



IN THE NAME OF GOD

اندازہ گیری و ارزیابی عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار



شرکت آزما صنعت ایمن

مسئول فنی: علی تاج پور

حدود مجاز
مواجهه شغلی



- صدا
- شاخص دمای تر گویشان (WBGT)



ویرایش پنجم ۱۴۰۰

اندازه گیری و ارزیابی صدا در محیط کار



اندازه گیری و ارزیابی صدا در محیط کار

مشاغل دارای سروصدا:

نجاری

ریخته گری

آلومینیوم کاری

تراشکاری و برشکاری

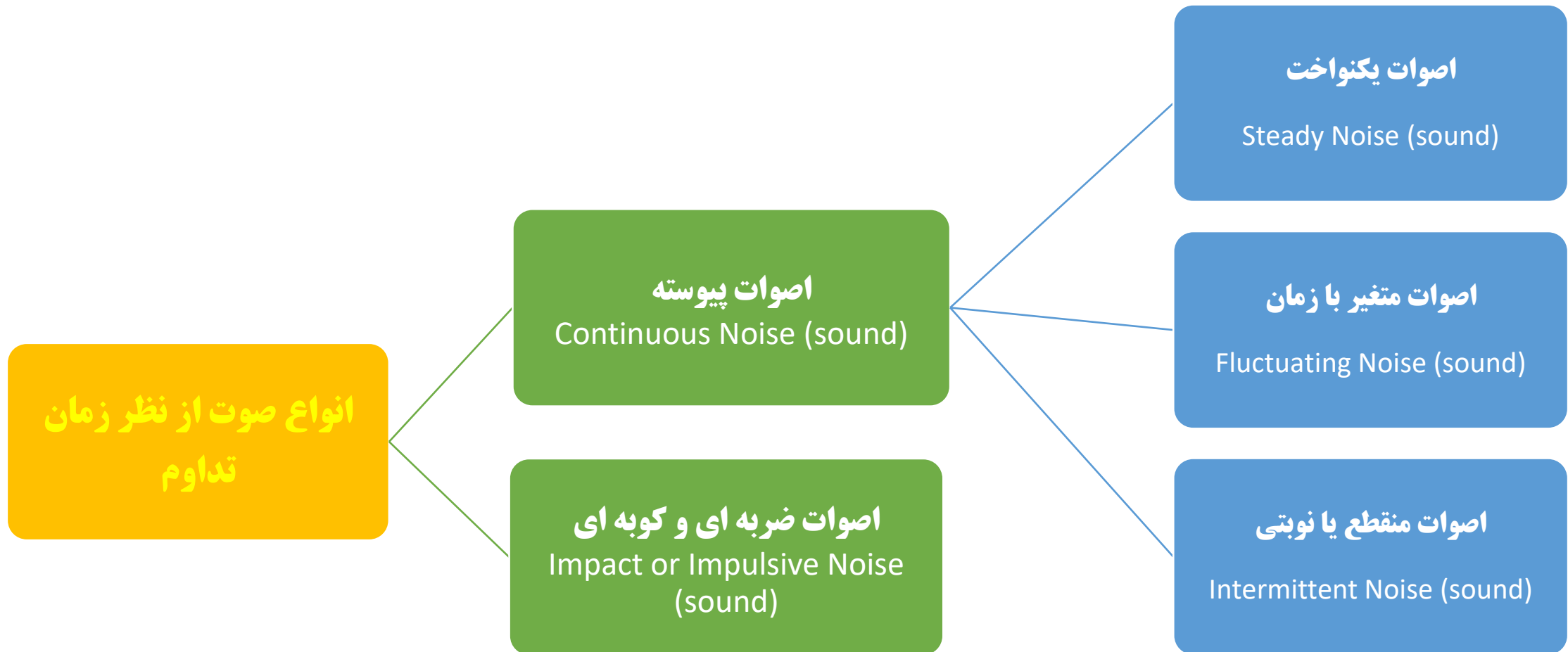
نساجی

...



انواع صوت از نظر زمان تداوم

اصوات در مرحله تولید و انتشار خود ممکن است به اشکال مختلف وجود داشته باشند، این اشکال را میتوان بر اساس تغییرات دامنه صوت به اصوات پیوسته و اصوات کوبه ای (ضربه ای) تقسیم میشوند.



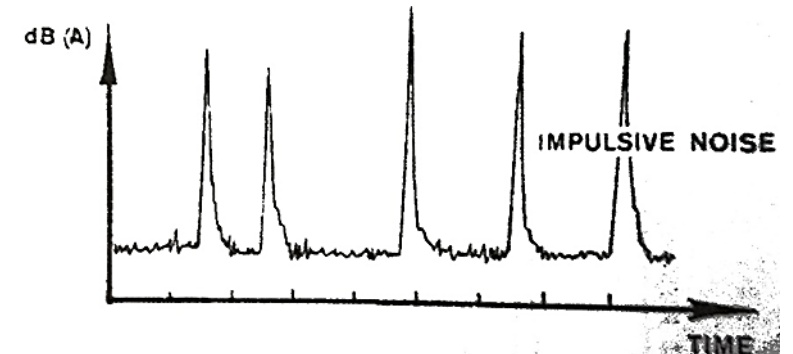
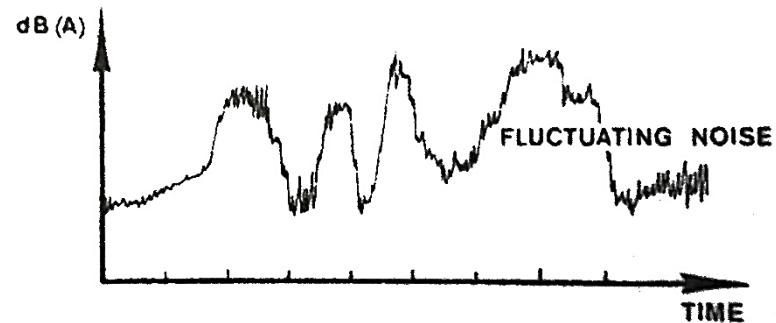
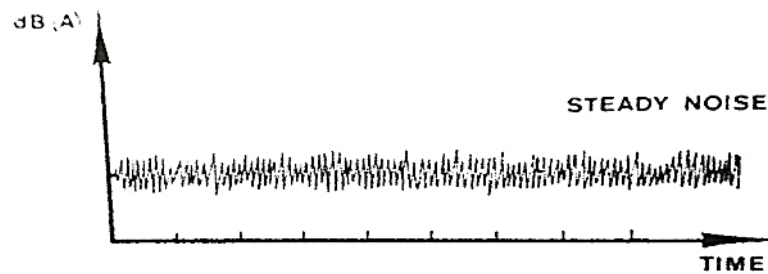
انواع صوت از نظر زمان تداوم

❖ اصوات پیوسته : به اصواتی اطلاق میگردد که در طول زمان انتشار خود وقفه نداشته باشند. اصوات مکالمه و صدای صنعتی اغلب از این گروه هستند. این گروه خود به سه دسته زیر تقسیم میشوند.

الف- اصوات یکنواخت : در این گروه تراز فشار صوت تغییرات قابل ملاحظه نداشته و اغلب کمتر از ۵ دسیبل است.

ب- اصوات متغیر با زمان : در این دسته تغییرات تراز فشار در طول زمان بین ۵-۱۵ دسیبل است.

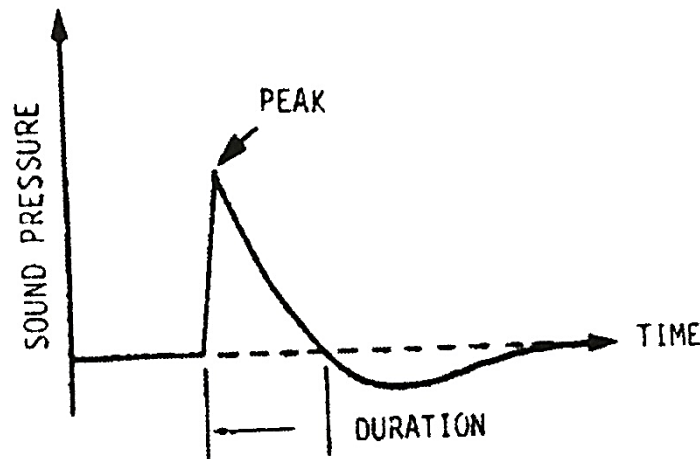
ج- اصوات منقطع یا نوبتی : در این دسته تغییرات تراز فشار صوت بیش از ۱۵ دسیبل در طول زمان است.



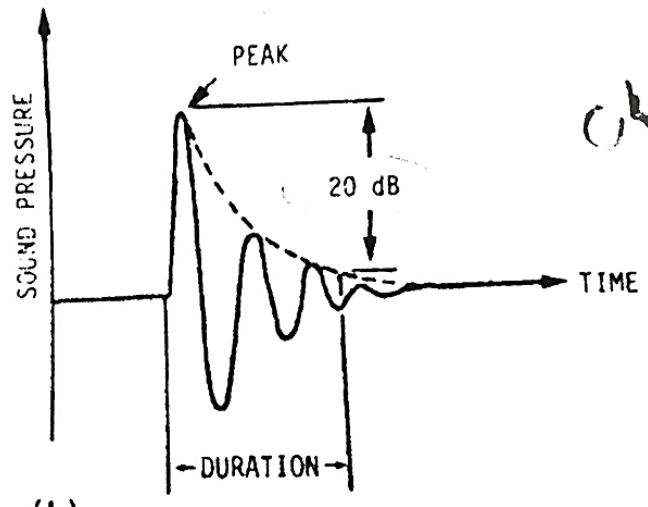
انواع صوت از نظر زمان تداوم

❖ اصوات ضربه ای و کوبه ای : در این نوع اصوات موج فشار صوت در هر ضربه، در کسری از زمان (ثانیه) و معمولاً کمتر از 0.5 ثانیه شروع و خاتمه می یابد. صدای پرس های ضربه ای و ابزارهای پنوماتیک اغلب از این گروه هستند.

این نوع اصوات خود به دو دسته تقسیم می شوند :



دسته A : زمان اوج گیری موج صوتی کوتاه بوده و دامنه فشار بسیار بزرگ است به طوری که در نقطه پیک خود ممکن است به 190 دسی بل هم برسد. در هر ضربه موج فشاری به تندی و فقط با یک بازگشت به نقطه صفر فشار بر می گردد. مانند صدای شلیک گلوله



دسته B : زمان اوج گیری کوتاه بوده و دامنه فشار بسته به وضعیت منبع تولید صوت متغیر و بیش از 20 دسی بل از صدای زمینه بالاتر است. این دامنه در نقطه پیک می تواند به 140 دسی بل هم برسد. در هر ضربه موج صوتی با یک بازگشت به نقطه صفر بر نمی گردد. زمان تداوم در این نوع اصوات بیشتر از نوع A است. مانند صدای پرس های ضربه ای

تراز معادل مواجهه صوت Equivalent Sound Level

✓ از آنجایی که کارگر در طول شیفت کاری در معرض ترازهای مختلف قرار دارد. در بررسی صوت به منظور ارزیابی مواجهه کارگر، همانند روشی که برای سایر عوامل مخاطره آمیز محیط کار معمول است، از ترازهای مواجهه کارگر متوسط زمانی می گیرند.

✓ در این روش ابتدا تراز هر بار مواجهه همراه با زمان مواجهه مربوطه اندازه گیری شده، ثبت و سپس تراز معادل بدست می آید.

✓ تراز معادل مواجهه با صوت همان معدل زمانی ترازاها (SPL_{TWA}) است. در صورتی که تراز برای یک شیفت ۸ ساعته محاسبه شود به آن تراز معادل مواجهه ۸ ساعته گفته می شود.

$$L_{eq}(dB) = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum \left(t_i \times 10^{L_{Pi}/10} \right) \right]$$

L_{eq} : تراز معادل مواجهه (dB)

t_i : طول زمان مواجهه i ام به ساعت

T : زمان مرجع معمولاً ۸ ساعت

L_{Pi} : تراز فشار صوت مواجهه i ام (dB)

✓ یکی از کاربردهای تراز معادل، مقایسه با مقادیر مجاز ۸ ساعته مواجهه کارگر است

تراز معادل مواجهه صوت Equivaent Sound Level

مسئله:

* کارگری در یک کارگاه به ترتیب با صداهای زیر مواجهه داشته است. تراز معادل ۸ ساعته را برای او حساب کنید.

با تراز ۸۰ دسی بل	یک ساعت
با تراز ۹۶ دسی بل	دو ساعت
با تراز ۸۷ دسی بل	یک ساعت
با تراز ۶۹ دسی بل	سه ساعت
با تراز ۶۰ دسی بل	یک ساعت

در برخی دستگاه های ترازسنج صوت بسته به استاندارد ساخت دستگاه و کشور سازنده مدارهای محاسب متعددی پیش بینی شده است که امکان اندازه گیری Leq ، SEL ، $SPL(Max Min)$ ، $SPL(rms)$ را فراهم می کند.



شبکه توزین فرکانس (شبکه وزنی دستگاه) Frequency weighting

علت استفاده از شبکه توزین فرکانسی، اهداف مختلف در اندازه گیری است. با توجه به اینکه دستگاه ترازسنج صوت میتواند برای منظورهایی مختلفی به کار رود لذا میتوان مقادیر تراز فشار صوت را بر اساس شبکه های مختلف توزین فرکانس که در برخی دستگاه ها پیش بینی شده است، انتخاب نمود.

توزین های قراردادی به طور کلی به A، B، C، D و linear تقسیم بندی می شوند.

شبکه A

در شبکه توزین فرکانسی A مقادیر تراز فشار صوت متناسب با حساسیت گوش انسان است. استانداردهای مواجهه بر این اساس است. لذا اندازه گیری صدا به منظور تعیین حدود مواجهه کارگر نیز با این مقیاس میباشد. منحنی توزین فرکانس در شبکه A منطبق با درک شنوایی انسان خصوصاً در ترازهای کمتر از ۶۰ دسی بل است.

شبکه C

بیانگر درک شنوایی انسان در ترازهای بالاتر از ۸۵ دسی بل است. برای اهداف تجزیه فرکانسی صدا استفاده می شود. برای سنجش صدای کوبه ای طبق استاندارد ACGIH و OEL نیز کاربرد دارد.

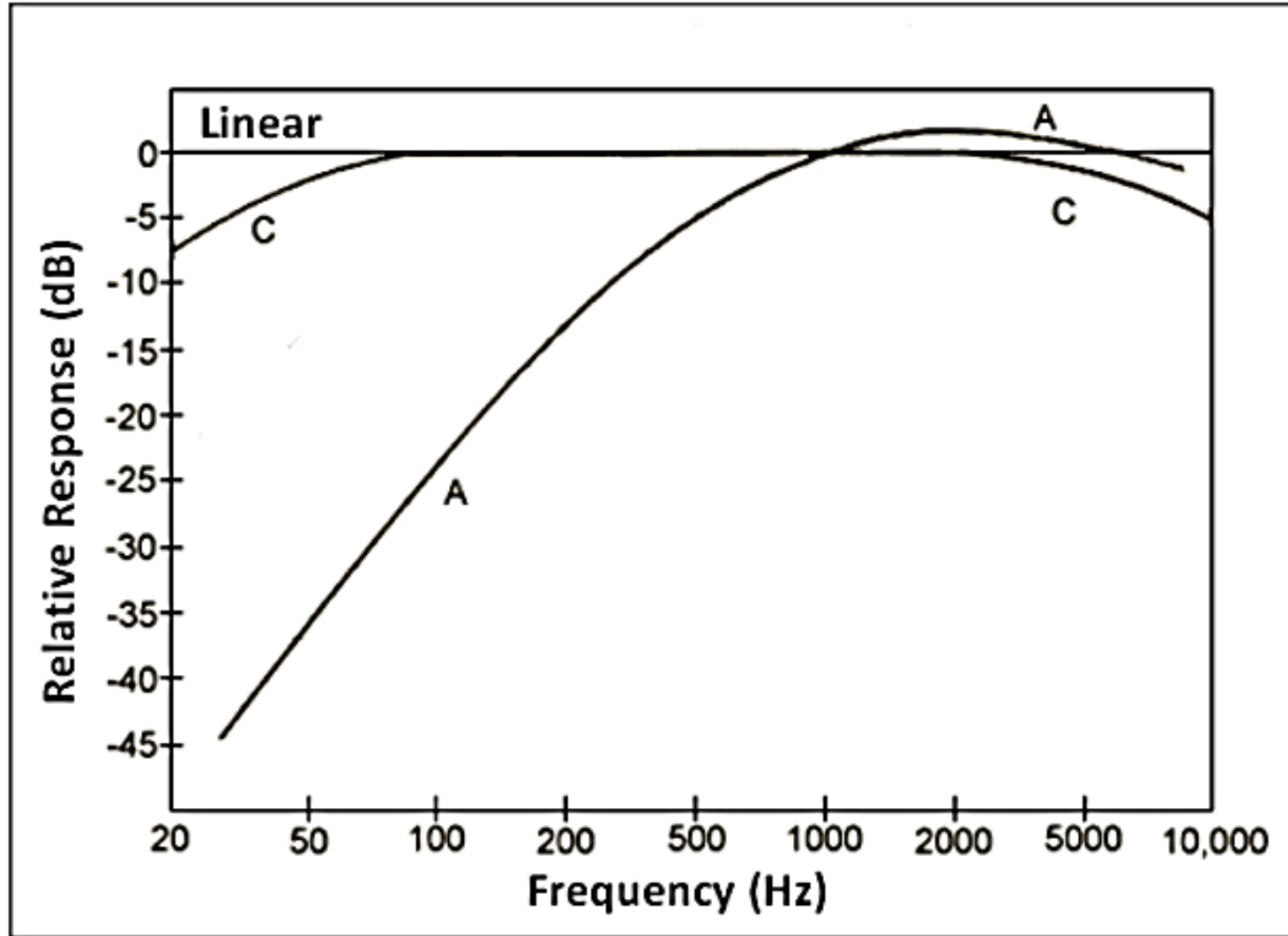
شبکه Linear

در این شبکه مقادیر تراز فشار صوت در فرکانس های مختلف توسط دستگاه تراز سنج صوت بدون تغییر در کمیت نمایش داده می شود. اندازه گیری در این شبکه برا اهداف کنترل صدا و یا اهداف صنعتی کاربرد دارد. (ر شبکه Lin مقدار نمایش داده شده دقیقاً برابر با تراز واقعی فشار صوت بدون وزن دهی در فرکانسها است)

✓ برای بررسی صدا در محیط کار آنالیز فرکانس صوت و کنترل صدا در شبکه C یا linear انجام میگردد.

✓ برای بررسی چگونگی مواجهه کارگر با صدا از شبکه A استفاده میشود.

شبکه توزین فرکانس (شبکه وزنی دستگاه) Frequency weighting



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

اصوات مختلف اعم از یکنواخت، متغیر و کوبه‌ای در طول زمان تداوم خود دارای تغییرات دامنه فشار بوده و این تغییرات در برخی از آن‌ها لحظه‌ای است. برای اندازه‌گیری انواع صدا نمی‌توان حساسیت عکس‌العمل زمانی دستگاه را یکسان در نظر گرفت. در ترازسنج‌های دقیق لازم است تا سرعت درک یا پاسخ زمانی^۱ دستگاه با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت متناسب گردد. برای این کار از شبکه سرعت پاسخ دستگاه کمک می‌گیرند تا اندازه‌گیری متناسب با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت باشد.

کالیبراسیون ترازسنج صوت (Calibration)

برای کالیبراسیون، با استفاده از کالیبراتور استاندارد و توجه به دستورالعمل دستگاه ترازسنج کالیبراتور روشن شده و تراز فشار صوت اندازه‌گیری می‌گردد. در غیر این صورت بایستی دستگاه را روی حالت سرعت Slow و شبکه A و حالت SPL_{rms} قرار داده، آنگاه پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن کردن کالیبراتور و ترازسنج، به وسیله پیچ تنظیم که بر روی ترازسنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام می‌گردد. در دستگاه‌های جدید امکان کالیبراسیون با استفاده از منوی داخلی و بدون پیچ تنظیم نیز وجود دارد. لازم به ذکر است که باید اندازه میکروفن و رابط کالیبراتور متناسب بوده و لقی نداشته باشد. تغییرات فشار هوا حداکثر به اندازه 0.3 dB بر کالیبراسیون مؤثر می‌باشد.

برای اطمینان از صحت کار اندازه‌گیری توسط ترازسنج صوت لازم است ابتدا آن را با یک مولد صوتی استاندارد کالیبره نمایند. این مولد کالیبراتور^۲ استاندارد یا پیستون فون است. این دستگاه در فرکانس‌های معینی مثلاً 1 KHz یا 250 Hz تراز معینی از صوت خالص برابر ۹۴ یا ۱۱۴ دسی‌بل تولید می‌کند. کالیبراسیون حتماً باید با کالیبراتور خارج دستگاه انجام شود و کالیبراسیون داخلی ارزشی ندارد.



2 - Calibrator

اهداف اندازه گیری

الف- اندازه گیری صنعتی: به طور مثال اندازه گیری صدای یک دستگاه معین برای

اهداف عیب یابی یا بازرسی فنی

ب- اندازه گیری محیطی: به منظور تعیین توزیع تراز فشار صوت در سطح کارگاه یا معین

نمودن منابع اصلی تولید صدا.

ج- اندازه گیری فردی: برای مشخص نمودن میزان مواجهه کارگر

ه- اندازه گیری به منظور تعیین روش و چگونگی کنترل صدا

قبل از اقدام به اندازه گیری باید هدف کار معلوم گردد. برای دستیابی به هر هدف

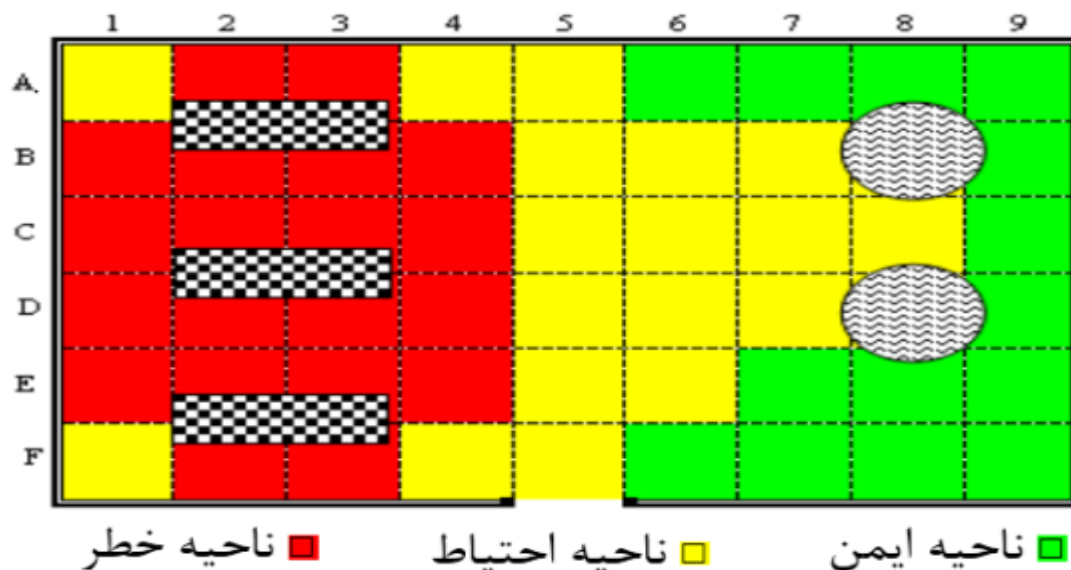
روش، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت می باشد.

در این روش محل های استقرار کارگران مورد نظر نبوده ولی از نتایج آن برای تعیین و مشخص نمودن توزیع تراز فشار صوت و محدوده های خطر در کارگاه و هم چنین تعیین منابع اصلی مولد صوت برای کنترل صدا، استفاده می شود و شامل روشهای زیر است:

- ۱- روش شبکه ای منظم برای تعیین محدوده های خطر و احتیاط و تهیه نقشه صوتی
- ۲- روش اندازه گیری محیطی ویژه مانند تفکیک صدای منابع (روش تفاضل تراز های صوتی)، مقاصد پژوهشی یا کنترل صدا

- این روش برای تهیه نقشه ناحیه بندی صدا و مشخص نمودن نواحی مختلف کارگاه بر اساس محدوده های تعیین شده تراز فشار صوت اجرا میگردد. در این روش کارگاه به صورت شبکه های منظم به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر خانه یک ایستگاه اندازه گیری میباشد. طبعاً هر چه ابعاد خانه ها کوچکتر یا مساحت کارگاه بزرگتر باشد تعداد این خانه ها بیشتر خواهد بود. هرچند زیاد بودن تعداد خانه ها برای حصول به نتیجه مطلوبتر است ولی امکانات و نفقات و زمان نیز دارای محدودیت بوده و عملاً زیاد بودن تعداد نقاط اندازه گیری مطالعه را با مشکل مواجه خواهد ساخت.

- لذا میتوان برای کارگاه ها با توجه به مساحت و امکانات تعداد معین و محدودی ایستگاه انتخاب نمود. در این شیوه، کارگاه های تا یکصد متر مربع را به خانه ها با ابعادی حدود ۲متر، کارگاه های وسیعتر را به خانه ها با ابعاد حداکثر ۵متر و کارگاه های بیش از یک هزار متر مربع مساحت را که اغلب دارای منابع صوتی بزرگ هستند به خانه ها با ابعاد ۱۰ متر تقسیم بندی میشود. تعداد کمتر از ۲۰ ایستگاه برای تحلیل داده ها ایجاد مشکل مینماید و تعداد بیش از ۶۰ ایستگاه نیز با توجه به طول مدت زمان اندازه گیری و تغییر احتمالی شرایط صوتی کارگاه اعتبار داده ها را دچار مشکل مینماید. لذا محدوده مناسب تعداد ایستگاه در هر محدوده سنجش بین ۲۰ تا ۶۰ پیشنهاد میگردد.



نکات کلیدی در اندازه گیری محیطی صدا

نکات کلیدی در اندازه گیری محیطی صدا

۱. ترازسنج صوت کالیبره شود.
۲. میکروفن در حالت Random باشد (برخی دستگاه‌ها این وضعیت را ندارند)
۳. شبکه وزنی A و سرعت پاسخ Slow باشد.
۴. ارتفاع میکروفن در تمام ایستگاه‌ها به صورت ثابت، بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر بسته به وضعیت نشسته یا ایستاده بودن اغلب کارگران تنظیم کنید.
۵. بهتر است همواره از محافظ اسفنجی میکروفن استفاده کنید.
۶. در همه ایستگاه‌ها جهت میکروفن ثابت باشد. بهتر است به سمت طول کارگاه باشد.
۷. فاصله میکروفن با تجهیزات از نیم متر کمتر نباشد. طبعاً برخی ایستگاه‌ها امکان اندازه گیری ندارد، مقابل ایستگاه مربوط به آن‌ها خط تیره بکشید.
۸. مسیر حرکت بین شبکه به صورت مارپیچ باشد تا وقت کمتری صرف نمایید. به طور مثال در شکل (۱۲) (بالا) ، اندازه گیری از A1 شروع و به F1 منتهی گردد. سپس از F2 به سمت A2 ادامه دهید.

نکات کلیدی در اندازه گیری محیطی صدا

۹. همه اندازه گیری ها تراز فشار صوت در مرکز هر خانه شطرنجی انجام شود.
۱۰. میکروفن دستگاه افقی و کاملاً بدون لرزش باشد. اگر نمی توانید، از سه پایه استفاده کنید.
۱۱. در صورتی که تراز فشار صوت یکنواخت است، باید در هر ایستگاه ۱۵ ثانیه صبر کنید بعد تراز فشار صوت را بخوانید یا ذخیره کنید. هیچ گاه نباید با عجله این کار را انجام دهید.
۱۲. زمان اندازه گیری از نظر آماری باید Mode شرایط کار یا همان پرتکرارترین وضعیت کار کارگاه باشد تا نتایج به واقعیت نزدیک تر باشد. توجه داشته باشید که هر اندازه گیری محیطی فقط برای شرایط و زمان خود اعتبار دارد، لذا باید زمان را به خوبی انتخاب نمایید. به طور مثال اندازه گیری در شرایط پیک کاری یا مخالف آن نتایج گمراه کننده ای خواهد داشت.
۱۳. در صورتی که صدای محیط یکنواخت نیست باید دستگاه در حالت SPLeq یا Leq قرار گیرد. برای این کار در هر ایستگاه تراز معادل ۳۰ ثانیه ای تا یک دقیقه ای کافی است. برای اندازه گیری ایستگاه بعدی باید دستگاه ریست (reset) شود.
۱۴. برای ارزیابی محیطی صدا در هر محدوده باید دست کم نتایج ۲۰ ایستگاه وجود داشته باشد.

نکات کلیدی در اندازه گیری محیطی صدا

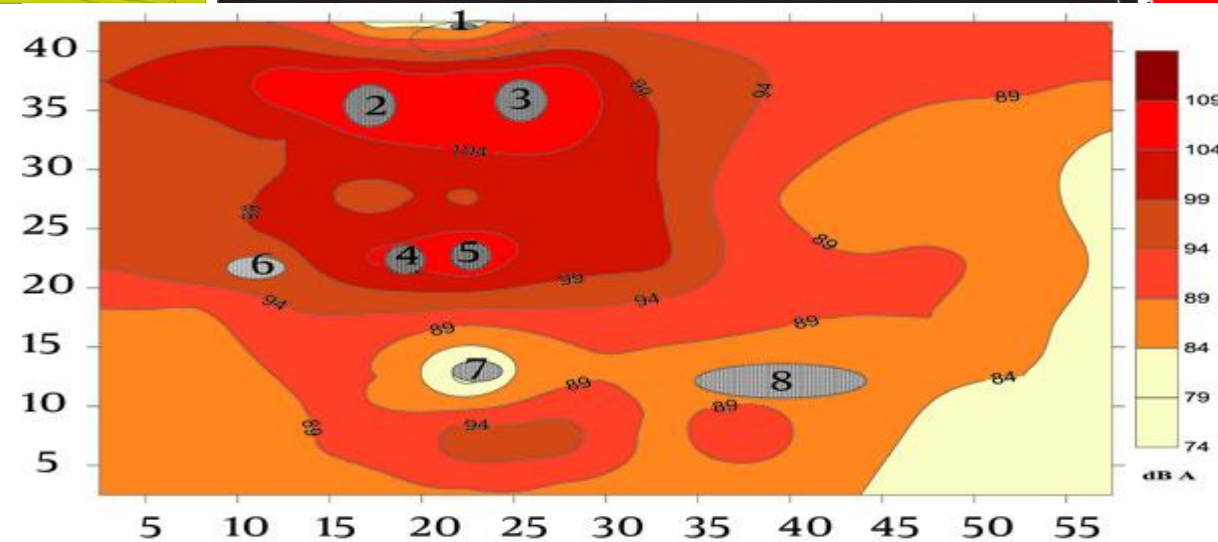
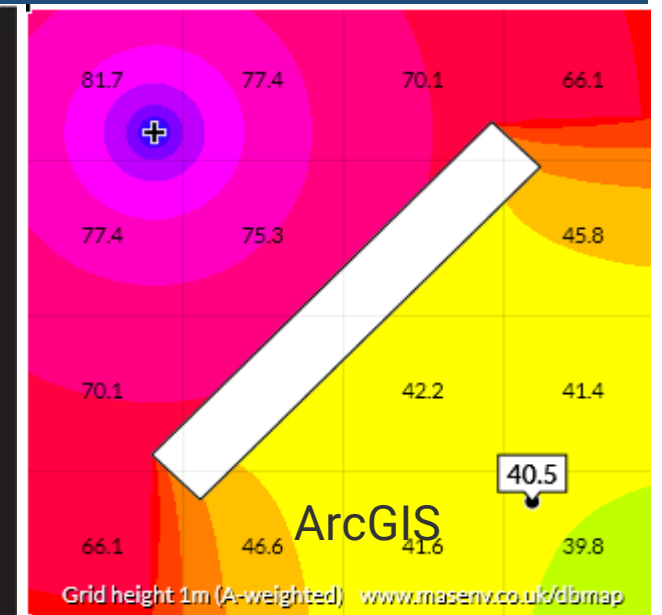
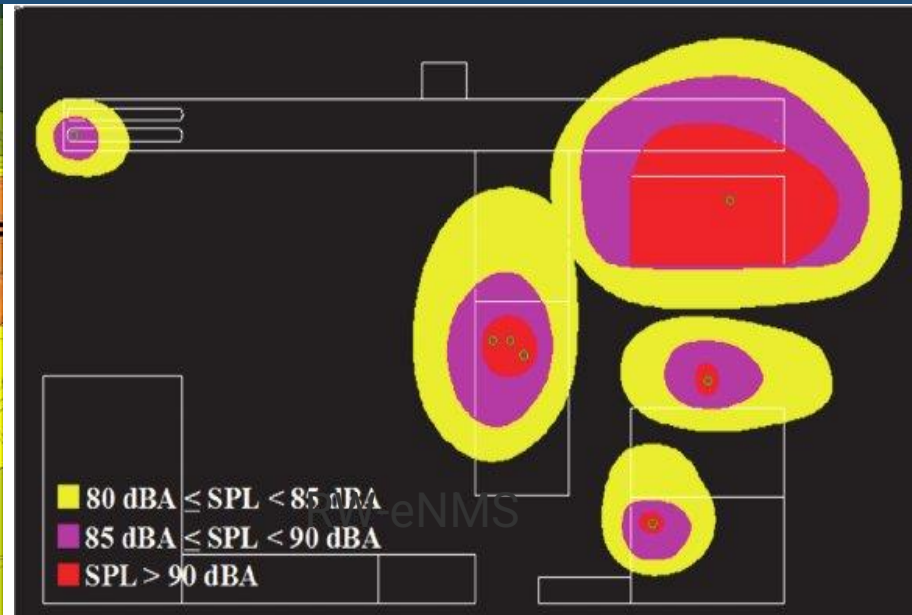
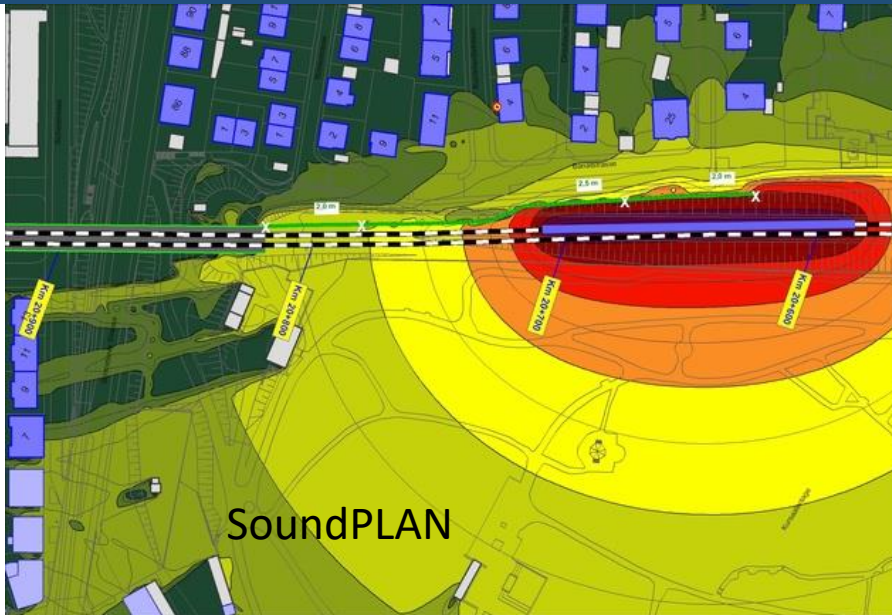
پس از ثبت نتایج اندازه گیری صدای محیطی، می توانید به روش های مختلف آن ها را روی نقشه یا در جدول کدبندی شده مربوطه درج نمایید. در مرحله بعد با توجه به سه محدوده از تراز فشار صوت، با رنگ مناسب، نقشه رنگی محدوده بندی شده ترسیم نمایید. این محدوده ها به شرح زیر است:

۱- محدوده **ایمن** ($SPL < 65 \text{ dBA}$) با رنگ سفید یا سبز و یا کد S^1

۲- محدوده **احتیاط** ($65 \leq SPL < 85 \text{ dBA}$) با رنگ زرد یا کد C^1

۳- محدوده **خطر** ($SPL \geq 85 \text{ dBA}$) با رنگ قرمز یا کد D^2

نکات کلیدی در اندازه گیری محیطی صدا



استانداردها و حدود مجاز مواجهه شغلی با صدا

بر اساس جدول حد مجاز مواجهه شغلی با صدا، بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با 85 db(A) است. در صورتیکه کارگر طی نوبتکاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد میبایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش ۲ مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام) صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی HCP برای ۸ ساعت کار روزانه برابر 82 db(A) با تعیین شده است.

طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای مواجهه با تراز 88 db(A) مدت زمان مجاز ۴ ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می یابد.

استانداردها و حدود مجاز مواجهه شغلی با صدا

حدود مجاز مواجهه شغلی برای اصوات قابل شنوایی

مدت مواجهه در روز	حد مجاز تراز معادل فشار صوت SPL-TWA dB(A)** به (فشار مینا ۲۰ میکروپاسکال)	حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار SPL-TWA dB(A)** صوت به (فشار مینا ۲۰ میکروپاسکال)
۲۴ ساعت	۸۰	۷۷
۱۶ ساعت	۸۲	۷۹
۸ ساعت	۸۵	۸۲
۴ ساعت	۸۸	۸۵
۲ ساعت	۹۱	۸۸
۱ ساعت	۹۴	۹۱
۳۰ دقیقه	۹۷	۹۴
۱۵ دقیقه	۱۰۰	۹۷
۷/۵ ^Δ دقیقه	۱۰۳	۱۰۰
۳/۷۵ ^Δ دقیقه	۱۰۶	۱۰۳
۱/۸۸ ^Δ دقیقه	۱۰۹	۱۰۶
۰/۹۴ ^Δ دقیقه	۱۱۲	۱۰۹
۲۸/۱۲ ^Δ ثانیه	۱۱۵	۱۱۲

استانداردها و حدود مجاز مواجهه شغلی با صدا

مدت زمان مجاز مواجهه صدا T_a بر حسب ساعت بر مبنای حد مجاز مواجهه شغلی 85dB(A) و قاعده 3dB بر اساس فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$t_a(\text{hr}) = \frac{8}{2^{\left[\frac{SPL-85}{3}\right]}}$$

t_a : مدت زمان مجاز مواجهه روزانه (hr)
 SPL : تراز فشار صوت (dB)

در صورتی که زمان موظف مواجهه کارگر معلوم باشد، با استفاده از رابطه زیر که مبتنی بر حد مجاز مواجهه ایران است، میتوان تراز فشار صوت مجاز را تعیین نمود:

$$LP_a(\text{dB}) = 94 - 10\log T$$

T : زمان موظف مواجهه با صدا به ساعت
 LP_a : تراز فشار صوت مجاز برای مدت زمان موظف مواجهه (dB)

استانداردها و حدود مجاز مواجهه شغلی با صدا

مثال: زمان مجاز مواجهه برای کارگری که با تراز فشار صوت 88 dBA مواجهه دارد چند ساعت است؟

مثال: اگر کارگری موظف به توقف و کار در محلی به مدت ۶ ساعت باشد، تراز فشار صوت مجاز را برای وی محاسبه کنید.

دوزیمتر صدا



در اندازه‌گیری و ارزیابی صدای محیط کار از دیدگاه تعیین مواجهه کارگر دقیق‌ترین روش دوزیمتری است. این روش اگرچه از نظر فنی حاوی نکات مهمی است ولی برای اعلام گزارش‌های غیر تخصصی یا برای افراد غیر متخصص که با واژه‌های متداول آشنا نیستند بسیار مناسب می‌باشد. در دوزیمتری کلیه زمان‌های مواجهه کارگر با ترازهای مختلف در طول شیفت محاسبه، و با استفاده از تراز معادل دز دریافتی کارگر در یک شیفت کاری اندازه‌گیری می‌شود. اساساً دوزیمتر فرآیند اثر تجمعی فشار صوت یا حدود مربوط به تراز فشار صوت را در یک دوره زمانی مواجهه (مثلاً ۸ ساعته) نشان می‌دهد. در هر دوزیمتر یک میکروفن که روی سینه یا یقه کارگر نصب می‌شود، سیم رابط، پردازشگر و نمایشگر تشکیل شده است. امروزه دوزیمترهایی ساخته شده است که کارایی متنوعی داشته و علاوه بر محاسبه دز دریافتی، Leq، SPL، حداقل و حداکثر را و برخی مقادیر دیگر را نیز نمایش می‌دهند. کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده تراز در شبکه A بوده و برای کار با دوزیمتر باید ابتدا آن را کالیبره نموده و بر اساس استانداردهای شناخته شده تنظیم گردد.



قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه کارگر، دوزیمتری است زیرا در تمام طول شیفت دستگاه دوزیمتر به همراه کارگر مواجهه واقعی وی را اندازه‌گیری نموده و در پایان شیفت دز دریافتی صدا را نشان می‌دهد. جهت اندازه‌گیری ابتدا دوزیمتر را کالیبره نموده و با استاندارد مورد قبول تنظیم می‌نمایند سپس آن را به کمر کارگر و میکروفن آن را به یقه وی نصب نموده، در پایان شیفت می‌توان با توجه به کارایی دوزیمتر مقادیر دز یا تراز معادل مواجهه ۸ ساعته و یا سایر پارامترهای پیش‌بینی شده در دستگاه را قرائت و ثبت نمود. آنچه که در هنگام استفاده از دوزیمترها باید مورد توجه قرار گیرد، علاوه بر کالیبراسیون، مبنای محاسبات دز توسط دستگاه است. زیرا الزاماً این مبنا باید با حد مجاز مواجهه کشوری مطابقت نماید. دز صدا عبارت است از نسبت مدت زمان شیفت موظف کاری در شرایط مواجهه به مدت زمان مجاز مواجهه ضربدر یکصد. لذا اگر کارگری در محدوده مجاز کار کند دز دریافتی وی کمتر یا مساوی صد در صد است:

$$Dose(\%) = \frac{t_i}{t_a} \times 100$$

t_i : مدت زمان مواجهه با صدا (ساعت)

t_a : مدت زمان مجاز مواجهه با توجه به تراز فشار صوت محیط (ساعت)

اندازه گیری فردی به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

وسایل اندازه گیری باید در شبکه وزن یافته A و در وضعیت آهسته (SLOW) تنظیم گردد.

۱- اندازه گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت:

الف: صدا سنج: در ایستگاه توقف یا نقاط تردد کارگر ۳ بار اندازه گیری را تکرار و نتایج را با استفاده از فرمول میانگین لگاریتمی، تراز فشار صوت مواجهه کارگر را محاسبه می کنیم.

$$\overline{LP}(dB) = 10\log\left[\frac{1}{n} \times \sum 10^{LP_i/10}\right]$$

مثال: متوسط تراز فشار صوت را برای نتایج زیر که تراز فشار صوت در اطراف یک منبع است را محاسبه نمایید (dB)
(۹۴ - ۹۵ - ۹۲)

اندازه گیری فردی به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

اندازه گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت:

ب: دزیمتر: در یک دوره کوتاه زمانی و حداقل ۱۵ دقیقه دوزیمتری انجام می گردد و برای کل آن دوره دز دریافتی محاسبه می شود.

اندازه گیری فردی به منظور ارزیابی مواجهه کارگر

۲- اندازه گیری مواجهه کارگر با صدای متغیر با زمان و منقطع:

الف: اندازه گیری مواجهه کارگر در **دوره های زمانی معین** با ترازهای متفاوت

- **صداسنج:** برای هر دوره مواجهه یک بار اندازه گیری صدا انجام می گردد و آنگاه با استفاده از رابطه مربوط به تراز معادل مقادیر را به یک شاخص واحد تبدیل نموده و در نهایت با مقادیر مجاز مقایسه می گردد.

- **دوزیمتر:** محاسبه دوز دریافتی برای هر دوره مواجهه و در نهایت جمع آنها

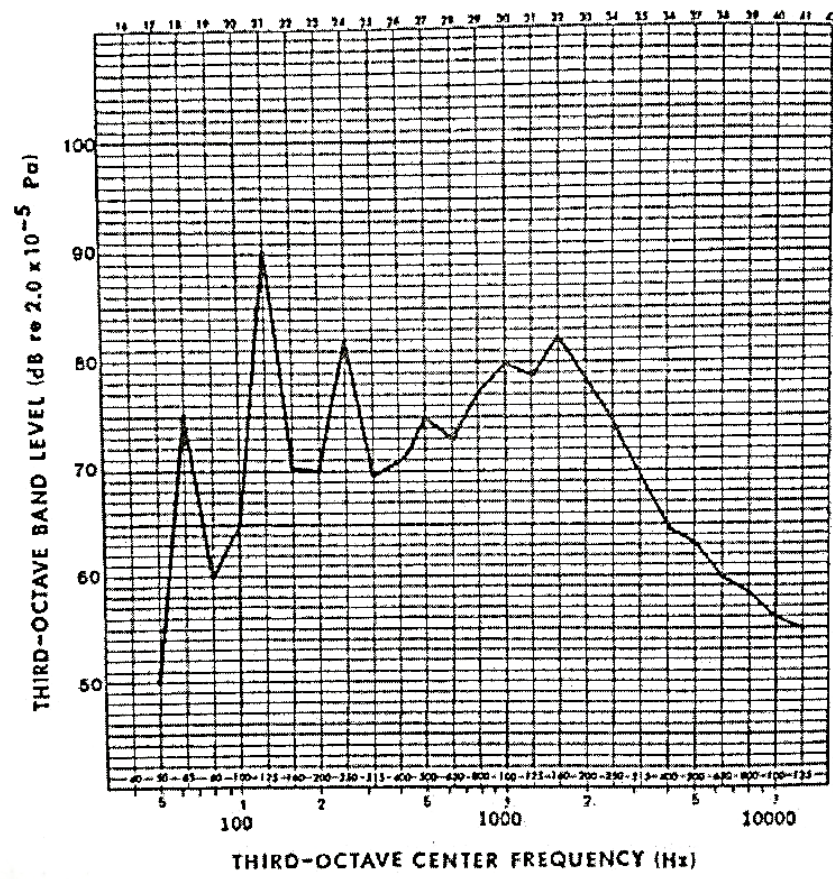
ب: اندازه گیری مواجهه کارگر در **دوره های زمانی نامشخص** با تراز های متفاوت

تنها راه اندازه گیری دوزیمتری صدا توسط دستگاه دوزیمتر است. (**کل مدت مواجهه کار روزانه**)

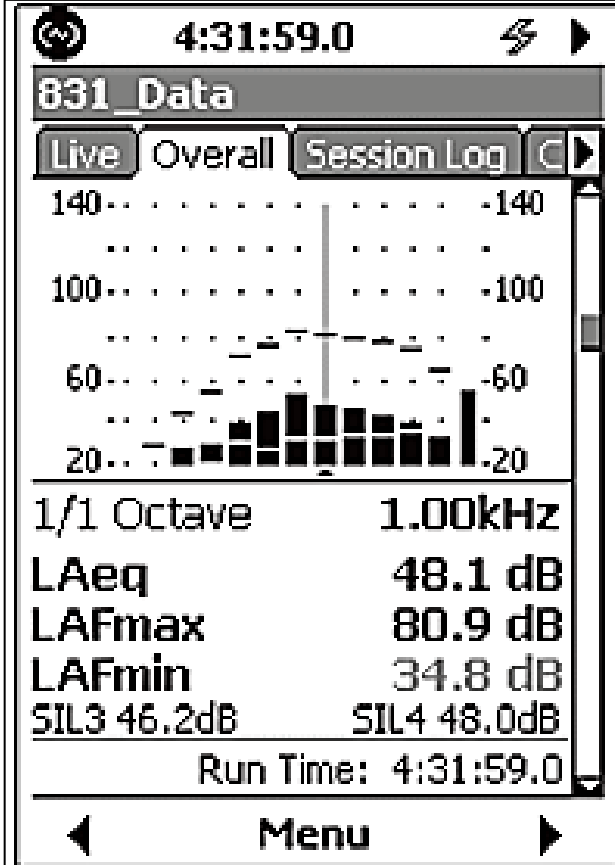
کنترل صدا در محیط کار



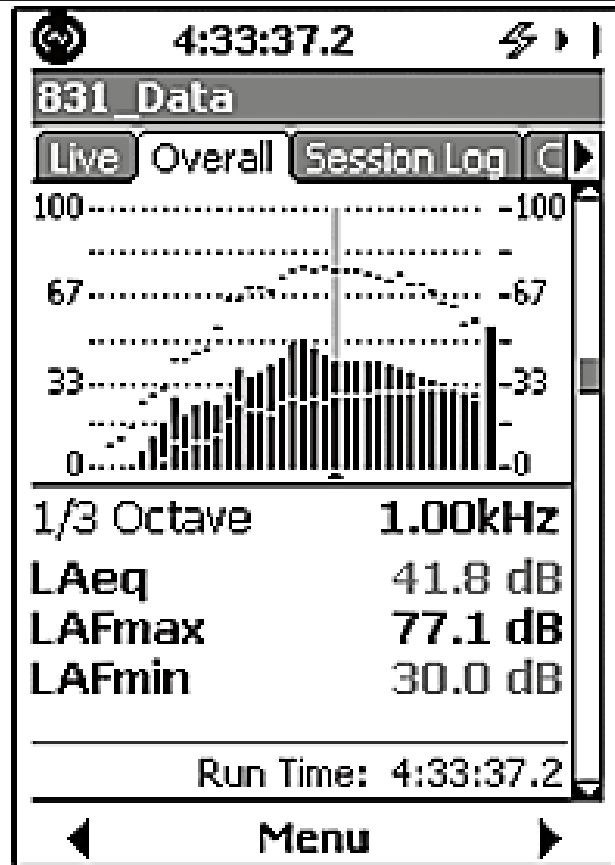
بیناب صوتی (sound spectra)



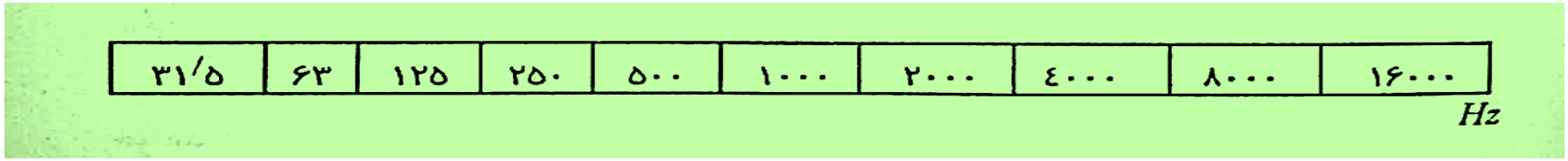
شکل ۱۴- تجزیه صدای یک ترانسفورماتور در یک سوم اکتاو باند



1/1 Octave Display



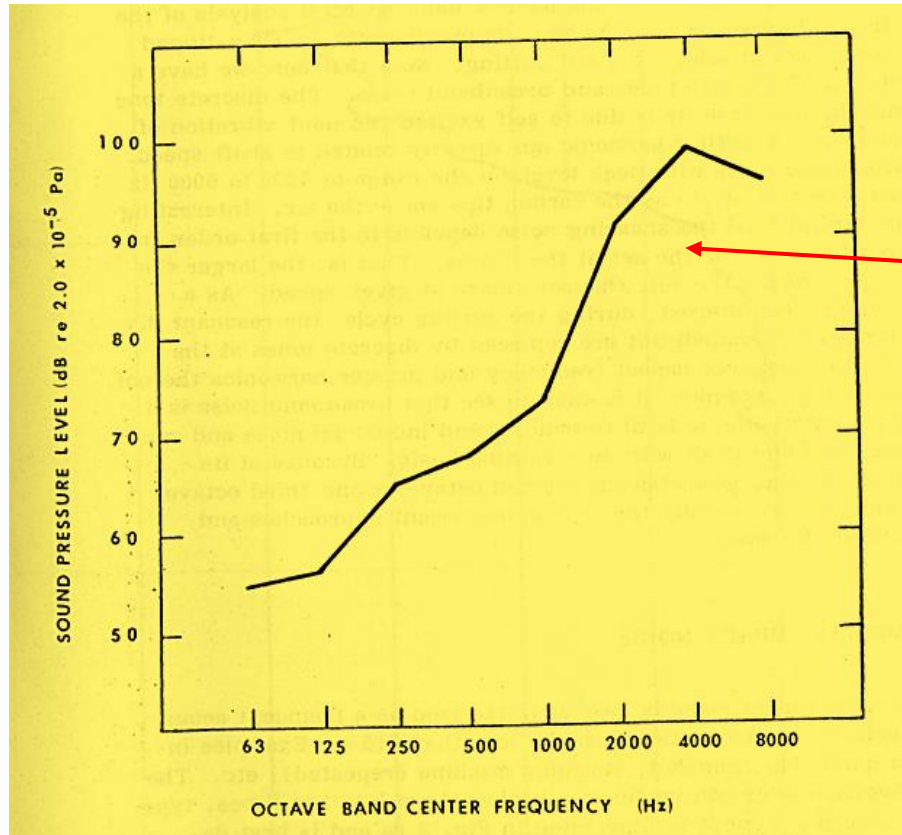
1/3 Octave Display



انواع صوت از نظر توزیع انرژی

در برخی موارد انرژی اکوستیکی در فرکانس های بالا تمرکز یافته همچون گراف زیر:

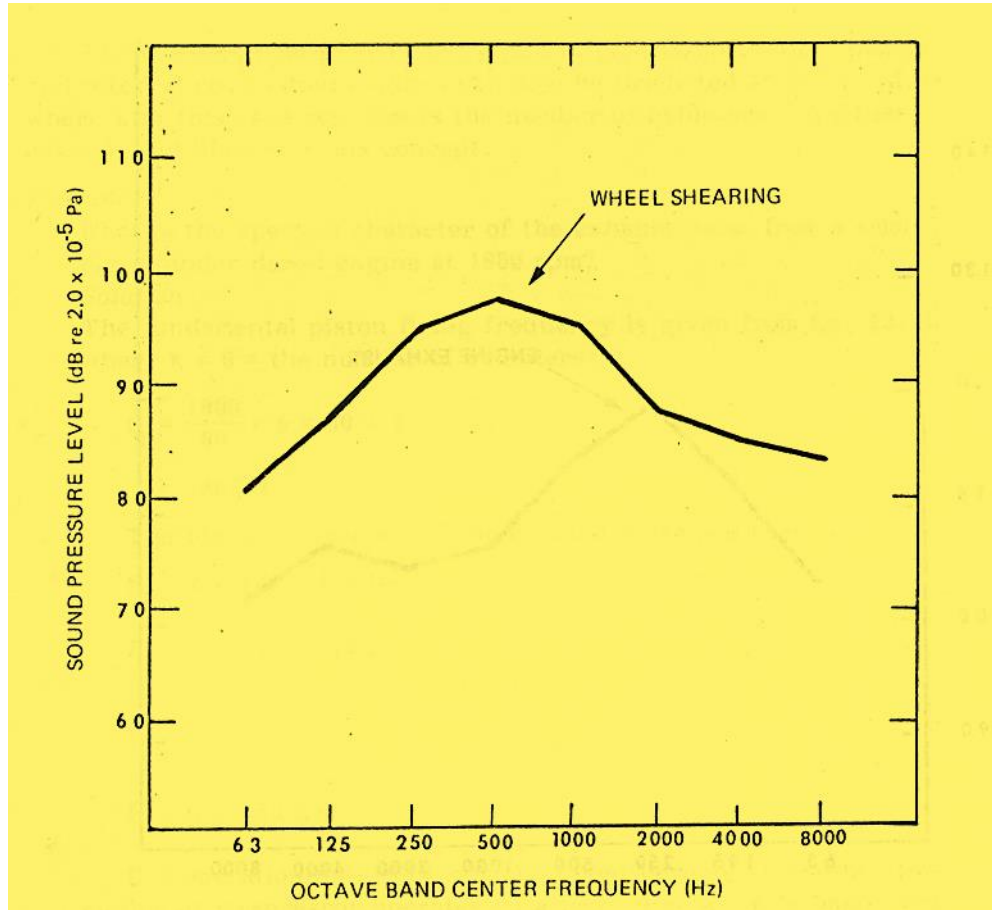
یک نازل خروجی هوا
به قطر 1/4 اینچ



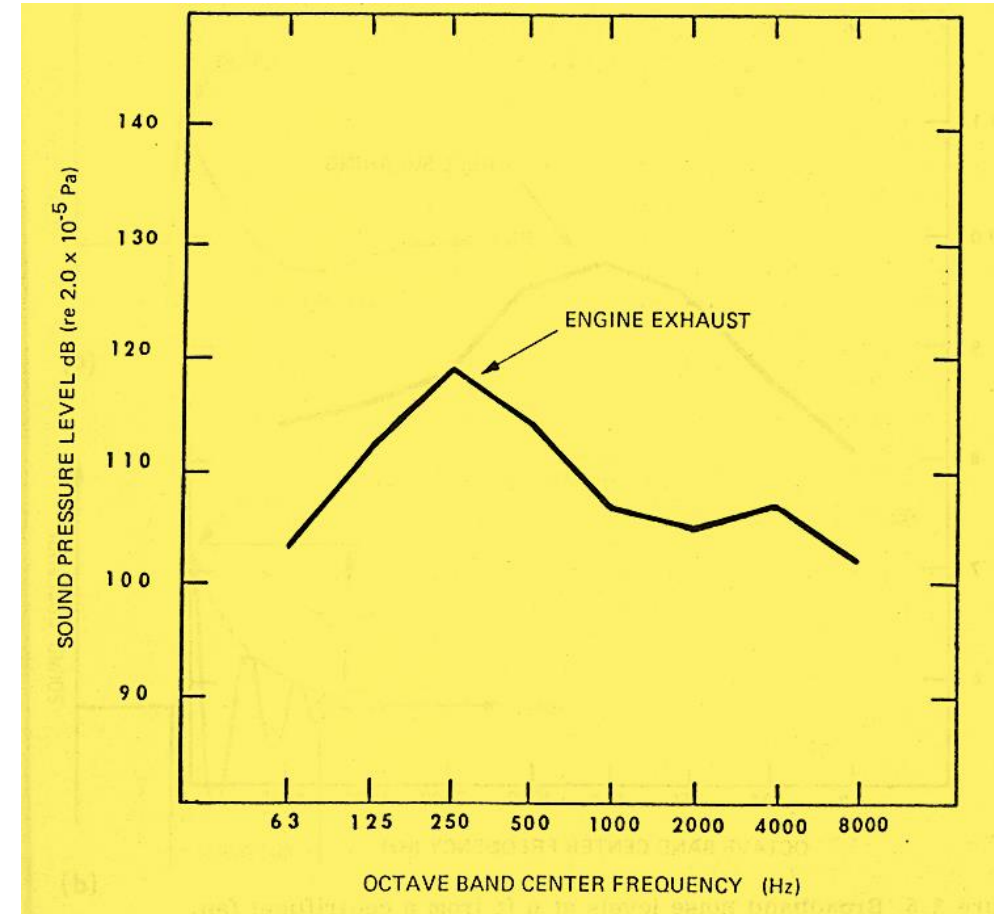
مثالهای دیگری برای منابع صدا با فرکانسهای بالا:

- (a) بیرون زدن بخار از ظروف تحت فشار
- (b) کمپرسورها
- (c) دستگاه فرز
- (d) آسیاب چکشی
- (e) تراشهای پنوماتیک - آسیاب و ابزارهای تیزکنی

انواع صوت از نظر توزیع انرژی



در بعضی مواقع انرژی صوتی بیشتر در میانه های طیف متمرکز شده همچون صدای ناشی از چرخ برش یا غرش (Roar)



گاهی اوقات منابع صدا، سر و صداهایی با فرکانس های پایین تولید می کنند همچون صدای پمپ ها، فن ها، سیستم های تهویه مطبوع

حفاظت فردی

همانطور که می دانید وسایل حفاظت فردی آخرین مرحله از اقدامات حفاظتی قرار دارد.

۱- استفاده در کارهای ادواری و فرکانس بالا

۲-NRR (نسبت کاهش صدا)

در صورتی که قرار باشد کارگر برای مدت طولانی از آن ها استفاده کند می تواند باعث ایجاد مشکلاتی برای کارگران شود (عوارض پوستی در اطراف لاله گوش یا مجاری شنوایی بدلیل حساسیت در پوست).

حفاظت های گوش بر پنج مورد تقسیم می شوند :

۱- حفاظ روگوشی

۲- حفاظ توگوشی

۳- مواد شکل پذیر

۴- قالب گوش

۵- کلاه حفاظتی

EARPLUGS

Premolded



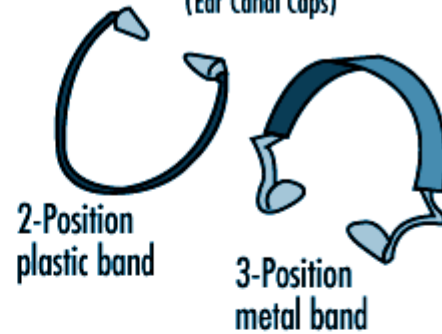
Custom Molded



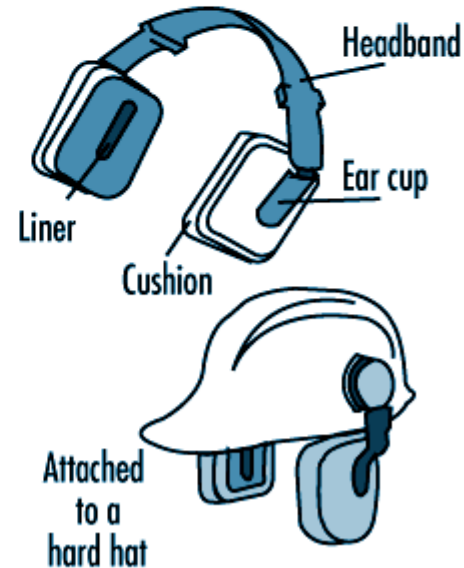
Formable



SEMI-INSERT (Ear Canal Caps)



EARMUFFS



اندازه گیری و ارزیابی شاخص دمای تر گویشان (WBGT)



مشاغل دارای استرس گرمایی



- انواع کوره ها
- ریخته گری و ذوب فلزات
- نانوایی
- شیشه سازی
- کارخانجات محصولات سرامیکی و لاستیک سازی
- کشاورزان
- ...

تشخیص ضرورت انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی

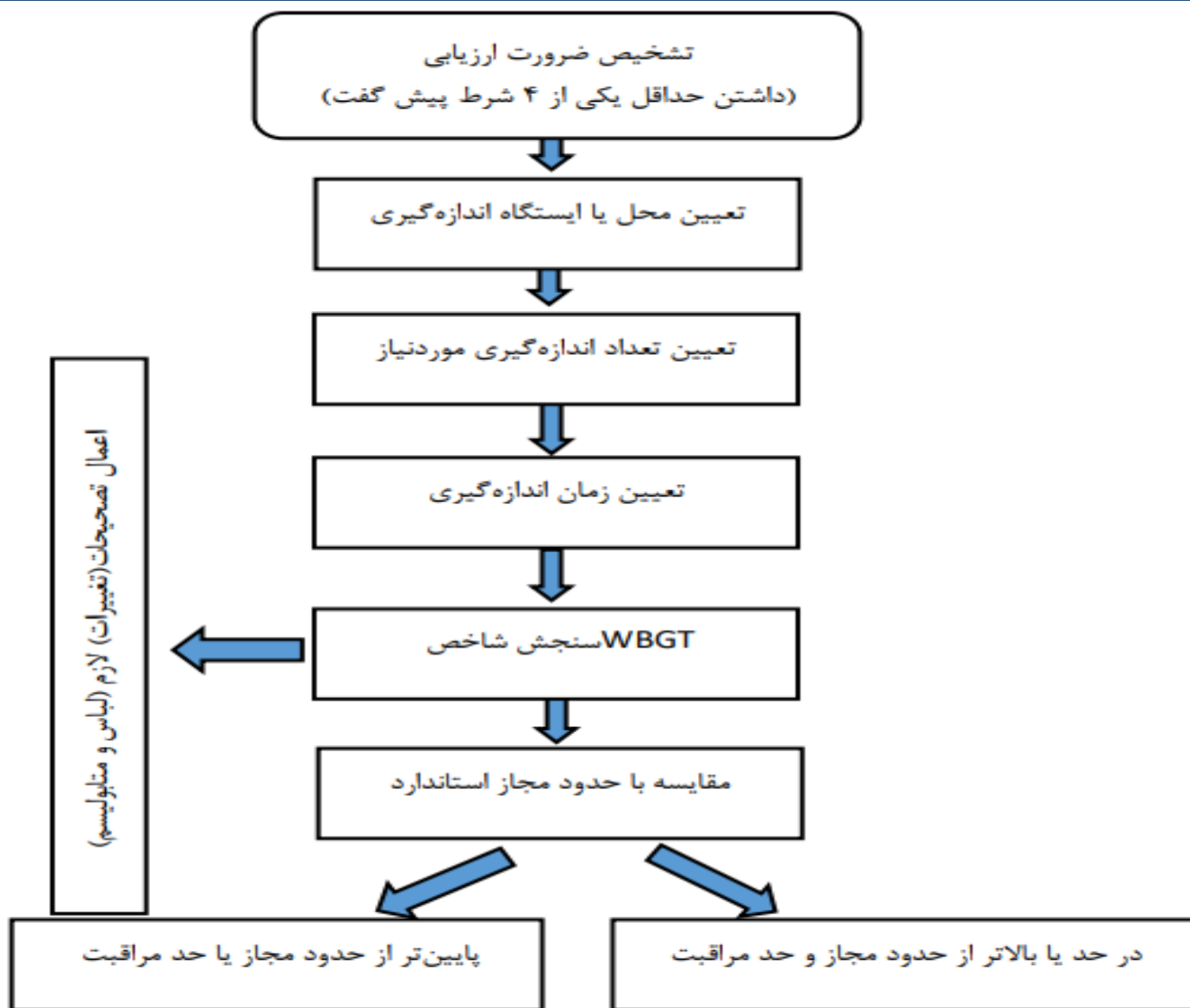
انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی در شرایط زیر ضروری است که توسط کارشناس و یا متخصص بهداشت حرفه ای تشخیص داده می شود:

- احتمال وجود استرس گرمایی براساس ارزیابی کیفی توسط کارشناسان بهداشت حرفه ای
- انجام فعالیت در محیط های روباز
- انجام فعالیت در محیط های سرپوشیده که دارای منابع گرمای قابل توجه هستند
- وجود گزارش هایی در خصوص اعلام ناراحتی ها و عوارض و بیماری های ناشی از استرس گرمایی

چرا WBGT؟؟؟

- اندازه گیری و محاسبات آسان و قابل فهم
- وسایل ساده و نسبتاً ارزان
- قابلیت کاربرد در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و متابولیسمی متفاوت

فرایند ارزیابی استرس گرمایی در محیط کار



تعیین محل یا ایستگاه اندازه گیری

در تعیین محل یا ایستگاه اندازه گیری، تأکید بر مواجهه با گرما در محل‌هایی است که تعداد زیادی از افراد در آن محل کار می‌کنند. همچنین، ایستگاه‌های انتخابی باید نماینده مواجهه با گرمای تجربه‌شده توسط شاغلین در شرایط محیط داخلی (سرپوشیده) و یا محیط روباز باشد.

تعیین تعداد اندازه گیری مورد نیاز

تعداد اندازه گیری مورد نیاز بسته به هدف و دقت اندازه گیری مورد نظر، وسعت ناحیه مواجهه، نوسانات شرایط دمایی محیط و نحوه مواجهه افراد با آن شرایط گرمایی متفاوت بوده و با استفاده از آنالیز وظیفه به صورت مشخص نمودن محل های حضور فرد، مشخص نمودن فعالیت هایی که در شرایط یکسان دمایی (هموژن) انجام می شود و زمان اختصاص یافته برای هر محل یا هر شرایط دمایی انجام می شود.

تعیین تعداد اندازه گیری مورد نیاز

میزان میانگین وزنی زمانی WBGT از طریق معادله زیر محاسبه می شود:

$$WBGT = \frac{WBGT_1 \times t_1 + WBGT_2 \times t_2 + \dots WBGT_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots t_n}$$

در رابطه فوق $WBGT_1$, $WBGT_2$, ... , $WBGT_n$ مقادیر اندازه گیری شده WBGT در محیط های کاری و استراحت مختلف در طی دوره یک ساعته (برای مواجهه با گرما به طور پیوسته) و یا دوره دو ساعته (برای مواجهه با گرما به طور متناوب) کار روزانه است و $t_1, t_2, \dots , t_n$ مدت زمان گذرانده شده در هر محیط بر حسب دقیقه است که توسط زمان سنجی تعیین می گردد.

مناسب ترین زمان برای سنجش استرس های گرمایی در دو حالت محیط های روباز و سرپوشیده به صورت زیر است:

الف- محیط های روباز: در فصل تابستان به ویژه ماه های تیر و مرداد- بدیهی است با توجه به نوسانات شدید دمایی در طول نوبت کار در چنین محیط هایی، محاسبه میانگین وزنی زمانی WBGT یک ساعته (مواجهه پیوسته با گرما) یا دو ساعته (مواجهه متناوب با گرما) در محدوده زمانی ساعت ۱۰ الی ۱۶ انجام شود و تفسیر نتایج نیز برای همان زمان قابل اعتبار است.

نکته ۱: در مشاغلی که در عین حال که در محیط های روباز فعالیت انجام می شود، منابع حرارتی مصنوعی نیز علاوه بر منبع طبیعی (خورشید) وجود دارد (مانند آسفالت کاری)، سنجش استرس های گرمایی در ماه های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفه ای ممکن است نیاز باشد.

نکته ۲: در هیچ شرایطی، در محیط های روباز سنجش استرس های گرمایی در آب و هوای بارانی، ابری و باد و طوفان و شب صحیح نیست.

نکته ۳: اندازه گیری انجام شده در هر زمانی صرفاً برای همان زمان قابل تفسیر و معتبر بوده و برای سایر زمان ها یا ماه های سال قابل تعمیم نیست و در صورت تشخیص کارشناس بهداشت حرفه ای، در هر زمانی که استرس های گرمایی پیش بینی شود، ارزیابی و کنترل در آن زمان نیز ضروری خواهد بود.

ب- محیط‌های سرپوشیده: در مشاغل سرپوشیده که منابع گرمایی قابل ملاحظه‌ای دارند و گرمای فرایندی فراتر از گرمای اقلیمی برآورد می‌شود (مانند فرایندهای ذوب و ریخته‌گری و شیشه‌سازی و ...)، سنجش استرس‌های گرمایی علاوه بر فصول گرم سال در ماه‌های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفه‌ای ممکن است نیاز باشد.

تعیین مقدار WBGT:

۱- با استفاده از سه دماسنج خشک، تر و گویسان، تعیین و پس از محاسبه از طریق فرمول WBGT، ارائه نمود.

۲- با استفاده از دستگاه WBGT meter بصورت مستقیم

ساده‌ترین و مناسب‌ترین معیار برای تعیین استرس گرمایی است که بر اساس معادلات زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ tnw} + 0.2 \text{ tg} + 0.1 \text{ ta} \quad \text{الف- در فضای باز غیر مسقف}$$

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ tnw} + 0.3 \text{ tg} \quad \text{ب- در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سایه یا ابری)}$$

که در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی‌سان با واحد درجه سانتی‌گراد، **tnw** دمای تر طبیعی، **tg** دمای گوی‌سان و **ta** دمای خشک هوای محل کار است.

نکته: به منظور تثبیت دمایی حسگر وسیله اندازه‌گیری، صرف مدت زمان حداقل ۲۰ دقیقه مورد نیاز است.

سنجش با استفاده از دستگاه WBGT متر



دستگاه WBGT چه آیت‌هایی را اندازه‌گیری می‌کند؟



- دمای خشک (T_a)
- دمای تر (T_w)
- دمای گویسان (تابشی) (T_g)
- رطوبت نسبی (RH)
- WBGT IN
- WBGT OUT

دستگاه WBGT چه آیت‌هایی را اندازه‌گیری می‌کند؟

• دمای خشک (T_a)

دمایی است که توسط یک دماسنج که به طور مستقیم در معرض هوا و بدور از رطوبت و تشعشع مستقیم قرار گرفته است.

• دمای تر (T_w)

پایین‌ترین درجه حرارتی است که بتوان هوا را در فشار ثابت با تبخیر آب خشک نمود.

• دمای تابشی (T_g)

از بعضی سطوح داغ اجسام منتشر می‌شود و بیشتر در ناحیه مادون قرمز است.

• رطوبت نسبی (RH)

فشار بخار آب موجود در هوا به فشار بخار آب اشباع شده در همان درجه حرارت.

در چه ارتفاعی نمونه برداری کنیم؟

اندازه گیری دماهای موردنظر جهت محاسبه WBGT باید در ارتفاعی متناظر با ارتفاع شکم یا تنه کارگر صورت گیرد. برای حالت نشسته در ارتفاع حدود ۰/۶ متر و برای حالت ایستاده در ارتفاع حدود ۱/۱ متر توصیه شده است.

در صورتی که محیط نامتجانس یا ناهمگون باشد (محیطی که اختلاف پارامترهای اندازه گیری شده آن بیش از ۰/۵٪ باشد)، می بایست اندازه گیری ها در سه ارتفاع مقابل سر، شکم و قوزک پای کارگر صورت گیرد که برای افراد نشسته به ترتیب برابر ۱/۱ ، ۰/۶ و ۰/۱ متر و برای افراد ایستاده به ترتیب برابر ۱/۷ ، ۱/۱ و ۰/۱ است.

معیار محاسبه شاخص WBGT میانگین حسابی مقادیر در ارتفاع ذکر شده است که در آن شاخص ارتفاع تنه در ۲ ضرب می گردد. پس از تعیین میزان WBGT در هر ارتفاع، مقدار میانگین آن برای هر ایستگاه کاری از رابطه زیر به دست می آید:

$$WBGT = \frac{WBGT_{head} + [2 \times WBGT_{abdomen}] + WBGT_{foot}}{4}$$

اعمال اصلاحات لازم (اثر لباس و متابولیسم)

تصحیح لباس

شاخص WBGT پایه بر اساس لباس کار معمولی (بلوز و شلوار معمولی و یک لایه لباس زیر) ارائه شده است. در صورتی که شرایط شغلی ایجاب نماید که یکی از لباس‌ها یا پوشش‌های جدول ۱ مورد استفاده فرد قرار گیرد، لازم است با یافتن میزان ضریب اصلاحی آن لباس از جدول ۱ و افزودن آن به مقدار WBGT پایه (محاسبه شده یا اندازه گیری شده)، مقدار WBGT مؤثر (Effective WBGT: WBGT_{eff}) محاسبه گردد.

جدول ۱- مقدار اصلاح کننده WBGT (بر مبنای درجه سانتی گراد) بر حسب نوع لباس کار*

نوع لباس	مقداری که باید به شاخص WBGT اندازه گیری شده اضافه شود
لباس کار معمولی (پیراهن آستین بلند و شلوار)	صفر
لباس کار یکسره و نفوذپذیر	۰/۵
لباس کار سنگین (دولایه بافته شده)	۳
لباس یکسره پلی پروپیلنی (تنفس پذیر)	۰/۵
لباس کار یکسره پلی اولفینی (تنفس پذیری پایین)	۱
لباس کار یکسره ضد گاز و بخار (نفوذناپذیر)	۱۱

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

مجموع گرمای ایجاد شده به وسیله بدن و گرمای محیط "کل بار گرمایی" را تعیین می کند. لذا اگر کار باید در محیط گرم انجام شود برای محافظت کارگر در برابر مواجهه با گرمای بیشتر از مقادیر مجاز باید "طبقه بندی بار کاری" برای هر یک از مشاغل تعیین و "حد مجاز گرمایی" متناسب با "بار کاری" شغل مورد نظر به شرح جدول ۲ تعیین گردد.

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

- متابولیسم به عنوان یک فرآیند شیمیایی جامع برای تبدیل مواد غذایی و اکسیژن به کار مکانیکی (درونی و بیرونی) تعریف می شود.
- متابولیسم پایه، میزان انرژی لازم برای حفظ اعمال حیاتی بدن در حال استراحت و دراز کش بعد از ۱۲ ساعت گرسنگی و ۸ ساعت استراحت است.
- میزان متابولیسم پایه به عواملی مانند سن، جنس، قد و وزن بستگی دارد.

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

مقادیر میزان متابولیسم در طبقه های کاری مختلف و نمونه هایی از مشاغل در هر طبقه کاری

متابولیسم پایه : معادل ۷۰ وات (۴۰ وات بر مترمربع) برای یک مرد استاندارد است.
متابولیسم استراحت: معادل ۱۱۵ وات (۶۵ وات بر مترمربع) برای یک مرد استاندارد است.
کار سبک: شامل متابولیسم حداکثر ۱۸۰ وات (۱۰۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب کمتر از ۹۰ ضربه در دقیقه شامل مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین های کنترلی در حالت های نشسته و یا ایستاده است.
کار متوسط: شامل متابولیسم ۲۹۵ وات (۱۶۵ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۹۰ تا ۱۱۰ ضربه در دقیقه مانند راه رفتن ضمن بلند کردن و هل دادن بار متوسط است.
کار سنگین: شامل متابولیسم حداکثر ۴۱۵ وات (۲۳۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۱۱۰ تا ۱۳۰ ضربه در دقیقه مانند کلنگ زدن و بیل زدن است.
کار خیلی سنگین: شامل متابولیسم حداکثر ۵۲۰ وات (۲۹۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۱۳۰ تا ۱۵۰ ضربه در دقیقه مانند کار در معدن است.

برآورد میزان متابولیسم کار(فعالیت):

- برآورد میزان متابولیسم بر اساس ضربان قلب و اکسیژن مصرفی
- برآورد میزان متابولیسم براساس نوع فعالیت و حرفه
- برآورد میزان متابولیسم بر اساس وضعیت بدن و نوع کار

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

ارزیابی بار کاری

الف- وضع بدن و حرکت		وات W	
حالت نشسته		۲۱	
حالت ایستاده		۴۲	
در حالت راه رفتن		۲۱۰-۱۴۰	
حرکت در سر بالایی		به مقدار تعیین شده در حالت راه رفتن به ازاء هر متر ارتفاع ۵۵ وات اضافه شود	
ب- نوع کار		میانگین W	گستره تغییرات W
کار دستی	سبک	۲۸	۸۴-۱۴
	سنگین	۶۳	
کار با یک بازو	سبک	۷۰	۱۷۵-۵۰
	سنگین	۱۱۹	
کار با هر دو بازو	سبک	۱۰۵	۲۴۵-۷۰
	سنگین	۱۷۵	
کار با تمام بدن	سبک	۲۴۴	۱۰۴۶-۱۷۵
	متوسط	۳۴۸	
	سنگین	۴۸۸	
	فوق سنگین	۶۲۸	

برآورد متابولیسیم و طبقه بندی بار کاری

مثال هایی از درجه بار کاری با توجه به نوع کار

درجه بار کاری	نوع کار
کار سبک دستی کار سنگین دستی کار سنگین با یک بازو کار سنگین با دو بازو کار متوسط با همه بدن کار سنگین با همه بدن	نوشتن - بافندگی تایپ کردن چکش کاری روی میخ (کفاشی و مبیل سازی) سوهان کاری فلزات، رنده کاری چوب و کارهای باغبانی (با شن کش) تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش ریل گذاری، چاه کنی، پوست کنی تنه درختان
مثال برای محاسبه بار کاری: مونتاز کاری با استفاده از ابزار سنگین	
۱۴۰ W	راه رفتن در امتداد خط تولید
۲۱۰ W	متابولیسیم بین کار سنگین با هر دو بازو و کار سبک با همه بدن
۳۵۰ W	جمع
۷۰ W	متابولیسیم پایه نیز اضافه می شود

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

متابولیسم وضع بدن و حرکت + متابولیسم نوع کار + متابولیسم پایه (W_{70})

مثال ۱:

میزان متابولیسم و بار کاری یک نانوا؟؟

مثال ۲:

میزان متابولیسم و بار کاری یک ریخته گر؟؟

برآورد متابولیسم و طبقه بندی بار کاری

بار کاری یا از راه اندازه گیری متابولیسم کارگر حین کار مورد بحث یا از طریق تخمین میزان متابولیسم کارگر با استفاده از جداول مربوطه تعیین می گردد.

چنانچه سطح فعالیت فرد در زمان های مختلف از نوبت کار متفاوت باشد و یا به عبارتی فرد در شغل خود وظایف متفاوت با سطح متابولیسم مختلف داشته باشد، برای تعیین میزان متابولیسم فرد باید میانگین وزنی زمانی متابولیسم تعیین گردد و مقدار محاسبه شده مبنای تعیین حدود مجاز WBGT بر اساس مقادیر استاندارد باشد.

میزان میانگین وزنی زمانی (TWA) برای متابولیسم از معادله زیر محاسبه می گردد:

$$\overline{M} = \frac{M_1 t_1 + M_2 t_2 + \dots M_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots t_n}$$

در رابطه فوق، $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ میزان متابولیسم تخمین زده یا اندازه گیری شده در فعالیت های مختلف و زمان استراحت کارگر در طی مدت $t_1, t_2, \dots, t_n$ (برحسب دقیقه) که توسط زمان سنجی تعیین شده است.

- مقادیر ارائه شده استاندارد برای الگوهای کار و استراحت مختلف، متفاوت است. الگوهای کار و استراحت نشان داده شده برحسب درصد کار در یک ساعت ارائه شده است. بنابراین آنالیز وظیفه انجام شده در شغل مورد ارزیابی، در اینجا نیز مورد استفاده قرار می گیرد.
- به عبارت دیگر، به منظور تعیین مقدار مجاز مواجهه با استرس گرمایی، علاوه بر توجه به متابولیسم و نوع لباس فرد، توجه به الگوی برنامه کار و استراحت وی در یک ساعت نیز اهمیت داشته و ضروری است.

مقایسه با حدود مجاز استاندارد

حد مجاز و حد مراقبت (عمل) مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی با شاخص
دمای ترکیبی سان (WBGT) مؤثر

کار خیلی سنگین		کار سنگین		کار متوسط		کار سبک		چرخه کار - استراحت
حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	
-	-	-	-	۲۸	۲۵	۳۱	۲۸	کار ۷۵٪ الی ۱۰۰٪
-	-	۲۷/۵	۲۴	۲۹	۲۶	۳۱	۲۸/۵	کار ۵۰٪ الی ۷۵٪
۲۸	۲۴/۵	۲۹	۲۵/۵	۳۰	۲۷	۳۲	۲۹/۵	کار ۲۵٪ الی ۵۰٪
۳۰	۲۷	۳۰/۵	۲۸/۰	۳۱/۵	۲۹	۳۲/۵	۳۰	کار صفر الی ۲۵٪

مقایسه با حدود مجاز استاندارد

در جدول ۱ برای مدت ۱۰۰٪ کار، دو نوبت استراحت کوتاه ۱۵ دقیقه‌ای و یک نوبت استراحت ۳۰ دقیقه‌ای در طول نوبت کاری در نظر گرفته شده است. تناوب کار- استراحت در حالت‌های بعدی باید به صورت متناوب باشد و کار یکسره در این حد مجاز ممنوع است. نوبت‌های استراحت صرف غذا، نماز، نوشیدن آب و مایعات حاوی نمک و شستشوی بدن می‌گردد.

مقایسه با حدود مجاز استاندارد

- مقادیر جدول ۸ بر اساس اسناد و مدارک بخش "رژیم کار- استراحت" که فرض بر ۸ ساعت کار روزانه و ۵ روز کاری در هفته با استراحت‌های مناسب می‌باشد تدوین گردیده است. در صورتی که ساعات کار بیش از معمول روزانه باشد بایستی مقادیر جدول ۸ در **ضریب کاهش روزانه** که از رابطه زیر به دست می‌آید ضرب گردند و به عنوان مبنای ارزیابی قرار گیرند.

$$RF = \frac{8}{hr} \times \frac{(24 - hr)}{16}$$

مثال: فردی با مدت زمان کار-استراحت ۵۰ الی ۷۵ درصد، کار متوسط انجام دهد و مدت زمان کار وی ۱۰ ساعت در روز باشد مقدار حد مجاز برای وی چقدر است؟؟؟

از حسن توجه شما سپاسگزارم

