

کارنامه

اندازه‌گیری سروصدای محیط کار

ترجمه: رویا نوربارانی و ندا ایوبی

بازرسان کار

هدف از اندازه‌گیری سر و صدا

مناسب‌ترین روش برای کنترل صدا، اندازه‌گیری سر و صدا و میزان مراجعه با آن می‌باشد. بدین طریق می‌توان محل‌های پر سر و صدا و افراد در معرض آلودگی صوتی را شناسایی نمود.

روش اندازه‌گیری سر و صدا

جهت تعیین تماس صوتی مطابق با اهداف بهداشت حرفه‌ای تراز فشار صوت اندازه‌گیری می‌شود. برای این منظور از روش‌ها و تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود که انتخاب آنها بستگی به سر و صدای محیط و میزان اطلاعات مورد نیاز دارد. اولین قدم در این راه مشخص کردن وجود یا عدم وجود مشکل سر و صدا در محیط کار می‌باشد.

در این مقاله مراحل اندازه‌گیری سر و صدا بطور مختصر شرح داده شده است. (جهت کسب اطلاعات بیشتر به استاندارد CSA ۱۰۷/۵۶ و استاندارد تایید شده کشور خود مراجعه نمایند).

چگونگی تشخیص مشکل سر و صدا

اولین قدم در اندازه‌گیری تشخیص مشکل سر و صدا می‌باشد که بازدید مقدماتی در این رابطه به ما کمک می‌کند. در زیر شاخص‌های تعیین سر و صدای مخاطره آمیز عنوان گردیده است.

- سر و صدا بیشتر از صدای ترافیک شهر شلوغ می‌باشد.
- افراد باید با کسانی که در فاصله ۳ متری قرار دارند با صدای بلند صحبت کنند.
- افراد جهت استفاده از رادیو و تلویزیون (در مواقع عادی) مجبورند صدای این وسایل را بلند کنند.
- بعد از چندین سال کار، در محیط پر سر و صدا در مکان‌های شلوغ و اجتماعات دچار مشکلات ارتباطی می‌شوند.

مواردی که در زمان اندازه‌گیری باید مورد بررسی قرار گیرد

قبل از اقدام به اندازه‌گیری باید اطلاعات مورد نیاز را جمع آوری نموده و از موارد زیر آگاهی داشته باشیم.

- هدف اندازه‌گیری: کنترل صدا، جلوگیری از افت شنوایی، اجرای آیین نامه صوتی و ... منابع تولید صدا و زمان فعالیت آنها.
- نوع صدا: یکنواخت، متناوب، ضربه‌ای.
- موقعیت افرادی که در محیط‌های پر سر و صدا کار می‌کنند.
- اولین مرحله اندازه‌گیری بازدید مقدماتی جهت تعیین موارد زیر می‌باشد.

- وجود مشکل سر و صدا
 - نیاز به اندازه‌گیری
- دومین مرحله تعیین میزان تماس فردی با صدا می‌باشد یعنی میزان صدایی که شخص در زمان کاری با آن مواجه است. اگر صدا یکنواخت باشد، اطلاعات گرفته شده از بازدید مقدماتی، جهت تعیین این میزان بکار می‌رود. ولی اگر صدا غیر یکنواخت باشد و یا فرد در موقعیتی ثابت کار نکند و در حال گردش باشد باید دزیمتری صدا انجام گیرد.

تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری سر و صدا

متداول ترین وسیله جهت اندازه‌گیری صدا، دستگاه صدا سنج SLM و صدا سنج از نوع جمع شونده ISLM می‌باشد. آگاهی از نحوه کالیبراسیون، طرز استفاده و گرفتن اطلاعات لازم از دستگاه جهت انتخاب دستگاه مورد نیاز امری مهم می‌باشد.

جدول شماره ۱ راهنما جهت انتخاب دستگاه می‌باشد (اطلاعات مذکور توسط کارخانه سازنده ارائه می‌گردد)

جدول شماره ۱ - راهنمای انتخاب دستگاه

نوع اندازه‌گیری	دستگاه اندازه‌گیری مناسب	نتیجه	توضیحات
میزان تماس فردی با صدا	۱- دزیمتر صدا	دز یا تراز معادل صدا	بالاترین دقت برای تعیین میزان تماس فردی
	ISLM - ۲	تراز معادل صدا	اگر کارگر موقعیت ثابت ندارد و در حال گردش است تعیین میزان تماس فردی مشکل می‌باشد مگر اینکه کار را بتوان به فعالیت‌های مشخص تقسیم کرد.
	SLM - ۳	dB(A)	اگر تراز صدا متغیر بود تعیین میزان تماس میانگین مشکل می‌باشد. فقط زمان‌هایی مفید است که کار را بتوان به راحتی به فعالیت‌های معین تقسیم کرد و تراز صدا در تمام وقت ثابت باشد.
میزان صدایی که به وسیله منبع تولید می‌شود.	SLM - ۱	dB (A)	اندازه‌گیری باید در فاصله ۱ تا ۳ متری انجام گیرد (نباید مستقیماً در منبع انجام شود)
	ISLM - ۲	تراز معادل صدا dB (A)	اگر صدا خیلی متغیر باشد این وسیله خیلی مفید است می‌توان تراز معادل صوت را در یک دوره زمانی کوتاه اندازه‌گیری (یک دقیقه) کرد.
بازدید مقدماتی	SLM	dB(A)	تهیه نقشه و ثبت اندازه‌گیری‌ها روی آن
	ISLM	تراز معادل صدا dB(A)	برای صداهای خیلی متغیر
صدای ضربه ای	SLM ضربه ای	ماکزیمم تراز فشار صوت بر مبنای شبکه A	اندازه‌گیری میزان ماکزیمم هر ضربه
$SLM = \text{صداسنج}$ $ISLM = \text{صداسنج از نوع جمع شونده}$			

یک صدا سنج معمولی (SLM) فقط صدای لحظه‌ای را اندازه‌گیری می‌کند و برای محیط‌های کاری با تراز صدای یکنواخت مناسب می‌باشد. اما در محیط‌های کاری با صدای ضربه‌ای و غیر یکنواخت و دوره‌ای، استفاده از صدا سنج معمولی جهت تعیین میانگین تماس فردی با صدا در یک شیفت کاری اشتباه می‌باشد. دستگاه مناسب در این گونه محیط‌ها دزیمتری صدا می‌باشد.

معرفی دستگاه صدا سنج از نوع جمع‌شونده ISLM

این دستگاه شبیه دزیمتر می‌باشد و تراز معادل صدا (ISLM) را در یک دوره زمانی اندازه‌گیری می‌کند. اشکال این دستگاه در این است که تماس فردی را مشخص نمی‌کند زیرا مثل SLM دستی می‌باشد و امکان اتصال به بدن را ندارد.

میزان پاسخ‌دهی، مدت زمانی است که دستگاه قبل از نمایش تراز صوت روی صفحه توانایی محاسبه میانگین را دارد. (پاسخ دهی کند و تند) اندازه‌گیری تراز صوتی محیط کار باید در وضعیت پاسخ کند انجام گیرد.

صدا سنج نوع دوم برای اندازه‌گیری در صنعت طراحی شده است. صدا سنج نوع اول در کارهای مهندسی، آزمایشگاهی و تحقیقاتی بکار می‌رود و گرانتر و دقیق‌تر است.

هیچ‌گونه صدا سنجی با دقت کمتر از صدا سنج نوع دوم نباید جهت اندازه‌گیری صدای محیط کار بکار رود.

آنالیزور یا فیلتر وزنی که در صدا سنج‌ها موجود است با کلید روشن و خاموش به کار می‌افتد. برخی از صدا سنج‌های نوع دوم فقط در وضعیت (A) اندازه‌گیری می‌کند. بدین معنی که فیلتر آنالیزور A دایما در وضعیت روشن می‌باشد.

معرفی دستگاه صدا سنج «SLM»

SLM شامل میکروفن، مدار الکتریکی و نشانگر می‌باشد. میکروفن تغییرات جزئی فشار هوا ناشی از صدا را گرفته و آنها را به پیام‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. این پیام‌ها توسط مدار الکتریکی تغییر یافته و در نهایت بصورت تراز صوتی بر مبنای دسی بل نشان داده می‌شود.

SLM تراز فشار صوتی لحظه‌ای را در یک موقعیت خاص می‌دهد.

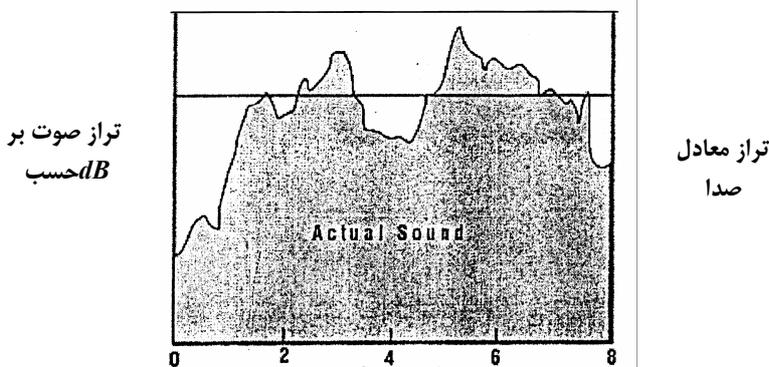
برای اندازه‌گیری، صدا سنج را در امتداد بازو در ارتفاع گوش قرار می‌دهیم. در بیشتر صدا سنج‌ها، موقعیت میکروفن نسبت به منبع صوت چندان مهم نیست. در دستورالعمل دستگاه در مورد چگونگی قرار گرفتن میکروفن توضیح داده شده است. صدا سنج را باید قبل و بعد از هر بار استفاده کالیبره کرد. در دستورالعمل دستگاه نحوه کالیبراسیون شرح داده شده است. در بیشتر صدا سنج‌ها میزان صدا در وضعیت پاسخ سریع و کند قابل اندازه‌گیری است.

مساله در محیط های با جریان هوای قابل ملاحظه، حفاظ مخصوص روی میکروفون نصب می شود.

اصول بکار گرفته شده در اندازه گیری سر و صدا

قبل از اندازه گیری باید اطلاعات مورد نیاز را مشخص کرد. آیا تراز صدا در طی روز متغیر است؟ آیا کارگران در حال گردش در محیط کار می باشند؟ مکان هایی که میزان صدا در طول شیفت کاری متغیر است، اندازه گیری صدای لحظه ای بوسیله صداسنج نوع ۲ با پاسخ دهی «کند» و فیلتر A انجام می شود. محدوده اندازه گیری ۶۳ تا ۱۱۴ دسی بل بر مبنای شبکه A (حساسیت این شبکه در فرکانس های مختلف مانند گوش انسان می باشد) که بیشتر محدوده بین ۹۶-۹۰ و ۱۰۷-۱۰۴ می باشد.

شکل شماره ۱ - تراز صوتی معادل برای صوت با بلندی های مختلف نسبت به زمان



«زمان بر حسب ساعت»

بطور مثال: از کارگر می خواهیم که دزیمتر صدا را در شیفت ۸ ساعته به بدن نصب کند و در آخر شیفت دزیمتر دز ۲۷۰٪ را نشان می دهد. که معرف تراز معادل ۹۷ دسی بل می باشد. (معادل ۸ ساعت مواجهه با صدای ۹۷ دسی بل) اگر کارگر بیشتر ساعات شیفت کاری را در وضعیت مشخصی (از نظر مواجهه با صدا) بگذراند و یا اینکه نیمی از شیفت را در یک محیط و بقیه را در

برای ۴ ساعت با صدای ۹۳ دسی بل نیز ۱۰۰٪ می باشد. در صورتی که ۸ ساعت مواجهه با ۹۳ دسی بل، دز صدای معادل ۲۰۰٪ می باشد. کارخانه سازنده دزیمترها را با استاندارد و دامنه تغییرات خود تنظیم می نماید. ما می توانیم این فاکتورها را با استانداردهای کاربردی و مورد تایید خود تنظیم نماییم. دزیمترها همچنین تراز معادل را بما نشان می دهند که این میزان میانگین «تماس فردی» با صدا در طول زمان اندازه گیری دزیمتر می باشد و معادل ترازهای صوتی متغیر که یک شخص در همان دوره کاری در تماس بوده می باشد. ثابت شده است که افت شنوایی تحت تاثیر مواجهه با مجموع انرژی صوتی می باشد. اگر یک شخص در شیفت ۸ ساعته با مقادیر مختلف صدا در تماس باشد، تراز معادل محاسبه می شود که برابر با تاثیر صداهای مختلف است

شکل شماره ۱ قسمت سایه خورده زیر منحنی نشان دهنده تغییرات تراز صوت نسبت به زمان می باشد.

موارد استفاده حفاظ برای جریان باد (wind shield)

زمان ورزش شدید باد میزان صدایی که دستگاه نشان می دهد تغییر می کند جهت پیشگیری از این

ISLM تراز معادل صدا را در موقعیت خاص اندازه گیری می کند حتی اگر تراز صدا مرتباً تغییر کند، دستگاه یک عدد بعنوان تراز معادل را نشان می دهد.

معرفی دستگاه دزیمتر صدا

دستگاه دزیمتر صدا، کوچک، سبک و قابل اتصال به فرد می باشد. (به کمر فرد متصل می شود) و میکروفون آن به یقه در نزدیکی گوش متصل می گردد. دزیمتر میزان تراز صوت را ذخیره کرده و میانگین می دهد. در صناعی که میزان صدا در طول زمان کار مختلف می باشد و همچنین صناعی که موقعیت افراد تغییر می کند مورد استفاده زیادی دارد.

یک دزیمتر به تنظیمات زیر نیاز دارد:

الف: استاندارد: حد مواجهه برای ۸ ساعت

در روز و ۴ روز در هفته می باشد.

معیار ۹۰ دسی بل بر مبنای شبکه

A طبق اکثر استانداردها - ۸۵ دسی

سی بل برای برخی و ۸۷ دسی سی بل

بر مبنای استانداردهای کانادا.

ب: دامنه تغییرات: ۳ تا ۵ دسی سی بل

ج: حد تراز صوتی که کمتر از آن میزان را

دزیمتر جمع نکند و در اندازه گیری

دخالت ندهد.

با استفاده از دزیمتر در طول شیفت کاری، میانگین «تماس فردی a با صدا یا دز صدا برای هر فرد را بدست می آوریم. اگر یک فرد دز صدای ۱۰۰٪ را در یک شیفت دریافت کند به این معنی است که میانگین مواجهه با صدا در حد ماکزیمم می باشد.

برای مثال با مقیاس استاندارد ۹۰ دسی بل

و تغییرات ۳ دسی بل، تماس ۸ ساعته با صدای

۹۰ دسی بل را ۱۰۰٪ نشان می دهد.

محیط دیگر سپری کند، دستگاه ISLM می‌تواند تراز صوتی معادل را اندازه‌گیری کرده و آن را بطور دقیق ارزیابی نماید.

روش اندازه‌گیری صدای ضربه‌ای

اندازه‌گیری صدای ضربه‌ای بستگی به استانداردها دارد. قبل از اندازه‌گیری صدای ضربه‌ای باید از قابلیت اندازه‌گیری دستگاه برای این نوع صدا، مطمئن شویم. بطور معمول اندازه‌گیری تراز صدای پیک همراه با شماره پیک یا دز درصد یا تراز معادل صدا می‌باشد.

در مکان‌هایی که صدای زمینه وجود دارد بطور مثال میدان تیراندازی، اندازه‌گیری پیک صدا (صدای قله) مناسب می‌باشد.

در صنعت علاوه بر صدای ضربه ای، صدای زمینه نسبتاً بالایی وجود دارد. در اینگونه محیط‌ها دزیمترها یا ISLM هایی که حساسیت کافی و پاسخ دهی خوبی به میزان پیک صدا دارند مناسب می‌باشند.

تعریف آنالیز فرکانسی

در آنالیز فرکانسی تراز صدا در هر فرکانس اندازه‌گیری می‌شود. زمانی که هدف از اندازه‌گیری تعیین حد تماس مجاز یا امکان افت شنوایی باشد، اندازه‌گیری میزان صدا در شبکه A، میزان درصد صدا و میانگین تراز معادل صدا (TWA) مناسب می‌باشد.

آنالیز فرکانسی جهت تعیین روش‌های کنترلی مهندسی بکار می‌رود.

در این روش در محدوده فرکانس شنوایی تراز صوت به dB (دسی بل) در هر فرکانس اندازه‌گیری می‌شود.

برای اندازه‌گیری صدای محیط کار نیاز به آنالیز اکتاوباند می‌باشد، اکتاوباندها بوسیله فرکانس مرکزی شناخته می‌شوند.

محدوده فرکانس‌های شنوایی تقریباً ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز می‌باشد و به ۱۱ اکتاوباند تقسیم

می‌شود. یک فیلتر اکتاوباند جهت اندازه‌گیری تراز صدا به SLM وصل می‌شود.

مواردی که صدای زمینه باید تصحیح شود و روش اجرای آن

در مواردی لازم می‌باشد تاثیر صدای زمینه را در میزان صدای محیط بررسی نمود. در اینگونه موارد باید تراز صدا را در دو حالت اندازه‌گیری کرد. یکبار زمانی که منبع صوتی روشن باشد و یکبار زمانی که خاموش باشد. برای مثال اگر تراز صدای کلی ۹۷ دسی بل و صدای زمینه ۹۰ دسی بل باشد.

صدای ناشی از منبع ۹۶ دسی بل خواهد بود. (۹۷-۱) اگر اختلاف این دو بیش از ۱۰ دسی بل بود نیازی به تصحیح نمی‌باشد.

جدول شماره ۲ - تصحیح تراز صدای زمینه

میزان تصحیح صدای زمینه	تفاوت تراز صدای کلی با صدای زمینه
۰/۵	۸-۱۰
۱	۶-۸
۱/۵	۴/۵-۶
۲	۴-۴/۵
۲/۵	۳/۵
۳	۳

نقشه صوتی

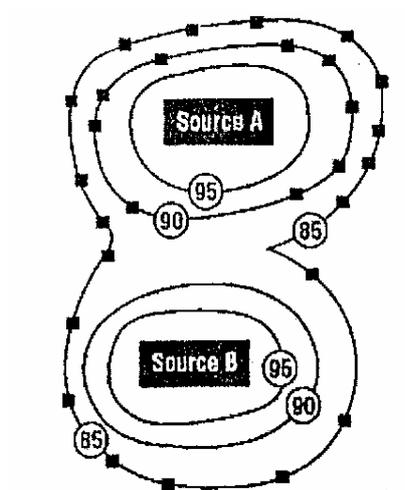
نقشه صوتی جهت معرفی قسمت‌های پر سر و صدا بکار می‌رود و اطلاعات مفیدی جهت معرفی موارد زیر دارد.

- محل‌هایی که در آنجا کارگر در معرض تراز صدای زیان آور قرار می‌گیرد.
- ماشین آلات و تجهیزاتی که صدای زیان آور تولید می‌کند.
- کارگرانی که در تماس با تراز صدای غیر مجاز هستند.
- موارد کنترل صدا که مواجهه با صدا را کاهش می‌دهد.

تهیه نقشه صوتی در محیط‌هایی که امکان تماس با صدای زیان آور وجود دارد، انجام می‌شود و روی آن مکان‌های انتخاب شده و تراز صوتی اندازه‌گیری شده و همچنین مکان‌های پر سر و صدا مشخص می‌گردد. در نقشه صوتی میزان صدا در وضعیت‌های مشخص در روی نقشه جهت معرفی محیط‌های پر سر و صدا علامت زده شده و محل کار افراد و محل استقرار ماشین آلات پر سر و صدا تعیین می‌شود.

هر چه تعداد اندازه‌گیری بیشتر باشد دقت نقشه بیشتر می‌شود با اتصال نقاطی که شدت صدای یکسان دارند مسیرهای با صدای ثابت ایجاد و توزیع صوت نشان داده می‌شود. مطابق شکل شماره ۲ این نقشه جهت معرفی مکان‌های پر خطر بکار می‌رود.

شکل شماره ۲ - نمونه نقشه صوتی



جهت اندازه‌گیری صدا رعایت نکات زیر لازم می‌باشد.

- دستگاه صدا سنج باید قبل و بعد از اندازه‌گیری کالیبره گردد. روش کالیبراسیون در دستورالعمل دستگاه عنوان شده است.
- جهت اندازه‌گیری دستگاه صدا سنج باید در ارتفاع گوش قرار گرفته و به طول یک دست از شخص اندازه‌گیری‌کننده فاصله داشته باشد.

- زمانی که هدف از اندازه‌گیری صدا تشخیص افت شنوایی باشد موقعیت میکروفن باید در حد امکان نزدیک گوش کارگر باشد.
- از وجود مانع بین منبع صوت و میکروفن باید جلوگیری شود.
- نیازی به حضور کارگر در هنگام اندازه‌گیری نیست و دانستن موقعیت کاری کارگر کافی می‌باشد.
- برای کارگری که در یک مکان ثابت می‌باشد میکروفن باید در بالای شانه‌ها یا در حد امکان نزدیک آن قرار گیرد (می‌توان میکروفن را در محل ثابت نمود)
- آگاهی دادن به آنان در مورد اهمیت درستی اطلاعات جهت کنترل صدا.
- تأکید در اهمیت نصب دزیتر در تمام طول اندازه‌گیری.
- توضیح در مورد نتیجه استفاده غلط از دزیتر به کارگران (شامل دست زدن به میکروفون، فریاد زدن در آن، کوبیدن درب‌ها و ...)

غالباً کارخانه سازنده، دزیترها را با

استاندارد کشور خود تنظیم می‌نماید. شما می‌توانید آن را با استاندارد مورد تایید خود تنظیم نمایید.

کالیبره دستگاه باید قبل از استفاده و پس از آن کنترل شود و زمان شروع و توقف اندازه‌گیری باید یادداشت شود.

استفاده از دستگاه ISLM جهت

اندازه‌گیری تراز معادل صوت

ISLM میانگین تراز معادل صدا را در طول زمان اندازه‌گیری محاسبه می‌کند که می‌تواند بر مبنای چند دقیقه، چند ساعت و یا طول شیفت کاری کامل باشد. در این رابطه این دستگاه شبیه دزیتر عمل می‌نماید.

ISLM میزان «تماس فردی» را نشان

می‌دهند. زیرا قابل نصب روی فرد نیست و تراز معادل را نمایش می‌دهد.

منبع:

۱- سایت مرکز ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

کانادا (CCOHS)

اگر کارگر در موقعیت ایستاده قرار دارد، میکروفون را در ۱/۵ متری بالای سطح زمین قرار می‌دهیم. اگر کارگر در موقعیت نشسته کار می‌کند، میکروفون باید ۱/۱ متر از سطح زمین فاصله داشته باشد.

یک صداسنج استاندارد SLM فقط برای اندازه‌گیری سر و صدای لحظه‌ای و در محیط‌های با تراز صدای یکنواخت مناسب می‌باشد. اما در محیط‌های با سر و صدای ضربه‌ای، صدای متناوب و منقطع، این نوع صداسنج جهت تعیین میانگین مواجهه شخص با سر و صدا در طی شیفت کاری مناسب نبوده و باید از دزیتر صدا استفاده شود.

موارد استفاده از دزیتر صدا و روش

اندازه‌گیری آن

زمانی که نقشه صوتی نشان دهد که تماس فرد با صدا بالاتر از حد مجاز می‌باشد، نیاز به اندازه‌گیری «میزان تماس فردی» با صدا می‌باشد که بوسیله دزیتر انجام می‌شود.

بدین صورت که دزیتر در طی شیفت کاری به بدن کارگر نصب می‌گردد. صحت اطلاعات بستگی به همکاری فرد در استفاده