Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

مجله ارگونومی
دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۹۵
مقاله پژوهشی

بررسی میزان کاهندگی صدای وسایل حفاظت شنوایی برمبنای روش میکروفن داخل گوش MIRE در شرایط آزمایشگاهی

اعظم بیابانی [۱]، محسن علی آبادی [۲،*]، رستم گلمحمدی [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
[۲] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳] استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

نویسنده مسئول: محسن علی آبادی، استادیارگروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir

DOI: 10.20286/joe-040249

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۲۹

واژگان کلیدی:
وسایل حفاظت شنوایی
میکروفن داخل گوش
میزان کاهندگی صدا

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

مقدمه: میزان کاهندگی صدای اسمی شرکت‌های سازنده می‌تواند در مقایسه با میزان کاهندگی واقعی آنها متفاوت باشد. مطالعه حاضر باهدف تعیین قدرت کاهندگی صدای واقعی گوشی‌های حفاظتی رایج در کشور انجام گردید.

روش کار: در این مطالعه پنج مدل گوشی ایرماف مورد استفاده در صنایع کشور، در شرایط آزمایشگاهی بر روی ۳۰ نفر بررسی گردید. قدرت کاهندگی گوشی‌ها برمبنای روش میکروفن داخل گوش MIRE طبق استاندارد ISO ۱۱۹۰۴ توسط دستگاه دزیمتر مدل SV102 شرکت SVANTEK مجهز به میکروفن مدل SV ۲۵ اندازه گیری گردید. ارزیابی راحتی گوشی‌ها نیز توسط پرسشنامه محقق ساخت تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان کاهندگی واقعی گوشی‌های مورد مطالعه بین ۴۹% الی ۸۶% کاهندگی اسمی قرار دارد. علاوه بر این میزان افت جایگذاری گوشی‌ها در فرکانس‌های پایین بسیار ناچیز تعیین گردید. میزان کارایی گوشی‌ها برمبنای نوع شرکت‌های سازنده اختلاف معنی داری نداشت($P > ۰/۰۵$). گوشی‌های مورد مطالعه بر مبنای امتیاز شاخص راحتی نیز در محدوده مطلوب قرار داشت. قدرت کاهندگی گوشی‌های مختلف از یک مدل نیز اختلاف معنی داری نداشت ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: استفاده نامنظم از گوشی حفاظتی میزان کاهندگی واقعی را از حداقل‌های تعیین شده در این مطالعه نیز پایین‌تر خواهد برد. آموزش و نظارت کافی در خصوص استفاده از گوشی می‌تواند بر پوشش دهی مناسب گوشی و افزایش میزان کاهندگی واقعی تأثیر گذار باشد.

مقدمه

مواجهه شغلی با آلودگی صدای صنعتی از عوامل مهم ایجاد افت شنوایی حسی عصبی دائم درکارگران شاغل در محیط‌های کاری است[۱]. افت شنوایی در سطح دنیا به عنوان یکی از مهم‌ترین عوارض شغلی است که دائمی بوده و در اثر مواجهه مداوم با صدای بیش ازحدایجاد می‌گردد[۲, ۳]. باتوجه به اهمیت اثرات بهداشتی ناشی از صدا اجرای برنامه حفاظت شنوایی جامع می‌تواند در پیشگیری از بروز این عوارض مؤثر باشد. در قالب برنامه حفاظت شنوایی کنترل مهندسی یا کاهش صدا درمنبع به عنوان مؤثرترین روش محسوب می‌گردد[۴]. در بسیاری از محیط‌های صنعتی مانند صنایع نفت یا پتروشیمی کاهش و کنترل فنی صدا در کوتاه مدت امکان پذیر و یا مقرون به صرفه نمی‌باشد. بنابراین استفاده از وسایل حفاظت شنوایی به عنوان راه حل موقت و مکمل می‌تواند کارگران درمواجهه با صدا را حفاظت نماید. اگرچه استفاده از وسایل حفاظتی می‌بایست به عنوان یک برنامه موقت در نظر گرفته شود، با این حال در محیط‌های صنعتی کشور به دلایل متعدد اقتصادی و اجتماعی در بیشترمواقع به عنوان یک راه حل دائمی محسوب می‌گردد [۵]. وسایل حفاظت شنوایی به دو دسته گوشی‌های ایرماف (ear muff) و ایرپلاگ (ear plug) تقسیم می‌شوند [۶]. عوامل متعددی بر انتخاب و کارایی وسایل حفاظت شنوایی تاثیرگذارهستند که از آن جمله می‌توان به قدرت کاهندگی گوشی‌ها، راحتی استفاده آنها و بودجه در دسترس اشاره کرد. از جمله

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

خصوصیات اصلی گوشی‌های حفاظتی میزان کاهندگی صدا NRR (Noise Reduction Rate) است که یک شاخص مهم برای بیان کارایی حفاظتی بدون توجه به نوع و تراز فشار صدای محیط می باشدکه توسط سازمان‌های بین المللی استاندارد و انستیتوی ملی استاندارد آمریکا ANSI(American National Standards Institute) مورد پذیرش قرار گرفته است [۱]. مطالعات نشان می‌دهد میزان قدرت کاهندگی اسمی ارائه شده توسط شرکت‌های سازنده معمولاً در مقایسه با میزان کاهندگی واقعی آنها متفاوت می‌باشد [۷, ۸]. از عوامل مهم در اختلاف کاهندگی‌های اسمی و واقعی گوشی‌ها می‌توان به تفاوت در کیفیت ساخت گوشی به ویژه در سری‌های ساخت مختلف، میزان پوشش دهی کافی (Fitting) بر روی سیستم شنوایی وابعاد سر کاربران اشاره نمود. امروزه بسیاری از شرکت‌های سازنده داخلی و خارجی اقدام به تولید گوشی‌های حفاظتی نموده‌اند [۶]. بنابراین اطلاع از روش‌های تعیین قدرت کاهندگی گوش‌های دردسترس و در صورت امکان تعیین مقدار قدرت کاهندگی آن‌ها می‌تواند در جهت حفاظت دهی مناسب کارگران مؤثر باشد. روش‌های استاندارد تعیین میزان کاهندگی صدای گوشی‌ها به دو گروه روش‌های عینی و ذهنی تقسیم می‌شوند [۹]. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش تعیین آستانه شنوایی گوش REAT (Real-Ear-at-Threshold) مطابق با روش ۴۸۶۹ سازمان بین المللی استاندارد و روش میکروفن داخل گوش (Microphone-in-Real-Ear) MIRE مطابق با استاندارد ۱-۱۱۹۰۴ اشاره کرد [۶, ۹, ۱۰]. استاندارد ۱-۴۸۶۹ روش طلایی اندازه گیری کاهندگی صدای وسایل حفاظت شنوایی را در آستانه شنوایی بیان می‌کند [۱۱]. در این روش با استفاده از دستگاه ادیومتر و سنجش آستانه شنوایی تعدادی افراد با شنوایی نرمال در معرض یک صدای مرجع همراه با گوشی حفاظتی و بدون گوشی میانگین کاهندگی صدا گوشی در جمعیت مورد مطالعه تعیین می‌گردد و مقادیر کاهندگی صدای تعیین شده توسط سازنده روی گوشی‌ها درج می‌شود [۱۱, ۱۲]. علیرغم کارایی بالای این روش محدودیت‌هایی نیز برای آن ذکر شده است؛ یافتن افراد داوطلب با شنوایی طبیعی یکی از مشکلات اصلی برای انجام آزمون REAT می‌باشد. از دیگر مشکلات آن می‌توان به انحراف معیار بزرگ قدرت کاهندگی اندازه گیری شده هر نمونه گوشی در جمعیت مورد مطالعه، خطاهای ناشی از پاسخ افراد به دستگاه ادیومتری و نیاز به محیطی با صدای زمینه حداقل اشاره کرد [۱۳].

روش ۱-۱۱۹۰۴ سازمان بین المللی استاندارد روش عینی میکروفن داخل گوش رابیان می‌دارد که میزان کاهندگی گوشی از تفاضل دو میکروفون دریافت صدا حاصل می‌گردد. به طوری که یکی از میکروفون‌ها داخل گوش و زیر گوشی قرارگرفته و میکروفون دوم درنزدیکی گوش شخص قراردارد [۱۴]. در این روش فرد در محیطی با صدای زمینه حداقلی در مواجهه با تراز صدای تولید شده بلندگو با ماهیت صدای صورتی قرار می‌گیرد. نتایج قدرت کاهندگی در این روش مبتنی بر پاسخ یک یا دو میکروفون است که در مجرای گوش فرد قرار می‌گیرد. روش اول کاربرد الگوی افت جایگذاری (Insertion Loss) IL است که کاهندگی ایجاد شده توسط گوشی حفاظتی برابر با اختلاف بین تراز فشار صوت در کانال گوش همراه با گوشی و بدون گوشی در فرکانس‌های یک اکتاوباند است. روش دوم کاربرد الگوی کاهش صدا (Noise Reduction) NR است که قدرت کاهندگی برابر با اختلاف بین تراز فشار صوت اندازه گیری شده بطور همزمان در حین استفاده از گوشی توسط میکروفون داخلی و خارجی است[۱۳]. از تفاضل مقادیر IL و NR می‌توان ضریب تصحیح تابع انتقال گوش باز TFOE (Transfer Function of the Open Ear) را تعیین نمود که به صورت IL = NR + TFOE بیان می‌گردد [۱, ۱۵]. ضریب تصحیح تابع انتقال گوش باز مقادیر تشدید تراز صدایی است که در اثر انتقال صدا در مجرای شنوایی و عملکرد مجرا ایجاد می‌گردد. کاربرد ضریب تصحیح تابع انتقال گوش باز برای تعیین کاهندگی عملیاتی صدای گوشی‌ها در محیط واقعی کار می‌باشد. در این راستا در محیط واقعی تنها امکان اندازه گیری مقادیر NR وجود دارد که با اضافه شدن به مقادیر TFOE مقادیر افت جایگذاری IL تعیین می‌گردد. در مطالعات انجام گرفته از جمله مطالعه Berger از بین روش‌های متعدد توسعه یافته بهترین و صحیح‌ترین روش بر مبنای پاسخ ذهنی روش REAT و از دیدگاه عینی روش میکروفن داخل گوش معرفی شده است [۷].

میزان کارایی واقعی مورد انتظار از وسایل حفاظت شنوایی از چالش‌های مهم کارشناسان بهداشت حرفه‌ای صنایع جهت قضاوت در خصوص سطح مواجهه شغلی کارگران با صدا محسوب می‌گردد. درسال ۱۹۸۳ مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (Occupational Safety and Health Administration) OSHA میزان کاهندگی مؤثر صدای گوشی‌ها را ۵۰% از مقدار برچسب زده شده NRR توصیه نمود که به منظورتعیین کفایت حفاظت شنوایی مدنظر قرارگیرد [۱۶]. در سال ۱۹۹۸ انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای امریکا (National Institute of Occupational Safety and Health) NIOSH درصد پیشنهاد شده برای نسبت میزان

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

کاهندگی واقعی به میزان کاهندگی اسمی ارائه شده توسط سازنده رابرای ایرماف ها ۷۵% بیان نمود [۱۶, ۱۷]. ازجمله خصوصیات مهم در انتخاب گوشی حفاظتی راحتی کاربری آن می‌باشد. اگرچه راحتی ممکن است در نگاه اول به عنوان یک نیاز ثانویه شناخته شده باشد اما باید توجه کرد که اگر کارگر در استفاده از گوشی احساس راحتی نداشته باشد بر نحوه استفاده و مدت زمان استفاده آن تأثیر مستقیم دارد [۵]. علاوه براین کاهندگی صدای گوشی‌ها ممکن است در زمان استفاده از برخی وسایل حفاظتی تنفسی یا عینک‌های حفاظتی تغییر کنند و در واقع استفاده از این ابزار حفاظتی اطراف سر می‌تواند مانعی در حفاظت شنوایی فراهم شده توسط ایرماف ها باشد [۸]. مطالعات مختلفی در این زمینه انجام گرفته است که می‌توان به مطالعه Williams در سال ۲۰۰۸ اشاره کرد که بیان داشته در اکثر مواقع مقدار NRR برای وسایل حفاظت شنوایی به طور مشخصی کمتر از میزان برچسب زده شده است [۱۸]. در مطالعه مشابه Neitzel و همکاران در سال ۲۰۰۶ کاهندگی دو مدل ایرپلاگ را بر روی ۲۰ کارگر توسط دو روش REAT و MIRE مقایسه کردند؛ سطوح PAR اندازه‌گیری شده با استفاده از روش MIRE نسبت به روش REAT برای هردوایرپلاگ پایین‌تر بود. نتایج نشان دادکه مقدار این اختلافات از ۸/۸ دسی بل تا ۱۳/۵ دسی بل متغیر بود[۱۹] . با توجه به سطح آموزش کارگران در استفاده صحیح از وسایل حفاظتی و کیفیت گوشی‌های حفاظتی موجود در سطح کشور، ابهامات فراوانی در خصوص میزان کارایی واقعی گوشی‌ها در مقایسه با قدرت کاهندگی اسمی وجود دارد و مطالعه نظام یافته‌ای دراین خصوص انجام نگرفته است. لذا هدف از مطالعه حاضربررسی میزان کاهندگی واقعی صدای وسایل حفاظت شنوایی رایج در صنایع مختلف سطح کشور با استفاده از روش میکروفن داخل گوش به عنوان روشی استاندارد و کاربردی در زمان استفاده آن‌ها می‌باشد. همچنین در مطالعه حاضر جنبه‌های مرتبط با راحتی گوشی توسط پرسشنامه ارزیابی راحتی تعیین می‌گردد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی تحلیلی مقطعی پنج مدل گوشی ایرماف رایج که در صنایع کشور شناخته شده است در شرایط آزمایشگاهی بر روی ۳۰ نفر مورد بررسی قرار گرفت. از هر نمونه گوشی ۳ عدد و در مجموع ۱۵ نمونه گوشی مورد مطالعه قرار گرفت.۲ نوع از گوشی‌های مورد استفاده ساخت شرکت‌های داخلی ایران و ۳ نوع دیگر گوشی‌ها از شرکت سازنده خارجی بودند. قدرت کاهندگی گوشی‌ها برمبنای روش میکروفن داخل گوش MIRE مطابق با استاندارد ISO ۱۱۹۰۴ با استفاده از دستگاه دزیمتر مدل SV۱۰۲ شرکت SVANTEK مجهز به مدل SV ۲۵ قابل نصب در داخل گوش اندازه گیری گردید. مطابق با روش استاندارد تولید صدا در محیط با استفاده از یک بلندگو و از صدای صورتی Pink Noise با تراز صدای ۸۵ دسی بل استفاده گردید [۱۸, ۱۹]. مقدار تراز صدای اندازه گرفته شده توسط میکروفن داخل گوش در زمان عدم استفاده از گوشی به عنوان SPL۱ ثبت شد و سپس مقدار اندازه گرفته شده توسط همان میکروفن بعد از قرار گرفتن گوشی روی گوش به عنوان SPL ۲ ثبت گردید. تفاضل این دو بیان کننده میزان کاهندگی واقعی گوشی بود که تحت عنوان افت جایگذاری IL برحسب دسی بل بیان می‌گردید. همچنین تفاضل مقدار تراز صدای ثبت شده توسط میکروفن داخلی و خارجی در زمان استفاده از گوشی به عنوان مقدار کاهندگی صدا NR برحسب دسی بل مشخص گردید. فاکتور تصحیح TFOE نیز از تفاضل این دو پارامتر محاسبه گردید. با توجه به قابلیت تجزیه فرکانسی دستگاه، میزان قدرت کاهندگی گوشی‌های مورد مطالعه در پهنای فرکانسی یک اکتاوباند در شبکه A بررسی گردید. بنابراین براساس مقادیر افت جایگذاری IL در فرکانس‌های مختلف، مطابق با استاندارد ۲-۴۸۶۹ مقدار NRR در شرایط آزمایشگاهی برای هر نمونه روی گوش افراد تعیین گردید. لازم به ذکر است اصطلاح معمول برای مقدار NRR تعیین شده برای هر فرد، قدرت کاهندگی فردی PAR (Personal Attenuation Rate) می‌باشد. تصویر ۱ چگونگی قرار گرفتن میکروفن‌ها در خارج و داخل گوش و شرایط آزمایش را نشان می‌دهد. همچنین در تصویر ۲ نحوه نصب میکروفن داخل گوش مدل SV ۲۵ در داخل گوش کاربر نشان داده شده است.

تصویر ۱: نحوه استقرار میکروفن‌های دزیمتر مدل SV102 در داخل و خارج گوش در حین آزمایش

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

تصویر ۲: نحوه نصب میکروفن داخل گوش مدل **SV** 25 در داخل گوش کاربر (شرکت BSWA)

همچنین جهت بررسی تأثیر وسایل ایمنی اطراف سر بر کارایی گوشی‌ها، یک مدل عینک ایمنی رایج با پهنای دسته یک سانتی متری مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا میزان کاهندگی گوشی در زمان عدم استفاده از عینک حفاظتی مطابق روش شرح داده شده محاسبه شد و سپس کاهندگی آن در زمان استفاده از عینک نیز مشخص گردید. برای اطمینان از پایایی این بررسی میانگین ۳ مرتبه اندازه گیری به عنوان کاهندگی ثبت گردید.

همچنین ارزیابی راحتی کاربری گوشی‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق ساخت اندازه گیری گردید که پارامترهای تاثیرگذار روی راحتی شناسایی شده و به صورت جدول ۱ طراحی گردید [۲]. چهار مؤلفه اصلی این پرسشنامه شامل نیروی وارد به سر، کارایی، احساس راحتی و شکل ظاهری گوشی‌ها بودکه در قالب ده سؤال مورد بررسی قرار گرفت. براساس احساسی که توسط فرد درک می‌گردید به هرسوال نمره‌ای بین غیرقابل قبول، ضعیف، خوب وعالی تعلق می‌گرفت. نمره کل شاخص راحتی بین ۰ الی ۳۰ قرار داشت. در جدول ۱ پرسشنامه ارزیابی راحتی و نحوه امتیاز بندی شاخص راحتی گوشی ارائه شده است. برای بررسی روایی محتوایی پرسشنامه از دو ضریب نسبی روایی محتوا CVR (Content Validity ratio) و شاخص روایی محتوا CVI(Content Validity ratio) استفاده شد که به ترتیب ۰/۸ و ۰/۹۴ بود. جهت ارزیابی قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه، ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد که برابر ۰/۸۷ تعیین گردید. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 18 مورد تحلیل قرار گرفت. آزمون‌های مقایسه میانگین در این مطالعه بعنوان آزمون‌های آماری جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج میانگین قدرت کاهندگی گوشی‌ها به تفکیک سازنده داخلی و خارجی که بر روی ۳۰ نفر به عنوان حجم نمونه آزمایش گردید در جدول ۲ ارائه شده است. لازم به ذکر است هر مدل گوشی بر روی ۳۰ نفر مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج نشان داد نسبت میانگین کاهندگی واقعی صدای گوشی‌ها به کاهندگی اسمی در محدوده بین ۴۹% الی ۸۶% قرار دارد. حداقل میزان کاهندگی صدای گوشی‌های مورد مطالعه کمتر از ۱۰ (dB) است که با مقادیر کاهندگی اسمی بسیار فاصله دارد. گوشی مدل A و B که از سازنده داخلی بوده است به ترتیب دارای بیشترین وکمترین کارایی در مقایسه با کاهندگی اسمی می‌باشد.

جدول ۱: پرسشنامه ارزیابی راحتی گوشی‌های حفاظتی و نحوه امتیاز بندی شاخص راحتی گوشی

ردیف	سؤالات	غیرقابل قبول (۰) ضعیف (۱) خوب (۲) عالی (۳)
۱	در هنگام استفاده از گوشی میزان احساس فشار بر قسمت سر چگونه است؟	
۲	وزن گوشی هنگام قرار گرفتن روی سر چگونه است؟	
۳	نیروی اعمال شده به سر از طریق بند گوشی در حین استفاده چگونه است؟	
۴	هنگام استفاده از گوشی احساس شما از نظر تبادل حرارتی چگونه است؟	
۵	هنگام استفاده از گوشی قابلیت درک گفتار و مکالمات برای شما چگونه است؟	
۶	احساس شما از کارآیی حفاظتی گوشی در برابر صدای محیط کار خود چگونه است؟	
۷	تناسب سایز فنجانک گوشی با اندازه لاله گوش شما چگونه است؟	
۸	به طور کلی راحتی خود را درزمان استفاده از گوشی چگونه توصیف می‌کنید؟	
۹	احساس شما در خصوص شکل ظاهری گوشی چگونه است؟	
۱۰	احساس شما از نظر راحتی جایگذاری گوشی بر روی گوش چگونه است؟	

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

جدول ۲: نتایج قدرت کاهندگی واقعی صدای گوشی‌های ایرماف مورد مطالعه

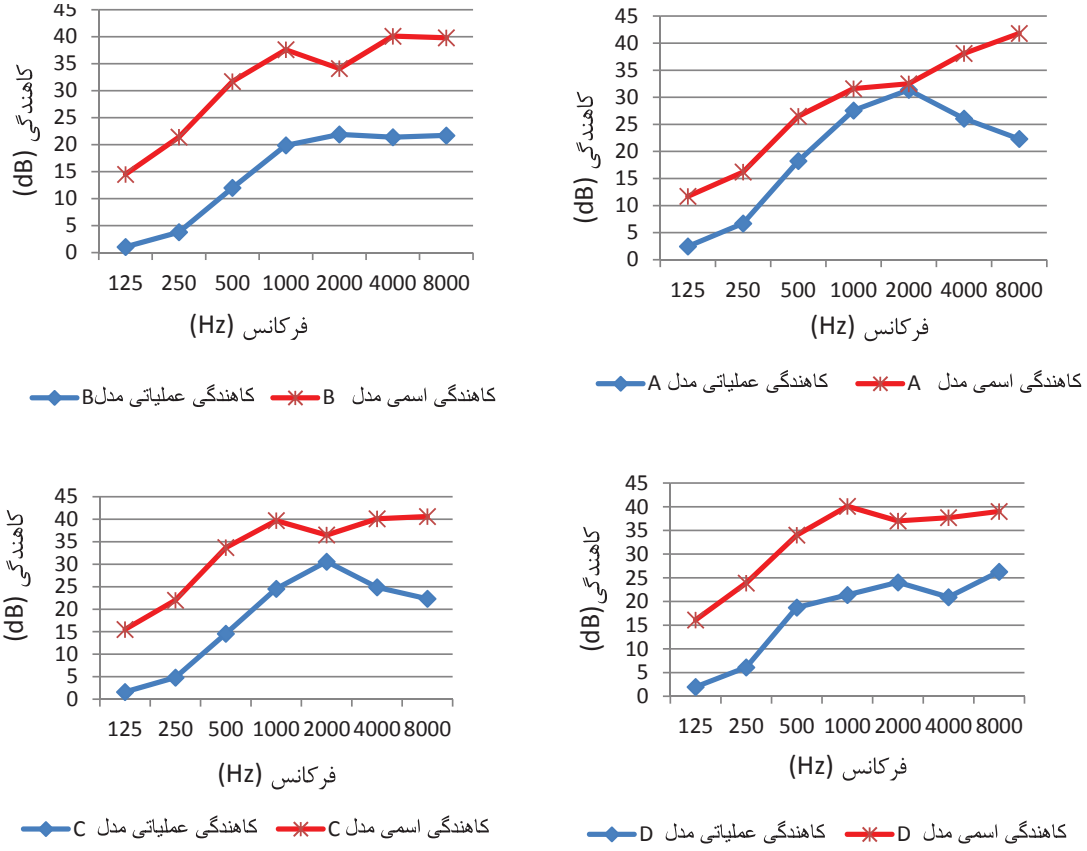
نوع گوشی ایرماف	کاهندگی اسمی (dB)	کاهندگی واقعی (dB)			نسبت کاهندگی (%)
		میانگین ± انحراف معیار	حداقل	حداکثر	
سازنده داخلی					
مدل A	۲۰	۱۷/۲ ± ۳/۴	۹/۰۵	۲۲	۸۶
مدل B	۲۵	۱۲/۳ ± ۴/۴	۷/۶	۲۴/۷	۴۹
سازنده خارجی					
مدل C	۲۵	۱۴/۴ ± ۳/۹	۸/۲	۲۲/۳	۵۸
مدل D	۲۶	۱۸/۹ ± ۵	۹/۶	۲۶	۶۹
مدل E	۳۰	۱۵/۲ ± ۳/۵	۹/۳	۲۰/۸	۵۱

جدول ۳: میانگین ضریب تصحیح تابع انتقال گوش باز TFOE برای افراد مورد مطالعه در یک اکتاوباند

فرکانس (Hz)	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
ضریب TFOE (dB)	۰/۷	۱	۱/۴	۲/۸	۱۱/۷	۹/۲	۱۲/۴

جدول ۴: مقادیر شاخص راحتی محاسبه شده برای گوشی‌ها حفاظتی به تفکیک ساخت داخل و خارج کشور

نوع گوشی	میانگین ± انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر	P value
سازنده داخلی	۱۹ ± ۳/۱	۱۳	۲۳	۰/۴۸
سازنده خارجی	۱۹/۱ ± ۴/۲	۱۲	۲۸	



تصویر ۳ :قدرت کاهندگی صدای گوشی‌های مورد مطالعه در یک اکتاوباند در مقایسه با کاهندگی اسمی

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

جدول ۵: تأثیر استفاده همزمان عینک حفاظتی بر قدرت کاهندگی واقعی صدا گوشی‌ها به تفکیک سازنده داخلی و خارجی

نوع گوشی	کاهندگی بدون عینک (dB)	کاهندگی همراه با عینک (dB)	P value
سازنده داخلی	۱۴/۷ ± ۳/۹	۱۳ ± ۳/۸	۰/۵۶
سازنده خارجی	۱۶/۷ ± ۴/۲	۱۶/۱ ± ۴	۰/۵۴۸

جدول ۶: نتایج بررسی قدرت کاهندگی گوشی‌های مختلف در هر مدل

مدل گوشی	میانگین ± انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر	P value
مدل A				۰/۴۶
۱	۱۹/۲ ± ۴/۴	۱۱/۴	۲۴/۱	
۲	۱۸/۳ ± ۱/۳	۱۵/۸	۱۹/۵	
۳	۱۷/۱ ± ۴/۵	۹/۱	۲۲	
مدل C				۰/۲۵۶
۱	۱۳/۶ ± ۵/۴	۷/۴	۲۱/۵	
۲	۱۱/۸ ± ۲/۳	۹/۶	۱۵/۲	
۳	۱۵/۹ ± ۴/۳	۱۰/۲۵	۲۲/۸	

نتایج قدرت کاهندگی صدای گوشی‌های مورد مطالعه در یک اکتاوباند در مقایسه با کاهندگی اسمی آنها در شکل ۳ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود میزان کاهندگی واقعی برای تمام گوشی‌ها کمتر از میزان کاهندگی اسمی آن‌ها می‌باشد.

نتایج تعیین میانگین ضریب تصحیح تابع انتقال گوش باز TFOE برای افراد مورد مطالعه در حین آزمایش قدرت کاهندگی گوشی‌ها در یک اکتاوباند در جدول ۳ مشخص گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش فرکانس، ضریب تصحیح روند افزایشی داشته است. همانطور که ذکر گردید از تفاضل مقادیر IL و NR در فرکانس‌های یک اکتاوباند ضرایب تصحیح تعیین می‌گردد.

نتایج مربوط به ارزیابی شاخص راحتی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد میانگین امتیازشاخص راحتی برای گوشی‌های سازنده داخلی وخارجی یکسان است و در محدوده خوب قرار دارد. با توجه به میانگین حداقل امتیاز، هیچ کیک از گوشی هادر محدوده غیر قابل قبول (امتیاز زیر ۱۰) قرار ندارند.

در جدول ۵ نتایج میانگین کاهندگی گوشی‌های داخلی و خارجی در استفاده همزمان از عینک حفاظتی و بدون عینک حفاظتی ارائه شده است. نتایج نشان داد تأثیر استفاده همزمان از عینک حفاظتی بر کاهش کارایی گوشی‌ها از لحاظ آماری معنی دار نیست (P> ۰/۰۵).

نتایج مربوط به بررسی قدرت کاهندگی گوشی‌های مختلف در هر مدل نیز در جدول ۶ ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که قدرت کاهندگی گوشی‌های مختلف از هر مدل از نظر آماری اختلاف معناداری ندارد (P> ۰/۰۵).

بحث

هدف ازمطالعه حاضر تعیین میزان کاهندگی واقعی گوشی‌های رایج مورد استفاده در صنایع کشور با استفاده از روش میکروفن داخل گوش بود. نتایج نشان داد میزان کاهندگی گوشی‌ها که از طریق روش میکروفن داخل گوش به دست آمده نسبت به کاهندگی اسمی مقادیر کمتری را نشان می‌دهد. از جمله عوامل مهم در اختلاف مقادیر واقعی و اسمی می‌توان به کیفیت ساخت گوشی‌های در دسترس در سطح کشور و اختلاف در خصوصیات آنتروپومتریک سر افراد مورد بررسی در این مطالعه با افراد مورد بررسی در شرایط آزمایشگاهی شرکت سازنده وهمچنین میزان پوشش دهی fitting و یا نوع روش اندازه گیری اشاره نمود. همچنین نتایج نشان داد که میزان کاهندگی واقعی گوشی‌های مورد مطالعه در فرکانس‌های پایین بسیار ناچیز است. از علل مهم وکلیدی آن می‌توان به عدم پوشش دهی کافی گوشی بر روی گوش کاربران در شرایط واقعی استفاده اشاره نمود که باعث نشت صدا به داخل گوش می‌گردد [۷]. صدا در فرکانس‌های پایین نیز پتانسیل بیشتری برای انتقال از منافذ و راه‌های نشت دارد، بنابراین قدرت کاهندگی گوشی در این فرکانس‌ها تحت تأثیر قرار گرفته است [۱۳]. نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر محققین قابل مقایسه است. در مطالعه‌ای

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

کـه روی ایرپـلاگ هـای شـکل پذیـر بـا اسـتفاده از روش MIRE انجـام گردیـد مشـخص شـد کـه بیـن مقادیـر واقعـی و اسـمی در فرکانس‌هـای پاییـن ۸ الـی ۱۰ دسـی بـل و بـرای فرکانس‌هـای بـالا ۳ الـی ۵ دسـی بـل اختـلاف وجـود دارد[۱۰]. یافته‌هـای مطالعـه‌ای مشـابه نشـان داده اسـت کـه کاهندگـی صـدای تعییـن شـده توسـط روش ذهنـی REAT مقادیـر بزرگتـری نسـبت بـه روش میکروفـن داخـل گـوش در فرکانـس پاییـن نشـان می‌دهـد [۱۷].

میانگیـن کاهندگـی واقعـی صـدای گوشـی‌ها نسـبت بـه کاهندگـی اسـمی حداقـل ۴۹% و حداکثـر ۸۶% بـود. مطابـق بـا توصیـه NIOSH میـزان کاهندگـی واقعـی صـدای ایرمـاف ۷۵% کاهندگـی اسـمی آن‌هـا می‌باشـد. همچنیـن مطابـق بـا توصیـه انجمـن OSHA میـزان کاهندگـی واقعـی صـدای ایرمـاف ۵۰% کاهندگـی اسـمی آن‌هـا می‌باشـد. نتایـج مطالعـه حاضـر نشـان داده کارایـی واقعـی گوشـی‌های رایـج در سـطح کشـور در محـدوده مقادیـر توصیـه شـده توسـط NIOSH و OSHA قـرار دارد.

مطالعـه‌ای کـه Berger بـر روی برخـی ایرمـاف هـا انجـام داد نشـان میانگیـن کاهندگـی واقعـی صـدای گوشـی‌ها نسـبت بـه کاهندگـی اسـمی بـرای ایرمـاف هـا ۶۰% بـود [۷]. یافته‌هـای بـه دسـت آمـده از مطالعـه Almeida-Agurto و همکارانـش در سـال ۲۰۱۱ کـه بـا عنـوان مقایسـه یـک روش عینـی انـدازه گیـری کاهندگـی صـدا بـه روش میکروفـن داخـل گـوش بـا روش ذهنـی REAT بـرای ۴ نـوع گوشـی ایرمـاف بـود نتایـج نشـان داد کـه روش میکروفـن داخـل گـوش کاهندگـی واقعـی ایرمـاف را نشـان می‌دهـد. همچنیـن انحراف معیـار کاهندگـی گوشـی در روش میکروفـن داخـل گـوش بـه دلیـل عینـی بـودن نسـبت بـه روش REAT کوچک‌تـر بـود[۱۳].

در ایـن مطالعـه نتایـج نشـان داد تأثیـر اسـتفاده همزمـان عینـک حفاظتـی بـر کاهـش کارایـی گوشـی‌ها از لحـاظ آمـاری معنـی دار نیسـت کـه از دو منظـر می‌تـوان آن را تحلیـل نمـود. بـا فـرض اینکـه گوشـی بـه طـور کامـل گـوش افـراد را پوشـش داده باشـد، می‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه اسـتفاده از عینـک در کاهـش قـدرت کاهندگـی گوشـی بـی تأثیـر بـوده اسـت کـه بـه نظـر منطقـی نیسـت. بـا ایـن حـال اگـر پوشـش دهـی کامـل نبـوده و منافـذی بـرای عبـور صـدا در شـرایط بـدون عینـک وجـود داشـته اسـت، بـاز هـم اسـتفاده از عینـک می‌توانـد بـه دلیـل اینکـه صـدا بـه خـودی خـود از گوشـی در حـال عبـور اسـت بـی تأثیـر باشـد کـه فـرض دوم بـه واقعیـت نزدیک‌تـر اسـت. در اثبـات فـرض دوم لازم بـه ذکـر اسـت در مطالعـه‌ای کـه در ایـن زمینـه انجـام شـد تأثیـر اسـتفاده همزمـان عینـک بـا گوشـی مـورد بررسـی قـرار گرفـت؛ نتایـج نشـان داد کـه کاهندگـی ایرمـاف ها در زمـان اسـتفاده همزمـان بـا عینـک باعـث می‌شـود حـدود ۵ دسـی بـل کاهـش یابـد [۸]. همچنیـن در مطالعـه‌ای کـه توسـط Richard Storm انجـام شـد تأثیـر عینـک روی کاهندگـی گوشـی در زمـان اسـتفاده هـم زمـان آنهـا بررسـی گردیـد یافته‌هـای حاصـل از ایـن پژوهـش نشـان داد کـه میـزان کاهندگـی بـا توجـه بـه عینک‌هـای مختلـف کاهـش قابـل ملاحظـه‌ای را داشـتند [۲].

نتایـج نشـان داد کـه هـر دو گوشـی از نظـر راحتـی دارای امتیـاز مشـابهی بودنـد و در دسـته مقیـاس خـوب قـرار داشـتند. بنابرایـن می‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه افـراد کاربـر بهانـه کافـی جهـت عـدم اسـتفاده مـداوم از گوشـی در صـورت قـرار گرفتن در معـرض صداهای بیـش از حـد نـدارد. درمطالعـه ای کـه بـه منظـور ارزیابـی راحتـی دومـدل ایرپـلاگ و ایرمـاف روی ۲۰ کارگـر بـا اسـتفاده از پرسشـنامه مشـابه انجـام گردیـد مشـخص شـد کـه هیـچ اختـلاف معنـاداری در احسـاس راحتـی بیـن انـواع یکسـان ایربـلاگ هـا وایرمـاف هـا وجـود نـدارد. در مطالعـه مشـابهی کـه روی گوشـی‌های ایرمـاف انجـام شـد مشـخص گردیدکـه راحتـی ایرمـاف نمی‌توانـد توسـط مقـدار فشـار انـدازه گیـری شـده مشـخص گـردد امـا احسـاس فشـار بـر روی سـر کاربـران می‌توانـد یـک پارامتـر مهـم در ارزیابـی راحتـی باشـد.

مطالعـه حاضـر نشـان داد میـزان کارایـی گوشـی‌های شـرکت‌های سـازنده داخلـی و خارجـی در شـرایط اسـتفاده اختـلاف معنـی داری ندارنـد، بنابرایـن بـا توجـه بـه رضایـت قابـل قبـول افـراد برمبنـای شـاخص راحتـی تهیـه گوشـی‌های داخلـی در صـورت مقـرون بـه صرفـه بـودن ارجحیـت دارد. عـلاوه برایـن بـا بررسـی چنـد نمونـه از گوشـی‌های مربـوط بـه هـر مـدل مشـخص گردیـد کـه قـدرت کاهندگـی گوشـی‌های مختلـف از هـر مـدل از نظـر آمـاری اختـلاف معنـاداری نـدارد. همچنیـن در نهایـت نتایـج تأییـد نمـود کـه اسـتفاده از روش میکروفـن داخـل گـوش بـه عنـوان یـک روش کاربـردی جهـت تعییـن کاهندگـی گوشـی در مـدت زمـان کوتـاه می‌توانـد بـه کار گرفتـه شـود. در ایـن روش نتایـج بدسـت آمـده بـه صـورت عینـی می‌باشـد و بـر خـلاف روش تعییـن آسـتانه شـنوایی بـه درک فـرد وابسـته نیسـت. بنابرایـن افـراد بـا آسـتانه‌های شـنوایی متفـاوت می‌تواننـد مـورد آزمایـش قـرار گیرنـد. جهـت انجـام روش میکروفـن داخـل گوشـی در شـرایط واقعـی محیـط کار بـا توجـه بـه تغییـرات لحظـه‌ای صـدای در مواجهـه بـا افـراد نمی‌تـوان روش تعییـن شـاخص IL را بـه کارگرفـت. لازم بـه ذکـر اسـت در روش تعییـن شـاخص IL نیـاز بـه منبـع مرجـع مصنوعـی صـدا اسـت. بنـا برایـن در محیـط واقعـی می‌تـوان بـا تعییـن شـاخص NR و لحـاظ نمـودن ضرایـب تصحیـح TFOE از طریـق رابطـه فـوق الذکـر مقادیـر شـاخص IL را تعییـن نمـود. معمـولاً کارگـران در محیط‌هـای پرصـدا دارای مقادیـری افـت شـنوایی هسـتند و اسـتفاده از روش REAT امـکان پذیـر نیسـت، بنابرایـن روش میکروفـن داخـل گـوش می‌توانـد بـدون هیـچ محدودیتـی جهـت تعییـن کاهندگـی گوشـی‌های مـورد اسـتفاده کارگـران اسـتفاده گـردد.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

نتیجه گیری

میـزان کاهندگـی واقعـی صـدای گوشـی‌های رایـج در سـطح کشـور بسـیار پایین‌تـر از میـزان کاهندگـی اسـمی تعییـن گردیـد. مهم‌تریـن عوامـل مؤثـر بـر کاهـش کارایـی گوشـی‌ها در شـرایط واقعـی نحـوه پوشـش دهـی و کیفیـت سـاخت گوشـی‌های دردسـترس تشـخیص داده شـد. اگـر کاربـران در حیـن نوبـت کاری بـه طـور متنـاوب از گوشـی اسـتفاده نماینـد میـزان کارایـی گوشـی از حداقل‌هـای ذکـر شـده نیـز بسـیار پایین‌تـر خواهـد بـود. عـلاوه برایـن آموزش‌هـای کاربـردی در خصـوص نحـوه اسـتفاده و نگهـداری از گوشـی‌ها نیـز می‌توانـد بـر پوشـش دهـی مناسـب گوشـی روی سـر کارگـران و افزایـش کاهندگـی واقعـی تأثیـر گـذار باشـد. درنهایت روش میکروفـن داخـل گـوش بـه عنـوان یـک روش کاربـردی در ایـن مطالعـه بـه کارگرفتـه شـدکه بـه طـور مطلـوب و بـا محدودیت‌هـای کمتـر میـزان کاهندگـی گوشـی‌ها را انـدازه گیـری نمـود.

سپاسگزاری

ایـن مقالـه بخشـی از پایـان نامـه تحقیقاتـی دوره کارشناسـی ارشـد رشـته مهندسـی بهداشـت حرفـه‌ای بـه شـماره ۹۴۰۳۱۹۱۴۴۰ مـی باشـدکه توسـط معاونـت تحقیقـات و فنـاوری دانشـگاه علـوم پزشـکی همـدان مـورد حمایـت قـرار گرفتـه اسـت.

REFERENCES

1. Neitzel R, Somers S, Seixas N. Variability of real-world hearing protector attenuation measurements. Ann Occup Hyg. 2006;50(7):679-91. DOI: 10.1093/annhyg/mel025 PMID:16782739
2. Aliabadi M, Farhadian M, Darvishi E. Prediction of hearing loss among the noise-exposed workers in a steel factory using artificial intelligence approach. Int Arch Occup Environ Health. 2015;88(6):779-87. DOI: 10.1007/s00420-014-1004-z PMID:25432298
3. Valentin O, Sasha JM, Laville F. Use of auditory steady-state responses in measuring the attenuation of hearing protection devices. Canadian Acoustics. 2008:92-5.
4. Aliabadi M, Golmohammadi R, Mansoorizadeh M, Khotanlou H, Hamadani AO. An empirical technique for predicting noise exposure level in the typical embroidery workrooms using artificial neural networks. Appl Acoust. 2013;74(3):364-74. DOI: 10.1016/j.apacoust.2012.08.009
5. Gerges S, editor Hearing protectors noise attenuation and comfort. Internoise; 2010 13 - 16 Jun; Lisbon, Portugal.
6. Golmohammadi R. [Noise and vibration engineering]. Daneshjoo Press. 2007.
7. Berger EH, Royster H. The Noise manual: American Industrial Hygiene Association; 2003.
8. Abel SM, Sass-Kortsak A, Kielar A. The effect on earmuff attenuation of other safety gear worn in combination. Noise Health. 2002;5:1-13.
9. Kusy A, Chatillon J. Real-world attenuation of custom-moulded earplugs: Results from industrial in situ F-MIRE measurements. Appl Acoust. 2012;73(6):639-47. DOI: 10.1016/j.apacoust.2012.02.001
10. Kabe I, Kochi T, Tsuruoka H, Tonegawa T, Denda I, Nonogi M, et al. Noise attenuation of earplugs as measured by hREAT and F-MIRE methods in a Japanese metal manufacturing plant. J Occup Health. 2012;54(4):310-5. PMID:22673642
11. 4869-1 I. Acoustics -hearing protectors -part 1: subjective method for the measurement of sound attenuation. Geneva, Switzerland1990.
12. ISO 4869-2. Acoustics -hearing protectors -part 2:estimation of effective a-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn. Geneva, Switzerland1994.
13. 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. DOI: 10.1202/309.1 PMID:12908866
14. ISO 11904-1. Acoustics - determination of sound immission from sound sources placed close to the ear -part 1:technique using a microphone in a real ear (Mire Technique). Geneva, Switzerland2002.
15. Nelisse H, Gaudreau MA, Boutin J, Voix J, Laville F. Measurement of hearing protection devices performance in the workplace during full-shift working operations. Ann Occup Hyg. 2012;56(2):221-32. DOI: 10.1093/annhyg/mer087 PMID:22009918
16. Voix J, Hager LD. Individual fit testing of hearing protection devices. Int J Occup Saf Ergon. 2009;15(2):211-9. DOI: 10.1080/10803548.2009.11076802 PMID:19534854
17. Zera J, Mlynski R, editors. Determination of earmuff transmittance with the use of MIRE technique and with artificial test fixtures. 20th International Congress on Acoustics ICA; 2010 August 2010. Sydney, Australia.
18. Behar A, Giguère C, Kelsall T. CSA appendix on measurement of noise exposure from headsets. Can Acoust. 2008;36(3):96-7.
19. Ismaila SO, Odusote A. Noise exposure as a factor in the increase of blood pressure of workers in a sack manufacturing industry. Beni-Suef Univ J Basic App Sci. 2014;3(2):116-21. DOI: 10.1016/j.bjbas.2014.05.004
20. Zannin PT, Gerges SNY. Effects of cup, cushion, headband force, and foam lining on the attenuation of an earmuff. Int J Ind Ergon. 2006;36(2):165-70. DOI: 10.1016/j.ergon.2005.09.004
21. Arezes PM, Miguel AS. Hearing protectors acceptability in noisy environments. Ann Occup Hyg. 2002;46(6):531-6. PMID:12176768
22. Acton WI, Lee GL, Smith DJ. Effect of head band forces and pressure on comfort of ear muffs. Ann Occup Hyg. 1976;19(3-4):357-61. PMID:1026159

Downloaded from journal.iehfs.ir at 18:43 +0430 on Thursday May 4th 2017

Journal of Ergonomics **Original Article**

Volume 4, No. 2, Summer 2016

Study of Noise Reduction Rate of Hearing Protection Devices Based on Microphone in Real Ear (MIRE) Under Laboratory Conditions

Azam Biabani [1], Mohsen Aliabadi [2,*], Rostam Golmohammadi [3]

[1] MSc Student, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] Department of Occupational Hygiene, Faculty of Public Health and Center for Health Sciences Researches, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[3] Department of Occupational Hygiene, Faculty of Public Health and Center for Health Sciences Researches, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

** Corresponding author: Mohsen Aliabadi, Department of Occupational Hygiene, Faculty of Public Health and Center for Health sciences Researches, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. E-mail: mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir*

DOI: 10.20286/joe-04049

Received: 12.01.2016

Accepted: 19.09.2016

Keywords:
Hearing Protectors
Microphone in Real Ear
Noise Reduction Rate

How to Cite this Article:
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. J Ergo. 2016;4(2):17-25. DOI: 10.20286/joe-040249

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: Nominal noise reduction rate of the earmuff manufacturers can be different compared with the actual attenuation rate. The present study aimed to determine the actual noise reduction rate of common hearing protection devices using microphone in real ear method.

Methods: In this study, five brands of common earmuffs used in Iranian industries were investigated on 30 subjects under laboratory conditions. Noise reduction rates of earmuffs were measured based on the ISO 11904 standard, microphone in real ear method, using noise dosimeter (SVANTEK, SV 102 model) equipped with a microphone SV 25 model. The earmuffs comfort was also assessed by the developed questionnaire.

Results: The results showed that the real noise reduction rates of the earmuffs were between %49 to %86 of nominal reduction rates. Moreover, the actual insertion losses were much negligible at low noise frequencies. The performances of earmuffs based on manufacturers were not statistically different ($P > 0.05$). Based on subjects' comfort scores, comfort of ear muffs were within the acceptable range. The noise reduction rates of the different earmuffs of each model were not statistically different as well ($P > 0.05$).

Conclusions: Irregular use of earmuff can reduce the real attenuation of earmuff to lower than the minimum rate acquired in this study. Proper training and adequate supervision on proper use of earmuff can affect earmuff fitting along with increasing of real noise attenuation.