ارزیابی سر و صدای تراکتورهای MF285 و U650 در عملیات مختلف کشاورزی

فرزاد جلیلیان تبار[1*]، حکمت ربانی[2]، علی نجات لرستانی[2]، پیام جوادی کیا[2]، رشید غلامی[1]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۲. استادیارگروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

پست الکترونیکی نویسنده مسئول : fjaliliantabar@gmail.com

دریافت: ۹۲/۱۱/۱۵ پذیرش: ۹۳/۰۵/۲۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین مشکلات ناشی از مکانیزاسیون کشاورزی، سروصدای حاصل از کار این ادوات است و آثار نامطلوبی مانند مشکلات شنوایی برای کاربران به‌وجود می‌آوردند. در این تحقیق، نویز حاصل از دو نوع تراکتور رایج در ایران (MF285 و U650) در دو موقعیت راننده و ناظر بررسی گردید. دلیل انتخاب این تراکتورها، رایج بودن در ایران و استفاده بدون اتاقک آن‌ها است. همچنین سطح صدای این تراکتورها در زمان کار با هشت نوع وسیله کشاورزی (گاوآهن برگردان دار، گاوآهن قلمی، گاوآهن دوار، هرس بشقابی، نهرکن، کولتیواتور مزرعه، بذرپاش سانتریفیوژ و سم‌پاش پشت تراکتوری بوم دار) اندازه‌گیری شد. آزمایش‌ها به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل و با تیمارهای نوع تراکتور در دو سطح، هشت سطح ادوات و با سه تکرار اجرا شد. بر اساس داده‌های به دست‌آمده مشخص گردید که سطح صدای تراکتورهای مذکور در زمان کار با ادوات ذکرشده بیش از حد مجاز (۸۵dB(A)) است. بر اساس نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیش‌ترین سطوح صدا در هر دو نوع تراکتور MF285 و U650 و در موقعیت راننده به ترتیب مربوط به گاوآهن قلمی (۹۳/۴۶ dB(A)) و گاوآهن دوار (۹۲/۱۵dB(A)) بود. همچنین مشخص گردید که میزان ساعات مجاز کار با اغلب ادوات و هر دو نوع تراکتور MF285 و U650 (در موقعیت راننده) کم‌تر از ۳ ساعت است.

واژگان کلیدی: *آلودگی صوتی، ادوات کشاورزی، تراکتور، صوت سنج، دوزیمتر*

۱- مقدمه

سر و صدا یکی از مهم‌ترین عوامل زیست محیطی است که سلامت و بهره‌وری کارگران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سروصدا می‌تواند حجم کار کلی اپراتورها را در طول یک کار خاص افزایش دهد و می‌تواند عملکرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در نتیجه، سروصدا بر سلامت کارگران به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند تأثیر بگذارد. از سال ۱۹۶۰ موضوع سروصدا در ادوات کشاورزی توجهات زیادی را به خود جلب نموده است. ورود تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی به مزرعه مشکلات بسیاری را در ارتباط با ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار این دستگاه‌ها برای کاربران آن‌ها و نیز

کارگران مشغول به کار در مزرعه به وجود آورده است. از آن جمله می‌توان به سروصدای حاصل از کار این ادوات اشاره نمود (Solecki, 1998). مهم‌ترین آثار نامطلوب سروصدا بر روی انسان، مواردی مانند افت شنوایی دائم و موقت، اثر روی سیستم بینایی، اثر بر سیستم تعادلی بدن (ایجاد حالت‌های گیجی، تهوع و اختلال درراه رفتن)، ایجاد ناراحتی‌های عصبی، ایجاد ناراحتی‌های روانی، کاهش بازده کار و افزایش ریسک حوادث، آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند افزایش ضربان قلب، فشارخون، مصرف اکسیژن و تعداد تنفس است (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳).

استانگل و همکاران (۱۹۷۳) روشی برای ارزیابی راه‌های بالقوه‌ی کاهش نویز خروجی تراکتورها پیشنهاد کردند، آن‌ها گزارش کردند که نویز تراکتور معمولاً از حد حرف زدن تجاوز می‌کند و منبع اصلی آن در تراکتورهای بدون اتاقک در سیستم اگزوز موتور است.

سلن و آرین (۲۰۰۳) شدت صوت تراکتور را بررسی نمودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که بیش‌ترین شدت صوت در نزدیکی اگزوز و کم‌ترین مقدار آن در محل نشستن راننده وجود دارد. ویژگی‌های نویز و آثار آن بر سلامتی راننده تراکتور توسط دیوانگن و همکاران (۲۰۰۵) بررسی گردید. آن‌ها در این تحقیق سطح فشار صوت چهار نوع تراکتور، دو تراکتور با توان (۱۸/۷kW و ۲۰) و دو تراکتور کوچک (۶kW/ ۴ و ۶/۷) را بررسی نمودند. مشخص شد که سطح فشار صوت (Sound SPL: pressure level) با افزایش دور موتور و سرعت پیشروی زیاد می‌گردد و همچنین SPL برای عملیاتی که به کشش بیش‌تری نیاز دارند بالاتر خواهد بود. آن‌ها دریافتند که سطح صدای تراکتورهای مورد مطالعه بیش‌تر از مقداری بود که یک کارگر بتواند در طول ۸ ساعت کاری که به وسیله استانداردهای ISO (1985) و NIOSH (1998) توصیه‌شده، تحمل کند. نتایج این تحقیق نشان داد که مدت زمان مجاز کار با ادوات کشاورزی در هر عملیات باید مشخص گردد تا از وارد آمدن آسیب به گوش کاربر جلوگیری گردد.

بیکر (۱۹۹۳) نشان داد که اکثر اتاقک‌های تراکتور جدید می‌توانند نویزی را که اپراتور در معرض آن قرار می‌گیرد حداقل ۱۰ تا ۱۵ دسی‌بل کاهش دهند. تراز فشار صوت و مدت‌زمانی که راننده تراکتور می‌تواند در معرض صدای نویز تراکتور قرار بگیرد، در سه حالت تراکتور بدون اتاقک، تراکتور با اتاقک اصلی و اتاقک ساخته شده توسط آیبک و همکاران (۲۰۱۰) بررسی گردیده است. بر اساس داده‌های این تحقیق میزان زمان مجازی که راننده می‌تواند در معرض نویز تراکتور قرار بگیرد برای چند حالت مختلف ترکیب ادوات و نوع تراکتور و نوع اتاقک بدست آمده است. آن‌ها نیز دریافتند تأثیر وجود اتاقک کاهش ۱۸dB-۴ در شدت صدایی است که راننده در معرض آن قرار می‌گیرد. نکته مهم در این تحقیق تاثیر مثبت کابین بر کاهش صدا است اما در برخی موارد که استفاده از کابین مرسوم نبوده و یا مقرون به صرفه نیست باید از روش‌های دیگری استفاده گردد.

پروست و همکاران (۲۰۰۹) صداهای ناشی از احتراق موتور را از صدای ناشی از فرایندهای مکانیکی موتور جدا نمودند. آن‌ها دریافتند که هم دور موتور و هم‌بار روی موتور بر شدت صدای ایجادشده موثر خواهد بود. همچنین آن‌ها پیشنهاد کردند که به هرحال تحقیقات باید ادامه یابد تا مشخص گردد که در شرایط

مختلف در چه سطح فشار صوت و در چه مقیاس سروصدا منجر به از دست دادن شنوایی می‌گردد. سهساح و همکاران (۲۰۱۰) سطح صدای دو نوع تیلر را، ۸hp و ۱۰، در هنگام تردد بر روی سطوح مختلف جاده‌ای بررسی نمودند. بالاترین سطح صدا برای تیلرهای بررسی‌شده بر روی سطوح آسفالت و راه روستایی به ترتیب برابر بودند با ۹۸/۲dB(A) و ۹۲dB(A) در دور موتور ۱۳۵۰ rpm که این مقدار بیش از حد استاندارد تعیین‌شده است.

در رابطه با تاثیر سروصدای ادوات کشاورزی بر سلامتی کاربران آن‌ها نیز تحقیقاتی انجام‌گرفته است. کومار و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر رانندگی تراکتور را بر کاهش شنوایی در کشاورزان هندی بررسی نمودند. آن‌ها ۵۰ کشاورز باتجربه‌ی رانندگی تراکتور و ۵۰ کشاورز که تجربه رانندگی تراکتور را نداشتند، مورد مطالعه قراردادند. مشکلات شنوایی گزارش‌شده توسط خود افراد در هر دو گروه یکسان بود (۴ نفر در هر گروه)؛ اما توانایی شنیدن صداهای با فرکانس بالا در کشاورزان باتجربه رانندگی تراکتور کم‌تر از گروه دیگر بود.

میون و همکاران (۲۰۰۹) سطح صدای یک تراکتور که یک کارنده پنوماتیکی را می‌کشید بررسی نمودند. آن‌ها دریافتند که سطح صدای تراکتور در موقعیت راننده بیش از حد مجاز تعیین‌شده توسط سازمان‌های بهداشت کارگران است و راننده تراکتور در این حالت باید حتماً از وسایل حفاظتی گوش استفاده کند.

در ایران بررسی نویز حاصل از وسایل و ادوات کشاورزی با مقاله‌ای که حسن بیگی و همکاران (۱۳۸۳) منتشر کردند، آغاز گردید. نتایج تحقیقات آن‌ها بر روی نویز تراکتور در حال حرکت بر روی جاده آسفالت روستایی نشان داد که صدا در موقعیت گوش راننده در مقایسه باموقعیت اطرافیان dB(A) ۷/۷۴ تا dB(A) ۱۰/۷۵ بیش‌تر است. همچنین، نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که سرعت موتور نقش تعیین‌کننده‌ای بر شدت سروصدا دارد. بهروزی لار و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر استفاده از اتاقک را بر سطح صدایی که راننده در نسبت‌های مختلف دنده تراکتورهای MF399 و Valtra T170 دریافت می‌کند، بررسی نمودند. آن‌ها دریافتند که سطح صدای دریافتی توسط راننده تراکتور در تمامی نسبت‌های دنده در حالت بدون اتاقک بیش از حد مجاز استاندارد dB(A) ۸۵ است.

بر اساس مطالب ارائه‌شده و جستجوهای انجام‌گرفته در منابع علمی، مشخص گردید که تحقیقات زیادی بر روی سطح صدای ادوات کشاورزی، خصوصی تراکتورهای MF285 و U650، انجام نگرفته است. با این وجود در تحقیقاتی که در این قسمت آمد به خوبی اهمیت سروصدا مشخص گردید. همچنین اهمیت عوامل موثر بر سروصدای این تراکتورها از جمله دور موتور آنها، دنده جعبه دنده و نوع عملیات کشاورزی، مشخص گردید. لذا در تحقیق حاضر تاثیر این عوامل بر سروصدای ناشی از دو نوع تراکتور رایج در ایران بررسی گردید. همچنین با توجه به تعدد ادوات کشاورزی و اهمیت مقوله سلامتی و بهداشت کشاورزان تحقیقات جامع در رابطه با این موضوع امری ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین مهم‌ترین اهداف این مطالعه عبارت‌اند از:

۱- تعیین سطح صدای تراکتورهای MF285 و U650 در زمان کار با ادوات مختلف کشاورزی در مزرعه

۲- مشخص نمودن ساعات مجاز کار با تراکتورهای MF285 و U650 در عملیات مختلف کشاورزی

۲- مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه و به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل با تیمارهای نوع تراکتور در دو سطح تراکتورهای (MF285وU650)، هشت سطح ادوات (گاوآهن برگردان دار، گاوآهن قلمی، گاوآهن دوار، هرس بشقابی، نهرکن، کولتیواتور مزرعه، بذرپاش سانتریفیوژ و سم‌پاش پشت تراکتوری بوم دار) با سه تکرار اجرا شد. نویز حاصل در شرایط مختلف بررسی گردید و مقدار آن به وسیله‌ی روش‌های آماری بررسی شد.

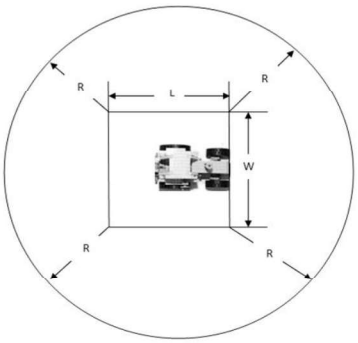
جمع‌آوری داده‌ها در محیط‌های مختلف و شرایط مختلف با استفاده از سطح صوت سنج (Sound level meter) SLM انجام گرفت. سطح صوت سنج شامل میکروفن، مدار الکتریکی و نشانگر است. میکروفن تغییرات جزئی فشار هوا ناشی از صدا را گرفته و آن‌ها را به پیام‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. این پیام‌ها توسط مدار الکتریکی تغییر یافته و در نهایت به صورت تراز صوتی بر مبنای دسی‌بل نشان داده می‌شود. بدین ترتیب شدت صدا در محیط و شرایط مورد نظر به دست آمد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل و مدل آماری با مقایسه میانگین‌های چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

برای انجام آزمون‌های انجام‌گرفته در این مطالعه فضای بازی در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه با مشخصات زیر و طبق استانداردهای لازم در نظر گرفته شد. محوطه آزمون فضایی باز و مسطح بوده که فاصله۱۵متری بین ثبات و ماشین مورد آزمون وجود داشت. همچنین هیچ مانعی از قبیل ساختمان، حصار فلزی، درخت و یا وسیله نقلیه، که احتمال انعکاس قابل‌توجه صدا را موجب شود، وجود نداشت.

در شکل ۱ مشخصات و ابعاد محل (سایت) اندازه‌گیری و آزمون نشان داده شده است که در آن R فاصله از موانع (ساختمان‌ها، درخت، ادوات دیگر و ...) می‌باشد که مقدار آن بیش از ۲۰ متر است. L و W نیز به ترتیب ناحیه اندازه‌گیری صدا هستند که به ترتیب برابر با ۲۰ و ۱۵ متر می‌باشند. مقادیر ذکرشده حداقل مقادیر ذکر شده برای این ابعاد می‌باشند (Anonymous, 2004a). دمای هوا در محدوده‌ی ۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس بوده و سرعت باد در محل قرارگیری کاربر، کم‌تر از ۵ متر بر ثانیه بود. سایر شرایط آب و هوایی نیز به گونه‌ای بود که تأثیری روی اندازه‌گیری‌ها نداشت. تراز صدای زمینه (محیط) و همچنین تراز صدای باد، در شبکه وزنی A، حداقل ۱۰ دسی‌بل کم‌تر از تراز صدای اندازه‌گیری شده در حین آزمون بود. به طور طبیعی صدای موجود در محیط‌های کار شامل ترکیبی از فرکانس‌های مختلف هستند و بنابراین در اندازه‌گیری صدا باید به‌وسیله انتخاب شبکه فرکانسی مناسب به آن پرداخته شود. در ارزیابی از صدای روزانه از سیستم شبکه A که بر روی تمام ترازسنج‌های صوت تعبیه‌شده است، استفاده می‌شود. شبکه فرکانسی A برای مطابقت با عکس‌العمل گوش انسان به سطح صوت dB ۴۰، در کلیه فرکانس‌ها، طراحی‌شده است.

هیچ شخص دیگری به جز کاربر (راننده) ماشین یا تراکتور، در مدت اندازه‌گیری در داخل اتاقک قرار نداشته وبرای ضبط صدا در موقعیت سایر کاربران، به

تعداد معمول کاربر حضور داشت. به هر حال در حین آزمون، هیچ فردی به‌جز کاربر یا کاربران در موقعیتی نبوده‌اند که بر اندازه‌گیری صدا، اثرگذار باشد (Anonymous, 2004a). تراکتورهای استفاده شده در این تحقیق مورد بازرسی فنی قرارگرفته و تعمیر دوره‌ای بر روی آن‌ها انجام گرفت. ویژگی‌های تراکتورهای به‌کاررفته در این تحقیق در جدول ۱ آمده است.



شکل ۱. ابعاد محل اندازه‌گیری صدا

Fig1. Noise measurement site dimensions

جدول ۱. *خصوصیات تراکتورهای مورد مطالعه*

Table.1. Charactristics of the eveluated tractors

نام تراکتور	توان (hp)	نوع موتور	تعداد دنده‌ها	سال ساخت
MF285	۷۵	۴ سیلندر ۴ زمانه، آب‌خنک	۸ دنده جلو، ۲ دنده‌عقب	۱۳۶۳
U650	۶۵	۴ سیلندر ۴ زمانه، آب‌خنک	۱۰ دنده جلو، ۲ دنده‌عقب	۱۳۶۳

جدول ۲ *– مشخصات نویز دوزیمتر و سطح صوت سنج مورد استفاده*

Table.2. Charactristics of the noise dosimeter and sound level meter

مدل	کارخانه سازنده	کشور سازنده	دقت	وزن فرکانسی	وزن زمانی	نوع میکروفن
1355	TES	تایوان	0.1dB	A	Fast and slow	1/2 inch electret condenser microphone
TES-52	TES	تایوان	0.1 dB	A and C	Fast and Slow	1/2 inch electret condenser microphone

علت انتخاب این تراکتورها این بود که رایج‌ترین نوع تراکتورها در ایران بوده و غالباً نیز بدون اتاقک مورد استفاده قرار می‌گیرند (طباطبایی فر و امید، ۲۰۰۵). تراکتورها مطابق با مشخصات اعلام‌شده سازنده و برابر دستورالعمل آن کارکرده و موتور، سیستم انتقال توان و سامانه‌های هیدرولیکی قبل از اندازه‌گیری‌ها، برای رسیدن به دمای پایدار، به قدر کافی کارکرده‌اند.

کاربران لباس بسیار ضخیم نپوشیده و از روسری یا شال‌گردن استفاده نکردند، برای راننده، میکروفن در فاصله ۲۰ ± ۲۵۰ میلی‌متری صفحه مرکزی صندلی و در طرفی که با تراز صدای بالاتر مواجه است، قرار داده شد. محور میکروفون افقی و دیافراگم آن به‌طرف جلو بود. مرکز میکروفون در ۲۰ ± ۷۰۰ میلی‌متری بالای نقطه‌ی شاخص صندل (SIP) قرار داشت. در این تحقیق میکروفن به یقه‌ی کارگر و در نزدیک گوش

راست او متصل شده بود. همچنین برای اندازه‌گیری سطح صدا در موقعیت ناظر نیز ارتفاع میکروفن از سطح زمین ۱۲۰ سانتی‌متر و کاملاً افقی بوده، بر روی یک سه پایه قرار داشته و در حین آزمون هیچ‌گونه لرزشی نداشت. حداقل سه اندازه‌گیری در هر موقعیت میکروفن و برای هر شرایط کاری، انجام گردید. تنظیم فرکانس در شبکه وزنی A و زمان در پاسخ کُند (S) اندازه‌گیری شد. پس از ۱۰ ثانیه کار یکنواخت، اندازه‌گیری انجام می‌گرفت. هر اوج صدا که به وضوح خارج از مشخصه‌های تراز صدای معمول قرائت شده بود، حذف گردید (Anonymous, 2004b). از دو سطح صوت سنج ((TES52) و (TES1355)) برای اندازه‌گیری سطح صدا در موقعیت راننده و ناظر به‌طور هم‌زمان استفاده گردید. پیش از اقدام به داده‌برداری، ابزارهای داده‌برداریبه‌وسیله کالیبراتور، کالیبره شدند. مشخصات این دو سطح صوت سنج در جدول ۲ آورده شده است.

یکی از مهم‌ترین پارامترهایی که در مورد سطح صدا برای ادوات و ماشین‌آلات باید تعیین گردد میزان ساعات مجاز قرار گرفتن در معرض این سطح صدا است. بدین منظور استانداردهایی تعیین گردیده است که بر اساس آن ساعات کار مجاز در زمان قرار گرفتن در معرض سطح صدای ۸۵dB(A) برابر با ۸ ساعت است. بر اساس این استانداردها با افزایش سطح صدا این زمان کاهش می‌یابد. میزان ساعات مجازی که می‌توان در معرض یک سطح صدای خاص قرار گرفت توسط سازمان‌های بهداشتی مشخص گردیده است (جدول۳). مقادیر این زمان با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید (NIOSH, 1998):

$$D = 8/\left(2^{\left(\frac{L-85}{3}\right)}\right) \qquad (۱)$$

که در آن D میزان ساعات مجاز و L سطح صدای dB(A) اندازه‌گیری شده است. بر اساس تقسیم‌بندی‌های انجام‌گرفته تعدادی از مهم‌ترین ادوات کشاورزی مورد مطالعه قرار گرفتند. ویژگی‌های هر یک از این ادوات در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳. *ساعات مجاز قرار گیری در معرض سطوح صدای مختلف (NIOSH, 1998)*

Table.3. Permissible hours of exposure to different noise levels

سطح صدا dB(A)	۸۵	۸۸	۹۱	۹۴	۹۷
ساعت / روز پیشنهادی	۸	۴	۲	۱	۰/۳

جدول ٤ .ویژگی‌های ادوات متصل شده به تراکتورهای MF285 و U650 و سرعت‌های انتخاب‌شده برای آزمایش

Table.4. Characteristics of evaluated implements with MF285 and U650 tractors and selected speed for the experiments

نام وسیله	ویژگی‌ها	محدوده سرعت مجاز (km/h)	سرعت انتخاب‌شده (km/h)
گاوآهن برگردان دار	۴ خیش	۵ تا ۱۰	۶
گاوآهن قلمی	۸ شاخه	۶/۵تا ۱۰/۵	۷
گاوآهن دوار	عرض کار ۱/۲۰ متر	۲ تا ۷	۵
نهرکن	عرض ۷۰cm	۵ تا ۱۰	۶
هرس بشقابی	سوار	۶/۵ تا ۱۱	۷
کولتیواتور پنجه غازی	۸ شاخه	۸ تا ۱۳	۸
بذرپاش سانتریفوژ	-	۸ تا ۱۶	۸
سم‌پاش پشت تراکتوری	۴۰۰ لیتری	۵ تا ۱۱/۵	۵

لازم به ذکر است که برای هر یک از ادوات مطالعه شده، سرعت و دنده به‌کار رفته بر اساس شرایط کاری مناسب و توصیه شده و بر اساس استانداردهای موجود انتخاب گردید. با توجه به منابع موجود و همچنین جنس خاک سرعت‌های کاری مناسب برای استفاده از ادوات مختلف انتخاب گردید. بر روی تراکتورهای مورد آزمایش برای اندازه‌گیری سرعت پیشروی وسیله خاصی تعبیه نشده بود لذا برای اندازه‌گیری سرعت پیشروی از تقسیم مسافت طی شده بر زمان، سرعت کاری به دست آمد.

برای انجام تحلیل آماری، ابتدا جدول تجزیه واریانس برای کلیه متغیرها در مورد تراکتورهای MF285 و U650 و ادوات متصل شده به آن‌ها انجام گرفت. کلیه‌ی اندازه‌گیری‌ها در دور موتور ۲۲۵۰ دور بر دقیقه و دنده سه انجام گرفت. روش مقایسه میانگین‌های دانکن برای تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده استفاده گردید.برای انجام تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS 17.0 استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

سطح صدای ساعات مجاز کار با تراکتورهای MF285 و U650 و ادوات مختلف در جدول ۵ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میزان ساعات مجاز کار با اغلب ادوات و هر دو نوع تراکتور MF285 و U650 (در موقعیت راننده) کم‌تر از ۳ ساعت است.

این مسئله مشابه نتایج به‌دست‌آمده توسط آیبک و همکاران (۲۰۱۰) است. آن‌ها همچنین بیان داشتند که ساعات مجاز کار با تراکتورهایی که تحت آزمایش قراردادند کم‌تر از ۸ ساعت در روز است. همین‌طور، میاکیتا و اوعدا (۱۹۹۷) در تحقیقی که بر روی ۳۶۰۰۰۰ نفر از کشاورزان در ژاپن انجام دادند دریافتندکه اغلب آنان مشکل شنوایی داشتند و همچنین اعلام نمودند که کشاورزی پس از کارهای

ساختمانی دومین عامل ایجاد مشکل شنوایی مردم در آن منطقه است. همچنین مردم آن منطقه از وسایل حفاظت گوش استفاده نمی‌کردند.

جدول۵. *سطح فشار صدا و مدت‌زمان مجاز قرارگیری در معرض آن برای تراکتورها و ادوات مختلف*

Table.5. Permitted Sound pressure level and duration of exposure for tractors and various implements

وسیله کشاورزی	زمان مجاز (ساعت)			
	MF285		U650	
	D	O	D	O
گاوآهن برگردان دار	۲/۹۶	۹/۷۸	۱/۱۸	۷/۴۶
کولتیواتور مزرعه	۳/۲۳	۸/۷۷	۱/۱۰	۲/۵۱
گاوآهن دوار	۱/۹۴	۵/۴۳	۰/۸۹	۲/۵۰
سم‌پاش پشت تراکتوری بوم دار	۳/۵۱	۱۸/۷۶	۲/۳۱	۱۰/۲۷
هرس بشقابی	۲/۶۰	۱۲/۲۱	۱/۰۸	۵/۷۵
نهرکن	۳/۰۴	۶/۳۸	۱/۱۳	۴/۵۱
گاوآهن قلمی	۱/۵۵	۵/۷۱	۰/۸۳	۳/۱۰
بذرپاش سانتریفیوژ	۳/۱۶	۲۳/۴۲	۲/۱۴	۹/۸۰

D: موقعیت راننده، O: موقعیت ناظر

از طرف دیگر یک امر مهم در کشاورزی زمان‌بندی است. برای انجام هر عملیات کشاورزی زمان محدودی وجود دارد و برخی از عملیات کشاورزی باید در یک محدوده‌ی زمانی خاص انجام شوند؛ مثلاً در مورد تهیه زمین و عملیات خاک‌ورزی یک محدوده زمانی خاص وجود دارد و حال اینکه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده امکان استفاده از گاوآهن‌برگردان دار به‌عنوان مهم‌ترین وسیله‌ی خاک‌ورزی اولیه با تراکتور MF285 کم‌تر از ۳ ساعت و با تراکتور U650 کم‌تر از ۲ ساعت است. سم‌پاشی باید در موقع مناسب انجام شود تا مبارزه مناسب با آفات و بیماری‌ها صورت گیرد زیرا اگر سم‌پاشی با فواصل زمانی طولانی انجام گیرد کارایی لازم را نخواهد داشت. حال‌آنکه همان‌گونه که مشاهده می‌شود از یک طرف به علت سطح صدای بالای سم‌پاش پشت تراکتوری نمی‌توان به مدت طولانی و پیوسته از آن استفاده نمود (کم‌تر از ۳ ساعت برای هر دو نوع تراکتور) و از طرف دیگر برای رسیدن به یک نتیجه مطلوب از عملیات باید سم‌پاشی به موقع و در مدت‌زمانی به بیش‌ازحد مجاز به‌دست‌آمده، انجام گیرد. برای غلبه بر این مشکل و تناقض چند راه حل را می‌توان پیشنهاد نمود:

۱. عملیات کشاورزی موردنظر به صورت منقطع و با استراحت‌های کوتاهی انجام گیرد.

۲. راه‌حل دیگر استفاده از چند اپراتور و انجام کار به صورت نوبتی است.

۳. مهم‌ترین، ارزان‌ترین و شاید موثرترین راه، استفاده از وسایل حفاظتی گوش است. بطور معمول این وسایل سطح صدا را ۵ تا ۱۰ دسی‌بل کاهش می‌دهند و

این مقدار برای افزایش ساعات مجاز کاری به ساعات معمول کاری در روز نزدیک می‌سازد(Aybek et al., 2010).

همچنین باید توجه داشت که استفاده‌ی طولانی‌مدت از وسایل حفاظت گوش ممکن است باعث ایجاد حساسیت و یا در صورت استفاده غلط موجب ایجاد مشکلات بهداشت گوش شود، لذا در همه‌ی موارد امکان استفاده از این وسایل وجود ندارد. نکته مهم دیگر این است که راننده تراکتور در زمان کار خود تحت تأثیر صداهای متفاوت با سطوح مختلف صدا قرار می‌گیرد چراکه ممکن است با ادوات مختلف کار کند درحالی‌که یک کارگر در بخش صنعت معمولاً تحت تأثیر یک سطح صدای ثابت است و لذا استفاده از وسایل حفاظت گوش در مورد کارگران بخش صنعت مناسب‌تر است (Aybek et al., 2010).

برای بررسی تاثیر عوامل مختلف بر سرو صدای ناشی از این دو نوع تراکتور ابتدا آنالیز واریانس (ANOVA) داده‌ها (جدول ۶) انجام گرفت. این آزمون به منظور بررسی معنی دار بودن اثر هر کدام از عوامل بررسی شده انجام گرفت.

جدول ٦. آنالیز واریانس (ANOVA) برای dB(A)

Table.6. dB(A) variance analysis (ANOVA)

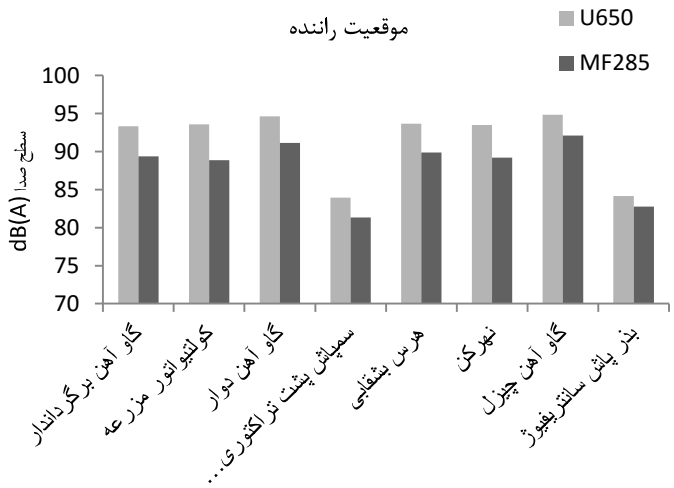
منبع تغییرات	میانگین مربعات	درجات آزادی	F
P	۹۳۳/۶۳۹	۱	۵۸۶/۴۹۱**
E	۴۹/۸۳۷	۷	۳۱/۳۰۷**
T	۲۴۳/۷۸۹	۱	۱۵۳/۱۴۳**
P*E	۵۴/۸۰۰	۷	۳۴/۴۲۴**
P*T	۳۱/۵۹۵	۱	۱۹/۸۴۷**
E*T	۱۸/۴۶۴	۷	۱۱/۵۹۹**
P*E*T	۱۲/۵۸۴	۷	۷/۹۰۵**
Error	۱/۵۹۲	۱۲۸	-
Total	۹۳۸۱۳۵/ ۳۳	۱۲۰	-

***: در سطح ۱٪ معنادار، E: نوع وسیله، T: نوع تراکتور، P: موقعیت بررسی صدا*

براساس جدول آنالیز واریانس مشخص می‌گردد که که اثر ادوات مختلف، نوع تراکتور، مکان اندازه‌گیری صدا بر سطح صدای ایجاد شده معنی‌دار بوده و بیش ترین مقدار صدا مربوط به گاوآهن قلمی، تراکتور U650 و محل نشستن راننده است. همچنین اثر متقابل ادوات مختلف × نوع تراکتور در سطح ۱٪ معنادار بوده و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تراکتور U650 حین کار با گاوآهن قلمی کم‌ترین مقدار سطح صدا مربوط به تراکتور MF285 حین کار با سم‌پاش پشت تراکتوری بوم‌دار بوده است. اثر متقابل ادوات مختلف × مکان

اندازه‌گیری صدا نیز معنی دار بوده و کم‌ترین آن مربوط به مقدار سطح صدا حین کار با سم‌پاش پشت تراکتوری بوم‌دار و در موقعیت ناظر بود. اثر نوع تراکتور × مکان اندازه‌گیری صدا نیز معنی دار بوده و بیش‌ترین سطح صدا در تراکتور U650 و موقعیت راننده بود. در نهایت اینکه اثر متقابل سه عامل مکان اندازه‌گیری صدا × ادوات مختلف × نوع تراکتور بر سطح فشار صدا در سطح ۱٪ معنادار بوده است و بیش‌ترین مقدار سطح صدا مربوط به تراکتور U650 حین کار با گاوآهن قلمی و در موقعیت راننده بود.

در ادامه و با توجه به معنی‌دار شدن اثر کلیه‌ی عوامل بررسی‌شده و همچنین اثرات متقابل آن‌ها، ابتدا سطح صدا در دو نوع تراکتور باهم مقایسه شده و سپس آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن برای سطح صدا دو موقعیت اندازه‌گیری صدا انجام‌گرفته است. با توجه به شکل ۲ و شکل ۳ مشخص می‌گردد که در تمامی عملیات کشاورزی انجام‌شده و در هر دو موقعیت اندازه‌گیری صدا، سطح صدای تراکتور U650 از سطح صدای تراکتور MF285 بیش‌تر بوده است؛ بنابراین لزوم استفاده از وسایل حفاظت گوش و سایر کارهایی که برای کاهش سطح صدا صورت می‌گیرد در مورد راننده تراکتور U650 اهمیت بیش‌تری دارد. نکته دیگر اینکه سعی شود در صورت امکان از تراکتور MF285 به جای تراکتور U650 استفاده شود، خصوصاً در عملیاتی که مدت زمان بیش‌تری نیاز دارند.

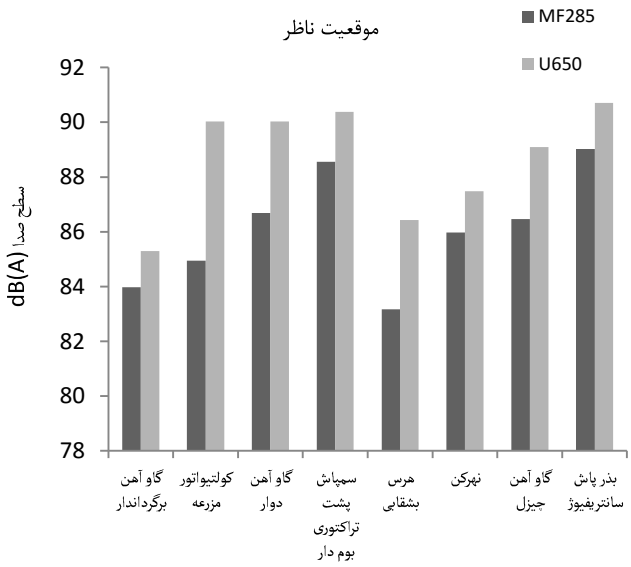


شکل ۲. سطح فشار صدا در عملیات مختلف و با تراکتورهای مختلف در موقعیت راننده ((dB(A))

Fig.2. Sound pressure level in different operations and different tractors in the position of the driver (dB (A))

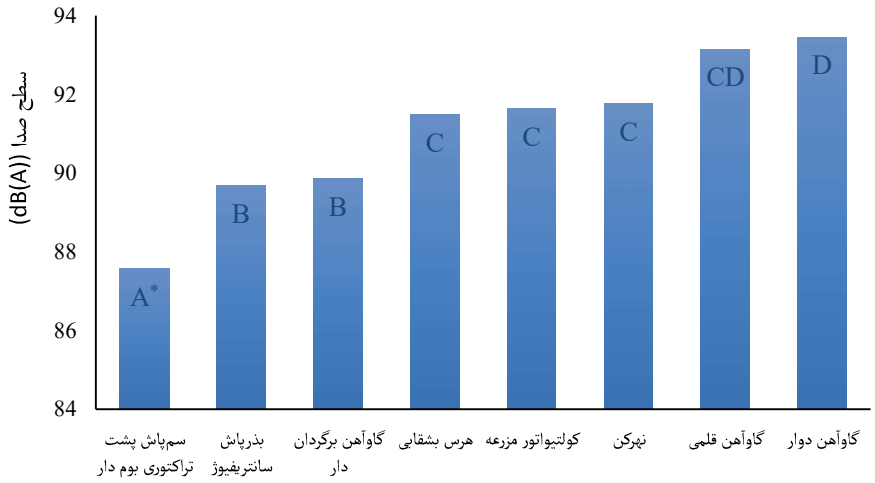
همچنین سطح صدا در موقعیت راننده بیش از سطح صدا در موقعیت ناظر تراکتور بوده است. نتایج مشابهی گزارش شده است (Meyer et al,1993). این امر نشان‌دهنده‌ی اهمیت بیش‌تر استفاده از وسایل حفاظتی برای راننده تراکتور است، چراکه نزدیک‌ترین فرد به منبع صدا، راننده است.

بر اساس مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام‌شده بر روی سطح صدای ادوات مختلف (شکل‌های۴ و ۵) مشخص گردید که در هر دو نوع تراکتور و در هر دو موقعیت اندازه‌گیری صدا به‌طور کلی میانگین سطح صدای گاوآهن قلمی، گاوآهن دوار و کولتیواتور مزرعه با یکدیگر تفاوت معناداری نداشته و از سایر ادوات بیش‌تر بوده است. همچنین کم‌ترین سطح صدا مربوط به سم‌پاش پشت تراکتور بوم دار (در هر دو موقعیت راننده و ناظر) بوده است. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که این وسیله در داخل خاک کار نمی‌کند و نیروی کششی به تراکتور وارد نمی‌کند درحالی‌که بقیه ادوات مطالعه شده از ادوات خاک‌ورزی بوده و نیروی کششی به تراکتور وارد می‌کنند و خود این باعث افزایش سطح صدای تراکتور گردیده است.



شکل۳. سطح فشار صدا در عملیات مختلف و با تراکتورهای مختلف در موقعیت ناظر ((dB(A))

Fig.3. Sound pressure level at different operations with different tractors in supervisory positions (dB (A))



*شکل٤. نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن تأثیر نوع وسیله بر dB(A) (موقعیت راننده، *: مقادیری که با یک حرف مشخص‌شده‌اند تفاوت معناداری در سطح ۱ درصد ندارند)*

*Fig.4. Duncan's multiple range test results on the effect of the dBA) (driver position, * : values marked with a letter are not significantly different at the 1% level)*

*شکل۵. نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن تأثیر نوع وسیله بر dB(A) (موقعیت ناظر، *: مقادیری که با یک حرف مشخص شده‌اند تفاوت معناداری در سطح ۱ درصد ندارند)*

*Fig. Duncan's multiple range test results on the effect of the dBA) (observer status, *: marked values with the same letter are not significantly different at the 1% level)*

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق سطح صدای تراکتورهای مختلف رایج در ایران که اغلب به صورت بدون اتاقک مورد استفاده قرار می‌گیرند، در عملیات مختلف کشاورزی به‌صورت آماری بررسی گردید. تراکتورهای MF285 و U650 مورد مطالعه قرار گرفتند. هشت نوع وسیله کشاورزی مختلف به تراکتورهای MF285 و U650 متصل گردیدند. سطح صدا و میزان ساعات قرارگیری در معرض این صدا برای حالات مختلف ترکیب تراکتور و وسیله کشاورزی تعیین گردید. مشخص شد که

بیشترین صدا مربوط به ادوات خاک‌ورزی مانند گاوآهن قلمی، گاوآهن دوار و گاوآهن برگردان داراست و کم ترین صدا مربوط به ادواتی نظیر سم‌پاش پشت تراکتوری و کودپاش سانتریفیوژ بود. نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری نشان‌دهندهتأثیر دور موتور و فاصله از تراکتور بود. به‌طوری‌که با افزایش دور موتور سطح صدا افزایش و با افزایش فاصله کاهش یافت. همچنین اختلاف معناداری بین سطح صدای ناشی از کاربرد ادوات مختلف وجود داشت. به‌طورکلی مشخص گردید که سطح صدای تراکتورهای کشاورزی و یا به طورکلی ادوات کشاورزی اغلب بالاتر از حد مجاز است. لذا توصیه می‌شود که در هنگام کار با این ادوات به نکات زیر توجه گردد:

۱. توقف‌های کوتاه در حین کار انجام شود تا به گوش آسیبی نرسد.

۲. از وسایل حفاظتی گوش استفاده گردد.

۳. از تراکتورهایی با سطح صدای کمتر (در اینجا MF285) در مقایسه با تراکتورهای پر سر و صداتر استفاده گردد.

۴. عملیات موردنظر بوسیله‌ی چند کارگر و به‌صورت نوبتی انجام شود تا سطح مجاز قرارگیری در معرض صدا برای هر نفر رعایت شود.

۵- فهرست منابع

1. Hasanbeygi, B. R., Ghobadian, B., Nasiri, P. and Kamalian, N. 2004. Study and analyze the noise of a power tiller pulling a trailer in rural asphalt road. **Science and Technology of Agriculture and Natural Resources**, the fourth issue.
2. Anonymous. 2004a. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran**.Agricultural machinery-Tractors and machinery for agriculture and forestry-Measurement of noise at the operator's position-Survey method. ISIRI NUMBER 7254.
3. Anonymous. 2004b. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran**.Agricultural machinery-Agricultural and forestry wheeled tractors and self - propelledmachines - Measurement of noise emitted when in motion. ISIRI NUMBER 7255.
4. Aybek, A., Kamer, H.A.and Arslan, S. 2010. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. **Appl Ergon** 41(2): 274-281.
5. Baker, D.E. 1993. Noise: The Invisible Hazard, Department of Agricultural Engineering, University of Missouri-Columbia,**http://www.cdc.gov/niosh.**
6. Celen I.H. and Arin S. 2003. Noise level of agricultural tractor. **Pakistan journal of biological science** 6(19): 1706-1711
7. Dewangan, KN, Kumar, GV. and Tewari, VK. 2005. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. **Applied acoustics***, 66*(9), 1049-1062.
8. Kumar, A. Mathur, N.N. Varghese, M. Mohan, D. Singh, J.K. and Mahajan, P. 2005. Effect of tractor driving on hearing loss in farmers in India. **Am J Ind Med**, 47(4): 341-348.

9. Lar, M.B, Payandeh M., Bagheri. J.and Pour, Z.K. 2012. Comparison of noise level of tractors with cab and without in different gears on driver ear and bystander. **African Journal of Agricultural Research** 7(7):1150-1155.
10. Meyer, R.E., SchwabC.V. and Bern C.J. 1993. Tractor noise exposure levels for bean-bar riders. **ASAE Trans**. 36: 1049-1056
11. Mion, R. L.; Viliotti, C. A.; Dantas, M. J. F.; Nascimento, E. M. S. 2009. Evaluation of noise levels of mechanized tractor seeders pneumatic. **Engenharia na Agricultura**, 2009 17(2): 87-92
12. Miyakita, T.and Ueda, A. 1997. Estimates of workers with noise-induced hearing loss and population at risk. **Journal of Sound and Vibration**.205 (4): 441–449.
13. Niosh. 1998. Criteria for a Recommended Standard, **Occupational Noise Exposure, Revised Criteria**. National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Health and Human Services, Publication No. 98–126
14. Pruvost, L., Leclere,Q. and Parizet, E. 2009. Diesel engine combustion and mechanical noise separation using an improved spectrofilter. **Mechanical Systems and Signal Processing**, 23: 2072–2087
15. Sehsah, E .E., Helmy, M. A. and Sorour, H .M. 2010. Noise test of two manufactured power tillers during transport on differentlocal road conditions. **Int J Agric & Biol Eng**, 3(4): 19 - 27.
16. Solecki, L. 1998. Occupational hearing loss among selected farm tractor operators employed on large multiproduction farm in Poland. Int. J. **Occupational Medicine and Environmental Health** 11(1): 69-80.
17. ASAE standard. 2000. ASAE D497. 4 Agricultural Machinery Management Data. **ASAE**. St. Joseph. MI 49085, 350-357.
18. ISO. 1985. Standardization, I.O.f.: **Acoustics, vibration and shock**, vol. 4.
19. Stangl, G.A., Porterfield, J.G.and Lowery, R.L., 1973. Tractor exhaust noise evaluation technique. **Transact**. **ASAE** 16 (4): 601–605.
20. Tabatabaeefar, A.and Omid, M. 2005. Current Status of Iranian Agricultural Mechanization. **Journal of Agriculture &Social Sciences**. 1(2): 196-201.

Noise Evaluation of Mf285 and U650 Tractors in Different Agricultural Operation

F. Jaliliantabar[1]*, H. rabbani[2], A. N. Lorestani[2], P. Javadikia[2], R. Gholami[1]

1,2 Mechanics of Agricultural Machinery Department, Razi University of Kermanshah, Iran.

Corresponding Author Email: fjaliliantabar@gmail.com

Received: February 04, 2014 Accepted: August 11, 2014

Abstract:

One of the most important problems due to mechanization in agriculture is their noise and its undesireable effects such as hearing problems. In this study the sound pressure levels of MF285 and U650 tractors at ear level of operators and position of observer had been considered. These tractors selected because they are common and populated in Iran and almost are used without cabin. The sound pressure levels of these tractors were determined for eight machines: moldboard plow, chisel plow, cultivator, rotary tiller, boom-type ground sprayer, disk harrow and ditcher. Table test was developed based on completely randomized split plot factorial test. The parameters were tractor type with two levels, eight levels of machine type and with three replications. Test site was prepared and maintained according to sound measurement standards. The permissible noise exposure time in working with these machineswere obtained and calculated.The overall sound level values were measured in this study showed that sound level in the driver's ear position in all tractors and all machines is higher than standard sound level (85dB(A)). Duncan's multiple range test showed the highest values of sound level pressure for MF285 and U650 and in driver situation belongs to chisel plow (93.46 dB(A)) and rotary tiller(92.15 dB(A)).Also, the results showed that the permissible noise exposure time in working with these tractors and these machines were lower than 3 hours (in operator position).

Keywords: *Equpments, Tractor, Sound pressure, Sound meter.*