بررسی آلایندگی صوتی هرس کن بنزینی قابل حمل

مسعود ابوالهادی[1*]، مجید دولتی[2] و فرهاد خوشنام[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

Email:* m.abolhadi2012@gmail.com

چکیده

به کارگیری ماشین‌های کشاورزی در انجام انواع کارهای کشاورزی و فضای سبز در کنار محاسن بالای آن، دارای معایبی از جمله ایجاد آلودگی هوا، آلودگی صوتی و غیره می‌باشند. که این معایب باید شناخته شوند و آموزش‌های صحیح در رابطه به آن به کاربر داده شود. امروزه برای سهولت و تسریع در عملیات هرس و شکل دادن به درختچه‌های زینتی مانند شمشاد از ماشین‌های هرس کن بنزینی قابل حمل استفاده می‌شود. لذا در این تحقیق میزان آلایندگی صوتی هرس کن بنزینی قابل حمل بررسی گردید. بدین منظور محل آزمون بر اساس استانداردهای بین‌المللی انتخاب شد و موتور ماشین در حالت پرگاز قرار گرفت. و سطح صدا در محل کاربر و در فاصله‌های ۲، ۴ و ۶ متری از دو جهت موافق و مخالف وزش باد (پنج متر برثانیه) اندازه‌گیری شد. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد سطح فشار صدا در موقعیت کاربر(۸۸/۲۵ دسی بل) و فاصله ۲ متری (۸۶/۷۵ دسی بل) بیش از حد مجاز بود و همچنین جهت وزش باد تأثیر معنی داری بر تراز فشار صوت نداشت. بر اساس نتیجه این تحقیق کاربر و ناظرین در فاصله ۲ متری و کمتر از آن باید از وسایل حفاظت گوش استفاده کنند و برای ناظرین از فواصل ۴ متر به بالا از ماشین اثرات زیان‌آوری به وجود نمی‌آید.

کلمات کلیدی: ارگونومی، آلودگی صوتی، ایمنی، تراز فشار صوت و هرس کن بنزینی

مقدمه

آلودگی صوت نسبت به هوا کمتر احساس می‌شود اما اثرات ناخوشایند و عمیق‌تری را بر سلامت انسان می‌گذارد. امروزه در صنایع مختلف توجه زیادی به کاهش سر و صدا در محیط کار می شود. چون مشخص شده که بین خستگی، بی علاقگی به کار، خشم، عصبانیت، پریشانی روانی و سانحه در محل کار با میزان سر و صدا در محیط کار رابطه مستقیم وجود دارد (قضایی، ۱۳۸۴). صوت هنگامی تولید می‌شود که هوای نزدیک به منبع صدا متراکم شده و به شکل موج درآید. شدت و ضعف صدا با واحدی به نام دسی‌بل سنجیده می‌شود و شدیدترین صوتی که انسان قادر به درک آن است ۱۸۰ دسی‌بل است (Qari and *et al.,* 2012). صدا به عنوان شایع‌ترین عامل فیزیکی زیان‌آور در مواجهه با شاغلین در محیط‌های کاری در سطح دنیا محسوب می‌شود. در کشورهای درحال توسعه که از امکانات و فن‌آوری روز و کافی برای طراحی، اجرا و بهره‌برداری از فرایندهای کاری و صنعتی نسبت به کشورهای توسعه یافته برخوردار نیستند، مشکل آلودگی صدا دارای اهمیت بیشتری است (Haines, 2001).

از آنجایی که سر و صدا سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد، انجمن‌ها و سازمان‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در کشورهای مختلف قوانینی را برای محدود کردن ساعت کار افراد در چنین محیط‌هایی وضع نموده‌اند. از جمله این مقررات می‌توان به قوانین انستیتو حفاظت و بهداشت حرفه‌ای (NIOSH)[1] اشاره نمود. در قوانین NIOSH دو عامل مهم وجود دارد، یکی تراز فشار صدا که بیانگر انرژی صوتی است و دیگری مدت زمانی است که شخص در معرض این انرژی صوتی قرار گرفته است (Anonymous, 1996).

مواجهه مداوم و طولانی مدت با تراز فشار صوت بیش از ۸۰ دسی‌بل می‌تواند موجب افت شنوایی موقت و دائمی شود. این عارضه منجر به اختلال در ارتباط گفتاری افراد از لحاظ کمی و کیفی شده و در نتیجه عدم درک صحیح و مؤثر علائم هشدار دهنده را به دنبال خواهد داشت (Hinchcliffe *et al.*, 2001). مواجهه طولانی‌مدت با صدا در محیط‌های کاری همچنین، باعث افزایش خستگی خواهد شد که این موضوع باعث کاهش تمرکز و افزایش خطاهای انسانی می‌شود (Picarda and Simardb, 2008).

شناخت منابع سر و صدا و به کارگیری آموزش‌های صحیح و روش‌های مؤثر در کاهش تراز صوتی حاصل از آنها، تا حد قابل ملاحظه‌ای از آثار زیان بار آلودگی‌های صوتی بر سلامت انسان خواهد کاست.

حد مجاز مواجهه شغلی صدا در کشور ایران مطابق با توصیه کنفرانس متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا برابر با ۸۵ دسی‌بل A برای ۸ ساعت فعالیت کاری است (کنفرانس آمریکایی بهداشت صنعتی دولتی، ۲۰۱۱). همچنین طبق آیین‌نامه اجرایی جلوگیری از آلودگی صوتی مصوب ۱۳۸۷ هیئت وزیران، حد مجاز صدا از جنبه زیست محیطی در هوای آزاد ایران حداکثر ۷۵ دسی‌بل است.

کومر و همکاران (Kumar *et al.*, 2004) در پژوهشی گزارش کردند میزان تراز فشار صدای اندازه گیری شده برخی از تجهیزات کشاورزی از جمله تراکتورها از ۱۰۰ دسی بل فراتر رفته و در پمپ‌های الکتریکی، پمپ‌های دیزلی و دیگر ماشین‌آلات از ۹۰ دسی‌بل بیشتر بوده است.

1 - National Institute for Occupational Safety and Health

منظم و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به منظور تعیین میزان مواجهه شغلی رانندگان و افراد در مجاورت تراکتور با صدا به هنگام عملیات با دور موتور و دنده‌های مختلف، نشان دادند که در حالت متحرک در موقعیت گوش راننده تراکتور در دور موتور ۸۵۰ دور بر دقیقه میانگین تراز صدا در تمامی دنده‌ها پایین‌تر از حد استاندارد است، ولی در دور موتور ۱۷۰۰ دور بر دقیقه تراز صدا از استاندارد ایران و ACGIH فراتر است.

نوری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی گزارش کردند میزان آلایندگی صوتی روتیواتور تیغه دندانه‌ای در موقعیت گوش راننده در دور موتور ۲۵۰۰ دور بر دقیقه در دنده‌های ۳،۲،۱ و ۴ به ترتیب برابر ۸۲/۲۴، ۸۸/۳۴، ۸۶/۵۲ و ۸۵/۲۹ دسی‌بل است و نوع دنده نقش مهمی در تولید سر و صدا دارد. شدت تراز صدا در موقعیت اطرافیان کمتر از حد استاندارد ۸۵ دسی‌بل 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.

ملکی و لشگری (۱۳۹۲) در پژوهشی بر روی یک دستگاه چمن‌زن موتوری گزارش کردند که سطوح مختلف دور تیغه برش و فاصله میکروفن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر روی تراز فشار صدای منتشر شده دستگاه داشتند.

ملکی و لشگری (۱۳۹۳) در پژوهشی که به منظور تعیین سطوح صدای کمباین جاندیر و عوامل مؤثر بر تولید صدای کمباین انجام دادند، نسبت دنده را عامل مؤثری در بروز اختلاف معنی‌دار در سطح صدا دانستند که این اختلاف ناشی از صدای تولید شده بوسیله سیستم انتقال قدرت وسیله است درحالی‌که عامل دور موتور چندان تغییری در سطح صدای کمباین ایجاد نمی‌کند.

نکویی و دولتی (۱۳۹۴) در پژوهشی گزارش کردند میزان تراز فشار صدای اندازه گیری شده بذرپاش گریز از مرکز در حالتی که مخزن دارای بذر است. در دنده یک، دو و سه سبک بیش از ۸۵ دسی بل است اما در حالت خلاص کمتر از ۸۵ دسی بل است. در حالت مخزن فاقد بذر و دنده‌های مختلف، تراز فشار صدای اندازه گیری شده کمتر از ۸۵ دسی‌بل است. در تمامی حالت‌های ذکرشده فقط در موقعیت کاربر تراز فشار بیش از ۸۵ دسی‌بل است و در فاصله ۷/۵ و ۲۰ متری تراز فشار کمتر از ۸۵ دسی‌بل است.

ملکی و لشکری (۱۳۹۲) در پژوهشی گزارش کردند طبق استاندارد ایمنی شنوای ایران، زمان مجاز روبرو شدن با صدا از رابطه (۱) محاسبه می شود.

جدول ۱ میزان ساعات مجازی که می‌توان در معرض یک سطح صدای خاص قرار گرفت، از رابطه (۱) محاسبه شده را نشان می‌دهد.

جدول۱- ساعات پیشنهادی در معرض صدا

سطح صدا dB (A)	۸۵	۸۸	۹۱	۹۴
ساعات پیشنهادی	۸	۴	۲	۱

رابطه (۱)

$$T(hr) = \frac{8}{2^{(\frac{l-85}{3})}}$$

که در آن T میزان ساعت مجاز و L سطح صدای اندازه‌گیری شده است.

در این تحقیق میزان آلایندگی صوتی هرس کن بنزینی قابل حمل اندازه‌گیری و مدت زمانی که اپراتور و ناظرین می‌توانند در فواصل مختلف در معرض میزان تراز فشار صدا قرار داشته باشند به دست آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمون در دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت، که بر اساس استانداردهای سازمان بین المللی استاندارد هیچ مانعی از قبیل ساختمان، حصار، درخت یا وسیله نقلیه وجود نداشت، انجام شد. 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 (Anonymous, 1996). به منظور تصحیح اندازه‌گیری‌های انجام شده، تراز فشار صدای زمینه به تنهایی و قبل از شروع به کار هرس کن بنزینی قابل حمل اندازه‌گیری شد که تراز صدای زمینه حداقل ۳۰ دسی‌بل کمتر از صدای اندازه‌گیری شده در حین آزمون بود. از آنجایی‌که تراز فشار صدای زمینه اختلاف لازم را با صدای هرس کن بنزینی قابل حمل داشت، لذا در این آزمون نیازی به اعمال تصحیحات صدای زمینه نبود. در این تحقیق از یک هرس کن بنزینی قابل حمل MASHOUF مدل PSI 5501 HR(شکل ۱) جهت هرس شمشادها استفاده گردید. تنظیمات دوره‌ای بر روی آن انجام گرفته و قبل از داده برداری پنج دقیقه به کار گرفته شد تا دمای موتور به دمای پایدار رسید. در مدت زمان کارکرد هرس کن بنزینی قابل حمل، سیگنال‌های سروصدای ساطع شده در ارتفاع ۱۸۰ سانتی متری از سطح زمین اندازه‌گیری شدند. رطوبت نسبی در زمان داده‌برداری ۴۰ درصد، دما ۲۵ درجه سانتی گراد و سرعت باد پنج متر بر ثانیه بود. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمون عبارتند از دو سطح جهت باد (موافق و مخالف) و چهار سطح فاصله (موقعیت کاربر، ۲، ۴ و ۶ متر). آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. در نهایت داده‌های به دست آمده به وسیله نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

شکل ۱- هرس کن بنزینی قابل حمل MASHOUF مدلPSI 5501 HR

جدول ۲- مشخصات فنی هرس کن بنزینی قابل حمل

حجم موتور (cc)	توان موتور (kw)	وزن با شانه برش (kg)	ابعاد (mm)	ظرفیت مخزن سوخت (Lit)	طول شانه برش (mm)	نسبت دور جعبه دنده
۲۵/۴	۰/۷	۶/۲	۱۱۰۰×۲۵۰×۲۳۰	۰/۶	۷۵۰	۹:۴۶

جهت انجام اندازه‌گیری سطح صوت، دما، سرعت باد و رطوبت از دستگاه EXTECH-EN 300 (شکل ۲) استفاده گردید.

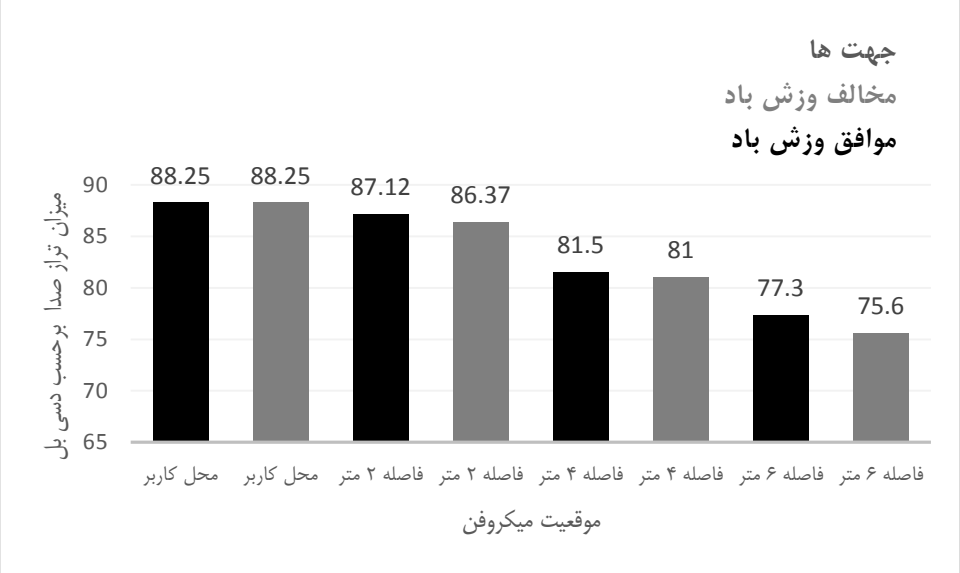
شکل ۲- ابزار اندازه‌گیری صدا، دما، رطوبت نسبی و سرعت باد (مدل EXTECH-EN300)

جدول ۳- مشخصات ابزار اندازه‌گیری

نام ابزار اندازه‌گیری	حساسیت	گستره / ظرفیت	دقت
صداسنج	0.1 dB	30 -120 dB	±1.4 dB
دماسنج	0.1 °C	0 – 50 °C	± 1.2 °C
بادسنج	0.1 m/s	0.4 - 30 m/s	20 m/s ± 0.3 %
رطوبت‌سنج	0.1%RH	10 - 95%RH	±4 %RH

نتایج و بحث

مقادیر میانگین سطح فشار صوت در موقعیت کاربر و در فاصله های ۲، ۴، ۶ متری و در جهت های موافق و مخالف وزش باد در شکل ۲ آورده شده است.



شکل 3- میانگین تراز صدای هرس‌کن بنزینی قابل حمل در فاصله‌های مختلف میکروفن برای جهت های مختلف

در جهت موافق وزش باد در فاصله دو متری، چهارمتری و شش متری به ترتیب ۹۸,۷۲، ۹۲,۳۶ و ۸۷,۶۰ و در جهت مخالف وزش باد در فاصله دو متری، چهارمتری و شش متری به ترتیب ۹۷,۸۶، ۹۱,۷۸ و ۸۵,۶۶ درصد مقدار میانگین سطح فشار صوت نسبت به موقعیت کاربر اندازه گیری بود. این نتایج نشان می دهد بدلیل سرعت پایین باد (پنج متر بر ثانیه) جهت های موافق و مخالف از لحاظ آماری با هم معنی دار نبودند. اما به صورت مقایسه ی در فاصله های مساوی در دو جهت، جهت های موافق باد سطح فشار صوت بیشتری اندازه گیری شد که با نتایج صفارزاده پاریزی (۱۳۷۷) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تیمارهای اعمال شده، در جدول ۳ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود براساس تجزیه واریانس سطوح مختلف متغیرهای فاصله، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. سطح صدا در موقعیت کاربر و فاصله ۲متری بیش از حد مجاز است و در فاصله های۴ و ۶ متری مخاطره آمیز نیست. جهت موافق و مخالف وزش باد و آثار متقابل آنها در سطح ۱ درصد معنی‌دار نشد.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس سطح صدا هرس کن بنزینی قابل حمل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
فاصله	۳	۲۳۲/۵۷**
جهت	۱	۱/۰۳ns
فاصله × جهت	۳	۲/۰۹ns

علائم ** سطوح معنی‌دار ۱ درصد وns عدم معنی داری را نشان می‌دهد.

جدول۵- تأثیر موقعیت فاصله بر مقادیر کلی تراز صدا بر حسب dB(A)

	فاصله ها		
موقعیت کاربر	۲ متری	۴ متری	۶ متری
۸۸/۲۵a	۸۶/۷۵a	۸۱/۲۵b	۷۶/۴۶c

جدول ۵ نشان می‌دهد که میانگین تراز فشار صدای منتشر شده با افزایش فاصله از موقعیت گوش کاربر، با کاهش روبرو بوده است. این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیقات جلیلیان تبار و همکاران (۱۳۹۱)، ملکی و لشکری (۱۳۹۲) و نکویی و دولتی (۱۳۹۴) نیز همخوانی دارد. دلیل این تغییرات، بیشتر شدن فاصله میکروفن تا منبع تولید صدا و اثرات میرایی محیط است. این در حالی است که با تغییر فاصله از موقعیت کاربر به ۲ متر، علی رغم کاهش صدا، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد در سطح صدا مشاهده نشد. اما با افزایش فاصله از ۲ متر به ۴ متر و از ۴ متر به ۶ متر تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. میزان تراز فشار صدای دستگاه در موقعیت گوش کاربر ۸۸/۲۵ دسی‌بل، در فاصله ۲ متری ۸۶/۷۵ دسی‌بل، فاصله ۴ متری ۸۱/۲۵ دسی‌بل و در فاصله ۶ متری ۷۶/۴۶ دسی‌بل بود، که مطابق استاندارد صدای ایران سطح تراز فشار صدا در موقعیت کاربر و فاصله ۲ متری فراتر از حد مجاز بود مدت‌زمان مجاز استفاده از این دستگاه بدون به‌کارگیری عایق صوتی با استفاده از رابطه ۱ در موقعیت کاربر، ۳/۷۷ ساعت و در فاصله ۲متری ۵/۳۳ ساعت در طول روز خواهد بود درصورتی که این مقدار سطح صدا برای ناظرین که در فاصله ۴ متری و ۶ متری قرار دارند هیچ‌گونه مخاطره صوتی در طول روز نخواهد داشت.

همچنین درصورتی‌که اپراتور مجبور باشد بیش از مدت زمان مجاز در طول روز با هرس کن بنزینی قابل حمل کار کند باید از وسایل حفاظت گوش مانند گوش بند، گوش پوش و محافظ الکترونیکی که بستگی به محل کار، میزان صدا، شرایط اپراتور و غیره دارد، استفاده کند، چچون سطح صدا را ۱۵ الی۳۰ دسی‌بل کاهش می‌دهند.

نتیجه گیری

با توجه به این‌که به‌کارگیری هرس کن بنزینی قابل حمل حداقل در طول روز به مدت ۸ ساعت به دلیل انجام به موقع عملیات تزئینی و کاهش هزینه‌ها امری اجتناب ناپذیر است، اما به دلیل آلایندگی صوتی این کار میسر نیست. اقدامات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف– اقدامات مدیریتی: الف– شیفت بندی اپراتور آموزش دیده. ب– اقدامات فنی: نصب صدا خفه کن، تعویض موتور احتراقی با الکتریکی یا تغییر ساختمان موتور، تعویض قطعات فرسوده، تنظیم و روان کاری قطعات متحرک و غیره

ج– اما با توجه به محدودیت فضا و وزن در ساختمان هرس کن بنزینی قابل حمل و محدودیت تامین هزینه جهت اقدامات مدیریتی و فنی بهترین راه‌حل در شرایط حال مدیریت معضل از جانب کاربر است که باید از وسایل حفاظت

گوش که سطح صدا را ۱۵ الی ۳۰ دسی‌بل کاهش می‌دهند مانند گوش بند، گوش‌پوش و محافظ الکترونیکی که بسته به شرایط محیط کار، فصل کار، هزینه و شرایط اپراتور از لحاظ پزشکی دارد، استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

از آقای دکترطائی بدلیل همکاری در آنالیز داده ها و از مهندس صادقین بدلیل همکاری در اجرای آزمایشها تقدیر و تشکر می شود.

منابع

جلیلیان تبار، ف. ربانی، ح. نجابت لرستانی، ع. جوادی کیا، پ و غلامی ر. (۱۳۹۱). ارزیابی آلایندگی صوتی سم پاش پشتی اتمایزر. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ الی ۱۶ شهریور ماه. دانشگاه شیراز.

صفار زاده پاریزی، م. (۱۳۷۷). روش جدید تخمین آلودگی صوتی جاده‌ها با در نظر گرفتن شرایط آب‌وهوای. مجله محیط‌شناسی. ۲۴ (۲۱): ۷۸-۶۹.

قضایی، ص. (۱۳۸۴). بیماری‌ها و عوارض ناشی از عوامل فیزیکی. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

ملکی، ع و لشگری، م. (۱۳۹۳). تحلیل بسامدی طیف باند یک‌سوم اکتاو تراز فشار صدا در کمباین غلات. نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۴ (۲): ۱۶۵-۱۵۴.

ملکی، ع. و لشگری، م. (۱۳۹۲). مطالعه تراز فشار صدای منتشرشده با چمن‌زن موتوری. مجله پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۲ (۲) : ۳۵-۲۹.

منظم، م ر. ندری، ف. خان جانی، ن. قطبی راوندی،م ر. ندری، ح. برسم، ط. شمسی، م. اکبری، ح. اکبری، ح. (۱۳۹۱). مواجهه شغلی رانندگان و مجاورین تراکتور با صدا به هنگام عملیات با دور موتور و دنده‌های مختلف. مجله طب نظامی.۱۴(۲) :۱۵۴-۱۴۹.

نکوی، ع. دولتی، م(۱۳۹۴). بررسی و تحلیل سروصدای یک بذرپاش گریز از مرکز در حین کار در مزرعه. دومین همایش ملی نوین در کشاورزی. مهرماه. سازمان نظام‌مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی تهران.

نوری، ب. قادری، م. و یگانه، ر. (۱۳۹۲). ارزیابی آلایندگی صوتی روتیواتور تیغه دندانه‌ای ازلحاظ ارگونومی. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران.

American Conference of Governmental In-dustrial Hygienists, 2011.Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati.

Anonymous. 1996. "Criteria for a recommended standard occupational noise exposure revised criteria. NIOSH.

Qari M, Y. B., Behzad Nouri, R. 2012."Evaluation of acoustic pollution of Massey Ferguson 399 tractor for improve ergonomics."

Haines M M, Stansfeld S A. 2001. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. Head J. 31(2), 265-77.

Hinchcliffe R, Luxon LM, Williams R. 2001. Noise and hearing. London: Whurr Publishers

Kumar A, Mathur N, Varghese M, Mohan D, .Singh J, Mahajan P. 2004. Effect of Tractor Driving On Hearing Loss in Farmer in India. American Journal of Industrial Medi-cine., p: 341-348.

Picarda M, Girardb SA, Simardb M. 2008. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240000 person-years of observation. Accid Anal Prev. 40 (5): 1644-52.