

Evaluation of the Changes in Sound Absorption Coefficient of Some Commonly Used Earmuffs in Laboratory Conditions

Zahra Amini¹, Hadi Asady², Siamak Pourabdian³, Farhad Forouharmajd³

Original Article

Abstract

Background: Using a hearing protection device is one of the ways to control noise pollution in the industry. The purpose of the present study is to evaluate the changes in the sound absorption coefficient of some commonly used earmuffs in laboratory conditions at various sound levels and frequencies.

Methods: In this study, four earmuff models, including TASCO2550, AKHAVAN (VENUS-740), 3M optime98, and Parkson ABZ, were prepared. The absorber of the earmuffs was then cut to a diameter of 3 cm and a thickness of 1.2 cm. The absorption coefficient of each sample was measured using an impedance tube and VA-Lab4 software at three sound levels of 75, 85, and 95 dB. Finally, the data were analyzed using SPSS software.

Findings: There was no significant difference in the average absorption coefficient between sound levels of 75, 85, and 95 dB. However, in middle and high frequencies, the average absorption coefficient increased. TASCO2550 earmuff absorbent samples showed the highest absorption coefficient at frequencies of 2000-2500 Hz. While AKHAVAN (VENUS-740) and 3M optime98 absorbent samples showed the highest average absorption coefficient at the frequency of 4000 Hz. Also, The Parkson ABZ absorbent sample had the highest average absorption coefficient at a frequency of 5000 Hz. In general, The TASCO2550 earmuff absorbent sample showed the highest absorption coefficient, while the 3M optime98 absorbent sample showed the lowest absorption coefficient.

Conclusion: By selecting an earmuff with efficient absorber, we can increase sound absorption rate to achieve the desired results of reducing noise pollution.

Keywords: Earmuff; Sound absorption; Noise pollution; Acoustic impedance tests

Citation: Amini Z, Asady H, Pourabdian S, Forouharmajd F. Evaluation of the Changes in Sound Absorption Coefficient of Some Commonly Used Earmuffs in Laboratory Conditions. J Health Syst Res 2024; 19(4): 344-50.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- PhD Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Farhad Forouharmajd; Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: forouhar@hlth.mui.ac.ir

بررسی تغییرات ضریب جذب صوتی جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در شرایط آزمایشگاهی

زهرا امینی^۱، هادی اسدی^۲، سیامک پورعبدیان^۳، فرهاد فروهرمجد^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: استفاده از گوشی حفاظتی، یکی از راه‌های کاهش آلودگی صوتی در صنایع است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تغییرات ضریب جذب صوتی برخی از جاذب ایرماف‌ها در ترازها و فرکانس‌های مختلف بود.

روش‌ها: در این مطالعه، چهار مدل ایرماف از جمله TASCOCO2550، AKHAVAN (VENUS-740)، 3M optime98 و Parkson ABZ تهیه گردید. سپس جاذب ایرماف‌ها در قطر ۳ سانتی‌متر و ضخامت ۱/۲ سانتی‌متر برش داده شد. ضریب جذب هر نمونه با استفاده از لوله امپدانس و نرم‌افزار VA-Lab در سه تراز صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل اندازه‌گیری شد و در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: اختلاف معنی‌داری در میانگین ضریب جذب بین ترازهای صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل وجود نداشت و میانگین ضریب جذب در فرکانس‌های میانی و بالا افزایش یافت. نمونه جاذب ایرماف TASCOCO2550 بیشترین ضریب جذب را در فرکانس‌های ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ هرتز نشان داد؛ در حالی که نمونه جاذب‌های AKHAVAN (VENUS-740) و 3M optime98 بیشترین میانگین ضریب جذب را در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز داشت. همچنین، نمونه جاذب Parkson ABZ بیشترین میانگین ضریب جذب را در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز نشان داد. به طور کلی، نمونه جاذب ایرماف‌های TASCOCO2550 و 3M optime98 به ترتیب بیشترین و کمترین ضریب جذب را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: با انتخاب ایرماف با جاذب کارآمد، می‌توان میزان جذب صوتی را افزایش داد تا به نتایج مطلوبی از کاهش آلودگی صوتی رسید.

واژه‌های کلیدی: ایرماف؛ جذب صوت؛ آلودگی صوتی؛ تست امپدانس آکوستیک

ارجاع: امینی زهرا، اسدی هادی، پورعبدیان سیامک، فروهرمجد فرهاد. بررسی تغییرات ضریب جذب صوتی جاذب برخی از ایرماف‌های رایج در شرایط آزمایشگاهی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۲؛ ۱۹ (۴): ۳۴۴-۳۵۰

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۹/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۵/۱۸

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۸/۱۹

آلودگی صوتی به کار می‌رود (۶). شاخص‌هایی همچون نوع ساختار، قدرت کاهندگی و راحتی، از جمله عوامل تأثیرگذار بر کاهش صدای محافظ‌های شنوایی می‌باشد (۸، ۷). به همین علت، تفاوت در ساختار هر یک از جاذب‌ها، بر جذب صوتی تأثیر می‌گذارد و هر ماده هرچند به مقدار اندک، دارای جذب صوتی است. بنابراین، در مواجهه با آلودگی صوتی، جاذب باید به گونه‌ای انتخاب گردد که جذب‌کننده صوت در محدوده فرکانس خاصی باشد (۱۰، ۹).

به منظور اندازه‌گیری ضریب جذب مواد، از روش‌های لوله امپدانس و اتاق آکوستیک استفاده می‌گردد (۱۱) که در پژوهش حاضر از لوله امپدانس استفاده گردید. همچنین، Vasina و همکاران در پژوهش خود با بررسی خواص جذب صوتی انواع مختلف ماده در محدوده فرکانسی ۱۵۰ تا ۶۴۰۰ هرتز با استفاده از لوله امپدانس و تابع انتقال، به این نتیجه رسیدند که عواملی همچون ساختار، ضخامت، چگالی و فرکانس تحریک صوت، بر ضریب جذب صوتی تأثیرگذار است (۱۲). در مطالعه دیگری با استفاده از لوله امپدانس، ضریب جذب نمونه مصالح ساختمانی، در محدوده فرکانس ۱۲۵ تا ۶۳۰۰ هرتز اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که ضخامت، چگالی و نوع ماده، نقش مؤثری در تعیین ضریب

مقدمه

آلودگی صوتی تحت عنوان صدای نامطلوب و ناخوشایندی تعریف می‌شود که بر سیستم شنوایی، قلبی-عروقی و سلامت روان تأثیر می‌گذارد (۲، ۱) و یکی از مهم‌ترین عوامل زیان‌آور فیزیکی در صنایع شناخته شده است (۳). طبق گزارش مؤسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی (NIOSH یا National Institute for Occupational Safety and Health)، سالانه حدود ۲۲ میلیون کارگر آمریکایی در معرض آلودگی صوتی قرار دارند (۴). به همین علت، امروزه کنترل آلودگی صوتی به یک موضوع مهم تبدیل شده است (۵). در این راستا، برای حذف آلودگی صوتی راه‌های مختلفی از جمله حذف منبع صوتی، جایگزینی منبع صوتی، کنترل مهندسی، کنترل مدیریتی و استفاده از محافظ‌های شنوایی پیشنهاد شده است (۴). لازم به ذکر است در شرایطی که نتوان از سایر اقدامات کنترلی استفاده کرد، استفاده از محافظ‌های شنوایی در آخرین اولویت کنترل قرار دارد (۶).

محافظ‌های شنوایی مانند ایرپلاگ و ایرماف، جهت کاهش مواجهه فرد با

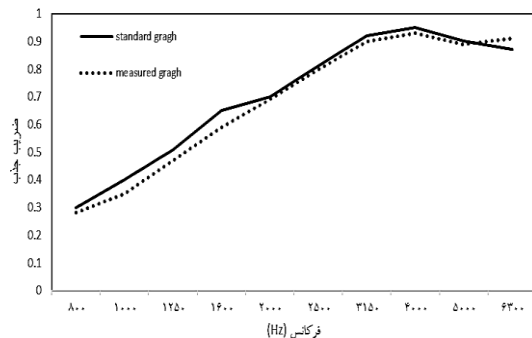
- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
 - ۲- دانشجوی دکتری تخصصی، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
 - ۳- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- نویسنده مسؤول:** فرهاد فروهرمجد؛ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: forouhar@hlth.mui.ac.ir

با استفاده از بخش (ISO) Transfer Function Method قسمت Setup Sitting نرم‌افزار VA-Lab، نوع اندازه‌گیری (ضرب جذب) مشخص شد. سپس نویز سفید در محدوده فرکانسی ۷۸۰ تا ۶۶۴۰ هرتز در لوله امیدانس پخش گردید. تراز صوت توسط دو میکروفن دریافت شد و با استفاده از کارت تحلیل صدا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضرایب جذب صوتی جاذب در نرم‌افزار VA-Lab و فرکانس یک سوم اکتاو باند نمایش داده شد. لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر به علت رایج بودن تراز صوت ۸۵، ۷۵ و ۹۵ دسی‌بل در صنایع، اندازه‌گیری در این ترازها انجام گرفت (۱۶). همچنین، جهت تعیین میزان تکرارپذیری نتایج، ضریب جذب هر جاذب ۳۰ مرتبه اندازه‌گیری گردید. برای توصیف داده‌ها، از میانگین و انحراف معیار و جهت مقایسه ضرایب جذب گوشه‌های حفاظتی، از مقایسه بین نمودارها استفاده شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۶ (IBM Corporation, version 26, Armonk, NY) و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

شکل ۱ نتایج صحت عملکرد لوله امیدانس را نشان می‌دهد. ضرایب جذب نمونه فوم استاندارد ارایه شده با ضرایب جذب فوم استاندارد اندازه‌گیری مشابه یکدیگر بود.



شکل ۱. مقایسه ضریب جذب استاندارد با مقادیر اندازه‌گیری شده فوم استاندارد شرکت BSWA Technology

پس از تأیید نتایج صحت عملکرد لوله امیدانس، ضریب جذب صوتی نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. میانگین ضریب جذب صوتی به تفکیک نوع ایرماف در جداول ۱ تا ۴ ارایه شده است. مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب صوتی جاذب‌ها در سه تراز صوتی نشان داد که میانگین ضریب صوتی در ترازهای صوتی مشابه یکدیگر می‌باشد.

نتایج میانگین ضریب جذب نمونه جاذب گوشه TASCO2550 با چگالی ۳۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب در جدول ۱ ارایه شده است. حداکثر میانگین ضریب جذب در ترازهای صوتی ۷۵ و ۸۵ دسی‌بل در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و در تراز ۹۵ دسی‌بل در فرکانس ۲۵۰۰ هرتز بود. (جدول ۱). باتوجه به شکل میزان ضریب جذب صوتی در فرکانس‌های میانی و در سه تراز صوتی بیشتر بود. همچنین، نتایج میانگین ضریب جذب نمونه جاذب گوشه (VENUS-740) AKHAVAN با چگالی ۲۷/۶ کیلوگرم بر مترمکعب در جدول ۲ آمده است.

جذب دارد (۱۳). در تحقیق داوودآبادی و اصغریان جدی با اندازه‌گیری ضریب جذب پارچه‌های حلقوی تار دو جداره با استفاده از لوله امیدانس مشخص گردید که میزان تخلل در ساختار نمونه‌ها، بر ضریب جذب تأثیرگذار است (۱۴).

با توجه به عوامل مؤثر بر جذب صوتی، در پژوهش حاضر، میانگین ضریب جذب صوتی در جاذب ایرماف‌های مدل TASCO2550، (VENUS-740)، AKHAVAN، 3M optime98 و Parkson ABZ در ترازهای ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل و فرکانس‌های مختلف بررسی گردید. این مطالعه می‌تواند گامی در جهت طراحی و انتخاب جاذب کارآمد باشد و هدف از آن، بررسی میانگین ضریب جذب برخی از ایرماف‌های رایج در ترازها و فرکانس‌های مختلف بود.

روش‌ها

این تحقیق تجربی در آزمایشگاه صدا و ارتعاش دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۴۰۰ انجام شد و در آن، چهار مدل گوشه ایرماف رایج از جمله Parkson ABZ که در صنایع کشور شناخته شده است، مورد بررسی قرار گرفت. سپس جاذب ایرماف‌ها در ضخامت ۱/۲ و قطر ۳ سانتی‌متر برش زده شد.

به منظور اندازه‌گیری ضریب جذب صوتی، روش‌های متعددی از جمله اتاق آکوستیک، لوله امیدانس و نسبت موج ایستاده و لوله امیدانس و تابع انتقال وجود دارد (۱۱). لازم به ذکر است که روش استفاده از لوله امیدانس و تابع انتقال نسبت به روش لوله امیدانس و موج ایستا، از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد و آزمایش سریع‌تر انجام می‌گیرد. در پژوهش حاضر به منظور اندازه‌گیری ضریب جذب صوتی نمونه جاذب‌ها، از روش لوله امیدانس و تابع انتقال مطابق با استاندارد ASTM E1050 و ISO 10534-2، سیستم رایانه، نرم‌افزار VA-Lab نسخه ۴، کارت تحلیل صدا (مدل BSWA MC3642، شرکت BSWA، چین) جهت آنالیز فرکانس دیجیتال، کالیبراتور میکروفن (مدل ۴۲۳۰، شرکت B&K، دانمارک) و آمپلی‌فایر جهت تغییر تراز صوتی استفاده گردید. همچنین، در مطالعه فروهرمجد و محمدی، از لوله امیدانس و تابع انتقال جهت اندازه‌گیری ضرایب صوتی جاذب‌ها استفاده شده بود (۱۵).

نرم‌افزار VA-Lab به منظور اندازه‌گیری ضریب صوتی استفاده می‌گردد و مطابق با الزامات استاندارد طراحی شده است. نرم‌افزار مذکور به همراه کارت تحلیل صدا و آمپلی‌فایر، کامپیوتر را به یک دستگاه مجهز جهت اندازه‌گیری، آنالیز صدا و بسیاری از اهداف آموزشی تبدیل می‌کند.

لوله امیدانس استوانه‌ای از جنس استیل فولادی است که در یک انتهای آن منبع صوتی و در انتهای دیگر محل قرارگیری جاذب می‌باشد. بر روی لوله سه جایگاه قرارگیری میکروفن وجود دارد که در تحقیق حاضر طبق استانداردهای ذکر شده، از دو جایگاه میکروفن نزدیک به نمونه استفاده گردید. پیش از اندازه‌گیری ضرایب جذب، با استفاده از کالیبراتور اقدام به کالیبراسیون میکروفن‌ها در تراز ۹۴ دسی‌بل و در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز شد. همچنین، برای اطمینان از صحت عملکرد لوله امیدانس، ضرایب جذب صوتی نمونه فوم استاندارد ساخته شده (شرکت BSWA Technology، چین) در فرکانس یک سوم اکتاو باند اندازه‌گیری و سپس مقادیر به دست آمده با نمودار جذب صوتی ارایه شده توسط آن شرکت مقایسه گردید.

جدول ۱. میانگین نمونه جاذب گوشی TASCO2550 در فرکانسها و ترازهای صوتی مختلف

تراز صوتی (دسی بل)										فرکانس (هرتز)									
										۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰
۷۵										-۰/۵۵ ± ۰	-۰/۶۸ ± ۰/۰۱	-۰/۵۷ ± ۰/۰۱	-۰/۷۴ ± ۰/۰۱	-۰/۹۴ ± ۰	-۰/۹۲ ± ۰	-۰/۷۶ ± ۰/۰۱	-۰/۵۷ ± ۰/۰۱	-۰/۴۰ ± ۰/۰۲	-۰/۳۱ ± ۰/۰۵
۸۵										-۰/۵۴ ± ۰	-۰/۷۰ ± ۰	-۰/۶۰ ± ۰	-۰/۷۶ ± ۰	-۰/۹۴ ± ۰	-۰/۹۶ ± ۰	-۰/۷۵ ± ۰	-۰/۵۳ ± ۰/۰۱	-۰/۴۱ ± ۰	-۰/۳۶ ± ۰/۰۱
۹۵										-۰/۵۸ ± ۰	-۰/۷۰ ± ۶۲/۰	-۰/۵۴ ± ۰	-۰/۷۳ ± ۰	-۰/۷۵ ± ۰	-۰/۹۴ ± ۰	-۰/۷۲ ± ۰	-۰/۵۴ ± ۰	-۰/۴۸ ± ۰	-۰/۴۵ ± ۰/۰۱

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۲. میانگین نمونه جاذب گوشی AKHAVAN (VENUS-740) در فرکانسها و ترازهای صوتی مختلف

تراز صوتی (دسی بل)										فرکانس (هرتز)									
										۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰
۷۵										-۰/۳۸ ± ۰/۰۱	-۰/۵۵ ± ۰/۰۸	-۰/۶۷ ± ۰/۱۲	-۰/۵۰ ± ۰/۰۴	-۰/۴۲ ± ۰/۰۱	-۰/۳۹ ± ۰/۰۱	-۰/۴۳ ± ۰/۰۴	-۰/۴۵ ± ۰/۱۲	-۰/۳۹ ± ۰/۰۸	-۰/۳۵ ± ۰/۰۲
۸۵										-۰/۳۲ ± ۰/۱۹	-۰/۵۸ ± ۰/۰۴	-۰/۶۸ ± ۰/۱۲	-۰/۵۳ ± ۰/۰۴	-۰/۴۴ ± ۰/۰۳	-۰/۳۹ ± ۰/۰۱	-۰/۴۰ ± ۰/۰۲	-۰/۴۰ ± ۰/۰۶	-۰/۳۷ ± ۰/۰۴	-۰/۳۵ ± ۰/۰۱
۹۵										-۰/۴۲ ± ۰/۰۴	-۰/۶۰ ± ۰/۰۱	-۰/۷۲ ± ۰	-۰/۵۲ ± ۰	-۰/۴۳ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰	-۰/۳۶ ± ۰	-۰/۳۵ ± ۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۳. میانگین نمونه جاذب گوشی 3M optime98 در فرکانسها و ترازهای صوتی مختلف

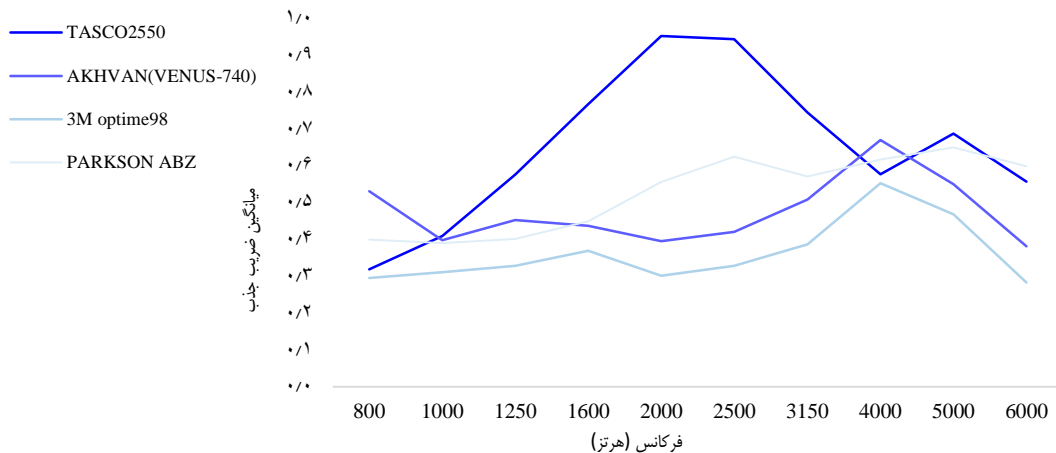
تراز صوتی (دسی بل)										فرکانس (هرتز)									
										۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰
۷۵										-۰/۲۸ ± ۰	-۰/۴۶ ± ۰/۰۱	-۰/۵۵ ± ۰	-۰/۳۸ ± ۰	-۰/۳۲ ± ۰	-۰/۰ ± ۳۰/۰	-۰/۳۶ ± ۰/۰۲	-۰/۳۲ ± ۰	-۰/۳۱ ± ۰/۰۱	-۰/۲۹ ± ۰/۰۱
۸۵										-۰/۲۶ ± ۰/۰۵	-۰/۴۷ ± ۰/۰۴	-۰/۵۶ ± ۰	-۰/۳۲ ± ۰/۰۴	-۰/۳۲ ± ۰/۰۴	-۰/۲۸ ± ۰/۱۱	-۰/۳۳ ± ۰/۰۱	-۰/۳۲ ± ۰/۰۲	-۰/۲۹ ± ۰/۰۶	-۰/۲۹ ± ۰/۰۸
۹۵										-۰/۲۱ ± ۰/۰۱	-۰/۴۵ ± ۰/۰۷	-۰/۵۴ ± ۰/۰۴	-۰/۴۰ ± ۰/۰۳	-۰/۳۳ ± ۰/۰۸	-۰/۲۹ ± ۰	-۰/۳۳ ± ۰	-۰/۳۳ ± ۰/۰۲	-۰/۳۹ ± ۰/۰۳	-۰/۳۱ ± ۰/۰۴

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۴. میانگین نمونه جاذب گوشی Parkson ABZ در فرکانسها و ترازهای صوتی مختلف

تراز صوتی (دسی بل)										فرکانس (هرتز)									
										۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰
۷۵										-۰/۵۹ ± ۰/۰۱	-۰/۶۴ ± ۰	-۰/۶۱ ± ۰	-۰/۵۷ ± ۰	-۰/۶۲ ± ۰	-۰/۵۵ ± ۰	-۰/۴۴ ± ۰	-۰/۴۰ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰
۸۵										-۰/۶۱ ± ۰	-۰/۶۵ ± ۰	-۰/۶۰ ± ۰	-۰/۵۴ ± ۰	-۰/۵۷ ± ۰	-۰/۵۷ ± ۰	-۰/۴۷ ± ۰	-۰/۳۹ ± ۰	-۰/۳۶ ± ۰	-۰/۳۴ ± ۰/۰۱
۹۵										-۰/۶۱ ± ۰	-۰/۶۶ ± ۰	-۰/۶۰ ± ۰	-۰/۵۳ ± ۰	-۰/۵۵ ± ۰	-۰/۵۶ ± ۰	-۰/۴۸ ± ۰	-۰/۴۱ ± ۰	-۰/۳۸ ± ۰	-۰/۰ ± ۳۶/۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.



شکل ۲. مقایسه میانگین ضریب جذب صوتی جاذب چهار مدل ایرماف در فرکانس‌های مختلف و در تراز صوت ۷۵ دسی‌بل

شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، گوشی‌های مدل TASCO2550 و 3M optime98 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین ضریب جذب صوتی بودند.

بحث

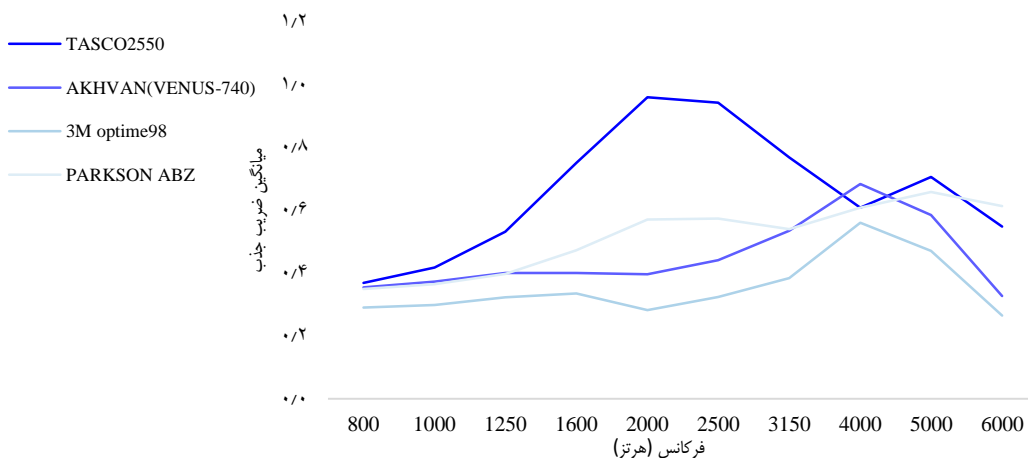
مطالعه حاضر با هدف بررسی میانگین ضریب جذب صوتی در ایرماف‌های مدل TASCO2550، AKHVAN (VENUS-740)، 3M optime98 و Parkson ABZ در ترازهای ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل و فرکانس‌های ۷۸۰ تا ۶۶۴۰ انجام شد. از آنجایی که فرکانس‌های یک سوم اکتاو برای تجزیه و تحلیل محتوای فرکانسی نویز در اهداف پژوهشی استفاده می‌شود (۱۰)، در تحقیق حاضر، رفتار جذب صوتی در مواجهه با آن فرکانس‌ها تعیین گردید. لازم به ذکر است که مطالعه‌ای در رابطه با بررسی ضریب جذب در ایرماف‌ها یافت نشد. در نتیجه، به طور قطعی نمی‌توان نتایج را با سایر تحقیقات مقایسه نمود، اما پژوهش حاضر با سایر مطالعات مشابه در زمینه بررسی ضریب جذب صوتی مورد مقایسه قرار گرفت.

حداکثر میانگین ضریب جذب در ترازهای صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل، در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز بود (جدول ۲). افزایش میزان ضریب جذب صوتی در فرکانس‌های ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز در سه تراز صوتی مشاهده شد.

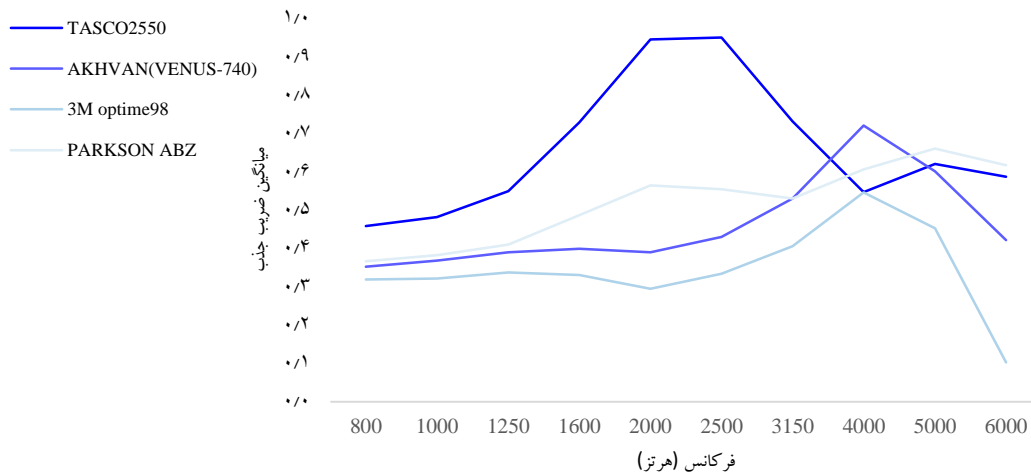
در جدول ۳ نتایج اندازه‌گیری نمونه جاذب گوشی 3M optime98 با چگالی ۱۸/۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب نشان داد که حداکثر میانگین ضریب جذب در سه تراز صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل، در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز بود (جدول ۳). یافته‌ها افزایش میزان ضریب جذب صوتی را در فرکانس‌های ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ در سه تراز صوتی نشان داد.

نتایج اندازه‌گیری نمونه جاذب گوشی Parkson ABZ با چگالی ۲۳/۶ کیلوگرم بر مترمکعب حاکی از آن بود که حداکثر میانگین ضریب جذب در سه تراز صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل، در فرکانس ۵۰۰۰ هرتز بود (جدول ۴). به طور کلی، در فرکانس‌های میانی و بالا در سه تراز صوتی، میزان ضریب جذب روند افزایشی داشت.

مقایسه میانگین ضریب جذب صوتی جاذب چهار مدل ایرماف در محدوده فرکانسی ۷۸۰ تا ۶۶۴۰ هرتز و در ترازهای صوتی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل در



شکل ۳. مقایسه میانگین ضریب جذب صوتی جاذب چهار مدل ایرماف در فرکانس‌های مختلف و در تراز صوت ۸۵ دسی‌بل



شکل ۴. مقایسه میانگین ضریب جذب صوتی چهار مدل ایرماف در فرکانس‌های مختلف و در تراز صوت ۹۵ دسی‌بل

(۱۹). فروهر مجد و همکاران در مطالعه خود با بررسی ضریب جذب صوتی برخی از مواد آکوستیکی، دریافته‌اند که نوع مواد بر تغییرات ضریب جذب صوتی تأثیر دارد (۲۰). ممکن است نتایج تحقیقات حاکی از آن باشد که چگالی و ضریب جذب صوتی در ارتباط مستقیم هستند.

در پژوهش‌های مختلف، میزان ضریب جذب سایر مواد آکوستیکی مانند اسفنج، فوم اورتال، پشم سنگ و مواد زاید بازیافتی ارزیابی شده (۲۰، ۱۹، ۱۷)، اما مطالعه‌ای در ارتباط با بررسی ضریب جذب ایرماف‌ها انجام نشده است. از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به عدم بررسی تمامی ایرماف‌های موجود در کشور، عدم دسترسی به جنس و ضخامت‌های دیگر جاذب ایرماف‌ها و محدودیت بازه فرکانسی لوله امپدانس اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، با داشتن اطلاعات بیشتر از نوع ساختار جاذب ایرماف‌ها و امکانات بیشتر، ارتباط آن‌ها با ضریب جذب سنجیده شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جاذب‌ها در فرکانس‌های مختلف، رفتار متفاوتی نسبت به جذب صوتی دارند و علاوه بر این، میزان جذب در فرکانس‌های میانی و بالا در جاذب‌ها بیشتر بود. همچنین، جاذب ایرماف مدل TASCO2550، ضریب جذب بیشتری را نسبت به سایر جاذب‌ها نشان داد. به طور کلی، فرکانس صوتی و چگالی جاذب، بر ضریب جذب تأثیر می‌گذارد، اما تغییر تراز صوتی تأثیر چندانی بر ضریب جذب ندارد. به همین علت، فرکانس صوتی، نوع و ساختار جاذب در جذب صوتی اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. لازم است در تحقیقات آینده، بررسی بیشتری در خصوص جاذب‌ها انجام گیرد تا با انتخاب گوشی حفاظتی با جاذب کارآمد، بتوان به نتایج مطلوبی از کاهش آلودگی صوتی رسید.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد به شماره ۳۹۹۷۰۵، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از کلیه کسانی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نتایج تحقیق نشان داد که میانگین ضریب جذب به طور قابل توجهی با افزایش فرکانس، افزایش یافت که با یافته‌های پژوهش نجیمی و همکاران که بر روی ضریب جذب پانل‌های آکوستیک انجام گرفت (۱۷)، مشابه بود. آن‌ها بیان کردند که با افزایش فرکانس، ضریب جذب صوت نیز افزایش می‌یابد (۱۷). نتایج مطالعه Tudor و همکاران نیز نشان داد که حداکثر ضریب جذب در محدوده فرکانس بالا است (۱۸). تحقیقی گزارش کرد که جذب صوتی مواد جاذب در فرکانس‌های بالا نسبت به فرکانس‌های پایین، بیشتر است (۱۹). همچنین، در پژوهش فروهر مجد و همکاران که با هدف بررسی ضریب جذب نمونه پشم معدنی انجام شد، مشخص گردید که با افزایش فرکانس، جذب نیز افزایش پیدا می‌کند (۲۰). به عبارت دیگر، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش فرکانس در ارتباط مستقیم با جذب می‌باشد.

در تحقیق حاضر، اختلاف چندانی بین میانگین ضریب جذب صوتی در ترازهای صوتی مشاهده نشد. فروهر مجد و همکاران با بررسی ضریب جذب صوتی فوم پلی‌اورتال در ترازهای صوتی، به این نتیجه رسیدند که ضریب جذب صوتی در ارتباط با تراز صوتی نیست (۲۱). همان‌گونه که نتایج پژوهش حاضر و مطالعه فروهر مجد و همکاران (۲۱) نشان داد، به نظر می‌رسد ضریب جذب در ترازهای صوتی اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند.

در تحقیق حاضر، ضریب جذب صوتی در جاذب ایرماف TASCO2550 نسبت به سایر جاذب‌ها بیشتر بود. به نظر می‌رسد جاذب چگال‌تر، میانگین ضریب جذب بیشتری نسبت به سایر جاذب‌ها دارد که حصول چنین نتایجی دور از انتظار نبود. همسو با نتایج پژوهش حاضر، نتایج مطالعه Seddeq نشان داد که جذب صوتی با ویژگی‌های ساختاری ماده از جمله چگالی در ارتباط است و با افزایش تراکم فیبر، میزان جذب صوتی در فرکانس‌های بالا بیشتر می‌شود (۲۲). همچنین، در تحقیق دیگری بیان شد که چگالی ماده، با ضریب جذب صوتی ارتباط مستقیمی دارد (۲۳). علاوه بر این، نتایج پژوهش پورتنقی و همکاران که با هدف بررسی تأثیر جاذب‌های فوم شانه تخم‌مرغی پلی‌اورتان، پشم شیشه چگالی، فوم پلی‌اتیلن و نم‌بر کاهش صدا در نفربرهای زرهی انجام شد، نشان داد که فوم شانه تخم‌مرغی پلی‌اورتان با چگالی ۴/۲ کیلوگرم بر مترمکعب، بهترین ماده برای نصب داخل کابین است

References

1. Seidman MD, Standring RT. Noise and quality of life. *Int J Environ Res Public Health* 2010; 7(10): 3730-8.
2. Lai AJ, Huang CY. Effect of occupational exposure to noise on the health of factory workers. *Procedia Manuf* 2019; 39: 942-6.
3. Golmohammadi R, Olyaie M, Samavat H, Motamedzadeh M. Producing of impedance tube for measurement of acoustic absorption coefficient of some sound absorber materials. *Avicenna J Clin Med* 2008; 15(1): 55-61. [In Persian].
4. National Institute for Occupational Safety and Health. Controls for Noise Exposure [Online]. [cited 2018]; Available from: URL: <https://www.cdc.gov/topics/noise/default.html>
5. Sanada A, Takaso H. Effect of flexible plates and micro-orifices on acoustic filter response for frequency-specific earplugs. *Mech Eng J* 2020; 7(6): 1-17.
6. Barron RF. *Industrial noise control and acoustics*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2002.
7. Mohammadi Gahrouyi R, Maleki A, Lashgari M. Effect of material composition type and audio frequency factors on absorption coefficient and the sound level variation. *Modares Mechanical Engineering* 2020; 20(3): 649-58. [In Persian].
8. 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].
9. Xie S, Yang S, Yang C, Wang D. Sound absorption performance of a filled honeycomb composite structure. *Appl Acoust* 2020; 162: 107202.
10. Golmohamadi R. *Engineering noise vibration measurement, assessment, effect and control*. Hamedan, Iran: Daneshjoo Publications; 2016. p. 155-8. [In Persian].
11. Jaatinen J. *Alternative methods of measuring acoustic absorption*. Espoo, Finland: Aalto University School of Electrical Engineering; 2011. p. 8-60.
12. Vasina M, Hruzik L, Burecek A, Mahdal M, Monkova K, Monka PP. A study of factors influencing sound absorption properties of porous materials. *Manuf Technol* 2019; 19(1): 156-60.
13. Aliabadi M, Golmohammadi R, Oliaie M, Shahidi R. Study of noise absorption characteristics for current building materials applied in industrial and office rooms. *Journal of Occupational Hygiene Engineering* 2016; 3(3): 32-9. [In Persian].
14. Davoudabadi Farahani M, Asgharian Jeddi AA, Jamshidi Avanaki M. sound absorption of warp knitted spacer fabric based on the thickness. *Journal of Vibration and Sound* 2020; 9(17): 18-26. [In Persian].
15. 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].
16. Nassiri P, Monazzam MR, Asghari M, Zakerian SA, Dehghan SF, Folladi B, et al. The interactive effect of industrial noise type, level and frequency characteristics on occupational skills. *Perform Enhanc Health* 2014; 3(2): 61-5.
17. Najimi MR, Barkhordari A, Hekmatimoghaddam S, Kouhnavard B, Jebali A. effect of silica nanoparticles and nano-dye on acoustic absorption rate of nano-composite based on hydrolysed cotton and gypsum. *Occup Med* 2018; 10(1): 1-6. [In Persian].
18. Tudor EM, Dettendorfer A, Kain G, Barbu MC, Reh R, Kristak L. Sound-absorption coefficient of bark-based insulation panels. *Polymers* 2020; 12(5): 1012.
19. Pourtaghi G, Esmaeili R, Mosayebi M, Jabbari M, Saeidnia H. Evaluation of the effect of different absorbent materials on sound reduction in armored personnel carriers. *J Mil Med* 2022; 23(10): 783-91. [In Persian].
20. Forouhar Majd F, Mohammadi Z, Mosayebi M, Salehian J. Investigating the impact of air layer on sound absorption coefficient some acoustic materials. *Proceedings of the 9th National Conference on Occupational Health and Safety*; 2015 June 10-11; Yazd, Iran. [In Persian].
21. Forouharmajd F, Mohammadi Z, Salehian J, Mosayebi M. The effect of foam thickness, sound intensity, and air layer on sound absorption coefficient of polyurethane foam using transfer function method. *J Health Syst Res* 2016; 12(2): 190-5. [In Persian].
22. Seddeq HS. Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. *Aust J Basic Appl Sci* 2009; 3(4): 4610-7.
23. Amares S, Sujatmika E, Hong TW, Durairaj R, Hamid HSHB. A review: Characteristics of noise absorption material. *J Phys Conf Ser* 2017; 908: 012005.