مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
مقاله پژوهشی
دوره ۳، شماره ۱، بهار ۹۵

طراحی و ساخت آداپتور آزمون حفاظ‌های شنوایی

رستم گلمحمدی [۱،*]، اعظم بیابانی [۲]، داود شورچه [۳]، محمد یاری [۳]

[۱] استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قطب علمی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران
[۲] کارشناس ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
[۳] کارشناس، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** رستم گلمحمدی، استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قطب علمی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران. ایمیل: golmohamadi@umsha.ac.ir

DOI: 10.21859/johe-03011

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷

واژگان کلیدی:
حفاظت شنوایی
کاهندگی صدا
آزمون عملیاتی
آداپتور

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

مقدمه: تعیین صحت مندرجات کاتالوگ گوشی‌های حفاظتی و تعیین کارایی گوشی‌هایی که فاقد شناسنامه فنی هستند یکی از چالش‌های مهم کارشناسان بهداشت حرفه‌ای صنایع جهت قضاوت در خصوص تأثیر این حفاظها در کاهش سطح مواجهه شغلی کارگران با صدا محسوب می‌گردد. هدف از مطالعه حاضر طراحی یک آداپتور آزمون حفاظهای شنوایی و آزمایش آن جهت تعیین میزان کاهندگی آن‌ها می‌باشد.

روش کار: در فاز اول این مطالعه با استناد به استاندارد ISO ۴۸۶۹-۳ و با استفاده از مصالح مناسب آداپتور آزمون وسایل حفاظت شنوایی ساخته شد و در مرحله بعدی آزمایش روی ۳۰ نمونه شامل ۴ نوع حفاظ رو گوشی و ۲ نوع حفاظ توگوشی وارداتی دارای شناسنامه فنی در محیط واقعی صنایع شیشه و جالیز همدان انجام گردید و نتایج آزمون عملیاتی کارایی حفاظها با روش محاسباتی مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمایش حفاظ شنوایی وارداتی شناسنامه‌دار در محیط واقعی صنایع و مقایسه با نتایج محاسبات روش اکتاوباند، کارایی یونیت ساخته‌شده را به خوبی نشان داده است، به طوری که میانگین افت انتقال عملیاتی اندازه‌گیری شده و میانگین افت محاسباتی آن‌ها به ترتیب برای حفاظهای رو گوشی ۸/۹،۸/۳ دسی‌بل و برای حفاظهای توگوشی ۱۱/۹،۲/۳ دسی‌بل بوده است. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون آماری، اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر نشان نداد ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش یونیت طراحی‌شده، برای انواعی از حفاظهای شنوایی وارداتی موجود در داخل کشور نشان داد که ابزار مناسبی برای آزمون انواع حفاظهای شنوایی در محیط استفاده می‌باشد.

مقدمه

پیشرفت فناوری در تمام زمینه‌های صنعتی، گسترش و کاربرد وسیع وسایل، ماشین‌آلات و تجهیزات مختلف را به دنبال داشته است. یکی از مهم‌ترین مخاطرات ناشی از توسعه صنایع، انتشار آلودگی صدا و آثار نامطلوب آن بر زندگی است. تحقیقات نشان داده که اندامهای انسان بر اثر صدای مخرب متأثر می‌شود و علل اساسی افت شنوایی و بخشی از بیماریها به خصوص بیماریهای عصبی، روحی-روانی و حتی قلبی در نتیجه مواجهه مداوم با صدا می‌باشد. صدا باعث تهدیدذسلامتی گروههای وسیعی ازکارگران به خصوص کارگران صنایع گردیده و باعث افت شنوایی موقت یا دائم آنان می گرد [۱, ۲]. صدا در محیطهای کاری یک ریسک فاکتور مهم سلامتی است بطوری که که در حدود ۱۶% از آمار افت شنوایی را در سراسر جهان به خود اختصاص داده است. طبق آمار اداره سلامت ملی آمریکا ۲۲ میلیون کارگر آمریکایی با صدا در محیط کار مواجهه داشته‌اند که ۱۰ میلیون آن‌ها دچار آسیب شنوایی شده‌اند [۳]. با توجه به اینکه در هر موضوعی پیشگیری مقدم بر درمان است، در کنترل اثرات سوء ناشی از صدا نیز پیشگیری اصلی مهم بوده و برای دستیابی به این امر می‌توان با رعایت اصولی از عوارض ناشی از صدا کاست. مهم‌ترین این موارد شامل رعایت اصول مکانیکی و مهندسی کنترل صدا در منابع، انتخاب کارگر مناسب با محیط و شرایط کار، آموزش، انجام معاینات دوره‌ای و نهایتاً استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

است [۱]. در کشور ایران هرگاه مواجهه کارکنان با صدای بالاتر از ۸۵ دسی بل باشد کارفرما باید برنامه‌های کنترل از جمله حفاظت شنوایی مداوم و مؤثر را به کار گیرد. برنامه حفاظت شنوایی یک برنامه هدفمند و منسجم است که برای حفاظت در مقابل صدمات فیزیولوژیک دستگاه شنوایی در مواجهه با صدا اتخاذ می‌گردد [۴]. به طور کلی کاهش صدا در منبع تولید با رعایت اصول مکانیکی و مهندسی در محیط کار اساسی‌ترین راه کنترل صدا است، اما در دسترس ترین راهکار کنترل اثرات صدا استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی است [۱]. تجهیزات حفاظت شنوایی وسایلی هستند که برای کاهش سطح صدای رسیده به گوش کارگر طراحی‌شده است. آن‌ها به عنوان یک انتخاب مهم در برنامه حفاظت شنوایی مطرح شده‌اند تا مواجهه با صدا در محیط‌های صنعتی کنترل شود. به طور کلی این تجهیزات زمانی استفاده می‌شوند که کنترل‌های فنی یا مدیریتی مؤثر یا عملی نباشد [۵]. وسایل حفاظت شنوایی به دو دسته اصلی حفاظ‌های رو گوشی (Ear muff) و توگوشی (Ear plug) تقسیم می‌شوند. حفاظ‌های توگوشی یک جسم نرم قابل اتساع می‌باشند که در داخل کانال گوش به صورت یک مانع صدا قرار می‌گیرند و مسیر انتقال صدا را مسدود می‌کنند. رو گوشی‌ها نیز شامل گوشی‌های بَسپاری هستند که توسط یک بازوی فنری، فلزی و یا پلاستیکی روی سر و تمام لاله گوش قرار می‌گیرند و به عنوان یک مانع آکوستیکی موضی عمل می‌نمایند [۴]. از جمله خصوصیات اصلی گوشی‌های حفاظتی میزان کاهندگی صدا (Noise Reduction Rate :NRR) است که در واقع یک شاخص مهم برای بیان کارایی حفاظتی بدون توجه به نوع و تراز فشار صدای محیط می‌باشد که توسط سازمان بین‌المللی استاندارد (International Standard Organization :ISO) و موسسه ملی استاندارد آمریکا (American National Standards Institute :ANSI) توصیه و مورد پذیرش قرار گرفته است [۶]. مطالعات نشان می‌دهد که میزان کاهندگی اسمی ارائه‌شده توسط شرکت‌های سازنده معمولاً در مقایسه با میزان کاهندگی واقعی آن‌ها کمتر می‌باشد زیرا نتایج مندرج در کاتالوگ آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی و تحت شرایط خاص بوده است [۷, ۸]. تشخیص قطعی کارایی حفاظ‌های رو گوشی و توگوشی از نظر افت انتقال فقط با آزمون فنی میسر است [۴]. روش‌های زیادی برای اندازه‌گیری کاهندگی وسایل حفاظت شنوایی وجود دارد اما به‌کارگیری بعضی از آن‌ها مشکل است یا نتایج گمراه‌کننده‌ای در بردارد و یا دسترسی به آن‌ها دشوار می‌باشد [۹]. اندازه‌گیری حفاظت گوش واقعی توسط محافظ‌های شنوایی طبق استاندارد ANSI شامل دو روش کلی است: در یکی از روش‌ها حفاظت گوش حقیقی نام دارد که تحت عنوان روش اولیه شناخته می‌شود و در آن آزمون‌های آکوستیکی روی اشخاص واقعی صورت می‌گیرد و روش تضعیف شنوایی تحت عنوان روش ثانویه می‌باشد و با آزمون‌های فیزیکی روی سر ساخته‌شده (فیکسچر یا مانکن) انجام می‌شود و حتی برای اندازه‌گیری صدا در ترازهای نسبتاً بالا نیز کاربرد دارد [۷]. روش‌های استاندارد تعیین میزان کاهندگی صدای گوشی‌ها در یک نوع دیگر تقسیم بندی دیگر به دو گروه روش‌های عینی و ذهنی تقسیم می‌شوند [۱۰]. Berger یک مطالعه جامع در مورد روش‌های ارزیابی کاهندگی گوشی‌ها انجام داد که ۱۳ روش ذهنی و ۴ روش عینی مورد بررسی قرار گرفت. از بین تمام روشها مفیدترین و صحیح‌ترین آن‌ها از دیدگاه ذهنی، روش تعیین آستانه شنوایی گوش (Real Ear At Threshold:REAT) و از دید عینی نیز ۲ روش میکروفن داخل گوش (Microphone In Real Ear:MIRE) و روش فیکسچر آکوستیک (Acoustical Test Fixtures:ATF) می‌باشد [۹]. روش REAT مطابق با استاندارد ۱-ISO۴۸۶۹، روش MIRE مطابق باروش استاندارد ۱-ISO۱۱۹۰۴ و روش تعیین میزان کاهندگی گوشی‌ها توسط مانکن مطابق با استاندارد ۳-۴۸۶۹ ISO می‌باشند [۱۱-۱۳]. استاندارد ۱-۴۸۶۹ ISO روش طلایی اندازه‌گیری کاهندگی صدای وسایل حفاظت شنوایی را در آستانه شنوایی بیان می‌کند و به عنوان مرجع اندازه‌گیری کاهندگی گوشی‌ها در آزمایشگاههای شرکت‌های تولید کننده وسایل حفاظت شنوایی می‌باشد [۱۱]. در این روش با استفاده از دستگاه ادیومتر و سنجش آستانه شنوایی تعدادی افراد با شنوایی نرمال در معرض یک صدای مرجع در دو حالت همراه با گوشی حفاظتی و بدون گوشی (شامل حداقل دو نمونه گوشی از هر نمونه) میانگین کاهندگی صدا گوشی‌ها در جمعیت مورد مطالعه تعیین می‌گردد و مقادیر کاهندگی صدای تعیین شده توسط سازنده روی گوشی‌ها درج می‌شود [۱۱-۱۴]. علی‌رغم کارایی بالای این روش محدودیت‌هایی نیز برای آن ذکر شده است. از جمله می‌توان به تغییرات گسترده یا همان انحراف معیار بزرگ قدرت کاهندگی اندازه‌گیری شده هر نمونه گوشی در جمعیت مورد مطالعه، خطاهای ناشی از پاسخ افراد به دستگاه ادیومتری، نیاز به افراد با شنوایی نرمال جهت انجام آزمون، نیاز به محیطی با صدای زمینه حداقل اشاره کرد [۱۵]. استاندارد ۳-۴۸۶۹ ISO که میزان کاهندگی گوشی را با آزمون روی مانکن مشخص می‌کند اجازه می‌دهد که شخص آزمایشگر کنترل بیشتری

روی پارامترهای تأثیر گذار داشته باشد و اطمینان بیشتری از تکرارپذیری داده‌ها می‌دهد [۷]. از مزایای این روش می‌توان به مدت زمان کوتاه آزمایش و تکرارپذیری داده‌ها اشاره کرد، همچنین در این روش مزاحمتی برای افراد ایجاد نمی‌شود [۹].

طبق الزامات قانونی (ماده ۹۰ قانون کار جمهوری اسلامی ایران) واردکنندگان و تولیدکنندگان حفاظ‌های فنی و بهداشتی مانند گوشی‌های حفاظتی و همچنین سازمان‌ها و کارخانه‌هایی که برای شاغلین خود از این حفاظ‌ها استفاده می‌کنند باید گواهی آزمون و میزان کارایی این گوشی‌ها را تهیه نمایند. امروزه بسیاری از شرکت‌های رسمی و برخی تولیدکننده‌های نامعلوم اقدام به تولید محصولاتی نموده‌اند که از نظر شکل ظاهر فریبنده و جذاب است اما تشخیص اینکه کدام نوع یا کدام مشخصات از حفاظ‌های گوش برای کارگر مناسب است نامعلوم می‌باشد [۴]. تعیین عملکرد حفاظتی گوشی‌ها به طور دقیق باید توسط دستگاهی تعیین شود که قابلیت و دقت آن همانند سیستم شنوایی انسان باشد. لذا این مطالعه در راستای اهداف بهداشت حرفه‌ای در تأمین و حفظ سلامت کارگران، به منظور طراحی و ساخت یونیت و روشی که بتواند به طور عملی در آزمایشگاه یا محل استفاده از گوشی‌های حفاظتی را معین کند، اجرا گردید که منجر به ساخت آداپتور و روش عملی آزمون گوشی‌های حفاظتی شد.

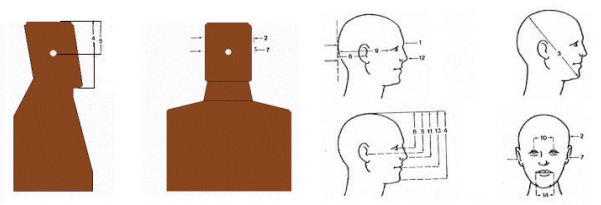
روش کار

این مطالعه توصیفی و تجربی در دو فاز انجام گردید. فاز اول این مطالعه طراحی و ساخت آداپتور مطابق استاندارد ۳-۴۸۶۹ ISO جهت تعیین میزان کاهندگی واقعی گوشی‌ها و فاز دوم آن کاربرد آداپتور ساخته‌شده در دو محیط صنعتی به منظور اعتبارسنجی عملکرد آن بود.

فیکسچر ساخته‌شده دارای دو بخش سر و نیم‌تنه می‌باشد که سر از جنس بَسپار پیش ساخته بلوکی انتخاب گردیده و نیم‌تنه نیز از جنس چوب است. وزن کلی سر و نیم‌تنه حدود ۱۰ کیلو گرم می‌باشد. مطالعات منتشر شده در حوزه آناتومی چگالی بدن را حدود $1/04\ gr/cm^3$ بیان نموده‌اند [۱۵]. در این مطالعه جهت تعیین چگالی سر انسان برای تعیین معیار، از چند نمونه سر گوسفند و ظرفی حاوی آب با وزن و ارتفاع مشخص استفاده شد و سپس با استفاده از فرمول چگالی و اطلاعات موجود دانسیته سر مشخص گردید. از آنجایی که خصوصیات آکوستیکی سر انسان با توجه به چگالی و الاستیسیته اجازه عبور صوت هوایی را غیر از مجرای گوش نمی‌دهد، فیکسچر سر یونیت نیز باید چگالی مساوی یا بالاتر از سر انسان و خصوصیات میراکنندگی مشابه آن را داشته باشد. بنا بر این از بین مصالح موجود در زمان طراحی و ساخت نمونه اولیه، این ماده از بَسپار بلوکی موجود در بازار با چگالی $1/4\ g/cm^3$ انتخاب گردید. ابعاد و شکل ظاهری این وسیله مطابق صدک پنجاهم مرد بالغ تعیین شد [۱]. مقادیر استنادی در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است. در تصویر ۱ تطابق ابعاد سر آداپتور با مقادیر طبیعی انسان نشان داده شده است. بعد از مشخص شدن نوع ماده برای ساخت آداپتور و همچنین ابعاد آن، تصویر نهایی ابتدا روی فوم سخت پیاده شد و سپس از روی نمونه طراحی‌شده تصویر مورد نظر ساخته شد. اتصال فیکسچر سر با سیستم دریافت و پردازش داده‌ها (تراز سنج صوت) از طریق مجرایی در جلو سر با قطر mm ۱۳ تعبیه شد که به منظور قرار دادن میکروفن تراز سنج صوت و اتصال کاملاً مکانیکی بوده است. مجرای مذکور در یک طرف در محل گوش چپ به صورت جانبی و شیب‌دار با قطر mm ۷ برابر با قطر مجرای گوش خارجی و مرتبط با مجرای اندازه‌گیری در سمت گوش تعبیه گردید. انتقال امواج صوتی در داخل مجرا با توجه به زاویه بین دو کانال ۱۲۰ می‌باشد.

جدول ۱: ابعاد آنتروپومتریک سر طبق صدک های مهم

ناحیه (ابعاد بر حسب mm)	صدک پنجم	صدک پنجاهم	صدک نودو پنجم
طول سر (a)	۱۸۰	۱۹۵	۲۰۵
عرض سر (b)	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵
حداکثر قطر در ناحیه چانه	۲۴۰	۲۵۵	۲۶۵
چانه تا بالای سر (c)	۲۰۵	۲۲۵	۲۴۰
گوش تا بالای سر (d)	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵
گوش تا پشت سر (d)	۹۰	۱۰۰	۱۱۵



تصویر ۱: تطابق ابعاد سر آداپتور با مقادیر طبیعی انسان

تصویر ۲: نمای آداپتور ساخته‌شده و چگونگی قرار گرفتن حفاظ رو گوشی روی سر

در بخش دوم این مطالعه ۴ گروه حفاظ رو گوشی وارداتی (با نمونه مدل‌های Bilsom زرد و قرمز ساخت کشور سوئد، Brookland انگلستان و MSA ساخت آمریکا) و ۲ گروه حفاظ توگوشی وارداتی (با مدل‌های Elvex و Ultrafit ساخت آمریکا) شناسنامه‌دار موجود در بازار انتخاب و به دو صورت روش محاسبات اکتاوباند در آزمایشگاه [۴] و روش عملیاتی در محل کار کارگر در ۴ ایستگاه کاری در شرکت شیشه و ۳ ایستگاه در شرکت جالیز همدان مورد آزمون قرار گرفتند و نهایتاً نتایج محاسباتی با استفاده از مشخصات اعلام‌شده توسط سازندگان با نتایج آزمون عملی در همان محیط کار مورد مقایسه قرار گرفت. تصویر ۲ اداپتور ساخته‌شده و چگونگی قرار گرفتن حفاظ رو گوشی روی آن در شرایط آزمایش را نشان می‌دهد.

یافته‌ها

نتایج تعیین چگالی سر نشان داد که این چگالی حدود $1/05\ g/cm^3$ می‌باشد، لذا نوعی بَسپار آکوستیکی در دسترس با چگالی $1/4\ g/cm^3$ برای این کار انتخاب شد که دارای قابلیت انعطاف نسبی (الاستیسیته) نیز می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری کاهندگی برای هر نوع گوشی به روش اکتاوباند در شرایط آزمایشگاهی در جدول ۲ ارائه‌شده است. همان طور که مشاهده می‌شود کمترین کاهندگی مربوط به حفاظ رو گوشی Bilsom زرد و بیشترین کاهندگی مربوط به توگوشی Ultrafit می‌باشد.

در جدول ۳ نتایج میانگین کاهندگی عملیاتی گوشی‌ها در محیط کار و با شرایط واقعی ارائه گردیده است. نتایج به دست آمده از این روش نشان می‌دهد که کمترین کاهندگی مربوط به حفاظ رو گوشی Bilsom زرد و بیش‌ترین کاهندگی مربوط به گوشی حفاظ رو گوشی Brookland می‌باشد.

جدول ۲: نتایج میانگین کاهندگی گوشی‌ها به روش اکتاوباند در شرایط آزمایشگاهی

نوع و مدل حفاظ	رنگ	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
رو گوشی (Bilsom)	قرمز	۹/۷ ± ۰/۶	۸/۸	۱۰/۳
رو گوشی (Bilsom)	زرد	۸/۲ ± ۰/۵	۷/۳	۸/۶
رو گوشی (Brookland)	مشکی	۷/۹ ± ۰/۴	۷/۵	۸/۳
رو گوشی (MSA)	مشکی - طوسی	۸/۳ ± ۰/۳	۸	۸/۶
توگوشی (Ultrafit)	زرد	۱۲/۳ ± ۰/۳	۱۲	۱۲/۶
توگوشی (Elvex)	آبی	۱۰/۵ ± ۱/۳	۹/۱	۱۲

جدول ۳: نتایج میانگین کاهندگی عملیاتی گوشی‌ها در شرایط واقعی

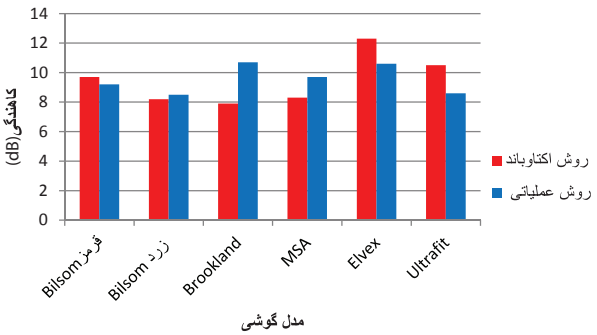
نوع و مدل حفاظ	رنگ	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
رو گوشی (Bilsom)	قرمز	۹/۲ ± ۰/۳	۹	۹/۷
رو گوشی (Bilsom)	زرد	۸/۵ ± ۰/۱	۸/۳	۸/۷
رو گوشی (Brookland)	مشکی	۱۰/۷ ± ۰/۲	۱۰/۶	۱۰/۹
رو گوشی (MSA)	مشکی - طوسی	۹/۷ ± ۰/۲	۹/۵	۹/۸
توگوشی (Ultrafit)	زرد	۸/۶ ± ۰/۳	۸/۳	۹
توگوشی (Elvex)	آبی	۱۰/۶ ± ۰/۲	۱۰/۳	۱۰/۸

جدول ۴: مقایسه میانگین کاهندگی با استفاده از دو روش عملیاتی و محاسباتی به تفکیک رو گوشی و توگوشی

روش محاسبه کاهندگی	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر	P.Value
رو گوشی				۰/۳۲۱
اکتاوباند	۸/۸ ± ۰/۹	۷/۳	۱۰/۳	
عملیاتی	۹/۳ ± ۰/۶	۸/۳	۱۰/۶	
توگوشی				۰/۵۴۵
اکتاوباند	۱۱/۲ ± ۱	۹/۴	۱۲/۶	
عملیاتی	۹/۳ ± ۱	۸/۳	۱۰/۸	

در جدول ۴ مقایسه میانگین کاهندگی گوشی‌ها با استفاده از دو روش عملیاتی و محاسباتی به تفکیک رو گوشی و توگوشی نشان داده شده است. همان طور که نشان داده شده است نتایج به دست آمده از دو روش از نظر آماری اختلاف معناداری ندارد (P>۰/۰۵).

در تصویر ۳ نتایج مقایسه بین کاهندگی محاسباتی و عملیاتی برای گوشی‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. همان طور که در نمودار مشخص است کمترین اختلاف بین دو روش مربوط به گوشی‌های Bilsom می‌باشد.



تصویر ۳: مقایسه میانگین کاهندگی محاسباتی و عملیاتی گوشی ها

بحث

هدف از مطالعه حاضر طراحی و ساخت آداپتور آزمون وسایل حفاظت شنوایی و کاربرد آن در محیط کار جهت تعیین کاهندگی وسایل حفاظت شنوایی بود. بررسی‌ها نشان داد موادی که برای ساخت این وسیله استفاده‌شده از نظر آکوستیکی مشابه سر انسان عمل کرده و همچنین از نظر ارگونومی شبیه ابعاد سر یک انسان بالغ است، لذا این وسیله از نظر مکانیکی و آکوستیکی برای تعیین کاهندگی وسایل حفاظت شنوایی مناسب می‌باشد. با استفاده از این آداپتور (فیکسچر) تعیین کاهندگی عملیاتی و نتایج به صورت عینی مشخص می‌گردد. در تعیین کاهندگی توسط روش REAT که به عنوان روش طلایی برای تعیین کاهندگی در شرکت‌های تولیدکننده وسایل حفاظت شنوایی کاربرد دارد در انتخاب افراد مورد بررسی باید دقت کرده و افرادی مورد آزمایش قرار گیرند که دارای آستانه شنوایی نرمال باشند لیکن استفاده از این روش مشکل انتخاب افراد را نیز برطرف کرده است. نتایج این تحقیق نشان داد میزان کاهندگی گوشی‌ها که از طریق روش اکتاوباند و در محیط آزمایشگاه به دست آمده در مقایسه با نتایج به دست آمده در محیط کار برای گوشی‌های حفاظ رو گوشی مقادیر کمتری را نشان می‌دهند اما در مورد حفاظ‌های توگوشی عکس این عمل اتفاق افتاده و میزان کاهندگی محاسباتی آن‌ها بیشتر از کاهندگی عملیاتی می‌باشد. هرچند این اختلافات از نظر آماری معنادار نبوده اما ازجمله عوامل مهم در اختلاف مقادیر کاهندگی به دست آمده توسط دو روش می‌توان به کیفیت ساخت گوشی‌های در دسترس در سطح کشور اشاره کرد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر محققین قابل مقایسه است. مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۹ نشان داد که میزان میرایی یک توگوشی در گوش شبیه‌سازی شده بیشتر از گوش انسان است و بیان کرد هنگامی که یک توگوشی به طور مناسب روی گوش نصب نمی‌شود میرایی آن به میزان چشم‌گیری کاهش می‌یابد [۱۰]. در مطالعه‌ای که Berger بر روی برخی حفاظ‌های رو گوشی انجام داد، نشان داد که ارتباط ضعیفی بین مقدار کاهندگی برچسب زده‌شده و مقدار کاهندگی عملیاتی آن‌ها وجود دارد [۷]. در مطالعه‌ای مشابه که توسط Noorain و همکاران با عنوان مقایسه کاهندگی انواع وسایل حفاظت شنوایی توسط روش REAT انجام گردید، نتایج نشان داد که میانگین

کاهندگی عملیاتی صدای ایجادشده گوشی‌ها نسبت به کاهندگی اسمی آن‌ها در انواع مختلف وسایل حفاظت شنوایی و در مدل‌های مختلف باهم تفاوت داشتند [۱۴]. در یک مطالعه‌ای که به منظور مقایسه سه روش MIRE ,ATF ,REAT انجام شد نتایج نشان داد که اگرچه روش REAT به عنوان استاندارد طلایی شناخته شده است اما برای محیط‌های با تراز صدای بالا مانند سالن تیراندازی استفاده از مانکن نتایج بهتری را ارائه می‌دهد [۹]. در مطالعه مشابهی که توسط Jan Zera و همکارش روی ۵ نفر با استفاده از روش MIRE و همچنین توسط دو مانکن آکوستیک بر روی چند مدل گوشی انجام گردید، مشخص شد که نتایج برای گوشی‌های مختلف متفاوت است و این اختلاف برای پاسخ فرکانس بین ۵ نفر از بازه‌ای بین کم تا بالای ۱۰ دسی‌بل بود [۱۶]. مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات پیشگفت نشان می‌دهد که نتایج عینی با استفاده از مانکن (آداپتور) قابلیت اعتماد کافی برای برآورد میزان کارایی (کاهندگی) عملیاتی صدای انواع رو گوشی و توگوشی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده حاکی از موفقیت‌آمیز بودن تجربه طراحی و ساخت وسیله‌ای ساده و مناسب برای آزمون انواع حفاظ‌های شنوایی رو گوشی و توگوشی است. همان‌گونه که در نتایج مشهود است نتایج آزمایش آداپتور ساخته‌شده در محیط کار بسیار مطلوب بوده است و می‌توان این وسیله را برای محیط‌های کاری واقعی مورد استفاده قرارداد. ابتکار به‌کاررفته در این آداپتور قابلیت اتصال به هر نوع صداسنج است. از دیگر ویژگی‌های دستگاه سهولت کاربری آن است بومی بودن فناوری در عین سادگی و قیمت بسیار پایین آن از دیگر ویژگی‌های این یونیت است. با استفاده از این وسیله می‌توان آزمون گوشی‌های حفاظتی را در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از مولد صوت خالص را انجام داد. حاصل کار مستمر پس از ساخت نمونه اولیه و آزمون آن و همچنین طراحی سایر اجزای مورد نیاز و ارائه استنادات پژوهشی، منجر به اخذ گواهینامه ثبت اختراع تحت عنوان « آداپتور و سیستم آزمون حفاظ‌های شنوایی» به شماره ثبت ۳۲۵۹۴ مورخ ۱۳۸۴/۰۶/۱۵ در اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی کشور گردیده است.

REFERENCES

1. Choobine A, Amirzadeh F. Fundamental of Occupational Health. Shiraz: Shiraz University; 2003.
2. Organization WH. Occupational noise. Geneva: WHO; 2004.
3. Nassrallah FG, Giguere C, Dajani HR, Ellaham NN. Comparison of direct measurement methods for headset noise exposure in the workplace. Noise Health. 2016;18(81):62-77. DOI: 10.4103/1463-1741.178479 PMID: 26960783
4. Golmohammadi R. Noise and vibration Engineering. Hamadan: Student Publication; 2010.
5. Alam N, Sinha V, Jalvi R, Gurnani D, Barot D, Suryanarayan A. Comparative study of attenuation measurement of hearing protection devices by real ear attenuation at threshold method. Indian Journal of Otology. 2013;19(3):127. DOI: 10.4103/0971-7749.117477
6. 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
7. Berger EH. The Noise Manual: American Industrial Hygiene Association; 2003. 769 p.
8. Abel SM. The effect on earmuff attenuation of other safety gear worn in combination. Noise Health. 2003;5(17):1-13. PMID: 12537830
9. Berger EH, editor Preferred methods for measuring hearing protector attenuation. Inter-Noise; 2005.
10. Kusy A, Châtillon J. Real-world attenuation of custom-moulded earplugs: Results from industrial in situ F-MIRE measurements. Appl Acoust. 2012;73(6-7):639-47. DOI: 10.1016/j.apacoust.2012.02.001
11. ISO. Subjective method for the measurement of sound attenuation. Acoustics -Hearing protectors -Part 1: ISO; 1990.
12. ISO. Estimation of effective A-Weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn. Acoustics -Hearing protectors -Part 2: ISO; 2006.
13. ISO. Measurement of insertion loss of ear-muff type protectors using an acoustic test fixture. Acoustics -Hearing protectors -Part 3: ISO; 2007.
14. 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
15. de Almeida-Agurto D, Gerges SNY, Arenas JP. MIRE-IL methodology applied to measuring the noise attenuation of earmuff hearing protectors. Appl Acoust. 2011;72(7):451-7. DOI: 10.1016/j.apacoust.2011.01.009
16. 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.

Journal of Occupational Hygiene Engineering **Original Article**

No 9, Volume 3, Issue 1

Design and Building an Adapter for Hearing Protector Test

Rostam Golmohammadi [1,*], Azam Biabani [2], Davood Shoorche [3], Mohammad Yari [3]

[1] Professor, Center of Excellence for Occupational Health and Research, Center for Health Sciences, School of Public Health, Hamadan University of Medical Science, Hamadan, Iran
[2] MSc, Department of Occupational Hygiene, School of public health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[3] BSc, Department of Occupational Hygiene, School of public health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

** Corresponding author: Rostam Golmohammadi, Professor, Center of Excellence for Occupational Health and Research, Center for Health Sciences, School of Public Health, Hamadan University of Medical Science, Hamadan, Iran. E-mail: golmohamadi@umsha.ac.ir*

DOI: 10.21859/johe-03017

Received: 19.03.2016

Accepted: 06.06.2016

Keywords:
Hearing Protection
Sound Attenuation
Actual Test
Adapters

How to Cite this Article:
Golmohammadi R, Biabani A, Shoorche D, Yari M. Design and Building an Adapter for Hearing Protector Test. J Occup Hyg. 2016;2(4):1-7. DOI: 10.21859/johe-03011

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: To determine the effectiveness of hearing protective devices that lack technical information is one of the major challenges of occupational health experts to judge the impact of this exposure on reducing the level of occupational exposure to noise. The aim of this study was to design and build a hearing test adapter and experiment it to determine its reduction rate.

Methods: Technical information in real environments and glass industries were Hamadan kitchen garden and guards to ensure exceptional performance test results were compared with computational methods.

Results: The results of the testing of personal hearing protection compared with the results in real industry environment and octave-band method showed good regressions average operating transmission losses. Results showed that the average noise reduction between measured and calculation method for earmuffs was 9.3, 8.8 dB and 9.3, 11.2 dB for earplugs, respectively. Comparison of the tests, did not show significant differences between the results of the two methods ($P > 0.05$).

Conclusions: The results of the designed adaptor for some hearing protectors showed that it is a valid tool for use to reduce rate test of earmuffs and earplugs.