

جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

صدا در محیط کار

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

مقدمه:

آلودگی صدا یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی زیان‌آور در محیط‌های کاری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر آلودگی صوتی یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت زندگی انسان‌ها در سراسر جهان است. بر اساس گزارشات سازمان بهداشت جهانی¹، اختلالات روان‌شناختی ناشی از صدا اثرات ناخوشایندی بر کیفیت زندگی مرتبط با سلامت دارد. امروزه آلودگی صوتی یکی از جنبه‌های مهم زیست محیطی و بهداشتی است که از دیدگاه سلامتی، آلودگی صوتی علاوه بر ایجاد انواع اثرات فیزیولوژیکی به ایجاد اختلالات روان‌پزشکی و روان‌شناختی منجر می‌شود. آثار فیزیولوژیکی و روانی مواجهه با صدا بر انسان غالباً به تدریج ظاهر می‌شود و در درازمدت پیامدهای منفی روان‌شناختی آن از جمله رفتار پرخاشگرانه، خستگی جسمی-روانی، استرس، سرگیجه، سردرد، عصبانیت، حواس‌پرتی، اختلال خواب، کاهش بازده کاری بروز می‌کند.



شکل 1. مواجهه انسان با سر و صدا

پرخاشگری فاکتور بسیار مهمی در زمینه بهداشت شغلی است. به طوری که تأثیرات نامطلوبی بر زندگی افراد در محیط‌های کاری و اجتماعی می‌گذارد. مواجهه طولانی با صدای تراز بالا حالات تنشی و پرخاشگری را در افراد به وجود می‌آورد و حتی در فرکانس‌های مختلف می‌تواند به عنوان محرک روانی به ایجاد اختلال در فعالیت‌های عملکرد شناختی، افزایش خطاهای انسانی، ایجاد پیامدهای ناگوار و از همه مهم‌تر افزایش واکنش‌های روانی در محیط‌های اجتماعی و خانواده منجر شود. این موارد از نظر ایمنی و بهداشت در محیط کار از اهمیت بالایی برخوردار است. مواجهه مزمن با صدا به بروز اختلالات فیزیولوژیکی و روانی و همچنین تغییر ضربان قلب و فشارخون منجر می‌شود.

¹ WHO: World Health Organization

بررسی ها نشان داده است که 16 درصد افت های شنوایی از نوع شغلی و ناشی از صدا در محیط کار است. همچنین حدود 0.2 الی 2 درصد تولید ناخالص داخلی در کشورهای در حال توسعه صرف هزینه های ناشی از صدا می شود و حدود یک سوم افت های شنوایی، ناشی از مواجهه با صدای بیش از حد است.

همچنین صدا دارای اثرات غیر مستقیمی بر روی عملکرد انسان از جمله کاهش راندمان و بهره وری کاری و افزایش خطر بروز حوادث و خطا به علت کاهش تمرکز می باشد. خوشبختانه در ایران نیز در سال های اخیر توجه بیشتری به آلودگی صدا شده است به طوری که بر اساس ماده 2 آیین نامه اجرایی در ارتباط با نحوه جلوگیری از آلودگی صدا، از سال 1378 مبادرت به هر گونه اقدامی که موجبات آلودگی صدا را فراهم آورد، ممنوع شده است.

آلودگی صوتی در ترازهای بالای فشار صوت (بیش از 85 دسی بل) باعث اثرات مستقیم بر روی اندام شنوایی شامل تغییر موقت آستانه شنوایی (TTS)² و در صورت تماس طولانی ایجاد افت دائم شنوایی (PTS)³ می گردد. اما در محدوده ای از ترازهای پایین تر (بین 50 تا 80 دسی بل) اثرات عمده آن تحت عناوین آزار دهندگی، مزاحمت، اختلال در آسایش، ناخواسته بودن قلمداد می شود؛ به عبارتی دیگر قسمتی از اثرات صدا و مربوط به تاثیر آن بر روی دستگاه عصبی نباتی و وضع روانی و رفتار است.

مفاهیم اساسی صوت

موج:

موج⁴ عبارت است از آشفتگی یا برهم خوردن تعادل محیط بصورت منظم یا نامنظم و راهی برای انتقال انرژی می باشد. امواج بسته به ماهیت خود قابل انتشار در محیط های مادی و یا خلا هستند. امواج به طور کلی در دو دسته امواج مکانیکی و امواج الکترومغناطیس تقسیم بندی می شوند. امواج مکانیکی از تغییر مکان قسمتی از یک محیط کشسان نسبت به وضعیت تعادل خود ایجاد می شود و سبب نوسان محیط می گردد. به دلیل خواص کشسانی محیط انتشار آشفتگی از لایه ای به لایه دیگر منتقل می گردد که به آن موج می گویند. در این پدیده کل محیط همراه موج منتقل نمی شود، بلکه فقط اجزای محیط در مسیرهای محدودی (در راستای معین) نوسان می کند. امواج می توانند انرژی را تا مسافت های دور انتقال دهند. انرژی در امواج در کل توده یک محیط منتشر می گردد. برای ایجاد و انتقال امواج مکانیکی مانند صدا، وجود محیط مادی ضروری است.

² Temporary Threshold Shift

³ Permanent Threshold Shift

⁴Wave

فیزیک صوت:

صوت از ارتعاش سریع مکانیکی محیط های کشسان⁵ و اجسام (جامد، مایع و گاز) بوجود می آید. ایجاد صوت در هوا ناشی از کم و زیاد شدن متناوب فشار جوی است. وقتی یک جسم نوسان می کند ذرات محیط که در جهت پیشرفت جسم واقع شده اند به هم نزدیک می شوند. در نتیجه سبب تراکم و ازدیاد فشار (بیشتر از فشار معمولی جو) در آن ناحیه می گردند. این ازدیاد فشار، ذرات اطراف جسم نوسان کننده را رانده و از آن دور می کند. در اثر برخورد های متوالی ذرات متحرک به ذرات دیگر، فشار ایجاد شده بوسیله تراکم اولیه تا مسافت زیادی منتقل می شود. وقتی یک منطقه متراکم از جسم نوسان کننده دور می شود، جسم در جهت مخالف به حرکت در می آید و این بار سبب کاهش فشار (کمتر از فشار معمولی جو) و رقیق تر شدن شدت محیط می شود. در اثر تغییر جهت حرکت نوسان کننده، تراکم دیگری ایجاد می شود که ناحیه با فشار کم را به جلو می راند. تکرار عمل فوق باعث انتشار و انتقال متناوب فشار و یا جابجایی ذرات در هوا و در نتیجه ایجاد صوت می گردد. تعداد تراکم و کاهش فشار های متوالی (فرکانس صوت) برابر با تعداد نوسان منبع نوسان کننده است ولی دامنه این تغییرات فشار معمولاً با افزایش فاصله از منبع کاهش می یابد.

احساس صوت:

ارتعاشات صوتی از نوع ارتعاشات مکانیکی طولی می باشد. ارتعاشات مکانیکی از تغییر مکان قسمتی از یک محیط کشسان نسبت به وضع عادی آن ناشی می شوند و این امر موجب نوسان آن قسمت حول وضعیت تعادل می شود. به علت خاصیت کشسانی محیط، این تغییر شکل یا آشفتگی از لایه ای به لایه دیگر منتقل می شود و به این ترتیب موج در محیط پیش می رود. در نتیجه تغییرات متناوب ایجاد شده در هوای داخل مجرای گوش، پرده گوش به ارتعاش در آمده و پس از طی مراحل، صوت احساس می شود.



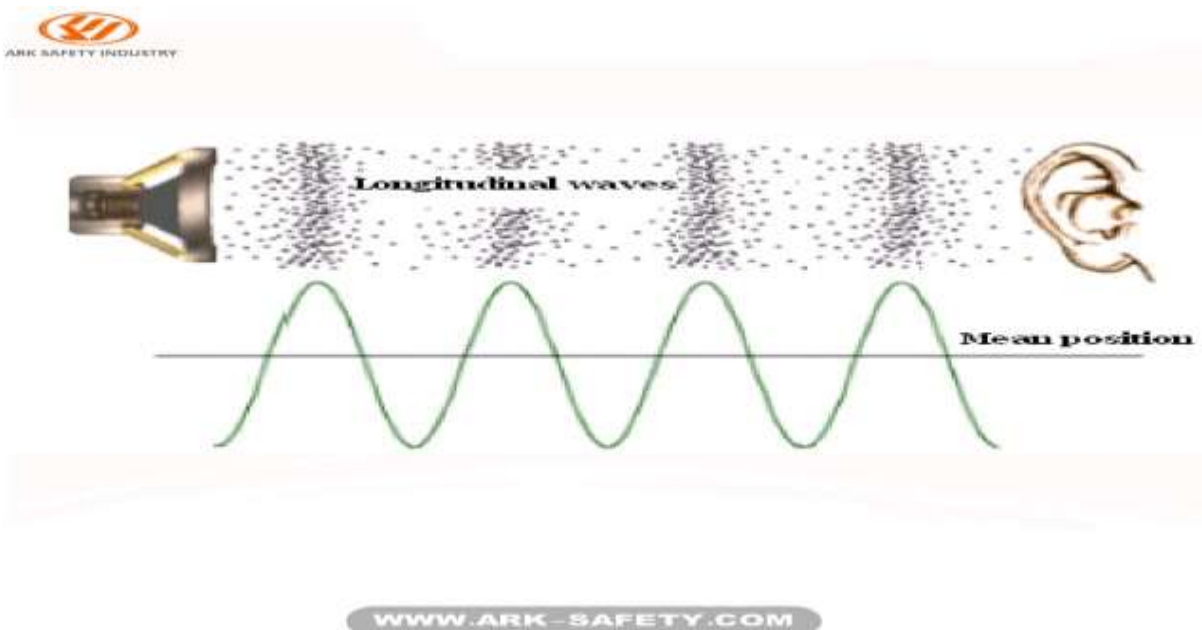
WWW.ARK-SAFETY.COM

⁵Elastic

انواع صوت:

امواج صوتی به سه شکل: اصوات ساده، اصوات مختلط دوره ای و اصوات مختلط غیر دوره ای قابل تولید و انتشار می باشد. صوت ساده شامل یک موج سینوسی ساده است. این نوع موج در طبیعت وجود نداشته و در آزمایشگاه قابل تولید است. در اصوات مختلط دوره ای معمولا یک بسامد اصلی و چند بسامد فرعی وجود دارد که با هم رابطه منظمی دارند. این امواج در بلندی های معمول، اثر ناخوشایندی ندارند. اصوات موسیقی، اصوات طبیعت و مکالمه از این دسته اند. در اصوات مختلط غیردوره ای رابطه معین یا پیش بینی شده ای از دامنه امواج و بسامدهای آنها وجود ندارد. این اصوات عموما ناخواسته، ناخوشایند و تا حدودی اجتناب ناپذیر هستند. در صنعت یکی از راه های اتلاف انرژی این گروه از اصوات هستند.

از نظر احساس فیزیولوژیک اصوات به دو گروه: موسیقی^۶ و صدا^۷ تقسیم بندی شده اند. موسیقی، اصوات منظمی هستند که رابطه معین و طراحی شده ای بین دوره های تغییرات دامنه فشار، طول موج ها و بسامدهای آنها وجود دارد. صدا، اصوات نامنظمی هستند که ناخوشایند، آزاردهنده و عموما اجتناب ناپذیر هستند که بین دوره های تغییرات دامنه های فشار، بسامدها و طول موج های آنها رابطه معینی وجود ندارد. در صنعت و محیط زیست به فراوانی از این نوع اصوات تولید و منتشر می گردد. آلودگی ناشی از این امواج در محیط تحت عنوان آلودگی صدا^۸ می باشد.



شکل 3. تولید و دریافت موج صوتی

⁶Music

⁷Noise

⁸Noise pollution

اثرات صدا بر روی انسان:

بطور کلی اثرات صدا بر روی انسان را می توان به دو قسمت جداگانه شنیداری و غیرشنیداری، مورد مطالعه قرار داد:

الف: اثرات صدا بر روی دستگاه شنوایی

هرچند صداهای خیلی شدید (150 دسی بل) می تواند باعث پارگی پرده صماخ یا تخریب دیگر قسمت های گوش بشود اما صدمه به شنوایی معمولاً در تراز های پایین تر (85-90 دسی بل) رخ می دهد که ناشی از آسیب موقت یا دائم سلول های مژه دار حسی که روی سطح وستیبولی⁹ غشاء پایه در گوش داخلی قرار دارند، می باشد. وقتی در فرکانس های معینی افت شنوایی ایجاد شود برای آنکه شخص قادر به شنیدن آن فرکانس باشد باید تراز صدا از حد معمول آستانه شنوایی بالاتر باشد، به این جهت افرادی که دچار افت شنوایی هستند به طور غیر عادی بلند حرف می زنند، چون صدای خودشان را نمی شنوند. به علاوه این افراد اغلب اوقات حرف بی صدا را که فرکانس بالا دارند خوب درک نمی کنند به این جهت برای آنان درک صحیح کلمات مشکل می شود. شخص با وجود اینکه اصوات حاصل از کلمات را درک می کند اما قادر به فهم صحیح کلمات و تعقیب مکالمه نمی باشد، مگر اینکه گوینده کلمات را به آرامی و بطور واضح و مشخص به زبان بیاورد. این چنین افت شنوایی معمولاً به یکی از دو صورت زیر است:

1. تغییر موقت آستانه شنوایی (TTS) که در آن شنوایی معمولاً در طی 16 ساعت پس از تماس با صدای آسیب زا برگشت می کند.

2. تغییر دائم آستانه شنوایی (PTS) که معمولاً یک ماه پس از توقف مواجهه با صدای آسیب زا اندازه گیری می شود.

بروز افت شنوایی ناشی از صدا معمولاً به صورت تدریجی است و در ابتدا فرکانس های مکالمه ای را در بر نمی گیرد، در نتیجه شخص از نقصان شنوایی خود بی اطلاع است. تشخیص زودرس شروع افت شنوایی و اطلاع از کیفیت تحمل گوش فرد نسبت به صدا بوسیله آزمایشات شنوایی سنجی، امکان پذیر است. در مجموع عواملی چون شدت صدا، طول مدت تماس، سن و حساسیت ویژه گوش فرد عواملی هستند که در ایجاد و پیشرفت عارضه افت شنوایی دخالت دارند.

اثرات درازمدت صدا بر روی شنوایی:

اثرات درازمدت صدا بر گوش انسان به صورت ناشنوایی ادراکی یا عصبی ظاهر می گردد. یعنی به واسطه کار در محیط های پرسروصدا سلول های شنوایی از بین رفته، به ناشنوایی غیرقابل برگشت منجر می گردد. به این نوع افت شنوایی، ناشنوایی حرفه ای هم می گویند. این افت شنوایی معمولاً متقارن و دو طرفه بوده و هر دو گوش مانند هم دچار افت شنوایی می گردند. ناشنوایی حرفه ای ناشی از کار که در طی چندین سال فعالیت در محیط های پرسروصدا ایجاد می گردد، معمولاً دارای چهار مرحله است:

⁹ Vestibular

مرحله اول : مرحله شروع یا مرحله خستگی گوش

در این مرحله کارگر بعد از پایان کار روزانه احساس گرفتگی و سنگینی و خستگی در گوش را دارد که به فاصله دو یا سه ساعت از بین می‌رود، چنانچه در این مرحله اودیومتری^{۱۰} به عمل آید کاهش شنوایی در فرکانس‌های 4000 هرتز، مشهود خواهد بود که جبران پذیر است. این مرحله دو یا سه هفته طول می‌کشد و بعد از آن کارگر هیچ گونه ناراحتی در گوش خود احساس نمی‌کند.

مرحله دوم : مرحله اختفا کامل

این مرحله ممکن است بسته به شرایط محیط کار و ویژگی‌های فردی و یا سن افراد از 2-20 سال طول بکشد. در این مرحله سلول‌های شنوایی در فرکانس‌های 3000-6000 هرتز و مخصوصا در فرکانس 4000 هرتز آسیب دیده ولی چون این فرکانس‌ها در مکالمات روزمره لازم نیست و شنوایی فرکانس‌های مکالمه ای سالم است، فرد آسیب دیده هیچ گونه احساسی از مصدوم شدن گوش خود ندارد.

مرحله سوم : مرحله اختفا نسبی

در این مرحله در اثر گسترش ناشنوایی از فرکانس‌های 4000 هرتز به طرف فرکانس‌های زیر 6000 و 8000 و همچنین فرکانس‌های 500-1000-2000 کارگر به تدریج صوت‌های با فرکانس‌های بالا را نمی‌شنود و احساس نیمه شنوایی دارد. گسترش و پیشرفت این مرحله سرانجام به کری یا ناشنوایی کامل منجر می‌گردد.

مرحله چهارم : مرحله ناشنوایی کامل یا قطعی

در این مرحله کارگر به ناشنوایی خود پی می‌برد و شنوایی فرکانس‌های مکالمه ای شخص بطور واضح و قطعی مصدوم شده است.

ب : اثرات غیرشنیداری

کاوینیوس و دروبر^{۱۱} اثرات غیرشنیداری صدا را به ترتیب زیر بیان نموده اند: صدای مزاحم و ناخوشایند می‌تواند باعث عصبانیت و تحریک پذیری شود. برای این منظور لازم نیست حتما صدا شدید باشد بلکه تیک تاک یک ساعت دیواری در یک سالن انتظار کافی است که روی یک زمینه حساس و آماده اثر کرده، باعث عصبانیت و حالت تهاجمی به خود گرفتن گردد. تحقیقات به عمل آمده در محیط‌های صنعتی نشانگر آن است که صدای شدید با سردرد، حالت تهوع، پرخاشگری، اضطراب، ناتوانی جنسی و تغییرات در خلق و خو ارتباط دارد.

¹⁰Audiometry

¹¹Cavignaus & Derobert

اثرات صدا بر روی کارایی^{۱۲}

بر اساس تحقیقات آزمایشگاهی هر چند صدای پیوسته بر میزان کارایی در فعالیت‌های ذهنی و حرکتی ساده اثر سوئی ندارد، اما اگر صدا نامنظم، متناوب و غیرقابل پیش بینی باشد بر کارایی در امور مراقبتی^{۱۳}، حافظه ای^{۱۴} و وظایف پیچیده^{۱۵} ای که شخص در آن واحد باید دو عمل انجام دهد تاثیر منفی می‌گذارد. در ضمن اثرات صدا بر روی کارایی به عوامل مختلفی چون: نوع صدا و شدت آن، قابل پیش بینی یا غیرقابل پیش بینی بودن آن، نوع کار و وظیفه، میزان قدرت تحمل استرس و دیگر ویژگی‌های شخصیتی فرد بستگی دارد.

بررسی صدا

هدف اصلی از بررسی صدا در محیط کار به منظور طبقه بندی مشاغل برحسب میزان صدای موجود می‌باشد. به طور کلی بررسی صدا میزان مخاطره آمیز بودن آن را برای کارگران تعیین می‌کند تا به دنبال آن خط مشی مناسب برای HCP^{۱۶} تعیین شود. پس از بررسی صحیح و مناسب صدا، میزان صدای بیش از حد مجاز در محل کار تعیین شده و می‌توان روش‌های موثر کنترل را برای کاهش دائم صدا در آن محیط به کار بست و یا بر حسب نوع کار، به عنوان یک روش تکمیلی، استفاده از وسایل حفاظت فردی را به کارگران توصیه نمود.



شکل 4. نمایی از تاثیر صدا بر انسان

¹²Performance

¹³Vigilance

¹⁴Memory

¹⁵Complex

¹⁶Hearing Conservation Program

پیامدهای منفی و زیان بار ناشی از آلودگی صوتی به طور کلی در انسان ها به قرار زیر است:

- نگرانی همراه با خستگی و کاهش راندمان کار
- دگرگونی های دائم یا موقت در رفتار زیستی از قبیل انقباض نایژک ها و تغییر ضربان قلب
- آسیب در دستگاه شنوایی و دیگر دستگاه های بدن

روش های جلوگیری از آلودگی های صوتی

با توجه به اینکه معمولا صداها از تولید کننده ای پخش، و توسط گیرنده ای دریافت می شوند بنابراین جهت کنترل این آلودگی، کاهش شدت صدا، جلوگیری از انتشار و نفوذ هوا و محافظت از گیرنده می تواند موثر باشد. با توجه به عوارض و پیامدهای نامطلوب آلودگی صوتی در محیط های طبیعی، اجتماعی و به ویژه انسانی، ضرورت کنترل آن به طور جدی مطرح می گردد. از این رو، به منظور مقابله با این مسئله، روش های مختلفی وجود دارد که در ذیل به برخی از آن ها اشاره می شود:

- کاهش یا حذف سرو صدا از منبع تولید، که به این منظور باید از تجهیزات و امکانات فنی و عملی بهره گرفت.
- جلوگیری از انتقال صدا از منبع تولید، که به این منظور باید بین منبع مولد صدا و گیرنده آن سدی ایجاد کرد، و یا باید منبع مولد صدا به محلی مناسب انتقال داد.
- ضد صدا کردن ساختمان ها و واحد های مسکونی
- مضاعف یا دولایه کردن شیشه پنجره ها در جهت جلوگیری از نفوذ صدای بیرون به داخل ساختمان
- ایجاد نوارهای عریضی از درختان و پوشش های گیاهی که به میزان ۱۰ دسی بل از شدت صوت می کاهد.

اثرات سوء سروصدا بر سلامتی

1. **شنوایی:** مواجهه مداوم با صدا باعث از دست رفتن قدرت شنوایی می گردد. از دست رفتن قدرت شنوایی به تدریج صورت گرفته و فاقد درد می باشد، اما متأسفانه اثرات آن دائمی و غیر قابل برگشت است؛ چرا که سلول هایی مویی حلزون گوش قابلیت بازسازی مجدد ندارند. ناشنوایی و کاهش قدرت شنوایی بر خلاف تصور عموم به علت افزایش سن و پیری نیست بلکه قرارگیری در معرض صداها یا ناهنجار علت اصلی آن می باشد. کاهش قدرت شنوایی، ناشنوایی، زنگ و وزوز گوش از عوارض صدای بلند هست.

2. **قلب و عروق:** چنانچه فردی به طور مداوم طی هشت ساعت در معرض صدای بالای ۷۰ دسی بل قرار گیرد، فشار خون وی تا ۵ الی ۱۰ میلی متر جیوه افزایش می یابد. افزایش فشار خون انقباض عروق (به علت استرس و افزایش سطح آدرنالین خون)، افزایش خطر ابتلا به امراض قلبی عروقی از عوارض صدا می باشند.
3. تحریک رفتارهای ضد اجتماعی، خشونت طلبی، افزایش نرخ حوادث کار، مختل شدن رشد شناختی در کودکان، اختلالات روانی، کاهش تمرکز و کاهش بازده کاری از دیگر عوارض سر و صدا می باشد.
4. **بارداری و سلامت جنین:** سروصدا باعث تولد نوزادان زود رس، کم وزن و دارای نقص عضو می گردد. جنین قادر به شنیدن صداها و همچنین پاسخ به آن ها می باشد.
5. استرس، اضطراب، سردرد، خستگی، ضخم معده، سرگیجه، انقباضات عضلانی، اختلال در سیستم گوارش، افزایش کلسترول و تعداد گلبول های سفید خون، افزایش سرعت تنفس، دل درد، تغییر در عملکرد طبیعی غدد درون ریز از دیگر عوارض سروصدا می باشند.

نتیجه گیری:

منظور از آلودگی صوتی امواج ناخواسته ای است که در شرایط مکانی و زمانی ویژه بر فعالیت موجودات زنده به ویژه انسان تاثیر گذاشته و می تواند عوارض متعدد جسمی و روحی و بویژه اختلال در اعصاب شنوایی را منجر شود. در واقع آلودگی صوتی یک عامل خستگی آور است و باعث کاهش ظرفیت انسان در مشاغل فکری و مشاغل بدنی و ساده می شود. آلودگی صوتی بر وضع روانی و روحیه شخص اثر می گذارد و باعث اختلال در تطابق انسان با محیط کار می شود که نتیجه آن کاهش بازده کار می باشد. در صورتی که مدت مواجهه با آلودگی صوتی افزایش پیدا کند می تواند موجب کاهش شنوایی و همچنین خطر ابتلا به امراض قلبی عروقی را افزایش دهد.

از جمله راهکارهای مؤثر در کاهش عوارض آلودگی صوتی می توان به ایزوله کردن^{۱۷} منبع صوت، کاهش میزان مواجهه با صدا، ایزوله سازی ساختمان ها با هدف جلوگیری از نفوذ صدا به داخل و در مرحله آخر استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب مانند ایرپلاگ^{۱۸} و ایرماف^{۱۹} می توان اشاره کرد.

¹⁷Isolation

¹⁸Ear plag

¹⁹Ear muff



شکل 5. بترتیب نوعی ایرماف و ایرپلاگ را نشان می دهد.

منابع:

احمدی کانرش، فخرالدین، علیمحمدی، ابوالقاسمی، رحمانی، کاظم. بررسی اثرات روانی و فیزیولوژیکی ناشی از مواجهه مزمن با صدا در یک صنعت خودروسازی. مجله ارگونومی. 2019. May 10;7(1):54-62.

سایت دانشگاه علوم پزشکی شیراز

کتاب راهنمای اندازه گیری و ارزیابی صدا و ارتعاش در محیط کار، دکتر رستم گلمحمدی

Leather P, Beale D, Sullivan L. Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. Journal of Environmental Psychology. 2003 Jun 1;23(2):213-22.