بررسی و تحلیل سروصدای یک تراکتور دوچرخ در حال کشیدن یک تریلر در جاده آسفالت روستایی

سید رضا حسن بیگی بیدگلی[۱]، برات قبادیان[۱]، پروین نصیری[۲] و نصرا... کمالیان[۳]

چکیده

در ایـران علاوه بر به کارگیری تراکتورهای دوچرخ در انجام عملیات مزرعه‌ای، از آنها برای حمل و نقل بار و مسافر در جاده‌های آسفالت روسـتایی نیز استفاده می‌شود. علی‌رغم مشکلات ناشی از سروصدای این ماشین‌ها و آثار سوء همه جانبه آن بر کاربران و اطرافیان، تاکنون تحقـیقات جامعـی از نظر ارایه مدل‌های پیشگویی صدا روی آنها انجام نگرفته است. بررسی‌های اولیه در پژوهش حاضر بیانگر آن بود که تـراز سروصـدای تـراکتور دوچـرخ با توان ۱۳ اسب بخار در سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه به dB(A) ۹۲ می‌رسد که در مقایسه با حد اسـتاندارد dB(A) ۸۵ نگـران کننـده اسـت. از ایـن‌رو، مقاله حاضر نتیجه پژوهشی است که روی تراکتور دوچرخ با توان ۱۳ اسب بخار صورت گرفت، مکان آزمون براساس استانداردهای بین المللی مهیا گردید و سیگنال‌های سروصدای ساطع شده از دستگاه اندازه‌گیری شده و سپس در حوزه زمان و فرکانس در محدوده شنوایی انسان (۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز) مورد تحلیل قرار گرفت.

نـتایج نشان می‌دهد که شدت صدا در موقعیت گوش راننده در مقایسه با موقعیت اطرافیان dB(A) ۷/۷۴ تا dB(A) ۱۰/۷۵ بیشتر است و سـرعت موتـور نقـش تعیـین کننده‌ای در تولید سروصدا دارد که باید در کاربری‌های مختلف تراکتور دوچرخ مورد توجه قرار گیرد، زیرا تغییرات آن تا dB(A) ۸/۵ در افزایش سروصدا تأثیر دارد. در نهایت مدل‌های پیشگویی تراز فشار صدای تراکتور دوچرخ در موقعیت گوش راننده و اطرافیان با استفاده از داده‌های آزمایش تعیین گردیده است.

واژه‌های کلیدی: *سروصدا، تراکتور دوچرخ، تحلیل تراز فشار صدا، مدل پیشگویی سروصدا*

مقدمه

ورود تـراکتورها و ماشـین‌هـای کشـاورزی به مزرعه مشکلات بسـیاری را در ارتـباط بـا ایمنی و سلامت شغلی حاصل از کار این دستگاه‌ها برای کاربران آنها و نیز کارگران مشغول به کار در مـزرعه بـه وجـود آورده اسـت کـه از آن جملـه مـی‌تـوان بـه سروصدای حاصل از کار این ادوات اشاره نمود (۹ و ۲۲).

بـنا بـه تعـریف، هـر صـدای ناخواسته در گوش شنونده را سـروصدا(Noise) مـی‌گوینـد. با توجـه به هـدفـی که در ایـن

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. استاد انستیتو تحقیقاتی بهداشتی، دانشگاه تهران
۳. استادیار مؤسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

مقاله دنبال می‌شود، ترازهای صداهای بلند به حدی که به سیستم شنوایی انسان آسیب می‌رساند را به عنوان سروصدا تعریف کرده، می‌خواهد این صداها خوشایند باشند یا نباشند (۹، ۱۲ و ۲۰). مهم‌ترین آثار نامطلوب سروصدا بر روی انسان مواردی مانند افت شنوایی دایم و موقت، اثر روی سیستم بینایی، اثر بر سیستم تعادلی بدن (ایجاد حالت‌های گیجی، تهوع و اختلال در راه رفتن)، ایجاد ناراحتی‌های عصبی، ایجاد ناراحتی‌های روانی، کاهش بازده کار و افزایش ریسک حوادث، آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند افزایش ضربان قلب، فشار خون، مصرف اکسیژن و تعداد تنفس می‌باشد (۱۲، ۱۷ و ۲۰).

از آن جایی که سروصدا 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 نموده اند. از جمله این مقررات می‌توان به قوانین انستیتو حفاظت و بهداشت حرفه‌ای (National Institute for Occupational Safety and Health) (NIOSH) اشاره نمود (٤). بنا به تعریف در معرض تراز سروصدای dB(A) ۸۵ به مدت ۸ ساعت در روز یا در معرض تراز سروصدای dB(A) ۸۸ به مدت ۴ ساعت در روز را یک دوز مجاز سروصدا (Noise dose) می‌گویند (۵). باید توجه داشت که 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. پژوهش‌های انجام شده توسط سلکی (۲۲) مشخص کرد که میانگین میزان سروصدای روزانه در ماه‌های مختلف سال در محدوده ۱/۸ تا ۵/۷ دوز می‌باشد. با توجه به موارد بیان شده و این که مدت زمان کارهای مزرعه در روز معمولاً بیشتر از ۸ ساعت می‌باشد، توصیه شده، تراز صدا بیشتر از dB(A) ۸۰ نباشد و رساندن این مقدار به dB(A) ۷۵ هدف کشورهای آمریکا، ایتالیا و نروژ است (۱۱).

بررسی‌های برسته و همکاران (۸) هم‌چنین دنیس و می (۱۳) نشان داد که تراز فشار صدا در موقعیت گوش راننده تراکتورهای بدون اتاقک یا با اتاقک با پنجره‌های باز بسیار بیشتر از حد استاندارد بوده ودر مواردی تراز سروصدا بالاتر از dB(A) ۹۵ بوده است. در پژوهش دیگری بین (۶) گزارش کرد که اکثر تراکتورهای امروزی، تراز سروصدای بالاتر از dB(A) ۹۰ تولید می‌کنند، در حالی که سایر ماشین‌های مزرعه مانند کمباین‌های خود محرک، ماشین ذرت چین، آسیاب چکشی و خشک کن‌ها ترازهای صدای بالاتر از dB(A) ۱۰۰ تولید می‌کنند. تحقیقات انجام شده (۱۱) مشخص کرد 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، عملاً 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 سلکی (۲۱) مشخص کرد که ۵۶٪ از رانندگان تراکتور تحت مطالعه دارای افت شنوایی غیر قابل تحمل بیشتر از dB(A) ۲۰ 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.

در تحقیقی (۱۸) که پیرامون مسایل ارگونومیکی حاصل از استفاده از تراکتورهای دوچرخ با توان ۸ اسب بخار در بین ۲۰۰ کشاورز و ۱۰۰ آموزش دهنده ماشین‌های کشاورزی انجام گرفت، مشخص شد که ارتعاش و سروصدا سهم عمده‌ای در ایجاد صدمات در افراد تحت بررسی داشته‌اند. در پژوهش دیگری (۷) بیان شده 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.

در ایران علاوه بر به کارگیری تراکتورهای دوچرخ در انجام عملیات مزرعه‌ای، از آنها برای حمل و نقل بار و مسافر به خصوص در جاده‌های آسفالت روستایی استفاده می‌شود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

آزمایش‌های انجام شده اولیه در پژوهش حاضر بیانگر آن بود که تراز سروصدای تراکتور دوچرخ با توان ۱۳ اسب بخار در سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه، به dB(A) ۹۲ می‌رسد که در مقایسه با حد استاندارد dB(A) ۸۵ نگران کننده است. از طرف دیگر، بررسی‌ها نشان می‌دهد که حداقل تاکنون این موضوع در ایران بررسی نشده است.

با توجه به مواردی که بیان شد مشخص می‌شود که تولید سروصدا از مشکلات اساسی ماشین‌های کشاورزی است و این مسئله به ویژه در مورد ماشین‌های دارای موتورهای کوچک که وزن، فضا و محدودیت‌های دیگر، اجازه نصب تجهیزات کافی جاذب سروصدا بر روی آنها را نمی‌دهد بیشتر صدق می‌کند. تراکتورهای دوچرخ کشاورزی در گروه این ماشین‌ها قرار دارند، زیرا محدودیت‌های تراکتور دوچرخ اجازه نصب اتاقک راننده را نمی‌دهد (۹). بنابراین هرگونه تلاشی در جهت کاهش تراز سروصدای آن باید در جهت کاهش سروصدای منابع تولید سروصدا باشد. به همین دلیل، نخست باید منابع عمده تولید سروصدای دستگاه، مورد شناسایی و تحقیق قرار گیرد. با شناسایی منابع عمده تولید سروصدای دستگاه و طراحی مجدد یا ایجاد تغییرات در طراحی منابع عمده تولید سروصدا می‌توان سروصدای دستگاه را کاهش داد. پیش‌زمینه این تلاش‌ها بررسی، تحلیل و ارایه مدل‌های پیشگویی سروصدا است که در این تحقیق مورد توجه بوده و نتایج آن اساس این مقاله را تشکیل می‌دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش سیگنال‌های سروصدای تراکتور دو چرخ میتسوبیشی نو و در وضعیت سالم که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است، اندازه‌گیری و ضبط شد (۱۴). برای انجام این کار تلاش گردید تا:

الف) قبل از انجام آزمون‌ها، متغیرها و محدوده تغییرات آنها به طور دقیق بررسی شود.

ب) پیست (مکان) آزمون به طور دقیق و صحیح طراحی و انتخاب شود.

ج) ابزارها و تجهیزات اندازه‌گیری مورد استفاده حتی الامکان داده‌های ضروری را به طور دقیق اندازه‌گیری و ضبط نماید.

مشخصات پیست آزمون

ویژگی‌های مکان آزمون تراکتور دوچرخ بر اساس استانداردهای سازمان بین المللی استانداردها (۳ و ۵) و انجمن مهندسان خودرو (۱ و ۲) انتخاب گردید تا ناحیه اندازه‌گیری مکانی مسطح و باز و دارای پوشش عاری از خاکستر یا برف باشد. سطوح منعکس کننده بزرگ مانند ساختمان‌ها، ماشین‌های دیگر، تابلوهای تبلیغاتی و درختان در فاصله‌ای با شعاع حداقل ۱۵ متر از تراکتور دوچرخ مورد آزمون یا میکروفون (R در شکل ۱) قرار داشته و سرعت باد در هنگام اندازه‌گیری کمتر از m/s ۵ یا km/h ۱۹ باشد. علاوه براین ممنوعیت اندازه‌گیری در هنگام باریدن برف یا باران یا رعد و برق و این که تراز صدای محیط باید حداقل dB(A) ۱۰ کمتر از تراز صدای مورد اندازه‌گیری باشد، رعایت شد. برای بررسی آثار سروصدای تراکتور دوچرخ بر روی راننده و اطرافیان اندازه‌گیری‌ها به دوصورت زیر انجام شد:

الف) اندازه‌گیری طیف سروصدای ساطع شده از تراکتور دوچرخ در موقعیت گوش راننده.

ب) اندازه‌گیری طیف سروصدای ساطع شده از تراکتور دوچرخ در موقعیت اطرافیان.

در اندازه‌گیری طیف تراز سروصدای تراکتور دوچرخ در موقعیت گوش راننده، میکروفون در ارتفاع ۱/۷ متر از سطح مسیر آزمون به صورت افقی و به فاصله ۱۰۰ میلی‌متر از گوش راست راننده نصب گردید (۱). شکل ۱ ابعاد ناحیه اندازه‌گیری صدا و تجهیزات اندازه‌گیری صدای نصب شده روی تراکتور دوچرخ در حال انجام آزمایش را نشان می‌دهد. در شکل ۱، فاصله R حداقل ۱۵ متر، L (طول مسیر حرکت تراکتور دوچرخ) حداقل ۱۰ متر وW (عرض جاده) حداقل ۲ متر می‌باشد. برای اندازه‌گیری طیف تراز سروصدای تراکتور دوچرخ در موقعیت اطرافیان، میکروفون در ارتفاع ۱/۲ متر از

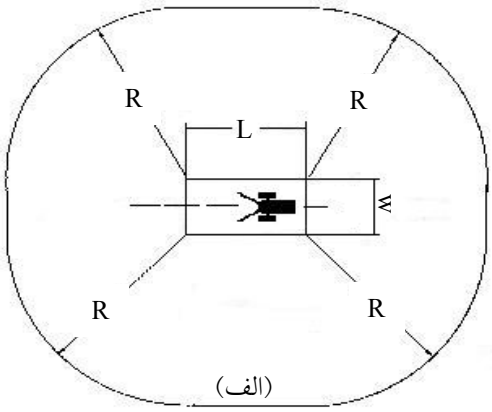
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

جدول ۱. مشخصات تراکتور دوچرخ مورد آزمون

مشخصات موتور	
سیستم احتراق	پاشش غیر مستقیم
تعداد سیلندر	یک سیلندر
سیکل کاری	۴ زمانه
سیستم تغذیه هوا	تنفس طبیعی
نسبت تراکم	۲۰ به ۱
سیستم خنک کاری	آب خنک
دور اسمی موتور	۲۲۰۰ rpm
توان در دور اسمی	۱۳ hp
سایر مشخصات	
نوع کلاچ	خشک، چند صفحه‌ای
سرعت حرکت رو به	
جلو	۶ مرحله
عقب	۲ مرحله
فرمان	کلاچ‌های تعبیه شده در چرخ‌ها
فاصله بین چرخ‌ها	۶۱ – ۴۹ cm





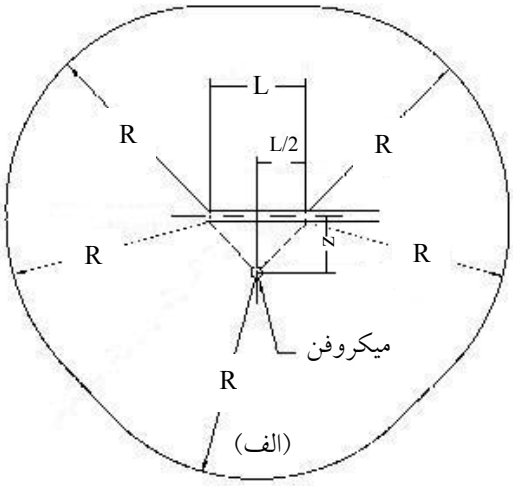
شکل ۱ الف) ابعاد ناحیه اندازه‌گیری صدا ب) تراکتور دوچرخ و تجهیزات اندازه‌گیری صدا در موقعیت گوش راننده

سطح مسیر آزمون و به فاصله ۷/۵ متر از خط مرکزی عبور تراکتور دوچرخ (Z در شکل ۲) در حالی که میکروفون افقی است، نصب گردید (۲). شکل ۲ ابعاد ناحیه اندازه‌گیری صدا، هم‌چنین تراکتور دوچرخ همراه با تجهیزات اندازه‌گیری و ضبط صدای نصب شده بر پایه در حال انجام آزمایش را نشان می‌دهد. در شکل ۲ نیز R حداقل ۳۰ متر، L (طول مسیر حرکت تراکتور دوچرخ) حداقل ۱۴/۵ متر و Z (موقعیت میکروفون نسبت به طول مسیر حرکت تراکتور دوچرخ) حداقل ۷/۵ متر می‌باشد.

تجهیزات اندازه‌گیری

تجهیزات، وسایل، ابزارهای اندازه‌گیری و ضبط سروصدای تراکتور دوچرخ در حوزه زمان که در این پژوهش استفاده شده در جدول ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com




(ب)

شکل ۲ الف) ابعاد ناحیه اندازه‌گیری صدا ب) تراکتور دوچرخ و تجهیزات اندازه‌گیری صدا در موقعیت اطرافیان

جدول ۲. مشخصات ابزارهای اندازه‌گیری

نام ابزار اندازه‌گیری	حساسیت	گستره / ظرفیت	دقت	مدل و ساخت
میکروفن	۵۰ mV/Pa	۲۰–۱۴۶ dB	–	B&K 4415 دانمارک
صداسنج	–	۳۰–۱۴۰ dB	۰/۱ dB	B&K 2230 دانمارک
دورسنج	–	۰/۵–۱۹۹۹۹ rpm	۱ rpm بیشتر از ۱۰۰۰rpm	Lutron DT-2236 تایوان
دماسنج	–	–۱۰ – ۵۰ °C	۰/۱ °C	Testo آلمان
بادسنج	–	۰–۱۵ m/s	۰/۰۱ m/s	Testo آلمان
کامپیوتر قابل حمل	–	–	–	Toshiba Satelite D 2235 مالزی
کارت صدا	–	–	۱۶ بیت	Yamaha OPL3-SAX ژاپن
حافظه RAM	–	۶۴ مگا بایت	–	NEC ژاپن
دیسک سخت	–	۸ گیگا بایت	–	NEC ژاپن

انتخاب محدوده تغییرات متغیرها و جدول آزمون‌ها

قبل از مبادرت به انجام آزمون‌ها، لازم بود در مورد محدوده تغییرات متغیرها یعنی: سرعت دورانی موتور، نسبت دنده در جعبه دنده و موقعیت میکروفون تصمیم‌گیری شود. محدوده تغییرات متغیرها طوری انتخاب شد، که بیشترین حالت‌های کار عادی تراکتور دوچرخ روی سطح آسفالت را در بربگیرد. پس از تعیین محدوده تغییرات متغیرها، جدول آزمون‌ها بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده فاکتوریل(Split Plot Factorial) با طرح پایه کاملاً تصادفی استخراج گردید (۱۹) که در جدول ۳ آورده شده‌اند. مجموع ترکیب‌های تیماری با ۴ تکرار برای آزمون‌ها به ۱۲۸ مورد رسید. برای واقعی بودن هرچه بیشتر آزمایش‌ها ۷۵۰ کیلوگرم وزنه درون تریلر قرار داده شد که با احتساب وزن راننده و کاربر کامپیوتر در مجموع باری به میزان ۹۰۰ کیلوگرم در هنگام انجام آزمایش‌ها توسط تراکتور دوچرخ کشیده شد. با توجه به بررسی‌ها و انجام آزمایش‌های مقدماتی مشخص گردید که سیگنال‌های صدای ساطع شده از تراکتور

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

جدول۳. ماتریس اندازه‌گیری سیگنال‌های سروصدای تراکتور دوچرخ

متغیرها	سطوح متغیرها			
	۱	۲	۳	۴
سرعت موتور (دور بر دقیقه)	۱۳۰۰	۱۶۵۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰
نسبت دنده در جعبه دنده	۲ سبک	۲ سنگین	۳ سبک	۳ سنگین
موقعیت میکروفن	گوش راست راننده	اطرافیان	–	–

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مقادیر تراز صدای کلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات تراز صدای کلی
تکرار	۳	۰/۰۲۲ ns
موقعیت میکروفون	۱	۲۹۸۱/۸۵۰ **
خطا	۳	۰/۰۴۹
سرعت موتور	۳	۳۴۷/۲۳۱**
موقعیت میکروفون× سرعت موتور	۳	۱۴/۱۶۴**
نسبت دنده	۳	۱/۰۸۰**
موقعیت میکروفون× نسبت دنده	۳	۰/۷۵۴**
سرعت موتور × نسبت دنده	۹	۰/۱۵۷**
موقعیت میکروفون× سرعت موتور × نسبت دنده	۹	۰/۱۸۶**
خطا	۹۰	۰/۰۲۲

*: معنی‌دار در سطح ۱٪ ns : یعنی معنی‌دار نیست.

دوچرخ به طور متناوب تکرار می‌شوند. از این‌رو در هر آزمون حداقل به مدت ۱۰ ثانیه، سیگنال صدا ضبط شد. در مرحله تحلیل اولیه داده‌ها در حوزه زمان از ۱۰ ثانیه سیگنال ضبط شده، بین ۱/۵ تا ۳ ثانیه سیگنالی انتخاب گردید که تقریباً یک‌نواخت بوده و کمترین تغییرات ممکن در بین قله‌های سیگنال مورد انتخاب وجود داشته باشد تا دقت آزمایش‌ها بیشترین مقدار ممکن باشد.

اخذ(Data Acquisition) و پردازش داده‌ها

اغتشاشات فشار هوا که به وسیله گوش انسان احساس می‌شود، صدا را تشکیل می‌دهند. فشار صدا را به طور عمده با استفاده از یک حسگر آکوستیکی به نام میکروفون می‌توان اندازه‌گیری نمود. در این پژوهش از میکروفونی با پاسخ فرکانسی تخت (Flat frequency response) در کل محدوده شنوایی انسان (۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز) به همراه دستگاه صداسنج برای اندازه‌گیری فشار صدا استفاده شد. تغییرات فشار هوا توسط میکروفون نصب شده روی دستگاه صداسنج به تغییرات ولتاژ تبدیل شد. ولتاژ آنالوگ خروجی دستگاه صداسنج به کارت صدای کامپیوتر وصل شده تا عمل تبدیل آنالوگ به رقمی (A/D) روی آن انجام شود. برای انجام صحیح عمل تبدیل آنالوگ به رقمی طبق معیار نایکویست(Nyquist criteria) لازم بود، سرعت نمونه برداری حداقل ۲ برابر حداکثر فرکانس باشد (۱۲ و ۱۷). از آن جایی که حداکثر فرکانس طیف شنوایی انسان ۲۰۰۰۰ Hz می‌باشد، بنابراین در این پژوهش سرعت نمونه‌برداری ۴۸۰۰۰ Hz در نظرگرفته شد. انتقال داده‌ها نیز به صورت ۱۶ بیتی انجام پذیرفت تا خطای کوانتیزه کردن (Quantisation error) داده‌ها در حد ۰/۰۰۰۰۱۵ در صد یعنی عملاً نزدیک به صفر باشد. سپس سیگنال‌های رقمی ایجاد شده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

توسط کارت صدا با استفاده از نرم افزار CoolEdit 2000 نصب شده روی کامپیوتر قابل حمل، بر روی دیسک سخت کامپیوتر ذخیره گردید.

سیگنال‌های صدای ساطع شده از تراکتور دوچرخ متناوب بوده، دارای تعداد زیادی فرکانس می‌باشد که در کل گستره شنوایی انسان قرار دارند. بررسی‌های قبادیان و همکاران (۱۵) نشان داد که دوره تناوب سیگنال‌های صدا متناسب با سرعت دورانی موتور می‌باشد. بنابراین افزایش سرعت دورانی موتور باعث می‌شود که احتراق در موتور سریع‌تر صورت پذیرد و این بدین معنی است که دوره تناوب سیگنال صدا کمتر می‌شود که این پدیده محدودیت‌های بسیاری را در جهت اخذ و پردازش سیگنال‌های صدا به وجود می‌آورد. با توجه به این که اندازه‌گیری و پردازش سیگنال‌های فشار صدا ابزار مفیدی را در اختیار طراحان قرار می‌دهد تا تراکتوری با کارایی بهتر و از نظر سروصدا ساکت‌تر طراحی کنند، تلاش گردید تا اندازه‌گیری‌ها و پردازش سیگنال‌های صدا با دقت زیادی انجام پذیرد. هدف از تحلیل داده‌ها به دست آوردن اطلاعات کافی از سیگنال‌های فشار صدا در حوزه زمان است، شکل ۳ نمونه‌ای از سیگنال صدا در حوزه زمان را نشان می‌دهد. با توجه به این که تنها اطلاعات محدودی را می‌توان از سیگنال‌های حوزه زمان به دست آورد و این نکته که پاسخ گوش و احساس صدا در انسان بستگی زیادی به فرکانس دارد، لازم است سیگنال‌های صدا را از حوزه زمان به حوزه فرکانس تبدیل نمود (۱۲). برای این کار نخست نیاز است که سیگنال‌های پیوسته در حوزه زمان به سیگنال‌های گسسته تبدیل شوند. برای تبدیل سیگنال‌های حوزه زمان به حوزه فرکانس از روش تبدیل فوریه سریع (Fast Fourier Transform) (FFT) استفاده شد (۱۲ و ۱۷). به همین جهت برنامه کامپیوتری برای انجام این کار نوشته شد. با استفاده از این برنامه طیف باند باریک(Narrow band) فشار صدا در حوزه فرکانس به دست آمد. برای بررسی بهتر و دقیق‌تر لازم است طیف باند باریک فشار صدا در حوزه فرکانس به طیف باند باریک تراز فشار صدا تبدیل شود که این کار با استفاده از رابطه ۱ انجام گرفت، نمونه‌ای از این تبدیل در شکل ۴ نشان داده شده است.

$$SPL = ۲۰ * \log \frac{P}{P_۰} \qquad [۱]$$

در این رابطه :

SPL = تراز فشار صدا (dB)

P = فشار صدا (Pa)

$P_۰$ = فشار مبنا یعنی ۲۰μ Pa

عدم قطعیت‌های موجود در سیگنال‌های باند باریک تراز فشار صدا که در اثر تغییرات نسبتاً زیاد لحظه‌ای، خطاهای حاصل از تبدیل آنالوگ به رقمی و غیر خطی بودن رفتار دستگاه‌های اندازه‌گیری سبب می‌شود، نوعی ناپایداری در داده‌ها به وجود آید که باعث کم شدن قابلیت اطمینان داده‌ها در این حالت می‌شود. برای غلبه بر این موارد نیاز است سیگنال‌های باند باریک حوزه فرکانس صدا به طیف ۱/۳ اکتاو و اکتاو تبدیل گردد (۱۲،۱۵و۱۷)، که این عمل با اضافه کردن زیر برنامه‌ای به برنامه کامپیوتری نوشته شده انجام پذیرفت. با مقایسه طیف سیگنال‌های یک سوم اکتاو و اکتاو حاصل از آزمایش‌ها می‌توان به تأثیر متغیرهای مختلف در تراز سروصداهای تولید شده توسط دستگاه در حالت‌های کاری پی برد.

در باند اکتاو جزئیات تغییرات سیگنال‌ها به خوبی نمایان نمی‌شود، به همین علت در کارهای تحلیلی از سیگنال‌های ۱/۳ اکتاو استفاده می‌شود که علی‌رغم دارا بودن پایداری، جزئیات بیشتری را مشخص می‌کنند، بنابراین در این پژوهش داده‌ها بر اساس طیف ۱/۳ اکتاو تحلیل شده‌اند. علاوه بر تحلیل ۱/۳ اکتاو سیگنال‌های صدا، در این پژوهش سیگنال‌ها به صورت تراز سروصدای کلی(Overall sound pressure level) که با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد، نیز تحلیل شدند.

$$O.A.SPL = ۱۰ \times \log(۱۰^{spl_۱} + ۱۰^{spl_۲} + ...) \qquad [۲]$$

در این رابطه:

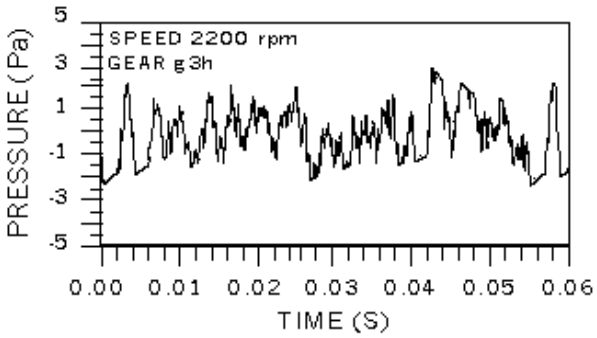
O.A.SPL = تراز فشار صدای کلی(dB)

Spl_i = تراز فشار صدا در فرکانس‌های مختلف (dB)

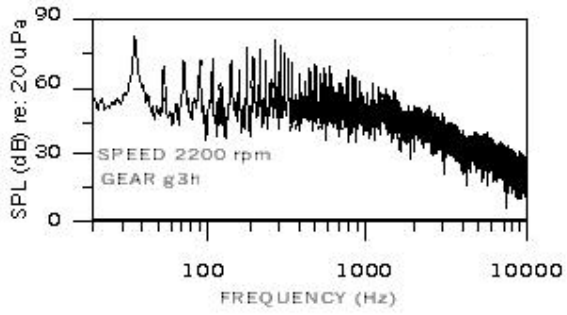
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل ۳. نمونه‌ای از سیگنال فشار صدا در حوزه زمان، سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه و دنده ۳ سبک



شکل ۴. نمونه‌ای از طیف باند باریک تراز فشار صدا در حوزه فرکانس، سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه و دنده ۳ سبک

داده‌های به دست آمده در این پژوهش، به کمک نرم افزار اس. پی. اس. اس(SPSS) آنالیز رگرسیون شدند تا مدل‌های پیشگویی تراز صدای کلی تراکتور دوچرخ در حال کشیدن یک تریلر در جاده آسفالت روستایی برای میکروفون قرار گرفته در موقعیت گوش راست راننده و اطرافیان بر اساس متغیرهای سرعت دورانی موتور و نسبت دنده جعبه دنده به‌دست آیند. در ضمن کلیه آزمون‌های مقایسه میانگین‌های سطوح آثار اصلی و متقابل متغیرها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفتند.

نتایج و بحث

در این قسمت نخست آنالیز واریانس داده‌های حاصل از تحلیل صدای منتشر شده از تراکتور دوچرخ به صورت تراز کلی سروصدا ارایه و در ادامه به تحلیل صدا در طیف ۱/۳ اکتاو پرداخته می‌شود. جدول ٤ نتایج تجزیه واریانس مقادیر تراز صدای کلی در حالت حمل و نقل را نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود اثر متغیرهای موقعیت میکروفون، سرعت موتور و نسبت دنده بر مقادیر تراز صدای کلی تراکتور دوچرخ در سطح ۱٪ و آثار متقابل متغیرها نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار هستند. در ادامه برهمکنش اثر متغیرها بر مقادیر تراز صدای کلی به تفکیک مورد بحث قرار می‌گیرد.

برهمکنش اثر سرعت دورانی موتور و موقعیت میکروفون

برهمکنش اثر سرعت دورانی موتور و موقعیت میکروفون بر مقادیر تراز صدای کلی در جدول ۵ ارایه شده‌اند. با افزایش سرعت موتور میانگین تراز صدای کلی دستگاه در موقعیت گوش راست راننده و اطرافیان افزایش یافته و تفاوت بین هر ۴ سطح سرعت موتور در سطح ۱٪ معنی‌دار است، به جز میانگین مربوط به سرعت موتور ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه در موقعیت راننده که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان نمی‌دهد. داده‌های این جدول هم‌چنین نشان می‌دهد که حداکثر افزایش معنی‌دار تراز صدای کلی در اثر افزایش سرعت موتور از ۱۳۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه برای میکروفون در موقعیت گوش راننده و اطرافیان به ترتیب ۶/۰۸ dB(A) و ۸/۶۴ dB(A) بوده و نسبت تغییرات به نحوی است که افزایش سرعت موتور از ۱۳۰۰ به ۱۶۵۰ دور بر دقیقه در موقعیت گوش راننده و اطرافیان میانگین‌های تراز صدای کلی به ترتیب ۳/۴۹ dB(A) و ۳/۰۴ dB(A) افزایش می‌یابند. با افزایش سرعت موتور از ۱۶۵۰ به ۲۰۰۰ دور بر دقیقه در موقعیت گوش راننده و اطرافیان، میانگین‌های تراز صدا به ترتیب ۲/۴۸ dB(A) و ۳/۴۱ dB(A) افزایش می‌یابد و در آخر افزایش سرعت موتور از ۲۰۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه در موقعیت گوش راننده سبب افزایش معنی‌دار تراز صدای کلی دستگاه در سطح ۱٪ نمی‌شود،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

امـا در موقعـیت اطـرافیان میانگـین تـراز صدا dB(A) ۲/۱۹ و افزایش می‌یابد. از جدول ۵ پیداست که در کلیه سطوح سرعت موتـور تفـاوت بـین میانگین‌های تراز صدای کلی دستگاه برای میکـروفون در موقعـیت گـوش رانـنده و اطرافیان در سطح ۱٪ معنـی‌دار است. داده‌های جدول ۵ هم‌چنین نشان می‌دهد که در سـرعت‌های موتور ۱۳۰۰، ۱۶۵۰، ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه حداکثـر تفـاوت معنـی‌دار بین میانگین‌های تراز صدای کلی در موقعـیت رانـنده و اطـرافیان بـه تـرتیب(dB(A ۱۰/۳۰، dB(A) ۱۰/۷۵، dB(A) ۹/۸۲ و dB(A) ۷/۷۴ می‌باشد.

بـرهمکنش اثـر نسـبت دنده جعبه دنده و موقعیت قرارگیری میکروفون

بـرهمکنش اثـر نسـبت دنـده جعـبه دنده و موقعیت قرارگیری میکـروفون در جدول ٦ گزارش شده‌اند. از این جدول پیداست کـه بـرای میکـروفون در موقعـیت گـوش رانـنده تفـاوت بـین میانگـین‌های تراز صـدای کلی دستگاه برای نسبت دنـده‌های ۲ سـنگین، ۲ سـبک و ۳ سـبک در سـطح ۱٪ معنـی‌دار نیست و تفـاوت بـین میانگـین مربوط به دنده ۳ سنگین با میانگین سایر دنـده‌های دیگر در سطح ۱٪ معنی‌دار است. برای میکروفون در موقعـیت اطـرافیان تفـاوت بـین میانگـین‌های مربوط به نسبت دنـده‌های ۲ سنگین، ۳ سنگین و ۲ سبک در سطح ۱٪ معنی‌دار نیسـتند، در صورتی که تفاوت معنی‌داری بین میانگین مربوط به دنـده ۳ سـبک بـا سـایر سـطوح نسبت دنده در سطح ۱٪ دیده می‌شود. داده‌های جدول ٦ نشان می‌دهد که برای میکروفون در موقعـیت گـوش رانـنده و اطرافیان حداکثر تفاوت معنی‌دار بین میانگـین‌های تراز صدای کلی در سطوح مختلف نسبت دنده به ترتیب dB(A) ۰/۲۹ و dB(A) ۰/۶۶ است. داده‌های این جدول هـم‌چنـین نشان می‌دهد که در کلیه سطوح مختلف نسبت دنده تفـاوت میانگـین‌های تراز صدا در موقعیت راننده و اطرافیان در سـطح ۱٪ معنـی‌دار اسـت. هـم‌چنین در دنده‌های ۲ سنگین، ۳ سـنگین، ۲ سـبک و ۳ سـبک تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های تراز صدای کلی در موقعیت راننده و اطرافیان به ترتیب dB(A) ۹/۸۶، dB(A) ۹/۶۱، dB(A) ۹/۹۱ و dB(A) ۹/۲۴ می‌باشد.

برهمکنش اثر سرعت موتور و نسبت دنده

برهمکنش اثر سرعت موتور و نسبت دنده در جدول ۷ گزارش شده است. از این جدول پیداست که در هر ۴ سطح نسبت دنده نیـز بـا افـزایش سـرعت موتـور، میانگین‌های تراز صدای کلی دسـتگاه بـه طـور معنـی‌داری افـزایش صعودی یافته و در کلیه سطوح نسبت دنده اختلاف بین ۴ سطح سرعت موتور در سطح ۱٪ معنـی‌دار بـوده اسـت. با افزایش سرعت موتور از ۱۳۰۰ به ۲۲۰۰ دور بـر دقیقه در نسبت دنده‌های ۲ سنگین، ۳ سنگین، ۲ سبک و ۳ سبک میانگین‌های تراز صدا به ترتیب dB(A) ۷/۱۸، dB(A) ۷/۲۶، dB(A) ۷/۵۵ و dB(A) ۷/۴۶ افـزایش داشته‌اند. از جـدول ۷ دریافت می‌شود که در سرعت‌های موتور ۱۳۰۰ و ۱۶۵۰ دور بـر دقـیقه تفـاوت میانگـین‌های تراز صدای کلی در دنـده‌های ۲ سنگین، ۳ سنگین و ۲ سبک در سطح ۱٪ معنی‌دار نمـی‌باشـد ولـی تفـاوت معنـی‌داری در سـطح ۱٪ بین میانگین مربوط به دنده ۳ سبک با سایر سطوح نسبت دنده دیده می‌شود. در سرعت موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه بین میانگین‌های تراز صدا در دنـده‌هـای ۲ سـنگین و ۳ سـبک با هم در سطح ۱٪ تفاوت معنـی‌داری دیـده نمـی‌شـود، در حالـی که تفاوت میانگین‌های دنـده‌هـای ۲ سـنگین و ۳ سبک با سایر سطوح نسبت دنده در سطح ۱٪ معنی‌دار است. تفاوت میانگین‌های مربوط به دنده‌های ۳ سـنگین و ۲ سـبک بـا هـم در سـطح ۱٪ معنی‌دار نیست در صـورتی کـه تفـاوت میانگین‌های مذکور با سایر سطوح نسبت دنـده در سـطح ۱٪ معنی‌دار است. در سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیـقـه تفاوت مـعـنـی‌داری در سطـح ۱٪ بین میانگیـن‌هـای دنـده‌هـای ۲ سـنگین و ۳ سـنگین بـا هـم وجـود نـدارد، ولی تفـاوت‌هـای میانگین‌های نامبرده با سایر سطوح نسبت دنده در سـطح ۱٪ معنی‌دار است. در سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه تفاوت میانگین‌های دنده‌های ۲ سبک و ۳ سبک با هم و با سایر سـطوح نسـبت دنـده در سـطح ۱٪ معنـی‌دار اسـت. داده‌هـای جـدول ۶ هـم‌چنین نشان می‌دهـد که در سـرعـت‌هـای موتور

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

جدول ۵. تأثیر موقعیت میکروفن و سرعت موتور بر مقادیر تراز صدای کلی بر حسب dB(A)

	سرعت دورانی موتور (دور بر دقیقه)			
	۱۳۰۰	۱۶۵۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰
موقعیت میکروفون راننده	۸۵/۳۴ c	۸۸/۸۳ b	۹۱/۳۱ a	۹۱/۴۲ a
اطرافیان	۷۵/۰۴ g	۷۸/۰۸ f	۸۱/۴۹ e	۸۳/۶۸ d

میانگین‌های موجود در هر ردیف یا ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٦. تأثیر موقعیت میکروفن و نسبت دنده بر مقادیر تراز صدای کلی برحسب dB(A)

	نسبت دنده جعبه دنده			
	۲ سنگین	۳ سنگین	۲ سبک	۳ سبک
موقعیت میکروفون راننده	۸۹/۲۴ a	۸۹/۰۵ b	۸۹/۳۴ a	۸۹/۲۸ a
اطرافیان	۷۹/۳۸ d	۷۹/۴۴ d	۷۹/۴۳ d	۸۰/۰۴ c

میانگین‌های موجود در هر ردیف یا ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. تأثیر سرعت موتور و نسبت دنده بر مقادیر تراز صدای کلی

	نسبت دنده جعبه دنده			
	۲ سنگین	۳ سنگین	۲ سبک	۳ سبک
سرعت موتور (دور بر دقیقه) ۱۳۰۰	۸۰/۰۸ i	۸۰/۰۸ i	۸۰/۱۳ i	۸۰/۴۷ h
۱۶۵۰	۸۳/۳۶ g	۸۳/۲۸ g	۸۳/۴۶ g	۸۳/۷۴ f
۲۰۰۰	۸۶/۵۴ d	۸۶/۲۸ e	۸۶/۲۷ e	۸۶/۵۱ d
۲۲۰۰	۸۷/۲۶ c	۸۷/۳۴ c	۸۷/۶۸ b	۸۷/۹۳ a

میانگین‌های موجود در هر ردیف یا ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱۳۰۰،۱۶۵۰، ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه، حداکثر تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های تراز صدا بین سطوح مختلف نسبت دنده به ترتیب ۰/۴۰ dB(A)، ۰/۴۶ dB(A)، ۰/۲۷dB(A) و ۰/۶۷ dB(A) می‌باشد.

به طور کلی می‌توان بیان داشت که تغییر موقعیت قرارگیری میکروفون از گوش راست راننده به اطرافیان در کلیه سطوح سرعت موتور و نسبت دنده اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ در کاهش تراز صدای کلی دستگاه در محدوده ۷/۷۴ dB(A) تا ۱۰/۷۵ dB(A) داشته است که علت آن مربوط به افزایش فاصله میکروفون تا منابع تولید صدای دستگاه و نیز آثار میرایی محیط و جاده می‌باشد (۱۱ و ۱۲). پژوهش‌های انجام شده توسط کروکر (۱۰)، کروکر و ایوانف (۱۱)، میر و همکاران (۱۹) و ساکس (۲۴) نیز نشان دهنده کاهش تراز صدای تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی در موقعیت اطرافیان نسبت به موقعیت گوش راننده است. افزایش سرعت موتور در هر ۴ سطح در کلیه سطوح نسبت دنده و موقعیت قرارگیری میکروفون (به جز سطح ۳ و ۴ سرعت موتور در موقعیت راننده) اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر افزایش تراز صدای کلی دستگاه داشته است، به طوری که افزایش سرعت موتور از ۱۳۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه در سطوح مختلف نسبت دنده و موقعیت میکروفون باعث افزایش معنی‌دار تراز صدای کلی در محدوده ۶/۰۸ dB(A) تا ۸/۴۶ dB(A) شده است. نتایج تحقیقات کروکر (۱۰)، میر و همکاران (۱۹)، قبادیان و همکاران (۱۵) و ساکس (۲۴) نیز نشان دهنده افزایش تراز صدای کلی تراکتورها و ماشین‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

خـود محـرک کشاورزی در اثر افزایش سرعت موتور می‌باشد. اثـر کلـیه سطوح متغیر نسبت دنده بر تغییرات تراز صدای کلی در بعضـی از سـطوح سـرعت موتـور و موقعـیت میکروفون با تفـاوت‌های در محدوده dB(A) ۰/۲۷ تا dB(A) ۰/۶۷ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، ولی در بیشتر موارد این اثر معنی‌دار نبود. نتایج پـژوهش‌هـای میـر و همکـاران (۱۹) و سـاکس (۲۴) نیز نشان دهنده اثر کم متغیر نسبت دنده در ایجاد تغییرات در تراز صدای کلی تراکتورها و ماشین‌های خود محرک کشاورزی می‌باشد.

قسـمت‌هـای الف تا د در شکل ۵ تغییرات طیف ۱/۳ اکتاو تراز فشار صدای دستگاه در نسبت دنده‌های مختلف جعبه دنده در سـرعت‌هـای مخـتلف موتـور بـا میکـروفون نصب شده در موقعـیت گـوش راننده را نشان می‌دهد. در قسمت‌های مختلف ایـن شـکل دیـده مـی‌شود که طیف تغییرات تراز فشار صدا در دنـده‌هـای مخـتلف تفـاوت چندانی با یکدیگر ندارند، مگر در فـرکانس‌هـای بـه طـور کلـی کمتـر از ۲۰۰ Hz کـه این پدیده می‌تواند مربوط به اثر اگزوز موتور تراکتور دوچرخ باشد (۲۳). نکـته قابـل تـوجه در این شکل این است که با افزایش سرعت موتـور دستگاه نوسانات مربوط به اثر اگزوز در گستره فرکانسی بزرگ‌تری دیده می‌شود.

در قسـمت‌های الف تا د، شکل ۶ تغییرات طیف ۱/۳ اکتاو تراز فشار صدای دستگاه در نسبت دنده‌های مختلف جعبه دنده در سـرعت‌هـای مخـتلف موتـور و با میکروفون نصب شده در موقعـیت اطـرافیان نشـان داده شده است. روند تغییرات در این شـکل‌ها مشابه روند تغییرات در شکل ۵ می‌باشد با این تفاوت کـه بـه علت بیشتر بودن فاصله میکروفون تا دستگاه، تراز فشار صدا در فرکانس‌های مختلف در قسمت‌های با شرایط مشابه در حـدود۱۰dB کمتـر نسـبت بـه حالتـی اسـت که میکروفون در موقعـیت گوش راست راننده است که علت این پدیده نیز مانند تـراز فشار صدای دستگاه در حالت کلی می‌تواند مربوط به آثار میرایی محیط و جاده باشد (۱۲).

تحلـیل رگرسـیون دو متغیـره خطـی بـین متغیرهای مستقل سـرعت دورانـی موتـور و نسبت دنده با تابع، یعنی تراز صدای کلـی منتشـر شده از تراکتور دوچرخ در هریک از موقعیت‌های گوش راست راننده و اطرافیان نشان داد که متغیر مستقل نسبت دنـده تأثیـر معنـی‌دار آمـاری بر تراز صدای کلی دستگاه ندارد. بنابراین، در نظر گرفتن متغیر سرعت دورانی موتور به تنهایی در هـنگام ارایـه مدل‌های پیشگویی تراز صدای کلی دستگاه کافی اسـت. بـا چنین هدفی، مدل‌هایی برای داده‌های نشان داده شده در شـکل ۷ بـر اسـاس تحلیل رگرسیون ارایه شد که در روابط ۳ و ۴ آمـده‌انـد. مقایسه مقادیر پیشگویی شده تراز صدای کلی بـا مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که خطای مدل‌ها کمتر از dB(A) ±۰/۶ مـی‌باشد و مدل‌ها در عین سادگی دارای دقت بسیار خوبی هستند (۱۶).

الـف) مدل پیشگویی تراز فشار صدای کلی تراکتور دوچرخ در موقعیت گوش راننده:

$$L_A = -۶/۴۲۴\times۱۰^{-۶} N^۲ + ۰/۰۲۹۵N + ۵۷/۷۲۲ \qquad [۳]$$

ب. مـدل پیشـگویی تـراز فشار صدای کلی تراکتور دوچرخ در موقعیت اطرافیان:

$$L_A = ۲/۷۵۷\times۱۰^{-۶} N^۲ + ۷۰/۳۵۶ \qquad [٤]$$

در این روابط:

L_A = تـراز فشـار صـدای کلـی منتشـر شده از تراکتور دوچرخ (dBA)؛

N = سرعت موتور تراکتور دوچرخ (rpm)

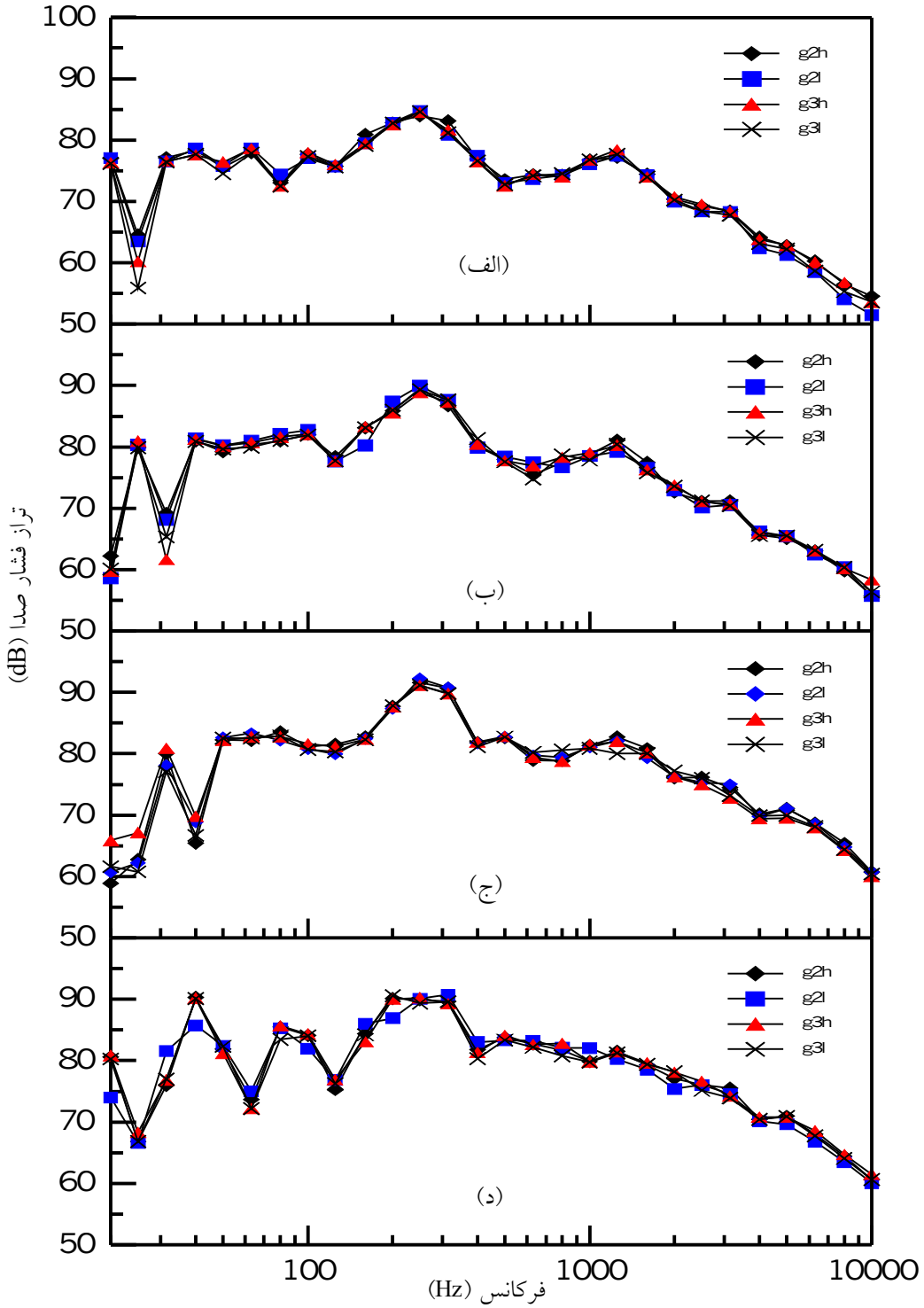
بـه طـور خلاصـه مـی‌تـوان بـیان داشت که سهم زیادی از سروصـدای تولـید شده توسط تراکتور دوچرخ مربوط به موتور دسـتگاه مـی‌باشـد کـه مدلـی قدیمـی اسـت و در طراحـی آن ملاحظـات آکوسـتیکی لحـاظ نگردیده است. بنابراین به منظور کـاهش سروصـدای دسـتگاه در درجـه اول بایـد بـا استفاده از سـکوی آزمـون در محـیط‌هـای آکوسـتیک مخصوص آزمایش موتـور، بر روی موتور تنها، بررسی‌های لازم صورت گرفته و با استفاده از نتایج این پژوهش‌ها در طراحی موتور از نظر تضعیف صدا تغییراتی ایجاد گردد تا سروصدای موتور کاهش یابد.

مقادیـر تـراز صـدای کلی اندازه‌گیری شده در این پژوهش نشـان داد که شـدت صـدا در موقعیـت گوش راننـده در کلـیه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

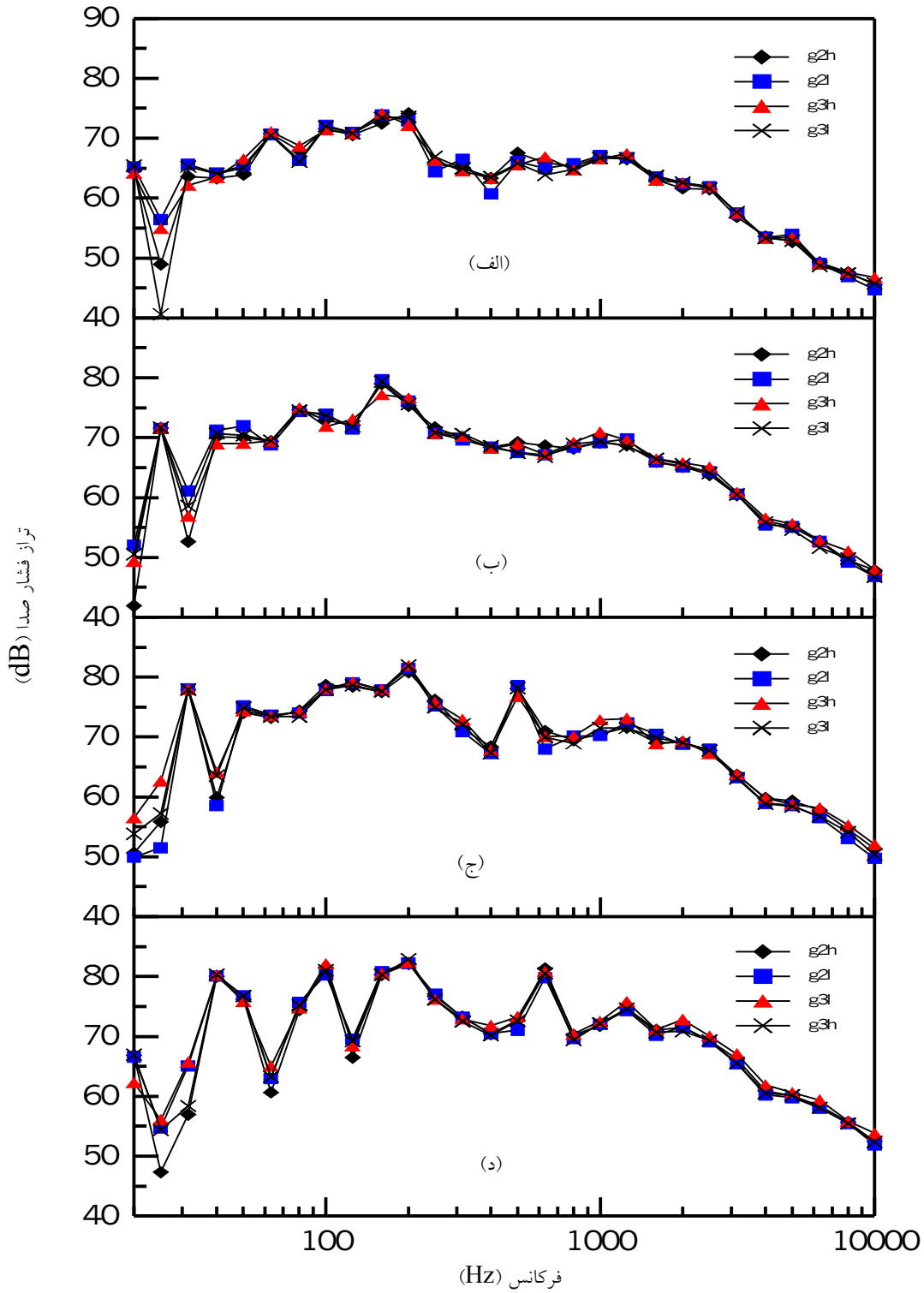
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل ۵. طیف ۱/۳ اکتاو تراز فشار صدای تراکتور دوچرخ در نسبت دنده‌های مختلف جعبه دنده و در سرعت‌های مختلف موتور، میکروفن نصب شده در موقعیت گوش راننده: الف) سرعت موتور ۱۳۰۰ دور بر دقیقه، ب) سرعت موتور ۱۶۵۰ دور بر دقیقه، ج) سرعت موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و د) سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه. در این شکل g2h یعنی دنده ۲ سبک، g2l یعنی دنده ۲ سنگین، g3h یعنی دنده ۳ سبک و g3l یعنی دنده ۳ سنگین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

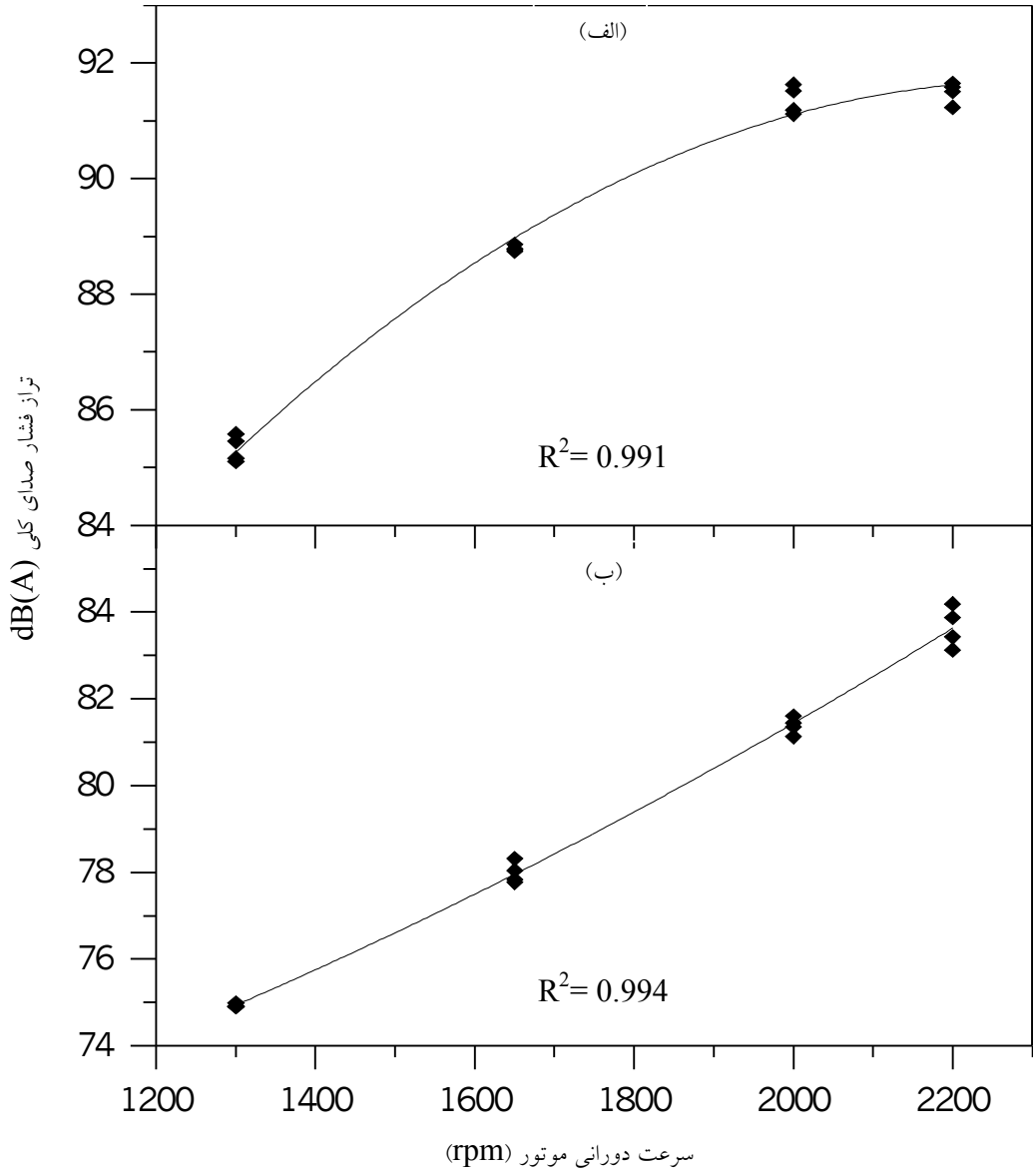


شکل ۶. طیف ۱/۳ اکتاو تراز فشار صدای تراکتور دوچرخ در نسبت دنده‌های مختلف جعبه دنده و در سرعت‌های مختلف موتور، میکروفن نصب شده در موقعیت اطرافیان: الف) سرعت موتور ۱۳۰۰ دور بر دقیقه، ب) سرعت موتور ۱۶۵۰ دور بر دقیقه، ج) سرعت موتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و د) سرعت موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه. در این شکل g2h یعنی دنده ۲ سبک، g2l یعنی دنده ۲ سنگین، g3h یعنی دنده ۳ سبک و g3l یعنی دنده ۳ سنگین.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل ۷. منحنی رگرسیونی تراز فشار صدای کلی تراکتور دوچرخ با میکروفن نصب شده در موقعیت، الف) گوش راست راننده و ب) اطرافیان

سطوح نسبت دنده و سرعت موتور، بیشتر از حد استاندارد ۸۵ dB(A) می‌باشد، بنابراین راننده و سرنشینان همیشه در معرض آسیب‌های حاصل از صدا می‌باشند، بنابراین استفاده از محافظهای گوش برای راننده و سرنشینان توصیه می‌شود. از طرف دیگر اندازه‌گیری‌ها در این پژوهش نشان داد که شدت صدا در موقعیت اطرافیان در کلیه سطوح سرعت موتور و نسبت دنده، همیشه کمتر از ۸۵ dB(A) می‌باشد، بنابراین توصیه می‌گردد کارگران شاغل به کار در مزارع مجاور جاده‌های آسفالت روستایی که از محافظهای گوش استفاده نمی‌نمایند حداقل در فاصله ۷/۵ متری از مسیر عبور تراکتور دوچرخ قرار گیرند. برای افرادی که در فاصله کمتر از ۷/۵ متر از مسیر عبور تراکتور دوچرخ قرار دارند نیز استفاده از محافظهای گوش پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

منابع مورد استفاده

1. Anonymous. 1985. Operator ear sound level measurement procedure for small engine powered equipment. SAE J1174.
2. Anonymous. 1985. Bystander sound level measurement procedure for small engine powered equipment. SAE J1175.
3. Anonymous. 1992. Acoustics: Agricultural and forestry wheeled tractors and self-propelled machines. Measurement of noise emitted when in motion. ISO 7216.
4. Anonymous. 1996. Criteria for a recommended standard occupational noise exposure revised criteria. NIOSH.
5. Anonymous. 1996. Acoustics: Tractors and machinery for agriculture and forestry measurement of noise at operator's position. ISO 5131.
6. Bean, T.L. 1995. Noise on the farm can cause hearing loss. Ohio Cooperative Extension Service Report AEX-590.Columbus, Ohio, USA.
7. Bordia, L. and M. Fiala. 1995. Design and testing of electric-powered walking tractor. J. Agric. Eng. Res. 60:57-62.
8. 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.
9. Brown, R.H. 1988. Handbook of Engineering in Agriculture. Vol. 2, 1st ed., Prentice & Hall pub. Inc., U.K.
10. Crocker, M.J. 1972. Noise sources, noise measurements and noise reduction. ASAE Paper No.72-812.
11. Crocker, M.J. and I.N. Ivanov. 1993. Noise and Vibration Control in Vehicles.1st ed., St.Petersburg: Interpub. Ltd, Russia.
12. Crocker, M.J. 1998. Handbook of acoustics. 1st ed., John Wiley & Sons, New York.
13. Dennis, J.W. and J.J. May. 1995. Occupational noise exposure in dairy farming. J. Agric. Health and Safety 28: 333-367.
14. Ghobadian, B., N. Singh, M. Battacharya, P.S. Mehta and S.C. Jain. 1992. An effective instrumentation scheme for noise and vibration study in an I.C. engine. All India Applied Instrumentation Conference. Roorkee, India.
15. Ghobadian, B., M. Battacharya, S.C. Jain and P.S. Mehta. 1995. A parametric study of engine noise and its combustion components. SAE Paper No.951759.
16. Ghobadian, B., M. Battacharya, S.C. Jain and P.S. Mehta. 1997. Correlation based methods to predict engine combustion noise. International Conference on Advances in Mechanical and Industrial Engineering. Roorkee, India.
17. Irwin, J.D. and E.R. Graf. 1979. Industrial Noise and Vibration Control.1st ed., Prentice-Hall,Inc, London:
18. 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.
19. Meyer, R.E., C.V. Schwab and C.J. Bern. 1993. Tractor noise exposure levels for bean-bar riders. ASAE Trans. 36: 1049-1056.
20. Montgomery, D.C. 1991. Design and Analysis of Experiments. 3 rd ed., John Wiley & Sons, U. S. A.
21. Roth, O.L. and L.H. Field. 1991. Introduction to Agricultural Engineering. 2nd ed., Van Nostrand Reinhold, New York.
22. 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.
23. Solecki, L. 2000. Duration of exposure to noise among farmers as an important factor of occupational risk, Ann Agric. Environ. Med. 7: 89-93.
24. Suggs, C.W. 1987. Noise characteristics of field equipment. ASAE, Paper No.87-1598.21.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.4.20.7]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com