



## بررسی شدت صدای موتور در انواع تراکتورهای رایج در ایران

آرش سلیملر<sup>۱</sup>، عبدالله گل محمدی<sup>۲</sup>، امیر شایعی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (a.salimlar@student.uma.ac.ir)
۲. دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (agolmohammadi42@gmail.com)
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

### چکیده

با ورود مکانیزاسیون و ماشین‌های کشاورزی به مزرعه مشکلاتی را در رابطه با ایمنی و مسائل ارگونومیکی حاصل از کار با این دستگاه‌ها در پی داشته است که از آن جمله می‌توان به سروصدای این ماشین‌ها اشاره کرد. نتایج این تحقیقات نشان می‌داد که در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ بیشترین سطح صدا در دور موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و دنده ۳ به میزان ۹۸٫۲ دسی‌بل و کمترین سطح در دور موتور ۱۰۰۰ دور در دقیقه و دنده ۱ به میزان ۸۴٫۶۷ دسی‌بل می‌باشد. در تراکتور ITM800 بیشترین مقدار در دور موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و به میزان ۹۸٫۱۳ دسی‌بل و کمترین مقدار آن در دور ۱۵۰۰ دور در دقیقه و در دنده ۱ به میزان ۸۹٫۳ دسی‌بل می‌باشد. در تراکتور رومانی M650 بیشترین میزان صدا در دور موتور ۱۷۰۰ دور در دقیقه و دنده ۳ به میزان ۹۴ دسی‌بل و کمترین مقدار در دور موتور ۱۲۵۰ دور در دقیقه و دنده ۱ به میزان ۸۲٫۲ دسی‌بل می‌باشد. لذا کاربرد برای یک دوره کار ۸ ساعته یا باید در دورها و دنده‌های مجاز ذکر شده اقدام ب رانندگی فرماید و یا باید از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید و سازندگان تراکتور برای کاهش شدت صدا، ابتدا با اتخاذ تدابیر مهندسی در اتاقک راننده و غیره، سیگنال‌های صوت ساطع شده از تراکتور را کاهش دهند.

**کلمات کلیدی:** ارگونومی، صدمات شنوایی، سطح صدا، ایمنی کشاورزی

## بررسی شدت صدای موتور در انواع تراکتورهای رایج در ایران

### مقدمه

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم در کشورهای توسعه یافته صنعتی و همچنین کشورهای در حال توسعه است. پیشرفت و قابلیت اطمینان ماشین‌های کشاورزی، انقلابی در فعالیتهای انسانی فراهم کرد که تولید کالاهای کشاورزی را تسهیل می‌کرد. استفاده از تراکتورها در کشاورزی اندکی پس از جنگ جهانی دوم صورت گرفت و از سال ۱۹۵۰ به صورت انواع گسترده‌ای از برندها و مدل‌ها در بازار عرضه شد. [9]

باین حال، کارایی تراکتور و همچنین وقوع حادثه به میزان خستگی که اپراتور آن را احساس می‌کند، بستگی دارد. از این رو باید توجه کافی به کاربرد عملی اقدامات ارگونومیک و تغییر فعالیت در شیوه‌های کشاورزی، به منظور کاهش تصادفات مربوط به کار در جهت بهبود شرایط کار و افزایش بهره‌وری شود.

بر اساس گزارشات ارائه شده توسط سازمان بین‌المللی کار (ILO) در هر ۱۵ ثانیه یک کارگر بر اثر بیماری یا حادثه ناشی از کار جان خود را از دست می‌دهد و همچنین در هر ۱۵ ثانیه ۱۶۰ کارگر دچار حادثه ناشی از کار می‌شوند. بر اساس این آمار هر روز ۶۳۰۰ نفر بر اثر حوادث شغلی یا بیماری‌های ناشی از کار از بین می‌روند که در سال این رقم به بیش از ۲,۳ میلیون نفر می‌رسد. [10]

نگرانی اصلی مهندسان ارگونومیک، عامل انسانی می‌باشد. آن‌ها همیشه به دنبال شرایط راحتی و امنیت برای کارکنانی هستند که ماشین را اداره می‌کنند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که رضایت و راحتی کارکنان سبب افزایش تولید می‌شود. در بین عوامل ارگونومیک که در ماشین بر اپراتور تأثیر می‌گذارند، صدا عامل مهمی است. اما مطالعات کمی برای ارزیابی این پارامتر و پیامدهای آن برای سلامت شغلی انجام شده است. تأثیرات ناشی از نویز بلافاصله اتفاق نمی‌افتد بلکه با گذر زمان علائم خود را نشان می‌دهند. آلودگی صوتی دارای اثرات غیرمستقیمی بر روی عملکرد انسان از جمله کاهش راندمان و بهره‌وری کاری و افزایش اضطراب، بروز حوادث و خطا به علت کاهش تمرکز می‌باشد. بیماری‌های ناشی از اثرات صوت عبارت است از: از دست دادن شنوایی، عدم تعادل ذهنی و سایر بیماری‌های جسمانی. حداکثر میزان مواجهه روزانه مطابق با استاندارد (NR 15) وزارت کار و اشتغال در یک دوره‌ی کار ۸ ساعته، ۸۵ دسی‌بل می‌باشد. [9]

با توجه به اهمیت کشاورزی، استفاده از تراکتور سبب تسهیل در امور کشاورزی می‌شود. باین حال استفاده مداوم از ماشین‌آلات باعث بروز بیماری‌هایی مانند کاهش شنوایی می‌شود. هدف از انجام این تحقیق بررسی شدت صدای موتور در انواع تراکتورهای رایج در ایران می‌باشد.

### مروری بر مقالات

افزایش سطح صدا در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ در دوره‌های موتور ۱۵۰۰، ۱۷۵۰ و ۲۰۰۰ (دور در دقیقه) برای تراکتور کابین دار و بدون کابین در سطح ۰,۰۱ معنادار است. بیشترین مقدار سطح صدای تراکتور بدون کابین، مربوط به دور موتور ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مقدار ۹۲,۴ دسی‌بل و برای تراکتور کابین دار، در دور موتور ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مقدار ۷۹,۱۳ دسی‌بل می‌باشد. [11]

با افزایش دور موتور از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ دور در دقیقه و نسبت دنده از ۱ تا ۳، میانگین مقادیر RMS صوت تراکتور افزایش یافت. تأثیر میانگین مقادیر RMS صوت در سرعت‌های مختلف موتور نسبت به دنده‌های مختلف جعبه‌دنده، سیگنال‌های صوت ساطع شده از دستگاه بیشتر بود چون با افزایش دنده، گشتاور افزایش و دور موتور کاهش یافت و از طرف دیگر دلیل اصلی افزایش تعداد کورس احتراق و ضربات پیستون در واحد زمان که عامل اصلی تولید صوت است دوره‌های مختلف موتور می‌باشد بنابراین مقادیر میانگین



سیگنال‌های صوت ایجادشده توسط دورهای مختلف موتور بیشتر از دنده‌های مختلف جعبه‌دنده بود. نتایج نشان داد که سطح صدا در دور ۲۰۰۰ دور در دقیقه و در دنده ۳ بیشترین مقدار را داشت و برابر ۹۱,۰۲ دسی‌بل بود. این مقدار بیش‌ازحد مجاز استاندارد ۸۵ دسی‌بل می‌باشد لذا کاربر باید از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید.<sup>[2]</sup>

در دو مدل تراکتور، مسی فرگوسن ۳۹۹ بدون کابین و والترا T170 کابین دار بیشترین سطح صدای تراکتور بدون کابین و کابین دار به ترتیب ۷۹,۳ و ۹۶,۱ دسی‌بل می‌باشد که این برای تراکتور کابین دار، در مقایسه با حد استاندارد ۸۵ دسی‌بل، نگران‌کننده است. با افزایش سرعت دورانی موتور از ۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰ دور در دقیقه، میانگین سطح صدای کلی تراکتور مسی فرگوسن ۵,۵ دسی‌بل و والترا ۶,۴ دسی‌بل افزایش نشان می‌دهد. این افزایش بین سرعت‌های موتور ۱۵۰۰ و ۱۷۵۰ دور در دقیقه از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده، ولی بین سرعت‌های موتور ۱۷۵۰ و ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ دور در دقیقه در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. همچنین تغییرات دنده و بار روی تراکتور کابین دار، تأثیر معناداری بر مقادیر سطح صدا ندارد، حال آن‌که برای تراکتور بدون کابین، تغییرات سطح فشار صدا، محسوس‌تر می‌باشند. به‌طور کلی، کابین تراکتور مانع از افزایش سطح فشار صدای ناشی از تغییرات دنده و بار روی تراکتور می‌شود و تا ۱۰ دسی‌بل کاهش سطح فشار صدای میانگین را در پی خواهد داشت. برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سروصدا، استفاده از محافظ‌های گوش برای راننده و سرنشینان تراکتور بدون کابین توصیه می‌شود.<sup>[3]</sup>

در تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ حین عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی بعد از اندازه‌گیری سطح صدا در سه دور موتور ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه و سه سطح دنده ۱، ۲ و ۳ (در حالت دنده‌سنگین) مشخص شد که با افزایش دور موتور و نسبت دنده میانگین مقادیر RMS آلودگی صوتی تراکتور افزایش یافت. میانگین مقادیر RMS صوت با سنگین شدن دنده کاهش یافت که دلیل آن احتمالاً کمتر شدن دور خروجی می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که با دنده ۱ و دور موتور ۱۰۰۰ دور در دقیقه، کاربر می‌تواند به‌طور استاندارد ۸ ساعت کار کند ولی در بقیه‌ی دورها و دنده‌ها که سطح صدا از حالت استاندارد بالاتر است بهتر است راننده از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید.<sup>[4]</sup>

در تراکتور رومانی ۶۵۰ ام در حین حرکت در جاده مزرعه‌ای با افزایش دور موتور و نسبت دنده میانگین سطح آلاینده‌گی صوتی تراکتور افزایش یافت. در موقعیت گوش راننده سطح صدا در دنده ۱ با ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه به ترتیب برابر با ۸۱,۲ و ۸۴,۵ دسی‌بل بود، مقادیر آن‌ها در حد مجاز استاندارد ۸۵ دسی‌بل بود لذا کاربر می‌تواند به مدت ۸ ساعت بر اساس استاندارد با تراکتور مذکور بدون هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی رانندگی نماید و از طرف دیگر سطح صدا در ۱۷۰۰ دور در دقیقه و در دنده ۳ بیشترین مقدار را داشت و برابر ۹۴ دسی‌بل بود. این مقدار بیش‌ازحد مجاز استاندارد ۸۵ دسی‌بل می‌باشد.<sup>[5]</sup>

در یک نوع تراکتور، در دو حالت با کابین و بدون کابین و در عملیات مختلف کشاورزی در حالت بدون کابین سطح صدا در تمام موارد بالای ۸۵ دسی‌بل است، حال آن‌که مقررات سازمان بهداشت جهانی (NIOSH) سطح صدای ۸۵ دسی‌بل را برای ۸ ساعت کار در روز مجاز می‌داند، اندازه‌گیری‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که به‌طور میانگین کابین تراکتور سروصدا را به میزان ۱۰ دسی‌بل کاهش می‌دهد.<sup>[6]</sup>

در تراکتور آی‌تی‌ام ۸۰۰ با افزایش دور موتور و موقعیت دنده، میانگین مقادیر سطح صدا در تراکتور افزایش می‌یابد. در موقعیت گوش راننده، در دنده ۱ با دور ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ و دنده ۲ با دور ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه، که شدت صوت به ترتیب برابر با ۸۹,۳۳ و ۹۳,۱۶، ۹۱,۲۶ و ۹۸,۱۳ دسی‌بل می‌باشد. که مقادیر آن‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد ۸۵ دسی‌بل می‌باشد.<sup>[7]</sup>

در تراکتورهای جان دیر مدل ۳۱۴۰ و مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ در شرایطی که ادوات مختلف به آن‌ها متصل شده بود (چیزل، گاوآهن برگردان دار، دیسک، زیرشکن و خطی کار) در هر دو نوع تراکتور و با همه ادوات مورد آزمایش، میزان صدا بیشتر از حد

مجاز بود. بیشترین و کمترین میزان نویز ایجاد شده به ترتیب برابر با ۸۸٫۷ دسی‌بل در تراکتور مسی فرگوسن همراه با خطی کار بود و ۸۶٫۱ دسی‌بل در تراکتور مسی فرگوسن همراه با زیرشکن بود. [8]

در تحقیقات بر روی تراکتورهای مورد استفاده در جنگل‌داری ترکیه این نتیجه به دست آمد که میزان صدای ایجاد شده در تراکتور بدون کابین بالاتر از حد مجاز و در تراکتور با کابین پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد. [11]

سوزا (۲۰۰۱) میزان نویزهای انتشار یافته توسط دستگاه حیوانات تراکتور را ارزیابی کرد و نتیجه گرفت که به طور کلی میزان سروصدای حاصل از چرخش ۵۴۰ دور در دقیقه در سیلندر فرسوده بیشتر از آن است که در ۴۲۰ دور در دقیقه به دست می‌آید. میزان سروصدا در گوش اپراتور در روز کاری خود یکی از عواملی است که باید در سیستم‌های تولیدی که از ماشین‌آلات به میزان بالایی استفاده می‌کنند ارزیابی شود.

رینالدی و همکاران (۲۰۰۸) ۲۹ تراکتور را مورد بازرسی قرار داد، نتیجه گرفت که میزان سروصدا بالاتر از حداکثر مقدار مجاز تعیین شده توسط ارگان‌های نظارتی می‌باشد. با افزایش احتمال بروز حوادث می‌تواند باعث کم‌شنوایی، تحریک‌پذیری و از بین رفتن غلظت شوند.

سونها و همکاران (۲۰۱۲) پس از تجزیه و تحلیل سروصدای تراکتورها اظهار داشت که حتی با پیشرفت‌های فن‌آوری در تولید ماشین‌آلات کشاورزی، هنوز هم میزان سروصدا برای یک دوره‌ی کار ۸ ساعته در تراکتورهای بدون حفاظ بسیار بالاست، بنابراین استفاده از محافظت شنوایی ضروری است.

نیتزل و یاست (۲۰۰۲) با مطالعه بر روی کارگران جنگل در ایالات متحده نشان دادند که ۴۶ درصد کارگران در معرض سطوح بالایی از سروصدا قرار دارند.

برسته و همکاران (۱۴۴۱)، در تحقیق خود نشان دادند که سطح صدا در موقعیت گوش راننده تراکتورهای بدون اتاقک یا با اتاقک با پنجره باز بسیار بیشتر از حد استاندارد بوده و در مواردی سطح صدا بیشتر از ۹۵ دسی‌بل بوده است.

## نتیجه‌گیری

### خلاصه مقالات ارائه شده در پژوهش

نوع تراکتور	دور موتور ( دور بر دقیقه)	شماره دنده	ادوات متصله	سطح صدا در نوع کابین دار	سطح صدا در نوع کابین
مسی فرگوسن ۳۹۹	1000	1			84/67
مسی فرگوسن ۳۹۹	1000	2			86/50
مسی فرگوسن ۳۹۹	1000	3			88/29
مسی فرگوسن ۳۹۹	1500	1			86/59
مسی فرگوسن ۳۹۹	1500	2			89/59
مسی فرگوسن ۳۹۹	1500	3			92/77
مسی فرگوسن ۳۹۹	2000	1			91/78
مسی فرگوسن ۳۹۹	2000	2			93/89
مسی فرگوسن ۳۹۹	2000	3			89/7_98/72
مسی فرگوسن ۳۹۹	2000			79/13	92/4
مسی فرگوسن ۳۹۹	1500_2200				96/1
مسی فرگوسن ۳۹۹			خطی کار		88/7

مسی فرگوسن ۳۹۹	زیرشکن	86/1
ITM240	3	91/02
ITM800	1	89/3
ITM800	2	91/26
ITM800	1	93/16
ITM800	2	98/13
رومانی M650	1	81/2
رومانی M650	1	84/5
رومانی M650	3	94
والترا T170		79/3
		1500_2200

بر اساس جدول بالا تراکتور مسی فرگوسن در دور موتور ۱۰۰۰ و دنده ۱ و دور موتور ۲۰۰۰ در حالت کابین دار و در تراکتور رومانی M650 در دورهای ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ و دنده ۱، پایین تر از حد مجاز می‌باشد. لذا برای یک دوره کار ۸ ساعته توصیه می‌شود که کاربر در تراکتورهای ذکر شده و در دورها و دنده‌های مذکور اقدام به رانندگی نماید. در غیر این صورت استفاده از وسایل حفاظت گوش الزامی بوده و سازندگان تراکتور جهت کاهش صدا در وهله نخست با اتخاذ تدابیر مهندسی در اتاقک راننده و سیگنال‌های ساطع شده از تراکتور را کاهش داده و عملی سازند.

## منابع

۱. فرهادی، و. و نیان، ع. ۱۳۹۴، اثر دورهای مختلف موتور و تغییر نسبت دنده بر مقادیر سطح صدای تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ کابین دار و بدون کابین، دومین کنفرانس ملی کشاورزی و توسعه، تهران، موسسه اطلاع‌رسانی نارکیش.
۲. آخوندزاده، الف. و جهان بخشی، الف. و یگانه، ر. ۱۳۹۳، بررسی تأثیر دور موتور و نسبت دنده بر آلاینده‌گی صوتی تراکتور ITM240، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، گرگان، شرکت مهندسی عمران بنای تدبیر با همکاری دانشگاه گلستان، دانشگاه گلستان.
۳. مهران زاده، م. و قاید رحمتی، م. ۱۳۹۴، بررسی و ارزیابی تأثیر آلودگی صوتی تراکتورهای کابین دار و بی کابین در شمال خوزستان، کنفرانس بین‌المللی مهندسی و علوم کاربردی، دبی، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا
۴. رحمتیان، م و مرادی، م، ۱۳۹۵، ارزیابی و تحلیل آلاینده‌گی صوتی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ در کابین راننده حین عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی، دهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، مرادوند، ب. و ندرلو، ل. و جهان بخشی، الف. ۱۳۹۴، ارزیابی آلاینده‌گی صوتی تراکتور رومانی U650M در حوزه زمان، اولین کنگره علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست ایران، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین.
۵. پاینده، م. و باقری، ج. بهروزی، ل. ر. م. و خدارحم پور، ز. ۱۳۹۰، نقش کابین تراکتور در کاهش صدما ت شنوایی، هفتمین همایش سراسری بهداشت حرفه‌ای، قزوین، دانشگاه علوم پزشکی قزوین.
۶. سلیمان زاده، ج. و قمری، ب. و حیدریگی، ک. ۱۳۹۷، تعیین و بررسی آلاینده‌گی صوتی تراکتور ITM800، یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران، همدان، دانشگاه بوعلی سینا - انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.





۷. سلیمانی، م. و بخشی پور، ع. و کسرای، م.، ۱۳۸۹، ارزیابی میزان نویز تراکتورهای مختلف در عملیات مختلف

مزرعه‌ای، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، تهران، دانشگاه تهران

8. Murilo M, B. Guilherme A,M. Raquel C. E,B. Clovis,F and Jonathas C,S. 2014. Noise and Vibration of Tractors: An Ergonomic Evaluation. International Journal of Applied Science and Technology.
9. Hseneews(2014).Health Safety Environment. <http://www.hseneews.ir/News/View/186>
10. Melemez,K and Tunay,M. 2010. An Ergonomic Evaluation on Whole-Body Vibration of Loading Tractors in Turkish Forestry. Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment