه توزین A می باشد [۴]. بر اساس نتایج این تحقیق، دور موتور نقش مهمی در ایجاد سرو صدای تراکتور ایفا می کند. منظم و همکاران در تحقیق خود در رابطه با صدایی که کاربر دو نوع تراکتور و اطرافیان آن ها با آن مواجه هستند به این نتیجه رسیدند که افزایش دور موتور از ۸۵۰ به ۱۷۰۰ دور بر دقیقه به طور میانگین باعث افزایش صدا از ۵/۸ تا ۹/۳ دسی بل و ۲/۳ تا ۱۰/۳ دسی بل به ترتیب در موقعیت گوش کاربر و اطرافیان می شود [۵]. بهروزی لار و همکاران در بررسی سطح صدای دو نوع تراکتور ۳۹۹ MF و والترا ۱۷۰ T و اثرات آن بر روی سلامتی راننده ها، سطح صدا را در دندنه ها و دور موتورهای مختلف مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از کار آن ها نشان داد که سطح فشار صدا در موقعیت گوش راننده در حالتی که تراکتور بدون کابین است در ۸ ساعت مجاز کاری بیشتر از سطح

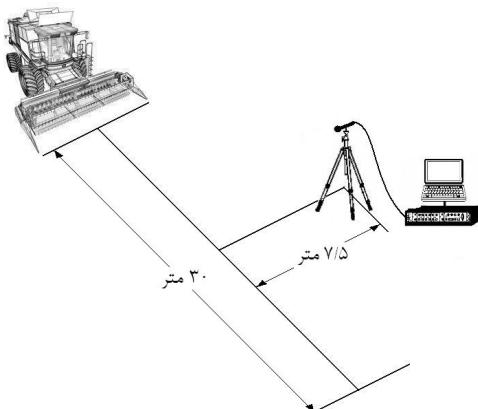


آنچایی که تراز فشار صوت زمینه برابر $78/2$ دسی بل بدست آمد، در این آزمون نیازی به اعمال تصحیحات صدای زمینه نبود [۸].

مسیری به طول 30 متر برای حرکت کمباین‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به تیمار موردنظر، سسیتم برداشت فعال و یا غیرفعال شده و دور موتور و نسبت دندنه نیز انتخاب می‌گشت. پیش از ورود به مسیر آزمون، دستگاه حرکت داده شده و با وضعیت جدید مسافتی طی شده تا شرایط جدید کاملاً پایدار شود. سپس در فاصله زمانی سپری شده جهت عبور کمباین‌ها در فاصله مذکور، سیگنال‌های سروصدای ساطع شده اندازه‌گیری شدند. شکل 2 مسیر حرکت کمباین‌ها و موقعیت میکروفون اندازه‌گیری که در فاصله $7/5$ متری نسبت به طول مسیر حرکت آن‌ها قرار دارد را نشان می‌دهد [۹]. در این تحقیق تجهیزاتی که جهت اندازه‌گیری



شکل ۱- میکروفون اندازه‌گیری در موقعیت گوش کاربر



شکل ۲- مسیر حرکت کمباین‌ها و موقعیت میکروفون اندازه‌گیری در فاصله $7/5$ متری

خاموش بودند. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شدند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور موتور در دو سطح آرام (1800 دور بر دقیقه) و تند (2500 دور بر دقیقه)، نسبت‌های مختلف دنده، وضعیت عملیات در دو سطح حرکت آزاد و هنگام برداشت در کمباین‌های فاقد کاین و کاین‌دار بودند. محدوده تغییرات فاکتورهای مذکور طوری تعیین شد که حالت‌های کار معمول کمباین‌ها را در بر گیرد. در مجموع 576 آزمایش انجام گرفت.

اندازه‌گیری سروصدای تولید شده توسط کمباین‌ها در سه موقعیت متفاوت گوش کاربر، کسی که در نزدیکی کمباین و در فاصله حدود $7/5$ متر از آن مشغول به کار است و کسانی که در فاصله حدود 20 متر دورتر از کمباین قرار دارند، صورت گرفت. برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت کمباین در موقعیت گوش کاربر، میکروفون با فاصله 100 میلی‌متر نسبت به گوش کاربر قرار داده شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری تراز صدای کمباین در دو موقعیت دیگر، میکروفون‌ها بر روی سهپایه در ارتفاع $1/2$ متر از سطح زمین و در حالت افقی قرار داده شدند [۸ و ۹]. شکل 1 میکروفون اندازه‌گیری را در موقعیت گوش کاربر نشان می‌دهد.

ویژگی‌های مکان آزمون ماشین‌های موردنظر بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندار ISO ۵۱۳۱ در نظر گرفته شد. برای این منظور محوطه‌ای باز در کارخانه کمباین‌سازی ایران و با فاصله‌ای مناسب از انواع بازتاب‌کننده‌های صدا از قبیل ساختمان و درختان در نظر گرفته شد. در زمان آزمون، سرعت باد کمتر از 5 متر بر ثانیه و دمای هوای محیط بیشتر از 5 سانتی‌گراد بود که کاملاً مطابق با شرایط مندرج در مقررات آزمون بود [۸]. مطابق استانداردی که این آزمون بر آن اساس صورت گرفت، اختلاف میان تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده با منبع صدای در حال کار و تراز فشار صوت زمینه باید حداقل 6 دسی بل و ترجیحاً بیش از 10 دسی بل می‌بود. به منظور اعتبار بخشی به اندازه‌گیری‌های انجام شده، تراز فشار صوت زمینه به تنها یک و قبل از راهاندازی کمباین‌ها اندازه‌گیری شد. از

کالیبراتور مورد استفاده در این تحقیق با الزامات استاندارد IEC 60942 که برای کالیبراتورهای نوع ۱ می‌باشد، مطابقت دارد. در هر ترکیب تیماری حداقل ۵ ثانیه سیگنال صدا ضبط شد که بعد در مرحله تحلیل اولیه داده‌ها در حوزه زمان از ۵ ثانیه سیگنال ضبط شده، ۳ ثانیه‌ای انتخاب گردید که تقریباً یکنواخت بوده و کمترین تغییرات ممکن در بین قله‌های سیگنال انتخاب شده وجود داشته باشد. پس از انجام آزمایش‌ها و جمع‌آوری داده‌های به دست آمده، به کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۷ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و سپس آزمون‌های مقایسه میانگین‌های سطوح آثار اصلی و متقابل متغیرها توسط آزمون چند دامنه‌ای مقایسه میانگین‌های دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تراز صدای منتشره از کمایین جاندیر در جدول ۱ گزارش شده است. همان گونه که در این جدول مشخص می‌باشد، میانگین‌های

تغییرات فشار صدای کمایین‌ها در حوزه زمان مورد استفاده قرار گرفتند عبارت بودند از: میکروفون مدل MP201، پیش تقویت‌کننده مدل MA231 و سامانه جمع‌آوری اطلاعات مدل MC3022 که تمامی آن‌ها ساخت شرکت BSWA بودند. سامانه جمع‌آوری اطلاعاتی مورد استفاده در این تحقیق نسبت به تمامی بسامدهای صوتی دارای حساسیت یکسان بوده و دارای سرعت نمونه‌برداری ۴۴/۱ کیلوهرتز می‌باشد. با توجه به وجود مبدل آنالوگ به دیجیتال ۲۴ بیتی در این سامانه، میزان نویز ذاتی سامانه در حد پایین است.

میکروفون‌های به کار گرفته شده در این تحقیق از نوع ۱ بودند. سیگنال‌های دریافت شده در حین آزمون، با استفاده از نرم‌افزار V1.32 Scope نصب شده بر روی رایانه قابل حمل، ذخیره شدند. قبل از شروع اندازه‌گیری، کالیبراسیون میکروفون‌ها توسط کالیبراتور مدل CA111 که سطح صوت ثابت ۹۴ دسی‌بل را در فرکانس خالص یک کیلوهرتز ایجاد می‌کند، انجام گرفت. با توجه به این که میکروفون‌ها از نوع ۱ انتخاب شدند، کالیبراتور نیز باید از نوع ۱ انتخاب می‌شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تراز فشار صوت کمایین جاندیر

منابع تغییر	دور موتور	نسبت دنده	نوع عملیات	فاصله میکروفون	دور موتور×نسبت دنده	نوع عملیات×دور موتور	فاصله میکروفون×دور موتور	نوع عملیات×فاصله میکروفون	نوع عملیات×فاصله میکروفون×نسبت دنده	فاصله میکروفون×نوع عملیات	فاصله میکروفون×نوع عملیات×دور موتور	نوع عملیات×فاصله میکروفون×دور موتور	فاصله میکروفون×نوع عملیات×دور موتور	خطا				
مجموع مربعات	۸۶۵۶/۴۷۹	۱۰۴۵/۱۷۴	۲۳۴۰۸/۸۶۶	۱۳۴/۰۲۶	۳۲/۳۳۰	۲۰۴/۸۵۸	۲۹/۲۹۲	۱۱۸/۴۸۴	۱۳۷/۱۲۲	۴۴/۱۶۹	۹۰/۳۶۴	۲۸/۰۹۴	۶۵/۸۰۷	۱۲/۹۰۳	۹۲۲/۸۰۳	دور موتور		
درجه آزادی	۱	۴	۳	۴	۱	۳	۴	۱۲	۳	۴	۱۲	۳	۱۲	۱۲	۱۲	۲۹۸	دور موتور	
میانگین مربعات	۸۶۵۶/۴۷۹**	۱۰۴۵/۱۷۴**	۷۸۰۲/۹۵۵**	۳۳/۰۵۶**	۳۲/۳۳۰**	۶۸/۲۸۶**	۷/۳۲۳ ns	۹/۸۷۴**	۴۵/۷۰۷**	۱۱/۰۴۲**	۷/۵۳۰ **	۹/۳۶۵*	۵/۴۸۴ ns	۱/۰۷۵ ns	۲/۰۹۷			
	۲۶/۱۶۰ **	۷۸۰۲/۹۵۵**	۳۳/۰۵۶**	۳۲/۳۳۰**	۶۸/۲۸۶**	۷/۳۲۳ ns	۹/۸۷۴**	۴۵/۷۰۷**	۱۱/۰۴۲**	۷/۵۳۰ **	۹/۳۶۵*	۵/۴۸۴ ns	۱/۰۷۵ ns	۲/۰۹۷				
	۱۰۴۵/۱۷۴**	۷۸۰۲/۹۵۵**	۳۳/۰۵۶**	۳۲/۳۳۰**	۶۸/۲۸۶**	۷/۳۲۳ ns	۹/۸۷۴**	۴۵/۷۰۷**	۱۱/۰۴۲**	۷/۵۳۰ **	۹/۳۶۵*	۵/۴۸۴ ns	۱/۰۷۵ ns	۲/۰۹۷				



جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تراز فشار صوت کمباين سمپو

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
دور موتور	۱۷۶۸/۴۳۴	۱	۱۷۶۸/۴۳۴***
نسبت دندن	۷۳۰/۹۳۴	۳	۲۴۳/۶۴۵***
نوع عملیات	۵۲۵/۲۵۸	۱	۵۲۵/۲۵۸**
فاصله میکروفون	۴۴۵۰/۰۰۲	۳	۱۴۸۳/۳۳۴***
دور موتور×نسبت دندن	۴۴/۴۳۷	۳	۱۴/۸۱۶***
نوع عملیات×دور موتور	۴۸/۰۸۱	۱	۴۸/۰۸۱**
فاصله میکروفون×دور موتور	۵۲/۶۸۵	۳	۱۷/۵۶۲***
نوع عملیات×نسبت دندن	۱۷۱/۹۴۴	۳	۵۷/۳۱۵***
فاصله میکروفون×نسبت دندن	۴۶۷/۸۵۹	۹	۵۱/۹۸۴***
فاصله میکروفون×نوع عملیات	۹۳/۹۹۶	۳	۳۱/۳۳۲***
نوع عملیات×نسبت دندن×دور موتور	۱۱/۰۷۴	۳	۳/۶۹۱ ns
فاصله میکروفون×نسبت دندن×دور موتور	۶۱/۱۷۳	۹	۶/۷۹۷***
فاصله میکروفون×نوع عملیات×دور موتور	۱۰/۱۸۱	۳	۳/۳۹۴ ns
فاصله میکروفون×نوع عملیات×نسبت دندن	۹۷/۹۱۹	۹	۱۰/۸۸۰**
فاصله میکروفون×نوع عملیات×دور موتور×نسبت دندن	۵/۲۲۶	۷	۰/۷۴۷ ns
خطا	۴۳۵/۵۰۰	۱۸۶	۲/۳۴۱

در جداول ۱ و ۲، علائم * و ** به ترتیب سطوح معنی دار ۵% و ۱ درصد و ns عدم معنی داری را نشان می دهد.

همان گونه که پیشتر عنوان گردید با بررسی صدای منتشر شده از کمباين های جاندیر و سمپو در سرعت های دورانی مختلف موتور، مشاهده شد که میانگین های اثر سرعت دورانی موتور بر تراز فشار صوت منتشر شده در آنها در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. شکل ۳ میانگین های اثرات متغیر دور موتور هر دو کمباين را نشان می دهد.

هم چنین بررسی نتایج نشان می دهد که بیشینه افزایش تراز فشار صوت در کمباين جاندیر با تغییر سرعت از آرام به تند برابر ۹/۸ دسی بل بوده است. این میزان برای کمباين سمپو، با تغییر دور از آرام به تند برابر ۵/۱ دسی بل بوده است.

بررسی نتایج تجزیه واریانس تراز فشار صوت ماشین های مذکور نشان داد که اثر نسبت دندن بر تراز فشار صوت ساطع شده از هر دو کمباين در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. اثر تغییر نسبت دندن برای هر دو کمباين در شکل ۴ نشان داده شده است.

بررسی جداول تجزیه واریانس نمایانگر این موضوع است که تغییر نوع عملیات در کمباين های مورد بررسی

اثرات متغیر نسبت دندن، نوع عملیات، فاصله میکروفون، دور موتور در سطح ۱٪ معنی دار شده اند.

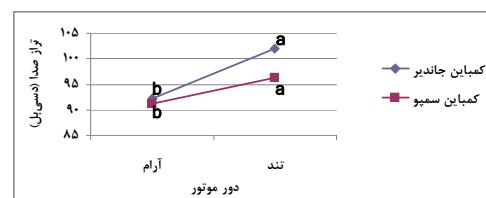
هم چنین در اثرات متقابل متغیرها، میانگین اثرات متقابل فاصله میکروفون، نوع عملیات، دور موتور بر شدت صدا، در سطح ۵٪ معنی دار شده است. میانگین اثرات متقابل نوع عملیات، نسبت دندن و فاصله میکروفون، نوع عملیات، نسبت دندن و هم چنین اثرات متقابل هر چهار متغیر معنی دار نبوده است. میانگین سایر اثرات متقابل در سطح ۱٪ معنی دار شده اند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تراز صدای منتشره از کمباين سمپو نیز در جدول ۲ گزارش شده است. در این جدول به وضوح مشخص است که میانگین های اثر متغیرها نسبت دندن، نوع عملیات، فاصله میکروفون، دور موتور بر تراز صدای منتشر شده از کمباين مذکور در سطح ۱٪ معنی دار شده است. هم چنین به جز اثرات متقابل نوع عملیات، نسبت دندن، دور موتور و فاصله میکروفون، نوع عملیات، دور موتور و اثرات متقابل هر چهار متغیر که معنی دار نبوده است، سایر میانگین اثرات متقابل در سطح ۱٪ معنی دار شده اند.

از هر دو کمباین اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. شکل ۶ اثر فاصله میکروفون بر تراز صدای منتشر شده از کمباین‌های جاندیر و سمپو را نشان می‌دهد.

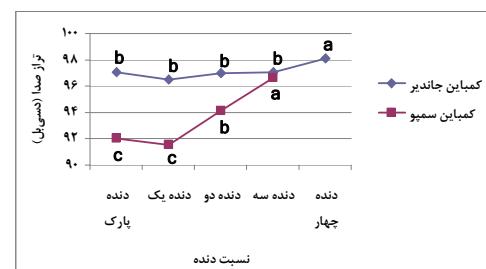
بحث و نتیجه‌گیری

آنچه از روی شکل ۳ می‌توان مشاهده نمود سیر صعودی سطح صدای هر دو کمباین در اثر افزایش سرعت دورانی موتور می‌باشد و این نشان می‌دهد که افزایش سرعت دورانی موتور منجر به افزایش شدت صدا در هر دو آن‌ها می‌شود. نتایج حاصل از کار سایر محققین نیز نشان دهنده این موضوع است که با افزایش دور موتور در ماشین‌های خود محرک، سطح صدا افزایش می‌یابد [۱۰، ۴]. دلیل افزایش تعداد ضربات پیستون در صوت را می‌توان به افزایش تعداد ضربات پیستون در واحد زمان، افزایش سرعت حرکت سیستم انتقال توان و همچنین اثرات اگزوز موتور نسبت داد. علاوه بر این، افزایش ارتعاشات موتور حاصل از افزایش دور موتور باعث افزایش دامنه نوسانات سایر قسمت‌ها از جمله جداره‌ها و قطعات می‌شود؛ بنابراین افزایش دور موتور نه تنها باعث افزایش صدای هوا برد می‌شود بلکه باعث افزایش صدای سازه برد نیز می‌شود.

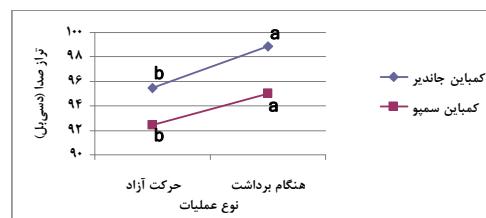
با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که حداقل تغییرات تراز فشار صوت در کمباین جاندیر با تغییر نسبت دندۀ از ۳ به ۴، برابر ۱/۱ دسی‌بل بوده است. در این کمباین با تغییر نسبت دندۀ از حالت پارک به ۱، تغییر ۱ به ۲ و تغییر ۲ به ۳ در سطح صدا افزایش جزئی مشاهده می‌شود. هر چند این تغییر منجر به افزایش سطح صدا شده است اما این مقادیر بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن با احتمال ۹۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در کمباین سمپو نیز حداقل تغییرات تراز فشار صدا با تغییر وضعیت از دندۀ ۲ به ۳ برابر با ۲/۵ دسی‌بل بوده است که این مقدار بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن با احتمال ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در حالیکه تغییر وضعیت از حالت پارک به دندۀ ۱ در تراز صدای منتشر شده از کمباین تفاوت معنی‌داری را نشان



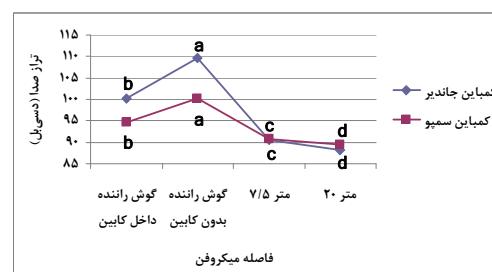
شکل ۳- تراز فشار صوت کمباین‌ها در دوره‌های مختلف موتور



شکل ۴- تراز فشار صوت کمباین‌ها در نسبت‌های مختلف دندۀ



شکل ۵- تراز فشار صوت کمباین‌ها در وضعیت‌های علمیاتی مختلف



شکل ۶- تراز فشار صوت کمباین‌ها در فاصله‌های مختلف میکروفون

در سطح ۱٪ اثر معنی‌داری بر تراز فشار صوت منتشر شده از آن‌ها دارد. این تغییر وضعیت برای هر دو کمباین مورد آزمایش در شکل ۵ نشان داده شده است. بررسی تراز فشار صوت منتشر شده در فواصل مختلف میکروفون در موقعیت‌های گوش راننده و نیز موقعیت اطرافیان نشان می‌دهد که تراز فشار صوت ساطع شده



تغییرات، بیشتر شدن فاصله میکروفون تا منبع تولید صدا و اثرات میرایی محیط می‌باشد. منابع تولید صدا برای هر یک از این ماشین‌ها، باعث ایجاد نوساناتی در ذرات هوا خواهد شد که انتقال این نوسانات توسط ذرات هوا به یکدیگر باعث انتشار صدا می‌گردد. در هنگام انتقال نوسانات ذرات هوا به یکدیگر، مقداری افت انرژی نیز وجود دارد؛ بنابراین زمانی که میکروفون در موقعیت گوش کاربر قرار دارد به دلیل کوتاهی مسیر انتقال، افت انرژی صوتی کمتر از حالتی است که میکروفون در موقعیت اطرافیان قرار گرفته است. به همین ترتیب با تغییر فاصله از موقعیت راننده به فواصل دورتر، صدای دریافت شده کمتر و کمتر می‌شود. محققین دیگر نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته‌اند [۴، ۵].

هم‌چنین از شکل ۶ مشاهده می‌شود که تراز فشار صوت منتشر شده در موقعیت گوش کاربر در حالتی که کمباين‌ها دارای کابین و یا فاقد کابین باشند، متفاوت خواهد بود. همان‌گونه که از این شکل مشاهده می‌شود تراز صدای منتشر شده در کمباين کابین دار جاندیر نسبت به نوع فاقد کابین آن، $9/4$ دسی‌بل کاهش داشته است. این موضوع در کمباين سمپو به میزان $5/7$ دسی‌بل می‌باشد که نتایج مقایسه‌ای تراز فشار صوت هر دو کمباين به طور خلاصه در جدول ۳ آورده شده است. در کمباين‌ها بخشی از امواج صوتی تولید شده که ناشی از موتور و سایر اجزاء محرک آن‌ها می‌باشد به صورت هوابرد منتشر می‌شوند. با توجه به این که بخشی از این امواج در اثر برخورد با سطوح مختلف کابین دچار انعکاس شده و بخشی دیگر جذب این سطوح می‌شوند، طبیعتاً سروصدای منتقل شده به داخل کابین کاهش می‌یابد که با بررسی‌های صورت گرفته توسط سایر محققین مطابقت دارد [۱۱، ۶، ۲]. با نگاهی به جدول ۳ و مقایسه تراز فشار صوت کمباين‌های بدون کابین در موقعیت گوش راننده می‌توان چنین دریافت که بالا بودن تراز فشار صوت کمباين جاندیر به هر ترتیب به دلیل بالا بودن تراز توان منابع تولید صدا از جمله موتور دستگاه می‌باشد؛ اما از سوی دیگر کابین نصب شده بر روی کمباين جاندیر در مقایسه با کمباين سمپو به

نداد. از شکل ۴ هم‌چنین مشاهده می‌شود که در هر دو نوع کمباين، تراز فشار صوت از حالت پارک به دنده ۱ کاهش یافته و با تغییر از دنده ۱ به طرف دندوهای بالاتر، تراز فشار صوت افزایش یافته است. طبیعتاً با افزایش دندوهای سرعت حرکت کمباين افزایش یافته و در نتیجه سروصدای ناشی از حرکت سریع تر لاستیک‌ها بر روی پیست آزمون و هم‌چنین حرکات ارتعاشی قطعات و اجزاء مختلف بیشتر می‌شود؛ بنابراین افزایش تراز صدا با تغییر به سمت دندوهای بالاتر منطقی به نظر می‌رسد که با نتایج تحقیقات دیگر مطابقت دارد [۴، ۵].

بررسی اثرات مربوط به نوع عملیات در کمباين جاندیر نشان می‌دهد که با تغییر وضعیت از حالت حرکت آزاد به حالت حرکت در هنگام برداشت، منجر به افزایش معنی‌داری برابر با $3/4$ دسی‌بل در سطح صدای این کمباين شده است (شکل ۵). در خصوص کمباين سمپو این افزایش به میزان $2/5$ دسی‌بل می‌باشد. افزایش اشاره شده در سطح صدای منتشر شده کاملاً منطقی به نظر می‌رسد؛ زیرا در حالت حرکت در هنگام برداشت، تمامی مکانیسم‌های برداشت کمباين نظیر پلاتفرم برش، سیلندر کوبنده، کاهپران‌ها و الکها در حالت درگیری کامل هستند لذا سروصدای ناشی از حرکت این اجزاء در نهایت به سروصدای سایر قسمت‌ها خواهد افزود.

مطابق شکل ۶، در کمباين جاندیر فاقد کابین، با تغییر فاصله از موقعیت گوش کاربر به فاصله $7/5$ متر و سپس تغییر فاصله از $7/5$ متر به 20 متر، تراز فشار صوت به ترتیب $19/9$ و $2/2$ دسی‌بل کاهش یافته است. این در حالی است که در کمباين سمپو در اثر تغییرات ذکر شده به ترتیب در سطح صدای منتشر شده، کاهش $9/6$ و $1/2$ دسی‌بل مشاهده شد. این موضوع نشان دهنده آن است که در اثر تغییر فاصله میکروفون، در سطح صدا از لحاظ آماری تفاوت قابل توجهی به وجود آمده است. نتایج مربوطه نشان دهنده یک سیر نزولی در سطح صدای هر دو کمباين است که دلیل این

جدول ۳-نتایج مقایسه‌ای تراز فشار صوت کمباین‌ها

تراز فشار صوت (دسی‌بل)		کمباین جاندیر	گوش راننده بدون کابین
تفاوت	کمباین سمپو		گوش راننده داخل کابین
۹/۴	۱۰۰/۳	۱۰۹/۶	گوش راننده بدون کابین
۵/۷	۹۴/۶	۱۰۰/۲	گوش راننده داخل کابین

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که میانگین‌های اثرات متغیر نسبت دنده، نوع عملیات، دور موتور و فاصله میکروفون در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌اند. بررسی‌ها در فواصل مختلف کاری در موقعیت‌های گوش راننده و نیز فواصل ۷/۵ و ۲۰ متری گوش راننده نشان می‌دهد که یک سیر نزولی در سطح تراز فشار صوت منتشر شده از هر دو کمباین در اثر تغییر فاصله میکروفون از گوش راننده وجود دارد. همچنین یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که وجود کابین در هر دو نوع کمباین، تأثیر قابل توجهی بر کاهش تراز فشار صوت دارد. استفاده از کابین در کمباین جاندیر در مقایسه با کمباین سمپو، تراز فشار صوت را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با همکاری شرکت کمباین سازی ایران انجام شد که از حمایت‌ها و همکاری‌های صورت گرفته قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- McBride DI, Firth HM, Herbison GP. Noise exposure and hearing loss in agriculture: a survey of farmers and farm workers in the Southland region of New Zealand. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2003;45(12):1281-1288.
- Sümer SK, Say SM, Ege F, Sabancı A. Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. Applied ergonomics. 2006; 37(6):749-756.
- Meyer RE, Schwab CV, Bern CJ. Tractor noise exposure levels for bean-bar riders. Transactions of the ASAE. 1993;36(4):1049.
- Jaliliantabar F, Rabbani H, Nejat Lorestani A, Javadikia P, Gholami R. Noise evaluation of

میزان بیشتری در کاهش تراز فشار صوت موثر واقع شده است.

مطالعات فراوانی که در گذشته صورت گرفته نشان دهنده آن است که به طور کلی یکی از دلایل کاهش بازده کار، خرابی و تعمیرات تجهیزات و دستگاه‌ها می‌باشد. در این میان یکی از اصلی‌ترین دلایل بروز خرابی‌ها، خستگی و عدم دقت کاربران دستگاه‌ها به شمار می‌آید. در تحقیقی مشخص شد که ۵۸ درصد از خرابی‌ها در زمان برداشت به وسیله کمباین به دلیل بروز خستگی و عدم دقت رانندگان می‌باشد [۲]. با توجه به این که محیط‌های کاری پرسروصدا بر کارآیی ذهن، تمرکز، دقت و زمان واکنش افراد موثرند لذا چنین تاثیراتی در نهایت موجب پایین آمدن کارآیی و بهره‌وری افراد می‌شوند؛ بنابراین محیط کار رانندگان کمباین‌ها باید دارای شرایطی باشد تا عواملی چون سروصدا کمترین تأثیر را بر آنان داشته باشند به گونه‌ای که بتوانند از عهده وظایف عدیده در هدایت و کنترل کمباین برآیند. موثرترین راه کاهش سروصدا، مجزا کردن کاربر از منبع تولید سروصدا از طریق استفاده از کابین می‌باشد. همان گونه که نتایج این مطالعه نشان داد وجود کابین در هر دو نوع کمباین، تأثیر قابل توجهی بر کاهش سروصدا داشت؛ اما آنچه که در مسلم است تعداد کثیری از کمباین‌هایی که در حال حاضر در نقاط مختلف کشور استفاده می‌شوند قادر کابین می‌باشند. در خصوص چنین کمباین‌هایی، استفاده از وسایل حفاظت شناوری کاملاً ضروری است. تمامی محافظهای عملاً سطح صدایی را که به گوش می‌رسد کاهش می‌دهند. این کاهش سطح صدا می‌تواند حدود ۱۵-۳۰ دسی‌بل باشد که همین میزان کاهش صدا نیز می‌تواند بسیار مفید باشد [۲].



MF285 tractor while pulling a trailer in an asphalt road. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2012;14(4):50-55.

5. Monazzam MR, Nadri F, Khanjani N, Ghotbi Ravandi MR, Nadri H, Barsam T, et al. Tractor drivers and bystanders noise exposure in different engine speeds and gears. Journal Mil Med. 2012; 14(2):149-154.

6. Behroozi Lar M, Payandeh M, Bagheri J, Khodarahm Pour Z. Comparison of noise level of tractors with cab and without in different gears on driver ear and bystander. African Journal of Agricultural Research. 2012;7(7):1150-1155.

7. Hassan-Beygi S, Ghobadian B. Noise attenuation characteristics of different road surfaces during power tiller transport. Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal., 2005 March;7.

8. ISO 5131, 1996. Acoustics: Tractors and machinery for agriculture and forestry measurement of noise at operator's position.

9. ISO 7216, 1992. Acoustics: Agricultural and forestry wheeled tractors and self-propelled machines - Measurement of noise emitted when in motion.

10. Ghotbi MR, Monazzam MR, Khanjani N, Nadri F, Momen Bellah Fard S. Driver exposure and environmental noise emission of Massey Ferguson 285 tractor during operations with different engine speeds and gears. African Journal of Agricultural Research. 2013;8(8):652-659.

11. Aybek A, Kamer HA, Arslan S. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. Applied ergonomics. 2010;41(2):274-281.

Comparison of sound pressure level of noise emitted by two conventional combines in Iran and assessment of related factors

M. Lashgari¹, A. Maleki²

Received: 2015/01/05

Revised: 2015/06/04

Accepted: 2015/07/20

Abstract

Background and aims: High levels of noise that most operators of agricultural machinery are exposed to for a long time contribute to cause chronic fatigue and irreversible hearing loss. For this reason, occupational health and safety issues related to such machinery should be considered as a key criterion in the design of agricultural machinery and as a critical factor in the acceptance and sales of these equipment. In this study, some factors affecting the sound pressure level of two combines were evaluated.

Methods: Accordingly, sound pressure level of John Deere 1055 and Sampo 3065 combine harvesters were evaluated at the operator's ear, 7.5 and 20 meters of the device. Measurements were performed using a microphone MP201, preamplifier MA231 and MC3022 data acquisition system. A factorial experiment that arranged as a completely randomized design with four replicates was used and data were analyzed using SPSS software version 17.

Results: The results of this study indicate that different levels of the variable gear ratio, type of operation, engine speed and microphone distance was significant on sound pressure level at 1% level. The results also show that the sound pressure level at the ear position in the combines without cab is greater in comparison to other distances. Sampo and John Deere combine cabs reduce noise level to 5.67 and 9.39 dB, respectively.

Conclusion: The results of this research revealed the existence of a cabin in both types of combine harvesters, had a significant impact on the reduction of noise level that the use of cab in John Deere in comparison to Sampo, reduced noise levels to a greater degree. But what is certain is that large numbers of combine harvesters that currently are used in different regions of the country are without the cabin. Regarding the use of these combine harvesters, hearing protection is absolutely essential.

Keywords: Combine Harvester, Noise, Sound Pressure Level, Cabin.

-
1. (Corresponding author) Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Arak University, Arak, Iran. m-lashgari@araku.ac.ir
 2. Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.