وبینار آموزشی

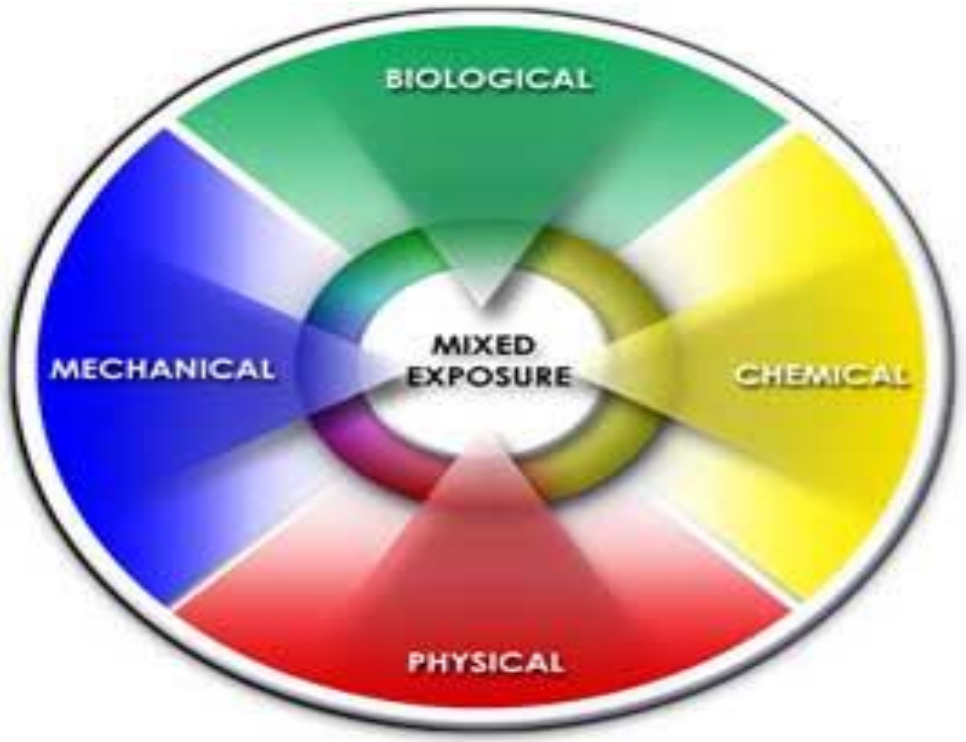
اندازه گیری ، ارزیابی و تفسیر عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار

غلامرضا مرادی

عضو هیات علمی

دانشکده بهداشت

پاییز ۱۴۰۰



HARMFUL PHYSICAL AGENTS

Physical agents may also be present in the workplace

- Heat
- Noise
- Vibrations
- Ionizing radiation
- Non-ionizing radiation

Questions? Contact Rachel Koehler with IEA at 763-315-7900 or Rachel.Koehler@ieasafety.com

مناسب ترین روش برای کنترل صدا، اندازه گیری صدا و میزان مواجهه با آن می باشد

Source, Path, and Receiver

Receiver ⟷ Sound Pressure Level

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_o^2}$$

$$p_o = 2 \times 10^{-5} N/m^2$$

$$= 20 \mu Pa$$

Path ⟷ Sound Intensity Level

$$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

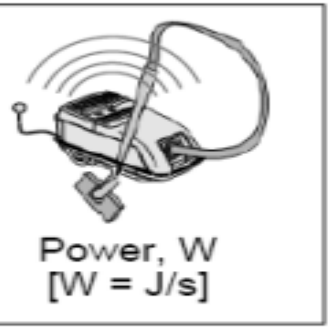
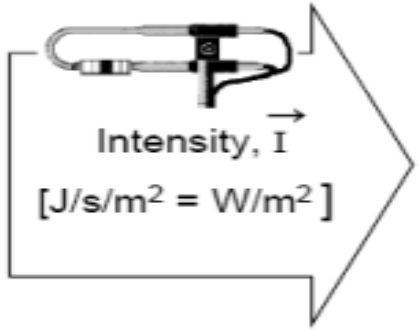
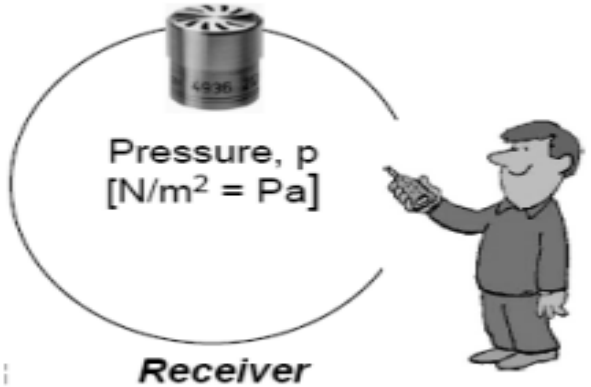
$$I_o = 1 pW/m^2$$

Source ⟷ Sound Power Level

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_o}$$

$$W_o = 1 pW$$

The Three Basic Parameters of Sound

	Source	Path	Receiver
	Sound Power A scalar, describing the *amount* of generated acoustic energy	**Sound Intensity** A vector, describing the *amount* and the *direction* of flow of acoustic energy at a given position	**Sound Pressure** A scalar, describing the pressure fluctuations at a given position
	 Power, W [W = J/s]	 Intensity, $\vec{I}$ [J/s/m^2 = W/m^2]	 Pressure, p [N/m^2 = Pa]
Estimation:	Calculated	Measured	Measured
Usage:	Noise rating of machines	Location and rating of noise sources	Evaluation of the harmfulness and annoyance of noise sources

ISO/DIS 9612

$$T = \sum_{i=1}^{n} T_i$$

$$L_{Aeq.T} = 10\log_{10}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{Aeq.T_i}/10}\right)$$

$$CL = t_{n-1}\sqrt{\frac{s^2}{n} + \frac{0.026\ s^4}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(L_{Aeq.T_i} - L_m)^2}$$

$$L_{EX.8h} = L_{EP.d} = L_{Aeq.8h} = L_{Aeq.T} + 10\mathrm{Log}_{10}(T/T_0)$$

$$LCL = L_{Aeq.T} - CL$$

$$UCL = L_{Aeq.T} \mp CL$$

مثال

یک کارگر ۵ روز در هفته، ۴ساعت در هر روز با تراز $L_{Aeq.T}$ = ۹۵ dBA مواجهه دارد. چون او ۵ روز در هفته کار می کند پس تراز مواجهه روزانه با صدا $L_{EX.8h}$قابل کاربرد است و آن برابر است با

$$95+10\text{Log}_{10}(4/8)=92 \quad \text{dB(A)}$$

کارگر دیگری ۳روز در هفته، ۱۰ساعت در هر روز با تراز $L_{Aeq.T}$ ۹۵ dBA= مواجهه دارد.

$$10\ \text{Log}(3/4)=-1.3$$

$$L_{EX.w}=95-1.3=93.7\ \text{dB(A)}$$

اهداف بررسی صدا

الف- تعیین میزان انتشار صدا از یک یا چند ماشین

ب- شناسایی، تشخیص و طبقه بندی منابع صوتی

ج-بررسی اینکه یک کارگر با تراز صدای بالاتر از حد مجاز مواجهه دارد یا نه

د- پیش بینی ریسک افت شنوایی افراد

انتشار صوت در محیط

روش شبکه بندی

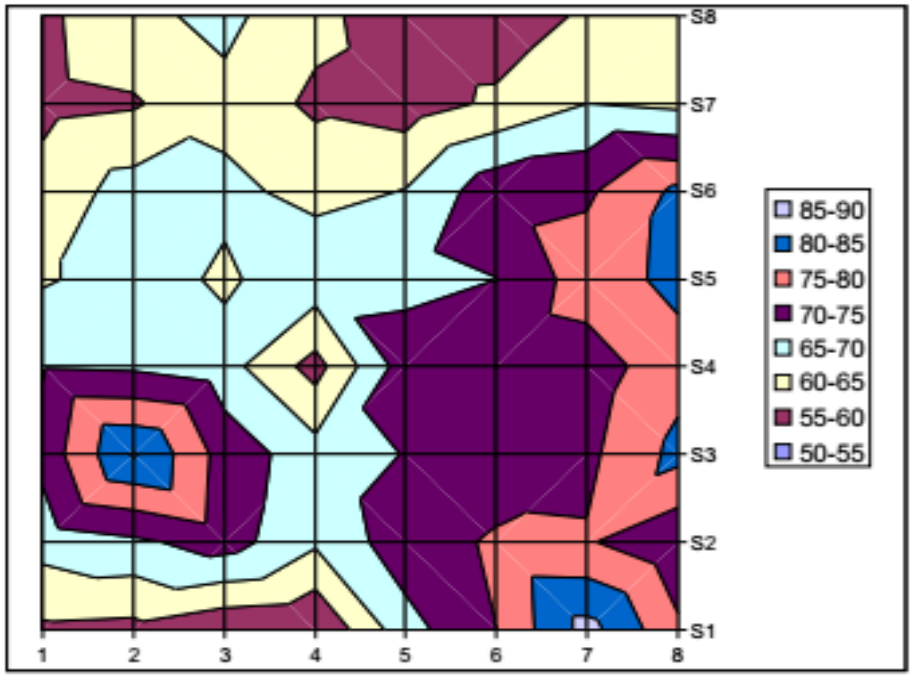
- در این روش کارگاه به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر ناحیه یک ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد.
- کارگاههای تا یکصد متر مربع را به نواحی با ابعاد ۲ متر، کار گاههای وسیعتر را به نواحی با ابعاد حداکثر ۵ متر و کارگاههای بیش از یک هزار متر مربع مساحت را که اغلب دارای منابع صوتی بزرگ هستند به نواحی با ابعاد ۱۰ متر تقسیم بندی می‌شود.
- در مرحله بعد با توجه به سه محدوده از تراز فشار صوت، با رنگ، هاشور یا کد مربوطه نقشه ساده‌ای ترسیم می‌شود:

۱- محدوده ایمن($SPL < 65$ dBA) با رنگ سفید یا سبز یا کد S

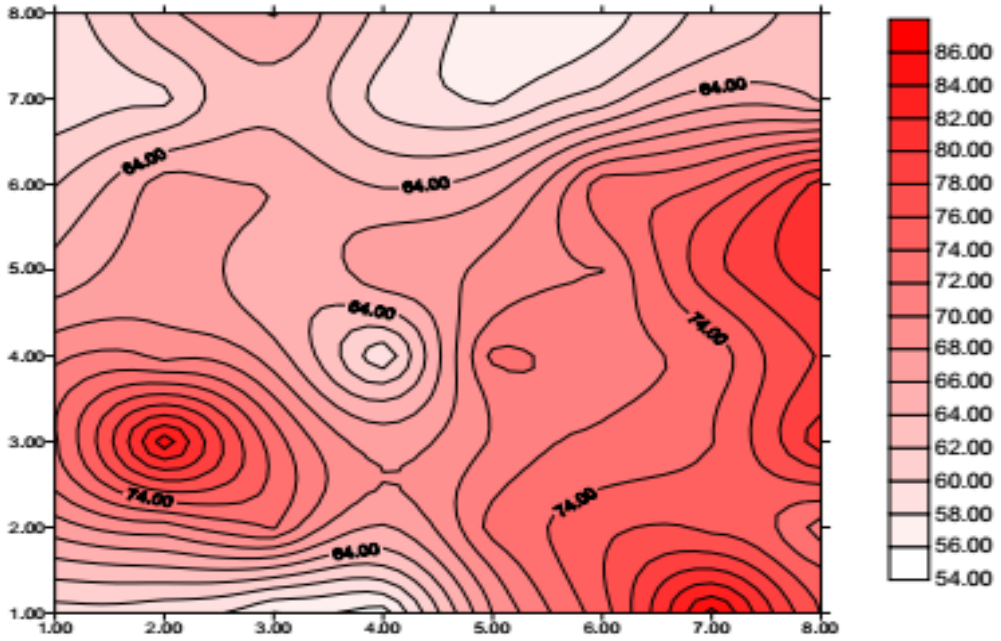
۲ - محدوده احتیاط $65 \leq SPL < 85$dBA با رنگ زرد یا کد C

۳ - محدوده خطر $SPL \geq 85$dBA با رنگ قرمز یا کد D

Excel



Surfer



تطابق صدا با استاندارد

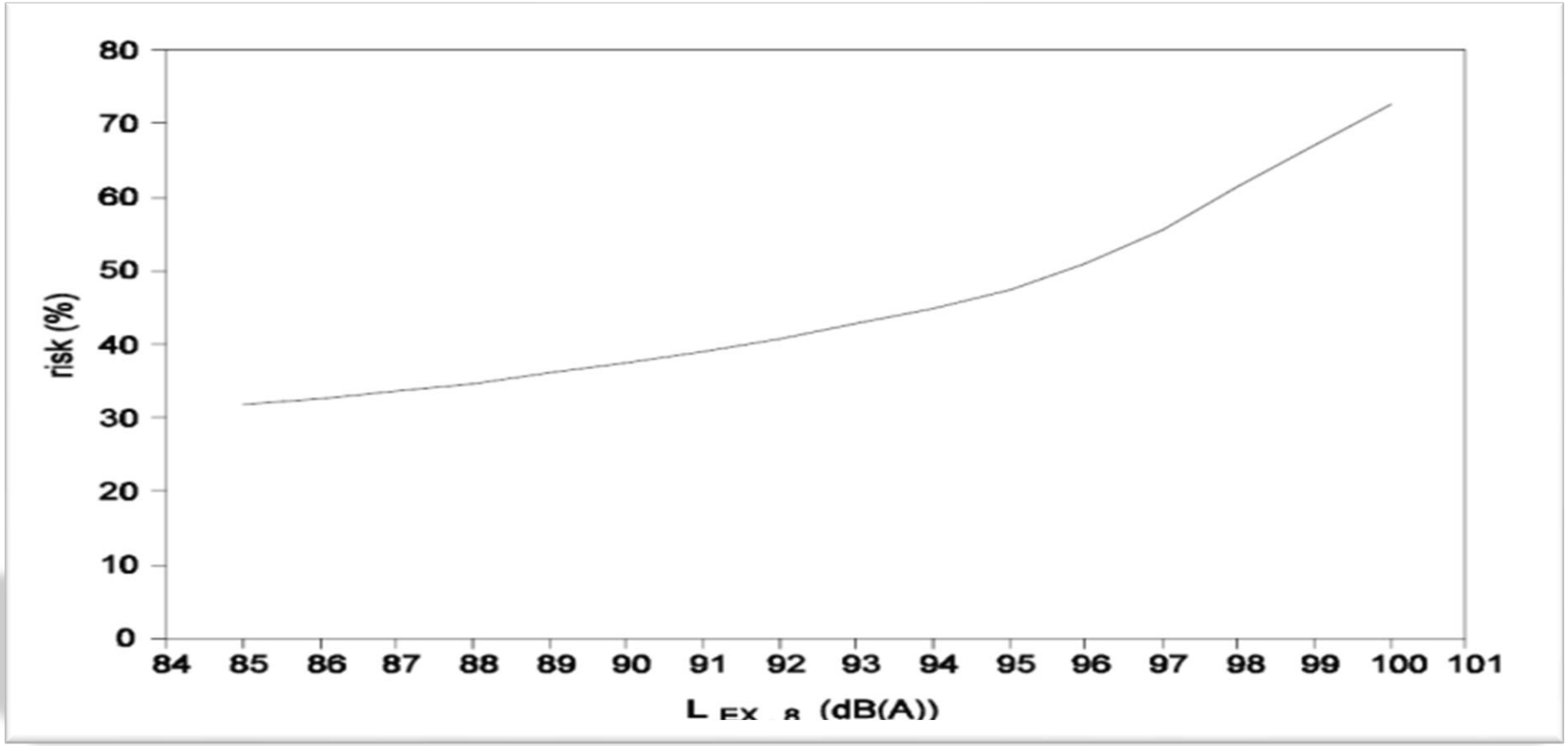
آیا تراز مواجهه با صدا از حد مواجهه شغلی OEL که معمولا ۸۵ dBA بیشتر است یا نه، نتایج به صورت زیر می تواند باشد

$L_{EX.8h} \ll OEL$: شرایط کار به لحاظ قانونی قابل قبول است.

$L_{EX.8h} \gg OEL$: شرایط کار غیرقابل قبول است و اقدامات کنترلی باید هر چه زودتر اجرا شود.

$L_{EX.8h} \approx OEL$: برای تعیین اینکه آیا $L_{EX.8h}$ کمتر یا بیشتر از OEL است، اندازه گیری های بیشتری مورد نیاز است.

ارزیابی ریسک



انواع صدا

۱-هر تغییری در تولید

۲-تغییر در فعالیت ها مثل تحویل، نگهداری ماشین آلات

۳-استفاده کوتاه مدت از دستگاه های بسیار پرصدا بطور کلی منجر به نوساناتی در شرایط مواجهه با صدا می شود

رویدادهای آکوستیک نادر

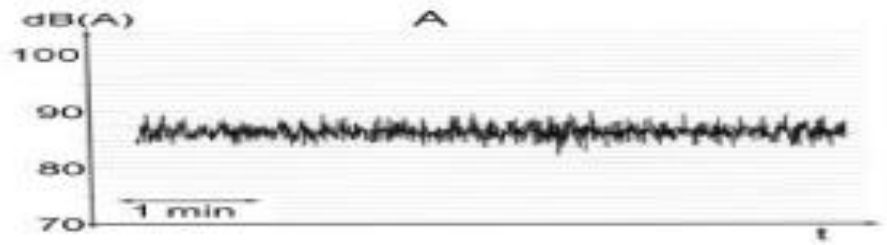
برای مثال، زمانی که یک اپراتور از هوای فشرده برای تمیز کردن دستگاه یا لباس هایش در پایان شیفت استفاده می کند

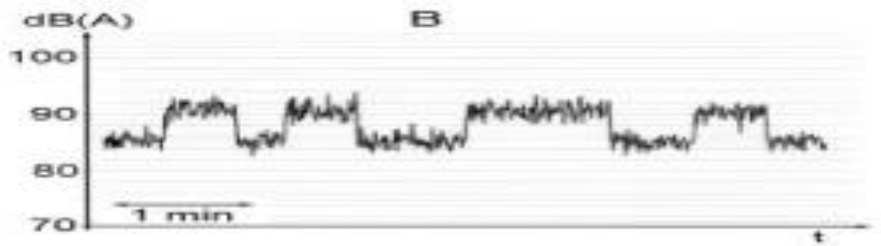
زمانی که یک فرد مجبور است در نزدیکی یک دستگاه پرصدا کار کند

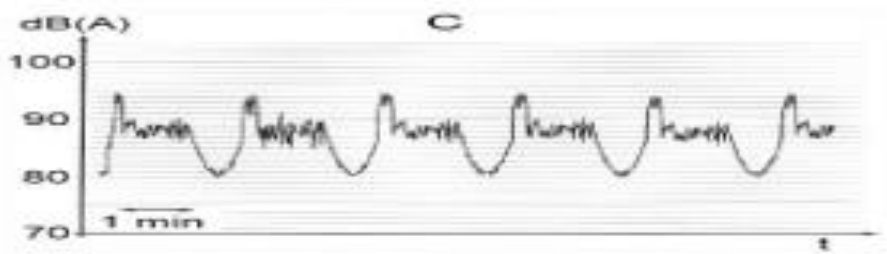
زمانی که قطعات فلزی چکش کاری می شوند

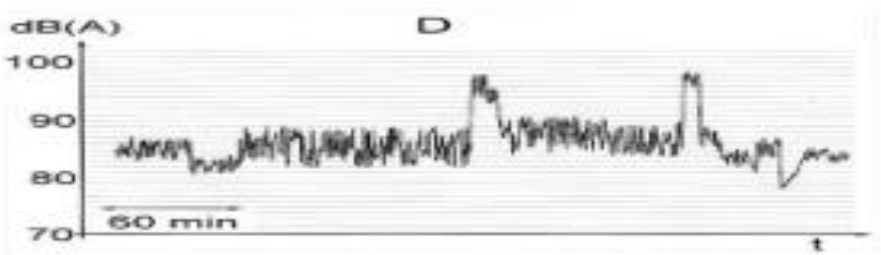
فعالیت، i	مدت زمان روزانه	مدت زمان نسبی	تراز صدا	تراز مواجهه با صدا ۸ ساعته	مواجهه با صدا در طول انجام فعالیت i	مواجهه با صدای نسبی مربوط به فعالیت i
	T_i mean	T_i/T_d (%)	$L_{Aeq.T_i}$ dB(A)	$E_{A.8h}$ $Pa^2.s.10^{-3}$	$E_{A.T_i}$ $Pa^2.s.10^{-3}$	(%)
۱) تراشکاری ۲) پاکسازی با هوای فشرده ۳) بررسی و تایید کار	۳۶۰ ۵ ۱۱۵	۷۵٪ ۱٪ ۲۴٪	۸۴ ۱۰۵ ۸۰	۲,۸۹ ۳,۶۴ ۱,۱۵	۲,۱۷ ۳,۷۹ ۰,۲۸	۳۵٪ ۶۱٪ ۴٪
کل روز	۴۸۰	۱۰۰٪	۸۷,۳۰	–	۶,۲۴	۱۰۰٪

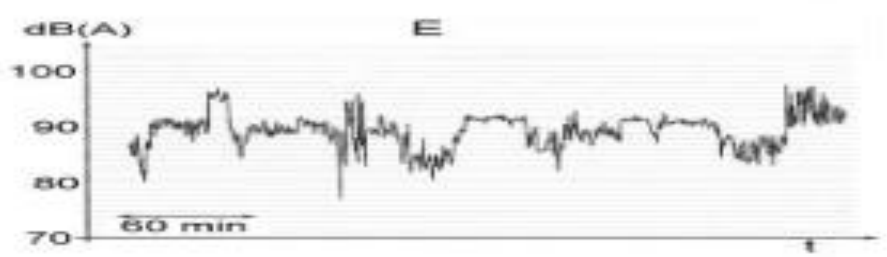
انواع صدا(ادامه...)



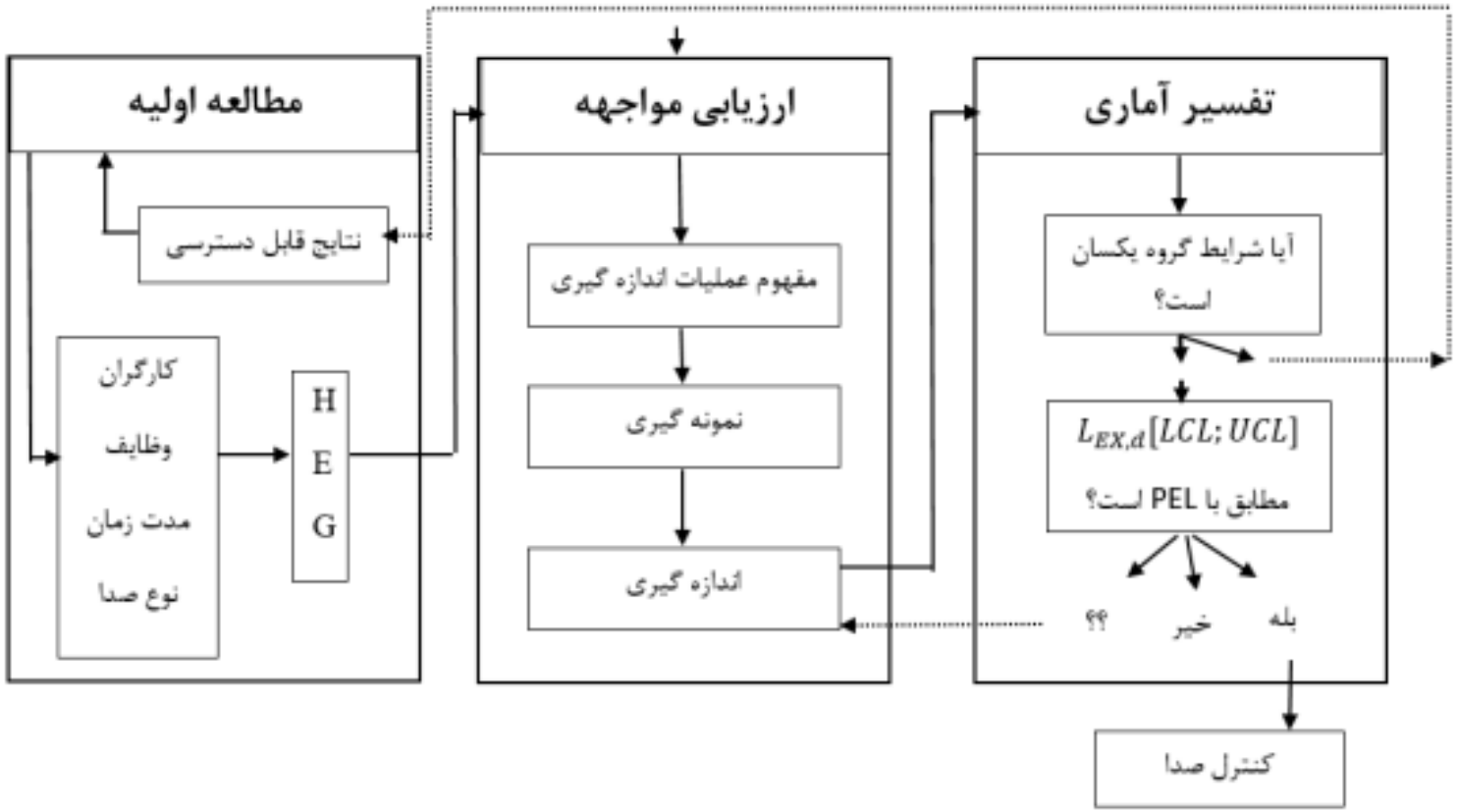








سه مرحله در بررسی صدا



تعداد کارگران در معرض صدا

مشخصه های فعالیت آن ها

شناسایی هرگونه منبع صوتی

تنظیم و ترتیب فعالیت ها

تغییر زمان چگونه فعالیت ها

گروه های مواجهه یکسان

Homogeneous exposure groups

مطالعه اولیه

- **موقعیت و شناسایی منابع صدا در محیط کار**(هرگونه ماشین آلات یا تجهیزات متحرک، عملیات های دستی که منجر به تولید صدا می شوند و البته هرگونه عملیات، ماشین آلات یا فعالیت هایی می شود که می توانند عامل ایجاد رخداد نادر آکوستیک باشند)

- آنالیز کار

- توصیف ویژگی های صدا

آنالیز کار

هدف آنالیز وظیفه، تعریف دقیق ویژگی های مواجهه های متفاوت و شناسایی فاکتورهایی است که باعث هرگونه تنوع در مواجهه با صدا می شود. چهار فاکتور برای آنالیز ضروری است

- ❑ موقعیت اپراتورها (پست ثابت، پست متحرک در ناحیه ای ثابت، پست غیر ثابت و)....
- ❖ ماهیت وظایفی که توسط هر کارگر (یا گروهی از کارگران) انجام می شود
- ❑ و تقسیم بندی زمانی این وظایف.
- ❖ محیط کار کارگران که شرایط آن می تواند به فعالیت های سایر کارگران همکار نیز بستگی داشته باشد.
- ❑ نوع مواجهه با صدا، به ویژه شناسایی رخدادهای آکوستیک نادر که منجر به مواجهه شدید با صدا در مدت زمان کوتاه می شود

آنالیز کار

- زمانی که هر کارگر وظایف کاملاً مجزا و مشخصی انجام می دهد، ضروری است که لیستی از این وظایف را تهیه نموده و برای تشخیص ماهیت هر کدام از آن ها، متوسط زمانی که باید برای انجام هر وظیفه صرف شود و نوع مواجهه صوتی تعیین شود. اگر مدت زمان انجام این وظایف در روزهای مختلف، متفاوت باشد، باید میانگین زمانی کلی محاسبه شود .

گروه کاری با مواجهه یکسان

در بسیاری از کارگاه ها، امکان تقسیم بندی افراد در گروه های مواجهه یکسان(HEG) وجود دارد؛ برای مثال گروهی از کارگران که با صدایی تحت شرایط مشابه مواجهه دارند

اگر در یک محیط تعداد زیادی اپراتور وجود داشته باشد که همه آن ها تحت تاثیر صدای یک دستگاه یا یک فرآیند قرار بگیرند، می توان بر اساس استاندارد افرادی را به عنوان نماینده ای از کل افراد برای ارزیابی انتخاب کرد

تعریف زمان های اندازه گیری

الف- مدت زمان یک روز کاری (۸ساعت)

ب-مدت زمان و نحوه توزیع دوره های اندازه گیری بایستی ملاحظه شود تا انواع ترازهای صدای متفاوت در ایستگاه های کاری مختلف را دربرگیرد

زمانی که شرایط مواجهه روزانه ثابت باشد(تفاوت کمتر از۵ دسی بل باشدمی توان اندازه گیری ها را در یک روز انجام داد

زمانی که مطالعه اولیه مشخص کرد که در روزهای مختلف تفاوت مواجهه با صدا وجود دارد، ضروری است که اندازه گیری را تا حد امکان در چندین روز کاری تکرار کرد

ارزیابی مواجهه

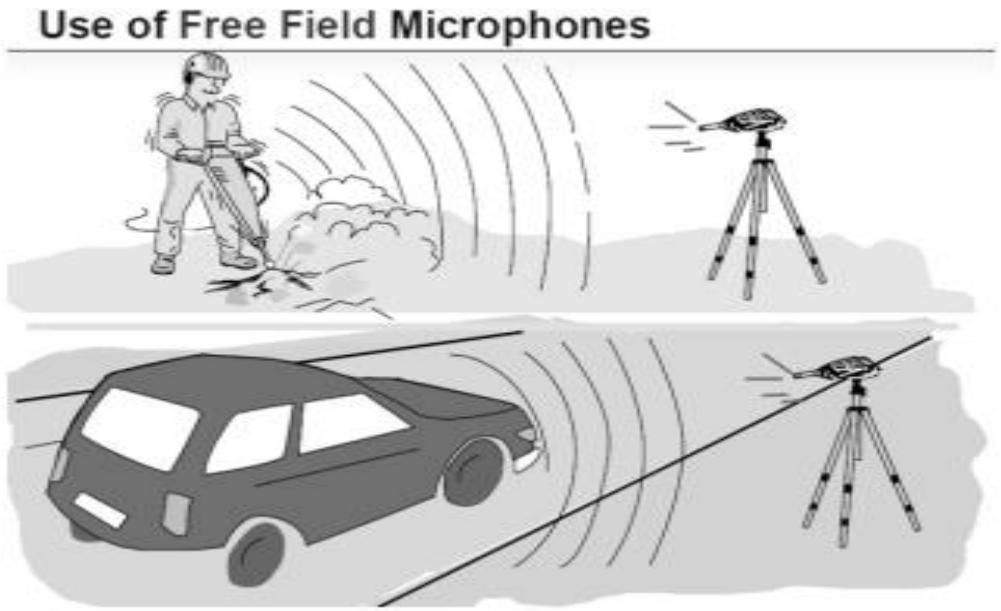
طراحی استراتژی اندازه گیری

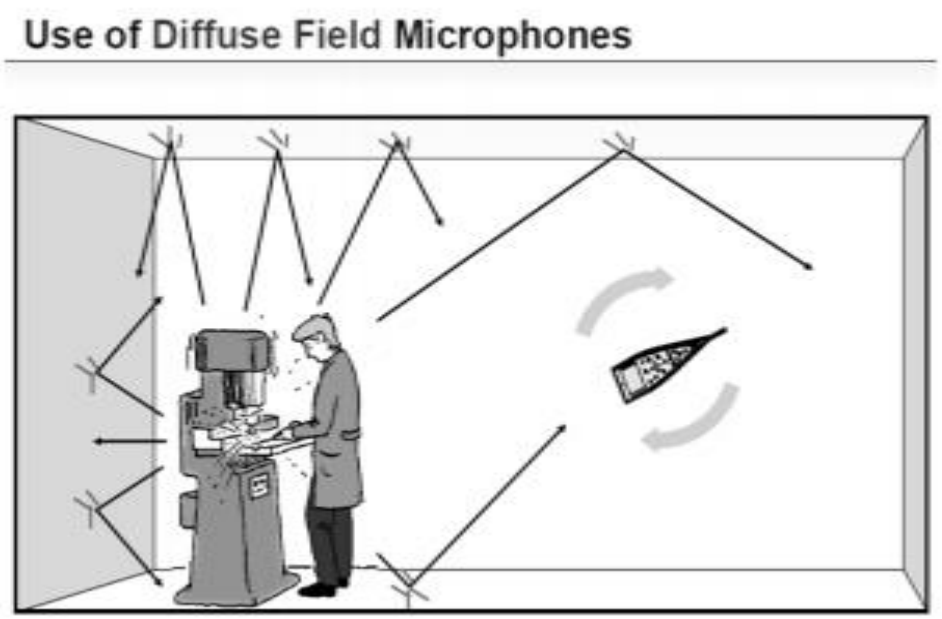
مواجهه شغلی با صدا عموماً با دو فاکتور مشخص می شود: جمعیت تحت مواجهه و مدت زمان مواجهه که بستگی به زمان روز کاری دارد. در این شرایط، اندازه گیری ها فقط برای تعدادی از افراد که نماینده افراد در مواجهه با صدا بوده و فواصل مواجهه مشخص دارند با استفاده از مواد و تکنیک های مناسب قابل اجرا است.

انتخاب تجهیزات

انتخاب تجهیزات

انواع میکروفن های صداسنج





7.3.1. Design of the Measurement Strategy

7.3.1.1. Choice of equipment

If the system of work is such that operators work at one machine only and do not move about in general then measurements can be taken alongside each operator ⟷ In some cases simple sound level meters will suffice

but if the cycle of operation of a machine is variable then there will be ⟷ a need to use instruments capable of measuring L_{Aeq}

However if operator activity is such that they need to move about the workshop continually and these movements bring operators into contact with many noise sources for varying lengths of time ⟷ Noise Dosimeters

انتخاب تجهیزات

- صداسنج ساده
- صداسنج پیشرفته

- دزیمتری

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + ... + \frac{C_n}{T_n} \leq 1$$

- در صورتی که زمان مواجهه با صدا در ساعات مختلف شیفت کاری متفاوت باشد اثرترکیبی آن باید مورد توجه قرار گیرد.

$$TWA = 10(or\ 16.6) \times \log D + 85(or\ 90)$$

worker's activities include numerous and frequent movements,

The personal dosimeter

when work is done in confined spaces

when the characteristics of the exposure are unpredictable

مثال

کارگری ۸ ساعت در روز کار می کند و با تراز فشار صوت ۸۶ dB(A) مواجهه دارد. به مدت ۷ ساعت دزیمتری انجام شده است. با فرض اینکه مکان کار کارگر در طول زمان کاری ثابت است. میزان دُز مواجهه را محاسبه نمایید.

اطلاعات	نتیجه
$L_{eq.T}(dBA)$	۸۶dBA
مدت زمان اندازه گیری(دقیقه)	۴۲۰ دقیقه
مدت زمان مواجهه در هر روز (دقیقه)	۴۸۰ دقیقه
$L_{Aeq.8}(dBA)$	۸۶dBA
دُز(درصد)	۱۲۶ درصد

مثال

کارگری ۸ ساعت در روز کار می کند و با تراز فشار صوت ۸۹ dB(A) مواجهه دارد. به مدت ۷ ساعت دزیمتری انجام شده است. با فرض اینکه کارگر در ساعت آخر کار خود با صدای بیشتر از ۸۰ dB(A) مواجهه نداشته است. میزان دُز مواجهه را محاسبه نمایید.

اطلاعات	نتیجه
$L_{eq.T}(dBA)$	۸۹dBA
مدت زمان اندازه گیری(دقیقه)	۴۲۰ دقیقه
مدت زمان مواجهه در هر روز (دقیقه)	۴۲۰ دقیقه
$L_{Aeq.8}(dBA)$	۸۸dBA
دُز(درصد)	۱۹۹ درصد

$$L_{eq.8}=10\log\left[\frac{1}{T}\sum t_i\times 10^{\frac{SPL_i}{10}}\right]$$

$$L_{eq.8}=10\log\left[\frac{1}{8}\left(7\times 10^{\frac{89}{10}}+1\times 10^{\frac{80}{10}}\right)\right]=88\ dBA$$

مثال

کارگری ۱۰ ساعت در روز کار می کند و با تراز فشار صوت ۸۹ dB(A) مواجهه دارد. به مدت ۹ ساعت دزیمتری انجام شده است. با فرض اینکه مکان کار کارگر در طول زمان کاری ثابت است. میزان دُز مواجهه را محاسبه نمایید.

اطلاعات	نتیجه
$L_{eq.T}$(dBA)	۸۹dBA
مدت زمان اندازه گیری(دقیقه)	۵۴۰ دقیقه
مدت زمان مواجهه در هر روز (دقیقه)	۶۰۰ دقیقه
$L_{Aeq.8}$(dBA)	۹۰dBA
دُز(درصد)	۳۱۶ درصد

$$L_{eq.8}=10\log\left[\frac{1}{T}\sum t_i\times 10^{\frac{SPL_i}{10}}\right]$$

$$L_{eq.8}=10\log\left[\frac{1}{8}\left(10\times 10^{\frac{89}{10}}\right)\right]=90\ dBA$$

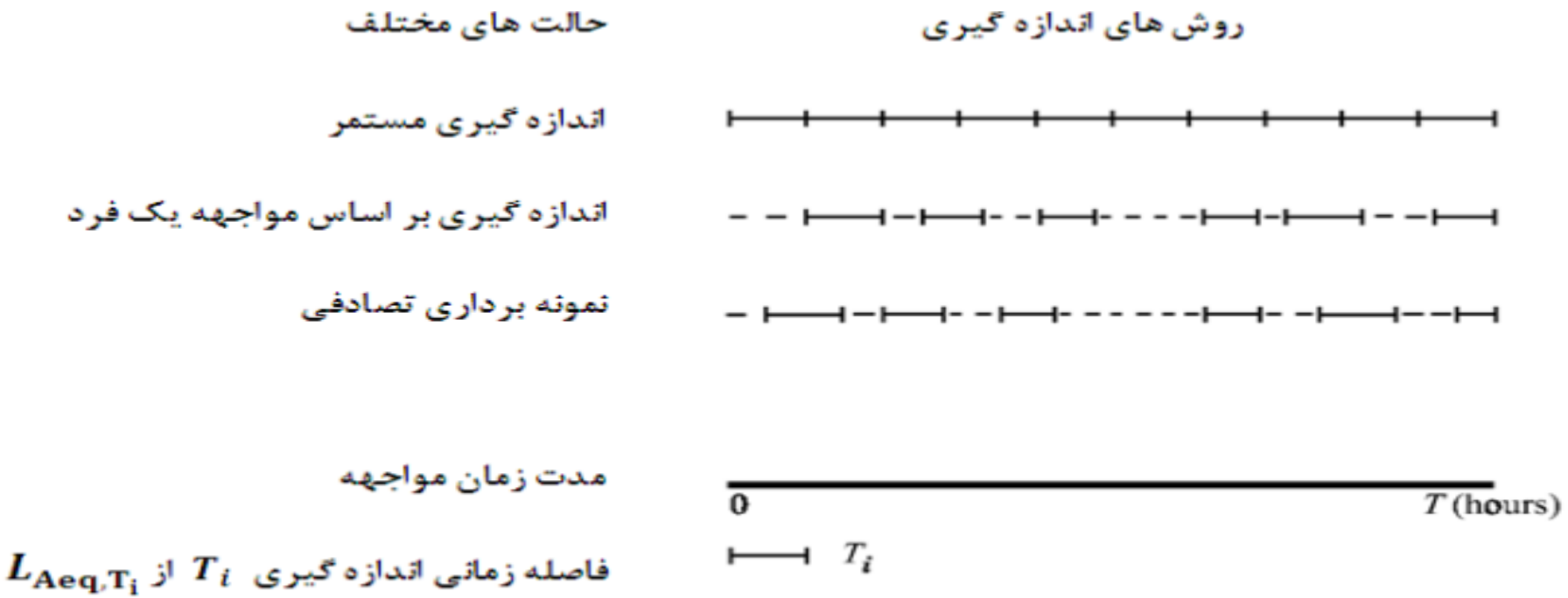
$$90=85+10\log\left(\frac{D\%}{12.5\times 8}\right)$$

$$5=10\log\left(\frac{D\%}{100}\right)$$

$$10^{\frac{5}{10}}=\left(\frac{D\%}{100}\right)$$

$$D=316\%$$

استراتژی اندازه گیری



شکل ۷-٦: سه حالت قابل دسترس برای اندازه گیری مواجهه با صدا

مثال کاربردی

۱) اپراتوری که در تمام روز کاری بر روی یک دستگاه کار می کند:

اندازه گیری در کنار اپراتور تا حد امکان نزدیک به گوش بدون ایجاد مانع در انجام کار انجام می شود. مدت زمان اندازه گیری باید به گونه ای باشد که هر تغییر در تراز صدا در طول چرخه کاری کامل ماشین آلات ثبت شود. تکرار اندازه گیری جهت اعتبار آن مفید است

2-اپراتورهایی که به صورت گروهی وظایف مشابه انجام می دهند

۳-اپراتوری که در کارگاه حرکت دارد و تحت تاثیر منابع صوتی مختلف قرار می گیرد

انتخاب نمونه

حجم نمونه n است که باید از گروه مواجهه یکسان انتخاب شود به طوري که حداقل یک نفر از 20% درصد افرادي که بیشترین مواجهه را دارند، انتخاب شود

اندازه گروه مواجهه یکسان(HEG) N	N > ۷	۷-۸	۹-۱۱	۱۲-۱۴	۱۵-۱۸	۱۹-۲۶	۲۷-۴۳	۴۴-۵۰	N > ۵۰
حجم نمونه n	n = N	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴

اندازه گروه، دقت موردنیاز در تخمین شرایط مواجهه، دامنه پیش بینی شده نوسانات در تراز صدا

اصول اندازه گیری

آماده سازی :

-مواجهه با صدا

- محیط های کاری با صدای بالا
- رتبه بندی منابع صوتی از لحاظ شدت صوت
- ایجاد نواحی صوتی
- شناسایی کنترل های صوتی موردنیاز در محیط یا ماشین آلات موردنظر
- شناسایی محیط یا ماشین آلاتی که در مواجهه افراد با صدا موثر هستند.
- شناسایی نیازمندی های حفاظت شنوایی
- ثبت ترازهای صوتی، محیط های پرسروصدا و الگوهای مواجهه فردی

کالیبراسیون

کالیبراسیون دستگاه اندازه گیری بر اساس استاندارد) (ISO/DIS 9612باید در هنگام استفاده از آن مشخص باشد. قبل و بعد از هر بار اندازه گیری باید از کالیبراتور آکوستیک که مطابق با مشخصات استاندارد (class 2 minimum) ,CEI 942 است، استفاده شود

اگر از یک دزیمتر صدا استفاده خواهد شد، افرادی که دزیمتری می شوند و این دستگاه به لباس آن ها متصل می شود باید درمورد تمام احتیاطات مربوطه به استفاده از آن دستگاه مطلع شوند. اتصال میکروفن باید به صورت ثابت و بدون مانع در شانه فرد یا لبه کلاه ایمنی باشد

نکته: پیشنهاد می شود که قبل از عملیات اندازه گیری، چک لیست زیر در محیط موردنظر بررسی شود.

چک لیست:

- آیا پلان سایت وجود دارد؟
- آیا تمام بخش ها شناسایی شده اند؟
- آیا مکان قرارگیری تمام ماشین آلات و فرآیندها به طور صحیح شناسایی شده است؟
- آیا تمام افراد شناسایی شده و در مکان مربوطه کار می کنند؟
- آیا تمام مکان ها از لحاظ نوع صدا طبقه بندی شده اند؟
- آیا دستگاه های اندازه گیری مناسب در دسترس است؟
- آیا دستگاه های اندازه گیری خوب کار می کنند؟
- آیا باتری آن ها سالم است؟
- آیا کالیبراتور به درستی عمل می کند؟
- آیا میکروفن سالم است؟
- آیا دستگاه های مورد استفاده از لحاظ کالیبره بودن و پاسخ مناسب در دوره استفاده بررسی می شوند؟
- آیا اطلاعات کامل درمورد تعداد کارکنان و فعالیت ها وجود دارد؟
- آیا شرایط محیط کار نشانگر فعالیت عادی است؟
- آیا تمام محیط ها با تراز صدای بالاتر از حد پیشنهادی شناسایی شده اند؟
- آیا حفاظ شنوایی مناسب و موثر انتخاب و به افراد بر اساس مطالعات اولیه درمورد وضعیت شنوایی آن ها تعلق می گیرد؟

ثبت نتایج

تمام اندازه گیری های انجام شده باید در برگه ای همراه با اطلاعات مربوط به ماشین آلات، اپراتورها، فعالیت ها، موقعیت ها و تعداد اندازه گیری ها ثبت شوند. علاوه بر آن، تمام تجهیزات مورد استفاده همراه با شماره نوع و مدل، کالیبراتور مورد استفاده و تاریخ آخرین کالیبراسیون نیز باید ذکر شود

جزئیات ثبت شده در هر اندازه گیری باید

– شناسایی کارگر و گروه مواجهه یکسان
– تاریخ و زمان اندازه گیری و فواصل زمانی بین اندازه گیری ها
– نوع کاری که انجام می شود.
– هرگونه شواهدی که ممکن است تنوع احتمالی در ترازهای صدا را توضیح دهد.

– مشخصات دستگاه اندازه گیری مورد استفاده)شناسایی، تعداد و زمان، توزین فرکانس
– نتیجه بدست آمده تراز صدای معادل، تراز فشار صوت پیک(شبکه C) و تعداد دفعاتی که مقدار تراز صدا از میزان حد آن بیشتر می شود

انطباق

تفسیر آماری درمورد اینکه آیا میزان صدا از حدود قانونی بیشتر است یا نه، می تواند به صورت زیر اجرا شود

مواجهه بیش از حدی وجود ندارد اگر حد اطمینان بالا درمورد تراز مواجهه روزانه با صدا کمتر از حد معیار باشد

$$UCL=L_{Aeq.T}\mp CL$$

مواجهه بیش از حدی وجود ندارد اگر حد اطمینان پایین تراز مواجهه روزانه با صدا بیشتر از حد معیار باشد

$$LCL=L_{Aeq.T}-CL$$

استفاده از اطلاعات

- آگاهی تمام کارگران از تراز و الگوی مواجهه خودشان
- به عنوان پرونده اطلاعات شرکت به کارفرما تحویل داده می شود.
- شناسایی اپراتور هایی که با ترازهای صدای بیش از حد استاندارد مواجهه دارند.
- شناسایی محیط های کاری پرسروصدا
- شناسایی فرآیندها و ماشین آلاتی که منبع تولید صدای با تراز بالا هستند

- معرفی مکان های ضروری کنترل صدا به کارفرما
- تعیین محیط هایی که قبل از کنترل صدا نیاز به حفاظ شنوایی دارند.
- تعیین محیط هایی که بعد از کنترل صدا نیز نیاز به حفاظ شنوایی دارند.
- شناسایی محیط های مناسب برای استقرار ماشین آلات و فرآیندها

مشخصات شرکت نام آدرس	
فعالیت/تجارت	
تعداد کارکنان	
اطلاعات تماس با شرکت	
تماس با اتحادیه	
مکان مورد ارزیابی	
تعداد کارکنان مکان مورد ارزیابی	
تعداد ماشین آلات	
اطلاعات دستگاه اندازه گیری صدا مقیاس کالیبراتور ضبط کننده آنالیزور	
تاریخ ارزیابی	
امضاء	

جزئیات محیط اندازه گیری						
ماشین	فرآیند/فعالیت	موقعیت اندازه گیری		ترازها dB(A)		
		اپراتور	سایر	SPL	PEAK dB(C)	L_{Aeq}

شکل ۷-۷: آنالیز فرکانس

فرکانس (Hz)	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
اکتاو باند SPL								

شکل ۷-۸: ارزیابی مواجهه

مکان	کارمند	عنوان شغل	منبع صدا	مدت زمان مواجهه	$L_{Aeq.8h}$
۱					
۲					
۳					
۴					

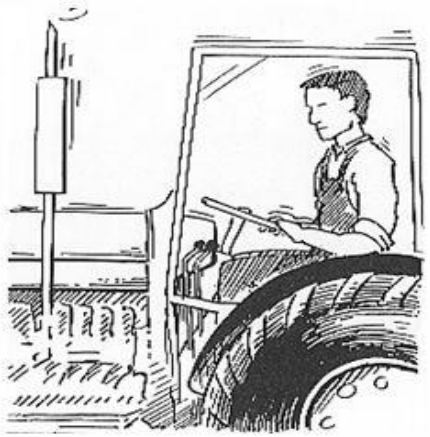
مهندسی کنترل
مواجهه شغلی با صدا
با رویکرد شناسایی، اندازه‌گیری، ارزیابی و کنترل
تالیف :
دکتر غلامرضا مرادی
(دکترای تخصصی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تبریز)
مهندس الناز رحیمی
(کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای)
مهندسی کنترل
مواجهه شغلی با صدا
دکتر غلامرضا مرادی - مهندس الناز رحیمی
ISBN: 978-600-160-221-4
9 786001 602214
Engineering Noise Control
for Occupational Exposure
by
Dr. Gholamreza Moradi
Elnaz Rahimi
صدا به عنوان یکی از مهمترین عوامل فیزیکی زیان آور، تهدیدی برای سلامت جسمانی و روانی افراد به خصوص در محیط‌های کاری محسوب می‌شود. کتاب حاضر با هدف شناسایی، اندازه‌گیری، ارزیابی و کنترل صدا در محیط های کاری تدوین شده و در دوازده فصل به جزئیاتی در مورد مفاهیم اساسی آکوستیک، فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی گوش و شنوایی، سنجش شنوایی و ادیومتری، شاخص‌های مواجهه با صدا، منابع صدا در صنعت، دستگاه‌های اندازه‌گیری و روش‌های بررسی صدا، روش‌های مهندسی کنترل صدا و برنامه‌های پیشگیری و کنترل خطر پرداخته است.
این کتاب می‌تواند توسط اساتید گرامی و متخصصین بهداشت حرفه‌ای، دانشجویان محترم مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی بهداشت حرفه‌ای، شنوایی سنجی و سایر رشته‌های ایمنی و بهداشت و همچنین کلیه افرادی که در زمینه کنترل صدا فعالیت می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرد.
فروشگاه اینترنتی
Fadakbook.ir
انتشارات یزواک البرز

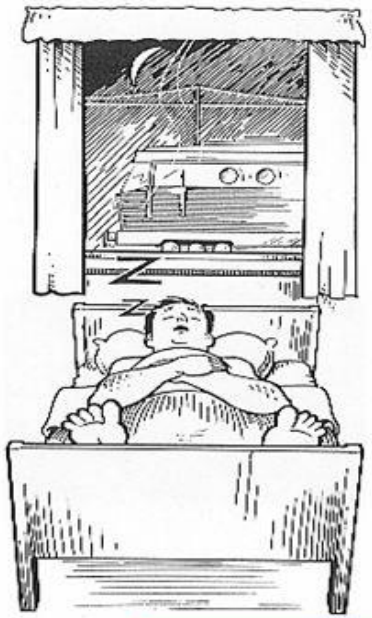
ارتعاش

Cirrus Research plc

The Importance of Measuring Vibration at Work

Human Vibration





Copyright© 2002
Brüel & Kjær Sound and Vibration Measurement A/S
All Rights Reserved

Copyright® 2002 Brüel & Kjær Sound and Vibration Measurement A/S. All Rights Reserved

Brüel & Kjær

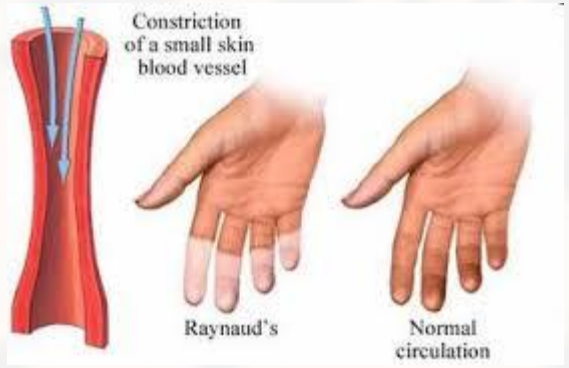
ARK_HSEQ
@ARKSHOE
@ARK_HSEQ

- **Hand-Arm Vibration**: ارتعاش مکانیکی زمانی که به دست و بازوی انسان منتقل میشود، ریسک بهداشتی و ایمنی به کارگران را دارد. بویژه اختلالاتی در مفاصل و استخوان ها ، ماهیچه ای

اثرات بهداشتی ارتعاش دست و بازو

اختلالات عروقی

- انگشت مرده یا سفید انگشتی
- رینوی شغلی
- اختلالات عصبی
- سندروم تونل کارپال



تعاريف

- Whole Body Vibration: The mechanical vibration that, when transmitted to the whole body, entails risks to the health and safety of workers,in particular lower-back morbidity and trauma of the spine

استانداردها

- ISO 5349-1:2001 Mechanical vibration- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration-Part 1: General requirements
- ISO 5349-2:2001 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace
- ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements

اطلاعاتی که باید گزارش شوند

- زمانی که ارزشیابی مواجهه با ارتعاش منتقله از دست مطابق ISO 5349-1 انجام می گیرد، اطلاعات زیر باید گزارش شوند:
- فردی که مواجهه وی ارزشیابی شده
- فعالیت هایی که عامل مواجهه با ارتعاش هستند
- ابزارهای موتوری ، ضمائم ابزارها و یا قطعه کاری دخیل در ارتعاش
- محل و جهت مبدل شتاب ارتعاش
- ریشه دوم متوسط مربعات شتاب های وزندهی -فرکانسی تک محوری اندازه گیری شده
- مقدار کل ارتعاش برای هر فعالیت
- کل مدت روزانه هر فعالیت
- مواجهه روزانه با ارتعاش

انتخاب فعالیت هایی که باید اندازه گیری روی آنها صورت گیرد

الف) تمام منابع مواجهه با ارتعاش (به عبارت دیگر دستگاه‌ها و ابزارهای مورد استفاده)

ب) حالت‌های فعالیت ابزار موتوری؛ مثلاً :

ارّه‌های زنجیری ممکن است در حالت بی‌باری بوده، زیر بار سنگین کار کنند نظیر زمانی که تنه یک درخت را برش می‌دهند، یا زیر بار سبک کار کنند نظیر زمانی که شاخه‌های جانبی را برش می‌دهند)،

یک مته ممکن است بصورت ضربه‌ای یا غیرضربه‌ای بکار گرفته شود همچنین ممکن است دامنه سرعت آن قابل تنظیم باشد.

پ) تغیرات در شرایط انجام کار، مثلاً زمانی که:

شکافنده جاده[1] ابتدا روی سطح سخت سیمانی فعالیت نموده و بدنبال آن روی خاک نرم زیر آن بکار گرفته شود.

یک سنگ سمباده ابتدا جهت برطرف کردن توده‌ی فلزی بکار رود و سپس برای فعالیت-های ظریف‌تری نظیر تمیزکاری و شکل‌دهی استفاده شود.

ت) ضمائم ابزار[۲] که ممکن است روی مواجهه با ارتعاش تاثیرگذار باشند مثلاً:

چرخ سمباده ممکن است با سمباده با درجات مختلفی از ساینده‌گی (از زبر و درشت تا ظریف و کوچک) استفاده شود.

سنگ تراش ممکن است با اسکنه پنوماتیک با دامنه متفاوتی از دندانه بکار گرفته شود.

علاوه بر این اطلاع از موارد زیر می‌تواند مفید باشد:

ث) کسب اطلاع در این خصوص که به نظر کارگران و سرپرستان چه حالات و وضعیت‌هایی بیشترین ارتعاش را ایجاد می‌کند.

ج) تخمین خطرات بالقوه ارتعاش در هر فعالیت، با استفاده از اطلاعات ارائه شده از سوی سازنده ابزار یا دستگاه درخصوص مقادیر ارتعاش ایجاد شده توسط آنها یا استفاده از نتایج انتشار یافته از اندازه‌گیری‌های قبلی که روی ابزارها یا دستگاه‌های مشابه انجام شده است.

ارتعاش دست – بازو

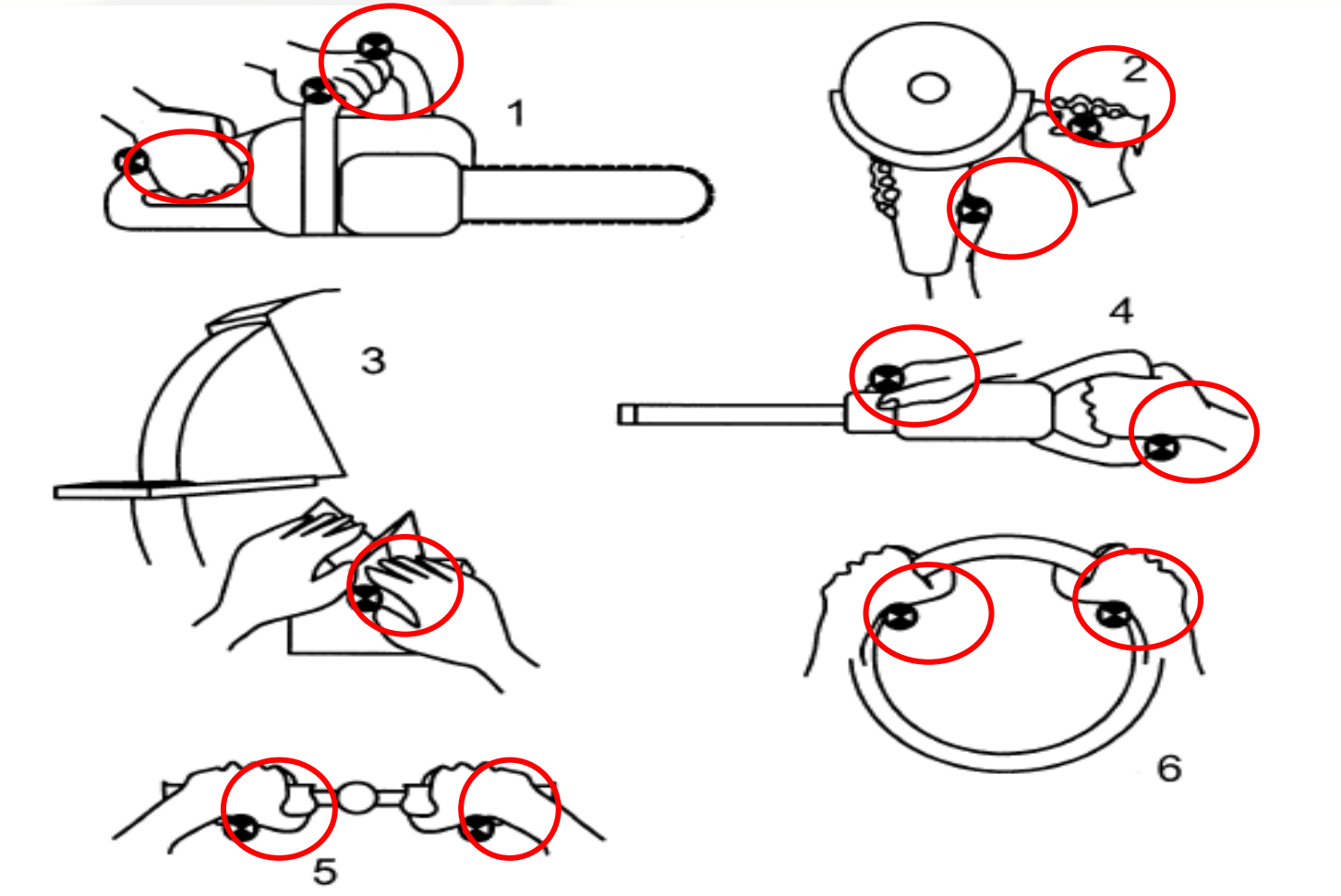
ملاحظات اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه با ارتعاش دست – بازو (HAV)

شکل ۱ – نمو گرام اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه با ارتعاش دست بازو

تعیین مدت زمان اندازهگیری

مدت زمان قابل قبول اندازهگیری برای هر وظیفه شغلی وابسته به ماهیت آن وظیفه است حداقل مدت زمان قابل قبول اندازهگیری به سیگنال دریافتی، تجهیزات که برای سنجش به کار میروند و خصوصیات فرایند بستگی دارد. کل زمان اندازهگیری (یعنی تعداد نمونه ها × مدت زمان اندازهگیری) بایستی حداقل ۱دقیقه باشد. تعداد نمونه های با مدت زمان کوتاه، نسبت به یک اندازهگیری طولانی مدت ارجحیت دارد. و معمولاً برای هر فرایند توصیه میشود حداقل ۳نمونه گرفته شود

Measurement of Hand Arm Vibration



ارتعاش چند محوره

- مقادیر شتاب r.m.s وزن یافته فرکانسی برای محورهای x،y و z به ترتیب بهصورت $xwha$, $ywha$, $zwha$ گزارش میشوند.

$$a_{hv} = \sqrt{a^2{}_{hwx} + a^2{}_{hwy} + a^2{}_{hwz}}$$

Assessment of Hand Arm Vibration

- Daily Exposure Value A (8)

a_{hwx} : Frequency weighted (rms) acceleration value for x axis

a_{hwy} : Frequency weighted (rms) acceleration value for y axis

a_{hwz} : Frequency weighted (rms) acceleration value for z axis

Total Vibration Value a_{hv} : $\sqrt{a^2}$ hwx+ a^2 hwy+ a^2 $_{hwz}$

A (8): $a_{hv*} \sqrt{T_{exp}/T_0}$

تعیین شتاب معادل در مدت زمان مواجهه

$$a_{hv} = \sqrt{\frac{1}{T}((a_{hw\,1}{}^2 \times t_1) + (a_{hw\,2}{}^2 \times t_2) + \cdots + (a_{hw\,n}{}^2 \times t_n))}$$

معمولاً ارزیابی مواجهه با ارتعاش بر مبنای تعیین مقدار کل انرژی معادل ارتعاش 8ساعته شتاب rmsوزن یافته فرکانسی انجام میگیرد

$$A(8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T_v}{T_0}}$$

حدود مجاز مواجهه با ارتعاش دست – بازو

حد مواجهه شغلی( )OELبا ارتعاش دست- بازو برای مدت زمانهای کاری مختلف روزانه در جدول ارائه شده است. بر این مبنا مقدار حد مجاز مواجهه روزانه (۸ساعته) برابر با ۵ m/s_2است

مدت‌زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)	شتاب وزن یافته فرکانسی ($a_{hv\,(rms)}$) (m/s^2)	
	حد اقدام (AL)	حد مواجهه شغلی (OEL)
۰/۲۵ (۱۵ دقیقه)	۱۴/۱۴	۲۸/۲۸
۰/۵ (۳۰ دقیقه)	۱۰	۲۰
۱	۷/۰۷	۱۴/۱۴
۲	۵	۱۰
۴	۳/۵۴	۷/۰۷
۶	۲/۸۹	۵/۷۷
۸	۲/۵	۵

$$a_{hv\,(OEL)} = 5\,(\frac{8}{T_v})^{\frac{1}{2}} \qquad T_v = \frac{200}{a^2_{hv\,(OEL)}}$$

$$a_{hv\,(AL)} = 2.5\,(\frac{8}{T_v})^{\frac{1}{2}} \qquad T_v = \frac{50}{a^2_{hv\,(AL)}}$$

مثالهای کاربردی از روش ارزیابی مواجهه

مثال :۱اگر مقدار کل ارتعاش برای زمانهای مواجههی ۱ساعت، ۳ساعت و ۰.۵ساعت (برای یک روز کاری) به ترتیب برابر با ۲/۵ ، ۳.۵ و ۱۰متر بر مجذور ثانیه باشد آنگاه

$$A(8)=\sqrt{\frac{1}{8h}\left[(2.5m/s^2)^2 * 1h + (3.5m/s^2)^2 * 3h + (10m/s^2)^2 * 0.5h\right]} = 3.4m/s^2$$

مثالهای کاربردی از روش ارزیابی مواجهه

مثال :۲درصورتیکه اپراتور یک رنده نجاری روزانه به مدت ۳ ساعت با بزرگیهای ارتعاشی در محورهای مختلف به شرح ذیل باشد مقدار شتاب r.m.sمعادل مواجهه روزانه وی را محاسبه نمایید.

شتاب r.m.sدر محور x برابر با ۱۰/۲ متر بر مجذور ثانیه

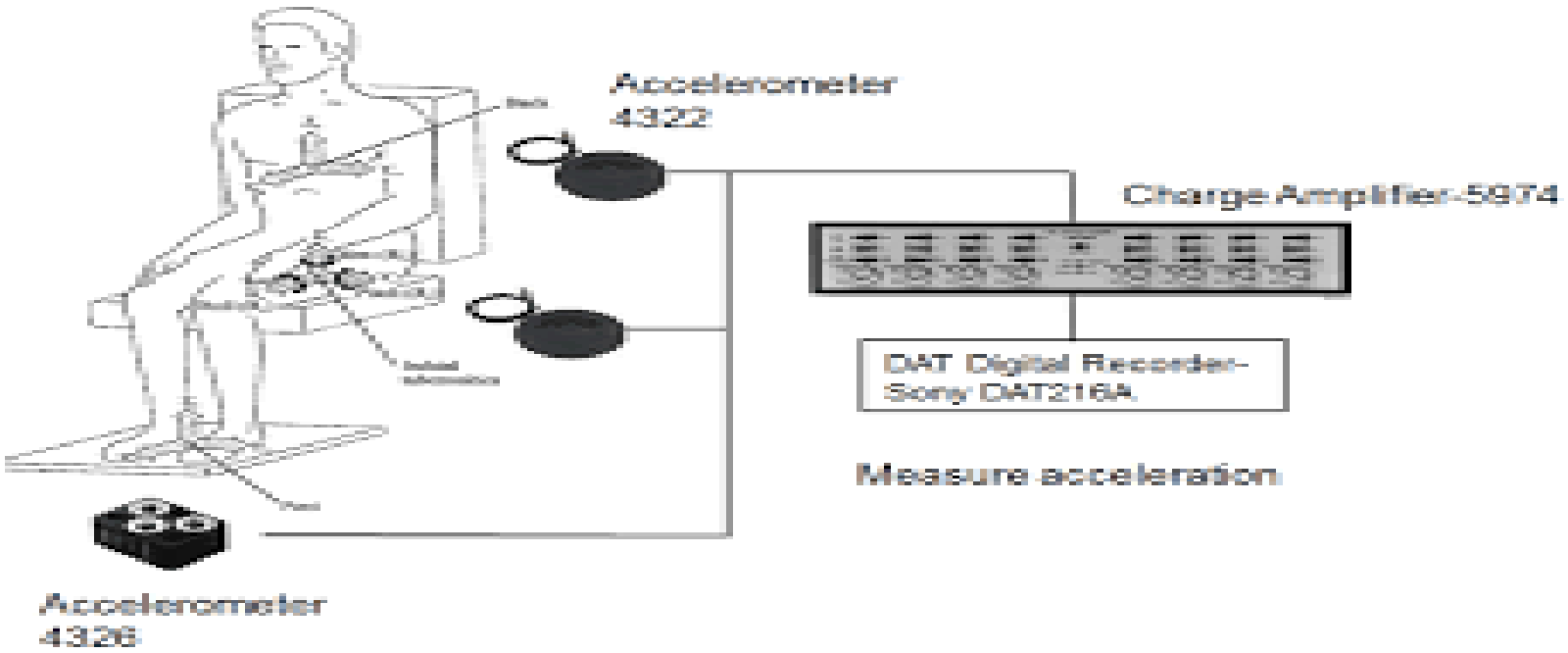
شتاب r.m.sدر محور Yبرابر با ۴/۱ متر بر مجذور ثانیه

شتاب r.m.sدر محور Zبرابر با ۶/۵متر بر مجذور ثانیه

$$a_{hv} = \sqrt{a^2{}_{hwx} + a^2{}_{hwy} + a^2{}_{hwz}} = \sqrt{10.2^2 + 4.1^2 + 6.5^2} = 12.77 m/s^2$$

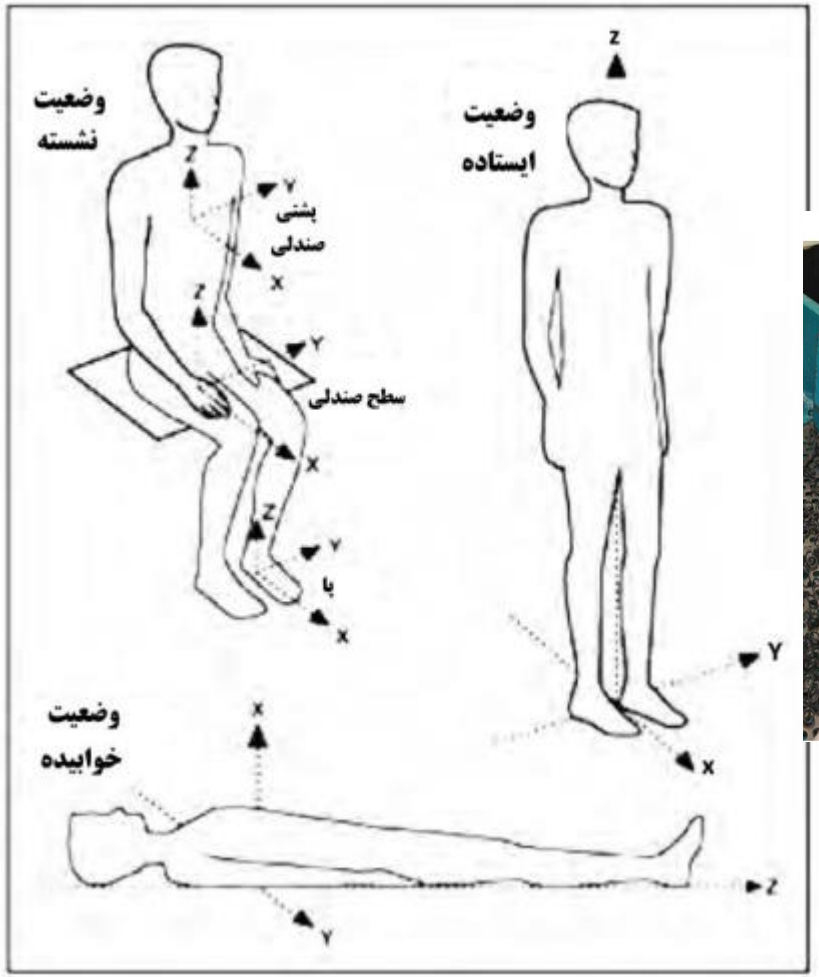
$$A_{(8)} = a_{hv}\sqrt{\frac{T}{T_0}} = 12.77\sqrt{\frac{3}{8}} = 7.82 m/s^2$$

ارتعاش تمام بدن



کمیت مورداستفاده ریشه میانگین مربعات شتاب وزن یافته ی فرکانسی با واحد متر بر مجذور ثانیه بیان می شود.

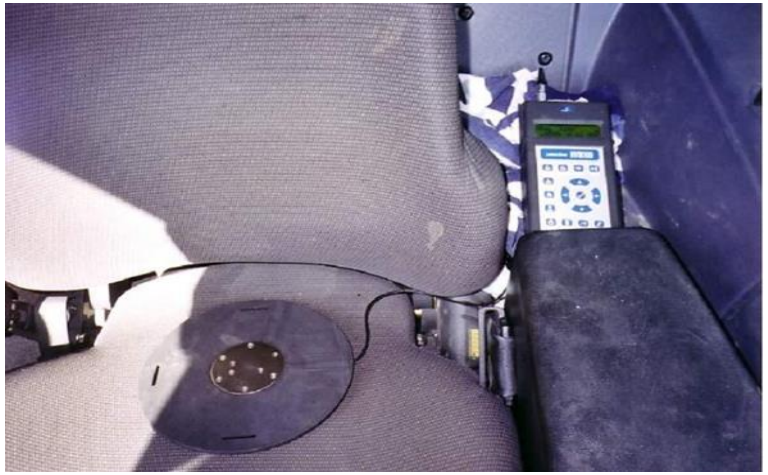
کمیت دیگری تحت عنوان مقدار دوز ارتعاشیVDV تنها کمیت تجمعی است که صرفاً دربحث ارتعاش انسانی به کارمی رود.


وضعیت
نشسته
وضعیت
ایستاده
پشتی
صندلی
سطح صندلی
پا
وضعیت
خوابیده
X
Y
Z

10
80
61
Gaiser
BN 283KN

محل های اندازه گیری ارجح

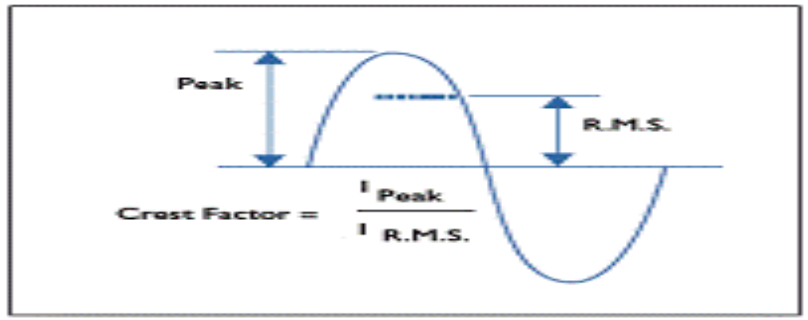
- مبدلها باید به نحوی قرار گیرند که ارتعاش در صفحه بین بدن انسان و منبع مرتعش را نشان دهند.جایی که ارتعاش از یک سطح سلب به بدن وارد می شود(مثل کف یا صندلی سفت)، اندازه گیری حرکت سطوح مجاور با مساحت سطح تماس بدن با منبع ارتعاش (مثلا در شعاع ۱۰۰ mm از مرکز ورود ارتعاش) کافی است.
- جایی که ارتعاش از سطح غیر سلب به بدن وارد شود (مثلا از بالشتک صندلی) لازم است که مبدل بین فرد و سطح تماس اصلی قرار گیرد. بهتر است مبدل را روی قالب مناسب سوار کرد. قالب نباید توزیع فشار وارده به سطح ماده ارتجاعی (بالشتک صندلی)را زیاد تغییر دهد.



معیار تعیین روش ارزیابی (فاکتور قله)

مقادیر حدود مجاز و عمل توصیه شده مطابق با شتاب rms برای فاکتورهای قله ۹ یا کمتر معتبر هستند

$$\text{Crest Factor} = \frac{\text{Peak value}}{\text{rms value}} = \frac{V_{peak}}{V_{rms}}$$



درصورتیکه فاکتور قله از 9تجاوز نماید، ممکن است مقادیر تعریفشده برای حدود مجاز یا اقدام مواجهه اثرات ارتعاش را کمتر از مقدار واقعی پیشبینی نمایند و به همین دلیل باید جانب احتیاط در این شرایط رعایت گردد.

. بدینجهت به هنگام مواجهه با ارتعاش تمام بدن باید فاکتور قله محاسبه گردد تا در صورت لزوم علاوه بر مقدار شتاب مؤثر، از روش مقدار دوز ارتعاش VDVجهت ارزیابی ثانویه و تکمیلی استفاده شود

روشهای ارزیابی مواجهه

الف- روش ارزیابی پایه ₄با استفاده از ریشه میانگین مربعات شتاب وزن یافته

$$a_w = \sqrt{\frac{1}{T}((a_{w\,1}{}^2 \times t_1) + (a_{w\,2}{}^2 \times t_2) + \cdots + (a_{w\,n}{}^2 \times t_n))}$$

ب- روش استفاده از مقدار دوز ارتعاش DVD

$$a_v = \left((k_x VDV_{wx})^4 + (k_x VDV_{wy})^4 + (k_z VDV_{wz})^4\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$A(8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T_v}{T_0}}$$

Assessment of Whole Body Vibration

1. Daily Vibration Exposure A(8)
2. Vibration Dose Value (VDV)

(Both measures are dependent on a measured acceleration value)

$A_x(8) : 1{,}4 * a_{wx} * \sqrt{T_{exp}/T_0}$

$A_y(8) : 1{,}4 * a_{wy} * \sqrt{T_{exp}/T_0}$

$A_z(8) : 1 * a_{wz} * \sqrt{T_{exp}/T_0}$

T_0 : 8 hour reference period

T_{exp}: Exposure time

حدود مجاز مواجهه با ارتعاش تمام بدن

مدت‌زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)	شتاب وزن یافته فرکانسی ($a_{w\,(rms)}$) (m/s^2)	
	حد اقدام (AL)	حد مواجهه شغلی (OEL)
۰/۱۶۶۷ (۱۰ دقیقه)	۳	۶
۰/۵ (۳۰ دقیقه)	۱/۷۳	۳/۴۶
۱	۱/۲۳	۲/۴۵
۲	۰/۸۷	۱/۷۳
۴	۰/۶۱	۱/۲۳
۸	۰/۴۳	۰/۸۷
۲۴	۰/۲۵	۰/۵

$$a_{w\,(OEL)} = \frac{2.45}{\sqrt{T}} \quad (m/s^2\ rms)$$

$$a_{w\,(AL)} = \frac{1.23}{\sqrt{T}} \quad (m/s^2\ rms)$$

$$T = \frac{6}{a^2_{w\,(OEL)}}$$

$$T_v = \frac{1.5}{a^2_{w\,(AL)}}$$

توجه

بهطورجدی توصیه میگردد که جهت کاهش مواجهه اپراتورها و شاغلین با ارتعاش در یک دوره ۲۴ ساعته اقداماتی انجام گردد تا مقدار مواجهه در محدوده مجاز و در ناحیه راهنمای احتیاطی توصیه شده توسط ISO , ANSI قرار گیرد

این محدوده در استاندارد ISO 2631ناحیه راهنمای احتیاط بهداشت HGCZ نامیده میشود و حدفاصل ALو OELاست
(HGCZ)Health Guidance Caution Zone

مدت‌زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)	VDV وزن یافته فرکانسی (VDV_w) $(m/s^{1.75})$	
	حد اقدام (AL)	حد مواجهه شغلی (OEL)
۰/۱۶۶۷ (۱۰ دقیقه)	۲۲/۳۸	۴۴/۷۶
۰/۵ (۳۰ دقیقه)	۱۷	۳۴
۱	۱۴/۳	۲۸/۶
۲	۱۲	۲۴
۴	۱۰/۱	۲۰/۲۲
۸	۸/۵	۱۷

$$VDV_{(OEL)} = \frac{28.6}{T^{\frac{1}{4}}} \quad (m/s^{1.75}\ rms)$$

$$VDV_{(AL)} = \frac{14.3}{T^{\frac{1}{4}}} \quad (m/s^{1.75}\ rms)$$

مثالهای کاربردی از روش ارزیابی مواجهه

مثال :۱یک راننده هر روز یک ساعت با یک لیفتراک کوچک بارگیری کامیون را انجام میدهد و ۶ساعت در حال رانندگی یک کامیون به شرح ذیل است

محورهای اندازه‌گیری شده	لیفتراک	کامیون
محور x	۰/۵	۰/۲
محور Y	۰/۳	۰/۳
محور Z	۰/۹	۰/۳

$$A_x(8) = 1.4 \times 0.2\sqrt{\frac{6}{8}} = 0.24\frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = 1.4 \times 0.3\sqrt{\frac{6}{8}} = 0.36\frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = 0.3\sqrt{\frac{6}{8}} = 0.26\frac{m}{s^2}$$

$$A_x(8) = 1.4 \times 0.5\sqrt{\frac{1}{8}} = 0.25\frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = 1.4 \times 0.3\sqrt{\frac{1}{8}} = 0.15\frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = 0.9\sqrt{\frac{1}{8}} = 0.32\frac{m}{s^2}$$

مرحله ۳: مقدار بزرگی مواجهه در هر محور؛

$$A_x(8) = \sqrt{0.25^2 + 0.24^2} = 0.35 \frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = \sqrt{0.15^2 + 0.36^2} = 0.39 \frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = \sqrt{0.32^2 + 0.26^2} = 0.41 \frac{m}{s^2}$$

مرحله ۴: مقدار برآیند محورها برای مواجهه کلی این راننده برابر خواهد بود با :

$$a_w = \sqrt{0.35 + 0.39 + 0.41} = 0.67 \text{ m/s}^2$$

ارزیابی ریسک