یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

# تعیین و بررسی آلایندگی صوتی تراکتور ITM 800

**جواد سلیمان زاده[1]، بهرام قمری، کبری حیدربیگی[2]**

[1]دانشجوی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام؛ Javadsolimani0098@gmail.com

[2]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام؛ bahram021@yahoo.com، k.heidarbeigi@ilam.ac.ir

**چکیده**

سر و صدا یکی از مهم ترین عوامل زیان آور شغلی است که بر سلامت و بهره وری کاربران تاثیر زیادی دارد. افزایش آلودگی صوتی باعث افت شنوایی دائم و موقت، اثر منفی بر روی سیستم تعادلی بدن، ایجاد ناراحتی‌های عصبی، کاهش بازده کاری، افزایش حوادث و غیره می‌شود. در این تحقیق میزان آلایندگی صوتی تراکتور ITM 800 بررسی گردید. بدین منظور محل آزمون بر اساس استانداردهای بین‌المللی ۵۱۳۱ و ۷۲۱۶ سازمان ایزو انتخاب گردید. سطح صدا در سه دور موتور و در دو سطح دنده و در سه موقعیت میکروفن با سه تکرار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد 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، ۹۳/۱۶، ۹۱/۲۶، ۹۸/۱۳ دسی‌بل گزارش گردید. که مقادیر آن‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد ۸۵dB می باشد. لذا کابر تراکتور برای اینکه بتواند از حداکثر ساعت کاری مفید در طول روز (۸ ساعت) استفاده نماید، باید در دنده و دورهای ذکر شده جهت حفظ سلامتی و ایمنی خود از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید 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.

**واژه های کلیدی:** تراکتور ITM 800، آلودگی صوتی، ارگونومی. تراز فشار صدا.

# Determination and Evaluation of acoustic emission of ITM 800 Tractor

**Javad soleimanzadeh**

**Bahram Ghamari and kobra Heidarbeigi**

## Abstract

Noise is one of the most important harmful factors affecting the health and productivity of users. Increased noise pollution causes permanent and temporary hearing loss, has a negative effect on the body's balance system, causing neural nerves, decreasing productivity, increasing accidents, and etc. In this study, the noise pollution of the ITM800 tractor was investigated. . For this purpose, the test site was selected based on international standards of 5131 and 7216 ISO organizations. The level of sound at three engine speeds (1000, 1500 and 2000 rpm) and in two gears (1 and 2) and in three positions of the microphone (driver's ear position, 7.5 and 20 meters distance from the sound source) with three repetitions was measured. The results showed that with increasing engine speed and gear position, the average level of sound level in the tractor increased. In the driver's ear position, in gear 1 with 1500 and 2000 rpm and 2 rpm with 1500 rpm and 2000 rpm, the sound intensity was 89.33, 93.16, 91.26 and 98.13 dB, whose values are higher than the standard 85dB standard. Therefore, the tractor user should use ear protection devices in order to be able to use the maximum working hours per day (8 hours), and tractor manufactures reduce the noise intensity in the first place measures for decrease engineering inside the driver signals and implement Stash tractor.

**Keywords:** ITM 800 Tractor, acoustic emission, Ergonomics, sound pressure level.

[1]. Javad soleimanzadeh, Ilam University, E-mail: Javadsolimani0098@gmail.com , Phone: +989180588201

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

**مقدمه**

امروزه صدا از معضلات اساسی دنیای صنعتی بوده و خیل عظیمی از افراد چه در محیط کار خود یا در محل زندگی از آزار آن در مخاطره اند. زندگی ماشینی و مکانیزه سبب شده است که انسان در محیطی پر استرس با منابع صدا همزیستی توأم با ناراحتی را تحمل کند (معلمی اوره، ۱۳۸۸). صدا دومین آلاینده محیط زیست پس از آلودگی هوا محسوب می‌گردد. با این حال در مقایسه با آلودگی هوا به اندازه کافی مورد توجه قرار نمی‌گیرد (علی‌آبادی، ۱۳۹۵). سر و صدا یکی از مهم ترین عوامل زیان آور شغلی است که می‌تواند بر سلامت و بهره‌وری کاربران تاثیر گذار باشد. به طور قطع، افرادی که در امور مختلف کشاورزی مشغول فعالیت هستند در معرض بسیاری از منابع سر و صدا قرار دارند، ولی هنوز کلیه خطرات برای افرادی که سال‌های طولانی در مواجهه با سر و صدا بوده اند مشخص نشده است (مک برید، فریت[۱] ۲۰۰۳). مکانیزه کردن کشاورزی، هدف دیرینه کشاورزان بوده است. ورود تراکتور و ماشین‌های کشاورزی به مزرعه مشکلات بسیاری را در ارتباط با ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار این دستگاه برای کاربران آن‌ها و نیز کارگران مشغول به کار در مزرعه به وجود آورده است (بروان[۲] ۱۹۹۸، سلوکی[۳] ۱۹۹۸). 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، اره برقی‌ها می‌باشد (بیکر، ۲۰۰۲). در بین ادوات و تجهیزات کشاورزی تراکتور یکی از اصلی ترین و پرکاربردترین ماشین‌های کشاورزی است که لزوم توجه به آن از جنبه‌های مختلف، امری کاملا ضروری است. بنابراین روش‌های اندازه‌گیری و کنترل آلودگی‌های صوتی آن از مباحث مهم در این موضوع می‌باشد (جلیلیان‌تبار و همکاران، ۲۰۱۳؛ دپزینسکی و همکاران، ۲۰۱۱؛ آبیک و همکاران، ۲۰۱۰؛ سلوکی، ۲۰۰۰). کل تراکتورهای مورداستفاده در کشور در سال ۱۳۹۴ تعداد ۴۷۱۲۸۹ دستگاه اعلام‌شده است با توجه به این آمار، می‌توان نتیجه گرفت که حداقل ۴۷۱۲۸۹ کاربر تراکتور هرساله در معرض شرایط نامناسب محیطی از قبیل آلایندگی صوتی ناشی از کار با تراکتور می‌باشند، تراکتور ITM 800 که ساخت شرکت تراکتور سازی تبریز است به تازگی با استقبال کشاورزان روبه رو شده است از این جهت در ایران باید بیشتر به سطح آسایش و راحتی کاربران این نوع تراکتورها بها داده شود (آمارنامه کشاورزی،۱۳۹۴). امروزه به ایمنی شغلی کشاورزان در کشورهای در حال توسعه، کمتر توجه می‌شود. این مسئله برای رانندگان که در معرض شرایط بسیار نامناسب محیط کار و آلودگی صوتی ناشی از ماشین‌های کشاورزی قرار دارند، اهمیت ویژه‌ای دارد، بطوریکه افزایش آلودگی صوتی باعث افت شنوایی دائم و موقت، اثر منفی بر روی سیستم تعادلی بدن، ایجاد ناراحتی‌های عصبی و غیره می‌شود (جهان بخشی و همکاران،۱۳۹۴).

مهم‌ترین آثار نامطلوب سر و صدا بر روی انسان مواردی مانند: اثر نامطلوب بر سیستم بینایی، ایجاد ناراحتی‌های عصبی و روانی، کاهش بازده کار و افزایش حوادث است. همچنین آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند افزایش ضربان قلب، فشارخون و تعداد تنفس می‌باشد. 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 انیستیتو حفاظت و بهداشت حرفه‌ای اشاره نمود. بنا به تعریف، در معرض تراز سر و صدای ۸۵dB به مدت ۸ ساعت در روز یا ۸۸dB به مدت ۴ ساعت در روز را یک دور مجاز سر و صدا می‌گویند (معلمی اوره، ۱۳۸۸).

سطوح بالای صدا که اغلب کاربران ماشین‌های کشاورزی برای زمان طولانی در معرض آن هستند سهم عمده‌ای در خستگی آن‌ها دارد و ممکن است باعث آسیب‌های شنوایی برگشت ناپذیر شود. به همین دلیل، ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار با این ماشین‌ها باید به عنوان یک معیار اساسی در طراحی ماشین‌های کشاورزی و عامل تعیین کننده در پذیرش و فروش آن‌ها تلقی شود (لشگری و ملکی،۱۳۹۴).

دورگات و سلن[۴](۲۰۰۴) دریافتند مهم‌ترین آثار نامطلوب سروصدا بر روی انسان، مواردی مانند: افت شنوایی دائم و موقت، اثر منفی بر روی سیستم تعادلی بدن، ایجاد ناراحتی‌های عصبی، ایجاد ناراحتی‌های روانی، کاهش بازده کار و افزایش خطر حوادث، آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند: افزایش ضربان قلب، فشار خون و تعداد نفس می‌باشد.

---

۱. McBride; firth,2003

۲. Brown, 1998

۳. Soleck, 1998

۴. Durgut and Celen

آیبک[1] و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی در خصوص عملیات‌های مختلف با تراکتور عنوان نمودند که با افزایش مراکز باند بسامدی، تراز فشار صدا 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 کاهش صدای بهتری به همراه دارند.

سهساح[2] و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی بر روی دو تیلر در شرایط مختلف حمل و نقل در جاده آسفالت و خاکی گزارش نمودند که بیشینه صدای اندازه‌گیری شده در موقعیت گوش راننده در نسبت دنده‌های مختلف، در جاده آسفالت و جاده خاکی به ترتیب ۹۸/۲ و ۹۲ دسی‌بل بوده که این مقادیر بالاتر از میزان مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. همچنین گزارش نمودند این مقدار در موقعیت گوش راننده نسبت به موقعیت اطرافیان بیشتر است.

لشگری و ملکی (۲۰۱۵) در تحقیقی به ارزیابی سروصدای یک تراکتور باغی پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد، که تراز فشار صدا، نوع عملیات، نسبت دنده و سرعت موتور در سطح احتمال ۱٪ بر صدای منتشر شده از تراکتور باغی معنی‌دار بود. همچنین گزارش نمودند که تراز فشار صدا و حد آستانه شنوایی برای راه روستایی بالاتر از شرایط خاک‌ورزی به‌دست آمد.

جهان‌بخشی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی به بررسی تأثیر دنده و دور موتور بر آلایندگی صوتی کمباین جاندیر مدل 1055I، پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد، اثر عامل‌های اصلی فاصله میکروفن، دور موتور و موقعیت دنده و اثرات برهمکنش آن‌ها به جز دور موتور در موقعیت دنده در سطح احتمال ۱٪ بر سطح صدای منتشر شده از کمباین مذکور معنی‌دار بود. همچنین گزارش نمودند، با افزایش فاصله میکروفن از گوش راننده سطح صدا کاهش می‌یابد، که علت آن تأثیر میرایی صدا در محیط است. در موقعیت گوش راننده در تمامی دنده‌ها و دورهای موتور سطح صدا بالاتر از حد مجاز استاندارد (dB(A ۸۵ می‌باشد. لذا کاربر کمباین باید از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید و سازندگان کمباین جهت کاهش شدت صدا در وهله نخست با اتخاذ تدابیر مهندسی مانند اتاقک راننده و غیره سیگنال‌های ساطع شده از کمباین را کاهش داده و عملی سازند.

جهان‌بخشی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی آلایندگی صوتی کمباین جاندیر مدل 1055I به روش آماری و هوش مصنوعی پرداختند. آن‌ها گزارش نمودند مدل شبکه عصبی بهینه با کمترین میانگین مربعات خطا (MSE) و بالاترین ضریب همبستگی داده‌های آزمون (r) برای این پژوهش با سطح فشار خروجی صدا (در سه سطح: میانگین، حداکثر و حداقل) به ترتیب برابر ۰/۰۰۳۷، ۹۹/۹۲، ۰/۰۰۵۱، ۹۹/۸۸، ۰/۰۰۴۴، ۹۹/۸۰ به دست آمد، که دارای ده نرون در لایه پنهان است.

در این تحقیق میزان آلایندگی صوتی تراکتور ITM 800 بررسی می شود. با تحلیل و ارزیابی داده‌ها و نتایج تحقیق حاضر، وضعیت آسایش و سلامتی کاربران تراکتور ITM 800، بررسی می‌شود. با دانستن وضعیت آسایش کاربر در برابر آلایندگی صوتی وارده، مدت زمان استاندارد استفاده کار با تراکتور در طول روز به دست خواهد آمد و بدین ترتیب می‌توان از بیماری‌های مختلف تأثیرگذار بر اعصاب، سیستم‌های شنوایی و غیره پیشگیری به عمل آید و می‌توان نسبت به بهینه نمودن اجزای تأثیرگذار اقدام کرد و طرح‌های جدیدی را ارائه داد. همچنین می توان منابع عمده تولید سرو صدای این تراکتور را مورد شناسایی و تحقیق قرار داد و با طراحی مجدد یا ایجاد تغییرات در طراحی منابع، راهکارهایی جهت بهبود و بازسازی این منابع ارائه داد. با مطالعه و تحقیق در زمینه آلایندگی صوتی این تراکتور و یافتن راه‌حل مناسب جهت جلوگیری از آسیب دیدگی کاربران آن می‌توان گامی مناسب برای سلامتی و ایمنی اپراتور برداشت و ساعات کاری استفاده کاربر از این نوع تراکتور را افزایش داد. با مطالعات جامعی که در این زمینه انجام شده، مشخص گردید که متاسفانه تا به حال در این زمینه اقدامی بر روی این تراکتور صورت نگرفته است.

**مواد و روش‌ها**

در این پژوهش سیگنال‌های آلایندگی صوتی تراکتور ITM 800 ساخت شرکت تراکتور سازی ایران با مشخصات موجود در جدول (۱) در شرایط کاری واقعی، اندازه‌گیری شدند.

**جدول ۱- مشخصات فنی تراکتور مورد آزمایش**

**Table 1: Technical specifications of ITM 800 Tractor**

| Type of engine | Cylinders | Weight | Cutting width (m) | Grain tank capacity (lit) | Power (hp) |
|---|---|---|---|---|---|
| Diesel | 4 | 3190 | 4.25 | 126 | 82 |

[1] . Aybek
[2] . Sehsah

در این تحقیق از دستگاه صوت سنج مدل SL 4013 ساخت شرکت لترون تایوان با دقت ۰/۱ dB استفاده شد. این دستگاه قابلیت داده برداری در فاصله زمانی ۱ ثانیه را دارا می‌باشد. دستگاه دارای یک حافظه داخلی جهت ذخیره کردن داده‌ها است. برای انتقال داده‌ها از دستگاه به کامپیوتر از یک کابل RS232 استفاده شد که خروجی دستگاه را به ورودی کامپیوتر وصل میکند. دستگاه صوت‌سنج مورد استفاده در این تحقیق دارای ویژگی‌های مطابق با الزامات تجهیزات اندازه‌گیری با استانداردهای IEC 61672، IEC 1010 می‌باشد.

تراکتور مورد نظر قبل از شروع آزمون‌ها مورد بازرسی فنی قرار گرفت و تعمیرات دوره ای روی آن انجام پذیرفت. عوامل تأثیر گذار در این پژوهش عبارتند از: دور موتور (در سه سطح ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ دور در دقیقه)، موقعیت دنده (در دو سطح دنده ۱و۲) و موقعیت میکروفن (در سه سطح موقعیت گوش راننده، فاصله ۷/۵ متری و فاصله ۲۰ متری از منبع صدا). برای اندازه‌گیری سطح صدای تراکتور در موقعیت گوش کاربر، میکروفن در فاصله ۱۰cm از گوش چپ کاربر قرارگرفت و در موقعیت اطرافیان میکروفن در ارتفاع ۱/۲m بالای سطح زمین و در فاصله های (۷/۵ متری و ۲۰ متری از منبع صدا) نصب شد. ویژگی های مکان آزمون بر اساس استانداردهای، سازمان بین‌المللی استاندارد ISO 5131 و ISO 7216 طوری انتخاب گردید که ناحیه اندازه‌گیری مکانی مسطح، باز و دارای پوششی عاری از خاکستر یا برف و سطوح منعکس کننده بزرگ مانند ساختمان‌ها، ماشین‌های دیگر، تابلوهای تبلیغاتی و درختان در فاصله ای با شعاع حداقل ۲۵ متر از محدوده محل آزمون باشد. دمای هوا در محل آزمون ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. سرعت باد در هنگام اندازه‌گیری کمتر از ۵ متر بر ثانیه بود. علاوه بر این ممنوعیت اندازه‌گیری در هنگام باریدن برف یا باران یا رعد و برق و این که تراز صدای محیط باید حداقل ۱۰ دسی‌بل کمتر از صدای مورد اندازه‌گیری باشد، رعایت شد. شکل (۱) شماتیک ابعاد ناحیه اندازه‌گیری را نمایش می‌دهد. برای ارزیابی صوت از شدت نوع A استفاده گردید. زیرا بر اساس گزارش تنظیم شده که برای کمیسیون اروپایی پیشنهاد شد سطوح شدت صوت در واحد دسی‌بل باید از نوع A بکار برده شود (Standard, 1996). برای به حداقل رساندن خطا در اندازه‌گیری سیگنال‌های ساطع شده از تراکتور در هر آزمون در ۳ تکرار انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل و انجام عملیات آماری از نرم افزار Excel 2016 و SAS 9.1 استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین سطوح آثار اصلی و برهمکنش متغیرها بر اساس آزمون چند عاملی دانکن، با مقادیر میانگین تراز فشار صدا (SPL) حوزه زمانی انجام گرفت.

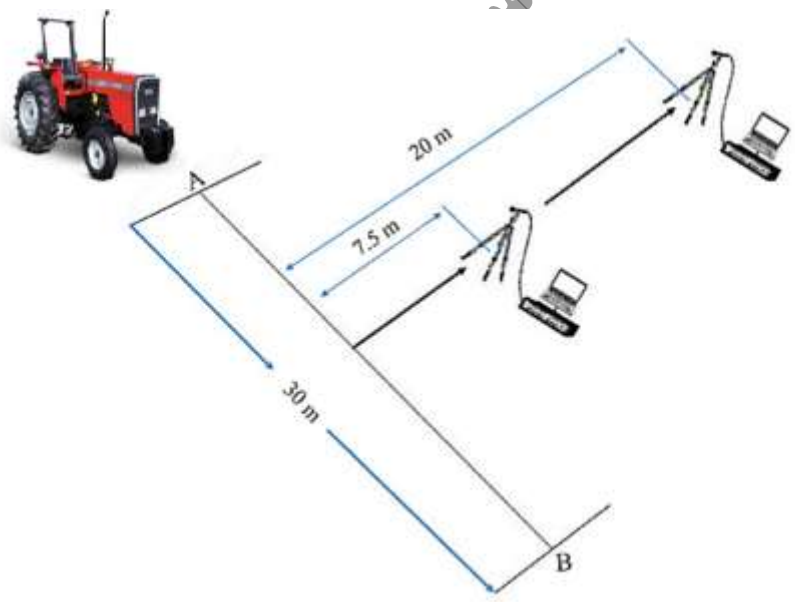


**Figure 1: Schematic Dimensions of Measuring Area of Emitted Tractor**

**شکل ۱: شماتیک ابعاد ناحیه اندازه‌گیری صدای ساطع شده از تراکتور**

برای ارزیابی صوت از شدت نوع (A)، که حد استاندارد آن ۸۵dB برای ۸ ساعت کار مفید در طول روز می‌باشد، استفاده گردید. (جدول ۲).

**جدول 2: ساعات پیشنهادی در معرض آلایندگی صوتی.**

**Table 2: Suggested hours of exposure to noise pollution (NIOSH, 1998).**

| Sound level (A) dB | 85 | 88 | 91 | 94 | 97 |
|---|---|---|---|---|---|
| Suggested hours | 8 | 4 | 2 | 1 | 0.5 |

مقادیر این زمان‌ها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (موسسه ملی ایمنی، ۱۹۹۸).

$$T = \frac{8}{2^{(\frac{SPL-85}{3})}} \quad (۱)$$

## نتایج و بحث

مقادیر میانگین سطح صدا به ازای سرعت های مختلف دوران موتور در دنده‌های مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است. با توجه به این شکل و با توجه به استاندارد سازمان جهانی بهداشت در موقعیت گوش راننده، در دنده ۱ با دور ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه که شدت صوت به ترتیب برابر با ۸۹/۳۳، ۹۳/۱۶ دسی‌بل و دنده ۲ با دور ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه، که شدت صوت به ترتیب برابر ۹۱/۲۶، ۹۸/۱۳ دسی‌بل، که مقادیر آن‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد ۸۵dB می باشد.

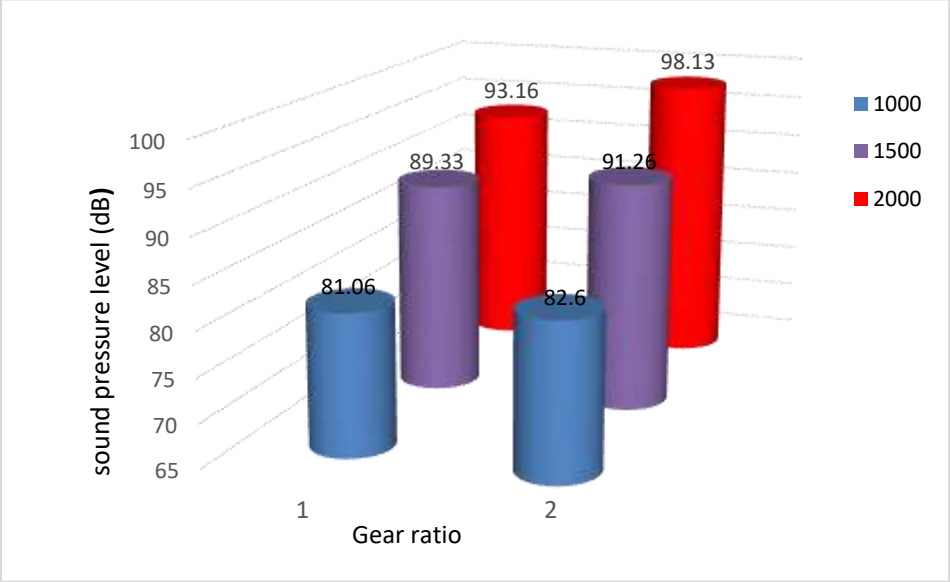


**Figure 3: Changes in volume level values in the driver's ear positions.**

**شکل ۳: تغییرات مقادیر سطح صدا در موقعیت گوش راننده.**

لذا کابر تراکتور برای اینکه بتواند از حداکثر ساعت کاری مفید در طول روز (۸ ساعت) استفاده نماید باید در دنده و دورهای ذکر شده جهت حفظ سلامتی و ایمنی خود از وسایل حفاظت گوش استفاده نماید و سازندگان تراکتور جهت کاهش صدا در وهله نخست با اتخاذ تدابیر مهندسی مانند به‌کارگیری عایق‌های صوتی در اتاقک راننده و سیگنال‌های ساطع شده از تراکتور را کاهش داده و عملی سازند. با افزایش سرعت موتور از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و موقعیت دنده از ۱ تا ۲، میانگین مقادیر سطح صدای تراکتور افزایش می‌یابد که علت آن افزایش تعداد کورس‌های احتراق و ضربات پیستون در واحد زمان است که منجر به تولید صدا در تراکتور می‌شود. تاثیر میانگین مقادیر سطح صدا در دورهای مختلف موتور نسبت به دنده‌های مختلف جعبه دنده، سیگنال‌های صوت ساطع شده از تراکتور بیشتر می‌باشد چون با افزایش دنده، گشتاور کاهش و دور افزایش می‌یابد و از طرف دیگر دلیل اصلی افزایش تعداد کورس احتراق و ضربات پیستون در واحد زمان که عامل اصلی تولید صوت است، دورهای مختلف موتور می‌باشد. بنابراین مقادیر میانگین سیگنال‌های صوت ایجاد شده توسط دورهای مختلف موتور بیشتر از دنده‌های مختلف جعبه دنده است. در موقعیت اطرافیان (فاصله ۷/۵ متری و ۲۰ متری از منبع صدا) در تمامی دنده‌ها و دورهای مختلف موتور سطح صدا پایین‌تر از حد استاندارد ۸۵dB می‌باشد (شکل‌های ۴ و ۵). همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش دور و دنده در موقعیت اطرافیان میانگین سطوح صدا در کلیه ستون‌ها کاهش یافته، که ناشی از اثرات میرایی امواج صوتی در هوا است. بنابراین برای کارگران و کشاورزانی که در اطراف تراکتور مشغول کار هستند، هیچگونه خطر صوتی نخواهد داشت.

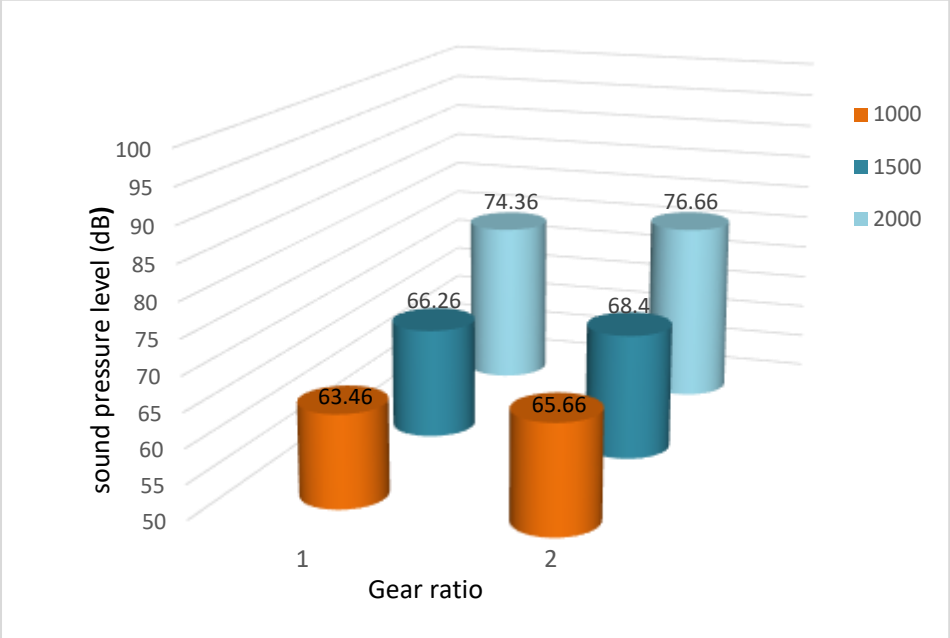


**Figure 4: Changes in volume levels at 7.5m from the sound source.**

**شکل ۴: تغییرات مقادیر سطح صدا در موقعیت ۷/۵ متری از منبع صدا.**

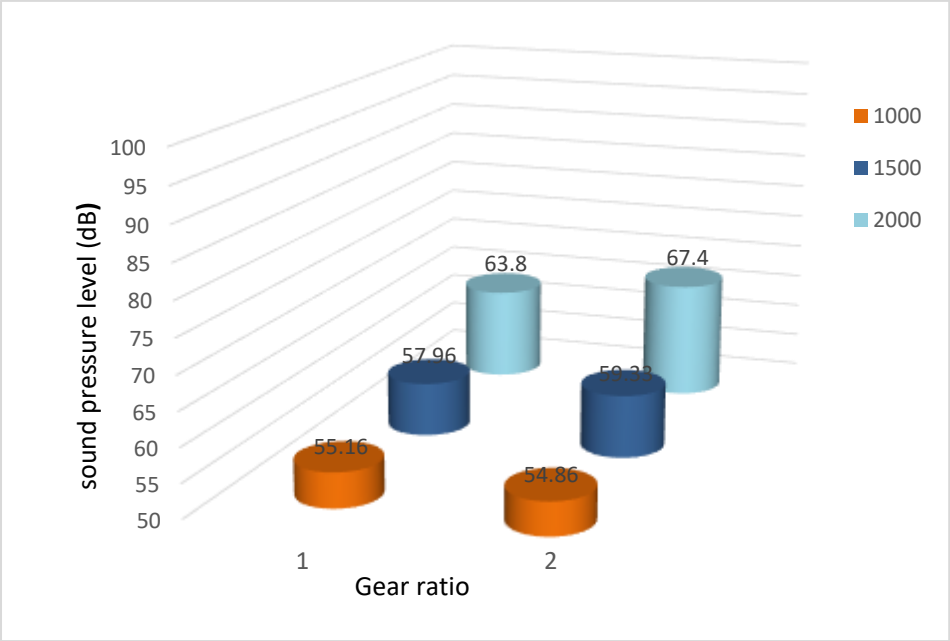


**Figure 5:** Changes in volume level values at a distance of 20 meters from the sound source.

**شکل ۵: تغییرات مقادیر سطح صدا در موقعیت ۲۰ متری از منبع صدا.**

## نتیجه گیری

بررسی میانگین‌های تراز صدای سطوح مختلف تیمارهای مورد آزمایش تراکتور ITM 800 نشان داد که تأثیر دور موتور تراکتور مذکور چشمگیر بوده و هنگام استفاده از این وسیله باید مدنظر گرفته شود. یکی از مهم ترین عوامل به وجود آورنده آلودگی صوتی، ارتعاشات منتقل شده تراکتور در دنده و دورهای بالا می‌باشد لذا 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. در موقعیت گوش راننده سطح صدا در دنده ۱ با دور ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ و دنده ۲ با دور ۱۵۰۰و ۲۰۰۰

دور در دقیقه که مقادیر شدت صوت آن‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد ۸۵dB گزارش گردید، لذا کاربر باید از وسایل حفاظت گوش جهت کاهش صدمات صوتی استفاده نماید. همچنین نتایج حاصله نشان داد با افزایش فاصله میکروفن از منبع تولید صوت، سطح صدا کاهش یافته، که ناشی از اثرات میرایی امواج صوتی در هوا است. در موقعیت گوش راننده سطح صدا در دنده ۱ با ۱۰۰۰ دور دقیقه و دنده ۲ با ۱۰۰۰ دور در دقیقه که به ترتیب برابر با ۸۱/۰۶ و ۸۱/۷۲ و فاصله ۷/۵ متری و فاصله ۲۰ متری (موقعیت اطرافیان) در دنده ۱ و ۲، با دور ۱۰۰۰، ۱۵۰۰و ۲۰۰۰ دور در دقیقه، مقادیر شدت صوت آن‌ها کمتر از حد مجاز استاندارد ۸۵dB بود لذا کاربر می‌تواند به مدت ۸ ساعت بر اساس استاندارد موجود با تراکتور مذکور در دنده ۱ و ۲ با ۱۰۰۰ دور در دقیقه بدون هیچ‌گونه آسیب دیدگی رانندگی نماید، همچنین در موقعیت اطرافیان (فاصله ۷/۵ متری و ۲۰ متری از منبع صدا) در تمامی دنده‌ها و دورهای مختلف موتور سطح صدا پایین‌تر از حد استاندارد ۸۵dB می‌باشد، که ناشی از اثرات میرایی امواج صوتی در هوا است. بنابراین برای کارگران و کشاورزانی که در اطراف تراکتور مشغول کار هستند، هیچگونه خطر صوتی نخواهد داشت.

**تقدیر و تشکر**

از استاد فرهیخته جناب آقای دکتر قمری و همچنین استاد خوش اخلاق سرکار خانم دکتر حیدربیگی کمال تشکر دارم. از دوستان عزیز جناب آقای دکتر احمد جهانبخشی و مهندس یوسف احمدی بخاطر زحماتشان سپاسگذارم.

**مراجع**

1. **National Standard of Iran**, No. 7254, Agricultural-Tractor Machines, Forestry and Agricultural Machinery, Sound Measurement at User Position, Surveying Method, First Edition, in accordance with ISO5131.2005. (Persian).
2. **Jaliliantabar, F**.,investigation, and analysis of sound pollution of different tractors using statistical methods and artificial intelligence, Master's thesis, Agricultural Machinery Mechanics Department, Razi University of Kermanshah, Iran, p. 30, 2012. (Persian).
3. **Ali Abadi, M., Chavooshi, A., Haj Alizadeh, H**., Study of Pollution of Agricultural Tractors and Occupational Exposure of Drivers, Journal of Health and Safety at Work, 4 (4). Page 52-43, 2012. (Persian).
4. **Golmohammadi, R**. Guidelines for Measuring and Evaluating Sound and Vibration in the Workplace, First Edition, Student Publications, Hamedan, Iran,2015. (Persian).
5. **Agriculture Statistics** (2013) Ministry of Agriculture Publication, Vol. 2, p.16 (Persian).
6. **Moalemi Ureh, A**., Investigation of noise and vibration pollution on users of agricultural machinery. National Conference on Human, Environment and Sustainable Development, Islamic Azad University, Hamedan Branch. 20-19, 2007, (Persian).
7. **Jahanbakhshi, A., Ghamari, B., & Heidarbeigi, K**. Analysis and Evaluation of the Vibrational and Pollution Condition of John Deere Combine Model 1055I, Master's Degree, BSc Mechanics Engineering, Ilam University, Iran, (2016). (Persian).
8. **Maleki, A.; & Lashgari, M**.; Study of the Sound Pressure Levels with Motor Wrecker, Journal of Agricultural Machinery Mechanics, 2 (2): 35-29, 2013, (Persian).
9. **Lashgari, M.; & Maleki**, A.; Comparison of the sound pressure level of two types of combines used in Iran and the study of some of the factors affecting it. Iranian Journal of Health, 12 (4), 11-20, 2015, (Persian).
10. **Crocker, M. j.; & Ivanov**, I. N. Noise and Vibration Control in Vehicles.1 end. St. Petersburg: Interpublish Ltd, Russia. (1993).
11. **Aybek, A.; Kamer, H. A.; & Arslan, S**. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. Applied Ergonomics, 41(2), 274-281. (2010).
12. **Behroozilar, M. Khodarajm pour, Z. Payandeh, M. &Bagheri, and J**. Noise Level of two types of tractor and health effect on drivers. Journal of American Science. 7(5):382-387. (2011).
13. **Baker, D. E**. Noise The Invisible Hazard, Department of Agricultural Engineering. University of Missouri-Columbia. (2002).
14. **Russell, S**. Artificial intelligence: The future is super intelligent. Nature, 548(7669), 520-521. (2017).
15. **Brown, R**. Group processes: Dynamics within and between groups. Basil Blackwell. (1988).
16. **Lashgari, M.; & Maleki, A**.; Sound Quantity and Quality of Sampo 3065 Combine Harvester. Iran Agricultural Research, 33(1), 73-86. (2014).

17. **Lashgari, M. and Maleki, A**., Psychoacoustic evaluation of a garden tractor noise, Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Vol. 17, no. 3, pp.231-241, (2015)
18. **McBride, D.I, Firth, HM**, Herbison GP. 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.(2003)
19. **NIOSH**. 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, Washington D.C., USA. (1998).
20. **Depczynski, J., Franklin, R. C., Challinor, K., Williams, W., & Fragar, L. J**. Farm Noise emissions during common agricultural activities. Journal of agricultural safety and health, 11(3), 325-334. (2005).
21. **Standard. Acoustics**: Tractors and machinery for agriculture and forestry measurement of noise at operator's position. ISO 5131 & ISO 7216. (1996).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران