ارزیابی تراز فشار و تحلیل فرکانسی صدای ساطع شده توسط تراکتور باغی

علی ملکی [۱] و مجید لشگری [۲]*

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱

۱- گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲- گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک
*مسئول مکاتبه E-mail: m-lashgari@araku.ac.ir

چکیده

افت شنوایی ناشی از تماس با صدای مضر یکی از مهم‌ترین بیماری‌های شغلی محسوب می‌گردد. مکانیزاسیون کشاورزی با بکارگیری انواع ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات سبب بروز مشکلاتی در خصوص ایمنی و سلامت شغلی برای افراد شاغل در این عرصه می‌شود. در این تحقیق، تعدادی از عوامل موثر بر سروصدای تولید شده در تراکتور باغی گلدونی مدل ۳۴۱ مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور موتور، نسبت‌های مختلف دنده، وضعیت عملیات و فاصله میکروفن بودند. بر این اساس، آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شدند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که سطوح مختلف متغیرهای نسبت دنده، نوع عملیات و فاصله میکروفن در سطح احتمال ۱٪ و دور موتور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده‌اند. نتایج حاصل از تحلیل فرکانسی نیز نشان داد که تراز فشار صدا با توجه به افزایش فرکانس، روند کاهشی داشته و در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز به میزان ۵۶/۶۵ دسی‌بل می‌رسید. هم چنین نتایج نشان می‌دهد که بیشینه فشار صدای این تراکتور برابر ۹۴/۸۷ دسی‌بل بود.

واژه‌های کلیدی: تراکتور باغی، تراز فشار صدا، تحلیل فرکانسی و سروصدا

۱- مقدمه

توسعه بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین سیاست‌های دولت به شمار می‌آید و امروزه توسعه کشاورزی بدون پرداختن به امر مکانیزاسیون تحقق نمی‌یابد. مکانیزه کردن کشاورزی سبب بکارگیری انواع ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات می‌شود. بنابراین در سال‌های آینده به طور قطع بر تعداد و انواع ماشین‌ها و ادوات کشاورزی افزوده می‌شود. این در حالی است که ورود ماشین‌های کشاورزی به مزرعه و باغ، مشکلات فراوانی را در ارتباط با ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار آنها برای کاربران و همچنین کسانی که در اطراف آنها فعالیت می‌نمایند به وجود خواهد آورد. ایجاد سروصدای زیان‌بار و نامطلوب یکی از مهم‌ترین مشکلات این ماشین‌ها و ادوات به شمار می‌آید.

شناخت منابع سروصدا و به کارگیری آموزش‌های صحیح و روش‌های موثر در کاهش تراز صوتی حاصل از آنها، تا حد قابل ملاحظه‌ای از آثار زیان‌بار آلودگی‌های صوتی بر سلامت انسان خواهد کاست. برجسته‌ترین آسیب شنوایی ناشی از سروصدا، از دست رفتن حساسیت شنوایی می‌باشد. در این میان عوامل متعددی باعث بروز افت شنوایی شده، شدت آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از جمله این عوامل می‌توان به طیف فرکانسی، شدت صدا و مدت زمان مواجهه با صدا اشاره نمود. محدوده فرکانس قابل درک برای انسان ۱۶ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است و به طور کلی می‌توان گفت فرکانس‌های پایین، کمتر به سیستم شنوایی آسیب می‌رسانند، در حالی که فرکانس‌های بالا قدرت مزاحمت و آسیب‌رسانی بیشتری دارند. به دلیل وسیع بودن طیف فرکانس قابل درک برای انسان و هم چنین وسیع بودن باند اصوات، در هنگام مطالعه صوت به جای بررسی مقادیر دامنه‌های فشار، توان یا شدت صوت در تک‌تک فرکانس‌ها، محدوده فرکانس صوتی قابل درک را به نواحی قراردادی به نام‌های اکتاو و یک‌سوم اکتاو تقسیم می‌کنند و به هر ناحیه آن یک باند صوتی می‌گویند. در این حالت مطالعه صوت به طور قراردادی در فرکانس مرکزی هر ناحیه انجام می‌گیرد.

موضوع سروصدا و تاثیرات آن بر فعالان بخش کشاورزی از سالیان دور مورد توجه بوده و امروزه نیز همچنان ابعاد مختلف آن در دست بررسی است. به طور قطع افرادی که در امور مختلف کشاورزی مشغول فعالیت هستند در معرض بسیاری از منابع سروصدا قرار دارند و از طرفی برای افرادی که سال‌های طولانی در مواجهه با سروصدا بوده‌اند هنوز خطرات به طور کامل مشخص نشده است (مک براید و همکاران، ۲۰۰۳). کارگران بخش کشاورزی در بین سایر مشاغل از بالاترین میزان افت شنوایی برخوردار هستند. چنین مشکلی ناشی از وجود

مولدهای متعدد سروصدا در مزرعه مانند تراکتورها، کمباین‌ها، چاپرها، اره‌برقی‌ها و خشک‌کن‌ها می‌باشد (بیکر، ۲۰۰۲).

گراندجین (۱۹۸۸) در بررسی آثار صدای منتشر شده به وسیله ماشین‌آلات نشان داد که در ۱۰ سال اول مواجهه با صدا در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و سطح صدای ۱۰۰ دسی‌بل، میزان کاهش شنوایی ۷ دسی‌بل می‌باشد، در حالی که طی مدت ۴۰ سال مواجهه، این میزان به ۱۲ دسی‌بل می‌رسد. همچنین این میزان برای فرکانس ۴۰۰۰ هرتز در همان سطح صدا طی ۱۰ سال مواجهه برابر ۳۰ دسی‌بل گزارش شده است.

سابانچی و همکاران (۱۹۹۳) خصوصیات صدای ساطع شده از تراکتورها و تاثیرات آن بر روی عملکرد و شنوایی کاربران را بررسی نمودند. آنها در گزارش خود بیان کردند که ماکزیمم کاهش شنوایی در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز به دست می‌آید و میانگین کاهش شنوایی برابر ۱۲/۶ دسی‌بل می‌باشد. آنها سطح صدای ساطع شده از تراکتورهای مورد آزمایش خود را ۸۷/۶۳-۷۸/۲۵ دسی‌بل گزارش نمودند. سلکی (۲۰۰۰) مشخص کرد که ۵۶٪ از رانندگان تراکتور دارای افت شنوایی بیشتر از ۲۰ دسی‌بل در محدوده فرکانس‌های ۳ تا ۶ کیلوهرتز بوده‌اند. وی اعلام کرد که در خصوص تراکتورها، بیشترین خطر شنوایی، توسط تراکتورهای با قدرت کم و متوسط با سطح صدای ۱۰۱-۸۴ دسی‌بل ایجاد می‌شود و تراکتورهای پرقدرت سطح صدای کمتری را ایجاد می‌کنند.

سامر و همکاران (۲۰۰۶)، در ۳۷ نوع کمباین مختلف سطح صدا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش فرکانس، میزان سطح صدا در کمباین‌ها تمایل به کاهش داشته است. این در حالی است که میزان سطح فشار صدا برای کمباین‌های بدون کابین، با کابین نصب شده و با کابین اورجینال به ترتیب برابر ۹۰-۸۵ دسی‌بل، ۸۳-۸۱ دسی‌بل و ۸۱-۷۶ دسی‌بل اعلام شده است. آیبک و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی در خصوص عملیات‌های مختلف با تراکتور عنوان نمودند که با افزایش مراکز باند فرکانسی، تراز فشار صوت کاهش می‌یابد. در این تحقیق نشان داده شد که تراکتورهای مجهز به کابین اورجینال در مقایسه با تراکتورهای بدون کابین و تراکتورهای با کابین نصب شده تقلیل سروصدای بهتری به همراه دارند. سارال و آوسیگلو (۲۰۰۲) در تحقیقات خود درباره صدا نشان دادند که استفاده و تولید کابین تراکتور بدون توجه به عایق‌های صوتی و مواد جاذب صدا، تاثیر چندانی بر کاهش سطح صدا برای راننده تراکتور ندارد.

هدف از این مطالعه، ارزیابی تراز صدا و تحلیل فرکانسی طیف باند اکتاو فشار صدای تولید شده توسط تراکتور باغی متداول در ایران تحت شرایط مختلف کاری، در سه محدوده متفاوت بود. این سه محدوده عبارتند از کسی که در کابین راننده مشغول به کار است، کسی که در بیرون کابین و نزدیک آن مشغول به کار است و هم چنین کسی که در فاصله دورتری از تراکتور ایستاده است.

۲- مواد و روش‌ها

در این مطالعه داده‌های سروصدای تراکتور باغی گلدونی مدل ۳۴۱ در شرایط واقعی کاری اندازه‌گیری و ضبط شدند. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل، برپایه طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شدند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور موتور در پنج سطح ۱۰۰۰، ۱۳۰۰، ۱۶۰۰، ۱۹۰۰ و ۲۱۰۰ دور بر دقیقه، نسبت‌های مختلف دنده در چهار سطح خلاص، یک، دو و سه، وضعیت عملیات در دو سطح حرکت در جاده روستایی و هنگام شخم با گاوآهن برگردانددار دو خیش بودند. اندازه‌گیری سیگنال‌های سروصدای تولید شده توسط تراکتور در سه موقعیت متفاوت گوش کاربر، کسی که در نزدیکی تراکتور و در فاصله حدود ۷/۵ متر از آن مشغول به کار است و کسانی که اندکی دورتر و در فاصله حدود ۲۰ متر از آن قرار دارند، صورت گرفت. برای اندازه‌گیری تراز سروصدای تراکتور در موقعیت گوش کاربر، میکروفن با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر نسبت به گوش کاربر قرار داده شد. همچنین برای اندازه‌گیری تراز سروصدای تراکتور در دو موقعیت دیگر، میکروفن‌ها بر روی سه‌پایه در ارتفاع ۱/۲ متر از سطح زمین و در حالت افقی قرار داده شدند.

ویژگی‌های مکان آزمون ماشین‌های مورد نظر بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی استانداردها در نظر گرفته شد. برای این منظور محوطه‌ای باز در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه اراک و با فاصله‌ای مناسب از انواع بازتاب‌کننده‌های صدا از قبیل ساختمان انتخاب شد. در زمان آزمون، سرعت باد کمتر از ۵ متر بر ثانیه و دمای هوای محیط نیز بیشتر از ۵ سانتی‌گراد بود که کاملا مطابق با شرایط مندرج در مقررات آزمون بود.

مطابق استانداردی که این آزمون بر آن اساس صورت گرفت، اختلاف میان تراز فشار صدای اندازه‌گیری شده با منبع صدای در حال کار و تراز فشار صدای زمینه باید حداقل ۶ دسی‌بل و ترجیحاً بیش از ۱۰ دسی‌بل باشد. به منظور اعتبار بخشی به اندازه‌گیری‌های انجام شده، تراز فشار صدای زمینه به تنهایی و قبل از راه‌اندازی تراکتور اندازه‌گیری شد. از آنجایی که تراز فشار صدای زمینه اختلاف لازم را با صدای تراکتور داشت، لذا در این آزمون نیازی به اعمال تصحیحات صدای زمینه نبود. مسیری به طول ۳۰ متر برای حرکت تراکتور در نظر گرفته شد. در فاصله زمانی سپری شده جهت عبور تراکتور در فاصله مذکور، سیگنال‌های سروصدای ساطع شده اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیق تجهیزاتی که جهت اندازه‌گیری تغییرات فشار صدای تراکتور باغی در حوزه زمان مورد استفاده قرار گرفتند عبارت بودند از: میکروفن مدل MP201، پیش تقویت کننده مدل MA231 و سامانه جمع‌آوری اطلاعات مدل MC3022 که تمامی آنها ساخت شرکت BSWA می‌باشند. میکروفن‌های به کار گرفته شده در این تحقیق از نوع ۱ بوده که با الزامات استاندارد IEC 60651 مطابقت دارند. سیگنال‌های دریافت شده در حین آزمون، با استفاده از نرم‌افزار Scope V1.32 نصب شده بر روی رایانه قابل حمل، ذخیره شدند. قبل از شروع اندازه‌گیری، میکروفن‌ها توسط کالیبراتور مدل CA111 که سطح صوت ثابت ۹۴ دسی‌بل را در فرکانس خالص یک کیلوهرتز ایجاد

می‌کند، کالیبره شدند. با توجه به این که میکروفن‌ها از نوع ۱ انتخاب شدند، کالیبراتور نیز باید از نوع ۱ انتخاب می‌شد. کالیبراتور مورد استفاده در این تحقیق با الزامات استاندارد IEC 60942 که برای کالیبراتورهای نوع ۱ می‌باشد، مطابقت داشت. 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 آن وجود داشته باشد. پس از انجام آزمایش‌ها و جمع‌آوری اطلاعات به دست آمده، داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و سپس آزمون‌های مقایسه میانگین‌های سطوح آثار اصلی و متقابل متغیرها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تراز فشار صدا

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تراز صدای منتشره از تراکتور گلدونی در جدول ۱ گزارش شده است. همان گونه که در این جدول مشخص می‌باشد، میانگین‌های اثرات متغیر نسبت دنده، نوع عملیات و فاصله میکروفن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده‌اند. این در حالی است که اثر دور موتور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. هم چنین در اثرات متقابل متغیرها، میانگین اثرات متقابل فاصله میکروفن، نوع عملیات، نسبت دنده بر شدت صدا، در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. میانگین سایر اثرات متقابل در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌اند.

جدول (۱): نتایج تجزیه واریانس تراز فشار صدای تراکتور باغی

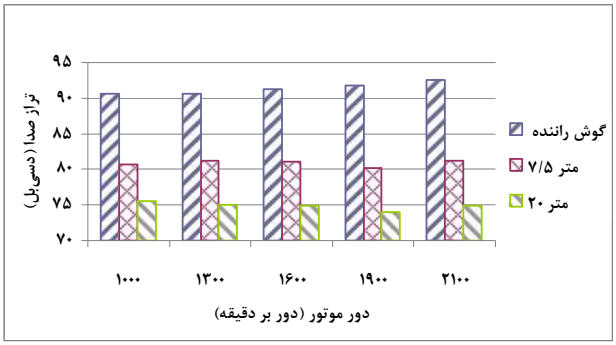
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
دور موتور	۳۱/۱۷۹	۴	۷/۷۹۵*
نسبت دنده	۱۰۱/۸۴۶	۳	۳۳/۹۴۹**
نوع عملیات	۲۶۶/۷۷۲	۱	۲۶۶/۷۷۲**
موقعیت میکروفن	۱۶۷۵۲/۹۹۶	۲	۸۳۷۶/۴۹۸**
دور × دنده	۲۲۲/۲۶۶	۱۲	۱۸/۵۲۲**
عملیات × دور	۵۳/۷۴۸	۴	۱۳/۴۳۷**
فاصله × دور	۸۰/۸۲۰	۸	۱۰/۱۰۳**
عملیات × دنده	۴۹/۳۷۲	۳	۱۶/۴۵۷**
فاصله × دنده	۱۰۱/۰۳۶	۶	۱۶/۸۳۹**
فاصله × عملیات	۴۵/۷۹۲	۲	۲۲/۸۹۶**
عملیات × دنده × دور	۱۳۵/۹۶۰	۱۲	۱۱/۳۳۰**
فاصله × دنده×دور	۲۲۷/۸۲۹	۲۴	۹/۴۹۳**
فاصله × عملیات × دور	۱۰۷/۲۷۳	۸	۱۳/۴۰۹**
فاصله × عملیات × دنده	۴۵/۴۷۵	۶	۷/۵۷۹*
فاصله × عملیات × دور × دنده	۱۵۱/۵۱۵	۲۴	۶/۳۱۳**
خطا	۶۶۷/۸۶۷	۲۴۰	۲/۷۸۳

علائم * و ** به ترتیب سطوح معنی‌دار ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

شکل‌های ۱ تا ۳ تراز فشار صدای تراکتور را در فواصل مختلف میکروفن و به ترتیب برای عملیات‌ها، دنده‌ها و دورهای مختلف نشان می‌دهند. آنچه از روی این شکل‌ها می‌توان مشاهده نمود تراز صدای منتشر شده در موقعیت گوش راننده بالاتر از ۹۰ دسی‌بل می‌باشد. این در حالی است که تراز صدای منتشر شده تراکتور در دو موقعیت ۷/۵ و ۲۰ متر به ترتیب حدود ۸۰ و ۷۵ دسی‌بل می‌باشد.

شکل (۱): تراز فشار صدای تراکتور برای نوع عملیات در موقعیت‌های مختلف میکروفن

شکل (۲): تراز فشار صدای تراکتور برای نسبت دنده‌ها در موقعیت‌های مختلف میکروفن



شکل (۳): تراز فشار صدای تراکتور برای دورهای موتور در موقعیت‌های مختلف میکروفن

مقادیر حد تماس شغلی صدا و مدت مواجهه با آن به شرایطی اشاره دارد که چنانچه کلیه شاغلان به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند، آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ظاهر نشود. الگوی مورد پذیرش در ایران که توسط کمیته

فنی بهداشت حرفه‌ای کشور ارائه شده تراز فشار صوت مجاز ۸۵ دسی‌بل در شبکه A برای ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی را اعلام نموده است. بر اساس این الگو به ازای افزایش ۳ دسی‌بل در تراز فشار صوت، مدت زمان مواجهه نصف می‌گردد.

همان گونه که پیشتر عنوان گردید میزان تراز صدای دستگاه در موقعیت گوش کاربر بالاتر از ۹۰ دسی‌بل و بیشینه فشار صدای این تراکتور برابر ۹۴/۸۷ دسی‌بل می‌باشد که مطابق استاندارد صدای ایران این مقدار فراتر از حد مجاز بوده و مدت زمان مجاز استفاده از این دستگاه بدون بکارگیری عایق‌صوتی در گوش راننده، کمتر از ۲ ساعت در طول روز خواهد بود. در صورتی که این مقدار برای کسانی که در فاصله ۷/۵ متری قرار دارند در حد استاندارد بوده و برای افرادی که در فواصل دورتر مستقر می‌باشند هیچ گونه مخاطره صوتی نخواهد داشت.

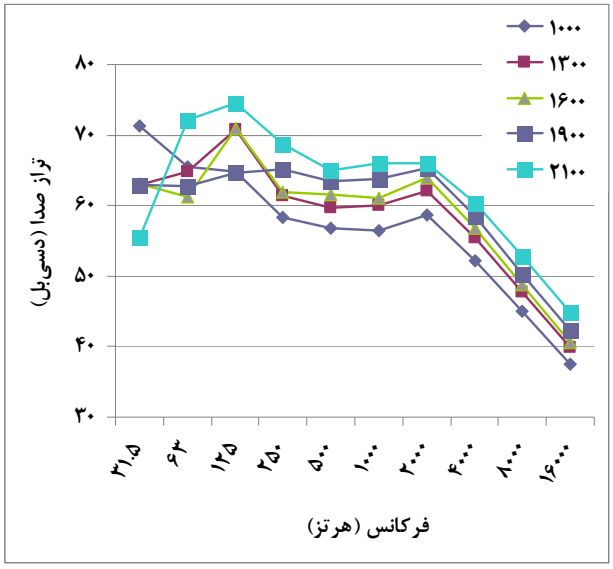
۳-۲- تحلیل فرکانسی باند اکتاو

شکل‌های ۴ تا ۷ تغییرات فشار صدا را به ترتیب در اثر تغییر دور موتور، عملیات‌های مختلف، نسبت‌های مختلف دنده و فاصله میکروفن در فرکانس‌های مرکزی باند اکتاو برای تراکتور نشان می‌دهد. مطابق این شکل‌ها، روند کاهش فشار صدا با افزایش فرکانس در تمامی نمودارها قابل مشاهده است. نتایج حاصل از کار حسن‌بیگی و قبادیان (۲۰۰۵) و آیبک و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیانگر همین موضوع است. نکته قابل توجه در این شکل‌ها این است که در گستره فرکانس‌های پایین (۵۰۰-۳۱/۵ هرتز)، فشار صدا با نوسانات بیشتری همراه است. این در حالی است که در گستره فرکانس‌های متوسط و بالا (۱۶۰۰۰-۵۰۰ هرتز)، نوسانات کمتری دیده می‌شود.

حساسیت گوش انسان بستگی به فرکانس صوت دارد. این بدین معنی است که گوش انسان به بعضی از فرکانس‌ها حساسیت بیشتری دارد. بیشترین حساسیت گوش در محدوده ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز و به ویژه حدود ۴۰۰۰ هرتز می‌باشد (سابانچی ۱۹۹۹، ساندرس و مک‌کورمیک ۱۹۹۲ و گراندجین ۱۹۸۸). همان گونه که از شکل‌های ۴ تا ۷ مشخص می‌باشد تراز فشار صدای تولید شده در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز که گوش انسان در آن از حساسیت بالاتری برخوردار است به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش داشته است. در واقع به استثنای حالت گوش راننده (شکل ۷)، در سایر حالت‌ها تراز صدا کم‌تر از ۶۰ دسی‌بل و میانگین آن به میزان ۵۶/۶۵ دسی‌بل می‌باشد. در مجموع با توجه به عدم حساسیت گوش انسان به فرکانس‌های پایین، چنین نوساناتی در فشار صدا در فرکانس‌های پایین عملاً قابل چشم‌پوشی است.

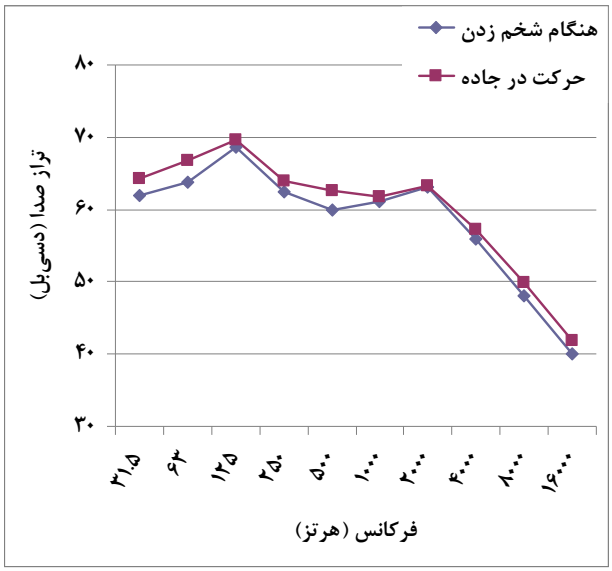
از بررسی این شکل‌ها دریافت می‌شود که هر چهار نمودار در فرکانس‌های ۱۲۵ و ۲۰۰۰ هرتز دارای نوسان قابل توجه می‌باشند. این موضوع نشان دهنده این است که تراکتور مورد آزمون دارای مولفه‌های فرکانسی قوی در باندهای فرکانس مرکزی ذکر شده می‌باشد. به طور حتم، این تراکتور دارای قطعه محرکی است که چنین فرکانسی را تولید می‌کند. برای بررسی بیشتر این موضوع ضرورت دارد که اصوات حاصل از قسمت‌های مختلف تراکتور به طور مجزا مورد تحلیل و بررسی فرکانسی قرار گیرد تا بتوان با شناسایی قسمت مورد نظر، راهکاری جهت کاهش فشار صدای آن قسمت در نظر گرفت.

آنچه از روی شکل ۴ می‌توان مشاهده نمود، افزایش فشار صدای تراکتور در اثر افزایش سرعت دورانی موتور می‌باشد. نتایج حاصل از کار قبادیان (۱۹۹۴) و میر و همکاران (۱۹۹۳) نیز تایید کننده این موضوع است که با افزایش دور موتور در ماشین‌های خود محرک، سطح صدا افزایش می‌یابد. دلیل این افزایش را شاید بتوان به اثرات اگزوز موتور در سرعت‌های دورانی بالاتر ارتباط داد (ساگس ۱۹۸۷ و ساتیانارایانا و مونجال ۲۰۰۰).



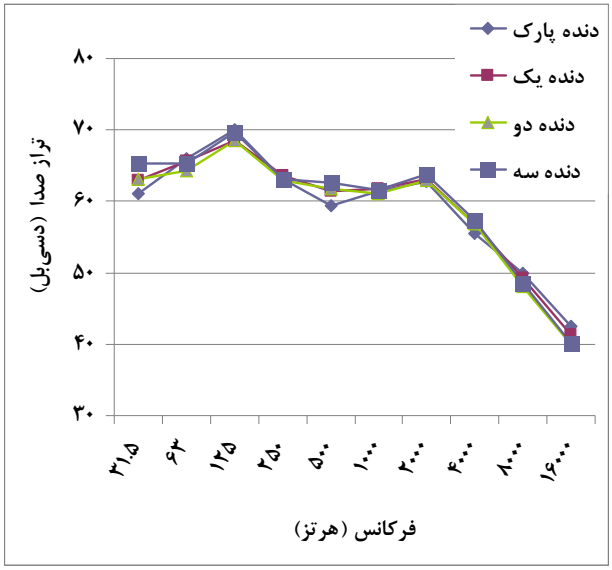
شکل (۴): طیف باند اکتاو تراز صدای تراکتور در دورهای مختلف موتور

بررسی اثرات مربوط به نوع عملیات در این تراکتور نشان می‌دهد که تغییر وضعیت از حالت حرکت در جاده روستایی به حالت حرکت در هنگام شخم، منجر به کاهش سطح فشار صدای این تراکتور می‌شود که کاهش اشاره شده کاملا منطقی به نظر می‌رسد (شکل ۵). در زمان شخم، گاوآهنی که در داخل خاک قرار می‌گیرد همانند یک تکیه‌گاه، تراکتور را نگه داشته و به تبع آن لرزش اجزاء تا اندازه‌ای گرفته می‌شود. در نتیجه سروصدای ناشی از حرکت این اجزاء کاهش می‌یابد. از طرفی با توجه به این که حرکت در هنگام شخم بر روی سطحی صورت می‌گیرد که در مقایسه با جاده روستایی از فشردگی کمتری برخوردار است لذا این سطح تا اندازه‌ای باعث میرایی ارتعاشات اجزاء می‌شود.



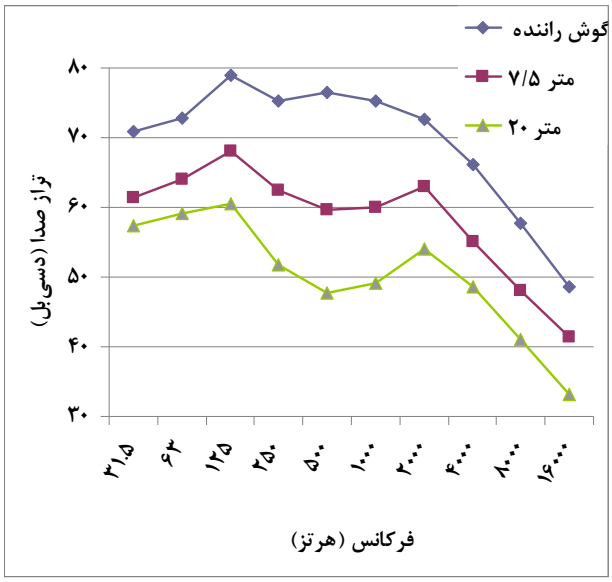
شکل (۵): طیف باند اکتاو تراز صدای تراکتور در عملیات‌های مختلف

از شکل ۶ نیز مشخص می‌شود که در اثر افزایش نسبت دنده، فشار صدای منتشر شده از تراکتور افزایش یافته است. طبیعتا با افزایش دنده‌ها، سرعت حرکت تراکتور افزایش یافته و در نتیجه سروصدای ناشی از حرکت سریع‌تر لاستیک‌ها بر روی پیست آزمون بیشتر می‌شود. بنابراین با افزایش دنده، افزایش تراز صدا منطقی به نظر می‌رسد. اما با توجه به این موضوع که سرعت حرکت در دنده سه کمتر از ۴ کیلومتر بر ساعت می‌باشد لذا سروصدای ناشی از حرکت لاستیک‌ها در دنده‌های مختلف، بسیار به هم نزدیک هستند.



شکل (۶): طیف باند اکتاو تراز صدای تراکتور در دنده‌های مختلف

شکل ۷ نشان می‌دهد که فشار صدای منتشر شده با تغییر فاصله از موقعیت گوش کاربر به فاصله ۷/۵ متر، فشار صدای منتشره با کاهش روبرو بوده است. دلیل این تغییرات، بیشتر شدن فاصله میکروفن تا منبع تولید صدا و اثرات میرایی محیط می‌باشد (آتنبرو و همکاران، ۲۰۰۰). 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 وجود دارد. بنابراین زمانی که میکروفن در موقعیت گوش کاربر قرار دارد به دلیل کوتاهی مسیر انتقال، افت انرژی صوتی کمتر از حالتی است که میکروفن در موقعیت اطرافیان قرار گرفته است. به همین جهت صدای دریافت شده با تغییر فاصله از موقعیت راننده به فواصل دورتر، کمتر و کمتر می‌شود. بررسی‌های انجام شده توسط حسن‌بیگی و قبادیان (۲۰۰۵) و میر و همکاران (۱۹۹۳) بیانگر این است که با افزایش فاصله میکروفن از ماشین‌ها، سطح صدا کاهش می‌یابد. این در حالی است که با تغییر فاصله از ۷/۵ متر به ۲۰ متر، تفاوت قابل توجهی در سطح صدا به وجود نمی‌آید.



شکل (۷): طیف باند اکتاو تراز صدای تراکتور در فواصل مختلف

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 تراکتورها باید دارای شرایطی باشد تا عواملی چون سروصدا کمترین تاثیر را بر آنان داشته باشند به گونه‌ای که بتوانند از عهده وظایف عدیده در هدایت و کنترل آن برآیند. روش‌های کاهش سروصدا در ماشین‌ها به طور کلی به دو صورت امکان‌پذیر خواهد بود. روش فعال که از طریق کاهش سروصدای تولید شده به وسیله منابع تولید سروصدا از جمله موتور صورت می‌گیرد و روش منفعل که از طریق استفاده از کابین با طراحی ارگونومیک صورت می‌پذیرد (بیلسکی، ۲۰۱۲). آن چه که مسلم است تراکتورهای باغی که در حال حاضر در نقاط مختلف کشور استفاده می‌شوند فاقد کابین می‌باشند. در خصوص چنین تراکتورهایی، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی کاملا

ضروری است. تمامی محافظها برای حفاظت شنوایی کاربر بوده و عملا سطح صدایی را که به گوش می‌رسد کاهش می‌دهند.

۴- نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های این پژوهش را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

میانگین‌های اثرات متغیر نسبت دنده، نوع عملیات و فاصله میکروفن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده‌اند. این در حالی است که اثر دور موتور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است.

تراز فشار صدا با توجه به افزایش فرکانس روند کاهشی داشته و در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز که گوش انسان از حساسیت بالاتری برخوردار است به میزان ۵۶/۶۵ دسی‌بل می‌باشد. در گستره فرکانس‌های پایین، فشار صدا با نوسانات بیشتری همراه است. این در حالی است که در گستره فرکانس‌های متوسط و بالا، نوسانات کمتری دیده می‌شود.

افزایش دور موتور و تغییر نسبت دنده به سمت دنده‌های بالاتر، باعث افزایش فشار صدای منتشره خواهد شد. هم چنین تغییر وضعیت عملیاتی از حرکت آزاد به حالت برداشت و کاهش فاصله میکروفن موجب افزایش فشار صدا می‌شود.

منابع مورد استفاده

Attenborough, K., T. Waters-Fuller, K.M. Li, and J.A. lines. 2000. *Acoustical properties of farmland*. Journal of Agricultural Engineering Research, 76: 183- 195.

Aybek, A., H. Atil Kamer, and S. Arslan. 2010. *Personal noise exposures of operators of agricultural tractors*. Applied Ergonomics, 41: 274-281.

Baker, D. E. 2002. Noise: The Invisible Hazard, *Department of Agricultural Engineering.* University of Missouri-Columbia.

Bilski, B. 2012. *Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators*. Applied Ergonomics (In press).

Ghobadian, B. 1994. *A parametric study on diesel engine noise*. Ph. D. dissertation, Roorkee, India: Roorkee University. Department of Mechanical and Industrial Engineering.

Grandjean, E. 1988. *Acoustic noise Emitted by Machinery and Equipment measurement of Emission Sound Pressure Levels at a Work Station and at Other Spec- i* .ed Positions-survey Method in Situ. ISO 11202. Switzerland.

Hassan Beygi, S. R., and B. Ghobadian. 2005. *Noise Attenuation Characteristics of Different Road Surfaces During Power Tiller Transport*. Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal. Vol. VII. Manuscript PM 04 009. Retrieved May 10, 2009, from http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal.

McBride D. I., H. M. Firth, and G. P. Herbison. 2003. *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. 45(12): 1281 –1288.

Meyer, R. E., C. V. Schwab, and C. J. Bern. 1993. *Tractor noise exposure levels for bean-bar riders*. ASAE Trans.

36: 1049-1056.

Sabanci A., I. Akinci, F. Ozsoy, C. Ozsahinoglu, and M. Kiroglu. 1993. *Noise analysis of agricultural tractors and its effects on hearing ability*. Proceedings of the 4th Congress of Ergonomics, Dokuz Eylul University, Faculty of Mechanical Engineering, National Productivity Center Publication, 509: 304-310, Turkey.

Sabanci, A.,1999. *Ergonomics, first ed. Baki Publishing* Inc., Adana. Publication No.13.

Sanders, M. S., and E. J. McCormick,. 1992. *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill International Editions, Singapore. Psychology Series.

Saral, A. and A. Avcioglu. 2002. *Motorlar ve Traktorler*. Ankara universitesi Ziraat Fakultesi. Yayin No. 1529. Ankara.

Sathyanarayana, Y,. and M. L Munjal. 2000. *A hybrid approach for aeroacoustic analysis of the engine exhaust system*. Applied Acoustics, 60: 425-450.

Solecki L. 2000. *Duration of exposure to noise among farmers as an important factor of occupational risk*, Ann agricultural and environmental medicine, 7: 89-93.

Suggs, C. W. 1987. *Noise characteristics of field equipment*. ASAE Paper No.87-1598.

Sumer, S. K., S. M. Say, F. Ege, and A. Sabanci. 2006. *Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab*. Applied Ergonomics, 37: 749 –756.

Assessment of Noise Pressure Level and Frequency Analysis of Garden Tractor

A. Maleki[1] and M. Lashgari[2*]

Received:4 Apr 2013 Accepted: 22 Dec 2013
[1]Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[2]Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Arak University, Arak, Iran
*Corresponding author: E-mail: m-lashgari@araku.ac.ir

Abstract

Accelerated development of agricultural mechanization is causing problems on occupational health and safety for people working in different fields of agriculture. Noise is considered as one of the most debilitating conditions in farming and therefore, a comprehensive investigation in this relation is required. In this study, some factors affecting the noise generated by a Goldoni garden tractor were evaluated. Studied factors were including engine speed, gear ratios, type of operation and microphone distance. In this relation, factorial experiments in randomized complete block design with three replicates were performed. The results of this study indicated that different levels of gear ratio, type of operation and microphone distance at level of 1% and engine speed is significant at 5% are significant variables. Also the results of this study revealed that sound pressure level decreases with increasing center frequencies. At center frequency of 4000 Hz, it was 56.65 dB. According to the results, the maximum sound pressure of this garden tractor was 94.87 dB.

Keywords: Garden Tractor, Noise, Sound Pressure Level and Frequency Analysis.