



اندازه‌گیری پارامترهای سایکواکوستیک صدای منتشر شده توسط چمن‌زن

مجید لشگری^{۱*} و علی ملکی^۲

۱- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه اراک، m-lashgari@araku.ac.ir

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

چکیده

در این تحقیق، تعدادی از عوامل موثر بر پارامترهای سایکواکوستیک صدای تولید شده در چمن‌زن مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایشاتی به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار و با یک چمن‌زن هوندا مدل GXV 160 انجام شدند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف درجه بر بلندی، تیزی و زبری صدا تاثیر معنی‌داری نداشته است و در حالت کلی به جزء سطوح مختلف فاصله میکروفن، سایر منابع تغییر و برهمکنش آنها تاثیر معنی‌داری بر زبری صدا نداشته است. همچنین نتایج نشان داد که میانگین بلندی و تیزی صدای چمن‌زن در سطوح مختلف متغیرهای سرعت موتور، نوع عملیات و فاصله میکروفن اختلاف معنی‌داری را نشان داده است. با توجه به افزایش فاصله میکروفن از دستگاه، میزان بلندی و تیزی صدا روند کاهشی داشته و در تمامی موارد بیشترین میزان بلندی و تیزی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و کمترین میزان آنها نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر بوده است. در حالی که روند کاهشی در میزان زبری صدا با توجه به افزایش فاصله میکروفن از دستگاه مشاهده نشد. بیشترین میزان زبری صدا در موقعیت ۵ متر و کمترین میزان آن نیز در موقعیت ۲۰ متر به ثبت رسید.

واژه‌های کلیدی: چمن‌زن، سایکواکوستیک، بلندی، تیزی و زبری.

مقدمه

امروزه با پیشرفت فناوری، توان مکانیکی جایگزین نیروهای انسانی و حیوانی شده است. اگر چه با ورود ماشین‌ها و ادوات، زمان انجام فعالیت‌ها کاهش و بازده تولیدی نیز افزایش یافته است اما مشکلات بسیاری را در رابطه با ایمنی و سلامت شغلی برای کاربران به همراه آورده است. آلودگی‌های صوتی یکی از مهم‌ترین معضلاتی است که در محیط‌های کشاورزی و باغی به همراه ورود ماشین‌ها و ادوات به این عرصه‌ها پدیدار شده است (Solecki, 2000 and Goering et al., 2003). سروصدا به عنوان پدیده‌ای ناخواسته و ناخوشایند موجب صدمات جسمی و روانی انسان می‌شود. مهم‌ترین آثار نامطلوب سروصدا بر روی انسان مواردی مانند افت شنوایی دائم و موقت، اختلال در سیستم بینایی، بر هم زدن سیستم تعادلی بدن، ایجاد ناراحتی‌های عصبی و روانی، کاهش بازده کار و افزایش ریسک حوادث و آثار فیزیولوژیکی روی بدن مانند افزایش ضربان قلب، فشار خون، مصرف اکسیژن و تنفس می‌باشد (Gorai and Pal, 2006; Freitas et al., 2012 and Passchier, 2000).



با توجه به آثار زیان‌بار آلودگی‌های صوتی بر سلامت انسان، تحقیقات گسترده‌ای در این خصوص صورت گرفته است. در همین راستا محققین تاکنون تلاش‌های بسیاری برای کاهش صوت و کنترل صدا، عایق‌بندی محیط‌های پر سروصدا، ایجاد حفاظ و غیره انجام داده‌اند (Kang et al., 1998; Behroozi Lar et al., 2011; Sehsah et al., 2010; Sumer et al., 2006; Saral and. Avcioglu, 2002 and Passchier, 2000).

یکی دیگر از موضوعات مربوط به صدا، آسایش صوتی است. آسایش صوتی ارتباطی با سلامت کاربران نداشته و صرفاً مبحث آسایش و راحتی را در برمی‌گیرد. در خصوص ارزیابی آسایش صوتی، پارامترهای کمی همچون تراز فشار صدا نمی‌تواند معیار خوبی از احساس شنوایی کسانی که در معرض صدا قرار دارند محسوب شود. به عنوان مثال، ممکن است صدای ایجاد شده به لحاظ استاندارد دارای تراز فشار پایینی باشد و بنابراین برای کاربر مخاطره آمیز نباشد اما به لحاظ کیفی شرایط آزاردهنده‌ای برای کاربر ایجاد شود. لذا علاوه بر کاهش تراز فشار صدا ضروری است عوامل موثر در ایجاد آسایش صوتی نیز مدنظر قرار گیرند (Kenji et al., 2002). برای این منظور به معیارهای کیفیت صدا جهت بیان احساس ذهنی افراد نیاز می‌باشد. پارامترهای کیفیت صدا در واقع شرایط درک رابطه پیچیده مقادیر فیزیکی و ادراکی صدا را فراهم می‌سازند. به همین جهت سایکواکوستیک جهت مطالعه درک ذهنی انسان از صداها مطرح گردید. در واقع سایکواکوستیک، ویژگی‌های فیزیکی صدا را به احساس و درک برخاسته از آن مربوط می‌سازد. معیارهای کیفی مختلفی در مقوله آسایش صدا وجود دارد. از مهم‌ترین معیارها می‌توان به بلندی، تیزی و زبری صدا اشاره نمود (Zwicker and Fastl, 1999). مطالعات متعددی در خصوص تأثیر پارامترهای کیفیت صدا بر عملکرد افراد صورت گرفته است (Nakasaki et al., 2008; Li and Zuo, 2013; Radic et al., 2011 and Wang, 2009). اما آنچه که مسلم است در داخل کشور تحقیقاتی در این زمینه صورت نگرفته است.

هدف از این تحقیق اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت صدای تولید شده توسط چمن‌زن تحت شرایط مختلف کاری، در سه موقعیت متفاوت از نظر کاربر، از نظر کسی که در فاصله ۵ متری و نزدیک آن مشغول به کار است و از نظر کسی که در فاصله دورتری از آن ایستاده است، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار با یک چمن‌زن هوندا مدل GXV 160 انجام شدند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور تیغه برش در دو سطح ۱۰۵۰ و ۱۲۵۰ دور بر دقیقه، نوع عملیات در دو وضعیت چمن‌زنی و حرکت بر روی چمن بدون چمن‌زنی و وضعیت سبد جمع‌آوری در دو سطح با سبد و بدون سبد بودند. اندازه‌گیری سیگنال‌های سروصدای تولید شده توسط چمن‌زن در سه موقعیت متفاوت گوش کاربر، کسی که در نزدیکی چمن‌زن و در فاصله حدود ۵ متر از آن مشغول به کار است و کسانی که اندکی دورتر و در فاصله حدود ۲۰ متر از چمن‌زن قرار دارند، صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سروصدای چمن‌زن در موقعیت گوش کاربر، میکروفن با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر نسبت به



گوش کاربر قرار داده شد. همچنین برای اندازه‌گیری سروصدای چمن‌زن در دو موقعیت دیگر، میکروفن‌ها بر روی سه‌پایه در ارتفاع ۱/۲ متر از سطح زمین و در حالت افقی قرار داده شدند.

ویژگی‌های مکان آزمون بر اساس استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که در خصوص مقررات آزمون برای اندازه‌گیری سروصدای انواع چمن‌زن‌ها می‌باشد انتخاب گردید (ISIRI 10549, 2008). برای این منظور محوطه‌ای باز و بدون شیب و با فاصله‌ای مناسب از انواع بازتاب‌کننده‌های صدا از قبیل ساختمان و درختان در نظر گرفته شد. در زمان آزمون، سرعت باد کمتر از ۵ متر بر ثانیه و دمای هوای محیط نیز بیشتر از ۵ سانتی‌گراد بود. مطابق استاندارد که این آزمون بر آن اساس صورت گرفت، 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. به منظور اعتبار بخشی به اندازه‌گیری‌های انجام شده، تراز فشار صدای محیط به تنهایی و قبل از راه‌اندازی چمن‌زن اندازه‌گیری شد. از آنجایی که تراز فشار صدای زمینه برابر ۵۸/۴ دسی‌بل بدست آمد لذا در این آزمون نیازی به اعمال تصحیحات صدای محیط نبود.

با توجه به این موضوع که اندازه‌گیری‌ها باید در زمان چمن‌زنی صورت می‌گرفتند، مسیری به طول ۶ متر برای حرکت چمن‌زن در نظر گرفته شد. چمن‌زن توسط کاربر و با سرعتی ثابت در طول مسیر اشاره شده به حرکت درآورده شده و در فاصله زمانی سپری شده جهت عبور چمن‌زن در فاصله ۶ متری، سیگنال‌های سروصدای ساطع شده اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیق تجهیزاتی که جهت اندازه‌گیری تغییرات فشار صدای چمن‌زن در حوزه زمان مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از: میکروفن مدل MP201، پیش تقویت کننده مدل MA231 و سیستم اخذ داده مدل MC3022 که تمامی آنها ساخت شرکت BSWA می‌باشند. میکروفن‌های بکار گرفته شده در این تحقیق از نوع ۱ بوده که با الزامات استاندارد IEC 60651 مطابقت دارند. سیگنال‌های دریافت شده در حین آزمون، با استفاده از نرم‌افزار Scope V1.32 نصب شده بر روی رایانه قابل حمل، ذخیره شدند. قبل از شروع اندازه‌گیری، کالیبراسیون میکروفن‌ها توسط کالیبراتور مدل CA111 که سطح صوت ثابت ۹۴ دسی‌بل را در فرکانس خالص یک کیلوهرتز ایجاد می‌کند، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این که میکروفن‌ها از نوع ۱ انتخاب شدند، کالیبراتور نیز باید از نوع ۱ باشد. کالیبراتور مورد استفاده در این تحقیق با الزامات استاندارد IEC 60942 که برای کالیبراتورهای نوع ۱ می‌باشد، مطابقت دارد.

بلندی صدا

از آنجا که برای بیان یا اندازه‌گیری مقادیر صدا از کمیات فیزیکی یا لگاریتمی استفاده می‌شود، لیکن احساس شنونده نسبت به مقادیر در فرکانس‌های مختلف یکسان نبوده و به همین دلیل علاوه بر کمیت صدا، نحوه درک شنوایی آن نیز در فرکانس مربوطه اهمیت دارد. آزمایشات نشان داده است که ترازهای یکسان در فرکانس‌های مختلف به یک اندازه درک نمی‌شوند. در این حالت یک مشخصه درک صوت بنام بلندی صدا تعریف می‌گردد. اگر چه بلندی صدا وابسته به تراز صوت است اما با آن برابر



نیست. تنها در فرکانس یک هزار هرتز تراز فشار صدا با تراز بلندی صدا برابر است. مطابق استاندارد، بلندی مخصوص صدا از رابطه

۱ به دست می‌آید (ISO 532B, 1975):

$$N' = 0.08 \left(\frac{E_{TQ}}{E_0} \right)^{0.23} \left[\left(0.5 + 0.5 \frac{E}{E_{TQ}} \right)^{0.23} - 1 \right] \quad (1)$$

که در آن:

N' بلندی مخصوص

E تحریک صدا

E_{TQ} تحریک صدا در محیط ساکت

E_0 تحریک تحت صدا مرجع با فشار $10-12 \text{ W/m}^2$

که بلندی کل را می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود:

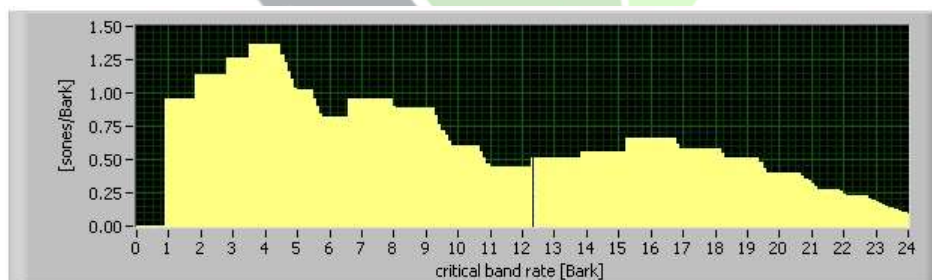
$$N = \int_1^{24 \text{Bark}} N' dz \quad (2)$$

که در آن:

N بلندی کل صدا (سون)

z نرخ باند بحرانی (بارک)

در شکل ۱ نمونه‌ای از نمودار بلندی صدای چمن‌زن نشان داده شده است.



شکل ۱- نمونه نمودار بلندی صدای چمن‌زن

تیزی صدا

تیزی صدا یک حس شنوایی مربوط به فرکانس بوده و مستقل از بلندی صداست. این پارامتر احساس دردناکی حاصل از

صداها با فرکانس بالاست و در واقع میزان انرژی فرکانس بالا به کل انرژی است. الگوریتم تیزی صدا از روی سیگنال فشار صدا



و در طیف یک سوم اکتاوند در بازه ۲۵ هرتز تا ۱۲/۵ کیلوهرتز قابل محاسبه است. به طور کلی ترکیبات فرکانسی بالاتر در سیگنال منجر به افزایش تیزی صدا خواهد شد. تیزی مخصوص صدا از رابطه ۳ قابل محاسبه خواهد بود (Zwicker and Fastl, 1999):

$$S' = 0.11 \frac{\int_1^{24} N'(z) g(z) z dz}{\int_1^{24} N'(z) dz} \quad (3)$$

که در آن:

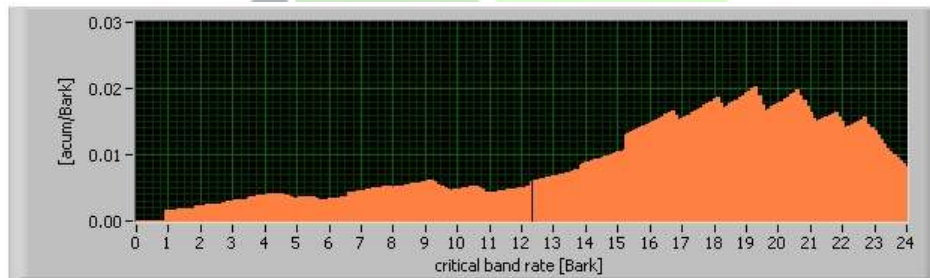
S' تیزی مخصوص

$g(z)$ تابع وزنی

که تیزی کل را برحسب آکوم می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$S = \int_1^{24} S' dz \quad (4)$$

در شکل ۲ نمونه‌ای از نمودار تیزی صدای چمن‌زن نشان داده شده است.



شکل ۲- نمونه نمودار تیزی صدای چمن‌زن

زبری صدا

زبری صدا حسی شنوایی است که مربوط به مدولاسیون بلندی صدا در فرکانس‌های بسیار بالا همانند فرکانس‌های مدولاسیون بیشتر از ۳۰ هرتز می‌باشد. زبری مخصوص صدا نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Zwicker and Fastl, 1999):

$$R'(z) = 0.0003 f_{mod}(z) \Delta L_E(z) \Delta z \quad (5)$$

که در آن:

R' زبری مخصوص

$f_{\text{mod}}(Z)$ فرکانس مدولاسیون

و $\Delta L_E(Z)$ نیز از رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$\Delta L_E(z) = 20 \log \left(\frac{N'_z(1)}{N'_z(99)} \right) \quad (6)$$

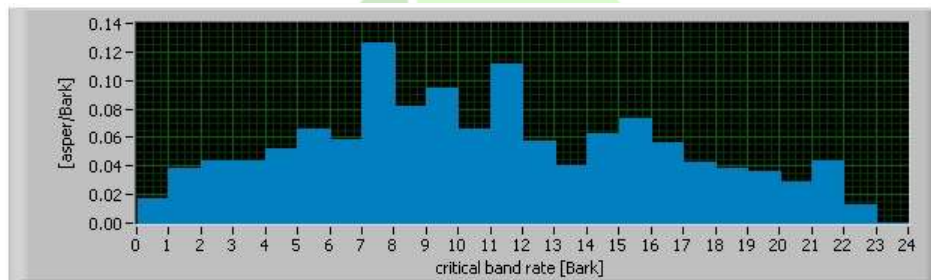
که در آن:

$N'(1)$ و $N'(99)$ درصد مقادیر بلندی صدا

که مقدار زبری کل بر حسب آسپر از رابطه ۷ بدست می‌آید:

$$R = \int_1^{24} R'(z) dz \quad (7)$$

در شکل ۳ نمونه‌ای از نمودار زبری صدای چمن‌زن نشان داده شده است.



شکل ۳- نمونه نمودار زبری صدای چمن‌زن

پس از انجام آزمایش‌ها و جمع‌آوری اطلاعات بدست آمده، داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول شماره ۱ نتایج آنالیز واریانس میانگین‌های عامل‌های سرعت موتور، نوع عملیات، فاصله میکروفن و درجه بر بلندی، تیزی و زبری صدای ساطع شده از چمن‌زن را نشان می‌دهد. همانطوری که مشاهده می‌شود سطوح مختلف درجه بر هیچ یک از متغیرها تاثیر معنی‌داری نداشته است و در حالت کلی به جزء سطوح مختلف فاصله میکروفن، سایر منابع تغییر و برهمکنش آنها تاثیر معنی‌داری بر زبری صدا نداشته است. همچنین میانگین بلندی و تیزی صدای چمن‌زن در سطوح مختلف متغیرهای سرعت موتور، نوع عملیات و فاصله میکروفن اختلاف معنی‌داری را نشان داده است.



جدول ۱- آنالیز واریانس میانگین‌های اثرات اصلی و برهمکنش تیمارها بر بلندی، تراز بلندی، تیزی و زبری صدای چمن‌زن

میانگین مربعات متغیرهای صدای چمن‌زن			درجه آزادی	منابع تغییر
زبری	تیزی	بلندی		
۰/۰۵۱ ^{NS}	۰/۰۰۰۲ ^{NS}	۲/۷۱۳ ^{NS}	۱	دریچه
۰/۳۵۹ ^{NS}	۰/۳۷۸ ^{**}	۴/۰۹۶ [*]	۱	عملیات
۰/۰۱۲ ^{NS}	۰/۵۷۸ ^{**}	۵۰/۴۲۳ ^{**}	۱	سرعت
۱/۶۹۰ ^{**}	۲/۲۷۸ ^{**}	۱۷۰۷/۳۸۵ ^{**}	۲	فاصله
۰/۳۰۴ ^{NS}	۰/۱۲۳ ^{NS}	۰/۱۸۲ ^{NS}	۱	دریچه×عملیات
۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۱۳۴ ^{NS}	۰/۰۲۰ ^{NS}	۱	دریچه×سرعت
۰/۱۱۴ ^{NS}	۰/۰۴۴ ^{NS}	۸/۷۴۰ ^{**}	۲	دریچه×فاصله
۰/۱۶۷ ^{NS}	۰/۰۰۹ ^{NS}	۰/۹۱۸ ^{NS}	۱	عملیات×سرعت
۰/۱۱۸ ^{NS}	۰/۰۶۵ ^{NS}	۰/۲۷۶ ^{NS}	۲	عملیات×فاصله
۰/۰۴۹ ^{NS}	۰/۰۱۷ ^{NS}	۶/۲۰۸ ^{**}	۲	سرعت×فاصله
۰/۰۳۰ ^{NS}	۰/۰۴۱ ^{NS}	۱/۵۳۳ ^{NS}	۱	دریچه×عملیات×سرعت
۰/۲۲۰ ^{NS}	۰/۰۵۶ ^{NS}	۰/۳۵۰ ^{NS}	۲	دریچه×عملیات×فاصله
۰/۲۴۶ ^{NS}	۰/۰۰۶ ^{NS}	۱/۴۰۳ ^{NS}	۲	دریچه×سرعت×فاصله
۰/۰۲۵ ^{NS}	۰/۰۱۳ ^{NS}	۰/۳۰۱ ^{NS}	۲	عملیات×سرعت×فاصله
۰/۰۸۹ ^{NS}	۰/۰۲۶ ^{NS}	۰/۲۹۴ ^{NS}	۲	دریچه×عملیات×سرعت×فاصله
۰/۱۸۱	۰/۰۴۴	۰/۹۰۹	۱۰۴	خطا

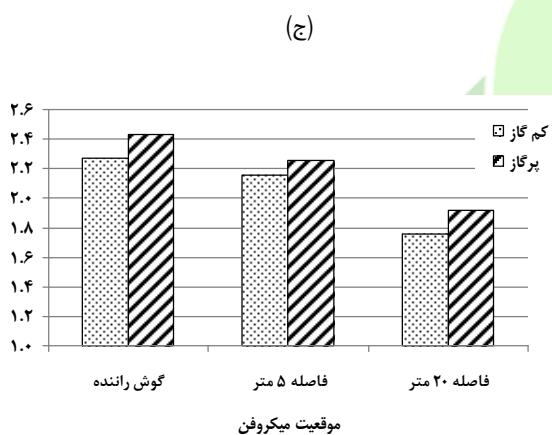
***، * و NS به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

با توجه به اثر متقابل فاصله میکروفن و دریچه که در نمودار (الف) شکل ۴ آورده شده است، بیشترین میزان بلندی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت بدون سبد بوده که مقدار میانگین آن ۱۷/۶۴۳ سون می‌باشد. کمترین میزان بلندی صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت بدون سبد بوده که مقدار میانگین آن ۲/۵ سون می‌باشد. همچنین با توجه به نمودار (ب) شکل ۴ مشخص می‌باشد که بیشترین میزان بلندی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت بدون چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن ۱۷/۲۳۵ سون و کمترین میزان آن نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن ۲/۳۹۵ سون می‌باشد. نمودار (ج) شکل ۴ نیز نشان می‌دهد که بیشترین میزان بلندی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت پرگاز بوده که مقدار میانگین آن ۱۸/۰۷۴ سون می‌باشد. کمترین میزان بلندی صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت کم‌گاز بوده که مقدار میانگین آن ۲/۲۸۵ سون می‌باشد.



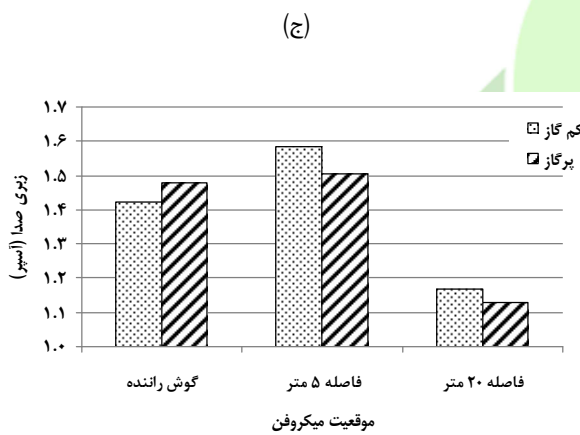
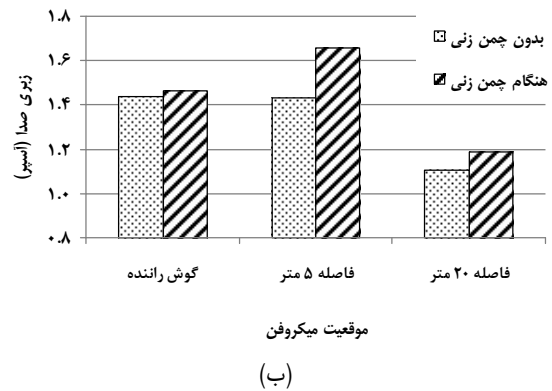
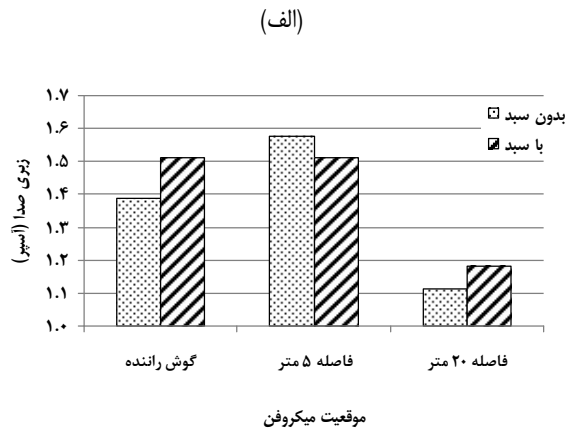
شکل ۴- اثر متقابل متغیرها بر بلندی صدا

اثر متقابل متغیرها بر تیزی صدا در نمودارهای شکل ۵ نشان داده شده‌اند. با توجه به نمودار (الف) شکل ۵ بیشترین میزان تیزی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت بدون سید بوده که مقدار میانگین آن $2/385$ آکوم می‌باشد. کمترین میزان تیزی صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت بدون سید بوده که مقدار میانگین آن $1/835$ آکوم می‌باشد. همچنین با توجه به نمودار (ب) شکل ۵ مشخص می‌باشد که بیشترین میزان تیزی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن $2/349$ آکوم و کمترین میزان آن نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت بدون چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن $1/810$ آکوم می‌باشد. نمودار (ج) شکل ۵ نیز نشان می‌دهد که بیشترین میزان تیزی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و وضعیت پرگاز بوده که مقدار میانگین آن $2/430$ آکوم می‌باشد. کمترین میزان تیزی صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت کم‌گاز بوده که مقدار میانگین آن $1/756$ آکوم می‌باشد.



شکل ۵- اثر متقابل متغیرها بر تیزی صدا

از نمودار (الف) شکل ۶ نیز کاملاً مشخص می‌باشد که بیشترین میزان زبری صدا مربوط به موقعیت ۵ متر و وضعیت بدون سید بوده که مقدار میانگین آن $1/577$ اسپر می‌باشد. کمترین میزان زبری صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت بدون سید بوده که مقدار میانگین آن $1/114$ اسپر می‌باشد. همچنین با توجه به نمودار (ب) شکل ۶ مشخص می‌باشد که بیشترین میزان زبری صدا مربوط به موقعیت ۵ متر و وضعیت چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن $1/655$ اسپر و کمترین میزان آن نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت بدون چمن‌زنی بوده که مقدار میانگین آن $1/106$ اسپر می‌باشد. نمودار (ج) شکل ۶ نیز نشان می‌دهد که بیشترین میزان زبری صدا مربوط به موقعیت ۵ متر و وضعیت کم‌گاز بوده که مقدار میانگین آن $1/584$ اسپر می‌باشد. کمترین میزان زبری صدا نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر و وضعیت پرگاز بوده که مقدار میانگین آن $1/129$ اسپر می‌باشد.



شکل ۶- اثر متقابل متغیرها بر زبری صدا

نتیجه گیری

یافته‌های این تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

سطوح مختلف دریچه بر بلندی، تیزی و زبری صدا تاثیر معنی‌داری نداشته و این در حالی است که سطوح مختلف فاصله میکروفن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر بلندی، تیزی و زبری صدا داشته است.

سطوح مختلف عملیات و سرعت نیز بر بلندی و تیزی صدا تاثیر معنی‌داری داشته و بر زبری صدا تاثیر معنی‌داری نداشته‌اند.

با توجه به افزایش فاصله میکروفن از دستگاه، میزان بلندی و تیزی صدا روند کاهشی داشته و در تمامی موارد بیشترین میزان بلندی و تیزی صدا مربوط به موقعیت گوش راننده و کمترین میزان آنها نیز مربوط به موقعیت ۲۰ متر بوده است. در حالی که روند کاهشی در میزان زبری صدا با توجه به افزایش فاصله میکروفن از دستگاه مشاهده نشد. بیشترین میزان زبری صدا در موقعیت ۵ متر و کمترین میزان آن نیز در موقعیت ۲۰ متر به ثبت رسید.



میزان بلندی صدا در مقایسه با تیزی و زبری، دارای تغییرات شدیدتری نسبت به فاصله میکروفن بوده است که با توجه به تاثیر قابل توجه بلندی بر میزان آزاردهندگی و سلب آسایش صوتی، توجه به آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

منابع

1. Behrooz Lar, M., Z. Khodarahm Pour, M. Mehrzad Payandeh, and J. Bagheri. 2011. Noise level of two types of tractor and health effect on drivers, Journal of American science: 7(5): 382-387.
2. Freitas, E., C. Mendonça, J.A. Santos, C. Murteira, and J.P. Ferreira. 2012. Traffic noise abatement: How different pavements, vehicle speeds and traffic densities affect annoyance levels. Transportation Research Part D. 17, 321-326.
3. Goering, C.E., M.L. Stone, D. W. Smith, and P. K. Turnquist. 2003. Off-Road Vehicle Engineering Principles. 421-462. St. Joseph, Mich.: ASAE. © American Society of Agricultural Engineers.
4. Gorai, A.K., and A.K. Pal. 2006. Noise and its effect on human being - a review. Journal of Environmental Science and Engineering 48(4), 253-260.
5. ISIRI 10549. 2008. Acoustics-Test code for the measurement of airborne noise emitted by power lawn mowers, lawn tractors, lawn and garden tractors, professional mowers, and lawn and garden tractors with mowing attachments. Institute of Standards and Industrial Research of IRAN.
6. ISO 532B. 1975. Acoustics - Method for calculating loudness level.
7. Kang C. N.J. Park and Y.B. Lee. 1998. Study on the handling of power tiller in view of ergonomics. Research reports of the rural development administration agricultural engineering and farm manage. 30: 67-71.
8. Kenji F., A. Junko and A. Yoichi. 2002. Temporal and Spatial Factors of Traffic Noise and Its Annoyance. Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment, Vol. 2; No. 1
9. Li, F., and Y. Zuo. 2013. Psychoacoustic Evaluation Model on the Luxury of Sound Quality in Vehicle Interior Noise. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 5(22): 5325-5329.
10. Nakasaki, R., T. Ogata, H. Hasegawa, Y. Ozeki, M. Onda, and M. Kasuga. 2008. Sound quality evaluation of air-conditioning sounds in a vehicle using psychoacoustic parameters. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 123, No. 5.
11. Passchier-Vermeer, W., and W.F. Passchier. 2000. Noise exposure and public health. Environmental Health Perspectives 108(1), 123-131.

12. Radic, N., C. Novak, and H. Ule. 2011. Experimental evaluation of vehicle cabin noise using subjective and objective psychoacoustic analysis techniques, Vol. 39, No. 4.
13. Saral, A., and A. Avcioglu. 2002. Motorlar ve Traktorler. Ankara universitesi Ziraat Fakultesi. Yayin No: 1529. Ankara.
14. Sehsah E.E., M.A. Hemly, and H.M. Sorour. 2010. Noise test of Teo manufactured power tillers during transport on different local road conditions. International Journal Agric. & Biol. Eng. 3(4):1-9.
15. Solec , L. 2000. Duration of exposure to noise among farmers as an important factor of occupational risk, Ann agricultural and environmental medicine. 7: 89-93.
16. Sumer, S. K., S. M. Say, F. Ege, and A. Sabanci. 2006. Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. Applied Ergonomics, 37: 749 -756.
17. Wang Y. S., 2009. Sound Quality Estimation for Nonstationary Vehicle Noises Based on Discrete Wavelet Transform, Journal of Sound and Vibration, 324, No. 3-5, 1124-1140.
18. Zwicker, E, and H.Fastl. 1999. Psychoacoustics: facts and methods. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag.

Measurement of Psychoacoustic Metrics of Noise Emitted by Lawn Mower

Majid Lashgari^{1*} and Ali Maleki²1- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Arak University
m-lashgari@araku.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Shahrekord University

Abstract

In this study, effects of some psychoacoustic metrics on emitted noise of a lawn mower were studied. Factorial experiments in randomized complete block design with four replications were performed with GXV 160 Honda lawn mower. Results showed that different levels of gate has no significant effect on the roughness and apart from different levels microphone distance, other sources and their interaction had no significant effect on sound roughness. The results showed that engine speed, type of operation and microphone distance had significant effect on sound loudness and sharpness. Due to the increasing distance microphone distance, sound loudness and sharpness decline and in all cases the highest and lowest loudness and sharpness related to the driver's ear position and 20 m position. While decreasing the roughness due to the increasing microphone distance was not observed. The maximum and minimum sound roughness was recorded in 5 m and 20 m positions, respectively.

Keywords: Lawn Mower, Psychoacoustic, Loudness, Sharpness and Roughness.