DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 20, No. 2, Summer

Received: 10.11.2022 Accepted: 09.08.2023 Published: 05.07.2024

Investigating the Absorbent Transmission Loss of Some Common Earmuffs in One-Third Octave Band Frequency Based on the Impedance Tube Method

Farhad Forouharmajd[1], Elaheh Dabaghi[2], Hadi Asady[3], Siamak Pourabdian[1], Zahra Amini[2]

Original Article

Abstract

Background: Choosing the suitable hearing protection for workers as part of the Hearing Conservation Program was introduced as a final measure. This study aimed to investigate the absorption and transmission loss of common earmuffs at one third octave band frequencies using the impedance tube method.

Methods: An analytical-experimental study was carried out on absorbers of four earmuff models. The transmission loss of the absorbers was measured using the impedance tube by the transfer function method, in accordance with the ISO 10534-2 standard. Data analysis was conducted using the paired-samples t-test and analysis of variance (ANOVA) with SPSS software.

Findings: The highest and lowest mean transmission losses measured in absorbers were 27.5 dB and 0.3 dB, respectively. The results showed a significant difference in the mean transmission loss between absorber A and absorbers B, C, and D, as well as between absorber B with absorbers A and D, across all measured frequencies ($P < 0.05$). Moreover, the results showed a significant difference in all frequencies before and after in absorbers A, B, and C ($P < 0.05$).

Conclusion: When comparing earmuff absorbers, it is evident that their performance in transmission loss and efficiency varies across different frequencies. In addition, most of the earmuffs examined in the study showed a decrease in transmission loss at low frequencies as the frequency increased. However, above2 kHz, an increasing trend in transmission loss was observed. These results need to be noted when choosing suitable hearing protection for workers in industries.

Keywords: Hearing loss, Noise induced; Earmuff; Personal protective equipment; Acoustic impedance tests

Citation: Forouharmajd F, Dabaghi E, Asady H, Pourabdian S, Amini Z. **Investigating the Absorbent Transmission Loss of Some Common Earmuffs in One-Third Octave Band Frequency Based on the Impedance Tube Method.** J Health Syst Res 2024; 20(2): 144-50.

1- Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- MSc Student, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- PhD Student, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Zahra Amini; MSc Student, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: zahra_amini2011@yahoo.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539 Published by Vesnu Publications

بررسی افت عبوری جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در فرکانس یک سوم اکتاوباند بر مبنای روش لوله امپدانس

فرهاد فروهرمجد[1]، الهه دباغی[2]، هادی اسدی[3]، سیامک پورعبدیان[1]، زهرا امینی[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: انتخاب گوشی حفاظتی مناسب برای کارگران در برنامه حفاظت شنوایی به عنوان آخرین راهکار معرفی شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی افت عبوری جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در فرکانس یک سوم اکتاوباند بر مبنای روش لوله امپدانس انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه تحلیلی- تجربی بر روی جاذب چهار مدل ایرماف انجام گردید. ضریب افت عبوری جاذب‌ها با استفاده از لوله امپدانس به روش تابع انتقال و بر طبق استاندارد ISO 10534-2 انجام گرفت. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های Paired t و ANOVA در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین و کمترین میانگین افت عبوری اندازه‌گیری شده در جاذب‌ها به ترتیب ۲۷/۵ و ۰/۳ دسی‌بل بود. اختلاف معنی‌داری بین میانگین افت عبوری جاذب A با جاذب‌های B، C و D و جاذب B با جاذب‌های A و D در تمام فرکانس‌های اندازه‌گیری شده وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). همچنین، بر اساس یافته‌ها، تفاوت معنی‌داری بین تمام فرکانس‌های قبل و بعد در جاذب‌های A، B و C مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: جاذب ایرماف‌ها در مقایسه با هم در فرکانس‌های مختلف، عملکردهای متفاوتی در افت عبوری و کارایی نشان دادند. همچنین، در فرکانس پایین بیشتر ایرماف‌های مورد بررسی، با افزایش فرکانس کاهش افت عبوری ایجاد شد و پس از آن در فرکانس‌های ۲۰۰۰ هرتز به بالا روند افزایش افت عبوری مشاهده گردید که نیاز است نتایج مذکور در انتخاب گوشی حفاظتی مناسب برای کارگران در صنایع، مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کاهش شنوایی، ناشی از سر و صدا؛ ایرماف؛ تجهیزات حفاظت فردی؛ تست امپدانس آکوستیک

ارجاع: فروهرمجد فرهاد، دباغی الهه، اسدی هادی، سیامک، امینی زهرا. **بررسی افت عبوری جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در فرکانس یک سوم اکتاوباند بر مبنای روش لوله امپدانس.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۳؛ ۲۰ (۲): ۱۵۰-۱۴۴

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۸/۱۹ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۵/۱۸ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۴/۱۵

مقدمه

آلودگی صوتی به عنوان یکی از عوامل زیان‌آور محیط کار معرفی شده است (۱). مواجهه ۲۲ میلیون کارگر با خطرات ناشی از صدای محیط کار توسط National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) گزارش شده است. همچنین، ۲۴ درصد مشکلات شنوایی کارگران مرتبط با شغل فرد اعلام گردیده است (۲). از جمله اثرات مواجهه طولانی مدت با صدای زیان‌آور افت شنوایی، می‌توان به کاهش دقت در فعالیت‌های شناختی، اثرات سوء بر سیستم قلبی- عروقی و اختلال در مکالمات افراد اشاره کرد (۳). همچنین، به عنوان یکی از دلایل حوادث کاری و کاهش بهره‌وری گزارش شده است (۴). یکی از دلایل ایجادکننده کاهش شنوایی حسی- عصبی دایم در کارگران، مواجهه با صدای بیش از حد مجاز است. برنامه حفاظت شنوایی، جهت حفاظت کارگران در مقابل صدای زیان‌آور محیط کار در نظر گرفته شده است که شامل راهکارهای متعددی از جمله کنترل‌های مهندسی، کنترل صدا در منبع، کنترل‌های مدیریتی و در نهایت، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی می‌باشد. استفاده از وسایل حفاظت شنوایی در این برنامه به عنوان راهکار موقت و مکمل در نظر گرفته شده است، اما این روش در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به دلایل مختلف از جمله مشکلات اقتصادی، به عنوان راهکار دایمی به کار گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که اولین راهکار پیشگیری از کاهش شنوایی ناشی از صدا در کارگران، استفاده از اقدامات فنی- مهندسی است، اما گاهی به جهت هزینه‌های بالا و مدیریت ضعیف پیاده‌سازی، اقدامات فنی- مهندسی میسر نمی‌گردد و استفاده از وسایل حفاظت فردی در اولویت اقدامات کنترلی قرار می‌گیرد (۵). وسایل مذکور مورد استفاده به دو دسته ایرپلاگ (Earplugs) و ایرماف (Earmuff) تقسیم‌بندی می‌گردد (۶).

افت انتقال و جذب صوتی در جاذب مورد استفاده در گوشی‌ها، موجب کاهش صوت رسیده به گوش می‌گردد (۷). افت انتقال صوت به اختلاف دسی‌بل بین صدای ورودی و عبوری تعریف شده است و افت انتقال بالا، نشان دهنده کارایی

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: زهرا امینی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: zahra_amini2011@yahoo.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

بهتر جاذب مورد استفاده می‌باشد (۸). نوع ساختار جاذب، چگالی، ضخامت و فرکانس صوت از جمله شاخص‌های مؤثر بر افت انتقال صوت معرفی شده است. نتایج پژوهش بیابانی و همکاران نشان داد که فرکانس صوت در میزان کاهندگی صوت بسیار مؤثر است (۹). بنابراین، داشتن اطلاعات در خصوص فرکانس محیط کار در انتخاب نوع گوشی، عامل بسیار اثرگذاری می‌باشد. علاوه بر این، نتایج مطالعه شجاعی‌فرد و همکاران حاکی از آن بود که جنس انواع مواد در افزایش افت انتقال صوت تأثیر دارد؛ به طوری که با افزایش تخلخل ماده، میزان افت انتقال صوت در فرکانس‌های بالا بسیار افزایش می‌یابد (۱۰). همچنین، فروهرمجد و همکاران با انجام تحقیقی به این نتیجه رسیدند که ضخامت و ایجاد حفره درون ماده جاذب در میزان افت عبوری تأثیرگذار است (۱۱).

تاکنون پژوهشی در ایران در خصوص بررسی افت عبوری جاذب‌های گوشی‌های رایج مورد استفاده و مقایسه عملکرد آن‌ها در فرکانس‌های مختلف انجام نشده است و با توجه به این که صنایع زیادی در ایران از گوشی‌های حفاظتی جهت حفاظت کارگران خود در مقابل صداهای زیان‌آور استفاده می‌کنند و انتخاب گوشی مناسب با توجه به نوع صدای موجود در صنعت در رسیدن به این هدف اهمیت بسیار دارد، مطالعه حاضر با هدف بررسی افت عبوری جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در فرکانس یک سوم اکتاوباند بر مبنای روش لوله امپدانس انجام شد.

روش‌ها

طراحی مطالعه: این تحقیق تحلیلی- تجربی بر روی جاذب چهار نوع گوشی حفاظتی در آزمایشگاه صدا و ارتعاش دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۴۰۰ انجام گرفت. برای انتخاب ایرماف‌های رایج، ۲۵ عدد از صنایع شهر به طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و چهار نوع گوشی پرمصرف به عنوان نمونه رایج جهت بررسی انتخاب گردید. ۴ نوع ایرماف مورد استفاده، ساخت کشورهای ایران، چین، تایوان و آمریکا بود. همچنین، به جهت تکرارپذیری نتایج، افت عبوری در هر تراز صوتی ۸۵ دسی‌بل، ۳۰ مرتبه اندازه‌گیری شد.

روش اجرا و وسایل اندازه‌گیری: جهت تعیین افت عبوری جاذب‌ها در پژوهش حاضر، از لوله امپدانس به روش تابع انتقال استفاده شد (۱۰). لوله امپدانس موجود در آزمایشگاه شامل دو لوله استوانه‌ای شکل بود که در ابتدای آن منبع صوتی و در میانه آن نمونه جاذب قرار گرفته بود. در روی لوله، سه محل جایگذاری میکروفن قبل و سه محل جایگذاری بعد از نمونه وجود داشت که طبق استاندارد ذکر شده از ۴ محل میکروفن نزدیک نمونه استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری ضرایب صوتی، از روش تابع انتقال و نسبت موج ایستا استفاده می‌گردد که روش تابع انتقال دارای دقت و سرعت بیشتری در هنگام اندازه‌گیری می‌باشد (۱۳، ۱۲). در روش تابع، انتقال موج صوتی به وسیله بلندگو تولید شد و سپس ضریب افت از طریق اندازه‌گیری تابع انتقال بین میکروفون‌های جایگذاری شده در لوله امپدانس و با استفاده از نرم‌افزار VA-Lab نسخه ۴ محاسبه گردید. لازم به ذکر است که مطالعه حاضر بر طبق استاندارد ISO 10534-2 انجام گرفت (۱۴).

جهت انجام تحقیق، ابتدا چهار نوع ایرماف پرکاربرد در صنایع تهیه شد و پس از خارج نمودن، جاذب‌ها به قطر ۳ سانتی‌متر و ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر برش داده شد. جهت حفظ اصول اخلاقی، از به کارگیری اسامی شرکت‌ها در پژوهش خودداری و تنها نام‌های A، B، C و D استفاده گردید. میکروفن‌ها با استفاده از کالیبراتور میکروفن مدل ۴۲۳۰ (شرکت B & K، دانمارک) در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و تراز صوتی ۹۴ دسی‌بل کالیبره شد. سپس صدا با استفاده از آمپلی‌فایر در تراز ۸۵ دسی‌بل تنظیم و در لوله امپدانس فرستاده شد. جهت محاسبات مربوط به تعیین ضریب افت عبوری در فرکانس‌های ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۱۵۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۳۰۰ هرتز، از نرم‌افزار VA-Lab، بخش Transfer Function Method (ISO)، قسمت Setup Sitting و نوع اندازه‌گیری «افت عبوری» استفاده گردید. لازم به ذکر است ازکارت تحلیل صدا جهت آنالیز فرکانس دیجیتال مدل BSWA MC3642 (شرکت National instruments، آمریکا) در محدوده فرکانسی یک سوم اکتاوباند (۶۶۴۰-۷۸۰ هرتز) استفاده شد.

جهت توصیف داده‌های کمی، از میانگین و انحراف معیار و به منظور بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید. سپس جهت بررسی اختلاف میانگین بین چهار گروه گوشی مورد آزمایش در فرکانس‌های مختلف، از آزمون پارامتریک ANOVA استفاده شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

چگالی جاذب گوشی‌های حفاظتی A، B، C و D به ترتیب ۳۰/۵، ۲۷/۶، ۱۸/۶۳ و ۲۳/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بیشترین میانگین افت عبوری اندازه‌گیری شده به گوشی A در فرکانس ۶۳۰۰ هرتز با میانگین ۲۷/۵ دسی‌بل و کمترین میانگین افت عبوری اندازه گیری شده به گوشی C در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز با میانگین ۰/۳ دسی‌بل اختصاص داشت. جزییات بیشتر در خصوص میانگین افت عبوری در چهار مدل گوشی در ترازها و فرکانس‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارایه شده است.

اختلاف میانگین افت عبوری بین فرکانس‌های مختلف در چهار مدل گوشی A، B، C و D با استفاده از آزمون ANOVA بررسی گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین افت عبوری گوشی A با گوشی‌های B، C و D در تمام فرکانس‌های اندازه‌گیری شده وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). همچنین، اختلاف معنی‌داری بین میانگین افت عبوری گوشی B با گوشی‌های A و D در تمام فرکانس‌ها مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$)، اما این اختلاف بین گوشی‌های B و C در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز معنی‌دار نبود ($P < ۰/۰۵$). به علت حجم زیاد داده‌های حاصل از آنالیز آماری انجام شده، تنها یافته‌های غیر معنی‌دار در جدول ۲ گزارش شده است.

جهت تعیین اختلاف میانگین افت عبوری در فرکانس قبل و بعد در چهار گوشی مورد بررسی، از آزمون Paired t استفاده گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تمام فرکانس‌های قبل و بعد در گوشی حفاظتی A وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). این اختلاف بین فرکانس‌های قبل و بعد در گوشی‌های حفاظتی B و C نیز معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$)، اما تفاوت معنی‌داری در گوشی D، بین دو فرکانس ۸۰۰ و ۱۰۰۰ هرتز و بین دو فرکانس ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$) (جدول ۳) (شکل ۱).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

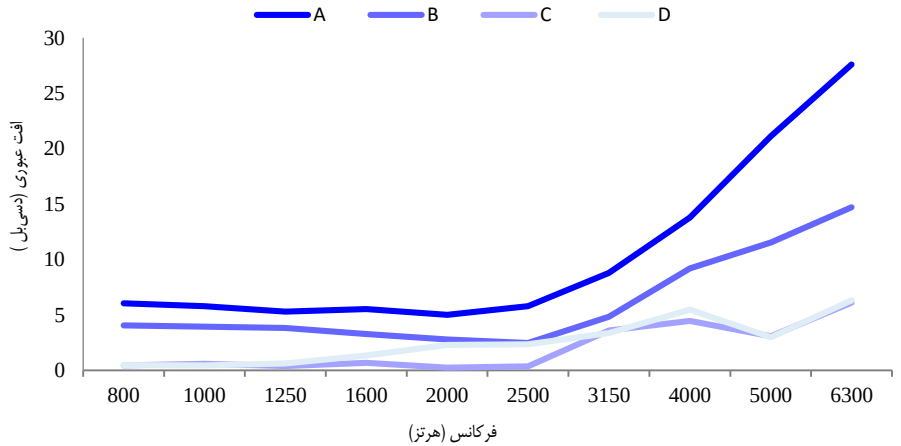
جدول ۱. میانگین افت عبوری در فرکانس یک سوم اکتاوباند

تراز (دسی‌بل)	فرکانس (هرتز) / نوع گوشی	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۱۵۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۳۰۰
۸۵	A	۶/۰۶ ± ۰/۰۲	۵/۷۰ ± ۰/۰۱	۵/۳۰ ± ۰/۰۳	۵/۵۰ ± ۰/۰۶	۵/۰۱ ± ۰/۰۱	۵/۸۰ ± ۰/۰۲	۸/۸۰ ± ۰/۴۰	۱۳/۸۰ ± ۰/۱۰	۲۱/۱۰ ± ۰/۳۰	۲۷/۵۰ ± ۰/۳۰
	B	۴/۰۰ ± ۰/۰۱	۳/۹۰ ± ۰/۰۹	۳/۸۰ ± ۰/۰۱	۳/۲۰ ± ۰/۰۰۹	۲/۷۰ ± ۰/۰۱	۲/۴۰ ± ۰/۰۱	۴/۸۰ ± ۰/۰۲	۹/۱۰ ± ۰/۰۸	۱۱/۵۰ ± ۰/۳۰	۱۴/۷۰ ± ۰/۲۰
	C	۰/۴۰ ± ۰/۰۳	۰/۶۰ ± ۰/۳۰	۰/۳۰ ± ۰/۰۵	۰/۶۰ ± ۰/۰۴	۰/۲۰ ± ۰/۰۳	۰/۳۰ ±۰/۱۰	۳/۶۰ ± ۰/۴۰	۴/۴۰ ± ۰/۱۰	۳/۰۰ ± ۰/۷۰	۶/۱۰ ± ۰/۱۰
	D	۰/۴۰ ± ۰/۰۶	۰/۴۰ ± ۰/۰۸	۰/۶۰ ± ۰/۰۸	۱/۳۰ ± ۰/۱	۲/۳۰ ± ۰/۲۰	۲/۳۰ ± ۰/۲۰	۳/۳۰ ± ۰/۲۰	۵/۴۰ ± ۰/۱۰	۳/۰۰ ± ۰/۰۵	۶/۳۰ ± ۰/۲۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۲. مقایسه میانگین افت عبوری در فرکانس یک اکتاوباند در بین گوشی‌های حفاظتی

تراز-فرکانس	مدل گوشی (بین دو گروه)	اختلاف میانگین	آماره آزمون	حدود اطمینان ۹۵ درصد	
				پایین	بالا
۸۵-۵۰۰۰	B و C	۰	۰/۹۹۹	-۰/۱۹۹۸	۰/۱۹۹۸
	C و B	۰	۰/۹۹۹	-۰/۱۹۹۸	۰/۱۹۹۸



شکل ۱. تغییرات افت عبوری در فرکانس یک سوم اکتاوباند در جاذب چهار گروه گوشی حفاظتی A، B، C و D

https://hsr.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

جدول ۳. مقایسه میانگین افت عبوری جاذب در فرکانس‌های قبل و بعد در چهار گروه گوشی حفاظتی

محدوده فرکانسی (هرتز)	نوع گوشی			
	A	B	C	D
	مقدار P			
۸۰۰–۱۰۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۷۳
۱۰۰۰–۱۲۵۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۱۲۵۰–۱۶۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۱۶۰۰–۲۰۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۲۰۰۰–۲۵۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۴۳۵
۲۵۰۰–۳۱۵۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۳۱۵۰–۴۰۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۴۰۰۰–۵۰۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
۵۰۰۰–۶۳۰۰	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی افت عبوری جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در فرکانس یک سوم اکتاوباند بر مبنای روش لوله امپدانس بود. نتایج نشان داد که روند افت عبوری در گوشی A و در فرکانس ۸۰۰ تا ۱۲۵۰ هرتز و ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز، کاهش داشت و در فرکانس ۱۲۵۰ تا ۱۶۰۰ هرتز و ۲۰۰۰ هرتز به بالا روند افزایشی مشاهده شد.

جاذب گوشی A در تمام فرکانس‌های اندازه‌گیری شده عملکرد بهتری را در افت عبوری نسبت به سایر گوشی‌های مورد بررسی نشان داد و موجب افت بیشتری در صدای عبوری گردید. همچنین، با وجود این که در تمام فرکانس‌ها اختلاف معنی‌داری بین افت عبوری هر فرکانس با فرکانس قبل و بعد خود وجود داشت، اما به طور کلی افزایش شیب افت عبوری گوشی از فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به بالا شروع شد و می‌توان چنین بیان کرد که این گوشی از فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به بالا کارایی بهتری از لحاظ افت عبوری نسبت به سایر فرکانس‌های قبل خود نشان می‌دهد. نتایج در خصوص گوشی حفاظتی B نشان داد که افت عبوری هر فرکانس با فرکانس قبل و بعد خود اختلاف معنی‌داری داشت و افت عبوری از فرکانس ۸۰۰ تا ۲۵۰۰ هرتز روند کاهشی و از ۲۵۰۰ هرتز به بالا روند افزایشی را نشان داد و افت عبوری این گوشی در هر فرکانس نیز در مقایسه با افت عبوری در سایر گوشی‌ها در فرکانس مشابه اختلاف معنی‌داری داشت، اما این اختلاف در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز بین گوشی‌های C و B معنی‌دار نبود که بیان‌کننده ثابت بودن افت عبوری در هر دو گوشی در این فرکانس می‌باشد. در گوشی C از فرکانس ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰هرتز، ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز و ۵۰۰۰ تا ۶۳۰۰ هرتز روند کاهشی بود و سپس این روند تغییر افت عبوری در سایر فرکانس‌ها افزایش داشت. در گوشی D نیز در فرکانس‌های ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز، ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز و ۵۰۰۰ تا ۶۳۰۰ هرتز روند افزایشی و در فرکانس ۴۰۰۰ تا ۵۰۰ هرتز روند کاهشی مشاهده گردید و افت عبوری در فرکانس‌های ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ هرتز و ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ هرتز ثابت بود.

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد گوشی‌های رایج مورد استفاده در صنایع، در کاهش افت عبوری نسبت به هم متفاوت هستند و افت عبوری با توجه به نوع فرکانس صدا تغییر می‌کند. به طور دقیق‌تر، گوشی A در تمام فرکانس‌ها نسبت به سایر گوشی‌ها عملکرد بهتری داشت و گوشی B نیز نسبت به گوشی‌های C و D عملکرد بهتری را نشان داد. بین گوشی‌های C و D نیز کارایی گوشی D در بیشتر فرکانس‌ها بهتر از گوشی C بود. همچنین، هر گوشی نسبت به خود در فرکانس‌های مختلف، عملکرد متفاوتی نشان داد؛ به طوری که اغلب در فرکانس‌های پایین، افت عبوری با افزایش فرکانس، روند افزایشی داشت و در یک فرکانس خاص که در بیشتر موارد فرکانس ۲۵۰۰ هرتز بود، شیب افزایش افت عبوری شروع می‌شد. با توجه به این که نوع جاذب و ویژگی‌های جاذب مورد استفاده در هر گوشی حفاظتی به علت محدودیت‌هایی پنهان بود که نیاز به بررسی بیشتر جهت این رفتار متفاوت در گوشی‌های حفاظتی است (۱۵)، نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج پژوهش بیابانی و همکاران که نشان داد میزان افت عبوری در فرکانس پایین، کم است (۹)، همسو بود و با قسمتی که گزارش کرد تفاوتی بین افت عبوری گوشی‌های رایج مورد استفاده وجود ندارد (۹)، هم‌راستا نبود. این اختلاف در نتایج بین دو مطالعه می‌تواند به جهت اختلاف در نوع گوشی‌های مورد استفاده، شیوه سنجش و روش انجام تحقیقات باشد؛ به گونه‌ای که در پژوهش حاضر افت عبوری گوشی در شرایط واقعی سنجیده شد.

نتایج مطالعه قهنویه و همکاران نشان داد که میزان افت صدا در گوشی‌های حفاظتی در فرکانس‌های بالا، بیشتر از فرکانس‌های پایین است و با تغییرات فرکانس، میزان افت صدا نیز تغییر می‌یابد (۱۶) که با یافته‌های تحقیق حاضر همسو بود. به طور کلی، نتایج هر دو پژوهش اشاره‌ای به میزان افزایش افت صدا در فرکانس‌های بالا به نسبت فرکانس‌های پایین داشتند. همچنین، نتایج به دست آمده از بررسی حاضر تا حدودی با یافته‌های مطالعه Gerges و همکاران که بر روی عملکرد میزان کاهش صدای ۸ مدل ایرماف انجام شده بود و نشان داد که بعضی از گوشی‌ها با توجه به نوع ساختارشان عملکرد متفاوتی در کاهش صدا دارند (۱۷)، مشابه بود. با وجود این که هدف از انجام تحقیق حاضر و پژوهش Gerges و همکاران (۱۷) متفاوت بود، اما هر دو مطالعه تفاوت در میزان افت صدا در گوشی‌های مختلف را نشان داد. در تحقیق حاضر، تفاوت می‌تواند به دلیل نوع جاذب‌های مختلف و چگالی‌های متفاوت در ایرماف‌های مورد بررسی باشد؛ در حالی که در پژوهش Gerges و همکاران به ویژگی‌های ساختاری ایرماف‌ها و تفاوت‌های ایجاد شده در میزان افت صدا پرداخته شده بود (۱۷). Ozcan و همکاران مطالعه‌ای را بر روی چند نوع جاذب با الیاف طبیعی در فرکانس و ضخامت‌های مختلف انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که افت عبوری و ضریب جذب صدا در فرکانس‌ها و ضخامت‌های مختلف، تغییر می‌کند (۱۵) که با یافته‌های بررسی حاضر همخوانی داشت. هر دو تحقیق به این موضوع اشاره دارد که با تغییر فرکانس، میزان افت عبوری نیز تغییر می‌یابد.

نتایج پژوهش بیابانی و همکاران که بر روی چند نوع مدل ایرماف انجام شد، نشان داد که کاهندگی صدا در فرکانس‌های پایین کمتر است (۶) که با یافته‌های مطالعه حاضر مشابهت داشت. در تحقیق مذکور، افت عبوری کل گوشی مورد بررسی قرار گرفت (۶)؛ در حالی که در پژوهش حاضر تنها افت عبوری در جاذب‌های ایرماف بررسی گردید. با این حال، نتایج در هر دو مطالعه نشان داد که ایرماف در فرکانس‌های پایین عملکرد پایین‌تری نسبت به فرکانس‌های بالاتر دارد. در تحقیقات انجام شده به منظور بررسی کاهش عملکرد در فرکانس‌های پایین، به این مطلب اشاره شده است که صدا در فرکانس‌های پایین، قابلیت انتقال و نشت

https://hsr.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

بیشتری را نسبت به سایر فرکانس‌ها دارد (۱۸).

نتایج پژوهشی گزارش کرد که افت میرایی ایرپلاگ، در فرکانس‌های بین ۱ تا ۳ کیلوهرتز مشاهده می‌گردد و افزایش ضخامت می‌تواند موجب بهبود این افت گردد (۱۹) که تا حدودی با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت داشت و نتایج هر دو تحقیق افت عملکرد گوشی را در این محدوده نشان داد. به طور کلی، چنین می‌توان بیان کرد که بیشتر گوشی‌های حفاظتی مورد بررسی در پژوهش حاضر تا فرکانس ۲۵۰۰ هرتز روند مشابهی نسبت به افت عبوری از خود نشان دادند و سپس از فرکانس ۲۵۰۰ هرتز به بالا، افت عبوری در گوشی‌های حفاظتی روند افزایشی پیدا کرد.

با توجه به این که قسمت‌های مختلف ایرماف از جمله جاذب، کاپ گوشی، بالشتک و... در کاهش صدای عبوری نقش دارند، می‌توان با اصلاح قسمت‌های مختلف، به بهبود گوشی‌های حفاظتی کمک کرد و باعث کاهش مواجهه کارگر با صدای محیط کار شد. همچنین، نیاز است که آنالیز فرکانس صوت در محیط‌های کاری انجام گیرد تا شدت صوت در فرکانس‌های مختلف مشخص شود. سپس با توجه به تراز فشار صوت بالا در فرکانس‌های اندازه‌گیری شده، در خصوص نوع گوشی حفاظتی تصمیم اتخاذ گردد. نتایج پژوهش Boyer و همکاران که بر روی میرایی قسمت‌های مختلف دو مدل ایرماف انجام شد، نشان داد که قسمت‌های مختلف ایرماف در فرکانس‌های مختلف در کاهش صوت مؤثر است و میزان کاهش صوت در فرکانس‌های پایین، افت پیدا می‌کند که ناشی از نشت و انتقال صوت در آن فرکانس‌ها است (۲۰). نتایج مطالعه Ang و همکاران که با هدف جلوگیری از کاهش افت صدا در گوشی‌های ایرماف در فرکانس‌های پایین در مشاغلی که با محدوده فرکانس‌های پایین مواجهه دارند، انجام شد، نشان داد که اصلاح کاپ گوشی، می‌تواند موجب بهبود نقص موجود گردد (۷).

از محدودیت‌های تحقیق حاضر، عدم همکاری شرکت‌های سازنده در ارایه اطلاعاتی در خصوص جنس جاذب مورد استفاده در گوشی‌های محافظتی و عدم اندازه‌گیری افت عبوری در ضخامت‌های مختلف بود. همچنین، در پژوهش حاضر جهت حفظ موازین اخلاقی، از ذکر مدل گوشی‌های حفاظتی خودداری شد. پیشنهاد می‌گردد که مطالعات آینده بر روی ضخامت‌های دیگر جاذب نیز اندازه‌گیری شود و ضخامت بهینه در جاذب‌های گوشی‌های ایرماف مشخص گردد.

نتیجه‌گیری

گوشی‌های حفاظتی مورد استفاده در صنایع، افت عبوری متفاوتی در فرکانس‌های مختلف نشان می‌دهند و از لحاظ کارایی در افت عبوری، عملکرد متفاوتی دارند. همچنین، در بیشتر گوشی‌های حفاظتی مورد بررسی، در فرکانس پایین (کمتر از ۲۰۰۰ هرتز) و با افزایش فرکانس، کاهش افت عبوری مشاهده گردید و پس از آن، در فرکانس‌های ۲۰۰۰ هرتز به بالا، روند افزایش عبوری مشاهده شد. با توجه به این که تولیدکنندگان گوشی روند متفاوتی در تولید گوشی‌های حفاظتی و جاذب‌های مورد استفاده در گوشی به کار می‌گیرند، بهتر است صنایع در هنگام انتخاب نوع گوشی، پس از آنالیز فرکانسی صدای محیط کارگاه و مشاهده کاتالوگ‌های موجود در خصوص گوشی‌های حفاظتی موجود در بازار، تصمیم به خرید گوشی بگیرند تا کارایی مناسب در حفاظت کارگران در مقابل صدای محیط ایجاد گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایانامه مقطع کارشناسی ارشد به شماره ۳۹۹۷۰۵ و کد اخلاق IR.MUI.RESEARCH.REC.1399.569، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از کلیه افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Dehghani A, Rangbarian M, Khavanin A, Rezazade-Azari M, Vosooghi S. Exposure to noise pollution and its effect on oxidant and antioxidant parameters in blood and liver tissue of rat. Zahedan J Res Med Sci 2013; 15(5): e92972.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Occupational Hearing Loss Surveillance [Online]. [cited 2024 Feb 16]; Available from: URL: https://www.cdc.gov/niosh/noise/surveillance/index.html
3. Morowaty MA, Chaleshgar M, Abbasi Shavazi M, Sharifi R. Evaluation of workers-related factors about using of hearing protection devices in textile factories, based on planned behavior theory. Occup Med 2013; 5(2): 32-42. [In Persain].
4. Hajizadeh R, Khavanin A, Jonidi Jafari A, Barmar M, Farhang Dehghan S. Investigation of acoustic properties of polymer nanocomposites regarding combined sound absorption and insulation characteristics. J Health Saf Work 2019; 9(4): 311-28.
5. Li TT, Yu-Chun C, Huang CH, Lou cw, Lin JH. Applying vermiculite and perlite fillers to sound-absorbing/thermal-insulating resilient PU foam composites. Fibers and Polymers 2015; 16(3): 691-8.
6. Biabani A, Aliabadi M, Golmohammadi R. Study of noise reduction rate of hearing protection devices based on Microphone in Real Ear (MIRE) under laboratory conditions. Iran J Ergon 2016; 4(2): 17-25. [In Persian].
7. Ang LY, Tran LQ, Phillips S, Koh YK, Lee HP. Low-frequency noise reduction by earmuffs with coir and coir/carbon fibre-reinforced polypropylene ear cups. Appl Sci 2017; 7(11): 1121.
8. Zhang H. Heat-insulating materials and sound-absorbing materials. In: Zhang H, editor. Building materials in civil engineering. Elsevier; 2011. p. 304-423.
9. Biabani A, Aliabadi M, Golmohammadi R, Farhadian M, Shahidi R. Evaluation of noise reduction rating of current earmuffs based on field microphone in real ear (FMIRE) in workplaces. Iran Occup Health 2017; 14(4): 118-27. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]

10. Shojaeifard MH, Talebi R, Amirpour Molla M. A study on noise transmission loss (Tl) through duct of air intake system of engine with porous insulator considering statistical energy analysis method. The Journal of Engine Research 2010; 5(19): 29-37. [In Persian].
11. Forouharmajd F, Soury S, Mohammadi Z, Salehian J, Mosayebi M. Optimization of the noise control process of a polystyrene silencer and assessment of its role in sound insertion loss index variation as enclosure in a laboratory. J Health Syst Res 2017; 13(1): 98-103. [In Persian].
12. Forouharmajd F, Mohammadi Z. Forouharmajd F, Mohammadi Z. The feasibility of using impedance tube with two microphones and sound absorption coefficient measurement of iranian-made materials using transfer function method. J Health Syst Res 2016; 12(1): 119-24. [In Persian].
13. Oliaei M, Golmohammadi R, Aliabadi M, Shahidi R, Orvati Movafagh M. Comparison of static wave ratio and transfer function method in determining the sound absorption coefficient of materials. J Occup Hyg Eng 2018; 5(2): 1-11. [In Persian].
14. International Organization for Standardization (ISO). ISO 10534-2: 1998. Acoustics - Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - Part 2: Transfer-function method. Geneva, Switzerland: ISO; 1998.
15. Ozcan A, Sanliturk K, Genc G, Koruk H. Investigation of the sound absorption and transmission loss performances of green homogenous and hybrid luffa and jute fiber samples. Applied Science and Engineering Progress 2021; 14(4): 668-79.
16. Ghahnavieh N, Pourabdian S, Forouharmajd F. Protective earphones and human hearing system response to the received sound frequency signals. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 2018; 37(4): 146134841876595.
17. Gerges S, Gerges R, Dias R. Technical notes. Earmuff noise leakage measurements and evaluation. Archives of Acoustics 2015; 40(1): 109-15.
18. Franks JR, Murphy WJ, Harris DA, Johnson JL, Shaw PB. Alternative field methods for measuring hearing protector performance. AIHA J (Fairfax, Va) 2003; 64(4): 501-9.
19. Pääkkönen R. Effects of cup, cushion, band force, foam lining and various design parameters on the attenuation of carmuffs. Noise Control Engineering Journal 1992; 38(2): 59-65.
20. Boyer S, Doutres O, Sgard F, Laville Fdr, Boutin J. Objective assessment of the sound paths through earmuff components. Appl Acoust 2014; 83: 76-85.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i2.1539]