وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی

معاونت سلامت

مرکز سلامت محیط وکار

دستورالعمل اندازه گیری و ارزیابی صدا در محیط کار

دستورالعمل اندازه گیری و ارزیابی صدا در محیط کار

تدوین :

مهندس فریده سیف آقایی

کارشناس مرکز سلامت محیط و کار

1388

فهرست

مندرجات	صفحه
مقدمه	3
فصل اول	
تعاریف	6
فصل دوم	
روشهای اندازه گیری و ارزیابی صدا	14
هدف اندازه گیری	14
اندازه گیری و ارزیابی محیطی	15
اندازه گیری به منظور ارزیابی مواجهه کارگر	15
فصل سوم	
- ترازهای ارزیابی صدا	24
- تراز معادل مواجهه صوت	24
- تراز متوسط انرژی صوتی	26
- تراز مواجهه صدای روزانه	27
- تراز مواجهه صدای هفتگی	28
- - تراز پیک فشار صوت	33
دوز صدا	34
نمونه گیری گروهی	37
فصل چهارم	
مثال های از ترازهای ارزیابی صدا	36
فصل پنجم	
سایر ترازهای مفید در ارزیابی صدا	30
- تراز تجمعی (EA)	50
- تراز آماری (L_N)	50
- تراز آلودگی صوتی در محیط(NPL)	50

- تراز تداخل با مکالمه (SIL) 51
- تراز مواجهه با صدا (SEL) 51

فصل ششم

فرم گزارش اندازه گیری صدا 58
فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا 61
دستورالعمل نحوه تکمیل فرم گزارش اندازه گیری صدا 62

مقدمه

صدای بلند شایعترین علت کاهش شنوایی است. کاهش شنوایی حسی عصبی اکتسابی در جوامع امروزی به همراه توسعه تکنولوژی و گسترش صنایع مختلف و افزایش آلاینده‌های زیست محیطی شیوع زیادی یافته است . تاثیرات سوء صدای بلند در قالب تخریب سیستم شنوایی و کاهش شنوایی حسی و عصبی و تاثیر مستقیم بر برقراری ارتباط گفتاری در کنار تاثیرات سوء بر سایر اندامها از جمله سیستم اعصاب ، قلب و عروق ، غدد درون ریز و خون کاملا مشخص شده است .

از آنجا که صدا رایج ترین عامل زیان آور فیزیکی محیط کار است وحس شنوایی از مهمترین حواس انسان وبعنوان زیر بنای گفتار و زبان قلمداد میشود. افت شنوایی ناشی از صدا در صدر بیماریهای شغلی در جهان قرار دارد. در روم باستان قوانینی در مورد صدای ساطع شده از چرخهای آهنی واگنها که سنگها را می کوبیدند وباعث اختلال در خواب وناراحتی مردم می شدند وجود داشتند.

براساس شاخص های آماری کشوری بهداشت حرفه ای منتشرشده در مرکز سلامت محیط وکار معاونت سلامت وزارت بهداشت در سال 1385 بالغ بر 468840 نیروی کار شاغل در کارگاههای تحت پوشش بصورت جدی در معرض صدای مخاطره آمیز بوده و از 583499 معاینه شده حدود 34714 نفر مبتلابه افت شنوایی ناشی از صدا بودند که این آمار در مقایسه با سایر بیماری‌های شغلی بسیار بالا است .

افت شنوایی نهایتا منجر به ناتوانی جسمی ، افت نیروی کار و مشکلات خانوادگی و اجتماعی می‌شود و هزینه‌های زیادی را به جامعه تحمیل می‌کند

تاثیر صدا بر شنوایی انسان را وابسته به شدت صدا، طیف فرکانسی صدا و زمان در معرض بودن است. بر اساس استانداردهای موجود حداکثر صدای مجاز در هشت ساعت کاری 85دسی بل می‌باشد. هر چه این شدت صدا افزایش داشته باشد می‌بایست زمان در معرض بودن کاهش یابد چرا که در صورت مواجهه با صدای بلند در زمان‌های بیش از مقادیر استاندارد ، شاهد شروع کاهش شنوایی موقت و سپس کاهش شنوایی دائم حسی و عصبی همراه با وزوز یا احساس صدا در گوش فرد می‌شود .

از آنجا که این بیماری درمان طبی ندارد لازم است عمده فعالیت سیاست مرکز سلامت محیط و کار بر پیشگیری، حفاظت شنوایی ، اعمال قانونی ، آموزش‌های لازم و فرهنگسازی متمرکز شود. هدف از برنامه حفاظت شنوایی پیشگیری از ایجاد افت شنوایی درافراد شاغل است

و پنج فاز آن شامل: آموزش، بررسی مواجهه با صدا (پایش فردی ومحیطی)، کنترل های مهندسی و مدیریتی صدا، ادیومتری وارزیابی برنامه است واز آنجا که اولین قدم در برنامه حفاظت شنوایی، اندازه گیری صدا محسوب میگردد. این مجموعه بعنوان راهنمایی جهت یکپارچه سازی روش های سنجش فردی ومحیطی صدای محیط کار تهیه شده است.

فصل اول

تعاریف مربوط به بهداشت حرفه ای، عوامل زیان آور فیزیکی، آثار صدا بر انسان

پس از مطالعه این فصل انتظار می رود

بهداشت حرفه ای را تعریف کنید

عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار را بشناسید

آثار صدا بر انسان راتعریف کنید

افت شنوایی موقت و دائم و مراحل کری شغلی را بشناسید

بهداشت حرفه ای

بهداشت حرفه ای علم وهنری است که با شناسایی، اندازه گیری، ارزیابی، پیش بینی، کنترل عوامل و شرایط زیان آور محیط کار شامل عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، مکانیکی و روانی، وظیفه حفظ سلامت کارکنان و شاغلین وافراد وابسته به آنها را به عهده دارد.

هدف بهداشت حرفه ای

کمیته مشترک کارشناسان بهداشت حرفه ای (WHO) و سازمان بین المللی کار (ILO) ، هدف بهداشت حرفه ای را این گونه عنوان کرده اند: بهداشت حرفه ای، عبارت است از علم وهنرتأمین بالاترین حد سلامتی برای کارگران، تطبیق کار با مقتضیات روحی وجسمی کارگران ، حفظ سرمایه از طریق ایجاد محیط کار سالم،انتخاب کارگر مناسب برای هر کار، پیشگیری از حوادث وبیماریهای شغلی وغیر شغلی و آموزش بهداشت شخصی، تشخیص زودرس و درمان بیماریها وتوجه به مسائل کارگران و افراد وابسته به آنان تا هر کارگر بتواند با برخورداری از حداکثر سلامتی و رفاه، فردی موثر برای اجتماع باشد.

عوامل فیزیکی: منابع متفاوت انرژی در محیط کار می باشند مانند **صدا**، ارتعاش، روشنایی گرما ورطوبت، سرما، فشار هوا، پرتوها که با وضعیت فیزیکی محیط کار مرتبط هستند و در صورتی که شرایط توصیه شده واستاندارد آنها رعایت نگردد می توانند به ریسک فاکتورهای پیدایش برخی عوارض یا اختلالات در محیط کار مبدل گردند.

صوت :در اثر ارتعاش یک جسم یا مجموعه ای از اجسام کشسان تولید می شود. انتشار آن حرکت ارتعاشی منبع مولد صدا است.

سر و صدا : صوتی است ناخواسته ، ناخوشایند و نامطلوب که در صنعت ، فراورده تبدیل انرژی است. قسمتی از انرژی تلف شده در اثر ارتعاش و اصطکاک سطوح مختلف دستگاه و ایجاد اغتشاش در هوا ، به صدا تبدیل می گردد.

مشخصه های صوت ، طول موج ، زمان تناوب و فرکانس می باشد.

- طول موج مسافتی است که موج در یک پریود می پیماید (λ وبرحسب متر بیان می گردد)
- زمان تناوب زمان یک نوسان کامل است (T وبر حسب ثانیه بیان می گردد)
- فرکانس تعداد نوسان کامل در واحد زمان می باشد (F و برحسب هرتز بیان می گردد)
- فرکانس تا 512 هرتز بم - 512 تا 2048 هرتز متوسط وبیش از 2048 را زیر می نامند.

- مراکز فرکانس های هشت گانه در بهداشت حرفه ای کاربرد فراوان داشته و شامل فرکانس های 63.5- 125 – 250- 500 -1000 – 2000 – 4000 - 8000 هرتز است.

آثار صدا بر انسان

آثار صدا شامل آثار مستقیم و غیر مستقیم است. آثار مستقیم یعنی صدماتی که به سیستم شنوایی انسان وارد می شود .آثار غیر مستقیم نیز شامل تاثیر بر راندمان کار، اثر روانی، اثر بر وضع عمومی بدن و آثار پوششی بر شنوایی است.

- **اثر مستقیم شامل** :

1. صدمه به دستگاه شنوایی است که موجب کری موقت، کاهش شنوایی و کری دایم می گردد.

- **اثر غیرمستقیم شامل** :

1. تداخل در مکالمه و اختلال در ایجاد ارتباط که می تواند باعث بروز اشتباه در فهمیدن گفتار شخص شود.
2. اتساع مردمک چشم
3. ترشح هورمون از تیروئید
4. تپش قلب
5. ترشح هورمون آدرنالین
6. تحرک معده و روده‌ها
7. تحریک ماهیچه ای
8. تنگ شدن رگ های خونی
9. اثر روی سیستم تعادلی بدن

کاهش شنوایی بر سه نوع انتقالی ، حسی – عصبی و مختلط می باشد .

در کاهش انتقالی، راه استخوانی سالم و طبیعی است و با افزایش صدا قابل شنیدن بوده و با جراحی و سمعک قابل ترمیم است. از جمله علل آن به پارگی، کدری، تیرگی، در رفتن استخوانهای... می توان اشاره نمود.

در کاهش حسی _ عصبی، ضایعه، مربوط به گوش داخلی است. در این کاهش ضایعه در راههای هوایی و استخوانی وجود دارد. کری شغلی، تماس با برق، مواد سمی چون CO- PB – HG اوره، وبیماریهایی نظیر تیفوس ، زونا از انواع کری های فوق است. وقتی کاهش شنوایی در اثر انتقالی و حسی _ عصبی باشد آن را مختلط گویند و در این ضایعه هر دو راه هوایی و استخوانی دچار اشکال است.

افت شنوایی شامل دو نوع موقت (TTS) و دایم (PTS) است:

- در افت شنوایی موقت، صدایی با شدت زیاد در زمان کم تماس داده می شود (انفجار) وبا قطع تماس ، افت شنوایی (با توجه به زمان تماس ، شدت و حساسیت فرد) از بین می برد این افت در فرکانس 3000 تا 6000 هرتز می باشد.
- افت دائم شنوایی، در صورت تماس مداوم با صدا بوجود می آید ، از نوع حسی – عصبی و غیر قابل درمان (بدلیل نابودی سلولهای عصبی) می باشد.

این افت از فرکانس 4000 هرتز شروع و به فرکانس های 6000 و 8000 هرتز گسترش می یابد.

مراحل **کری شغلی** شامل :

- شروع (اوایل اشتغال فرد خستگی شنوایی، افت در فرکانس 4000 هرتز، احساس ناراحتی، گرفتگی گوش، خستگی عمومی).
- اختفاء (ناشنوایی در فرکانس 4000 هرتز، امکان کاهش در سایر فرکانسها وجود دارد.)
- نیمه اختفاء (گسترش در فرکانس 2000 و 1000 هرتز ، عدم شنیدن صدای آهسته)
- کری واضح (نقصان در فرکانس بم و زیر، شنیدن دشوار صدای مکالمه) می باشد.

کری شغلی دو طرفه و متقارن، پرده صماخ سالم، عدم برگشت شنوایی حسی _ عصبی، غیر قابل درمان، شروع افت از فرکانس 4000 هرتز را دارد.

در کری شغلی عواملی چون شدت، فرکانس، ریتم، زمان تماس، محیط کار، سن فرد، ضایعات قبلی و حساسیت فردی مداخله می نماید. با افزایش شدت صوت، زمان تماس و افزایش سن، میزان افت شنوایی بیشتر میشود. فرکانس‌های زیر مضرترند _ صدای یکنواخت و مداوم، کم خطرتر از صدای منقطع و غیر یکنواخت است (با فرکانس برابر). صدا در محیط باز قابل تحمل تر است. ضایعاتی چون ضربات وارده به سر، انفجار، صدمات شنوایی، مننژیت، مصرف سالیسیلات، جنتامایسین، تماس با CO - AS در افت شنوایی موثر است.

دستگاه صداسنج (SLM) : اساس کار دستگاه تبد یل انرژی صوتی به انرژی الکتریکی قابل قرائت بوده و شامل میکروفون، مدارهای تطبیقی، شبکه های باردهی، شبکه نمونه برداری و صفحه قرائت است .

صداسنج ساده میزان تراز فشار صوت(SPL) را نشان می دهد. با آنالیزور می‌توان تراز فشار صوت را در فرکانس‌های مختلف را تعیین نمود.

دوزیمتر صدا : میزان انرژی صوتی دریافتی فرد را در زمان معین نشان می دهد و در مواری که فرد در قسمتهای مختلف فعالیت می نماید که صدای محیط کار و یا دستگاهها در زمانهای مختلف متغیر است، استفاده می شود.

اندازه گیری صدا در سه مرحله، بررسی مقدماتی و جمع آوری اطلاعات، اندازه گیری و تطبیق با استاندارد صورت می گیرد و در صورت بالاتر بودن صدا از حد استاندارد نیاز به اقدامات کنترلی دارد. جمع آوری اطلاعات عمومی نظیر نام کارخانه، تعداد کارگران، ابعاد، کروکی، شرایط جوی محیط کار، جنس سقف، کف، دیوار، نوع سطوح انعکاسی، تعداد ماشین آلات و محل استقرار آنها، ویژگی منبع صوت، مانند ابعاد، سرعت، نوع نصب، روش کار، روش کنترل، اطلاعات اندازه‌گیری، مانند نوع و مدل صداسنج و کالیبراتور، شبکه و روش اندازه‌گیری و کالیبراسیون، نوع میکروفون، منابع مهم و ثانویه صدا، و استاندارد انتخابی، ویژگی افراد نظیر سن، سابقه کار، مدت کار، جنس ،... مرحله اول اندازه گیری است.

پرسش:

کاهش شنوایی در صنعت اغلب از چه نوعی است؟

1. انتقالی
2. حسی _ عصبی
3. مختلط

کدامیک از مشخصات کری شغلی محسوب نمی گردد؟

1. دو طرفه و متقارن بودن
2. معیوب بودن پرده صماخ
3. عدم برگشت شنوایی حسی _ عصبی
4. شروع افت از فرکانس 4000 هرتز

فصل دوم

روشهای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا، هدف اندازه‌گیری، اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی، اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

پس از مطالعه این فصل انتظار می رود

روشهای اندازه گیری و ارزیابی صدا راتعریف کنید

هدف اندازه گیری صدا را بدانید

نحوه اندازه گیری و ارزیابی محیطی را بشناسید

اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مواجهه کارگر را بشناسید

روشهای اندازه گیری و ارزیابی صدا:

قبل از شروع به اندازه‌گیری صدا شناخت کامل از روشهای اندازه‌گیری _ وسایل اندازه-گیری خصوصیات محیط کار و چگونگی مواجهه کارگر ضروری است و کلاً موارد زیر می-بایست مورد توجه قرار گیرد:

1- هدف اندازه‌گیری
2- تعیین وضعیت اندازه‌گیری(بسته به اینکه اندازه‌گیری برای تعیین تماس کارگر با صدا انجام می‌شود یا تعیین تراز صدای محیط کار، متفاوت خواهد بود).
3- شرح وضعیت انجام کار _ پروسه کاری و فعالیتها
4- منابع صوتی و ماهیت صوت_ پیوسته _ ایمپالسیو و .....)
5- وسایل اندازه‌گیری مناسب(شامل نوع وسایل _ دقت وسایل _ نام کارخانه سازنده و شماره سریال).
6- مراحل اندازه‌گیری
7- نتایج حاصل از اندازه‌گیری

هدف اندازه‌گیری:

اندازه‌گیری صدا می تواند به منظورهای گوناگونی انجام گردد، مانند:

الف. اندازه‌گیری صدای یک دستگاه معین برای اهداف صنعتی(مثلاً عیب یابی و بازرسی فنی)

ب . اندازه‌گیری به منظور معین نمودن منابع اصلی تولید صدا

ج . اندازه‌گیری محیطی صدا

د . اندازه‌گیری برای مشخص نمودن میزان مواجهه کارگر

ه . اندازه‌گیری به منظور آنالیز فرکانس

و . اندازه‌گیری برای تعیین روش و چگونگی کنترل صدا

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

برای دستیابی به نتایج روشن و قابل استفاده براساس اهداف اندازه‌گیری و ارزیابی یکی از روشهای زیر انتخاب می‌گردد:

الف. اندازه گیری 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:

1. تهیه نقشه ناحیه‌بندی صوتی
2. اندازه‌گیری تراز کلی صدا در کارگاه
3. متوسط گیری تراز فشار صوت

ب . اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

برای نیل به این هدف براساس شرایط کار، ویژگی‌های مواجهه کارگر با صدا و عوامل مرتبط دیگر از یکی از روشهای زیر استفاده می گردد:

1. اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای ناشی از یک منبع صوتی
2. اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت
3. اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت‌های معین با صدای متغیر با زمان
4. اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت‌های نامعین با صدای متغیر با زمان
5. اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای کوبه‌ای و ضربه‌ای

1- الف. روش تهیه نقشه ناحیه‌بندی

این روش برای مشخص نمودن نواحی مختلف کارگاه براساس محدوده‌های تعیین شده تراز فشار صوت است. در این روش کارگاه به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر ناحیه یک ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد. طبعاً هر چه ابعاد نواحی کوچکتر شده یا مساحت کارگاه بزرگتر باشد تعداد این نواحی بیشتر خواهد بود. هر چند زیادبودن تعداد نواحی برای حصول به نتیجه مطلوب‌تر است ولی امکانات و نفرات و زمان نیز دارای محدودیت بوده و عملاً زیادبودن تعداد نقاط اندازه‌گیری مطالعه را با مشکل مواجه خواهد ساخت. لذا می‌توان برای کارگاهها با توجه به مساحت و امکانات تعداد معین و محدودی ناحیه انتخاب نمود. در این شیوه کارگاههای تا پنجاه مترمربع به نواحی با ابعاد یک متر، کارگاههای تا یک صدمترمربع را به نواحی با ابعاد حداکثر 5 متر تقسیم‌بندی می‌شود. نقاط اندازه‌گیری روی نقشه معین یا با کد محل مشخص شده، سپس در مرکز تمام نواحی تراز فشار صوت در مقیاس dB(A) اندازه‌گیری می-گردد. در مرحله بعد باتوجه به سه محدوده از تراز فشار صوت، با رنگ، هاشور یا کد مربوطه نقشه ساده ای ترسیم می شود:

1- محدوده ایمن (SPL<65dBA) با رنگ سفید یا سبز و یا کد S [1]

2- محدوده احتیاط (65<SPL≤85 dBA) با رنگ زرد یا کد C [2]

3- محدوده خطر(SPL>85 dBA) با رنگ قرمز یا کد D [3]

حاصل کار نقشه ناحیه‌بندی شده کارگاه با رنگ، هاشور یا کد است که در آن نواحی ایمن، احتیاط و خطر مشخص شده و مهمترین ناحیه آن خطر می‌باشد. برای کنترل مواجهه کارگر، باید توقف یا تردد در نواحی خطر محدود گردد.

2- الف. روش اندازه‌گیری تراز کلی صدا در کارگاه

نظر به اینکه ماهیت لگاریتمی تراز فشار صوت مانع میانگین‌گیری حسابی است. بیان یک تراز فشار صوت بعنوان معرف یک کارگاه صحیح نیست. هر چند می‌توان در ایستگاههای معینی با توجه به هدف، تراز فشار صوت را اندازه‌گیری و نتایج را به عنوان تراز فشار صوت کلی در هر ایستگاه نشان داد، اما برای اعلام تراز فشار صوت در هر کارگاه باید محدوده ای شامل کمترین یا بیشترین تراز فشار صوت را بیان نمود. مثلاً عنوان کرد که تراز فشار صوت در کارگاه مورد نظر بین (78-89 dBA) بوده است. با این توضیح اعلام یک تراز به عنوان تراز فشار صوت کارگاه، به دلیل همگن نبودن توزیع انتشار صوت، صحیح نبوده و قابل قبول نیست.

3- الف. روش متوسطگیری تراز فشار صوت

در صورتی که هدف از اندازه‌گیری، تعیین تراز فشار صوت یک دستگاه باشد و این دستگاه ترازهای مختلفی از فشار صوت را در اطراف خود منتشر نماید. در این صورت در چند نقطه اطراف دستگاه به فواصل یکسان از منبع، تراز فشار صوت را اندازه‌گیری نموده و سپس با استفاده از فرمول زیر تراز متوسط صوت منبع محاسبه می گردد: (3)

$$\overline{LP} = 10Log\left[\frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{LP_i}{10}}\right] \qquad (dB) \qquad (1\text{-}2)$$

$\overline{LP}$ = متوسط تراز فشار صوت منبع

n= تعداد نقاط اندازه گیری

LP_i= تراز فشار صوت در هر نقطه

همچنین بمنظور برآورد تراز معادل صوت حاصل از چندین اندازه‌گیری تراز فشار صوت انجام شده در طول یک دوره زمانی (I) نیز می توان از رابطه(1) استفاده نمود.

1 . Safe
2 . Caution
3. Danger

ب. اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

در اندازه‌گیری به منظور 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 مدت زمان مواجهه برای هر کارگر مجزا می‌باشد. باتوجه به متنوع بودن شرایط کار کارگران، براساس نحوه مواجهه و نوع صدای محیط، حالات مختلف زیر برای اندازه‌گیری و ارزیابی پیشنهاد می‌گردد.

1- ب . اندازه گیری مواجهه کارگر با صدای ناشی از یک منبع صوتی

حالت اول

اگر تراز فشار صوت منبع در طول زمان یکنواخت بوده و موقعیت کارگر نیز ثابت باشد یک اندازه گیری در محل استقرار کارگر می تواند نمایانگر مواجهه وی باشد.

حالت دوم

اگر تراز فشار صوت منبع در طول زمان یکنواخت بوده ولی تراز فشار صوت در فواصل اطراف آن منبع متفاوت است و کارگر در اطراف آن در حرکت می باشد، در این صورت در چند نقطه اطراف دستگاه به فواصل یکسان از منبع، تراز فشار صوت را اندازه گیری نموده و سپس با استفاده از فرمول تراز متوسط فشار صوت ($\overline{LP}$) میزان مواجهه را محاسبه می کنیم.

2- ب. اندازه گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت

در صورتیکه کارگر در طول شیفت کاری با صدای یکنواخت مواجهه داشته باشد. می توان در ایستگاه توقف یا در نقاط تردد وی سه بار اندازه گیری را تکرار و نتایج را با استفاده از فرمول تراز متوسط فشار صوت ($\overline{LP}$)مواجهه کارگر را محاسبه و ثبت نمود. آنگاه برای محاسبه تراز معادل 8 ساعته یا دُز صدای دریافتی با توجه به مدت زمان مواجهه مقادیر را ارزیابی نمود. اظهار نظر نهایی با توجه به دُز دریافتی یا تراز معادل انجام می‌گردد.

3- ب . اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت‌های معین با صدای متغیر با زمان

اگر کارگر با ترازهای فشار معین و متفاوت در زمانهای مختلف (و مشخص)مواجهه داشته باشد برای هر مواجهه مقادیر را اندازه گیری نموده و با استفاده از فرمول تراز معادل بشرح زیر، تراز معادل 8 ساعته محاسبه می گردد. ارزیابی براساس تراز معادل یا دُز دریافتی خواهد بود.

$$Leq = 10Log\left[\frac{1}{t_r}\sum_{i=1}^{n} t_i.10^{\frac{LP_i}{10}}\right] \qquad (dB) \qquad (2-2)$$

Leq = تراز معادل مواجهه بر حسب دسی بل

t_i= طول زمان مواجهه i ام به ساعت

t_r= زمان مرجع (معمولاً 8 ساعت)

LP_i= تراز فشار صوت مواجهه i ام بر حسب دسی بل

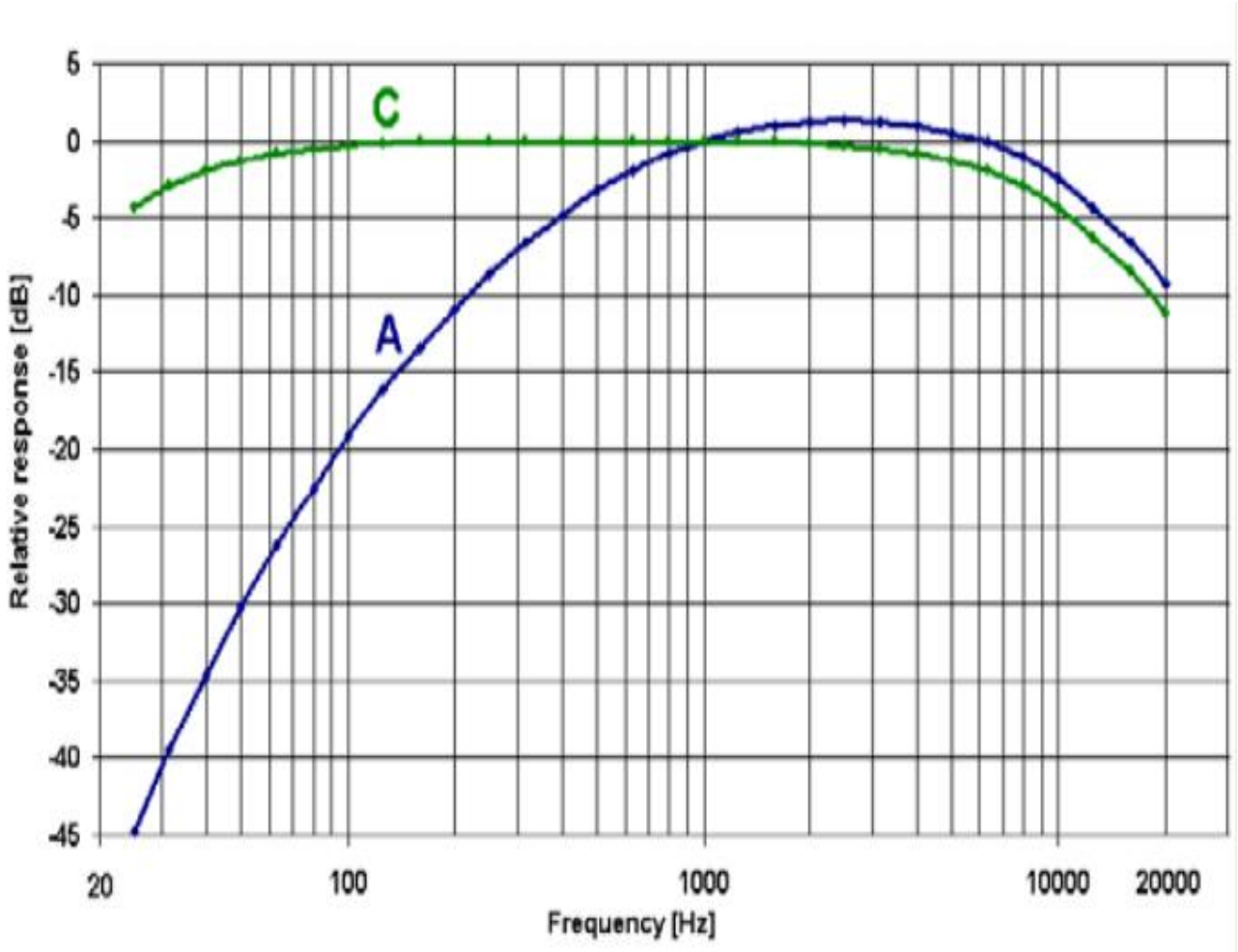
4- ب. اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدتهای نامعین با صدای متغیر با زمان

اگر کارگر در یک یا چند ایستگاه در زمانهای نامشخص با ترازهای فشار صوت متغیر با زمان مواجهه داشته باشد تنها راه اندازه گیری قابل اعتماد، دزیمتری صدا توسط دستگاه دزیمتر است. زیرا در تمام طول شیفت دستگاه دزیمتر همراه کارگر مواجهه واقعی وی را اندازه‌گیری نموده و در پایان شیفت دُز دریافتی صدا را نشان می دهد. جهت اندازه‌گیری ابتدا دزیمتر را کالیبره نموده و با استاندارد مورد قبول تنظیم می نمایند سپس آن را به کمر کارگر و میکروفن آن را به یقه وی نصب نموده در پایان شیفت می توان با توجه به کارآیی دزیمتر مقادیر دُز یا تراز معادل مواجهه 8 ساعته و یا سایر پارامترهای پیش بینی شده در دستگاه را قرائت و ثبت نمود.

5- ب. اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای کوبه ای و ضربه ای

در گذشته برای اندازه‌گیری و ارزیابی صدای کوبه ای روشهای متنوعی از جمله ارتباط تراز فشار صوت با تعداد ضربه ها، بکار می‌رفت لیکن در سالهای اخیر روش اندازه گیری و ارزیابی این نوع صدا با ملاحظاتی شبیه به صدای پیوسته انجام می‌گردد. شرط استفاده از این روش این است که تراز فشار پیک صوت نباید از 140 دسی بل بیشتر باشد.

برای اندازه‌گیری صدای کوبه‌ای تراز فشار صوت در مقیاس A در محل استقرار کارگر اندازه‌گیری نموده و می‌توان به صورتهای مختلف در ارتباط با استاندارد صدا مورد ارزیابی قرار داد. در صورتی که محل استقرار کارگر یا تراز فشار صوت منبع در طول شیفت تغییر می‌نماید، می‌توان از روشهای ذکر شده قبلی استفاده نمود.


5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
C
A
Relative response [dB]
20
100
1000
10000
20000
Frequency [Hz]

Octave Band Centre Frequencies, Hz	A-weighting adjustment, dB	C-weighting adjustment, dB
31.5	-39	-3
63	-26	-1
125	-16	0
250	-9	0
500	-3	0
1000	0	0
2000	+1	0
4000	+1	-1
8000	-1	-3

پرسش :

آنالیز فرکانسی صدا در کدام مورد ضرورت دارد؟

- **تراز صدای بالاتر از 85 دسی بل**
- **انتخاب روش های کنترل صدا در کارگاه**
- **انتخاب گوشی های حفاظتی**
- **تمام موارد فوق**

کدامیک از روش های اندازه گیری و ارزیابی محیطی نیست؟

- تهیه نقشه ناحیه بندی صوتی
- اندازه‌گیری تراز کلی صدا در کارگاه
- متوسط گیری تراز فشار صوت
- اندازه گیری دوز صدا

در آنا لیز فرکانسی کدام تراز را باید آنالیز نمود؟

- تراز فشار صوت ماکزیمم
- تراز فشار صوت مینیمم
- تراز فشار صوت کلی
- تراز فشار پیک صدا

مقدار ترازفشار صوت اندازه گیری شده صحیح است اگر تفاوت شبکه A و C ؟

- بطور کلی حداکثر 5 دسی بل باشد
- در فرکانس 1000 هرتز تفاوتی نداشته باشند
- در فرکانس 2000 و 4000 هرتز شبکه A یک دسی بل بیش از شبکه C باشد
- تمام موارد فوق

فصل سوم

ترازهای ارزیابی صدا، تراز متوسط انرژی صوتی روزانه، تراز معادل مواجهه صوت ، تراز مواجهه صدای روزانه ، تراز مواجهه صدای شخصی هفتگی تراز پیک فشار صوت ، دوز صدا

پس از مطالعه این فصل انتظار می رود

تراز مواجهه صدای روزانه و هفتگی بدانید را باجدول چگونگی مقایسه میزان صدا

دوز صدا را محاسبه کنید

تراز فشار پیک صوت مربوط به صداهای منفرد را از دو طریق بدست آورید

نمونه گیری گروهی را بشناسید

تراز صدای کارگاه را پس از افزایش منابع جدید یا حذف منابع کنونی پیش بینی کنید

ترازهای ارزیابی صدا

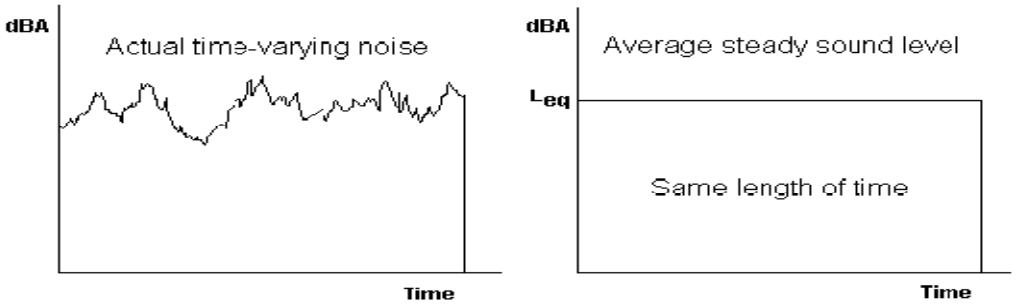
قضاوت کردن در مورد میزان مواجهه کارگران با کمک دو عامل 1- زمان 2- تراز صوت مشکل است و برای مثال بآسانی مشخص نیست در کدام مورد زیر فرد در معرض صدای بلندتری است:

الف) *dBA* 96 برای 1 ساعت کار ب) *dBA* 85 برای 8 ساعت کار

طبق مقررات بهداشت و ایمنی شغلی، میزان مواجهه کارگران با صدا با واژه های زیر بیان نمود.

- **تراز معادل مواجهه صوت (Leq) Equivalent Sound Level**

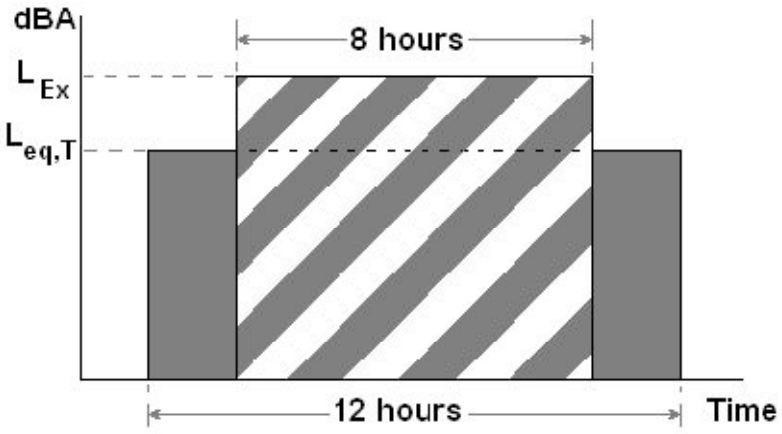
در صورتی که زمان مواجهه کارگر به دوره‌های زمانی مختلف با ترازهای مواجهه متفاوت تقسیم شود. تراز معادل مواجهه محاسبه می گردد.



- **ترازمتوسط انرژی صوتی روزانه *Daily energy-averaged sound level (LEX)***

انرژی متوسط در واقع ریشه میانگین مجذور (rms) یا همان متوسط مؤثر ***برحسب dBA*** در 8 ساعت کار است. این تراز میزان مواجهه را تنها با یک عدد بر حسب دسی بل نشان می دهد LEX در واقع همان دوز صدای متغیر روزانه است که در کل یک شیفت کاری فرد در معرض آن است.

بین LEX و تراز معادل صدا Leq ارتباط نزدیکی وجود دارد. اگر طول شیفت کاری بیش از 8 ساعت است مقدار LEX بیش از مقدار Leq است (شکل زیر)

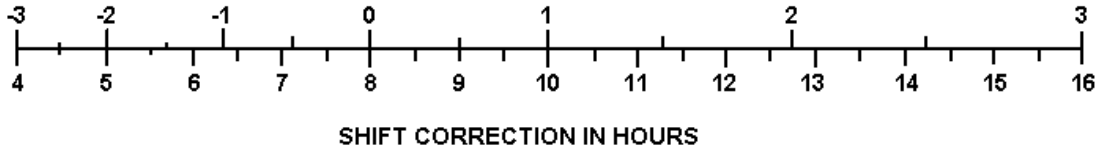


شکل : تبدیل Leq شیفت 12 ساعته به LEX شیفت 8 ساعته استاندارد

مقدار LEX طبق فرمول زیر برابر است با :

$LEX = Leq +$ تصحیح طول شیفت (1 – 3)

و مقدار تصحیح زمان شیفت تراز معادل اندازه گیری شده در شکل زیر آمده است.



شکل : تصحیح طول شیفت Leq اندازه گیری شده

- **LEX برای الگوهای کاری غیراستاندارد**

وقتی الگوی شیفت کار روزانه 8 ساعت و هفتهٔ کاری 5 روز نیست. شیفت کار برابر خواهد بود:

تعداد ساعات کاری هفته تقسیم بر 5

تعداد ساعات کاری ماهانه تقسیم بر 21

- **تراز مواجهه صدای روزانه Daily personal noise exposure level**

1- تراز مواجهه صدای روزانه شخصی معادل $L_{EP,d}$ است. برای بسیاری از مقاصد لازم است که تراز مواجهه در مواردی که طول روز کاری کمتر یا بیشتر از 8 ساعت است با تراز زمان مواجهه استاندارد 8 ساعته مقایسه گردد. در این موارد از فرمول زیر استفاده می‌شود .

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,T_e} + 10\log_{10}\left(\frac{T_e}{T_0}\right)$$

$L_{ex,8h}$= تراز معادل مواجهه 8 ساعته

$L_{aeq.Te}$= تراز معادل مواجهه در زمان Te

T_e= زمان مواجهه (ساعت)

T_0= زمان مواجهه استاندارد (8 ساعت)

2- در صورتی که زمان مواجهه کارگر به دوره های زمانی مختلف با ترازهای مواجهه متفاوت تقسیم شود تراز مواجهه صدای روزانهٔ شخصی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$L_{EP,d} = 10\ \log_{10}\left[\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{i=n}\left(T_i 10^{\,0.1(L_{LAeq,T})_i}\right)\right]$$

n= تعداد پرید کاری در روز

T_o= زمان مواجهه استاندارد (8 ساعت)

$(L_{Aeq,T})_i$تراز معادل صدا در پرید i ام

تراز مواجهه صدای شخصی هفتگی(LEP,W)weekly personal noise exposure levels

تراز موا جهه هفتگی نظیر $L_{EX,8h}$ است ولی البته برای یک هفته کاری پنج روزه ازفرمول زیر محاسبه می گردد.

$$L_{EP,W} = 10\ Log_{10}\left[\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{i=m} 10^{\,0/1(L_{EP,d})i}\right] \qquad (18)$$

m= تعداد روزهای کاری در هفته که فرد در معرض صدا است.

$L_{EP,d)i}$ یعنی در روز کاری i ام

Noise exposure ready-reckoner (Daily exposure)

Sound pressure level, L_{Aeq} (dB)	Duration of exposure (hours)								Total exposure points	Noise exposure $L_{EP,d}$ (dB)
	¼	½	1	2	4	8	10	12		
105	320	625	1250							
104	250	500	1000							
103	200	400	800							
102	160	320	630	1250						
101	125	250	500	1000						
100	100	200	400	800					3200	100
99	80	160	320	630	1250				2500	99
98	65	125	250	500	1000				2000	98
97	50	100	200	400	800				1600	97
96	40	80	160	320	630	1250			1250	96
95	32	65	125	250	500	1000			1000	95
94	25	50	100	200	400	800			800	94
93	20	40	80	160	320	630			630	93
92	16	32	65	125	250	500	625		500	92
91	12	25	50	100	200	400	500	600	400	91
90	10	20	40	80	160	320	400	470	320	90
89	8	16	32	65	130	250	310	380	250	89
88	6	12	25	50	100	200	250	300	200	88
87	5	10	20	40	80	160	200	240	160	87
86	4	8	16	32	65	130	160	190	130	86
85		6	12	25	50	100	125	150	100	85
84		5	10	20	40	80	100	120	80	84
83		4	8	16	32	65	80	95	65	83
82			6	12	25	50	65	75	50	82
81			5	10	20	40	50	60	40	81
80			4	8	16	32	40	48	32	80
79				6	13	25	32	38	25	79
78				5	10	20	25	30	20	78
77					8	16	20	24	16	77
76					6	13	16	20		
75					5	10	13	15		

Instructions:

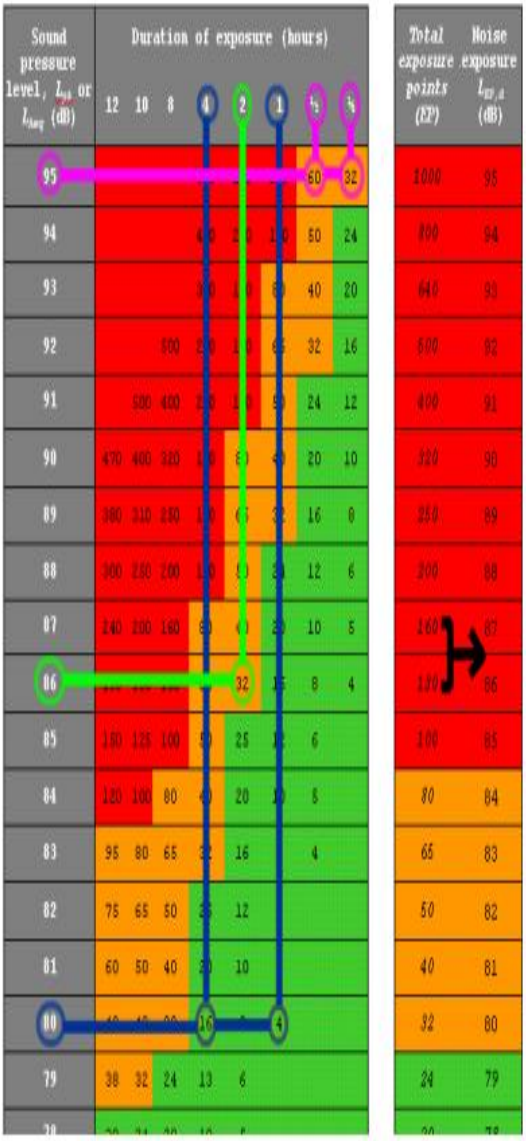
- For each task or period of noise exposure in the working day look up in the table on the left the exposure points corresponding to the sound pressure level and duration (e.g. exposure to 93 dB for 1 hour gives 80 exposure points);
- Add up the points for each task or period to give total exposure points for the day;
- Look up in the table on the right the total exposure points to find the corresponding daily noise exposure (e.g. a total exposure points for the day of 280 points gives a daily noise exposure of between 89 and 90 dB).

© Crown copyright 2007

Noise Exposure Points - Worked Example

An employee has the following typical work pattern: 5 hours working where a 'listening check' suggests the noise level is around 80 dB; 2 hours at a machine for which the manufacturer has declared 86 dB at the operator position (a 'listening check' suggests this is about right); 30 minutes on a task where noise measurements have shown 95 dB to be typical.

Noise level	Duration	Notes	Exposure Points
80	5 hrs	No column for 5 hours, so add together values from 4 and 1 hour columns in row corresponding to 80 dB.	16 + 4 = 20
86	2 hrs	Directly from table	32
95	45 mins	No column for 45 mins, so add together values from 30 and 15 min columns in row corresponding to 95 dB.	60 + 32 = 92
		Total Noise Exposure Points	144
		$L_{EP,d}$	86 to 87 dB



This pattern of noise exposures gives an $L_{EP,d}$ of between 86 and 87 dB. The priority for noise control or risk reduction is the task involving exposure to 95 dB for 45 minutes, since this gives the highest individual noise exposure points.

Noise exposure ready-reckoner (Weekly exposure)

Daily noise exposure, $L_{EP,d}$ (dB)	Points							Total exposure points	Weekly noise exposure $L_{EP,w}$ (dB)
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7		
95	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	5000	95
94	800	800	800	800	800	800	800	4000	94
93	630	630	630	630	630	630	630	3200	93
92	500	500	500	500	500	500	500	2500	92
91	400	400	400	400	400	400	400	2000	91
90	320	320	320	320	320	320	320	1600	90
89	250	250	250	250	250	250	250	1300	89
88	200	200	200	200	200	200	200	1000	88
87	160	160	160	160	160	160	160	800	87
86	130	130	130	130	130	130	130	630	86
85	100	100	100	100	100	100	100	500	85
84	80	80	80	80	80	80	80	400	84
83	65	65	65	65	65	65	65	320	83
82	50	50	50	50	50	50	50	250	82
81	40	40	40	40	40	40	40	200	81
80	32	32	32	32	32	32	32	160	80
79	25	25	25	25	25	25	25	130	79
78	20	20	20	20	20	20	20	100	78

Instructions:

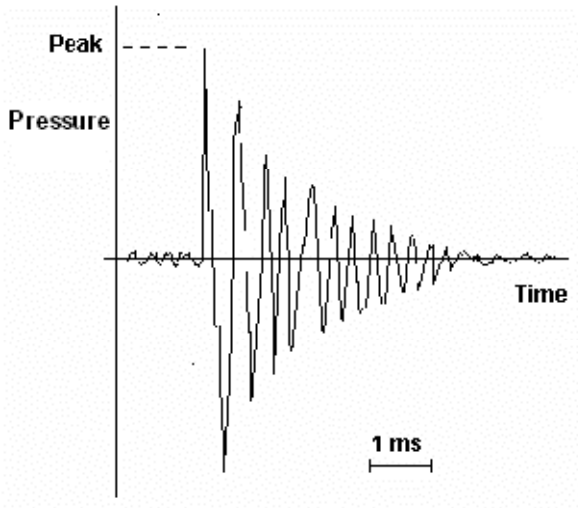
- For each working day in the week look up in the table on the left the exposure points corresponding to that day's noise exposure (e.g. a noise exposure on Day 1 of 90 dB gives 320 points);
- Add up the points for each day worked to give total exposure points for the week;
- Look up in the table on the right the total exposure points to find the corresponding weekly noise exposure (e.g. a total exposure points for the week of 2000 points gives a weekly noise exposure of 91 dB).

© Crown copyright 2007

- **تراز پیک فشار صوتdBA یا dBC**

وقتی صدای ضربه ای خطر شنیداری دارد اندازه گیری تراز فشار پیک لازم است. ماکزیمم حد مجاز پیک صدا برابر با dBC 140 است و این تراز با صداسنج های دارای پاسخ $peak$ قابل سنجش است.

گراف شکل 4 چگونگی تغییرات فشار اکوستیک صدای ضربه‌ای در زمان را نشان می‌دهد. SLM فشار پیک را به dBC تبدیل می‌کند.



زمان ثبت شده یک صدای ضربه ای

تراز پیک فشار صوت را می توان به دو طریق سنجید

1- Sound Exposure Level (LAE) تراز فشار صوت اندازه گیری شده برای یک یا چندرویداد مشخص در شبکه A

2- LAeq یا Equivalent continuous A-Weighted sound pressure level

محاسبه تراز فشار پیک صدا از طریق LAE

$$EP = \frac{n}{m}.10^{\left[\frac{LAE - 109 / 6}{10}\right]}$$

تعداد نقاط مواجهه Exposure Points(EP)

n= تعداد ضربه در روز

m= تعداد ضربه در پرید اندازه گیری

محاسبه تراز پیک فشار صوت از طریق تراز معادل صدای ناشی از صدای ضربه‌ای یا کوبه-ای(L_{Aeq})

$$EP = \frac{n}{m}.T_e.10^{\left[\frac{LAeq - 109 / 6}{10}\right]}$$

T_e= مدت زمان اندازه‌گیری، ثانیه

n= تعداد ضربه در طی روز

m= تعداد ضربه در مدت اندازه‌گیری

- **دوز صدا *Noise Dose***

دوز صدا بر حسب واحد درصد یا مجذور پاسکال **درساعت** $pa^2.h$ است. 100% دوز صدا معادل L_{EX}=85 dBA است. اگر مقدار دوز بر حسب مجذور پاسکال در ساعت را در عدد 100 ضرب شود دوز صدا یا نقطه مواجهه با صدا *Noise Exposure Points* بدست خواهد آمد.

$$EP = \left(\frac{t}{8}.10^{\frac{L_2 - 85}{10}}\right) \qquad L_{EP,d} = 65 + 10\log EP$$

Pa^2. h*100 = EP

اگر پرید اندازه گیری شامل بخشی از روز یا مواجهه با صدا باشد برای تعمیم دوز صدای اندازه گیری شده به کل شیفت می توان برای آن ضریب در نظر گرفت.

زمان اندازه گیری/زمان مواجهه = ضریب تعمیم

Time	L_{eq} dBA																		
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	94	96	98	100	102	104	106
1 minute	0.07	0.08	0.1	0.13	0.17	0.21	0.26	0.33	0.42	0.52	0.66	1.04	1.65	2.62	4.16	6.59	10.4	16.5	26.2
2 minutes	0.13	0.17	0.21	0.26	0.33	0.42	0.52	0.66	0.83	1.05	1.32	2.09	3.31	5.25	8.31	13.2	20.9	33.1	52.5
4 minutes	0.26	0.33	0.42	0.53	0.66	0.83	1.05	1.32	1.66	2.09	2.64	4.18	6.62	10.5	16.6	26.4	41.8	66.2	105
8 minutes	0.53	0.66	0.84	1.05	1.32	1.67	2.1	2.64	3.33	4.19	5.27	8.35	13.2	21	33.3	52.7	83.5	132	210
1/2 hour	1.98	2.49	3.13	3.94	4.96	6.25	7.87	9.91	12.5	15.7	19.8	31.3	49.6	78.7	125	198	313	496	787
1 hour	3.95	4.98	6.26	7.89	9.93	12.5	15.7	19.8	24.9	31.4	39.5	62.6	99.3	157	249	395	626	993	1570
2 hours	7.91	9.95	12.5	15.8	19.9	25	31.5	39.6	49.9	62.8	79.1	125	199	315	499	791	1250	1990	3150
3 hours	11.9	14.9	18.8	23.7	29.8	37.5	47.2	59.4	74.8	94.2	119	188	298	472	748	1190	1880	2980	4720
4 hours	15.8	19.9	25.1	31.5	39.7	50	62.9	79.2	99.8	126	158	251	397	629	998	1580	2510	3970	6290
5 hours	19.8	24.9	31.3	39.4	49.6	62.5	78.7	99.1	125	157	198	313	496	787	1250	1980	3130	4960	7870
6 hours	23.7	29.9	37.6	47.3	59.6	75	94.4	119	150	188	237	376	596	944	1500	2370	3760	5960	9440
7 hours	27.7	34.8	43.9	55.2	69.5	87.5	110	139	175	220	277	439	695	1100	1750	2770	4390	6950	11000
8 hours	31.6	39.8	50.1	63.1	79.4	100	126	158	200	251	316	501	794	1260	2000	3160	5010	7940	12600
9 hours	35.6	44.8	56.4	71	89.4	113	142	178	224	283	356	564	894	1420	2240	3560	5640	8940	14200
10 hours	39.5	49.8	62.6	78.9	99.3	125	157	198	249	314	395	626	993	1570	2490	3950	6260	9930	15700
11 hours	43.5	54.7	68.9	86.8	109	138	173	218	274	345	435	689	1090	1730	2740	4350	6890	10900	17300
12 hours	47.4	59.7	75.2	94.6	119	150	189	238	299	377	474	752	1190	1890	2990	4740	7520	11900	18900
13 hours	51.4	64.7	81.4	103	129	163	205	258	324	408	514	814	1290	2050	3240	5140	8140	12900	20500
14 hours	55.3	69.7	87.7	110	139	175	220	277	349	440	553	877	1390	2200	3490	5530	8770	13900	22000
15 hours	59.3	74.6	94	118	149	188	236	297	374	471	593	940	1490	2360	3740	5930	9400	14900	23600
16 hours	63.2	79.6	100	126	159	200	252	317	399	502	632	1000	1590	2520	3990	6320	10000	15900	25200

Table of L_{eq}, L_{EX}, Time and Noise Dose

نمونه‌گیری گروهی

با در نظر گرفتن کارگران بعنوان یک گروه شغلی می توان با روش های آماری تعداد نمونه گیری صدا را کاهش داد. تعداد نمونه مورد نیاز به تعداد کارگران گروه بستگی دارد. دقت را dB 2± و (فاصله اطمینان 95%) رادر نظر بگیرید.

Number of workers in group N	Standard Deviation of Sample L_{EXS}, dB					
	2	3	4	5	6	7
5 to 8	3	4	5	5	5	6
9 to 16	3	5	7	8	10	11
17 to 29	3	5	8	11	13	15
29 to 39	3	6	9	12	16	18
40 and more	3	6	9	13	17	20

جدول : تعداد کارگران نمونه گیری شده با دقت dB 2± و (فاصله اطمینان 95%)

فرآیند یافتن تعداد نمونه بشرح زیر است:

- حداقل سه کارگر را انتخاب و LEX های مربوط به آنها را سنجش نمائید.
- انحراف معیار این سه سنجش را حساب کنید.

- فرمول های مربوط به Time , Noise Dose , LEX , Leq

دُز صدا

$$Dose = 100 \times \frac{T}{8} \times 10^{(Leq-85)/10}\%$$

تراز معادل

$$Leq = 10Log_{10}\{(Dose/100)\times(8/T)\}+85\ dBA$$

تراز مواجهه با صدا

$$L_{EX} = 10Log_{10}\{Dose/100\}+85\ dBA$$

تراز مواجهه با صدا

$$L_{EX} = 10Log_{10}\{T/8\}+85\ dBA$$

Dose = دُز صدا (%) در پرید اندازه گیری (ساعت)

Leq = تراز معادل مواجهه با صوت (دسی بل)در پرید اندازه گیری (ساعت)

LEX = تراز میانگین زمانی 8 ساعته

T = زمان نمونه گیری وسنجش صدا (ساعت)

فرمول های متوسط گیری تراز صدا

- میانگین حسابی یا متوسط تعداد ترازهای صوت برابر است با :

$$Lmean = \{L_1 + L_2 + L_3 + \ldots + L_n\}/n$$

L_i = تراز صوت i ام

Lmean = میانگین مقادیر LEXهمانند متوسط گیری از نمونه های سنجش شده از یک کارگر خاص است شبیه وقتی که ترازهای یکنواخت صدا صرفنظر از مدت زمان مواجهه با هم ترکیب و بر تعداد موارد تقسیم شود.

- میانگین مؤثر(rms) یا تراز متوسط انرژی برابر است با :

$$L_{rms} = 10Log_{10}\left\{[10^{L_1/10} + 10^{L/10} + \ldots + 10^{L_n/10}]\right\}$$

TABLE 2: RELATIONSHIP BETWEEN NOISE EXPOSURE AND NOISE EXPOSURE LEVEL

Noise Exposure Level (dB(A))	*Daily Noise Exposure (Pa^2h)*	*Noise Exposure Level, (dB(A))*	*Daily Noise Exposure (Pa^2h)*
80	0.32	98	20
81	0.40	99	25
82	**0.51**	**100**	**32**
83	0.64	101	40
84	0.80	102	51
85	**1.0**	**103**	**64**
86	1.3	104	80
87	1.6	105	100
88	**2.0**	**106**	**130**
89	2.5	107	160
90	3.2	108	200
91	**4.0**	**109**	**250**
92	5.1	110	320
93	6.4	111	400
94	**8.0**	**112**	**510**
95	10	113	640
96	13	114	800
97	**16**	**115**	**1000**

پرسش :

LEX معادل کدامیک است؟

- **LEQ**
- **$L_{EP,8d}$**
- **LEP,W**
- **Lpeak**

تراز فشار پیک چگونه محاسبه می شود؟

- **یک : EP معادل Leq یا تراز کلی صدا LAE**
- **دوم : $L_{EP,8d}$ معادل EP**
- **سوم : مقایسه با جدول استاندارد**
- **تمام موارد فوق**

در تراز مواجهه صدای شخصی هفتگی EP_{total} معادل EP چند روز هفته است ؟

- 7
- 5
- 1
- 3

فصل چهارم

مثال هایی از ترازهای ارزیابی صدا ، LEXl ،
LEX برای الگوهای کاری غیراستاندارد ،
محاسبه تراز فشار پیک صدا از طریق LAE
محاسبه تراز پیک فشار صوت از طریق L_{Aeq}
دوز صدا
افزودن منبع صوتی به کارگاه و پیش بینی تراز صدا در شرایط جدید
حذف منابع صوت مصنوعی از کارگاه
کاربرد جدول Leq, LEX, Noise Dose & Time

در این فصل انتظار می رود
راه حل مثال های مذکور را بدانید

مثال هایی از ترازهای ارزیابی صدا

LEX

مثال: کارگری در شیفت کاری بطور روزانه 5 ساعت در معرض تراز معادل Leq =85 dBA قرار دارد. LEX را حساب کنید.

جواب: اگر تراز معادل مذکور نمایانگر روز کاری است پس Leq برابر تراز معادل شیفت کار است و مقدار تصحیح طول شیفت برابر 2- dB خواهد شد.

***LEX* =*Leq* +تصحیح طول شیفت**

LEX =89 + (-2) =87 **dBA**

و در این مرحله مقایسه تراز مواجهه 87 dBA با حد مجاز LEX=85 dBA آسان است در حالی که مقایسه 89dBA برای مدت 5 ساعت کار با حد مجاز 85 dBA و 8 ساعت کار، امر مشکلی خواهد بود.

نکته: مقدار تصحیح Leq در شیفت کاری 8 ساعته برابر صفر خواهد بود

LEX برای الگوهای کاری غیراستاندارد

مثال: کارگری مسئول ماشین آسیاب است و 4 شیفت 12 ساعته در هفته کار می کند و تراز معادل شیفت برابر Leq=91/3 dBA است.

تعداد متوسط ساعات کاری در هفته = 48 ساعت در هفته

متوسط طول شیفت 48 : 5=9/6 hours/day

تصحیح شیفت 9/6h با توجه به شکل برابر است با 0/8 dB

LEX =Leq + 0/8 dBA

LEX =91/3 + 0/8 dBA =92 dBA

محاسبه تراز فشار پیک صدا از طریق LAE

مثال: تفنگی دارای خشاب 4 فشنگه است تراز مواجهه صدای آن LAE برابر با 122dB است. اپراتور در روز 20 خشاب خالی می کند.

n=۲۰

n=٤

LAE=۱۲۲ EP $= \frac{20}{4} \times 10^{\left[\frac{122 - 109/6}{10}\right]}$ =87 points

20 شلیک به اندازه 87 پوینت در دُز روزانه فرد نقش دارد و لازم است این تعداد 87 پوینت را به سایر مواجهه های فرد اضافه و کل مواجهه را حساب کنید.

محاسبه تراز پیک فشار صوت از طریق (L_{Aeq})

مثال: داور دستور دهنده شروع تیراندازی در معرض صدا است. در این بازی در هر نوبت 3 تفنگ بطور همزمان شلیک می‌گردد. تراز معادل صدا L_{Aeq} در ناحیه سر داور در یک نوبت شلیک برای مدت 30 ثانیه اندازه‌گیری برای 111 dB است. اگر در طی روز بطور نرمال 25 بار شلیک انجام شود.

EP روزانه داور مذکور چقدر خواهد شد؟

$$EP = \frac{25}{3} \times 30 \times 10^{\left[\frac{111 - 109/6}{10}\right]} = 345 \ points$$

n=۲۵

n=۳

L_{Aeq} =۱۱۱

T_e=۳۰s

دوز صدا

مثال : از کارگری 2/5 ساعت دزیمتری بعمل آمده و دوز ثبت شده برابر 1/3 است. اگر این دوز نمایانگر روز کاری باشد و کارگر بطور نرمال 6 ساعت در روز کار کند. مقدار دوز (نقطه مواجهه با صدا)چقدر خواهد شد؟

مرحله یک: نقطه مواجهه با صدا در 2/5 ساعت برای است با:

EP(Exposure Points) =Pa^2.h´100] ***EP***=1/3*100= 130***points***

مرحله دو : نقطه مواجهه با صدا برای یک شیفت کاری:

ضریب تعمیم * EP بخشی از روز = EP کل شیفت

6 : 2/5 زمان اندازه گیری/زمان مواجهه = ضریب تعمیم

EP_T =130* $\frac{6}{2/5}$ =312 *points*

مثال های کاربرد نموگراف **Leq, LEX, Noise Dose & Time**

نموگراف دارای سه محور است: محور سمت چپ مدت زمان سنجش صدا، محور سمت راست مقدار Leq ، محور وسط یک جهت آن دوزصدا و جهت دیگر آن مربوط به ***LEX*** است.

مثال: اگر Leq =77 dBA ، زمان سنجش صدا برابر با 6 ساعت باشد. مقادیر *LEX* و دُز صدا را با کمک نموگراف پیدا کنید؛

پاسخ : ابتدا نقطه 77 dBA را روی محور *Leq* مشخص، سپس نقطه معادل 6 ساعت اندازه گیری را بر روی محور زمان تعیین و این دو نقطه را با خط کش بهم وصل نمائید.

مقادیر *LEX* = 75/8 *dBA* و 12%= *Noise Dose* خواهد شد.

مثال 1- کارگری شبانه 5 ساعت در یک کلوپ ورزشی کار می کند. برای 2 ساعت اندازه گیری، تراز معادل صدا 85 dBA است. فرض کنید این تراز نمایانگر شیفت کاری است؟

جواب:

88 dBA را به نقطه 2 ساعت وصل کرده ودوز صدا = 50%

دُز صدا در ساعت 25% = 2 : 50%

دُز ساعت در 5 ساعت شیفت شبانه خواهد شد. 125%=5 * 25%

مقدار 125% را به محور وسطی وصل و LEX معادل 86 dBA می شود و مشخص است میزان مواجهه کارگر بیش از حد مجاز است یعنی : LEX> 85 dBA

مثال 2- کارگر دیگری نیز در کلوپ شبانه فوق الذکر کار می کند

Leq =88 dBA و 2 ساعت بر آشپزخانه نظارت دارد

Leq =77 dBA و 4 ساعت بر امور اداری نظارت دارد

Leq =66 dBA و 1 ساعت بر رستوران نظارت دارد

دُز معادل هر یک از وظایف فوق را پیدا و با هم جمع کنید.

از ارتباط Leq =88 dBA و زمان 2 ساعت ⟵ دُز صدا برابر با 50%

از ارتباط Leq =77 dBA و زمان 4 ساعت ⟵ دُز صدا برابر با 8%

از ارتباط Leq =66 dBA و زمان 1 ساعت ⟵ دُز صدا برابر با 0%

و جمع دُزها خواهد شد: 58%

LEX معادل دُز 58% (محور وسط نموگراف) برابر 83 dBA می شود و مشخص است مواجهه بیش از حد مجاز رخ نداده است.

مثال 3- اپراتور ماشین آسیابی در شیفت 12 ساعته کار کرده و دزیمتری زمان 7 ساعت کار او 70% بوده و نمونه بیانگر کل طول شیفت کار است دوز کلی صدا را حساب کنید؟

70%= دُز صدا در 7 ساعت کار

10% = دُز صدا بازاء 1 ساعت کار

دُز صدا در 12 ساعت کار = %10 * 12 h =%12

و LEX معادل دُز 120% (محور وسط نموگراف)برابر 85/8 dBA خواهد شد و مواجهه کارگر بیش از حد مجاز بوده است (می توانید ساعات کار ماهانه را حساب کنید)؟

مثال 4- از صدای مواجهه یافته هر یک از کارگران در خط بطری پرکنی توسط SLM به مدت 5 دقیقه نمونه گیری گردید. کارگران مذکور در شیفت 10 ساعته و بطور گردشی کار کرده و هر 2 ساعت وظیفه خاصی را انجام می دهند. محاسبه کنید آیا این افراد در معرض صدای بیش از حد مجاز قرار دارند یا خیر؟

جواب: دوز 10 ساعته از مجموع دُزهای وظایف خاص استخراج شده از منوگراف بدست می آید و نتایج بطور خلاصه در جدول زیر آمده است:

شغل	Leq	ساعت، زمان	دُز صدا، %
خالی کردن پالت	91.5	2	113
پر کردن بطری	95	2	253
درب زنی	97	2	401
برچسب زنی	87	2	40
بسته بندی	84.5	2	23
	جمع	10	830

LEX و Leq شیفت تمام کارگران را می توانید با استفاده از منوگراف حساب کنید.

- دُز 830% را به زمان 10 ساعت وصل و تراز معادل آن Leq = 93/2 dBA خواهد شد.
- دُز 830% را به زمان 8 ساعت وصل و تراز مواجهه با صدا LEX = 94 dBA خواهد شد.
- صدای روزانه 830% در روی خط میانی تعیین و تراز مواجهه با صدا LEX = 94 dBA خواهد شد.

از آنجا که LEX> 85 dBA است میزان مواجهه همهٔ کارگران مذکور بیش از حد مجاز است.

افزودن منبع صوتی به کارگاه و پیش بینی تراز صدا در شرایط جدید

مثال: قرار است یک دستگاه کوره در کارگاهی نصب شود. LEX کارگر قبل از نصب، 82 dBA است. فروشنده اظهار داشته که تراز صدای کوره به تنهایی در موقعیت کارگر 91 dBA است. و از این کوره فقط 1 ساعت در روز کار استفاده می شود.

جواب: نقطه Leq = 82 dBA را به زمان 8 h وصل و دُز صدا 50% خواهد شد.

نقطه Leq = 91 dBA را به زمان 1 h وصل و دُز صدا 100% خواهد شد.

150%= جمع کل دُز صدای روزانه

دُز 150% را بر روی خط میانی قرار داده و مقدار LEX = 86/8 dBA خواهد شد. پس مشخص است با نصب کوره، میزان مواجهه کارگر بیش از حد مجاز خواهد شد. LEX>85 dBA

حذف منابع صوت مصنوعی از کارگاه

مثال: از کارگاهی به مدت 4/5 ساعت دزیمتری بعمل آمد و Leq =89 dBA است.

در گراف 3 تا پیک با منشأ غیراکوستیکی(در حین نصب و تنظیم دزیمتر)رخ داده است. (گراف را در ص 9 ببینید)

- پیک 141 dBC در مدت 1 دقیقه وقتی Leq =110 dBA است.
- پیک 137 dBC در مدت 1 دقیقه وقتی Leq =101 dBA است.
- پیک 138 dBC در مدت 1 دقیقه وقتی Leq =105 dBA است.

نقطه Leq = 110 dBA را به زمان 1 دقیقه وصل و دُز خوانده شده Dose = %66 است.

نقطه Leq = 101 dBA را به زمان 1 دقیقه وصل و دُز خوانده شده Dose = %8 است.

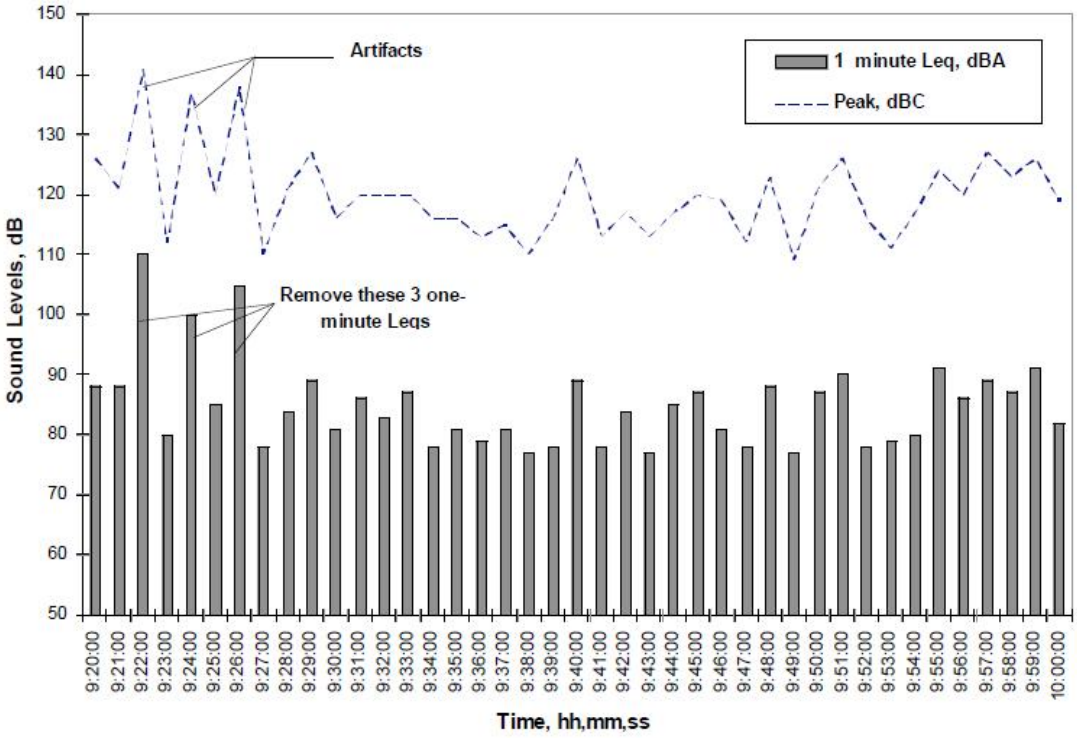
نقطه Leq = 105 dBA را به زمان 1 دقیقه وصل و دُز خوانده شده Dose = %20 است.

%94 = %20 + %8 + %66 = کل دُز صدای ناخواسته

دُز اولیه صدا قبل از تصحیح: نقطه Leq =89 dBA را به زمان 4/5 ساعت وصل و دُز خوانده شده برابر141%= Dose است و دُز باقیمانده پس از حذف دُز صدای غیرواقعی(تصنعی)برابر است با: 47% = 94% - 141%

حال دُز 47% را به زمان 4/5 ساعت وصل و Leq = 84/2 dBA خواهد شد و نه 89 dBA و پس از تصحیح معلوم می گردد کارگر مواجهه اضافی نداشته است.

بخشی از سابقه تراز صوت دانلود شده از یک دوزیمتر صدا



- **مثال کاربرد جدول Leq, LEX, Noise Dose & Time**

اگر مقادیر Leq و زمان موجود باشد دُز صدا را می توانید پیدا کنید.

مثال 4 را از طریق جدول نیز حساب کنید؟

از صدای مواجهه یافته هر یک از کارگران در خط بطری پرکنی توسط slm به مدت 5 دقیقه نمونه گیری شد. کارگران مذکور در شیفت 10 ساعته و بطور گردشی کار کرده و هر 2 ساعت وظیفه خاصی را انجام می دهند و تراز معادل وظایف مانند زیر است؟(دُز صدا را از جدول ضمیمه پیدا کنید)

خالی کردن پالت Leq =92 dBA

پرکردن بطری Leq =96 dBA

درب زنی Leq = 98 dBA

برچسب زنی Leq = 87 dBA

بسته بندی Leq = 82 dBA

بر روی ستون سمت چپ ردیف 2 ساعت را پیدا نموده و دُز صدا را برای ترازهای صدا بخوانید و در جدول زیر وارد کنید(میان یابی بین ستونها اغلب لازم است)

مراحل اتخاذ شده در جدول زیر بطور خلاصه آمده است.

شغل	Leq	ساعت، زمان	دُز صدا، %
خالی کردن پالت	92	2	125
پر کردن بطری	96	2	315
درب زنی	98	2	499
برچسب زنی	87	2	39/6
بسته بندی	82	2	12/5
	جمع	10	991

در طول ردیف مربوط به 8 ساعت کار حرکت کرده و ستون حاوی عدد 991 را پیدا کنید. البته این عدد بین دو ستون با دُز 794%(94 dBA) و 1260%(96 dBA) قرار دارد و برای یافتن مقدار واقعی بایستی تراز صدا را از دو عدد 94 و 96 دسی بل میان یابی کرد و با گرد کردن حدود LEX=95dBA خواهد شد.

مثال 1- تراز معادل صدا برای مدت 4 ساعت برابر با Leq =95 dBA است. از جدول فوق محل تقاطع ستون 95 دسی بل و ردیف 4 ساعت را یافته و دُز صدا خواهد شد(میان یابی بین دو ستون)

دُز صدا = 397 + 629 = 1026 : 2=513 :100=5/13≃ 5/1Pa^2.h

اگر دُز مربوط به کل شیفت 8 ساعته معلوم باشد LEX معادل آنرا می توانید حساب کنید.

مثال 2- دُز کلی صدا برابر با 2/5$Pa^2.h$ است. در جدول فوق در ردیف LEX سایه دار حرکت کرده و دُز صدای 2/5$Pa^2.h$ را یافته و از ستون مربوطه مقدار $89dBA$= LEX خواهد شد.

درصد 250= 100* 2/5Pa^2. h

نمونه‌گیری گروهی

مثال :12 کارگر بعنوان یک گروه در نظر گرفته شد و سه کارگر بطور تصادفی از میان آنها انتخاب شد ودزیمتر به آنها وصل گردید و نتایج LEX به ترتیب برابر 95/5 ، 90 و 87/5 و میانگین حسابی و انحراف معیار به ترتیب برابر 91 dBA و 4/1dB است.

در جدول فوق 12 نفر کارگر در گروه 9 تا 16 نفر قرار داشته و با توجه به انحراف معیار 4، تعداد نمونه مورد نیاز عدد 7 است. پس علاوه بر 3 نمونه قبلی، 4 کارگر دیگرنیزا بطور تصادفی انتخاب شد و از آنها دزیمتری بعمل آمد و مقادیر LEX به ترتیب برابر 92 ، 85 ، 93 و 91 و میانگین و انحراف معیار به ترتیب برابر با LEX =90 /6 dB و 3/4 (کمتر از انحراف معیار قبلی 4/1)گردید و بدین ترتیب میانگین گروه 12 نفره با اطمینان 95% برابر با ±2 dB LEX =90 است.

متوسط گیری از LEX های یک کارگر در روزهای مختلف

قابل توجه آنکه Leq تراز متوسط انرژی زمانی و مکانی تعدادی اندازه‌گیری را می دهد.

مثال: متوسط تراز صوت مقادیر 99 ، 93 و 97dBA را از طریق حسابی و مؤثر حساب کنید.

میانگین حسابی Lmean = (88 + 94 + 97) / 3= 93 dBA

میانگین مؤثر = $10\text{Log}_{10}[10^{8/8} + 10^{9/4} + 10^{9/7}]/3 = 94/3$ dBA

فصل پنجم

سایر ترازهای مفید در ارزیابی صدا

- **تراز تجمعی (EA)**
- **تراز آماری(L_N)**
- **تراز آلودگی صوتی در محیط(NPL)**
- **تراز تداخل با مکالمه (SIL)**
- **تراز مواجهه با صدا(SEL)**

در این فصل انتظار می رود

موارد کاربرد سا یر ترازهای صدا را بشناسید

سایر ترازهای مفید در ارزیابی صدا

تراز تجمعی[1] (EA)

انجمن بهداشت حرفه‌ای انگلستان[2](BOHS) معیاری را تحت عنوان EA معرفی نموده است. با این تراز می توان حد تجمعی مواجهه با صدا در یک دوره شغلی چند ساله را محاسبه نمود. براساس تراز نشری مقادیری را معین نموده‌اند که مواجهه بیش از آن سبب صدمات وارده به گوش در طول یک دوره چند ساله کاری خواهد شد. اگرچه این معیار برای صدای کوبه ای توسط Burs و Robinson در سال 1970 توصیه شده است ولی برای صدای پیوسته نیز قابل استناد است:

$$EA = Leq + 10Log\frac{T_1}{T_0} \qquad (dB) \qquad (1-5)$$

$T_0 = Cte = 1Year$

$$T_1 = T \times \frac{t}{240}$$

T= تعداد سا لهای مواجهه

t= تعداد روزهای مواجهه فرد در سال

240= تعداد روزهای کاری در 48 هفته سال و هفته ای 5 روز

T_0= دوره مبنا و برابر یک سال

تراز آماری(L_N)

برای تعیین مدت زمانی که صدای محیط کار از حد معینی تجاوز می نماید، از تراز آماری استفاده می شود. بطور مثال تراز 85 دسی بل را بعنوان مبنا در نظر گرفته و درصدی از زمان مواجهه که صدا از تراز مبنا تجاوز نموده باشد با تراز آماری نشان می دهند. مثلاً L70 یعنی 70% از کل زمان شیفت کار، تراز فشار صوت از حد مبنا بالاتر بوده است.

می توان در یک توزیع آماری، درصد زمان تداوم هر تراز را در محیط کار مشخص و با استفاده از یک منحنی هستیوگرام(ستونی)ترسیم نمود. بدین ترتیب ترازی که بیشترین نسبت زمانی را به خود اختصاص داده باشد مشخص می گردد. به همین ترتیب میتوان منحنی مربوط به تغییرات تراز فشار صوت در یک نقطه را به صورت تجمعی ترسیم نمود. بدیهی است در

1 . Emission Level
2 . British Occupational Health Society

صورتیکه دستگاه تراز سنج صوت قابلیت های این نوع اندازه گیری را نداشته باشد بایستی در هر ایستگاه بسته به تغییرات تراز تا 100 بار اندازه گیری را تکرار نمود(3) و با استفاده از نتایج حاصله توزیع آماری مورد بحث را استخراج نمود.

تراز آلودگی صوتی در محیط[1](NPL)

برای محاسبه این تراز لازم است تراز آماری برای محدوده های زمانی 50% و 10% و 90% معین شده و با استفاده از رابطه زیر تراز آلودگی محیط مشخص شود.

$$NPL = L_{50} + (L_{10} - L_{90}) + \frac{(L_{10}-L_{90})2}{60} \qquad (dB) \qquad (2-5)$$

این تراز بیشتر در مباحث آلودگی صوتی محیط زیست کاربرد دارد.

تراز تداخل با مکالمه[2] (SIL)

به دلیل امکان تداخل صدای محیط کار با فرکانسهای مکالمه، که این امر می تواند در بروز حوادث نقش داشته باشد، ترازی را محاسبه می نمایند که میزان مزاحمت یا محدودیت در ارتباط کلامی را نشان می دهد. این تراز هم برای مواجهه شغلی و هم مواجهه اجتماعی کاربرد دارد. فرمول مربوطه براساس محاسبه میانگین حسابی ترازهای فشار صوت در فرکانسهای مکالمه تعیین می گردد.

$$SIL = \frac{SPL_{500} + SPL_{1000} + SPL_{2000} + SPL_{4000}}{4} \qquad (dB) \qquad (3-5)$$

تراز مواجهه با صدا[3] (SEL)

تراز مواجهه صوت، بیان کننده انرژی صوت در یک قطاع زمانی _ مثلاً یک ثانیه است و توسط برخی دستگاهها قابل اندازه گیری می باشد. در برخی منابع تراز مواجهه صوت را بصورت تابعی از زمان مواجهه کارگر و تراز معادل 8 ساعته آورده اند. این تراز با کمک رابطه زیر محاسبه می شود:

$$SEL = Leq + 10\ Log\left(\frac{t}{1\,s}\right) \qquad (4\text{ -}5)$$

1 . Noise Pollution Level
2 . Speech Interference Level
3 . Sound Exposure Level

t= زمان اندازه گیری (بطور پیشنهادی 60 ثانیه)

برای مقایسه ترازهای مختلف فشار صوت در کارگاهها یا پست های کاری، استفاده از این تراز مناسب است. این تراز را می توان با دُز صدا مشابه دانست. زیرا دُز صدا نیز می تواند بدون واسطه وضعیت دو مواجهه را با هم مقایسه کند. باتوجه به اینکه t در همه حال ثابت در نظر گرفته می شود، مقدار رابطه فوق بصورت زیر ساده می گردد:

$$SEL=Leq + 10Log60 \quad (dB) \quad (5-5)$$
$$SEL = Leq + 17.8 \quad (dB)$$

با داشتن SEL همواره می‌توان مقدار تراز معادل مواجهه و در نتیجه دُز دریافتی صدا توسط کارگر را محاسبه نمود. در صورتی که برای یک کارگر در مواجهه‌های مختلف مقادیر SEL اندازه‌گیری شده باشد می‌توان با استفاده از روش جمع ترازهای صوتی مجموع مواجه را نیز محاسبه نمود.

پرسش:

مواجهه با صدا در یک دوره شغلی چند ساله از کدام فرمول بدست می‌آید؟

- **تراز آماری**
- **تراز آلودگی صوتی در محیط**
- **تراز تجمعی**
- **تراز مواجهه با صدا**

فصل ششم

فرم گزارش اندازه گیری صدا ، فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا ، دستورالعمل نحوه تکمیل فرم گزارش اندازه گیری صدا

پس از مطالعه این فصل انتظار می رود

فرم گزارش اندازه گیری صدا را بشناسید

فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا را بشناسید

دستورالعمل نحوه تکمیل فرم گزارش اندازه گیری صدا را بدانید

فرم گزارش اندازه گیری صدا

معاونت بهداشتی دانشگاه/دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی	**مرکز بهداشت شهرستان** .....
مرکز بهداشتی درمانی شهری/روستایی	**آزمایشگاه یا مرجع اندازه‌گیری‌کننده**:

اطلاعات عمومی

نام کارگاه:	**نام کارفرما**:	**محصول تولیدی**:	**شیفت کاری** ..... **تعداد واحد** .....
تعداد شاغلین:	**تلفن و نمابر**:	**آدرس**:	

اطلاعات اختصاصی

نام واحد:	**تعداد کارگران**:	**نوع فعالیت**:	**مساحت واحد**:
ابعاد سالن (متر)	**طول**:.....	**عرض**:.....	**ارتفاع**:.....
کف: **جنس**	سخت 1	متوسط 1	نرم 1
دیوارها: **جنس**	سخت 1	متوسط 1	نرم 1
سقف: **جنس**	سخت 1	متوسط 1	نرم 1
دستگاههای عمده مولد صدا:	-1	-2	-3
نوع صدا:	پیوسته 1	ضربه ای / کوبه ای 1	توأم 1
مکالمه در فاصله 2 متری:	اصلاً شنیده نمی شود 1	باید فریاد زد 1	براحتی شنیده می شود 1

مشخصه های کلی صداسنجی

مارک، مدل و تیپ تراز صداسنج صدا:

مارک و مدل ..... **دزیمتر**:

مارک و مدل کالیبراتور:

ساعت و تاریخ صداسنجی:

جدول اندازه گیری صدا

ایستگاه / کمیت	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SPL(rms)									
Dose (%)									
Peak level dBC									
$L_{eq,T}$ dBA									
شیفت کاری ساعت									
اصلاح شیفت									
$L_{EX,8h}$									

نتایج سنجش ها

1- **تعداد ایستگاه با تراز صدای** 85-82	1- **تعداد شاغلین در معرض صدای** 85-82 .....
2- **تعداد ایستگاه با تراز صدای** 85<	2- **تعداد شاغلین در معرض صدای** 85< .....

عوامل مؤثر بر مطلوبیت صدا در کارگاه

1- توان و مشخصات منابع، فونداسیون و نحوه استقرار و نگهداری، متدکاری، ماهیت پروسه، اکوستیک - اتاق(بازآوایی)، توربولانس هوا در کانالها 1

2- نحوهٔ مدیریت اداری شامل مدت زمان مواجهه، تعداد افراد در معرض، چرخشی کردن کار و اصلاح برنامه وظایف کاری 1

3- کاربرد حفاظ های شنوایی 1

4- آموزش کارگران و اطلاع رسانی 1

نظریه نهایی کارشناس درخصوص وضعیت صدای کارگاه

میزان صدا در حد مطلوب است 1 تعداد کارگران در معرض صدای غیرمجاز 1

میزان صدا غیر مجاز است و نیاز به اقدامات آموزشی و کنترلی دارد 1

میزان صدای کارگاه اصلاح گردید به روش:

1- کنترل های فنی و مهندسی 1 2- کنترل های مدیریتی 1

3- حفاظ های شنوایی 1 4- روش های توأم یا ثلاث کنترلی 1

5- آموزش و اطلاع رسانی 1

پلان کارگاه، موقعیت دستگاهها، منابع صدا و ایستگاههای مورد سنجش

(فرم NT)

نام کارگاه ..... **نام واحد** .....

نتایج آنالیز تراز فشار صدا بر حسب فرکانس در کارگاه ..... (فرم NA)

شماره ایستگاه	SPL		SPL به تفکیک فرکانس								Leq,T dBA
	dB(A)	dB(C)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

فرم جمع‌بندی گزارشات اندازه‌گیری صدا

معاونت بهداشتی دانشگاه/دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی	مرکز بهداشت شهرستان 1		سال .....
مرکز بهداشتی درمانی 1	آزمایشگاه بهداشت حرفه ای 1	6 ماهه اول 1	سالانه 1
تعداد کارگاههای تحت سنجش	تعداد شاغلین کارگاهها :		
تعداد کارگاههای دارای منبع مولد صدا: مداوم	ضربه ای/کوبه‌ای		توأم .....

مشخصه‌های کلی صداسنج‌ها در منطقه:

تعداد صداسنج‌های موجود:	تعداد صداسنج‌های سالم :	تعداد صداسنج‌های بکار برده شده:
تعداد کالیبراتورهای موجود و سالم:	تعداد افرادی که با صداسنج کار می‌کنند:	

جدول جمع بندی گزارشات اندازه‌گیری صدا

موضوع بعد کارکنان	<20		20-49		50-499		>500		جمع	
	کارگاه	واحد	کارگاه	واحد	کارگاه	واحد	کارگاه	واحد	کارگاه	واحد
کل موارد سنجش										
تعداد موارد نامطلوب 85>										
تعداد موارد مطلوب 85-82										
شاغلین در معرض صدای غیر مجاز										

جدول جمع‌بندی گزارشات نتایج کنترلی صدا

	شاخص‌های کنترلی صدا	تعداد	درصد
1	کارگاههای تحت‌پوشش که از طریق حداقل یک روش فنی _ مهندسی صدای غیرمجاز آنها حذف یا کنترل گردید		
2	کارگاههای تحت‌پوشش که از طریق روش‌های مدیریتی صدای غیرمجاز آنها اصلاح گردید		
3	کارگاههای تحت‌پوشش که با بکارگیری حفاظهای شنوایی صدای غیرمجاز آنها اصلاح گردید		
4	کل کارگاههای تحت‌پوشش که با روش‌های توأم یا ثلاث کنترلی صدای غیرمجاز آنها حذف یا کنترل گردید		
5	شاغلین در معرض صدای غیرمجاز که از طریق روش های آموزشی آگاهی لازم را پیدا کرده اند		

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم : سمت و امضاء :

نام و نام خانوادگی کارشناس مسئول واحد : تاریخ و امضاء:

دستورالعمل نحوه تکمیل فرم گزارش اندازه گیری صدا (NT)

هدف از تکمیل این فرم جمع آوری اطلاعات پیرامون صدای کارگاهها و مواردی است که در اندازه گیری صدا مؤثرند می‌باشند.

اطلاعات کلی:

در بالای فرم نام معاونت بهداشتی/سلامت دانشگاه/دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی، نام مرکز بهداشت شهرستان، نام مرکز بهداشتی درمانی شهری یا روستایی و یا آزمایشگاه یا هر مرجع صاحب صلاحیت که اندازه گیری را انجام داده است ذکر می گردد.

اطلاعات عمومی:

در این قسمت نام کارگاه، نام کارفرما یا خویش فرما، محصول نهایی تولید شده در کارگاه را به همراه شیفت کاری (صبح کار _ عصر کار _ شب کار و یا نوبت کار)، تعداد واحدهای کارگاه و تعداد افرادی که در این کارگاه مشغول بکار می‌باشند ثبت می‌گردد. چنانچه کارگاه خدماتی باشد نوع خدمت و در مورد کارگاههایی که چند محصول تولید می‌کنند نام مهمترین محصول تولیدی ذکر می‌گردد. در محل مربوط به آدرس و تلفن، آدرس دقیق پستی محل کارگاه بهمراه شماره تلفن و نمابر ثبت می‌گردد.

اطلاعات اختصاصی

این قسمت مربوط به ثبت اطلاعات جزئی‌تر واحد یا واحدهای موجود در کارگاه می‌باشد که شامل: نام واحد یا درصورت نبود نام، نوع فعالیت آن ذکر می‌گردد. در کارگاههایی که تنها دارای یک واحد می‌باشند در محل نام واحد، نام کارگاه ذکر می‌شود. در کارگاههای چند واحدی به ازای هر واحد یک برگ فرم NT دیگر تکمیل می‌شود. در قسمت دیگری از جدول، تعداد کارگران شاغل در واحد و فعالیت در حال انجام در آن واحد ذکر می‌گردد. مساحت کل واحد بر حسب متر مربع و ابعاد سالن بر حسب متر در قسمت مربوطه ثبت می‌شود.

در قسمت دیگر باتوجه به جنس مصالح بکار رفته در کف، دیوارها و سقف کارگاه یا واحد سه گزینه سخت(فلز، سنگ، سیمان، آجر، موزائیک، کاشی)، متوسط(گچ) و یا نرم (چوب، ورقه های آکوستیکی، موکت)مشخص می‌گردد.

در قسمت بعد، سه منبع عمده مولد صدا را که بیشترین سهم را در تراز کلی صدا، مدت زمان مواجهه و تعداد کارگران در معرض دارد و همچنین نوع صدا از جنبه پیوسته، ضربه‌ای بودن یا توأم ثبت می‌گردد.

در قسمت بعد آمده است آیا کارگران برای شنیدن صدای همدیگر در فاصله 2 متری از هم مجبورند فریاد بزنند یا خیر؟ و در صورت تأیید این شرایط کاری برای بیش از 2 ساعت، مشخص می‌شود احتمالاً تراز صدای روزانه کارگر بالاتر از 85 دسی بل است.

مشخصه‌های کلی صداسنجی:

در این قسمت مارک، مدل و تیپ تراز سنج صوت یا دزیمتر مورد استفاده جهت صداسنجی واحد یا کارگاه، تاریخ و ساعت صداسنجی به همراه مشخصات کالیبراسیون مورد استفاده جهت کالیبره کردن دستگاه ثبت می شود.

جدول گزارش اندازه گیری صدا

این جدول نتایج سنجش صدا را بر حسب تراز فشار صوت مؤثر، دوز صدا یا تراز فشار پیک نشان می دهد. تراز معادل صدا در مدت زمان اندازه گیری از تراز سنج صوت یا دزیمتر خوانده شود و یا مقادیر آن توسط فرمول، جدول یا نموگرام محاسبه شود. اگر تعداد ساعاتی که کارگران در شیفت روزانه در معرض صدا هستند کمتر یا بیشتر از 8 ساعت کار است مقدار اصلاح شیفت را از شکل ..... یافته و با تراز معادل محاسبه شده جمع نمائید و این تراز معادل اصلاح گردیده، در واقع برابر با $L_{EX,8h}$ می باشد.

نحوه تکمیل فرم NT و NA

اگر هدف، اندازه اگیری محیطی صدا و مشخص نمودن منابع اصلی تولید صدا، نحوه توزیع تراز فشار صوت و یا محدوده های خطر در کارگاه است فرم NT تکمیل شود و پلانی از کارگاه به همراه محل استقرار دستگاهها و ایستگاههایی که در آن سنجش صدا صورت گرفته، با شماره خاصی در نقشه کارگاه مشخص شود.

¶ توضیح اینکه اگر هدف اندازه گیری، تعیین روش و چگونگی کنترل صدا یا میزان کاهندگی گوشهای حفاظتی در فرکانس های مختلف است و اندازه گیری تراز کلی به تنهایی برای ارزیابی کافی نیست فرم NA مربوط به آنالیز فرکانسی نیز باید تکمیل شود.

در صورتی که کارگاه چند واحدی باشد، به ازای تعداد واحدها، یک برگ فرم NT یا هر دو طرف فـــرم (NA , NT) تکمیل و ضمیمه شوند.

نتایج سنجش ها

در این قسمت تعداد ایستگاهها و شاغلین در معرض صدا باتوجه به نتایج اندازه گیری در دو گسترهٔ 85 -82 و 85< ثبت می گردد.

عوامل مؤثر بر مطلوبیت صدای کارگاه(منبع _ مسیر انتشار _ گیرنده)

در این قسمت کارشناس فاکتورهای مؤثری که می تواند باعث مطلوبیت صدای کارگاه گردد را باتوجه به موارد ذکر شده انتخاب می کند.

4 فاکتور مؤثر بر مطلوبیت صدا به شرح ذیل می باشد:

1- توان و مشخصات منابع، فونداسیون و نحوه استقرار و نگهداری، متدکاری، ماهیت پروسه، اکوستیک اتاق(بازآوایی)و توربولانس هوا در کانالها
2- نحوه مدیریت اداری شامل: مدت زمان مواجهه، تعداد افراد در معرض، چرخشی کردن کار و اصلاح برنامه کاری
3- کاربرد حفاظ های شنوایی
4- آموزش کارگران و اطلاع رسانی

با بررسی هر یک از 4 فاکتور مؤثر بر مطلوبیت صدا، در صورت مثبت و مطلوب بودن هر عامل علامت **ü** (تیک)و در صورت منفی یا غیر مطلوب بودن هر یک از عوامل علامت×(ضربدر) داخل 1 قرار می گیرد.

در قسمت مربوط به نظریه نهایی کارشناس درخصوص وضعیت صدا باتوجه به تراز صدای کارگاه، مقایسه بین تراز معادل صدای 8 ساعته اصلاح شده با حد مطلوب و توصیه شده کشوری و با در نظر گرفتن 4 فاکتور مؤثر بر مطلوبیت صدا، یکی از گزینه های صدا مطلوب و یا نامطلوب است تیک زده می شود. همچنین تعداد کارگران در معرض صدای نامطلوب در صورت موجودبودن در قسمت مربوطه ثبت می شود.

در بررسی و ارزیابی وضعیت نهایی صدا تعیین مطلوب یا نامطلوب بودن صدا باتوجه به تخصص کارشناس بعهده او می باشد.

تراز صدا اگر کمتر از 85 دسی بل باشد مشخص است کارگاه هیچگونه اصلاحی نیاز ندارد. البته در تراز صدای بین 82 تا 85 دسی بل، لازم است نتایج پایش صداسنجی، حداقل خطرات افت شنوایی، نقش حفاظ های شنوایی و نتایج تست های ادیومتری به اطلاع کارگران رسانیده شود و در صورتی که تراز صدای کارگاه بالاتر از معیار استاندارد است آنالیز دقیق تر

صدا و بکارگیری سایر قوانین صدا نظیر دستورالعمل آموزش اثرات صدا بر سیستم شنوایی، تمرین عملی کاربرد حفاظ های شنوایی و اقدامات کنترلی ضرورت دارد.

اگر وضعیت صدای کارگاه باتوجه به بازدیدهای قبلی اصلاح شده کارشناس با انتخاب گزینه های موجود روشی را که صدای کارگاه اصلاح گردیده را مشخص می کند. دقت گردد که این قسمت برای کارگاههایی تکمیل می شود که برای بار دوم یا نوبتهای بعدی مورد بازدید قرار گرفته و صدای آنها اصلاح شده باشد.

نام و نام خانوادگی فرد تکمیل کننده فرم به همراه سمت وی در پایین فرم نوشته شده و توسط وی امضاء می شود.

دستورالعمل نحوه تکمیل فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا (فرم T)

هدف از تکمیل این فرم دستیابی به اطلاعات جمع بندی شده درخصوص گزارشات اندازه گیری صدا می باشد. در این فرم اطلاعات اولیه از فرمهای یکسان سازی شده(فرمهای NA, NT)استخراج و باتوجه به اهداف از پیش تعیین شده مورد استفاده قرار می گیرد.

اطلاعات کلی:

در بالای فرم نام معاونت بهداشتی دانشگاه/دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قید می گردد. باتوجه به اینکه گزارشات توسط چه مرجعی جمع بندی گردیده است یکی از قسمتهای مربوط به معاونت بهداشت استان، مرکز بهداشت شهرستان بهمراه نام شهرستان و یا مرکز بهداشتی درمانی بهمراه نام مرکز و یا آزمایشگاه بهداشت حرفه ای صاحب صلاحیت علامت گذاری می گردد.

در قسمت دیگر باتوجه به اینکه گزارشات مربوط به آمار 6 ماهه باشد یا سالانه قسمت مربوطه مشخص می گردد، در قسمت بعد تعداد کارگاههای تحت سنجش و تعداد شاغلین کارگاهها، تعداد کارگاههای دارای منبع مولد صدا از نوع صدای مداوم، ضربه ای/کوبه ای یا توأم ثبت می شود.

مشخصه های کلی صداسنج در منطقه:

در این قسمت تعداد صدا سنج های موجود، سالم و بکاربرده شده و همچنین تعداد کالیبراتورهای موجود و سالم و تعداد افرادی که با صداسنج کار می کنند نوشته می شود.

اطلاعات اختصاصی:

نتایج سنجش و بررسی های انجام شده در جدولی که به این منظور طراحی شده است منعکس می گردد، جدول مشتمل بر چندین ردیف و ستون می باشد که نحوه تکمیل به شرح زیر می باشد:

در ردیف افقی بالایی کارگاهها و واحدهای مورد سنجش به تفکیک بعد کارکنان تقسیم بندی شده است و ستون عمودی سمت راست موضوعات مورد سنجش در گزارشات را بیان می کند.

ردیف اول:

در این ردیف تعداد کل موارد سنجش صدا در کارگاهها و واحدها باتوجه به بعد کارکنان ثبت می گردد.

ردیف دوم:

در این قسمت تعداد موارد نامطلوب 85< (صدای غیرمجاز)در ردیف بالایی نوشته می‌شود.

ردیف سوم:

در این قسمت تعداد موارد مطلوب 85-82 دسی بل در ردیف پایینی ثبت می گردد.

ردیف چهارم:

در این قسمت تعداد شاغلین در معرض صدای غیر مجاز در کارگاهها نوشته می شود.

در قسمت پایینی فرم، جدول جمع بندی گزارشات کنترلی صدا حاصل از فرم ثبت می گردد.

این قسمت شامل 5 ردیف و 3 ستون می باشد که نحوه تکمیل آن بصورت زیر می باشد:

در ردیف افقی بالایی جدول جمع بندی گزارشات نتایج کنترلی صدا، عنوان شاخص های کنترلی به تفکیک تعداد و درصد ثبت می گردد.

ردیف اول

در این ردیف تعداد و درصد شاخص فنی _ مهندسی نوشته می شود.

$$\frac{\text{تعداد کارگاههای تحت پوشش که از طریق حداقل یک روش فنی _ مهندسی صدای غیرمجاز آنها حذف یا کنترل گردید.}}{\text{تعداد کل کارگاههای تحت پوشش با صدای نامطلوب ۸۵<}} \times 100$$

ردیف دوم

در این ردیف تعداد و درصد شاخص مدیریتی ثبت می گردد.

$$\frac{\text{تعداد کارگاههای تحت پوشش که از طریق روش های مدیریتی صدای غیر مجاز آنها اصلاح گردید}}{\text{تعداد کل کارگاههای تحت پوشش با صدای نامطلوب ۸۵<}} \times 100$$

ردیف سوم

در این ردیف تعداد و درصد شاخص حفاظ های شنوایی نوشته می شود.

$$\frac{\text{تعداد کارگاههای تحت پوشش که با بکارگیری حفاظ های شنوایی صدای غیرمجاز آنها اصلاح گردید}}{\text{تعداد کل کارگاههای تحت پوشش با صدای نامطلوب ۸۵<}} \times 100$$

ردیف چهارم

در این ردیف تعداد و درصد شاخص های توأم یا ثلاث کنترلی ثبت می گردد.

$$\frac{\text{تعداد کارگاههای تحت پوشش با روشهای توأم یا ثلاث کنترلی، صدای غیر مجاز آنها حذف یا کنترل گردید.}}{\text{تعداد کل کارگاههای تحت پوشش با صدای نامطلوب ۸۵<}} \times 100$$

ردیف پنجم

در این ردیف تعداد و درصد شاخص شاغلین نوشته می شود.

$$\frac{\text{تعداد شاغلین در معرض صدای غیر مجاز که از طریق روش های آموزشی آگاهی لازم را پیدا کرده اند}}{\text{تعداد کل شاغلین تحت پوشش در معرض صدای ۸۵<}} \times 100$$

در انتها نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم، سمت وی به همراه نام و نام خانوادگی کارشناس مسئول واحد و تاریخ تکمیل فرم یادداشت و امضاء می گردد.

فهرست منابع مورد استفاده :

1 = دکتر رستم گلمحمدی ،مهندسی صدا و ارتعاش، انتشارات دانشجو - همدان -1378

2 – روحی شهریار، بررسی میزان مواجهه با صدا در بین شاغلین کارگاههای کوچک تولید ، خدمات فنی شهرکرد ، پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای ، 3258

3 – کتابچه حدود مجاز تماس شغلی تالیف وزارت بهداشت ،درمان وآموزش پزشکی – 1383

4 - Controlling noise at work Regulations 2005 – Guidance on Regulations

5 – Basic noise calculations, 2007, worksafebc.com

6 – Occupational noise surveys, 2007, worksafebc.com