ارزیابی آلایندگی صوتی روتیواتور تیغه دندانه‌ای از لحاظ ارگونومی

بهزاد نوری[1*]، مرتضی قاری[1] و رضا یگانه[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام، behzadnouri@ymail.com

۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام

چکیده

در ایران به علت کوچک بودن مزارع و باغات برای عملیات خاک‌ورزی استفاده از تراکتورهای گلدونی مرسوم است. علی رغم مشکلات ناشی از لغزش و سروصدای این ماشین ها و آثار سوء همه جانبه بر کاربران و اطرافیان، تا کنون تحقیقات جامعی از نظر بررسی ارگونومیکی روی آنها انجام نگرفته است. از این رو مقاله حاضر نتیجه پژوهشی است که بر روی روتیواتور تیغه دندانه-ای متصل به تراکتور گلدونی صورت گرفت. مکان آزمون بر اساس استاندارد های بین المللی مهیا گردید. سپس سیگنال های سروصدای ساطع شده از دستگاه اندازه گیری شده و در حوزه زمان و فرکانس در محدوده شنوایی انسان(۲۰-۲۰۰۰۰ هرتز) مورد تحلیل قرار گرفت. طبق داده‌های به دست آمده از آزمایشات مشخص شد که شدت تراز صدا در موقعیت گوش راننده در دور موتور ۲۵۰۰ دور بر دقیقه در دنده های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر ۸۲/۲۴، ۸۸/۳۴، ۸۶/۵۲ و ۸۵/۲۰ دسی بل است و نوع دنده نقش تعیین کننده‌ای در تولید سر و صدا دارد. شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان کمتر از حد استاندارد ۸۵ دسی بل به دست آمد. میانگین بیشترین شدت تراز صدا هنگام استفاده از دنده ۲ در موقعیت گوش راننده به دست آمد که از لحاظ ارگونومی صوتی مشکلاتی در پی خواهد داشت. در نهایت روش‌هایی جهت جلوگیری از آسیب دیدگی نسبت به راننده و اطرافیان در حین کار با روتیواتور متصل به تراکتور گلدونی در دور مشخصه از جمله رعایت ساعات کاری طبق استاندارد و استفاده از محافظ ایمنی پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی : ارگونومی، تراکتور گلدونی، روتیواتور، صوت.

مقدمه

در ایران به علت کوچک بودن مزارع و باغات برای عملیات خاک‌ورزی استفاده از تراکتورهای گلدونی مرسوم است. ورود تراکتورها و ماشین‌آلات کشاورزی به مزرعه مشکلات بسیاری را در ارتباط با ایمنی و سلامت شغلی حاصل از این دستگاه‌ها برای کاربران آنها و نیز کارگران مشغول به کار در مزرعه به وجود آورده است که از آن جمله می‌توان به سر و صدای حاصل از کار این ادوات اشاره نمود (Brown,1988). تراز صدای بلند به حدی که به سیستم شنوایی انسان آسیب می رساند را به عنوان سروصدا تعریف کرده، می خواهد این صداها خوشایند باشند یا نباشند (Crocker, 1998). مهم ترین آثار نامطلوب سروصدا بر روی انسان مواردی مانند افت شنوایی دایم و موقت، اثر روی سیستم بینایی، اثر روی سیستم تعادلی، ایجاد حالتهای گیجی، تهوع، اختلال در راه رفتن، کاهش بازده کار و افزایش ریسک حوادث آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند افزایش ضربان قلب، فشار خون، مصرف اکسیژن و تعداد تنفس می باشد(Irwin and Graf, 1979). از دیگر عوارض سرو صدای محیطی می توان به آثار آن به روح و روان اشاره کرد که به طور غیرمستقیم عوارض جسمانی را به همراه دارد(Durgut and Celen, 2004). از آن جایی که سروصدا سلامتی انسان را به مخاطره می اندازد انجمن ها و سازمان های ایمنی و بهداشت حرفه ای در کشور های مختلف قوانینی را برای محدود کردن ساعت کار افراد در چنین محیط هایی وضع نموده اند. از جمله این مقررات می توان به قوانین انستیتو حفاظت وبهداشت حرفه ای[1] اشاره نمود (Anonymous, 1996a). بنا به تعریف قرار گرفتن در معرض تراز سروصدای به مدت 8 ساعت در روز را یک دوز مجاز سروصدا می‌گویند (Anonymous, 1996b). باید توجه داشت که در قوانین نیوش (جدول۱) دو عامل مهم وجود دارد یکی شدت صوت که بیانگر انرژی صوتی است و دیگری مدت زمانی است که شخص در معرض این انرژی صوتی قرار گرفته است (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳).

جدول **۱**. ساعات پیشنهادی مجاز در معرض شدت صوت (NIOSH, 2010)

شدت صوت (dbA)	۸۵	۸۸	۹۱	۹۴	۹۷
زمان مجاز قرارگیری در معرض صدا (ساعت)	۸	۴	۲	۱	۰/۵

از آن جا که میانگین میزان سروصدای روزانه در ماه های مختلف سال در محدوده ۸۰ تا ۸۵ دوز می باشد (Solecki, 1998). وقتی که سطح سروصدا به خصوص در طی شب بیش از ۳ دسی بل و در طی روز بیش از ۵ دسی بل نسبت به سر و صدای زمینه افزایش یابد به عنوان صدای غیر قابل تحمل طبقه بندی می‌شود (دهپور، ۱۳۸۱). با توجه به این که مدت زمان

[1] - (National Institute for occupational Safety and Health) (NIOSH)

کارهای مزرعه در روز معمولا بیشتر از ۸ ساعت می باشد، توصیه شده تراز صدا بیشتر از ۸۵ دسی بل نباشد(NIOSH, 2010). محافظ‌های گوش موثرترین حفاظ در مقابل سروصدا هستند و از ناراحتی و عفونت‌های گوش جلوگیری می‌کنند (دهپور، ۱۳۸۱).

بررسی‌های(Broste et al, 1989) همچنین (Dennis and May, 1995) نشان دادند که تراز فشار صدا در موقعیت گوش راننده تراکتورهای بدون اتاقک یا با اتاقک با پنجره‌های باز بسیار بیشتر از حد استاندارد بوده و در مواردی تراز سروصدا بالاتر از ۹۵ dB(A) بوده است. (Bean, 1995) گزارش کرد که اکثر تراکتورهای امروزی، تراز سروصدای بالاتر از ۹۰ dB(A) تولید می‌کنند، در حالی که سایر ماشین‌های مزرعه مانند کمباین‌های خود محرک، ماشین ذرت چین، آسیاب چکشی و خشک کن‌ها ترازهای صدای بالاتر از ۱۰۰dB(A) تولید می‌کنند. (Crocker and Ivanov, 1993) مشخص کردند که ۲۰ ٪ از رانندگان تراکتور مشکل افت شنوایی دارند و از بین ۲۲۰۴ راننده تراکتوری که در نمایشگاه کشاورزی معاینه شدند، ۳۳ ٪ دارای اختلال در سیستم شنوایی بوده‌اند. هم‌چنین بر اساس نتایج محققان ایتالیایی، افرادی که در حدود ۲۰ سال راننده تراکتور بوده‌اند، عملا همه (۹۳ ٪ از این افراد) دارای مقداری افت شنوایی هستند که ۳۴ ٪ از آنها اختلالات شنوایی مهمی را تحمل می‌کنند و وضعیت در ۳ ٪ از آنها بسیار وخیم بوده است. تحقیقات (Solecki, 1998) مشخص کرد که ۵۶ ٪ از رانندگان تراکتور تحت مطالعه دارای افت شنوایی غیر قابل تحمل بیشتر از ۲۰ dB(A) در محدوده فرکانس‌های ۳ تا ۶ کیلوهرتز در مقایسه با گروه شاهد با همان سن بوده‌اند و این مسئله بیشتر برای رانندگان با سن بالای ۳۰ سال بوده است. (Kang et al, 1988) تحقیقی پیرامون مسایل ارگونومیکی حاصل از استفاده از تراکتورهای دو چرخ با توان ۸ اسب بخار در بین ۲۰۰ کشاورز و ۱۰۰ آموزش دهنده ماشین‌های کشاورزی انجام دادند، مشخص شد که ارتعاش و سروصدا سهم عمده‌ای در ایجاد صدمات در افراد تحت بررسی داشته‌اند (Bordia and Fiala, 1995) بیان کردند که تراز بالای سروصدای ایجاد شده توسط تراکتورهای دوچرخ سبب شده که محققان به تحقیق پیرامون استفاده از موتورهای الکتریکی به جای موتورهای احتراق داخلی در این گونه تراکتورها بپردازند.

بررسی ها نشان می دهند که تا کنون در ارتباط با این موضوع در ایران مطالعه نشده است. تولید سروصدا از مشکلات اساسی ماشین های کشاورزی است و این مسئله به ویژه در مورد ماشین های دارای موتور های کوچک که وزن، فضا و محدودیت های دیگر اجازه نصب تجهیزات کافی جاذب سروصدا بر روی آن‌ها را نمی‌دهد بیشتر صدق می کند. با مطالعه و تحقیق در زمینه آلودگی صوتی ادوات کشاورزی و یافتن راه حل مناسب جهت جلوگیری از آسیب دیدگی می‌توان ساعات کاری استفاده از ادوات را افزایش داد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه برای انجام آزمون‌ها از تراکتور گلدونی ساخت کشور ایتالیا مدل ۳۲۰ و روتیواتور تیغه دندانه‌ای (شکل ۱) با مشخصات موجود در جدول ۲، استفاده شد. محل آزمون از فضای موجود در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی استانداردها و انجمن مهندسان خودرو انتخاب گردید. به طوری که ناحیه اندازه‌گیری مکانی

مسطح و باز و دارای پوشش عاری از خاکستر یا برف و سطوح منعکس کننده بزرگ مانند ساختمان ها ماشین های دیگر، تابلو های تبلیغاتی و درختان در فاصله ای با شعاع حداقل۱۵ متر از محدوده محل آزمون یا میکروفون قرار داشته باشد. سرعت باد در هنگام اندازه گیری کمتر از ۵ متر بر ثانیه یا ۱۹ کیلومتر بر ساعت بود. علاوه بر این ممنوعیت اندازه‌گیری در هنگام باریدن برف یا باران یا رعد و برق و این که ترازصدای محیط باید حداقل ۱۰ دسی بل کمتر از تراز صدای مورد اندازه گیری باشد رعایت شد.

شکل ۱. تیغه‌های دندانه‌ای روتیواتور

جدول ۲ : مشخصات روتیواتور

تعداد واحد روی محور	۵
تعداد تیغه در هر واحد	۴
شکل تیغه‌ها	C شکل
نوع تیغه‌ها	دندانه‌ای
عرض روتیواتور	۱۵۰ سانتی‌متر
نوع اتصال	سه نقطه‌ای
عمق کار	۱۵ سانتی متر
تعداد کفشک	۲

برای بررسی آثار سروصدای روتیواتور تیغه دندانه‌ای متصل به تراکتور گلدونی بر روی راننده و اطرافیان اندازه گیری‌ها به دو صورت زیر انجام شد:

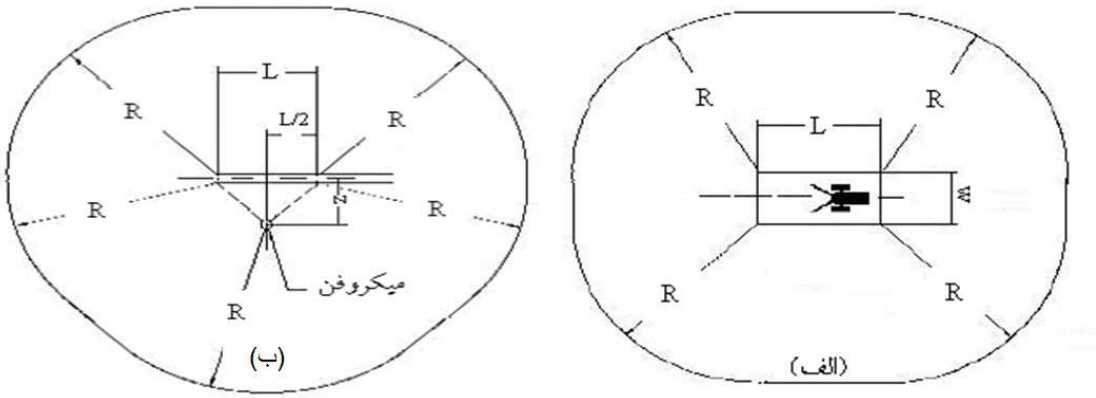
الف) اندازه گیری طیف سروصدا در موقعیت گوش راننده

ب) اندازه گیری طیف سروصدا در موقعیت اطرافیان

ابعاد ناحیه اندازه گیری صدا در حال انجام آزمایش در موقعیت راننده و اطرافیان به ترتیب در شکل ۲(الف و ب) نشان داده شده است(حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳).

در شکل ۲ (الف)، فاصله R حداقل ۱۵ متر، طول مسیر حرکت L حداقل ۱۰ متر و عرض محدوده حرکت W حداقل ۱ متر می‌باشد.

در شکل ۲ (ب)، فاصله R حداقل ۳۰ متر، طول مسیر حرکت L حداقل ۱۴/۵ متر، میکروفون به صورت افقی در ارتفاع ۱/۲ متر از سطح مسیر آزمون و فاصله Z حداقل ۷/۵متر از خط مرکزی عبور تیلر می‌باشد.



شکل ۲. ابعاد ناحیه اندازه‌گیری (الف): در موقعیت گوش راننده، (ب): در موقعیت اطرافیان

در اندازه گیری طیف تراز سروصدای تیلر در موقعیت گوش راننده میکروفون به صورت افقی و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از گوش راست راننده قرار گرفته شد. برای انجام اندازه‌گیری ها از دستگاه صوت سنج Lutron مدل SL-4013 استفاده شد. سیکل ذخیره داده‌ها بر روی ۳ ثانیه تنظیم شد. برای محاسبات داده‌ها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها در ۳ تکرار و طبق شرایط بیان شده انجام گرفت و پس از محاسبه میانگین داده‌های آزمون در هر تکرار و مقایسه آن‌ها بر طبق استاندارد بیان شده نیوش، داده‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

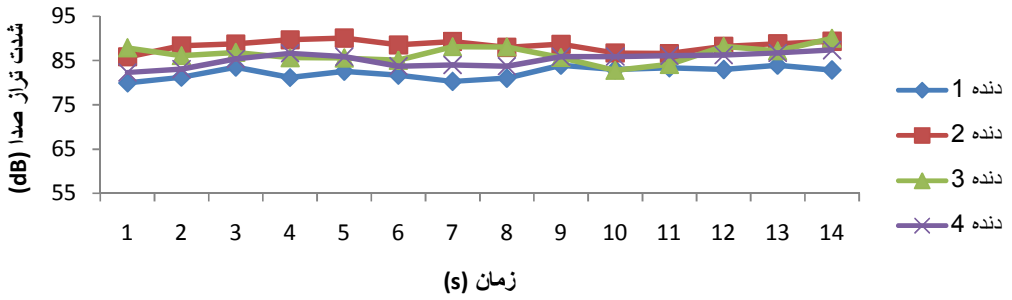
میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده در سمت راست گوش راننده و در موقعیت اطرافیان طبق جدول ۳ (برهمکنش اثر نسبت دنده جعبه دنده و موقعیت میکروفون) به دست آمد.

جدول۳. تاثیر موقعیت میکروفون و نسبت دنده بر مقادیر صدای کلی بر حسب (dBA)

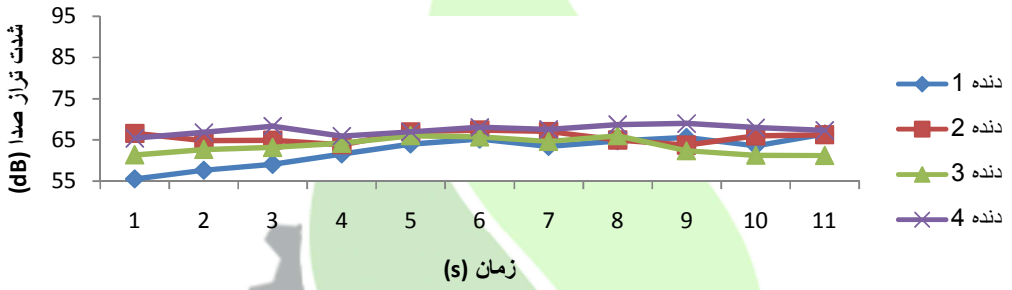
نسبت دنده جعبه دنده	۱	۲	۳	۴
موقعیت میکروفون برای راننده	۸۲/۲۴	۸۸/۳۴	۸۶/۵۲	۸۵/۲۰
موقعیت میکروفون برای اطرافیان	۶۲/۴۳	۶۵/۶۸	۶۳/۴۹	۶۷/۴۴

واضح است که میانگین شدت تراز صوت در دور ۲۵۰۰ دور بر دقیقه، در دنده‌های ۲، ۳ و ۴ بیشتر از حد استاندارد نیوش بوده و مشکلاتی از لحاظ ارگونومی در پی خواهد داشت. میانگین شدت تراز صدا در موقعیت راننده (شکل ۳) و اطرافیان (شکل ۴) در دنده‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ در سه تکرار آورده شده است. بر اساس شکل ۳، میانگین بیشترین شدت تراز صدا در حین استفاده از دنده ۲ و کمترین آن حین استفاده از دنده ۱ می‌باشد که به ترتیب برابر با ۹۰/۲۰ و ۸۰/۲۴ دسی بل است. جهت جلوگیری از آسیب دیدگی گوش راننده دو راه حل توصیه می‌شود. اول میزان ساعات کاری هنگام استفاده از دنده‌های ۳ و ۴ در دور معین شده(۲۵۰۰ دور بر دقیقه)، طبق استاندارد نیوش (جدول ۱) کمتر از ۸ ساعت و برای دنده ۲ کمتر از ۴ ساعت رعایت شود و دوم در حین کار با این دنده‌ها راننده از محافظ ایمنی گوش استفاده کند. با مشاهده نتایج حاصل از اندازه‌گیری شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان طبق شکل ۴، مشخص می‌شود که میانگین شدت تراز صوت در دور ۲۵۰۰ دور بر دقیقه در تمامی نسبت دنده‌ها کمتر از حد استاندارد نیوش است. این در حالی است که میانگین بیشترین شدت تراز صدا در دنده ۴ و کمترین آن در دنده ۱ رخ می‌دهد که به ترتیب برابر با ۶۸/۴۲ و ۵۵/۵۳ دسی بل می‌باشد. کاهش تراز قابل ملاحظه صدا نسبت به گوش راننده برای اطرافیان مشاهده می‌شود، در نتیجه برای اطرافیانی که در این محدوده از وسیله قرار دارند مشکلی از لحاظ ارگونومی صوتی به وجود نخواهد آمد. اما برای اطرافیانی که در محدوده‌های کمتر از ۷/۵ متر با وسیله در حین کار قرار دارند، جهت حفظ ایمنی کاری از لحاظ ارگونومی صوتی استفاده از محافظ ایمنی گوش توصیه می‌شود.

با استفاده از نتایج حاصل از اندازه‌گیری در هر دو موقعیت گوش راننده و اطرافیان، مشاهده می‌شود که دنده ۲ در موقعیت گوش راننده بیشترین شدت تراز صدا را به خود اختصاص داده است. بنابراین در صورت امکان سعی شود از این دنده در شرایط مشخصه استفاده نشود و یا رعایت ساعات کاری کمتر از ۴ ساعت در طی ۲۴ ساعت و استفاده از محافظ ایمنی گوش حین کار با دنده ۲، ضروری می‌باشد.



شکل **۳**. شدت تراز صدا در موقعیت راننده در سه تکرار و در دنده‌های ۱، ۲، ۳ و ۴



شکل ۴. شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان در سه تکرار و در دنده‌های ۱، ۲، ۳ و ۴

نتیجه‌گیری کلی

۱- میانگین شدت تراز صدا در موقعیت گوش راننده در دور موتور ۲۵۰۰ دور بر دقیقه در دنده های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر ۸۲/۱۵، ۸۸/۰۵ ، ۸۶/۱۰ و ۸۵/۲۹ دسی بل به دست آمد و مشخص شد که نوع دنده نقش تعیین کننده‌ای در تولید سر و صدا دارد.

۲- شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان کمتر از حد استاندارد ۸۵ دسی بل به دست آمد.

۳- بیشترین میانگین شدت تراز صدا در موقعیت گوش راننده هنگام استفاده از دنده ۲ به دست آمد که از لحاظ ارگونومی صوتی مشکلاتی را به وجود می‌آورد.

۴- برای رفع بروز مشکلات ناشی از ارگونومی صوتی هنگام استفاده از دنده ۲، رعایت ساعات کاری کمتر از ۴ ساعت در طی ۲۴ ساعت و استفاده از محافظ ایمنی گوش ضروری می‌باشد.

۵- بیشترین میانگین شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان هنگام استفاده از دنده ۴ به دست آمد، اما به علت اختلاف قابل ملاحضه از حد استاندارد نیوش، در این شرایط مشکلی از لحاظ ارگونومی صوتی به وجود نخواهد آمد.

۶- جهت جلوگیری از بروز مسائل مخرب ارگونومیکی، رعایت ساعات کاری طبق استاندارد و استفاده از محافظ ایمنی گوش در حین کار با روتیواتور تیغه دندانه‌ای متصل به تراکتور گلدونی ضروری می‌باشد.

منابع

۱. محمد باقر دهپور، ۱۳۸۱، اصول ایمنی در ماشین‌های کشاورزی، مولف شرکت جان دیر، انتشارات دانشگاه گیلان.

۲. سید رضا حسن بیگی بیدگلی، برات قبادیان، پروین نصیری و نصرا... کمالیان. بررسی و تحلیل سروصدای یک تراکتور دوچرخ در حال کشیدن یک تریلر در جاده آسفالت روستایی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۳.

3. Brown, R.H. 1988. Handbook of Engineering in Agriculture. Vol. 2, 1st ed., Prentice & Hall pub. Inc., U.K.
4. Crocker, M.J. 1998. Handbook of acoustics. 1st ed., John Wiley & Sons, New York.
5. Irwin, J.D. and E.R. Graf. 1979. Industrial Noise and Vibration Control. 1st ed., Prentice-Hall,Inc, London.
6. Anonymous. 1996a. Criteria for a recommended standard occupational noise exposure revised criteria. NIOSH.
7. Anonymous. 1996b. Acoustics: Tractors and machinery for agriculture and foresty measurement of noise at operator's position. ISO 5131.
8. Solecki, L. 1998. Occupational hearing loss among selected farm tractor operators employed on large multi-production farm in Poland. Int. J. Occupational Medicine and Environmental Health 11(1): 69-80.
9. Durgut, M.R. and Celen, I.H.(2004). Noise levels of various agricultural machineries. Pak. J. Biol. Sci., 7: 895-901.
10. Broste, S.K., D.A. Hansen, R.L. Stand and D.T. Stueland. 1989. Hearing loss among high school farm students. Amer. J. Public. Health 619-622.
11. Dennis, J.W. and J.J. May. 1995. Occupational noise exposure in dairy farming. J. Agric. Health and Safety 28: 333-367.
12. Bean, T.L. 1995. Noise on the farm can cause hearing loss. Ohio Cooperative Extension Service Report AEX- 590.Columbus, Ohio, USA.
13. Crocker, M.J. and I.N. Ivanov. 1993. Noise and Vibration Control in Vehicles.1st ed., St.Petersburg: Interpub. Ltd, Russia.
14. Kang, C.II., N.J. Park, I.S. Oh and Y.B. Lee. 1988. Study on the handling of power tiller in view of ergonomics. Research Reports of the Rural Development Administration Agric. Eng. and Farm Manag. 30: 67-71.
15. Bordia, L. and M. Fiala. 1995. Design and testing of electric-powered walking tractor. J. Agric. Eng. Res. 60:57-62.

Sound pollution evaluation of a serrated blade rotiva in terms of ergonomics

Behzad Nouri[1*] Morteza Ghari[1] and Reza Yeganeh[2]

1- M.Sc student of Mechanics of Agriculture Machinery Engineering, Ilam University, Ilam, IRAN
behzadnouri@ymail.com

2- Assistant Professor, Ph.D. Mechanics of Agricultural Machinery Department, Agricultural Faculty, Ilam University, Ilam, IRAN

Abstract

Because of small farms and orchards in Iran to using Goldoni tractors for plowing the soil is usual. Despite the problems caused landslides and the noise of the machines and widespread impact on users and people around, a comprehensive review of ergonomic research has not been done until now. The present paper is the result of research on the serrated blade rotivator connected to Goldoni tractor. Test site was prepared according to international standards. Then the noise signals emitted from the device, measured in the time domain and the frequency range of human hearing (20-20000 Hz) were analyzed. According to the data obtained, it was found that the intensity noise at driver's ear position in 2500 rpm in gears 1, 2, 3 and 4 respectively was 82.24, 88.34, 86.52 and 85.20 dB, and gear type had a decisive role in the reduction of noise. The intensity noise at driver's ear position was below the standard(85 dB). Average of maximum intensity noise was at driver position when using gear 2, that will be followed problems in terms of ergonomics. Finally the best way to avoid injury to the driver and people around while working with rotivator connected to the Goldoni tractor including compliance hours with the standards and ear protection was proposed to use.

Keywords: Ergonomy, Goldoni Tractor, Rotivator, Nois .