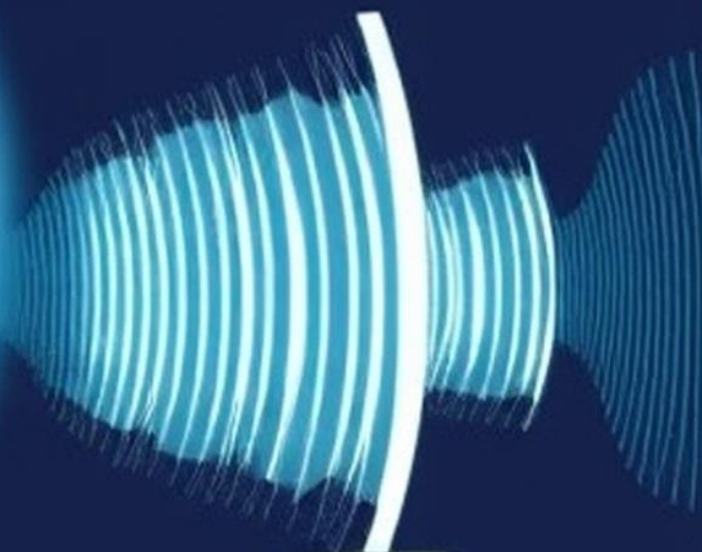


راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار



معاونت امور بهداشتی



آزمایشگاه مرجع بهداشت حرفه‌ای
ویرایش اول - آذر ۱۴۰۳



فهرست	صفحه
مقدمه	۱
اهمیت موضوع	۲
مفاهیم اساسی صوت	۴
تجهیزات	۸
روش های اندازه گیری	۱۰
گزارش نویسی	۱۹
الزامات اداری	۲۱
منابع	۲۳

مقدمه

در دنیای صنعتی و کارگاهی امروز، صدا به عنوان یکی از عوامل محیطی مهم و تأثیرگذار بر سلامت و ایمنی کارکنان شناخته می‌شود. این راهنما با هدف ارائه یک چارچوب برای ارزیابی صدا در محیط‌های کاری تهیه شده است. در این مستند، تجهیزات، روش‌های اندازه‌گیری، گزارش نویسی، تفسیر نتایج و الزامات اداری شرح داده می‌شود.

ارزیابی فنی صدا در محیط‌های کاری یک فرآیند ضروری است که به حفظ سلامت و ایمنی کارکنان کمک می‌کند. با اجرای این ارزیابی‌ها و پیاده‌سازی راهکارهای مناسب، شرکت‌ها می‌توانند محیط‌های کاری ایمن‌تر و سالم‌تری را فراهم کنند که در نهایت به افزایش بهره‌وری و رضایت شغلی منجر خواهد شد. این راهنما می‌تواند به عنوان یک منبع مفید برای کارشناسان گروه هدف عمل کند تا آن‌ها را در شناسایی و مدیریت خطرات ناشی از صدا یاری کند.

اهمیت موضوع

صدا به صورت امواج مکانیکی می‌تواند بر کل بدن از جمله دستگاه شنوایی تأثیر سوء داشته باشد. البته این تأثیر از نظر اپیدمیولوژیک زمانی می‌تواند اهمیت داشته باشد که منجر به اختلال فیزیولوژیک در بدن گردد. در محیط‌های کاری نیز صدا از این دیدگاه مورد توجه قرار می‌گیرد. اثرات صدا بر انسان از چند جنبه مورد توجه می‌باشد:

- (۱) صدمه به دستگاه شنوایی
- (۲) تداخل با مکالمه: مکالمه در محیط‌های کاری به‌عنوان یکی از راههای ارتباط می‌باشد که در صورت وجود صدای زمینه مخصوصاً در فرکانس‌های حدود مکالمه (۲۰۰ - ۱۰۰ هرتز) می‌تواند ارتباط بین افراد را از طریق کلامی مختل سازد و باعث بروز اشتباه و نیز حوادث گردد. در ارزیابی صدا، تراز تداخل با مکالمه (SIL) نیز محاسبه و مورد توجه قرار می‌گیرد.
- (۳) اثر روی اندام بینایی: در مواجهه با صدا، کنترل تطابق و تعقیب اشیاء به هم می‌خورد و عکس‌العمل به نور کم می‌شود.
- (۴) اثر بر سیستم تعادلی (گیجی، تهوع، اختلال در راه رفتن)
- (۵) ناراحتی اجتماعی: مانند اثر بر خواب و روابط اجتماعی و خانوادگی خصوصاً هنگامی که افت شنوایی به ناحیه مکالمه سرایت نموده باشد. افرادی که دچار افت دائم شنوایی شوند میل دارند این عارضه مخفی بماند، لذا در مناسبات اجتماعی کمتر شرکت می‌نمایند.
- (۶) اثرات عصبی: اثر بر دستگاه گوارش شامل اختلالات و حتی دردهای شکمی و ترشح زیاد اسیدمعده و تشدید بیماری‌های مرتبط
- (۷) اثر روی الکترولیت‌ها: مخصوصاً روی نگهداری سدیم در ادرار نقش محدود کننده دارد.
- (۸) مواجهه با صدا در تطابق بدن با گرما نقش منفی دارد.
- (۹) اثرات جانبی: شامل کاهش راندمان کار، افزایش ریسک حوادث.
- (۱۰) اثرات روانی: هیجان، تحریک‌پذیری و اختلالات روانی، مطالعات نشان داده است که افرادی که با صدا مواجهه دارند بیشتر به اختلالات روانی دچار می‌گردند.
- (۱۱) اثرات فیزیولوژیک عمومی: صدا می‌تواند باعث تحریک عصبی شده و ضربان قلب، فشار خون و مصرف اکسیژن و تعداد تنفس را افزایش دهد که این تغییرات بر عملکرد دستگاه‌های بدن اثر

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

نامطلوب دارد. این عوارض برای کسانی که دارای بیماری‌های قلب و عروق دارند و همچنین زنان باردار بسیار خطرناک است.

۱۲) اثر ذهنی صدا: برای همه افراد چه در محیط کار و چه در اجتماع اثر ذهنی صدا یکسان نبوده و افراد مختلف از نظر اثرات روانی و عصبی آن یکسان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند لذا ممکن است یک صدای واحد برای بعضی افراد قابل تحمل و برای دیگران آزار دهنده باشد. این عامل مستقل از تراز فشار است و منحصر به ترازهای بالا نیز نیست.

لذا با توجه به جنبه‌های بهداشتی مواجهه با صدای شغلی، آمارهای افت شنوایی در محیط‌های کاری و همچنین اهمیت روزافزون رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، امیدواریم که این راهنما به ارتقای آگاهی و اقدامات مؤثر در جهت ارزیابی فنی و کاهش خطرات صوتی در محیط‌های کاری منجر شود.

مفاهیم اساسی صوت

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره‌ی طبیعی آنان ظاهر نشود. اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شود که متوسط حد آستانه شنوایی در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز تجاوز نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعیین شده در این راهنما دارند می‌بایست مراقبت‌های پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایر اقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

بر اساس جدول شماره ۱ حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تر از معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۵ dBA است. در صورتی که کارگر طی نوبت کاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد می‌بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی (HCP) برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۲ dBA تعیین شده است.

اجرای برنامه حفاظت شنوایی با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر شامل اندازه گیری و ارزیابی مداوم مواجهه کارگر استفاده از وسایل حفاظت شنوایی آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمایش شنوایی-سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت ۸۲ dBA قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای افزایش ۳ دسی بل تر از فشار صوت زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد.

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

جدول ۱- حدود مجاز مواجهه شغلی برای اصوات قابل شنوایی

مدت مواجهه در روز	حد مجاز تراز معادل فشار صوت $SPL-TWA \text{ dB(A)}^{**}$ به (فشار مینا ۲۰ میکرو پاسکال)	حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار $SPL-TWA \text{ dB(A)}^{**}$ صوت به (فشار مینا ۲۰ میکرو پاسکال)
۲۴ ساعت	۸۰	۷۷
۱۶ ساعت	۸۲	۷۹
۸ ساعت	۸۵	۸۲
۴ ساعت	۸۸	۸۵
۲ ساعت	۹۱	۸۸
۱ ساعت	۹۴	۹۱
۳۰ دقیقه	۹۷	۹۴
۱۵ دقیقه	۱۰۰	۹۷
۷/۵۵ دقیقه	۱۰۳	۱۰۰
۳/۷۵۵ دقیقه	۱۰۶	۱۰۳
۱/۸۸۵ دقیقه	۱۰۹	۱۰۶
۰/۹۴۵ دقیقه	۱۱۲	۱۰۹
۲۸/۱۲۵ ثانیه	۱۱۵	۱۱۲
۱۴/۰۶۵ ثانیه	۱۱۸	۱۱۵

مراحل اندازه‌گیری و ارزیابی صدا

مهم‌ترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل موارد زیر

است:

- (۱) تعیین هدف اندازه‌گیری
- (۲) گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه
- (۳) گردآوری اطلاعات نحوه مواجهه کارگر
- (۴) تعیین روش مناسب اندازه‌گیری
- (۵) انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری
- (۶) کالیبراسیون
- (۷) شناخت استانداردها و حدود مجاز مواجهه کارگر

اهداف اندازه‌گیری

قبل از اقدام به اندازه‌گیری باید هدف کار معلوم گردد. برای دستیابی به هر هدف روش، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت می‌باشد.

(۱) اندازه‌گیری صنعتی: به‌طور مثال اندازه‌گیری صدای یک دستگاه معین برای اهداف عیب‌یابی یا بازرسی فنی

(۲) اندازه‌گیری محیطی: به‌منظور تعیین توزیع تراز فشار صوت در سطح کارگاه یا معین نمودن منابع اصلی تولید صدا

(۳) اندازه‌گیری فردی: برای مشخص نمودن میزان مواجهه کارگر

(۴) اندازه‌گیری به‌منظور تعیین روش و چگونگی کنترل صدا

گردآوری اطلاعات

اولین مرحله از فرایند اندازه‌گیری و ارزیابی صدا، جمع‌آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه کارگران می‌باشد. در این مرحله ابتدا نقشه ساده محیط کار که دارای مقیاس و محل نصب دستگاه‌ها، خصوصاً دستگاه‌های مولد صدا هستند، ترسیم گردیده، سپس اطلاعات مربوط به محل‌های تردد و توقف کارگران، ساعات مواجهه هر گروه کارگران با صدا، اوقات تغییر شیفت و اطلاعات مدیریتی مهم مانند اضافه‌کاری، کار گردشی و مرخصی‌ها ثبت می‌گردد. در صورتی که اهداف کنترل صدا نیز مد نظر باشد لازم است که اطلاعات دقیق و وسیعی علاوه بر موارد ذکر شده از مشخصات فنی دستگاه‌ها و محل استقرار آن‌ها، مشخصات فنی سازه‌های بنای کارگاه و نیز مشخصات آکوستیکی سطوح داخلی به فهرست اطلاعات اضافه گردد.

کالیبراسیون

برای اطمینان از صحت کار دستگاه بایستی قبل از اقدام به اندازه‌گیری آن را با وسیله‌ای استاندارد (کالیبراتور) کالیبره نمود. از آنجایی که عوامل متعددی بر کار دستگاه مؤثر می‌باشند، لازم است برای هر بار استفاده از دستگاه قبلاً از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل شود.

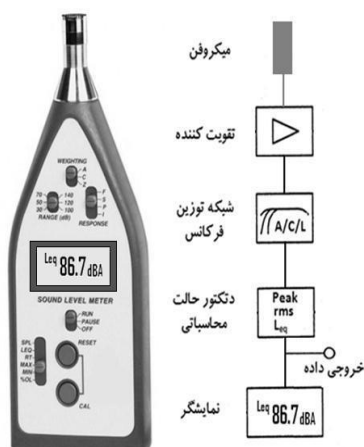
شبکه سرعت پاسخ دستگاه

در دستگاه‌های ترازسنج برای هر نوع صوت از یک سرعت متناسب استفاده می‌شود که شامل موقعیت Slow برای صدای یکنواخت یا منابع صوتی ساکن بوده و حساسیت دستگاه در حد ثانیه برای ثبت تغییرات دامنه صدا می‌باشد. موقعیت Fast برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت منابع متحرک یا اصوات متغیر با زمان و نوبتی مناسب بوده و دستگاه تغییرات سریع دامنه در حد میلی‌ثانیه را نیز ثبت می‌کند، موقعیت Impulse یا Impact برای اندازه‌گیری اصوات کوبه‌ای یا ضربه‌ای مناسب بوده و دستگاه ترازسنج تغییرات دامنه صدا در حد میکروثانیه را ثبت می‌نماید.

تجهیزات

تراز سنج صوت

این دستگاه برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت طراحی گردیده است.



ساختار و نمای دستگاه تراز سنج صوت

کالیبراسیون تراز سنج صوت

کالیبراسیون، حتماً باید با کالیبراتور خارج دستگاه انجام شود. برای کالیبراسیون، بایستی دستگاه را روی حالت سرعت Slow و شبکه A و حالت SPLrms قرار داده، آنگاه پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن کردن کالیبراتور و تراز سنج، به وسیله پیچ تنظیم که بر روی تراز سنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام می‌گردد. در دستگاه‌های جدید امکان کالیبراسیون با استفاده از منوی داخلی و بدون پیچ تنظیم نیز وجود دارد. تاکید می‌گردد باید اندازه میکروفن و رابط کالیبراتور متناسب بوده و لقی نداشته باشد. لازم است کالیبراتور صداسنج و کالیبراسیون داخلی دستگاه‌های اندازه‌گیری صدا به صورت سالیانه توسط شرکت‌های ذی‌صلاح سازمان استاندارد کالیبره گردد و گواهی مربوطه درحین سنجش به همراه تیم سنجشگر باشد.

آنالیزور طیفی صوت

تجزیه‌کننده‌های صوت به‌طور معمول برای بررسی توزیع فرکانس صوت در پهنای ۱/۱۰ یا ۱/۳ اکتاو باند طراحی شده‌اند این دستگاه‌ها اغلب دارای فیلترهای درصد باند ثابت هستند که بر اساس تراز فشار صوت در فرکانس مرکزی پهنه‌های مختلف را تجزیه و اندازه‌گیری می‌کند. پهنای باند فیلتر در این نوع برای فرکانس‌های پایین محدود و برای فرکانس‌های بالا وسیع بوده و در فرکانس مرکزی از هر باند عمل اندازه‌گیری را انجام می‌دهد.

دزیمتر صدا

در اندازه‌گیری و ارزیابی صدای محیط کار از دیدگاه تعیین مواجهه کارگر دقیق‌ترین روش دزیمتری است. در دزیمتری کلیه زمان‌های مواجهه کارگر با ترازهای مختلف در طول شیفت محاسبه، و با استفاده از تراز معادل دز دریافتی کارگر در یک شیفت کاری اندازه‌گیری می‌شود. اساساً دزیمتر فرآیند اثر تجمعی فشار صوت یا حدود مربوط به تراز فشار صوت را در یک دوره زمانی مواجهه مثلاً (۸ ساعته) نشان می‌دهد. کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده تراز در شبکه A بوده و برای کار با دزیمتر باید ابتدا آن را کالیبره نموده و بر اساس استانداردهای شناخته شده تنظیم گردد.

روش‌های اندازه‌گیری

الف - اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی

در این روش محل‌های استقرار کارگران مورد نظر نبوده ولی از نتایج آن برای تعیین و مشخص نمودن توزیع تراز فشار صوت و محدوده‌های خطر در کارگاه و همچنین تعیین منابع اصلی صوت برای کنترل صدا، استفاده می‌شود و شامل روش‌های زیر است:

- (۱) روش شبکه‌ای منظم برای تهیه نقشه صوتی
- (۲) روش اندازه‌گیری محیطی ویژه مانند اندازه‌گیری صدای یک منبع، مقاصد پژوهشی یا کنترل صدا

ب - اندازه‌گیری موضعی به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

برای نیل به این هدف بر اساس شرایط کار، ویژگی‌های مواجهه کارگر با صدا و عوامل مرتبط دیگر از یکی از روش‌های زیر استفاده می‌گردد:

- (۱) اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت
- (۲) اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت‌های معین با صدای متغیر با زمان و نوبتی
- (۳) اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت‌های نامعین با صدای متغیر با زمان
- (۴) اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای کوبه‌ای و ضربه‌ای

روش شبکه‌ای منظم

این روش برای تهیه نقشه ناحیه‌بندی صدا و مشخص نمودن نواحی مختلف کارگاه بر اساس محدوده‌های تعیین شده تراز فشار صوت اجرا می‌گردد. در این روش کارگاه به صورت شبکه‌ای منظم به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر خانه یک ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد. لذا می‌توان برای کارگاه‌ها با توجه به مساحت و امکانات تعداد معین و محدودی ایستگاه انتخاب نمود. در این شیوه، کارگاه‌های تا یک صد مترمربع را به خانه‌ها با ابعادی حدود ۲ متر، کارگاه‌های وسیع‌تر را به خانه‌ها با ابعاد حداکثر ۵ متر و کارگاه‌های بیش از یک هزار متر مربع مساحت را که اغلب دارای منابع صوتی بزرگ هستند به خانه‌ها با ابعاد ۱۰ متر تقسیم‌بندی می‌شود. تعداد کمتر از ۲۰

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

ایستگاه برای تحلیل داده‌ها ایجاد مشکل می‌نماید و تعداد بیش از ۶۰ ایستگاه نیز با توجه به طول مدت زمان اندازه‌گیری و تغییر احتمالی شرایط صوتی کارگاه اعتبار داده‌ها را دچار مشکل می‌نماید. لذا محدوده مناسب تعداد ایستگاه در هر محدوده سنجش بین ۲۰ تا ۶۰ پیشنهاد می‌گردد.

نکات کلیدی در اندازه‌گیری محیطی صدا

- (۱) تراز سنج صوت کالیبره شود.
- (۲) میکروفن در حالت Random باشد (برخی دستگاه‌ها این وضعیت را ندارند)
- (۳) شبکه وزنی A و سرعت پاسخ Slow باشد.
- (۴) ارتفاع میکروفن در تمام ایستگاه‌ها به صورت ثابت، بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر بسته به وضعیت نشسته یا ایستاده بودن اغلب کارگران تنظیم کنید.
- (۵) بهتر است همواره از محافظ اسفنجی میکروفن استفاده کنید.
- (۶) در همه ایستگاه‌ها جهت میکروفن ثابت باشد. بهتر است به سمت طول کارگاه باشد.
- (۷) فاصله میکروفن با تجهیزات از نیم متر کمتر نباشد. طبعاً برخی ایستگاه‌ها امکان اندازه‌گیری ندارد، مقابل ایستگاه مربوط به آنها خط تیره بکشید.
- (۸) همه اندازه‌گیری‌ها تراز فشار صوت در مرکز هر خانه شطرنجی انجام شود.
- (۹) میکروفن دستگاه افقی و کاملاً بدون لرزش باشد. اگر نمی‌توانید، از سه پایه استفاده کنید.
- (۱۰) در صورتی که تراز فشار صوت یکنواخت است، باید در هر ایستگاه ۱۵ ثانیه صبر کنید بعد تراز فشار صوت را بخوانید یا ذخیره کنید. هیچ‌گاه نباید با عجله این کار را انجام دهید.
- (۱۱) زمان اندازه‌گیری از نظر آماری باید Mode شرایط کار یا همان پرتکرارترین وضعیت کار کارگاه باشد تا نتایج به واقعیت نزدیک‌تر باشد. لذا باید زمان را به خوبی انتخاب نمایید. به طور مثال اندازه‌گیری در شرایط پیک کاری یا مخالف آن نتایج گمراه‌کننده‌ای خواهد داشت.
- (۱۲) در صورتی که صدای محیط یکنواخت نیست باید دستگاه در حالت SPLeq یا Leq قرار گیرد. برای این کار در هر ایستگاه تراز معادل ۳۰ ثانیه‌ای تا یک دقیقه‌ای کافی است. برای اندازه‌گیری ایستگاه بعدی باید دستگاه ریست (reset) شود.
- (۱۳) برای ارزیابی محیطی صدا در هر محدوده باید حداقل نتایج ۲۰ ایستگاه وجود داشته باشد.

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

پس از ثبت نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی، می‌توانید به روش‌های مختلف آن‌ها را روی نقشه یا در جدول کدبندی شده مربوطه درج نمایید. در مرحله بعد با توجه به سه محدوده از تراز فشار صوت، با رنگ مناسب، نقشه رنگی محدوده بندی شده ترسیم نمایید. این محدوده‌ها به شرح زیر است:

(۱) محدوده ایمن ($SPL < 65 \text{ dBA}$) با رنگ سفید یا سبز و یا کد S

(۲) محدوده احتیاط ($65 \leq SPL < 85 \text{ dBA}$) با رنگ زرد یا کد C

(۳) محدوده خطر ($SPL \geq 85 \text{ dBA}$) با رنگ قرمز یا کد D

مرز محدوده خطر بر اساس طول زمان مواجهه کارگر با صدا در هر شیفت تعیین می‌گردد که در اینجا برای ۸ ساعت کار آمده است. لذا در صورتی که کارگران مواجهه طولانی‌تری داشته باشند این حد به‌طور متناسب کاهش خواهد یافت. پس از تعیین محدوده خطر لازم است تعداد و درصد کارگران در معرض خطر و دستگاه‌های مهم که منابع اصلی انتشار صدای زیان‌آور هستند را مشخص گردد.

بر روی نقشه صوتی باید منابع اصلی مولد صدا ترسیم گردد. حاصل کار نقشه ناحیه بندی شده کارگاه معمولاً با رنگ مشخص می‌شود که در آن نواحی ایمن، احتیاط و خطر مشخص شده است. کاربرد این روش تعیین درصد و محل محدوده‌های خطر و تعیین تعداد و درصد کارگران مشغول کار در این نواحی می‌باشد. برای کنترل مواجهه کارگران، باید توقف یا تردد در نواحی خطر محدود و بررسی‌های جامع و دقیقی در این محدوده‌ها انجام گردد.

اندازه‌گیری موضعی به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

در اندازه‌گیری به‌منظور تعیین حدود مواجهه کارگر، باید در نظر داشت که اندازه‌گیری صرفاً در محل‌های توقف یا تردد کارگر و در ناحیه شنوایی وی انجام گردد. ارزیابی مواجهه کارگر با صدا مستلزم اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مقیاس A و تعیین مدت زمان مواجهه برای هر کارگر به‌طور مجزا می‌باشد.

نکات کلیدی در اندازه‌گیری موضعی صدا

(۱) کسب اطلاعات لازم از چگونگی مواجهه از نظر طول هر بار مواجهه با صدا، الگو و تناوب آن از جهت نوع صدا شامل پیوسته یا کوبه‌ای و سایر اطلاعات محیطی مرتبط با کارگر.

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

۲) تعیین ایستگاه یا ایستگاه‌های اندازه‌گیری: برای این کار ترجیحاً محل استقرار یا محل‌های توقف کارگر تعیین و به‌عنوان ایستگاه اندازه‌گیری ثبت می‌شود و در همان ایستگاه‌ها در منطقه شنوایی کارگر بدون مزاحمت برای کار وی اندازه‌گیری صورت گیرد.

۳) قبل از انجام اندازه‌گیری الگوی کاری کارگر را روی کاغذ ثبت نمایید تا تعداد و مدت اندازه‌گیری‌ها از قبل معلوم باشد.

۴) دستگاه باید کالیبره شده باشد و روی شبکه وزنی A و سرعت پاسخ Slow تنظیم شود.

۵) میکروفن در حالت Frontal و کاملاً افقی در ارتفاع محدوده شنوایی کارگر رو به منبع صدا همانگونه که کارگر قرار گرفته تنظیم شود. میکروفن نباید لرزش داشته باشد و بهتر است دستگاه ترازسنج روی سه‌پایه نصب شود.

۶) هنگام اندازه‌گیری فعالیت غیر معمولی توسط کارگر انجام نشود. و هنگام اندازه‌گیری با کارگر صحبت نکنید.

۷) توصیه می‌شود که دستگاه در حالت اندازه‌گیری تراز معادل Leq به مدت دست‌کم یک دقیقه تنظیم شود. البته تعیین این مدت بسته به تغییرات صدا می‌تواند طولانی‌تر باشد تا حدی که از صحت نتایج اطمینان حاصل نمایید. برای اندازه‌گیری بعدی باید دستگاه ری‌ست (reset) شود.

۸) تلفیق ترازهای صوتی مواجهه با مدت‌های مواجهه به‌طوری انجام شود که بتوانید با استفاده از تراز معادل، TWA یا دز در خصوص مواجهه کارگر اظهار نظر نمایید. هیچ ابهامی نباید وجود داشته باشد.

یادآوری می‌گردد که هر ارزیابی مخصوص یک کارگر است و در صورت مشابهت در مواجهه بایستی برای هر کارگر میزان مواجهه معلوم گردد. در این الگوریتم بین کارگری که فقط با صدای یک منبع صوتی با کارگری که با منابع متعدد مواجهه دارد تفاوتی وجود ندارد. نکته مهمی که باید مد نظر قرار گیرد این است که نبایستی در زمان اندازه‌گیری صدا تغییری در وضعیت و شرایط کار، منابع صوتی یا محل استقرار کارگر ایجاد شود:

۱) در صورتی که کارگر در طول شیفت کاری با صدای یکنواخت مواجهه داشته باشد، می‌توان در

ایستگاه توقف یا در نقاط تردد وی سه بار اندازه‌گیری را تکرار و نتایج را با استفاده از فرمول LP

میانگین لگاریتمی تراز فشار صوت مواجهه کارگر را محاسبه و ثبت نمود. اظهار نظر نهایی با

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

عنایت به مدت زمان مواجهه کلی، می‌تواند با مقایسه با جدول حدود مجاز یا از طریق محاسبه دز دریافتی یا تراز معادل انجام می‌گردد. محاسبه تراز معادل ۸ ساعته یا دز صدای دریافتی با توجه میانگین تراز مواجهه محاسبه شده و مدت زمان مواجهه انجام می‌گردد.

۲) اگر کارگر با ترازهای فشار صوت معین و متفاوت در زمان‌های مختلف (و مشخص) مواجهه داشته باشد، برای هر دوره مواجهه یک بار اندازه‌گیری صدا انجام می‌گردد و آنگاه با استفاده از روابط مربوط به تراز معادل و دز می‌توان مقادیر را به یک شاخص واحد تبدیل نمود این شاخص به راحتی با مقادیر مجاز قابل مقایسه خواهد بود.

۳) اگر کارگر در یک یا چند ایستگاه کاری در زمانهای نامشخص با ترازهای فشار صوت متفاوت مواجهه داشته باشد تنها راه اندازه‌گیری قابل اعتماد، دزیمتری صدا توسط دستگاه دزیمتر است.

۴) برای کارگری که با صدای نوبتی مواجهه دارد باید اندازه‌گیری صدا در حالات مختلف دوره‌های مواجهه انجام گردد و پس از برآورد یا ثبت مدت زمان مواجهه با دوره‌های تکرار صدا، می‌توان مقادیر را به شاخص دز یا تراز معادل تبدیل نمود و در این مرحله به راحتی قابل مقایسه با مقادیر مجاز می‌باشد.

اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای کوبه‌ای و ضربه‌ای

شرط استفاده از این روش این است که تراز فشار پیک صوت نباید از ۱۴۰ dBC بیشتر باشد. لیکن برای اندازه‌گیری صدای کوبه‌ای و مقایسه آن با حدود مجاز لازم است که تراز فشار صوت را در مقیاس A در محل استقرار کارگر اندازه‌گیری نموده و با توجه به مجموع مدت زمان مواجهه کارگر با ترازهای کوبه‌ای یا ضربه‌ای با جدول حدود مجاز مقایسه گردد. راه مناسب‌تر این است که مقادیر تراز صدای اندازه‌گیری شده و مجموع زمان مواجهه به تراز معادل یا دز تبدیل و با مقادیر مجاز مواجهه مقایسه گردد. برای ارزیابی صدای ضربه‌ای در محیط‌های باز و میدان آزاد این روش توصیه می‌گردد اما در مواردی که کارگر در اماکن بسته با صدای کوبه‌ای مواجهه دارد، با توجه به وجود صدای زمینه پیشنهاد می‌گردد که از روش ذکر شده برای الگوی مواجهه با صدای نوبتی استفاده شود.

روش اندازه‌گیری صدا در محیط‌های روباز

تراز فشار صوت ناشی از منابع مختلف را می‌توان در هر فاصله از منبع صوتی اندازه‌گیری

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

نمود. این تراز توسط دستگاه ترازسنج صوت به صورت مقادیر لحظه‌ای نشان داده می‌شود. بر اساس هدف اندازه‌گیری برای دوره‌های کوتاه مدت یا بلند مدت امکان اندازه‌گیری تراز فشار صوت وجود دارد. اصول اندازه‌گیری صدا در مباحث قبلی آمده است و بایستی برای محیط‌های باز نیز رعایت گردد.

نکات کلیدی در اندازه‌گیری صدا در محیط‌های روباز

- (۱) میکروفن باید بدون زاویه نسبت به منبع و در مقابل آن قرار گیرد و $leq 30$ (حداقل ۳۰ ثانیه) سنجش شود.
 - (۲) ارتفاع قرارگیری میکروفن همان ارتفاع مورد نظر در ارزیابی (بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر بسته به وضعیت نشسته یا ایستاده بودن اغلب کارگران) باشد.
 - (۳) برای حذف اثر جریان هوا روی سطح میکروفن، باید از محافظ اسفنجی استفاده شود.
 - (۴) از ایستادن در جلو میکروفن یا مکالمه در کنار آن اجتناب گردد.
 - (۵) ترازسنج صوت روی شبکه توزین فرکانس A و سرعت Slow تنظیم شود.
 - (۶) ترازسنج صوت مورد استفاده باید بتواند تراز معادل و تراز آماری برای دوره زمانی اندازه‌گیری را محاسبه نماید.
 - (۷) در صورتی که اندازه‌گیری بلند مدت مد نظر باشد باید دستگاه ترازسنج به منبع دائمی برق متصل باشد یا تدابیر لازم برای انجام اندازه‌گیری در دوره‌های شاخص برای تعمیم به کل دوره زمانی مورد نظر به عمل آید تا مقادیر به تراز معادل کلی به یک تراز برای دوره زمانی (مثلاً ۱۵ ساعته) تبدیل گردد. به‌هر حال نتایج بایستی دربرگیرنده تمام وضعیت‌ها باشد.
- در صورتی که دستگاه مورد نظر ترازهای مختلفی از فشار صوت را در اطراف خود منتشر نماید، در این صورت با توجه به موقعیت قرارگیری دستگاه که در ذیل توضیح داده شده به فواصل یکسان از منبع، تراز فشار صوت را اندازه‌گیری نمود. (روش‌های زیر صرفاً جهت یکسان‌سازی در تعیین تعداد ایستگاه‌های سنجش برای شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای می‌باشد)
- در صورتی که دستگاه مولد صدا در کارگاه با دسترسی ۹۰ درجه قرار گیرد، به ازای هر ۳۰ درجه باید با فواصل دو متری از دستگاه، سنجش شروع شود و در صورت لزوم تا چند ردیف ادامه داده تا به صدای ۸۵ برسد. فاصله بین ردیف‌های اندازه‌گیری با یکدیگر ۲ متر می‌باشد.

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

- در صورتی که دستگاه مولد صدا در کارگاه با دسترسی ۱۸۰ درجه قرار گیرد، به ازای هر ۳۰ درجه باید با فواصل دو متری از دستگاه، سنجش انجام شود و تا چند ردیف ادامه تا به ردیفی برسید که غالب ایستگاه‌های آن دارای صدای ۸۵ باشد. فاصله بین ردیف‌های اندازه‌گیری با یکدیگر ۲ متر می‌باشد.
- در صورتی که دستگاه در وسط کارگاه قرار داشته باشد و دسترسی به آن ۳۶۰ درجه باشد، به ازای هر ۳۰ درجه باید با فواصل دو متری از دستگاه، سنجش انجام شود و در صورت لزوم تا چند ردیف ادامه داده تا به صدای ۸۵ برسد. فاصله بین ردیف‌های اندازه‌گیری با یکدیگر ۲ متر می‌باشد.

آنالیز فرکانس صدا

آنالیز فرکانس اغلب برای ایستگاه‌هایی انجام می‌گردد که تراز فشار صوت در آنها نگران کننده باشد. در بررسی محیطی صدا نیازی به آنالیز فرکانس نیست، اما در ایستگاه‌هایی به دلیل اهمیت مکانی یا بالا بودن تراز فشار صوت یا توقف کارگر به تشخیص کارشناس آنالیز انجام می‌گردد. در بررسی‌های معمولی اغلب انجام آنالیز فرکانس در یک اکتاوباند کفایت می‌کند و آنالیز یک سوم اکتاوباند برای اهداف پژوهشی یا برای ایستگاه‌های دارای اهمیت زیاد است که باید در آنها کنترل صدا صورت گیرد. در بررسی صدا برای تعیین میزان مواجهه کارگر بهتر است همیشه در حالت معمول کاری، حداقل یک نتیجه آنالیز فرکانس به همراه اندازه‌گیری کلی صدا انجام و پس از ارزیابی در پرونده کارگر ثبت شود. پرونده‌هایی که دارای ادیومتری دوره‌ای هستند، لازم است حاوی اطلاعات مربوط به مواجهه کارگر با صدا نیز باشند تا بتوان با مقایسه آنها بر روند حفظ سلامت کارگر نظارت داشت. به طور کلی آنالیز فرکانس برای مقاصد زیر انجام می‌گردد:

- (۱) مطالعه محیطی و مواجهه فردی با صدا برای تعیین ماهیت توزیع آن در فرکانس‌ها و ارزیابی آن برای تعیین روش‌های کنترل فنی.
- (۲) مطالعه صدا در محل توقف کارگر یا پست کاری وی برای تعیین توزیع تراز فشار صوت در فرکانس‌ها برای ارزیابی دقیق مواجهه و برآورد صدمات احتمالی برای برنامه‌ریزی پایش و کنترل مدیریتی.
- (۳) آنالیز فرکانس به منظور انتخاب وسیله حفاظت فردی. یکی از فراگیرترین کاربردهای آنالیز

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

فرکانس صدا در محیط کار میباشد، زیرا نوع حفاظ شنوایی باید منطبق بر آنالیز فرکانس صدا باشد.

آنالیز فرکانس می‌تواند در هر یک از شبکه‌های توزین فرکانس انجام شود، اما توصیه شده است که در شبکه C انجام گردد. دلیل مهم آن عکس‌العمل گوش به صدا در پهنه فرکانسی در ترازهای بیش از ۸۵ دسی‌بل است. دلیل دیگر نشان دادن ماهیت واقعی صدا با توزین ضعیف است. در هر حال برای هر ایستگاه، باید همراه با آنالیز فرکانس، اندازه‌گیری تراز کلی صدا در شبکه A برای تعیین میزان مواجهه کلی و شبکه C برای اطمینان از صحت آنالیز فرکانس انجام و در برگه ثبت شود. در پایان کار باید صحت اندازه‌گیری آزمون شود. با انجام جمع لگاریتمی ترازهای فشار صوت در فرکانس‌های مرکزی باید به عددی برسید که نزدیک به تراز فشار صوت کلی اندازه‌گیری شده در همان ایستگاه و در همان شبکه توزین است. برای مثال اگر آنالیز فرکانس در یک اکتاو باند و در شبکه C انجام شده باشد، نتیجه جمع لگاریتمی باید نزدیک به تراز کلی صدا در همان ایستگاه و در شبکه C باشد در غیر این صورت یکی از اندازه‌گیری‌ها یا هردوی آنها از اعتبار ساقط است.

دزیمتری

دز صدا عبارت است از نسبت مدت زمان شیف‌ت موظف کاری در شرایط مواجهه به مدت زمان مجاز مواجهه ضربدر یک‌صد. لذا اگر کارگری در محدوده مجاز کار کند دز دریافتی وی کمتر یا مساوی صد در صد است. قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه کارگر، دزیمتری است که به دو روش طولانی مدت و کوتاه مدت قابل انجام می‌باشد. در روش طولانی مدت در تمام طول شیف‌ت و بدون مداخله مثبت یا منفی، دستگاه دزیمتر به همراه کارگر، مواجهه واقعی وی را اندازه‌گیری نموده و در پایان شیف‌ت دز دریافتی صدا را نشان می‌دهد. در صورتی که کارگر در یک یا چند ایستگاه کاری در زمان‌های نامشخص با تراز فشار صوت متفاوت مواجهه داشته باشد دزیمتری در تمام طول شیف‌ت باید ثبت گردد.

راه دیگر استفاده از روش دزیمتری کوتاه مدت است. در روش دزیمتری کوتاه مدت در صورتی که الگوی مواجهه کارگر دارای تناوب معینی باشد در یک دوره کوتاه زمانی و حداقل ۱۵ دقیقه در هر بار مواجهه دزیمتری انجام می‌گردد و برای کل آن دوره دز دریافتی محاسبه می‌شود.

نکات کلیدی در انجام دزیمتری صدا

- (۱) دزیمتر باید ابتدا کالیبره شود.
- (۲) دستگاه را روی شبکه فرکانس وزنی A و سرعت Slow تنظیم کنید.
- (۳) پایه محاسبات دزیمتری را تنظیم نمایید. برای این کار به دفترچه راهنمای وسیله مراجعه نمایید. این تنظیم برای ایران باید روی حد مجاز ۸۵ dBA و قاعده ۳ dB باشد. در اغلب دستگاهها حد پایینی برای وارد نمودن مقادیر اندازه‌گیری شده در محاسبات دز تعریف شده است. این حد را روی ۷۰ dBA تنظیم نمایید. دستگاه در این حالت مقادیر کمتر از ۷۰ دسی‌بل را که اهمیت چندانی در دزیمتری ندارد در محاسبات وارد نمی‌کند. از تنظیم این پایه محاسبات مطمئن شوید برای این کار اغلب لازم است دستگاه یکبار خاموش و روشن شود.
- (۴) در صورت نیاز پس از شروع کار دستگاه، روی صفحه کلید دستگاه را بپوشانید تا بعداً توسط کارگر دست‌کاری نشود. برای این کار از صفحه مخصوص، کیسه مخصوص یا چسب امضا شده استفاده نمایید.
- (۵) از نصب ایمن دستگاه روی کمر کارگر مطمئن شوید. کابل دستگاه را از پشت شانه عبور دهید. میکروفن را به‌صورت مطمئن روی یقه نصب نمایید.
- (۶) در پایان هر دوره دزیمتری نتایج را در فرم مربوطه ثبت نمایید.
- (۷) محاسبات دزیمتری در نتایج آلاینده سنجی ثبت گردد.

گزارش نویسی و تفسیر نتایج

ذکر موارد ذیل در گزارشات اندازه‌گیری صدا مورد تاکید می‌باشد.

- نام دستگاه مورد استفاده
- تاریخ و ساعت صداسنجی
- شبکه توزین فرکانس مورد استفاده در دستگاه ترازسنج با توجه به هدف اندازه‌گیری و دستورالعمل‌های ارائه شده (مبنای ارزیابی صدا و مقایسه با OEL، شبکه پاسخ A می‌باشد)
- شبکه سرعت پاسخ انتخابی ترازسنج با توجه به اندازه‌گیری نوع صدای تولیدی مثلاً شبکه پاسخ slow جهت صداهای پیوسته یا موقعیت Impact/Impulse برای اندازه‌گیری اصوات ضربه‌ای یا کوبه‌ای
- نام واحد و تعداد شاغلین
- ابعاد واحد به تفکیک طول، عرض و ارتفاع
- جنس سطوح داخلی به تفکیک دیوارها، سقف و کف
- مساحت واحد کارگاه برحسب مترمربع (ثبت مساحت کارگاه می‌تواند فرد ارزیابی کننده را در تعیین تعداد ایستگاه‌های مورد نیاز جهت صداسنجی کمک نماید)
- منابع اصلی مولد صدا در واحد
- خاموش و روشن بودن مولدهای صدا در زمان اندازه‌گیری بر روی پلان
- توصیف وضعیت نگهداری دستگاه‌های مولد صدا در واحد به‌طور کلی از نظر تمیزکاری، روغن کاری، ثابت بودن ... با عبارات خوب، متوسط و ضعیف
- مدت زمان شیفت کاری کارگران واحد
- مدت زمان مواجهه
- متوسط مواجهه کارگر با صدا و تداوم صدا
- شاغلین در معرض صدای زیان‌آور
- موقعیت شاغلین در معرض صدای زیان‌آور
- شاغلین در معرض با صدای کنترل شده

راهنمای ارزیابی فنی صدا در محیط کار

- شاغلین استفاده‌کننده از وسایل حفاظت فردی مناسب واحدهای مختلف کارگاه
- نوع وسیله حفاظتی مورد استفاده
- ذکر و اعمال ضریب تصحیح گواهی کالیبراسیون در محاسبات

نظریه نهایی کارشناس در خصوص وضعیت صدای کارگاه

نتایج اندازه‌گیری و تشخیص معیارهای مطلوبیت صدا باید در فرم درج گردد و با استفاده از نتایج ارزیابی، اظهار نظر نهایی در مورد وضعیت صدا به یکی از سه صورت زیر ثبت می‌شود:

- محدوده ایمن یا مناسب ($SPL < 65 \text{ dBA}$) با رنگ سبز
- محدوده احتیاط یا در حد مراقبت ($65 \leq SPL < 85 \text{ dBA}$) با رنگ زرد
- محدوده خطر یا نامناسب ($SPL \geq 85 \text{ dBA}$) با رنگ قرمز

الزامات اداری

- انطباق اسامی سنجشگران و نوع شماره سریال دستگاه‌ها با اطلاعات مندرج در سامانه معاونت بهداشتی.
- مسئول بهداشت حرفه‌ای یک کارگاه نمی‌تواند سنجشگر شرکت ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای در همان کارگاه باشد.
- تعامل با بازرسین مراکز بهداشتی و معاونت بهداشتی در خصوص ارائه اطلاعات صحیح
- انطباق کلیه مدارک و مستندات و... با واقعیت‌ها.
- ممهور و امضاء نمودن کلیه برگه‌های گزارش آلاینده سنجی توسط مسئول فنی
- عدم استفاده از تجهیزات معیوب و یا فاقد کالیبراسیون توسط تیم سنجشگر
- همراه داشتن فرم‌های خام عوامل زیان‌آور با تیم سنجشگر جهت ثبت اطلاعات مورد نیاز کارگاه قبل و حین سنجش
- مسئول بهداشت حرفه‌ای کارگاه باید در زمان شناسایی و اندازه‌گیری حضور موثر داشته و بطور کامل بر مراحل نمونه‌برداری و تجهیزات مورد استفاده، وضعیت کالیبراسیون، دقت و صحت روش‌های به کار رفته و غیره نظارت داشته باشد.
- در صورتی که کارگاه فاقد مسئول بهداشت حرفه‌ای باشد، شرکت‌های ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای قبل از نمونه‌برداری و آنالیز می‌بایست استانداردها و روش‌های مورد استفاده برای نمونه‌برداری و آنالیز را در اختیار کارشناس بهداشت حرفه‌ای مرکز بهداشت شهرستان مربوطه جهت بررسی قرار دهد.
- مسئول بهداشت حرفه‌ای کارگاه ملزم است پس از دریافت گزارش سنجش آلاینده‌ها، آن را از لحاظ صحت و دقت مورد ارزیابی قرار داده و در صورت وجود اشکال، آن را بصورت کتبی به مرکز بهداشت شهرستان مربوطه گزارش نماید.
- طبق مفاد ۸۵ و ۹۶ قانون کار کارفرما مکلف است پس از اعلام نتایج پایش و اندازه‌گیری عوامل زیان‌آور محیط کار اقدام لازم را نسبت به انطباق نتایج اندازه‌گیری‌ها با مقادیر استاندارد انجام داده و در صورت عدم انطباق، اقدامات کنترلی لازم در جهت کاهش مواجهه و پیشگیری از تأثیر آن‌ها بر روی پرسنل نظیر اقدامات کنترل مهندسی (طراحی تهویه موضعی، جایگزینی مواد و...)، کنترل مدیریتی (تغییر شیفت یا پست کاری، آموزش و...) صورت پذیرد.

- مسئولیت نهایی انتخاب شرکتهای ارائه‌دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای در خصوص اندازه‌گیری به عهده کارفرما می‌باشد.

منابع

- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار. حدود مجاز مواجهه شغلی – ویرایش پنجم ۱۴۰۰
- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۵. راهنمای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا و ارتعاش در محیط کار
- دستورالعمل شرکت‌های خصوصی ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای