**معاونت بهداشت**

**مرکز سلامت محیط و کار**

# "بسته آموزشی صدا در محیط کار"

**گردآوری : مهندس حمید اقتصادی**

**کارشناس مرکز سلامت محیط و کار**

**تیرماه 1390**

## فهرست مطالب


شماره صفحه

❖ مقدمه ..... 3

- فصل اول ..... 5
  - تاریخچه صدا و قوانین مرتبط 6
  - آمارصدا و کاهش شنوایی در ایران و جهان 7

- فصل دوم ..... 11
  - تعاریف 13
  - کمیتهای اصلی صدا 14

- فصل سوم ..... 26
  - مکانیسم شنوایی 28
  - اثرات صدا برانسان 31
  - شنوایی سنجی 34

- فصل چهارم ..... 38
  - دستگاههای سنجش صدا 40
  - روشهای ارزیابی و سنجش صدا در محیط کار 47
  - مقادیر مجاز مواجهه با صدای شغلی 55

- فصل پنجم ..... 64
  - کنترل صدا در محیط کار 66
  - روشهای کنترل 67

- فصل ششم ..... 74
  - آشنایی با تجهیزات حفاظت فردی مقابله با صدا 76

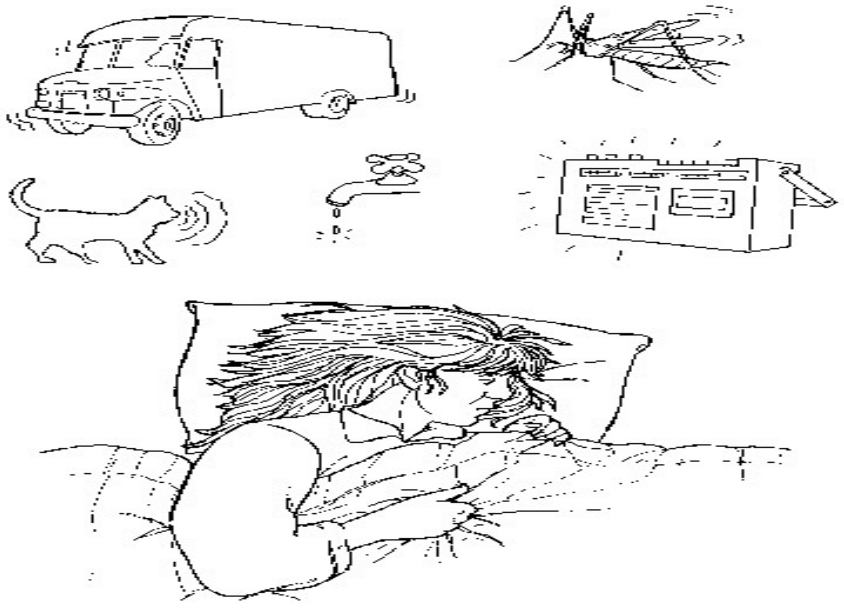
- فصل هفتم ..... 82
  - آشنایی با فرمها و دستورالعملهای اندازه گیری و گزارش دهی صدا 84

❖ ضمایم ..... 93
- مستندات قانونی 94

❖ منابع ..... 108

**مقدمه**:

بدون تردید آلودگی صوتی از مهمترین معضلات دنیای صنعتی در حال حاضر بوده و خیل عظیمی از افراد در محیط کار یا در محیط زندگی خود از پیامدهای ناشی از آن در مخاطره اند زندگی ماشینی سبب شده است که انسان در محیطی پر استرس با منابع صدا همزیستی توأم با ناراحتی را تحمل نماید . رشد و پیشرفت فن آوری در تمام زمینه های صنعتی ،گسترش وکاربرد وسیع وسایل،ماشین آلات و تجهیزات مختلف صنعتی سبب گردیده تا انسان در زندگی روزمره و شغلی خود هر چه بیشتر تحت تأثیر آشفتگی های ناخوشآیند آکوستیکی (صدا) با شدتهای مختلف قرار گیرد.مطابق با تعاریف عام" صدا صوت ناخواسته ای است که خوشایند افراد نمی باشد "و می تواند برای شما آزاردهنده باشد یا با ایجاد استرس و یا آشفتگی در تمرکز حواس شما ایجاد تداخل در توانایی انجام کار شما بنماید.صدا با ایجاد اختلال یا مزاحمت در ارتباطات شما و ادراک علایم هشداردهنده می تواند موجب ایجاد حادثه شود.صدا می تواند باعث مشکلات مزمن برای سلامتی شده و در نهایت صدا می تواند باعث افت شنوایی گردد. به طور کلی امروزه صدا جزیی از زندگی انسانها را تشکیل می دهد. از یک سو ، تعداد کثیری از شاغلین به واسطه حرفه خود مجبور به مواجهه با این عامل فیزیکی اند ، از سوی دیگر آلودگي صوتي به دلیل کثرت منابع در شهرها و محیطهای زندگی شهری خطري جدي براي شهروندان محسوب می شود،بطوریکه یکی از معضلات مهم در مدیریت شهری در جوامع مختلف در بخش حفاظت محیط زیست، آلودگی صدا می باشد.اگرچه صدا دارای اثرات نامطلوب جسمی و روحی و اجتماعی است و در خصوص پیشگیری و کنترل آن اتفاق نظر وجود دارد اما ناگزیر در محیطهای شغلی و محیط زیست انسانها تولید و منتشر می گردد.بطور مثال طبق ارزیابی های انجام شده در کلانشهر تهران نزدیک به 20 بزرگراه دارای آلودگی صوتی وجود دارد که مقادیر آلودگی صوتی محاسبه شده در محدوده آنها مقادیر 70 تا 80 دسیبل و بالاتر را نشان می دهد. با توجه به اهمیت کنترل صدا در تامین و ارتقاء آسایش و سلامت ساکنین و شاغلین در محیطهای کار و زندگی شهرنشینی و نقش آن به عنوان یکی از آلاینده های عمده محیط زیست ،این مهم همواره بایستی در دستور کار سازمانهای مسئول قرار بگیرد.



سرو صدا در محیط کار شاغلین با احراز اولویت اول در بین سایر شاخصهای عوامل زیان آورفیزیکی محیط کار و بعنوان یکی از مهمترین عوامل زیان آور اثرگذار بر سلامت شاغلین همواره مورد توجه متخصصین این رشته از لحاظ شناسایی،ارزشیابی و کنترل بوده است. صداي بلند یکی از شایعترین علل کاهش شنوایی در بزرگسالان است و بعبارتی افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا یکی از شایعترین بیماریهای ناشی از کار در تمام محیطهای شغلی صنعتی در سراسر جهان می باشد

وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی و مرکز سلامت محیط و کار به عنوان یکی از نهادهای سیاستگذار و مسئول در زمینه تامین ،حفظ و ارتقاء سلامت نیروی کار جامعه در این راستا برنامه های مناسبی از گذشته تا حال در خصوص مقابله با صدا در محیطهای کاری داشته و دارد.

نگاه به پیشینه اجرای این برنامه در مرکز سلامت محیط و کار بیانگر این مساله می باشد.برنامه مذکور از سال 1379 پس از تدوین به شکل یک طرح پایلوت در 10 استان کشور به مرحله اجرا گذاشته شد و پس از انجام آزمایشی آن در این مدت و دستیابی به نقاط ضعف و قوت برنامه تقریباً از سال 1382 تاکنون به شکل یک برنامه کشوری در تمامی دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور در حال اجرا می باشد. امید است با ساماندهی کلیه فعالیتهای مزبور در بخش دولتی و نیز بخش خصوصی (کارشناسان بهداشت حرفه ای مستقر در کارخانجات و شرکتهای خصوصی ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه ای) و با کمک کلیه همکاران متعهد در بخش بهداشت حرفه ای بتوانیم گامهای مثبتی در خصوص پیشبرد برنامه های "مقابله با صدا در محیطهای شغلی" و در نهایت حفظ سلامت نیروی کار کشور برداریم.

مجموعه آموزشی تهیه شده می تواند بعنوان راهنمایی جهت آموزش مفاهیم مرتبط با صدا و یکپارچه سازي روش هاي سنجش صدا در محیطهای شغلی و کنترل صدا بکار رود. جادارد از مساعدت صمیمانه اساتید محترم سرکار خانم دکتر نصیری،آقایان دکتر بهرامی، دکتر منظم ، دکتر علیمحمدی در خصوص بازنگری برنامه ،سرکارخانم مهندس سیف آقایی و آقای مهندس علی گل و نیز سایر همکاران بهداشت حرفه ای دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور در خصوص همکاری در تهیه این مجموعه آموزشی و سرکار خانم زمانی که در ویراستاری این اثر کمک فراوانی نمودند،تشکر گردد.
در خاتمه لازم است از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر رستم گلمحمدی ریاست محترم دانشکده بهداشت همدان که در تمام مراحل تدوین و اجرای برنامه و نیز تهیه دستورالعملهای استاندارد یکسان سازی شده سنجش صدا در محیطهای شغلی صمیمانه ما را یاری دادند سپاس و قدردانی ویژه بعمل آید.

# فصل اول

## تاریخچه صدا و قوانین مرتبط ، آمارهای ایران و جهان

**تاریخچه:**

**هر چند مشکلات صدا در گذشته قابل قیاس با مشکلات جوامع امروزی نیست اما با این حال معضل صدا در گذشته نیز وجود داشته است :**

**در تاریخ آمده است اودیسه(*Odyssey*) دریانورد در گوش ملوانان کشتی خود موم( wax earplugs) می ریخت تا از حواس پرتی آنان جلوگیری نماید.**

**این اولین گوشی بود که جهت جلوگیری از ورود صدا به گوش استفاده شده است.**

**در روم باستان قوانینی در مورد صدای ساطع شده از چرخهای آهنی ارابه هایی که سنگها را روی سنگفرشهای خیابان می کوبیدند وباعث اختلال در خواب وناراحتی مردم می شدند وجود داشتند.**

**در برخی مستندات اشاره شده است که در قرون وسطی در اروپا در برخی شهرها جهت جلوگیری از آشفتگی خواب شهروندان کالسکه ها در ساعات شب اجازه تردد نداشتند.**

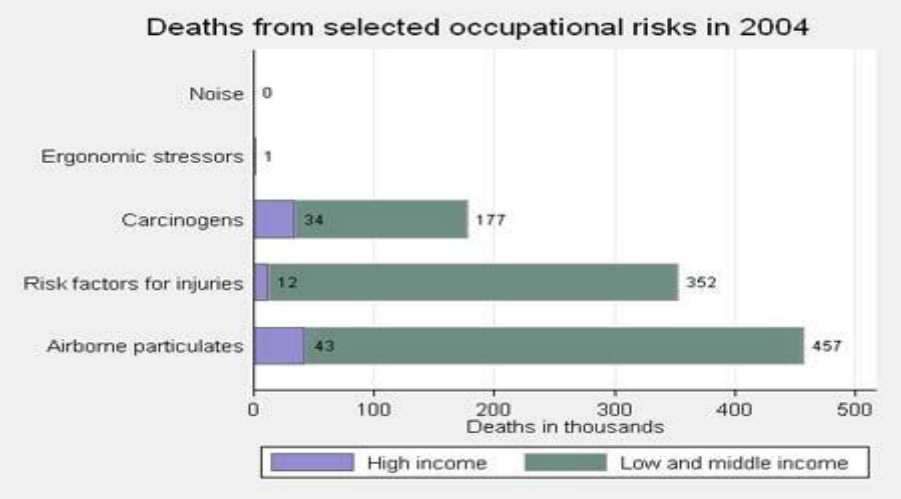
**در عصر حاضر نیز قوانین و مقرراتی جهت کنترل صدا در محیط زندگی انسانها وضع گردیده که این قوانین به شکل مقررات محلی ،ایالتی یا کشوری وضع گردیده اند.**

**نیروی هوایی آمریکا اولین قانون مواجهه با صدا را در سال 1949 منتشر کرد.در سال 1968 سازمان ACGIH مقدار 92 دسیبل را برای 4-8 ساعت تماس توصیه کرد.پس از آن در سال 1969 DOL(DEPARTMENT OF LABOR ) آمریکا استاندارد مواجهه با صدای 90 دسیبل را برای 8 ساعت مواجهه منتشر کرد که دو سال بعد نیز در سال 1971 با ایجاد سازمان OSHA همان استانداردها ارائه شد.در ایالات متحده کنگره، قانونی را برای ارتقاء محیط زندگی مردم به محیطی عاری از صداهای مخاطره آمیز برای سلامت و آسایش تحت عنوان Noise Control Act of 1972 به تصویب رساند.در همان سال NIOSH مقدار 85 دسیبل را برای 8ساعت کار پیشنهاد کردو یک برنامه حفاظت از شنوایی به همراه ملزوماتش ارائه داد.درسال 1974 ، EPA تراز متوسط 70 دسیبل را برای جلوگیری از کمترین مقادیر افت شنوایی برای تمام مردم تعیین کرد.**

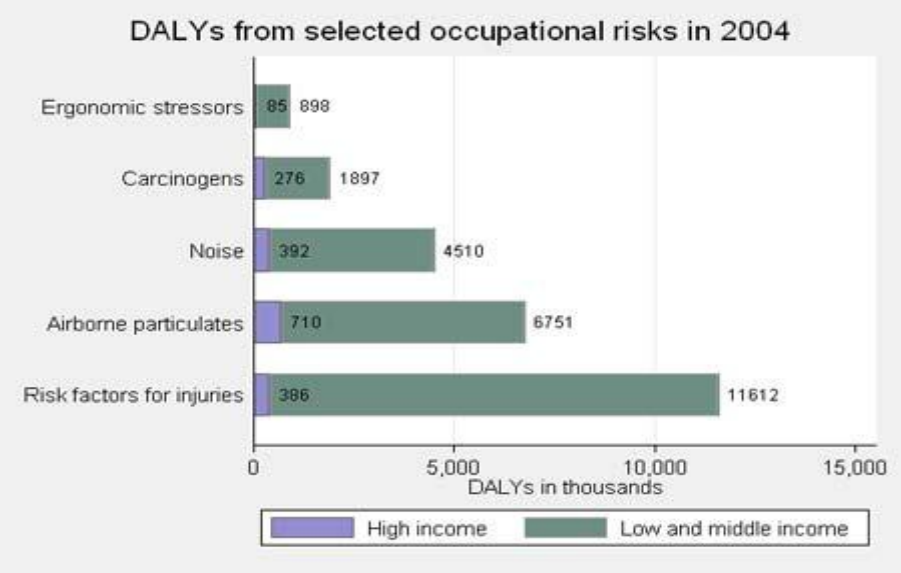
**با این تفاسیر می توان گفت که در ارتباط با حدود مجاز مواجهه شغلی سازمانهای دولتی و خصوصی در کشورهای مختلف به شکل توصیه نامه های فراملیتی و یا کشوری حدود مجاز مواجهه برای صدا در محیط کار را وضع کرده اند که از بین آنها ACGIH,ISO, NIOSH, OSHAو...را می توان نام برد.در کشور ما نیز کمیته ای تحت عنوان کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور در سال 1382 حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شغلی از جمله صدا را به تصویب رسانده است که هم اکنون نیز در حال بازنگری مقادیر پیشنهادی می باشد.**

**آمارها**:

**طبق آمار و تخمینهای سازمان جهانی بهداشت در سال 2005 در سرتاسر جهان حدود 278 میلیون نفر دارای آسیبهای شنوایی ملایم تا عمده می باشند،که 80٪ آنها در کشورهای فقیر با درآمد کم و متوسط ظهور می کند. نیمی از موارد مربوط به مشکلات افت شنوایی قابل پیشگیری هستند که عمده علل با قابلیت پیشگیری در آسیبهای شنوایی در کشورهای کم درآمد و فقیر مرتبط با عفونتهای گوش میانی،تماس با صدای بالا، استفاده از برخی داروها و مشکلات مادرزادی، ... می باشند.با بررسی دیگری مشخص گردیده است که 16٪ ناتوانیهای مرتبط با افت شنوایی در بزرگسالان (Adult –Onset Hearing Loss) با شاخص DALYs بیش از 4 میلیون (Disability Adjusted Life Years یا سالهای عمر تعدیل شده بعلت ناتوانی ) مربوط به مواجهه با صدای ناشی از محیطهای شغلی می شود که این میزان در دامنه ای بین 7٪-21٪ در نقاط مختلف جهان دیده می شود.**




**نمودار شماره 1 –آمار میزان مرگ و میر ناشی از برخی مخاطرات شغلی در سال WHO-2004**




**نمودار شماره 2 – آمار میزان شاخص DALYs برخی مخاطرات شغلی در سال WHO-2004**

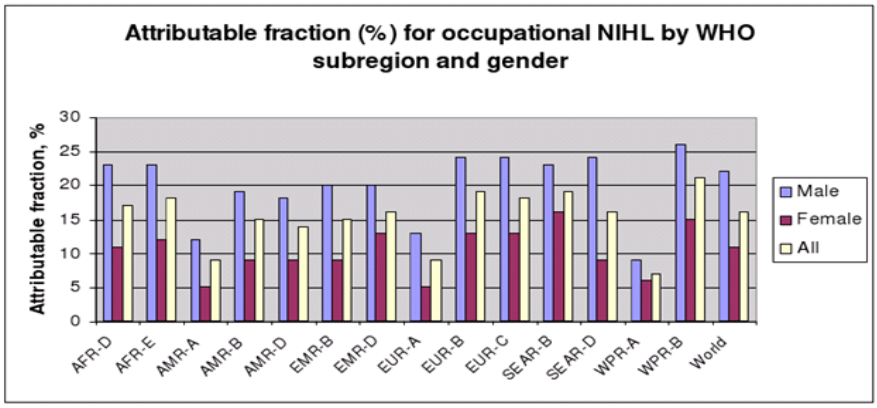
Table IX. Attributable DALYs (in thousands) due to occupational NIHL by age group, sex and subregion

| Subregion | Age group, years (1) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 to 29 | | 30 to 44 | | 45 to 59 | | 60 to 69 | | 70 to 79 | | Total | | |
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | All |
| AFR-D | 32 | 15 | 60 | 22 | 13 | 10 | 4 | 2 | 1 | 0 | 109 | 49 | 157 |
| AFR-E | 53 | 19 | 55 | 26 | 13 | 12 | 5 | 2 | 0 | 0 | 127 | 60 | 186 |
| AMR-A | 6 | 4 | 31 | 9 | 39 | 13 | 13 | 5 | 3 | 1 | 92 | 31 | 123 |
| AMR-B | 6 | 2 | 56 | 15 | 41 | 19 | 16 | 6 | 2 | 1 | 122 | 43 | 165 |
| AMR-D | 1 | 1 | 6 | 2 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 15 | 6 | 20 |
| EMR-B | 6 | 3 | 18 | 7 | 30 | 10 | 6 | 2 | 0 | 0 | 60 | 21 | 81 |
| EMR-D | 21 | 13 | 54 | 32 | 55 | 36 | 11 | 7 | 1 | 0 | 142 | 88 | 230 |
| EUR-A | 13 | 5 | 45 | 20 | 39 | 13 | 18 | 9 | 3 | 1 | 117 | 47 | 164 |
| EUR-B | 17 | 8 | 37 | 20 | 25 | 14 | 11 | 7 | 1 | 1 | 92 | 50 | 142 |
| EUR-C | 13 | 6 | 43 | 29 | 52 | 39 | 26 | 17 | 2 | 2 | 136 | 92 | 228 |
| SEAR-B | 21 | 16 | 75 | 62 | 94 | 83 | 28 | 23 | 1 | 1 | 219 | 185 | 404 |
| SEAR-D | 99 | 53 | 324 | 115 | 317 | 113 | 55 | 21 | 3 | 1 | 799 | 303 | 1101 |
| WPR-A | 1 | 1 | 5 | 6 | 10 | 10 | 9 | 5 | 1 | 1 | 26 | 22 | 48 |
| WPR-B | 137 | 62 | 336 | 166 | 192 | 108 | 66 | 28 | 4 | 2 | 735 | 365 | 1100 |
| World | 425 | 206 | 1144 | 530 | 925 | 482 | 271 | 136 | 23 | 9 | 2788 | 1362 | 4151 |

(1) Attributable fraction was set to zero for ≥ 80.

**جدول شماره 1–میزان شاخص DALYs منسوب به افت شنوایی ناشی از صدای شغلی با توجه به گروههای سنی،جنسی و منطقه ای**

Figure 1. Attributable fraction (%) of adult-onset hearing loss due to occupational noise exposure, by WHO subregion and gender




**جدول شماره2 – میزان درصد منسوب به افت شنوایی ناشی از صدای شغلی با توجه به جنسیت و منطقه جغرافیایی ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت-2004**

**طبق آمار منتشره NIOSH در سال 2007 در آمریکا حدود 14٪بیماریهای شغلی مربوط به افت شنوایی بوده است که 82٪ موارد گزارش شده مربوط به کارگران بخشهای صنعتی بوده است.در این سال تقریباً23000 مورد بیماری افت شنوایی گزارش شده است که میزان افت شنوایی بحدی بالا و کافی بوده که منجر به آسیبهای شنوایی گردد.**

**بطور کلی در آمریکا در حدود 30 میلیون نفر کارگر در معرض مواجهه با صدای مخاطره آمیز ناشی از شغل 85 دسیبل و بالاتر می باشند.**

**در کشور ما نیز مطابق با آمارهای مرکز سلامت محیط و کار و شاخص کشوری، استحصالی از دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور در سال 88 بیش از 110 هزار کارگاه با جمعیت کارگری نزدیک به 500 هزار نفر در مواجهه با مقادیر مختلفی از صدای ناشی از کار می باشند.همچنین طبق آمار دیگری در قالب فرمهای 111-3 در سال 1388 از میان یک میلیون و دویست هزار کارگر تحت پوشش معاینات شغلی تعداد 23412 کارگر با بیماری افت شنوایی شناسایی گردیده که بالاترین میزان را در بین سایر بیماریهای شغلی به خود اختصاص داده است.**

همچنین مطابق با آمارها مشاهده می شود که میزان بار بیماری در مردان نسبت به زنان در تمامی گروههای سنی بالاتر می باشد.

| نام | کارگاه | | | | | | شاغلین | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | موجود | تحت پوشش | | | | | موجود | تحت پوشش بازدید | | | | |
| دانشگاه/دانشکده | جمع | >19 | 49-20 | 499-50 | <500 | جمع | جمع | >19 | 49-20 | 499-50 | <500 | جمع |
| آذربایجان شرقی | 90330 | 6557 | 354 | 240 | 28 | 28018 | 267546 | 17880 | 11236 | 30820 | 25410 | 125650 |
| آذربایجان غربی | 27679 | 17720 | 188 | 93 | 2 | 23915 | 70361 | 29169 | 6086 | 12277 | 1249 | 61213 |
| اردبیل | 12274 | 2932 | 105 | 56 | 7 | 3875 | 59106 | 6221 | 3128 | 6202 | 7262 | 24063 |
| اصفهان | 60161 | 23379 | 634 | 494 | 30 | 38692 | 245361 | 53015 | 19121 | 65408 | 44646 | 199458 |
| اهواز | 26912 | 19143 | 175 | 167 | 35 | 21215 | 152133 | 32730 | 5382 | 27487 | 50264 | 118072 |
| ایران | 46111 | 24188 | 1335 | 887 | 64 | 27077 | 370498 | 80648 | 39276 | 93044 | 59175 | 274146 |
| تهران | 26358 | 19464 | 446 | 272 | 24 | 20206 | 134642 | 48034 | 9710 | 25570 | 25481 | 108795 |
| جهرم | 3313 | 907 | 8 | 0 | 0 | 1908 | 6349 | 1979 | 268 | 0 | 0 | 3700 |
| چهارمحال و بختياري | 9785 | 4129 | 43 | 53 | 5 | 7743 | 35327 | 9489 | 1390 | 6764 | 3875 | 26058 |
| خراسان جنوبي | 10268 | 3367 | 37 | 24 | 2 | 7770 | 22447 | 5727 | 1215 | 3374 | 1780 | 18621 |
| خراسان رضوي | 54474 | 23719 | 384 | 442 | 20 | 32068 | 192022 | 40690 | 12022 | 49808 | 23913 | 140406 |
| سيزوار | 45125 | 34824 | 54 | 13 | 3 | 40214 | 64339 | 43188 | 1376 | 1857 | 2135 | 53958 |
| سمنان | 3807 | 2893 | 168 | 128 | 3 | 3427 | 36474 | 10167 | 5039 | 14399 | 2762 | 32883 |
| سيستان و بلوچستان | 48706 | 6249 | 68 | 34 | 4 | 6496 | 151086 | 10709 | 2206 | 2641 | 5611 | 21310 |
| شاهرود | 3022 | 1518 | 57 | 36 | 1 | 1854 | 11555 | 1484 | 1934 | 1767 | 500 | 6086 |
| شهيد بهشتي | 72007 | 31006 | 729 | 289 | 8 | 32042 | 311987 | 81734 | 17227 | 26550 | 9601 | 135112 |
| كنياباد | 1771 | 1250 | 14 | 4 | 0 | 1462 | 5760 | 2286 | 380 | 830 | 0 | 3828 |
| گيلان | 23174 | 19362 | 358 | 150 | 7 | 20147 | 78764 | 36541 | 7551 | 19923 | 6620 | 70978 |
| لرستان سال | 20431 | 12154 | 76 | 34 | 4 | 17794 | 49355 | 22006 | 2249 | 6217 | 2976 | 40125 |
| مازندران | 56077 | 31938 | 264 | 166 | 12 | 16309 | 149367 | 64929 | 5987 | 21423 | 13818 | 108285 |
| مركزي | 30496 | 11710 | 162 | 119 | 12 | 16375 | 113443 | 18677 | 4475 | 14923 | 17331 | 60894 |
| هرمزگان | 11351 | 4199 | 46 | 37 | 5 | 4347 | 68452 | 8782 | 1624 | 4963 | 6070 | 21529 |
| همدان | 16539 | 7672 | 148 | 72 | 1 | 9610 | 42066 | 14531 | 3381 | 7621 | 565 | 28388 |
| يزد | 20668 | 8120 | 375 | 188 | 14 | 14011 | 99521 | 20135 | 12198 | 26386 | 16832 | 82247 |
| جمع كشوري | 1021946 | 430004 | 8361 | 5107 | 380 | 579710 | 3604113 | 882313 | 237269 | 619228 | 410754 | 2370930 |

| نام | تحت پوشش معاینه | | | | | جمع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دانشگاه/دانشکده | >19 | 49-20 | 499-50 | <500 | جمع | |
| آذربایجان شرقی | 7116 | 7005 | 24059 | 22747 | 84919 | |
| آذربایجان غربی | 12515 | 2583 | 4186 | 1017 | 26587 | |
| اردبیل | 1664 | 1220 | 2698 | 4494 | 10878 | |
| اصفهان | 9088 | 8469 | 45238 | 38114 | 112182 | |
| اهواز | 11340 | 5178 | 27990 | 39244 | 84401 | |
| ایران | 15737 | 20583 | 62466 | 53283 | 153369 | |
| تهران | 5884 | 3372 | 12911 | 18106 | 40273 | |
| جهرم | 470 | 268 | 0 | 0 | 1153 | |
| چهارمحال و بختياري | 4602 | 342 | 2821 | 3875 | 15638 | |
| خراسان جنوبي | 2327 | 377 | 2368 | 1180 | 9957 | |
| خراسان رضوي | 7462 | 4625 | 17975 | 16845 | 54712 | |
| سيزوار | 37461 | 1268 | 1563 | 1865 | 46151 | |
| سمنان | 1339 | 1560 | 4537 | 0 | 7535 | |
| سيستان و بلوچستان | 2667 | 587 | 2141 | 5611 | 11025 | |
| شاهرود | 364 | 349 | 879 | 70 | 1935 | |
| شهيد بهشتي | 18945 | 10871 | 9895 | 7536 | 47247 | |
| كنياباد | 779 | 47 | 44 | 0 | 1131 | |
| گيلان | 14358 | 4689 | 15415 | 5486 | 40291 | |
| لرستان سال | 1564 | 476 | 1136 | 2200 | 7970 | |
| مازندران | 17362 | 3896 | 18469 | 7836 | 48243 | |
| مركزي | 10806 | 7171 | 31129 | 24706 | 77741 | |
| هرمزگان | 1194 | 711 | 10557 | 1581 | 14063 | |
| همدان | 6730 | 2030 | 5789 | 565 | 16142 | |
| يزد | 3960 | 4373 | 11503 | 6745 | 31138 | |
| جمع كشوري | 278957 | 122128 | 417288 | 322092 | 1268546 | |

**جدول شماره3 –آمار کشوری تعداد کارگاههای موجود و تحت پوشش بازدید و شاغلین موجود،تحت پوشش بازدید و معاینه برخی دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور در سال 1388**

| نوع شاخص / گروه دانشگاه | 2 | 4 | 6 | 7 | درصد کارگاههای دارای عامل زیان آور | | | | | | درصد شاغلین در معرض عوامل زیان آور | | | | | | درصد کارگاههایی که عامل زیان آور آن کنترل گردیده به تفکیک نوع عامل | | | | | | درصد شاغلینی که وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده می کنند |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درصد کارگاههای تحت پوشش | درصد شاغلین تحت پوشش معاینات | درصد کارگاههای دارای تشکیلات بهداشت حرفه ای | درصد شاغلینی که به تشکیلات بهداشت حرفه ای در کارگاه دسترسی دارند | صدا | ارتعاش | روشنایی | پرتو | گرما و رطوبت | سرما | صدا | ارتعاش | روشنایی | پرتو | گرما و رطوبت | سرما | صدا | ارتعاش | روشنایی | پرتو | گرما و رطوبت | سرما | |
| آذربایجان شرقی | 31% | 32% | 42% | 76% | 10% | 3% | 23% | 4% | 3% | 0% | 21% | 4% | 15% | 6% | 8% | 1% | 9% | 17% | 27% | 9% | 6% | 6% | 58% |
| اردبیل | 32% | 18% | 4% | 25% | 28% | 9% | 18% | 9% | 9% | 3% | 16% | 5% | 7% | 12% | 13% | 4% | 6% | 12% | 25% | 8% | 12% | 15% | 56% |
| اصفهان | 64% | 46% | 17% | 49% | 26% | 10% | 13% | 6% | 8% | 3% | 29% | 6% | 11% | 10% | 8% | 4% | 7% | 14% | 34% | 14% | 22% | 39% | 98% |
| اهواز | 79% | 55% | 21% | 71% | 18% | 4% | 7% | 11% | 5% | 1% | 15% | 7% | 4% | 7% | 6% | 8% | 15% | 10% | 24% | 17% | 15% | 47% | 65% |
| خراسان رضوي | 59% | 28% | 46% | 65% | 21% | 6% | 24% | 11% | 10% | 11% | 19% | 4% | 16% | 9% | 11% | 6% | 9% | 6% | 15% | 7% | 10% | 11% | 23% |
| خراسان شمالي | 66% | 37% | 28% | 84% | 18% | 10% | 28% | 1% | 4% | 9% | 15% | 6% | 20% | 8% | 4% | 2% | 6% | 49% | 3% | 1% | 4% | 0% | 40% |
| زابل | 86% | 11% | 16% | 19% | 16% | 6% | 21% | 1% | 2% | 8% | 17% | 5% | 19% | 12% | 6% | 5% | 0% | 0% | 11% | 0% | 0% | 0% | 19% |
| زنجان | 79% | 75% | 47% | 80% | 16% | 7% | 20% | 2% | 6% | 10% | 27% | 5% | 9% | 7% | 11% | 3% | 6% | 1% | 17% | 4% | 5% | 7% | 64% |
| سيزوار | 89% | 72% | 40% | 83% | 12% | 7% | 8% | 70% | 46% | 0% | 11% | 6% | 8% | 59% | 41% | 60% | 7% | 100% | 24% | 7% | 7% | 9% | 74% |
| سمنان | 90% | 21% | 23% | 40% | 48% | 29% | 21% | 6% | 15% | 28% | 35% | 16% | 9% | 13% | 13% | 5% | 1% | 4% | 3% | 4% | 4% | 8% | 80% |
| كاشان | 72% | 31% | 62% | 94% | 23% | 7% | 9% | 0% | 2% | 4% | 25% | 4% | 4% | 3% | 2% | 0% | 4% | 3% | 28% | 8% | 8% | 0% | 48% |
| كردستان | 91% | 30% | 37% | 33% | 27% | 10% | 14% | 1% | 3% | 11% | 30% | 15% | 12% | 18% | 10% | 5% | 3% | 2% | 25% | 3% | 3% | 8% | 57% |
| كرمان | 48% | 30% | 47% | 75% | 13% | 7% | 20% | 6% | 12% | 9% | 18% | 7% | 14% | 11% | 15% | 7% | 16% | 19% | 24% | 29% | 23% | 20% | 69% |
| كرمانشاه | 35% | 24% | 47% | 62% | 19% | 11% | 7% | 1% | 6% | 13% | 20% | 7% | 6% | 12% | 16% | 1% | 4% | 2% | 23% | 2% | 4% | 27% | 77% |
| كهگيلويه و بويراحمد | 19% | 23% | 1% | 4% | 35% | 11% | 13% | 28% | 29% | 2% | 12% | 5% | 5% | 1% | 5% | 5% | 19% | 8% | 37% | 43% | 22% | 8% | #DIV/0! |
| گلستان | 95% | 63% | 34% | 51% | 12% | 3% | 4% | 1% | 2% | 5% | 16% | 4% | 4% | 5% | 4% | 1% | 3% | 0% | 19% | 0% | 1% | 2% | 54% |
| مركزي | 54% | 69% | 34% | 65% | 3% | 6% | 15% | 20% | 38% | 39% | 24% | 11% | 11% | 22% | 17% | 12% | 1% | 0% | 12% | 0% | 0% | 2% | 28% |
| هرمزگان | 38% | 21% | 13% | 41% | 25% | 12% | 6% | 12% | 40% | 19% | 10% | 5% | 21% | 12% | 6% | 12% | 40% | 13% | 22% | 61% | 60% | 98% | 28% |
| همدان | 58% | 38% | 27% | 47% | 30% | 10% | 20% | 12% | 40% | 19% | 10% | 5% | 21% | 12% | 6% | 12% | 40% | 13% | 22% | 61% | 60% | 98% | 28% |
| يزد | 68% | 31% | 23% | 60% | 19% | 6% | 12% | 2% | 5% | 10% | 19% | 4% | 12% | 6% | 6% | 2% | 6% | 3% | 17% | 4% | 6% | 9% | 53% |
| كشوري | 57% | 35% | 22% | 51% | 20% | 8% | 12% | 9% | 10% | 10% | 21% | 6% | 9% | 10% | 10% | 5% | 11% | 9% | 27% | 16% | 13% | 16% | 58% |

**جدول شماره4 – شاخصهای کشوری بهداشت حرفه ای (عوامل فیزیکی) تعدادی از دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور در سال 1388**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کاهش شنوایی شغلی | | | | آذربایجان شرقی | فارس | قسا | قزوین | قم | کاشان | کردستان | کرمان | کرمانشاه | کهگیلویه و بویر احمد | گلستان | گنابد | گیلان | لرستان | مازندران | مرکزی | هرمزگان | همدان | یزد | جمع |
| قدیم | 18-30 | زن | | 4 | 2 | 0 | 1 | 6 | 1 | 0 | 17 | 12 | 0 | 0 | 0 | 51 | 0 | 7 | 55 | 0 | 2 | 14 | 353 |
| | | مرد | | 71 | 223 | 0 | 2 | 207 | 76 | 23 | 25 | 229 | 0 | 26 | 0 | 294 | 23 | 110 | 664 | 9 | 222 | 398 | 6301 |
| | 31-40 | زن | | 5 | 5 | 0 | 222 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 30 | 0 | 3 | 8 | 0 | 5 | 6 | 555 |
| | | مرد | | 294 | 839 | 1 | 143 | 351 | 174 | 5 | 422 | 688 | 3 | 81 | 1 | 627 | 205 | 252 | 898 | 119 | 1042 | 613 | 14347 |
| | >40 | زن | | 4 | 0 | 8 | 1 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 26 | 0 | 2 | 5 | 0 | 3 | 11 | 349 |
| | | مرد | | 209 | 858 | 0 | 2 | 435 | 175 | 22 | 237 | 502 | 1 | 169 | 0 | 523 | 84 | 237 | 2349 | 110 | 2257 | 411 | 16349 |
| مجموع قدیم | | | | | | | | | | | | | | 38254 | | | | | | | | | |
| جدید | 18-30 | زن | | 0 | 15 | 5 | 806 | 1 | 8 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 13 | 0 | 4 | 29 | 7 | 1 | 0 | 1212 |
| | | مرد | | 46 | 328 | 0 | 273 | 118 | 247 | 33 | 13 | 132 | 0 | 41 | 0 | 23 | 81 | 77 | 689 | 12 | 60 | 60 | 5433 |
| | 31-40 | زن | | 1 | 20 | 8 | 0 | 4 | 7 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 8 | 1 | 8 | 7 | 3 | 4 | 0 | 384 |
| | | مرد | | 77 | 10 | 0 | 2 | 125 | 277 | 67 | 96 | 181 | 8 | 112 | 3 | 60 | 344 | 70 | 237 | 195 | 124 | 6 | 7937 |
| | >40 | زن | | 0 | 9 | 9 | 369 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 10 | 0 | 1 | 0 | 2 | 7 | 10 | 1 | 0 | 739 |
| | | مرد | | 35 | 556 | 0 | 621 | 84 | 144 | 97 | 95 | 47 | 3 | 100 | 2 | 77 | 134 | 137 | 490 | 121 | 280 | 0 | 7707 |
| مجموع مبتلایان جدید | | | | | | | | | | | | | | 23412 | | | | | | | | | |
| مجموع کل | | | | | | | | | | | | | | 61666 | | | | | | | | | |

**جدول شماره 5– آمار کشوری مربوط به بیماری افت شنوایی شاغلین در سه گروه سنی ،جنسی گرد آوری شده از فرم 3-111 مرکز سلامت محیط و کار در سال 1388**

| نام دانشگاه/ دانشکده | سال 1385 | | | | سال 1386 | | | | سال 1387 | | | | سال 1388 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کارگاههای دارای عامل صدا | | شاغلین در معرض صدا | | تعداد کارگاه دارای صدا | | تعداد شاغلین در معرض | | تعداد کارگاه دارای صدا | | تعداد شاغلین در معرض | | تعداد کارگاه دارای صدا | | تعداد شاغلین در معرض | |
| | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص | جمع | شاخص |
| آذربایجان شرقی | 2154 | 9% | 18333 | 15% | 2332 | | 23969 | | 2350 | | 19876 | | 2824 | | 25941 | |
| آذربایجان غربی | 5769 | 30% | 13405 | 25% | 5347 | | 13296 | | 5084 | | 12936 | | 5996 | | 12783 | |
| اردبیل | 713 | 37% | 2720 | 20% | 799 | | 4241 | | 1072 | | 4833 | | 1085 | | 3814 | |
| اصفهان | 4522 | 6% | 42257 | 21% | 9828 | | 63439 | | 7727 | | 46847 | | 10044 | | 56914 | |
| اهواز | 2623 | 16% | 7406 | 8% | 3450 | | 6706 | | 3693 | | 19561 | | 3924 | | 17520 | |
| جهرم | 556 | 28% | 1225 | 31% | 484 | | 1085 | | 363 | | 949 | | 380 | | 995 | |
| چهارمحال و بختیاری | 1174 | 16% | 3880 | 20% | 1153 | | 3864 | | 1185 | | 4689 | | 690 | | 3930 | |
| جمع کل | 90594 | 13% | 468840 | 22% | 109309 | 21% | 497278 | 23% | 112753 | 20% | 508113 | 22% | 113526 | 20% | 496065 | 21% |

**جدول شماره 6– مقایسه شاخصهای کشوری مربوط به درصد کارگاههای دارای عامل صدا و شاغلین در معرض صدا در دانشگاههای علوم پزشکی سراسر کشور از سال 1385-1388**

# فصل دوم

# تعاریف بهداشت حرفه ای
# عوامل زیان آور محیط کار
# مفاهیم و کمیتهای اصلی صدا

**پس ازمطالعه این فصل انتظار می رود**

- ✓ بهداشت حرفه ای را تعریف کنید
- ✓ عوامل زیان آور محیط کار را بشناسید
- ✓ عوامل فیزیکی محیط کار را تعریف کنید
- ✓ کمیتها و مفاهیم اصلی صدا را بدانید

## بهداشت‌حرفه‌ای

بهداشت حرفه‌ای علم و هنری است که با پیش‌بینی ، شناسایی ، اندازه‌گیری ، ارزیابی ، کنترل و ارزشیابی عوامل و شرایط زیان‌آور محیط‌کار و انجام مراقبتهای بهداشتی ، درمانی ، وظیفه حفظ سلامت کارکنان و شاغلین و افراد وابسته به آنها را دارد .

- ✓ پیش‌بینی ، عبارت از تحصیل اطلاعات اولیه از عوامل زیان‌آور احتمالی محیط کار ، باتوجه به نوع شغل می‌باشد .
- ✓ شناسایی ، بررسی اولیه عوامل زیان‌آور موجود در محیط‌کار باکمک حواس‌پنجگانه می باشد
- ✓ اندازه‌گیری ، سنجش‌دقیق عوامل‌زیان‌آور محیط کار با استفاده از تجهیزات‌و دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌باشد .
- ✓ ارزیابی ، تجزیه و تحلیل نتایج اندازه‌گیری و مقایسهٔ آنها با حدود تماس شغلی ونتیجه‌گیری درمورد مطلوب یا نامطلوب‌بودن شرایط محیط‌کار
- ✓ کنترل ، مجموعه اقدامات مهندسی ، محیطی و مدیریتی بهداشت حرفه ای است که منجر به حذف یا کاهش در حدمجاز مواجهه و تماس شاغلین با عامل زیان آور می‌گردد .
- ✓ ارزشیابی ، بررسی میزان اثربخشی اقدامات کنترلی انجام‌شده در محیط کار می باشد.

## عوامل زیان‌آور محیط کار

شرایط موجود در محیط کار هستند که به‌دلیل تحمیل فشارهای بیش‌از حدتوان انسان (کارگر) سیستمها و اندام‌های بدن انسان اعم از سیستم اسکلتی-عضلانی ، سیستم عصبی ، ایمنی ، خونرسانی ، روانی و غیره ، سلامت فرد را به‌خطر انداخته و باعث وقوع عارضه یا آسیب می‌شوند .

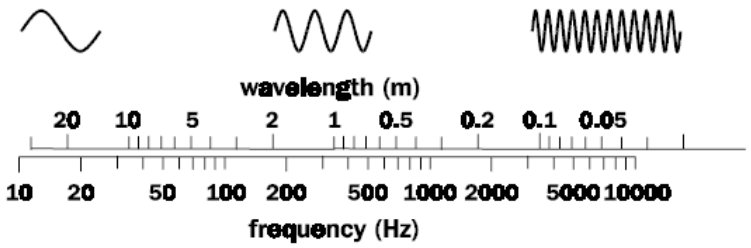
عوامل زیان‌آور محیط کار به این شرح می‌باشند :

- ✓ عوامل فیزیکی : صدا ، ارتعاش ، روشنایی ، گرما و رطوبت ، سرما ، فشار هوا ، پرتوها .
- ✓ عوامل شیمیایی : کلیه موادشیمیایی جامد ، مایع ، گازوبخار و موادمعلق ( گردوغبار ، دود ، دمه ، مه و غیره ) .
- ✓ عوامل بیولوژیک ( زیست شناختی ) : ویروس‌ها ، باکتری‌ها . انگلها ، ریکتزیاها ، قارچ‌ها و غیره .
- ✓ عوامل ارگونومیک(وضعیتهای نامناسب ارگونومیکی) : وضعیتهای نامناسب بدن در حین کار ، عدم تناسب جسمی بین کارگر و کارمحوله ، ابزارکار نامناسب و غیره .
- ✓ عوامل مکانیکی : هر عامل موجود در محیط کار که باعث ایجاد حادثه یا آسیب گردد مانند ابزار کار، لبه های تیز ویا کار در ارتفاع

عوامل‌فیزیکی محیط‌کار ، دسته ای از عوامل موجود در محیط کار می‌باشند که با وضعیت فیزیکی محیط‌کار مرتبط‌هستند مانند صدا که به عنوان یک عامل فیزیکی در محیطهای کار مطرح می باشد و در صورتی که شرایط توصیه شده و استاندارد آن رعایت نگردد می تواند به عاملی زیان آور برای کارگران در محیطهای کار مبدل گردد.

## موج صوتی

موج صوتی شکلی از امواج مکانیکی طولی است که عموما در هوا منتشر شده (اگر چه قابل انتشار در تمام محیط های مادی نیز می باشد) و در برخورد با گوش انسان احساس شنیدن را ایجاد می کند. بطور کلی صوت در اثر ارتعاش یک جسم یا مجموعه ای از اجسام کشسان تولید می شود .صوت شکلی از انرژی است که توسط مکانیسم شنوایی قابل تشخیص است و دارای مشخصه های طول موج(**λ**) ،زمان تناوب(**T**) و فرکانس (**f**) می باشد




**شکل شماره 1– نمایش اشکال طول موج در فرکانسهای مختلف**

## سرعت صوت (Speed of sound )

برابر است با حاصلضرب فرکانس در طول موج که مشخص می‌کند موج صوتی در بازهٔ مشخصی از زمان چه مسافتی را طی می‌کند. در هوای خشک با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس و فشار **1** اتمسفر سرعت صوت ۳۴۳ متر بر ثانیه است.(حدود یک کیلومتر در **3** ثانیه).سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها می باشد.

## انواع صوت از نظر شکل امواج

- صوت ساده
- صوت مختلط دوره ای
- صوت مختلط غیر دوره ای

- **اصوات ساده**

صوت ساده شامل یک موج سینوسی ساده است. این نوع موج در طبیعت وجود نداشته و در آزمایشگاه قابل تولید است.

- **اصوات مختلط دوره ای**

معمولا" در این امواج یک فرکانس اصلی و چند فرکانس فرعی و جود دارد که با هم رابطه منظم و نوعا" از پیش طراحی شده ای دارند. امواج دوره ای معمولا" اثر ناخوشایندی ندارند. اصوات موسیقی و مکالمه از این نوع می باشند.

- **اصوات مختلط غیر دوره ای**

**در این دسته رابطه معین یا پیش بینی شده ای بین طول موجها و نیز در فرکانس و دامنه امواج وجود ندارد. این اصوات عموما" ناخواسته، ناخوشایند و تا حدودی اجتناب ناپذیر هستند. در صنعت یکی از راههای اتلاف انرژی این گروه از اصوات تولیدی است.**

**دسی بل (Decibel (db**

**تراز صدا با واحدی به نام دسی بل اندازه گیری می شود . اگر صدا تا 10 دسی بل افزایش یابد شدت صدایی که قابل شنیدن باشد حدود دو برابر افزایش پیدا می کند و اگر 10 دسی بل کاهش یابد شدت صدایی که در این حالت شنیده می شود نصف شدت صدای اولیه خواهد بود .**

## انواع صوت از نظر احساس فیزیولوژیک

**الف – موسیقی**

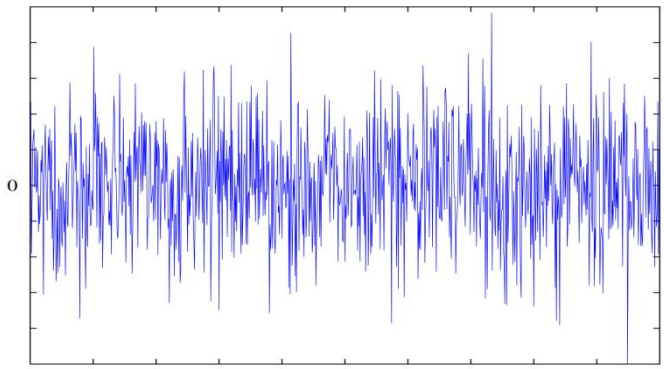
**ب – صدا**

**موسیقی**

**اصوات منظمی هستند که رابطه معین و طراحی شده ای بین تغییرات دامنه فشار، طول موجها و فرکانسهای آنها وجود دارد.**

**صدا (noise)**

**اصوات نامنظمی هستند که ناخوشایند، ناخواسته و عموما" اجتناب ناپذیر بوده و بین دامنه های فشار، فرکانسها و طول موجهای آنها رابطه معینی وجود ندارد. در صنعت به فراوانی از این نوع اصوات تولید و منتشر می‌گردد.**




**شکل شماره 2- نمایی از امواج صوتی نامنظم(صدا)**

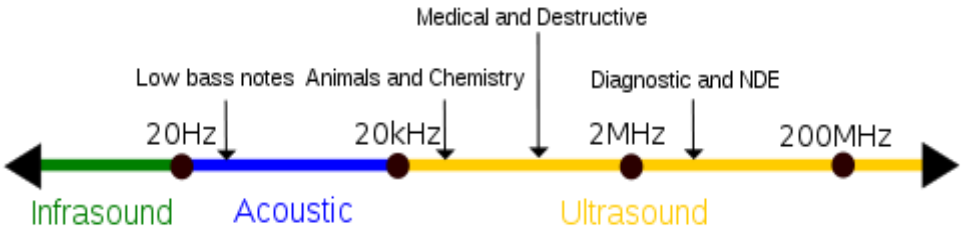
## تقسیم بندی صوت بر حسب فرکانس :

**الف : مادون صوت Infra sonic : شامل فرکانس های زیر 20Hz می باشد .**

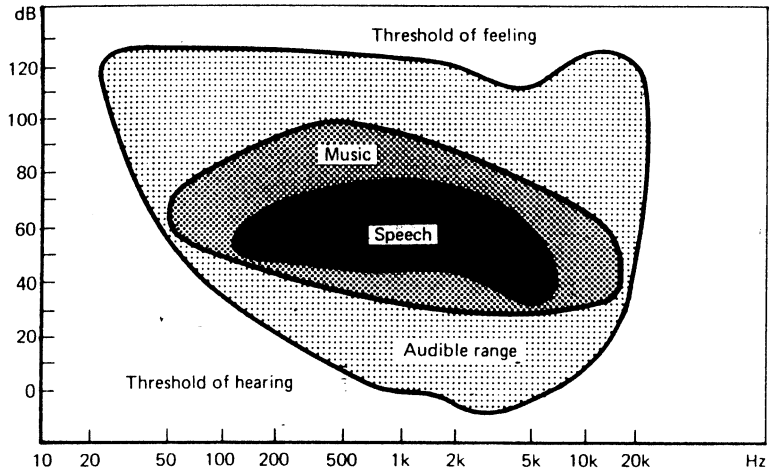
**ب : طیف فرکانسی قابل درک برای انسان(audible frequencies): فرکانس های 20Hz – 20000Hz**

**ج : ماوراء صوت Ultra sonic : شامل فرکانس های 20000Hz به بالا می باشد .**

**– به طور معمولی فرکانس مکالمه انسان در ناحیه 100— 2000 Hz می باشد.**




**شکل شماره3 – نمایی از طیف فرکانسی صوت**




**شکل شماره 4- طیف فرکانسی قابل درک برای شنوایی انسان**

## بیناب صوتی

بدلیل وسیع بودن طیف فرکانس قابل درک برای انسان و همچنین وسیع بودن باند اصوات صنعتی، جهت مطالعه صوت بجای بررسی مقادیر دامنه های فشار ( توان و یا شدت) در تک تک فرکانسها، محدوده فرکانس صوتی قابل درک را به نواحی قراردادی تقسیم می‌کنند و به هر ناحیه آن یک باند صوتی می‌گویند. در این حالت مطالعه صوت در هر ناحیه و بطور قراردادی در فرکانس مرکزی آن انجام می‌گردد. مقادیر دامنه در فرکانس مرکزی نماینده هر ناحیه خواهد بود. بطور قراردادی کل محدوده قابل شنیدن را به **8** یا **10** یا**30** و یا **100** ناحیه می توان تقسیم نمود. در این روش آنالیز فرکانس صوت به راحتی امکان پذیر می‌شود.

در هر باند صوتی سه محدوده در نظر گرفته می‌شود:

الف – فرکانس حد پایین **Fn**

ب – فرکانس حد مرکزی **Fc**

ج – فرکانس حد بالا **Fn+1**

## تجزیه یک و یک سوم اکتاو باند

تفاضل فرکانس حد بالا و حد پایین را پهنای باند می‌نامند. بطور مثال اگر حد بالا **200** و حد پایین **100** هرتز باشد پهنای باند( **Band Width** ) **100** هرتز خواهد بود.

**FN +1 - FN = BW**

نسبت حد بالای فرکانس به حد پایین آن مقدار مهمی است که در تعیین تعداد نواحی کاربرد داشته و بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\frac{f_{n+1}}{f_n} = 2^k$$

در رابطه بالا **k** عدد پهنای باند است و می‌توان آن را عدد صحیح یا کسری در نظر گرفت. با در نظر گرفتن حالات مختلف نتایج بشرح زیر خواهد شد:

**1** - در صورتی که **k = 1** باشد:

$$\frac{f_{n+1}}{f_n} = 2^1 \Rightarrow f_{n+1} = 2 f_n$$

رابطه بالا نشان می‌دهد که فرکانس حد بالا دو برابر فرکانس حد پایین است. در این حالت پهنای باند را در تجزیه صوت، یک اکتاو باند (شامل **8** یا **10** باند ) درنظرمی گیرند. فرکانسهای حد مرکزی این محدوده ها برای آنالیز صوت اهمیت بالایی دارد که بشرح زیر است:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** | **16000** |

در تقسیم بندی بر اساس **8** ناحیه فرکانسهای **31/5** و **16000** هرتز را در نظر نمی‌گیرند. همانگونه که مشاهده می‌شود، فرکانسهای حد مرکزی به ترتیب دو برابر شده است.

**2** - در صورتیکه $K = \frac{1}{3}$ باشد:

$$\frac{f_{n+1}}{f_n} = 2^{1/3} \Rightarrow f_{n+1} = \sqrt[3]{2}\, f_n \Rightarrow f_{n+1} = 1.26 f_n$$

این تقسیم بندی را یک سوم اکتاو باند می‌نامند. در این حالت حداکثر**32** ناحیه وجود خواهد داشت

## توان صوت(W)

توان صوت بر حسب وات (**W**) مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان در منبع صوتی تولید می‌شود.

$$W = \frac{J}{S}$$

کمترین توان صوتی که می‌تواند گوش انسان را تحریک کند برابر $10^{-12}$ **w** است. این میزان را توان مبنا یا آستانه درک توان صوت می‌نامند. بیشترین توان صوتی که گوش می‌تواند بدون احساس درد تحمل کند **100** **w** است.

## شدت صوت (I)

شدت صوت بر حسب $w/m^2$ مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان از واحد سطح می‌گذرد. سطح مذکور عمود بر راستای انتشار موج صوتی است، که با دو برابر شدن فاصله، شدت صوت یک چهارم میزان اولیه کاهش می‌یابد.

$$I(w/m^2) = \frac{W}{A}$$

کمترین شدت صوتی که می‌تواند برای گوش انسان قابل درک باشد برابر با $10^{-12}\ w/m^2$ است . این میزان را شدت صوت مبنا یا آستانه درک شدت صوت می‌نامند.

بیشترین شدت صوتی که گوش انسان بدون درد قادر به تحمل آن است، $100\ w/m^2$ می‌باشد.

## فشار صوت (P)

فشار صوت بر حسب پاسکال $Pa(N/m^2)$ در سیستم **MKS** و میکرو بار $\mu bar(din/cm^2)$ در سیستم **CGS** عبارت از نیروی وارد بر سطح است. $1Pa = 10\mu bar$

کمترین فشار موج صوتی که می‌تواند گوش انسان را تحریک کند، $2\times10^{-4}\mu bar = 2\times10^{-5}Pa$ است که به آن فشار مبنا یا آستانه درک حسی انسان از فشار صوت می‌نامند. بیشترین فشار صوتی که گوش می‌تواند آن را بدون احساس درد تحمل کند **200** پاسکال یا **2000** میکرو بار است.

### انواع فشار صوت

**– فشار میانگین ($P_{Avg}$)**

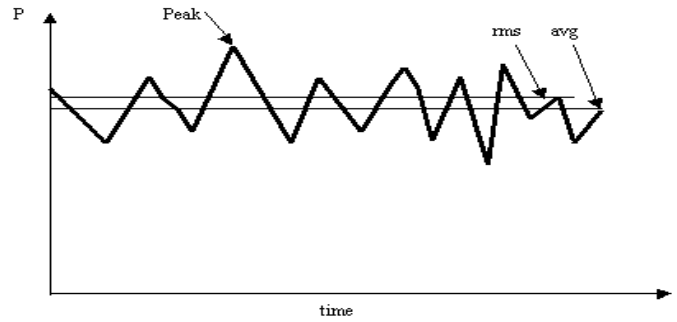
فشار میانگین عبارت است از میانگین حسابی مقادیر لحظه‌ای فشار مطلق صوت در طول زمان اندازه گیری یا زمان انتشار صوت.

**– فشار مؤثر($P_{rms}$)**

دامنه فشار صوت در زمان تداوم صوت تغییرات زیادی دارد و لحاظ نمودن همه تغییرات لحظه‌ای در مطالعه صوت عملا" ممکن نیست. در این حالت بر اساس انتگرال زمانی تغییرات فشار می‌توان ریشه میانگین زمانی مجموع مربعات فشار صوت را محاسبه نمود که به آن فشار مؤثر می‌گویند. در روابط مربوط به فشار صوت عموما" از مقادیر مؤثر آن استفاده می‌شود. علت در نظر گرفتن مربع تغییرات دامنه فشار این است که گوش انسان لگاریتمی از مربعات فشار را درک می‌کند.

**– فشار ماکزیمم**

حداکثر دامنه فشار در دوره اندازه‌گیری صوت نیز از نظر ارزیابی مهم است که با فشار پیک ( $P_{peak}$ ) یا فشار حداکثر ( $P_{max}$ ) نشان داده می‌شود.




**شکل شماره 5- مقایر حداکثر، مؤثر و میانگین فشارها در یك دوره زماني**

## کمیات لگاریتمی

**در مقیاس مطلق دامنه کمترین مقدار قابل درک ( آستانه احساس) با بیشترین میزانی که گوش بدون درد قادر به تحمل آن می‌باشد(آستانه دردناکی) وسیع است. این محدوده برای توان و شدت** $10^{14}$ **(** $10^{-12}$ **_** $10^{2}$**) و برای فشار** $10^{7}$ **واحد است. معلوم شده است که درک شنوایی انسان نسبت به تغییرات مقادیر مطلق، بصورت لگاریتمی است. تبدیل کمیت مطلق به کمیت لگاریتمی کار با آن را ساده و درک ذهنی از کمیت را آسان می‌کند.**

## تراز

**عبارت از نسبت کمیت اندازه گیری شده صوت به کمیت مبنا (آستانه درک) است. این نسبت ها بترتیب برای توان، شدت و فشار** $\frac{P}{P_0}, \frac{I}{I_0}, \frac{W}{W_0}$ **است. در این نسبت ها صورت کسر مقادیر اندازه‌گیری شده صوت و مخرج کسرها آستانه درک آنها توسط گوش انسان است. در مقیاس لگاریتمی سه کمیت با واحد دسی‌بل معرفی می‌گردد:**

**1 - تراز توان صوت**

**2 - تراز شدت صوت**

**3 - تراز فشار صوت**

## – تراز فشار صوت SPL (LP)

**در بررسی های محیط کار به منظور ارزیابی محیطی و نیز ارزیابی مواجهه کارگر تراز فشار صوت بیشترین استفاده را دارا می‌باشد. علت این امر در ماهیت فشار و نحوه انتشار صوت و بالاخره نحوه وارد شدن فشار بر پرده صماخ گوش می‌باشد. از طرف دیگر اندازه‌گیری فشار و تراز فشار صوت هوایی نیز عملی تر می‌باشد.**

$$SPL(dB) = LP = 10\log(\frac{P^2}{P_0^2}) = 20\log(\frac{P}{P_0})$$

$$SPL = 20\log P + 94$$

**P**: فشار مطلق صوت در نقطه اندازه گیری (**Pa**)

**$P_0$**: فشار مبنا یا آستانه درک فیزیولوژیک فشار صوت $2\times10^{-5}\,Pa$

**ارتباط بین مقادیر توان، شدت، فشار و تراز آنها بر حسب دسی‌بل در جدول شماره 1 آمده است.**

| مثال | تراز dB | فشار Pa | توان و شدت $w , w/m^2$ |
|---|---|---|---|
| آستانه شنوایی | 0 | $2\times10^{-5}$ | $10^{-12}$ |
| | 10 | $6.3\times10^{-5}$ | $10^{-11}$ |
| نجوا | 20 | $2\times10^{-4}$ | $10^{-10}$ |
| باغ و صحرا | 30 | $6.3\times10^{-4}$ | $10^{-9}$ |
| اطاق آرام | 40 | $2\times10^{-3}$ | $10^{-8}$ |
| | 50 | $6.3\times10^{-3}$ | $10^{-7}$ |
| مکالمه معمولی | 60 | $2\times10^{-2}$ | $10^{-6}$ |
| سالن مراجعه | 70 | $6.3\times10^{-2}$ | $10^{-5}$ |
| اداره شلوغ | 80 | $2\times10^{-1}$ | $10^{-4}$ |
| ترافیک شهری | 90 | $6.3\times10^{-1}$ | $10^{-3}$ |
| در نقاط شلوغ | 100 | 2 | $10^{-2}$ |
| بوق از فاصله کم | 110 | 6.3 | $10^{-1}$ |
| برخاستن هواپیما | 120 | 20 | 1 |
| کلنگ پنوماتیک | 130 | 63 | 10 |
| آستانه دردناکی | 140 | 200 | 100 |

**جدول شماره 1- ارتباط بین شدت، فشار و تراز صوت**

## انواع صوت از نظر زمان تداوم

الف – اصوات پیوسته

ب – اصوات ضربه‌ای و کوبه‌ای

**– 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:

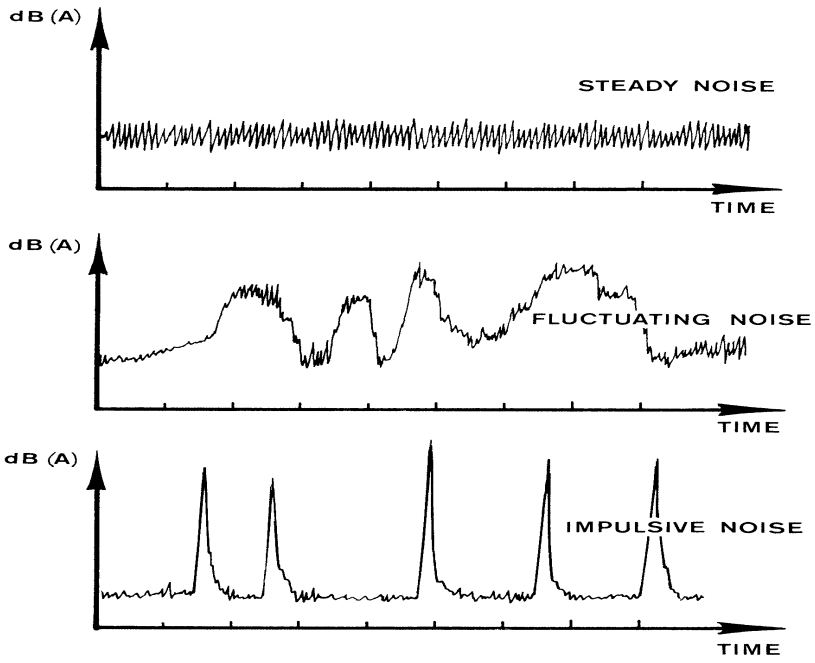
الف – اصوات یکنواخت: در این گروه تراز فشار صوت تغییرات قابل ملاحظه نداشته و اغلب کمتر از **5** دسی‌بل است.

ب – اصوات متغیر با زمان: دراین دسته تغییرات تراز فشار در طول زمان بین **15-5** دسی‌بل است.

ج – اصوات منقطع یا نوبتی: در این دسته تغییرات تراز فشار صوت بیش از **15** دسی‌بل در طول زمان است.

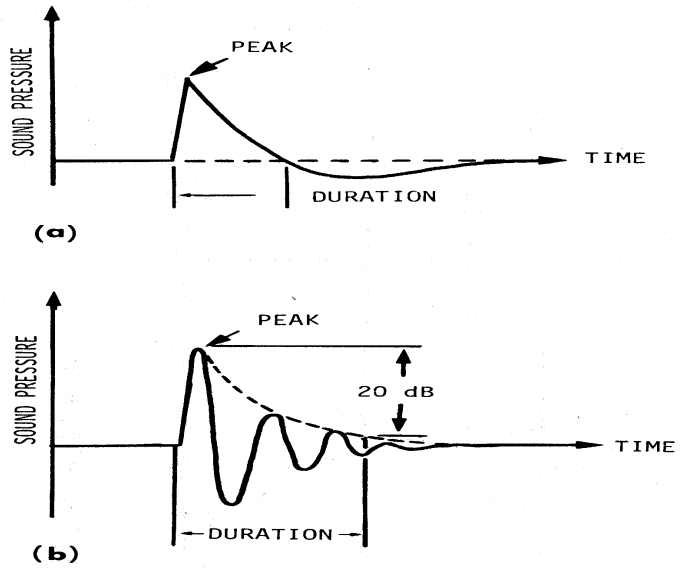
**– اصوات ضربه‌ای و کوبه‌ای**

در این نوع اصوات موج فشار صوت در هر ضربه، در کسری از ثانیه ، معمولا در کمتر از **0/5** ثانیه شروع و خاتمه می‌یابد. صدای ناشی از شلیک گلوله، پرسهای ضربه‌ای و ابزارهای پنوماتیک اغلب از این نوع هستند.




**شکل شماره 6- انواع صدا های پیوسته**

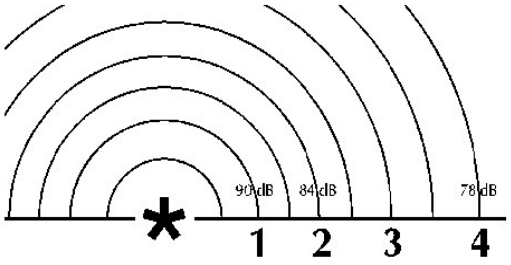
---




**شکل شماره 7 -انواع صدا های لحظه ای(a : صدای ضربه ای- b : صدای کوبه ای)**

## انتشار صوت

صوت می تواند در بیشتر محیطهای مادی منتشر گردد.نحوه انتشار صوت به عواملی مانند مشخصات منبع صوتی (منبع نقطه ای،خطی و سطحی)و فاصله از منبع و وضعیت سطوح انعکاسی دارد.
بطور مثال تراز فشار صوت در میدان آزاد(فاقد سطوح انعکاسی)،به ازای دو برابر شدن فاصله از منبع 6 دسیبل کاهش می یابد.




**شکل شماره 8 - تاثیر فاصله در کاهش تراز فشار صوت در میدانهای آزاد**

## جمع ترازهای صوتی

**هر موج صوتی که به گوش می‌رسد نتیجه انتشار صوت منابع مختلف و یا تراز فشار صوت در فرکانسهای مختلف صوت ناشی از هر منبع است. تعدد منابع یا تعدد مقادیر فشار صوت در فرکانسها می‌تواند اثر افزایشی بر هم داشته باشد و این به معنای جمع جبری تراز ها نیست. اصولا" تراز های صوت را بدلیل ماهیت لگاریتمی‌نمی‌توان جمع جبری نمود. اما حاصل چند تراز موجود چه در فرکانسهای مختلف و چه در اثر منابع مختلف یک تراز است که به آن تراز کلی صوت $SPL_T$ می‌گویند. در هنگام اندازه گیری صوت که معمولا" تراز صوت کلی در هر ایستگاه اندازه‌گیری می‌شود و مبنای ارزیابی مواجهه کارگر قرار می‌گیرد، نتیجه اثر تراز فشار صوت منابع مختلف و یا اثر تراز فشار صوت در هر یک از فرکانسهای منابع می‌باشد. رابطه زیر نحوه جمع تراز های فشار صوت را بیان می‌کند:**

$$LP_T = 10\log\left[\sum_{i=1}^{n}(\frac{P}{P_0})_i^2\right] = 10\log\left[\sum_{i=1}^{n} anti\log(\frac{LP_i}{10})\right]$$

$$LP_T(dB) = 10\log\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{LP_i/10}\right]$$

$LP_T$ : **تراز مجموع( کلی ) فشار صوت (dB)**
$LP_i$ : **تراز فشار صوت هر منبع یا تراز فشار صوت در یک فرکانس خاص منبع (dB)**

**با استفاده از رابطه فوق می‌توان یک قاعده عددی برای جمع تراز های صوتی بیان نمود. در این قاعده تفاضل بین دو تراز محاسبه و بر اساس نتیجه تفاضل، عددی به تراز بزرگتر اضافه می‌شود. تراز جدید تراز مجموع فشار صوت خواهد بود. این قاعده در جدول شماره 2 نشان داده شده است.**

| تفاضل دو تراز (dB) | عددی که باید به تراز بزرگتر اضافه نمود |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 1 | 2/6 |
| 2 | 2/1 |
| 3 | 1/8 |
| 4 | 1/5 |
| 5 | 1/2 |
| 6 | 1 |
| 7 | 0/8 |
| 8 | 0/6 |
| 9 | 0/5 |
| 10 | 0/4 |
| 12 | 0/3 |
| 14 | 0/2 |
| 16 | 0/1 |
| 19/4 | 0/0 |

**جدول شماره 2- میزان افزایش در جمع تراز های صوتی ترکیبی**

**با توجه به جدول مذکورمشاهده می‌شود که بیشترین تاثیری که دو منبع می‌توانند از نظر افزایش صوت بر هم داشته باشند زمانی است که هر دو دارای تراز فشار یکسان باشند. در این حالت 3 دسی‌بل به تراز فشار صوت اضافه می‌شود.**

**بیشترین کاربرد روش جمع تراز های صوتی در مرحله طراحی صنعت است. این روش در پیشگیری از مخاطراتی که ممکن است برای کارگران در محیط کار ایجاد گردد بسیار مهم است. با استفاده از این روش می‌توان تراز فشار صوت ناشی از چند منبع را با توجه به تراز هر کدام پیش بینی نموده و در صورت لزوم در طراحی صنعت اصلاحات لازم را اعمال نمود.**

## تفاضل ترازهای صوتی

**برای تعیین تاثیر یک دستگاه مولد صوت بر تراز مجموع منابع، از روش تفاضل تراز های صوتی استفاده می‌گردد. این روش برای شناسایی منابع اصلی تولید صوت در محیط های صنعتی بسیار حائز اهمیت است. استفاده عملی از این روش هنگامی است که در یک کارگاه منابع صوتی متعددی نصب شده و بعلت بالا بودن تراز کلی صوت شناسایی منبع یا منابع اصلی بمنظور کنترل صدا اهمیت داشته باشد. برای اجرای این روش به دو صورت می‌توان عمل نمود:**

**<u>حالت اول:</u> شرایطی که فقط بتوان دستگاه مورد نظر را خاموش کرد:**

**برای تعیین تاثیر تراز فشار صوت یک منبع معین ($LP_S$)، ابتدا تراز فشار مجموع ($LP_T$) را اندازه گیری نموده سپس دستگاه مورد نظر را خاموش می‌نمایند تا تراز فشار صوت زمینه ($LP_b$) اندازه گیری شود. در این مراحل دو تراز، شامل تراز کلی و تراز زمینه وجود خواهد داشت. در نهایت می‌توان تراز فشار منبع مورد نظر را از تفاضل تراز فشار کلی و تراز زمینه محاسبه نمود**

با دانستن فاصله تراز کلی و تراز زمینه می‌توان در خصوص تاثیر منبع مورد نظر بحث نمود. هرچه فاصله تراز زمینه و کلی بیشتر باشد، نشانه آن است که تراز صدای زمینه تاثیر کمتری بر صدای منبع مورد نظر دارد. به بیان دیگر بدلیل بالا بودن تراز منبع و تفاضل زیاد با تراز زمینه، صدای سایر منابع تاثیر کمتری بر دستگاه داشته و منبع مذکور در واقع منبع اصلی انتشار صوت در کارگاه است.

**حالت دوم:** شرایطی که امکان خاموش نمودن منبع مورد نظر نباشد:

در این حالت ابتدا تراز کلی فشار صوت در ایستگاه معینی را اندازه گیری کرده و سپس همه دستگاهها جز دستگاه مذکور را خاموش می‌کنند. در این حالت تراز منبع نیز اندازه گیری می‌گردد. با داشتن این دو تراز می‌توان تراز فشار صوت زمینه را محاسبه نمود.

با داشتن تراز های سه گانه( تراز زمینه، تراز دستگاه مورد نظر و تراز کلی) می‌توان تاثیر منبع مورد بحث یا منابع زمینه را بر تراز کلی به روشی که در حالت قبل گفته شد، معین نمود.

## متوسط گیری (میانگین گیری) از ترازهای صوتی

به علت ماهیت لگاریتمی مقادیر ترازهای فشار صوت، نمی توان مستقیماً اعمال ریاضی همچون جمع و تفریق یا میانگین‌گیری را درمورد آنها بکار برد.

انتشار صوت در جهات مختلف اطراف یک منبع یکسان نیست و از طرف دیگر کارگر در اطراف دستگاه تغییر مکان می‌یابد، لذا نمی‌توان برای بیان تراز فشار صوت یک منبع فقط به نتیجه اندازه‌گیری در یک ایستگاه اکتفا نمود. برای این کار در چند نقطه از اطراف منبع (معمولا" نقاط توقف کارگر) تراز فشار صوت اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه زیر تراز متوسط فشار صوت که نماینده تراز فشار صوت آن دستگاه است محاسبه می‌گردد.

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

در رابطه فوق $\overline{LP}$ متوسط تراز فشار صوت منبع و **n** تعداد نقاط اندازه گیری و $LP_i$ تراز فشار صوت در هر نقطه است.

## تراز معادل مواجهه صوت ($L_{eq}$)

از آنجایی که کارگر در طول شیفت کاری در معرض ترازهای مختلف قرار دارد، در بررسی صدا به منظور ارزیابی مواجهه کارگر، همانند روشی که برای سایر عوامل مخاطره‌زای محیط کار نیز معمول است، از تراز های مواجهه کارگر متوسط زمانی می‌گیرند. در این روش ابتدا تراز هر بار مواجهه همراه با زمان مواجهه مربوطه اندازه گیری شده ثبت، سپس با استفاده از رابطه زیر تراز معادل مواجهه کارگربرای یک دوره زمانی محاسبه می‌گردد. یکی از کاربرد های تراز معادل مقایسه با مقادیر مجاز **8** ساعته مواجهه کارگر است.

$$L_{eq}(dB) = 10\log\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n}t_i 10^{LP_i/10}\right]$$

$L_{eq}$: تراز معادل مواجهه (dB)

$t_i$ : طول زمان مواجهه $i$ ام به ساعت

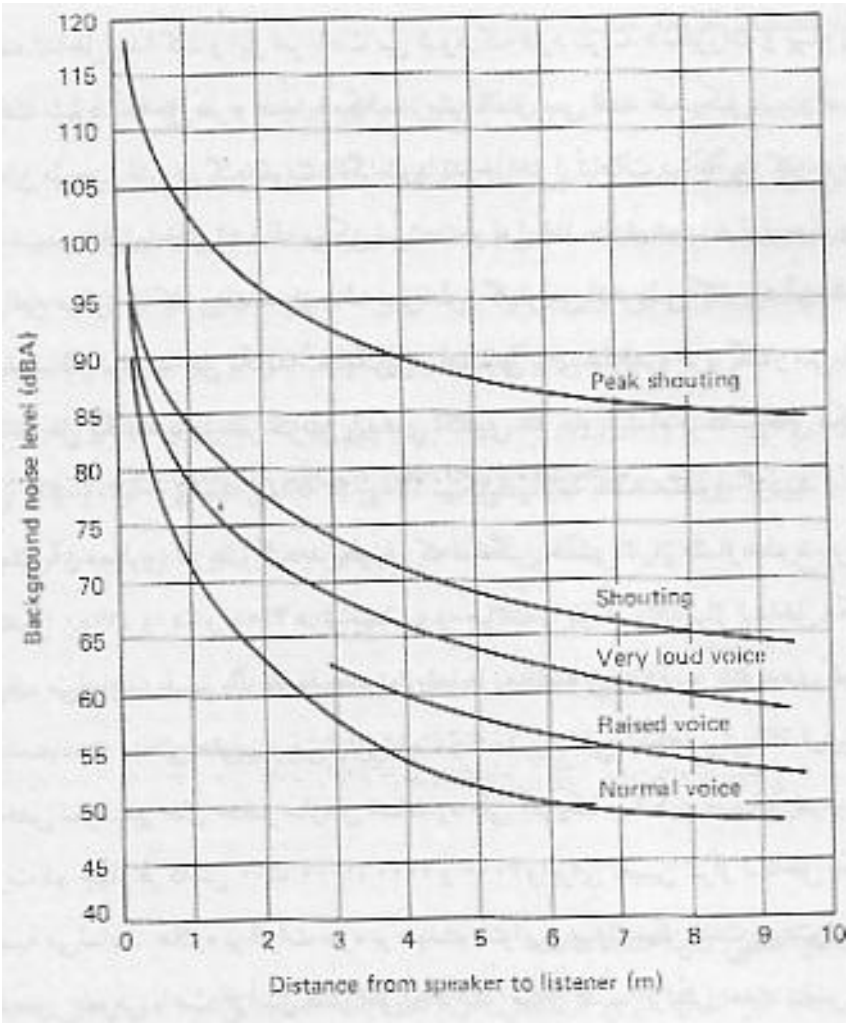
$T$ : زمان مرجع معمولا 8 ساعت

$LPi$: تراز فشار صوت مواجهه iام (dB)

## تراز تداخل با مکالمه(SIL)

**بدلیل امکان تداخل صدای محیط کار با فرکانسهای مکالمه، که این امر می‌تواند در بروز حوادث نقش داشته باشد، ترازی را محاسبه می‌نمایند که میزان مزاحمت یا محدودیت در ارتباط کلامی را نشان می‌دهد. این تراز هم برای مواجهه شغلی و هم مواجهه اجتماعی کاربرد دارد. فرمول مربوطه بر اساس محاسبه میانگین حسابی ترازهای فشار صوت در فرکانسهای مکالمه تعیین می‌گردد. با کمک رابطه زیر این تراز محاسبه می‌گردد.**

$$SIL(dB) = \frac{SPL_{500} + SPL_{1000} + SPL_{2000}}{3}$$




**جدول شماره 3– منحنی های مربوط به تعیین تراز تداخل با مکالمه**

# فصل سوم

# مکانیسم شنوایی، اثرات صدا بر انسان
# شنوایی سنجی

**پس ازمطالعه این فصل انتظار می رود**

- ✓ مکانیسم احساس شنوایی در انسان را تعریف کنید
- ✓ اثرات سوء ناشی از مواجهه با صدا را بیان کنید
- ✓ روشهای شنوایی سنجی را بیان کنید

## مکانیسم شنوایی

دستگاه شنوایی انسان که در شکل شماره **1** نشان داده شده است از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است . امواج صوتی مراحل مختلفی را درون گوش طی می‌کنند تا به اعصاب شنوایی تبدیل شوند. ساختمان گوش متشکل از سه بخش عمده می باشد :

**الف–گوش خارجي** : امواج صوتی را جمع آوری و متمرکز می‌سازد و از دو قسمت تشکیل شده است : لاله گوش و مجرا ی شنوایی که جزء اندام های حفاظتی و هدایتی گوش هستند

**ب– گوش میانی** : شامل پرده صماخ و استخوان های سه گانه ( چکشی ، سندانی ، رکابی ) است . گوش میانی امواج را تقویت و منتقل می‌کند.

**ج– گوش داخلي** : گوش داخلی امواج منتقل شده از گوش میانی را دریافت و آن را به امواج شنوایی تبدیل می‌کند. گوش داخلی اصلی‌ترین قسمت گوش است و از چندین قسمت تشکیل شده است : بخش حلزونی، مجاری نیم دایره تعادلی، اندام کورتی

## گوش خارجی :

لاله گوش در غالب حیوانات متحرک است، و برای جمع کردن و هدایت امواج صوتی و تشخیص جهت صدا بکار می‌رود و ممکن است به طرف منبع صوت متوجه شود .در انسان لاله گوش بی‌حرکت است ولی تا اندازه‌ای جهت صوت را می‌تواند تشخیص دهد .

انسان جهت صوت را لااقل بوسیله دو مکانیزم اصلی تعیین می‌کند.

- بوسیله اختلاف زمانی بین ورود صوت به یک گوش و ورود صوت به گوش دیگر
- بوسیله اختلاف بین شدت صوت وارده در هر گوش

نقش لاله گوش در شنیدن اصوات حائز اهمیت است زیرا شکل آن به گونه ای است که امواج محیط را به سمت مجرا هدایت می کند . طول مجرای گوش در بالغین **25–30 mm** و قطر آن **5–7 mm** است . وظیفه مجرا هدایت صوت به سمت پرده صماخ (تیمپان)و همچنین محافظت پرده از آسیب های مستقیم می باشد . ضخامت پرده صماخ حدود **0.1 mm** و مساحت آن حدود **55 -65 $mm^2$** است .

## گوش میانی :

گوش میانی شامل مجموعه ای از سه استخوان ویژه است گوش میانی در حفره استخوانی موسوم به صندوق تمپان **(Caisse Tympan)** قرار دارد و بوسیله شیپور استاش **(Trompand Eustache)**به حلق می‌رسد.مجرای اوستاش نقش مهمی در تخلیه ترشحات و تنظیم فشار در دو طرف پرده صماخ دارد . انتقال مکانیکی و تقویت انرژی صوتی دریافت شده توسط صماخ به دریچه بیضی به عهده گوش میانی است . این عمل توسط سه قطعه استخوانی متحرک صورت می گیرد .

استخوان چکشی به پرده صماخ ورکابی به پرده بیضی متصل است و رابط این دو ، استخوان سندانی است . جابجایی پرده صماخ باعث حرکت استخوانها شده وانرژی به این ترتیب به دریچه بیضی در حلزون گوش منتقل می گردد .

ماهیت کار این بخش از دستگاه شنوایی به گونه ای است که بخشی از انرژی تلف شده صوت در اثر تغییر ناگهانی محیط انتشار آن راجبران می کند . عبور امواج صوتی از محیط گاز (هوا) به محیط مایع ( آندلنف گوش

داخلی ) با از دست دادن مقدار زیادی انرژی همراه است. سطح دریچه بیضی چندین مرتبه از پرده صماخ کوچکتر است. چون سطح صماخ به مراتب از سطح بیضی بزرگتر است($55mm^2$ در برابر $3.2\ mm^2$) لذا فشار در پنجره بیضی چندین مرتبه زیاد می‌گردد.این ویژگی باعث تقویت صدا حدود **23** دسیبل می گردد و به این ترتیب جبران بخشی از اتلاف انرژی صوتی را میکند.در واقع گوش میانی نقش آمپلی فایر را انجام می دهد.

**گوش داخلی :**

این بخش از دستگاه شنوایی شامل حلزون ، شبکه عصبی انتقالی و در مجاورت آن مجاری نیم دایره تعادلی است که نقش آن حفظ تعادل اندام های حرکتی می باشد .

**مجاری نیم حلقوی :**در ساختمان گوش سه مجرای نیم حلقوی واقع شده است که برای حفظ تعادل بدن در فضا بکار می‌رود و در امر شنیدن تاثیر ندارد. ودر اخر این که در بخش دیگر گوش درونی سه مجرای نیم دایره ای وجود دارند که بر یکدیگر عمودند و درون انها پر از مایع است در این مجراها سلول های مژکداری وجود دارد که در اثر تغییر موقعیت سر تحریک می شوند وقتی که شخص جابجا می شود مایع درون این مجراهای نیم دایره به حرکت در می آید و در پی آن مژکهای سلول های کرکدار خم می شوند و به دنبال آن پیام عصبی تولید و به مغز ارسال می شود به این ترتیب مغز می تواند جهت و موقعیت سر را تعیین کند. چون گوش اندام حس شنوایی و نیز تعادلی است.

**حلزون گوش** اندامی است استخوانی و مارپیچ که **2.5** دور حول محور مرکزی خود چرخیده است . طولش **38** میلیمتر و قطر قاعده آن در حدود **3.3**میلیمتر است .درون این مجرای استخوانی با سه کانال محتوی مایع آندولف بوده و گیرنده های شنوایی در آن قرار دارد . امواج عبوری از دریچه بیضی (**Oval window** )در این سیستم دریافت و به گیرنده های عصبی شنوایی منتقل می گردد .

در یک برش طولی از حلزون ، بطور ساه می توان مجرایی را مشاهده نمود که پر از مایع بوده از یک طرف به دریچه بیضی و از طرف دیگر به دریچه گرد (**round window** )منتهی می شود .وظیفه دریچه گرد ایجاد تعادل فشاری است که در اثر ورود امواج صوتی به حلزون گوش ایجاد می گردد . دریچه بیضی به مجرای دهلیزی و دریچه گرد به مجرای صماخی متصل می باشد .دربین این دو مجرا مجرای میانی قرار دارد .

در یک برش عرضی از حلزون سه مجرای مختلف ملاحظه می گردد که شامل مجرای وستیبولی یا دهلیزی در بالا،که از دریچه بیضی شروع می شود ،مجرای صماخی یا تیمپانی که به دریچه گرد ختم می شود ومجرای سوم که بین این دو قرار گرفته است ، مجرای میانی نام دارد . این سه مجرا با غشای مربوطه از هم جدا شده اند . این سه مجرا بصورت موازی تا راس حلزون ادامه دارند .مهمترین مجرا از نظر شنوایی مجرای میانی است بر روی غشا ء پایه این مجرا حساس ترین قسمت حلزون یعنی اندام کرتی (**organ corti** ) قرار گرفته است .

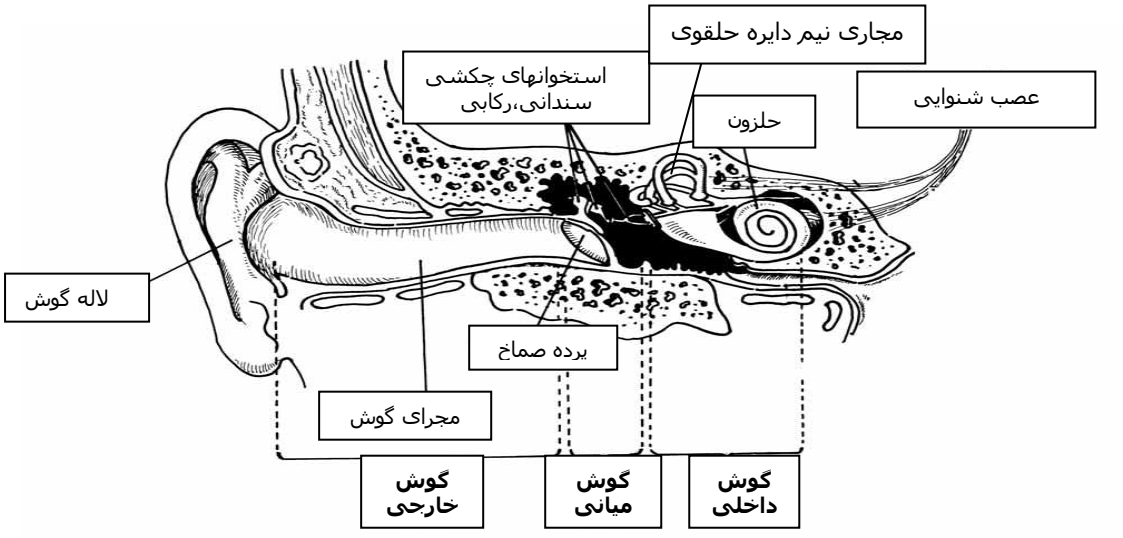
روی غشا پایه مجرای میانی سلول های گیرنده ی امواج صوتی قرار دارند . این سلول ها از نزدیکی دریچه بیضی شروع شده و در طول مجرا تا راس حلزون امتداد می یابند که به مجموعه آن اندام کرتی می گویند .

در روی غشا پایه مجموعه ای از سلول های گیرنده امواج عصبی مژکدار در مایع حلزون غوطه ور هستند . زمانی که مایع درون حلزون (مایع مجرای صماخی) مرتعش می گردد ، باعث ارتعاش غشای پایه شده و در نتیجه باعث تحریک سلول های مژکدار شده و این عمل به پالس صوتی متناظر با فشار صوت تبدیل می گردد .

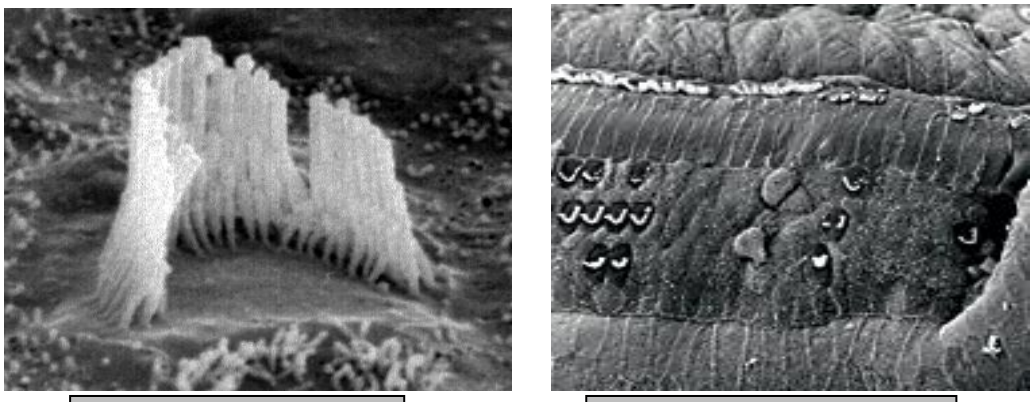
تعداد سلولهای گیرنده بسیار زیاد است . طبق تخمین حدود **30-24** هزار سلول در طول مجرا وجود دارد . از طرفی ، طیف فرکانسی صوت مسموع برای انسان محدوده ای بالغ بر **20000** فرکانس می باشد ، لذا می توان

**گفت بین تعداد سلول های گیرنده و فرکانس های صوتی تناسب وجود دارد . هر ناحیه از گیرنده ها به فرکانس های صوتی معینی حساسیت دارند . در نزدیکی پرده بیضی سلول های گیرنده به فرکانس های بالا حساس هستند و هر چه به سمت رأس حلزون برویم حساسیت اندام های کرتی به فرکانس های پایین (بم) میل پیدا می کند بطوری که در رأس حلزون فرکانس حدود 20 Hz درک می شود . با توجه به اتلاف انرژی در طول حلزون و عمل عضلات گوش میانی، حساسیت گوش به فرکانس های بم در منحنی گوش طبیعی کمتر از فرکانس های زیر است .**

**اندام کرتی در ناحیه معینی از فرکانس ها حساسیت بیشتری دارد که طبق تجربیات ناحیه فرکانس 4096 Hz ناحیه شکننده یا آسیب پذیر در گوش می باشد و در مواجهه با صدا ، این ناحیه بیشترین آسیب شنوایی را متحمل می گردد . در منحنی اودیوگرام افرادی که با صدا مواجهه بیش از حد دارند ، ملاحظه می گردد که همواره بیشترین آسیب شنوایی مربوط به ناحیه درک فرکانس های محدوده 4 KHz می باشد . دلایل مختلفی برای این موضوع ذکر گردیده است که می توان به مجاورت غشاء پایه و سلولهای درک کننده فرکانس 4KHz با دریچه گرد و بیضی و یا کمبود جریان عروقی در این ناحیه و بازتاب انرژی امواج صوتی در مجرا دانست .**




**شکل شماره 1- نمایی از بخشهای مختلف گوش انسان**



**نمایی از سلولهای مویی طبیعی** | **نمایی از سلولهای مویی آسیب دیده**

**شکل شماره 2 – مقایسه ظاهری سلولهای مویی طبیعی و آسیب دیده گوش انسان**

**لازم به یادآوری است که علاوه بر موارد پیشگفت انتقال صوت در انسان بدلیل اتصال حلزون به استخوانهای ماستوئیدی به روش هدایت استخوانی نیز صورت می پذیرد.برای مثال با قرار دادن جسم مرتعش بر روی پیشانی یا ناحیه ماستوئید جمجمه می توان بدون نیاز به گوش خارجی و گوش میانی از طریق حسی _عصبی صدایی شبیه وزوز در گوش احساس کرد.البته حتی صداهای بسیار بلند موجود در هوا هم به حدی انرژی ندارند که ما بتوانیم آنها را از طریق هدایت استخوانی به خوبی بشنویم.**

- **آن بدون درد است:**

صدای بلند در طی زمان باعث مرگ سلولهای مویی داخل گوش می شود.

- **آن با گذشت زمان صورت می گیرد:**

مواجهه طولانی مدت باعث تخریب سلولها می شود.

- **آن دائمی می باشد:**

سلولهای مویی مرده قابل بازسازی نیستند.

**"<u>آن بطور کلی قابل پیشگیری است</u>"**

## <u>اثرات صدا بر انسان</u>

**صدا به صورت امواج مکانیکی می تواند بر کل بدن از جمله دستگاه شنوایی تاثیر سوء داشته باشد . البته این تاثیر از نظر اپیدمیولوژیک زمانی می تواند اهمیت داشته باشد که سبب اختلال فیزیولوژیک در بدن نماید . در محیط های کاری نیز صدا از این دیدگاه مورد توجه قرار می گیرد .**

**اثرات صدا بر انسان از چند جنبه مورد توجه می باشد :**

### ➢ صدمه به دستگاه شنوایی

**این صدمات به طور عمده شامل چند اثر می باشند :**

- **افت موقت شنوایی ( Temporary Threshold Shift ( TTS**
- **افت دایم شنوایی ( Permanent Threshold Shift ( PTS**
- **این دو تحت عنوان کلی افت شنوایی ناشی از صدا ( Noise Induced Hearing Loss ( NIHL بیان می شوند .**
- **ضربه صوتی (Acoustic Throuma)**
- **وز وز گوش ( Tinitus)**

- **افت موقت شنوایی**

**تغییر موقت آستانه شنوایی یا افت موقت شنوایی زمانی اتفاق می افتد که فرد بطور اتفاقی یا بصورت غیر شغلی با امواج صوتی بالاتر از 65 db مواجهه داشته باشد . این تغییر بصورت افزایش آستانه شنوایی می تواند از چند دسی بل تا دهها دسی بل باشد . در این عارضه شخص احساس سنگینی و کیپی در گوش دارد . ویژگی این آسیب این است که موقت بوده وپس از قطع مواجهه با صدا ،عمدتاً در مدت چند ساعت بهبود پیدا می کند اصوات با فرکانس پایین اثر کمتری در ایجاد TTSداشته و محدوده فرکانس 2-6 KHzبیشترین اثر را دارند .**

حداقل تراز فشاری که می تواند باعث **TTS** گردد حداقل **65 dB** است . عارضه **TTS** بسته به تراز فشار صوت و مدت مواجهه می تواند از چند ساعت تا چند هفته طول بکشد .

- **افت دائم شنوایی**

در صورتی که مواجهه با صدا تکرار گردد و بصورت دائمی درآید افت موقت به افت دائم تبدیل می گردد . این افت نه در اثر خستگی دستگاه شنوایی بلکه در اثر تخریب سلول های مژکدار اندام کرتی صورت می گیرد و اغلب بهبودی به دنبال ندارد . افرادی که دچار **PTS** هستند ممکن است همزمان دچار **TTS** نیز باشند . برای مشخص کردن مقدار واقعی **PTS** ، کارگر را صبح روز بعد از کار (معمولا" **16-14 ساعت بعد** از **ترک محل کار**)جهت شنوایی سنجی هدایت می نمایند .

افت دائم شنوایی در اثر صدا عمدتاً از فرکانس **4000Hz** شروع می گردد و میزان آن بسته به عوامل مختلف فردی و محیطی متفاوت می باشد . خصوصیات فردی مهم شامل : سن ، سابقه کار ، نژاد ، تغذیه و بیماری ها است . مسمومیت با اکسید کربن ، جیوه ، فسفر ، سرب و برخی داروها نظیر استرپتومایسین ، سالیسیلات ، جنتامایسین نیز می تواند با ایجاد کم شنوایی اثر صدا را بر دستگاه شنوایی تشدید نماید . ضربه به سر ، عفونت ها و برخی به علت شروع افت از نواحی **4KHz** ، فرد در ابتدا متوجه کاهش شنوایی خود نمی گردد حتی ممکن است به اشتباه اظهار نماید که به صدای محیط کار خود عادت کرده است . لازم به ذکر است اگر چه در محدوده خاصی از تراز فشار صوت ممکن است استخوان های گوش میانی عمل تطبیق را انجام دهند ولی دستگاه شنوایی هرگز قادر به تطابق فیزیولوژیک با صدا نیست . زمانی فرد متوجه افت شنوایی خود می شود که در مکالمه و ارتباط اجتماعی او محدودیت ایجاد شده باشد ، در چنین شرایطی شخص دچار درجاتی از کری شغلی شده است که عمدتاً برای بهبودی به درمان جواب نمی دهد . مقدار**PTS** توسط اودیوگرام صنعتی معلوم می گردد که در آن میزان افت و درصد معلولیت دستگاه شنوایی معلوم می گردد .

- **ضربه صوتی**

این عارضه منحصراً در اثر یک مواجهه یا چند مواجههٔ نسبی با ترازهای خیلی بالای فشار صدا مانند صدای مربوط به انفجارات بوجود می آید که به این ترازها ، ترازهای صدای تروماتیک ( آسیب رسان ) گفته می شود . به محض مواجهه با این صدا که خارج از تحمل اندام شنوایی می باشد ، صدمهٔ مکانیکی نظیر پارگی پردهٔ صماخ یا صدمه به بافتهای متصل کنندهٔ قطعات استخوانی به یک یا چند عضو از اندام شنوایی وارد می گردد . نتایج این مواجهه شدید بوده و نیاز به درمانی فوری دارد . مواردی از ضربه های مکانیکی به گوش نیز می تواند سبب چنین عوارضی گردد . در مواجهه با موجهای بسیار بزرگ فشار صوتی اندام های دیگر و حتی بافت مغز نیز آسیب در امان نیست . برخی افراد پس از یک یا چند مواجهه با انفجارات دچار آسیبهای مغزی و حملات متناوب ناشی از آن می گردند .

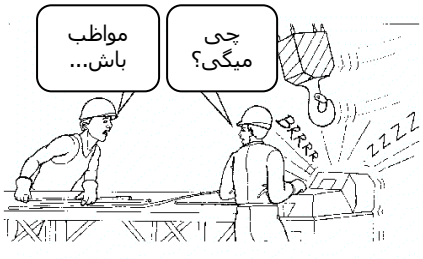
- **وزوز گوش (tinnitus)**

وزوز گوش عبارت است از صدای پایداری که وقتی سر و صدای محیطی وجود ندارد، در یک یا هر دو گوش شنیده می‌شود.این عارضه بطور توام با **pts** و یا ضربه صوتی می باشد و شخص همواره دچار احساس وزوز در یک یا دو گوش گردیده، بطوریکه تحمل آن بسیار مشکل می گردد که حتی در ساعات استراحت و سکوت نیز به شدت فرد را مورد آزار قرار می دهد . این عارضه حتی ممکن است سبب عوارض روانی نیز گردد . در این

عارضه انواع صداهای که فرد در گوش خود احساس می کند متفاوت است ولی همهٔ آنها را به دو گروه وزوز فرکانس پایین و وزوز فرکانس بالا تقسیم بندی نموده اند . در نوع اول شخص اصوات بم و در حالت دوم شخص اصوات زیر را در گوش خود احساس می کند . صدای احساس شده شبیه به زنگ زدن، همهمه، غرش، سوت زدن یا فش‌فشک است که در یک یا هر دو گوش شنیده می‌شود. این صدا ممکن است مداوم، متناوب یا همزمان با ضربان قلب باشد.

- **تداخل با مکالمه**

مکالمه در محیط های کاری به عنوان یکی از راه های ارتباطی می باشد که در صورت وجود صدای زمینه مخصوصاً در فرکانس های حدود مکالمه (**100** تا **2000** هرتز )می تواند ارتباط بین افراد را از طریق کلامی مختل سازد و باعث بروز اشتباه و نیز حوادث گردد . در ارزیابی صدا ، تراز تداخل با مکالمه **(SIL)** نیز محاسبه و مورد توجه قرار می گیرد .




**شکل شماره 3– نقش تداخل صدای محیط کار با مکالمه کارگران و ایجاد حادثه**

- **اثر روی اندام بینایی**

در مواجه با صدا ، کنترل تطابق و تعقیب اشیاء بهم می خورد و عکس العمل به نور کم می شود .

- **اثر بر سیستم تعادلی**

شامل گیجی ، تهوع ، اختلال در راه رفتن می باشد .

- **ناراحتی اجتماعی**

آشفتگی در خواب و ایجاد مشکل در روابط اجتماعی و خانوادگی خصوصاً هنگامی که افت شنوایی به ناحیه مکالمه سرایت نموده باشد از موارد قابل اشاره می باشد. افرادی که دچار افت دائم شنوایی شوند میل دارند این عارضه مخفی بماند ، لذا در مناسبات اجتماعی کمتر شرکت می کنند .

- **اثرات عصبی**

ممکن است بصورت اثر بر دستگاه گوارش شامل اختلالات و حتی درد های شکمی و ترشح زیاد اسید معده نمایان شده و باعث تشدید بیماری های مرتبط شود .

- **اثر روی الکترولیت ها**

علی الخصوص روی نگهداری سدیم در ادرار نقش محدود کننده دارد . مواجه با صدا در تطابق بدن با گرما نقش منفی دارد .

- **اثرات جانبی**

کاهش راندمان کار ، افزایش ریسک حوادث از موارد قابل اشاره می باشد .

- **اثرات روانی**

**هیجان ، تحریک پذیری و اختلالات روانی از عوارض ناشی از مواجهه با صدا می باشد.**

- **اثرات فیزیولوژیک عمومی**

**صدا می تواند باعث تحریک عصبی شده و ضربان قلب ، فشار خون و مصرف اکسیژن و تعداد تنفس را افزایش دهد که این تغییرات بر عملکرد دستگاه های بدن اثر نامطلوب دارد**

- **اثر ذهنی صدا**

**برای همه افراد چه در محیط کار و چه در اجتماع اثر ذهنی صدا یکسان نبوده و افراد مختلف از نظر اثرات روانی و عصبی آن یکسان تحت تاثیر قرار نمی گیرند لذا ممکن است یک صدای واحد برای بعضی افراد قابل تحمل و برای دیگران آزار دهنده باشد . این عامل مستقل از تراز فشار است و منحصر به تراز های بالا نیز نیست .عادت برخی افراد به نگاه کردن و شنیدن صدای تلویزیون یا گوش دادن موزیک حین خواب مثالی از این مورد است.**

## محدوده های افت شنوایی

**بر اساس تقسیم بندی موسسه ملی استاندارد آمریکا(ANSI )وآکادمی گوش و حلق و بینی آمریکا (American Academy of Otolaryngology) محدوده زیر برای افت دائم در فرکانس های 500 تا 2000 معرفی شده است :**

**الف -افت هر گوش کمتر از 25 db کم شنوایی تلقی نمی شود .**

**ب - افت بین 25 تا 45 دسی بل کم شنوایی جزیی**

**ج - افت بین 40 تا 55 دسی بل کم شنوایی ملایم**

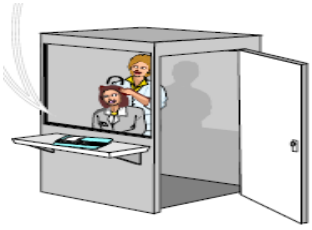
**د -افت بین 55 تا 70 دسی بل کم شنوایی متوسط**

**ه - افت بین 70 تا 90 دسی بل کم شنوایی شدید**

**و -افت بیش از 90 دسی بل ناشنوایی عمیق یا کری دایم**

## ادیو متری ( شنوایی سنجی )

**در آزمایش ادیو متری به دو طریق هوایی ،استخوانی آستانه شنیدن صوت خالص اندازه گیری می شود در روش هوایی با استفاده از یک دستگاه ادیو متر صوت خالص در فرکانس های مرکزی یک اکتاو باند توسط گوشی به هر گوش و در روش استخوانی با عبور صوت از طریق استخوان ماستوئید آستانه درک هر گوش اندازه گیری می گردد.**



**شکل شماره 4– نمایی از انجام ادیومتری در اتاق آکوستیک**

**از طریق دو روش آسیب های حسی عصبی از آسیب های گوش میانی متمایز میگردد.جهت ارزیابی میزان شنوایی فرد آزمون های مختلفی بکار می رود که آزمون شنوایی سنجی با استفاده از صوت خالص یکی از این آزمون ها می باشد.**

این آزمون بهترین و معمولترین آزمون شنوایی سنجی شغلی است ، در این آزمون اصوات خالص با شدت های مختلف و در فرکانس های 250 ، 500 ، 1000 ، 2000 ، 4000و8000 هرتز یک بار از طریق هدایت هوایی (هدفون) و یک بار از طریق هدایت استخوانی به هر دو گوش ارسال گردیده و آستانه شنوایی برای هر یک از دو مسیر اندازه گیری می شود که به نام آستانه هدایت هوایی وآستانه هدایت استخوانی معروفند.

اگر فقط آستانه هدایت هوایی بالا باشد ولی آستانه هدایت استخوانی طبیعی باشد فرد دچار کاهش شنوایی هدایتی است. در صورتی که هر دو آستانه شنوایی بالا و دو نمودار برهم منطبق باشند فرد دچار کاهش شنوایی حسی عصبی است.این آزمون در محیط کار جهت مشخص کردن وضعیت شنوایی کارگران ، افراد حساس به صدا پایش کاهش شنوایی در طول دوره کار و تنظیم برنامه حفاظت شنوایی بکار میرود.

شنوایی سنجی باید در زمان شروع به کار به منظور ارزیابی میزان شنوایی فرد انجام شود و به عنوان مبنایی برای مقایسه آزمونهای شنوایی سنجی آینده به کار می رود.

شنوایی سنجی دوره ای در فواصل منظم (سالیانه یا هردو سال یکبار )جهت پایش کاهش شنوایی در میان کارگران شاغل در محیط های پر سر و صدا بکار میرود.

در هنگام آزمون باید صدای زمینه کم بوده و با مقادیر استاندارد همخوانی داشته باشد.نتایج اندازه گیری آستانه شنوایی روی نمودار یا جداول مخصوصی تحت نام ادیوگرام ثبت می گردد.

برای تعیین افت دائم شنوایی در اثر صدا ، آستانه شنوایی در هر یک از 4 فرکانس مهم 500 ، 1000 ،2000و4000 هرتز (در برخی منابع فرکانس 3000 Hz آمده است که بدلیل محدودیتهای دستگاهی فرکانس 4000 هرتز بیان شده است)را پس از کسر اثر سن در فرمول زیر وارد و میزان نقصان دائم شنوایی با شاخص NIHL (افت شنوایی ناشی از صدا) محاسبه می گردد.

$$NIHL = TL\ 500 + TL\ 1000 + TL\ 2000 + TL\ 4000\ /\ 4$$

TL : آستانه شنوایی در فرکانس مورد نظر در هر گوش

NIHL : افت دائم شنوایی ناشی از سر و صدا

با محاسبه افت دائم ناشی از صدا برای هر گوش می توان با رابطه زیر افت کلی شنوایی ناشی از صدا برای هردوگوش را محاسبه نمود.

$$NIHLt = (NIHL\ b * 5) + (NIHLp) / 6$$

NIHLt : افت دائم کلی هر دو گوش

NIHLb : افت دائم گوش بهتر

NIHLp :افت دائم گوش ضعیف

با داشتن افت دائم براساس روش زیر می توان میزان یا درصد معلولیت هر گوش را تعیین نمود.

$$MI\ (\%) = (NIHL - 25) * 1.5$$

MI : درصد معلولیت هرگوش

درصد معلولیت هر دو گوش طبق رابطه زیر محاسبه میگردد.

$$MIt = (MIb * 5) + (MIP * 1) / 6$$

MIbدرصد معلولیت هر دو گوش

MItدرصد معلولیت گوش بهتر

MI pدرصد معلولیت گوش ضعیف

| Table 1<br>Hearing Disability Calculation<br>Using the American Medical Association Formula | | |
|---|---|---|
| Frequency, Hz | Hearing Threshold Level, dB | |
| | Left Ear | Right Ear |
| 500<br>1000<br>2000<br>3000 | 30<br>45<br>60<br>85 | 15<br>25<br>45<br>55 |
| Sum<br>Average<br>Low fence<br>Exceeds low fence<br>%Impairment | 220<br>55<br>25<br>30<br>45 | 140<br>35<br>25<br>10<br>15 |
| Disability | [45 + (5x15)]/6 = 20% | |

**جدول شماره 1 – نمونه جدول محاسبه درصد معلولیت کلی شنوایی به روش انجمن پزشکی آمریکا**

## تناسب شغل با نقص یا افت شنوایی( fitness work)

افت شنوایی به تنهایی به ندرت موجب ترک کار می گردد اما وجود نقص یا آسیب شنوایی موجب عدم تناسب و محدودیت در انجام برخی کارها ومشاغل می گردد.بطور عام انجام کارهایی که ایمنی فرد یا سایرین از نظر شنیدن اصوات مکالمه یا علایم هشداردهنده حائز اهمیت است و یا در برخی مشاغل که حساسیت بالایی دارند مانند خلبانهای خطوط مسافری نقش شنوایی بسیار مهم می باشد.

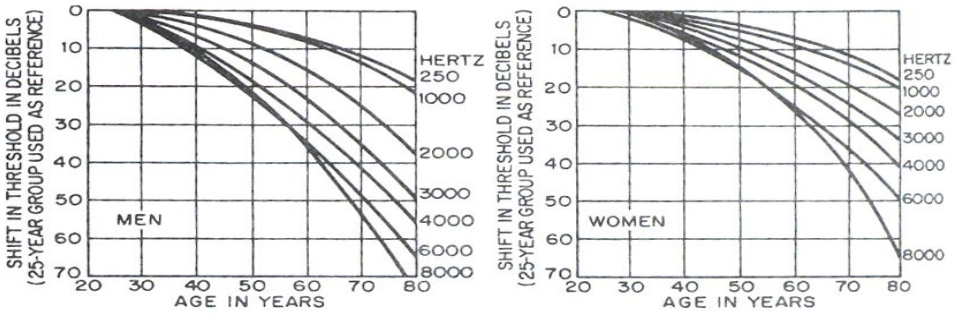
قوانین و استانداردهایی خاصی در ارتباط با بررسی شنوایی افراد جهت خدمت در برخی مشاغل ویژه وجود دارد .

برخی از این مشاغل شامل خدمت در نیروهای مسلح – پلیس – خدمات آتش نشانی – ناوگان دریایی – رانندگان قطار و رانندگی وسایل نقلیه موتوری می باشد.

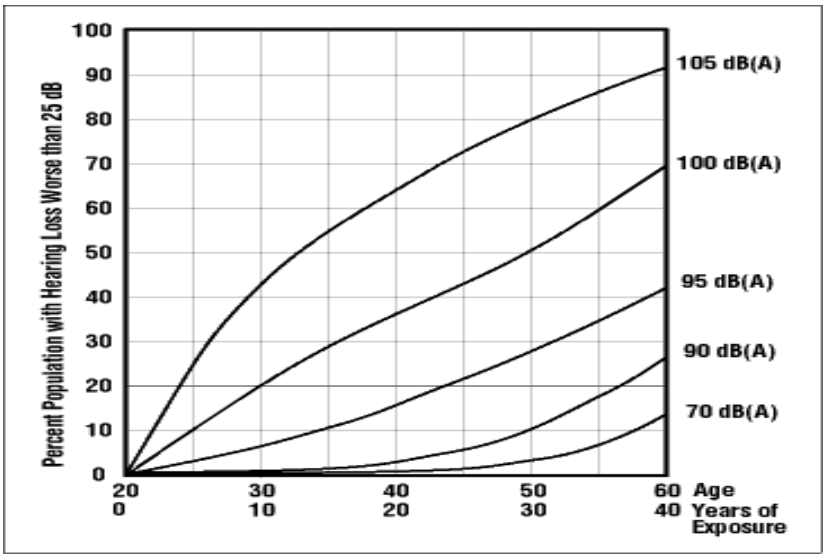
اختلال عملکرد شیپور استاش بویژه زمانیکه قبلا" آسیب گوش میانی وجود داشته است ممکن است از فعالیت کارگران در برخی مشاغل از جمله سفرهای هوایی ، غواصی و یا کار در محیط با هوای فشرده بطور قابل ملاحظه ای ممانعت نماید.

## اثرسن بر شنوایی

به طور طبیعی با افزایش سن افراد دچار نقصان شنوایی می گردند بر اساس بررسی ها دو نمودار اثر سن برای زنان و مردان به دست آمده است که باید قبل از محاسبه افت دائم هر گوش در فرکانس مربوطه لحاظ گردد.




**نمودار شماره 1: نمودار اثر سن بر شنوايي مردان و زنان**




**نمودار شماره 2– درصد جمعیت در معرض با افت شنوایی بیشتر از 25 دسیبل برای سالهای تماس و ترازهای مختلف صدا ارائه شده توسط (ISO 1999-1990 method)-افت شنوایی در میانگین آستانه شنوایی در فرکانسهای 500-1000-2000 و 3000 هرتز تعریف شده است.**

## دستگاه ادیومتر(شنوایی سنج)

**این دستگاه دارای سه قسمت اصلی است:**

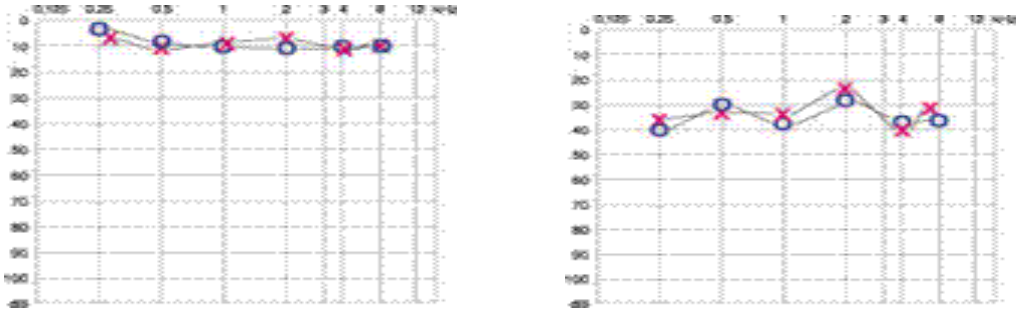
**1**- صفحه تنظیم بسامد (فرکانس): این صفحه برای انتخاب فرکانس های مختلف به کار می رود و معمولا در شنوایی سنج های جدید اوکتاوی بوده و بسامد های **63- 125- 250- 500- 1000- 2000- 4000 - 8000** هرتز را در بر دارد.

**2**- صفحه کنترل وتنظیم شدت: این صفحه شدت مورد نیاز را ایجاد می کند و به درجات **5** دسیبلی تقسیم شده که از **5**دسی بل شروع و به **110** دسی بل ختم می شود .

**3**- دکمه قطع و وصل: توسط آزمایش کننده کنترل می شود و زمان ارسال صدا را به شنونده تعیین می کند.

پس از اندازه گیری شنوایی فرد روی ادیوگرام ثبت می گردد در ثبت نتایج از علائم بین المللی زیر استفاده میشود.

گوش راست **o** ( (آبی رنگ)  گوش چپ  * (قرمز رنگ)



**شکل شماره 5 – ادیوگرام همرا با آسیب شنوایی(سمت راست) وادیوگرام گوش طبیعی(سمت چپ)**

# فصل چهارم

# دستگاههای سنجش صدا
# روشهای ارزیابی صدا در محیط کار
# مقادیر مجاز مواجهه با صدای شغلی

**پس ازمطالعه این فصل انتظار می رود**

- ✓ **با انواع دستگاههای سنجش صدا ومکانیسم عمل آنها آشنا شوید**
- ✓ **با روشهای استاندارد سنجش و ارزیابی صدا در محیط کار آشنا شوید**
- ✓ **مقادیر استاندارد مواجهه با صدا و نحوه محاسبه آن را تعریف کنید**

## وسایل اندازه‌گیری صدا

### ترازسنج صوت

این دستگاه برای اندازه گیری تراز فشار صوت طراحی گردیده است. هر چند که قابلیت و توانایی تراز سنجهای صوتی می‌تواند متنوع باشد .

### ساختمان ترازسنج صوت

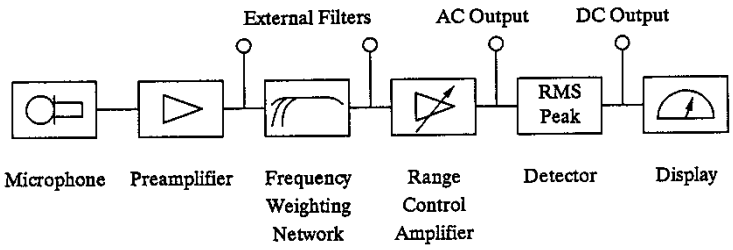
هر تراز سنج صوت دارای حداقل سه بخش اساسی زیر است:

الف- میکروفن (**Microphone**)

ب- پردازشگر ( **Processor** )

ج- نمایشگر (**Display**)

کار هر میکروفن مبتنی بر اعمال فشار صوت بر سطح دیافراگم آن و ایجاد جریان متناظر الکتریکی است. در پردازشگر بسته به قابلیت دستگاه و نیاز اپراتور، اطلاعات دریافتی از میکروفن تقویت (**Amplify** )، توزین (**Weighting** ) و پردازش شده و توسط نمایشگر عقربه‌ای یا دیجیتال مقادیر نمایش داده می‌شود.



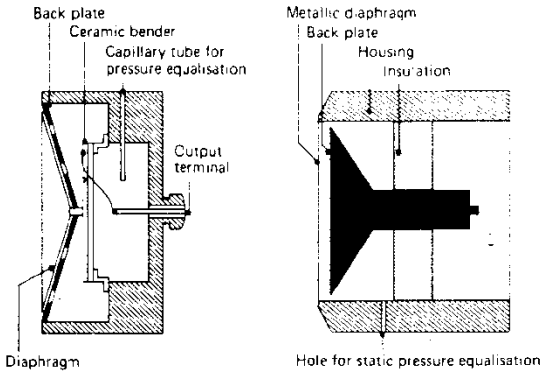

**شکل شماره 1- دیاگرام دستگاه تراز سنج صوت**

- **میکروفن**

میکروفن ها را به چهار گروه اصلی تقسیم می‌کنند: کریستالی، الکتره، دینامیک و خازنی

**– میکروفن کریستالی (Scheramic(Crystal)Microphone)**

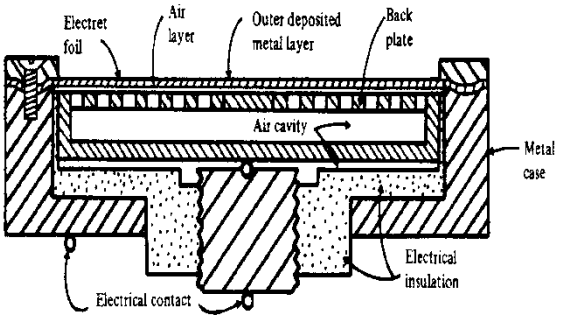
در این نوع میکروفن ازکریستالهای کوارتز استفاده شده و اساس کار آن پدیده پیزوالکتریک است. براساس پدیده مذکور اگر کریستال تحت فشار یا کشش (نیروی مکانیکی) قرارگیرد، ولتاژی در سطح آن برقرار می‌شود که با نیروی وارده نسبت مستقیم دارد. این نوع از میکروفن حساسیت پائینی نسبت به تغییرات رطوبت محیط و نیز میدانهای الکتریکی و مغناطیسی دارد که از محاسن آن است. میکروفن کریستالی نیازمند یک ولتاژ پلاریزاسیون در سطح کریستال برای عمل می‌باشد که از منبع داخل دستگاه تامین می‌گردد. محدودیت این نوع حساسیت به دمای کمتر از **10** درجه سانتیگراد است.




**شکل شماره 2- نمایی از ساختار میکروفن کریستالي**

**– میکروفن الکتره (Electre Microphone)**

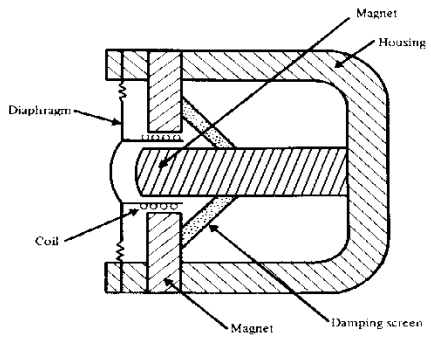
**این میکروفن همانند نوع کریستالی عمل نموده ولی به ولتاژ پلاریزاسیون نیازی ندارد و در ساختمان آن از یک فیلم پلیمری پلاریزه دائم بنام الکتره استفاده شده است. این نوع میکروفن علاوه بر کوچکی حجم قابلیت های بسیار خوبی برای دستگاههای اندازه گیری در محیط کار دارد. شکل (3) ساختمان میکروفن الکتره را نشان می‌دهد.**




**شکل شماره 3- نمایی از ساختار میکروفن الکتره**

**– میکروفن دینامیک(Dynamic microphone)**

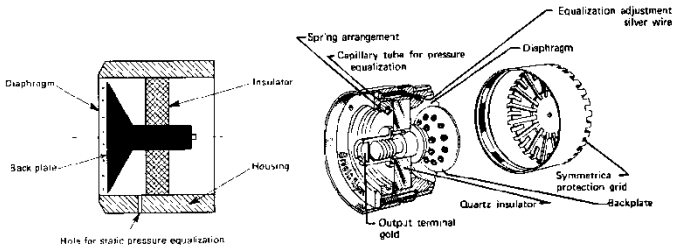
**ساختمان این نوع میکروفن از یک بوبین (سیم پیچ) که در یک میدان مغناطیسی قرارگرفته و دیافراگم متصل به بوبین تشکیل شده‌است. فشار صوت باعث جابجایی و حرکت دیافراگم گردیده و این حرکت باعث تغییر در جریان تعریف شده مدار می‌گردد. میکروفنهای دینامیک به میدانهای الکتریکی و مغناطیسی حساس است ولی حساسیت پائینی به درجه حرارت دارد.**




**شکل شماره 4- نمایی از ساختار میکروفن دینامیك**

**– میکروفن خازنی (Codenser Microphone)**

**این میکروفن از یک خازن تشکیل شده‌است که یکی از صفحات جوشن آن دیافراگمی‌است که تحت کشش یا فشار تغییر مکان پیدا می‌کند. فشار صوت وارد برآن می‌تواند باعث تغییر فاصلهٔ دو صفحه جوشن شده و ظرفیت خازنی را تغییر دهد و این امر باعث تغییر مشخصات تعریف شده مدار می‌شود. این نوع میکروفن در برابر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و همچنین فشار و حرارت مقاوم بوده ولی به رطوبت هوا حساس می‌باشد.**




**شکل شماره 5- نمایی از ساختار میکروفن خازنی**

- **پردازشگر**

**پردازشگر دستگاه تراز سنج شامل تقویت کنندهٔ پالس، کاهش دهنده، شبکهٔ توزین فرکانس، شبکهٔ سرعت پاسخ دستگاه و مدارهای محاسب برای منظورهای خاص می‌باشد.**

**– شبکهٔ توزین فرکانس (Frequency Weighting)**

**با توجه به اینکه دستگاه تراز سنج صوت می‌تواند برای منظورهای مختلفی بکار رود لذا می‌توان مقادیر تراز فشار صوت را براساس شبکه های مختلف توزین فرکانس که در برخی دستگاهها پیش بینی شده است، انتخاب نمود. مثلا" در شبکهٔ A ، این قابلیت مقادیر را در فرکانس مرکزی هر باند فرکانسی با توجه به منحنی عکس العمل گوش توزین نموده و پس از این عمل تراز فشار صوت را نشان می‌دهد.**

**توزین‌های قراردادی دیگری نیز نظیر Linear- D- C- B نیز وجود دارد. دستگاه ترازسنج هنگام توزین فرکانس در برخی فرکانسها تراز صوت دریافتی را کاهش داده و در برخی دیگر (بطور محدود در شبکهD) افزایش می‌دهد. مقادیر بعدا" به SPL کلی تبدیل می‌گردد. در شبکهٔ Lin مقدار نمایش داده شده دقیقاً برابر با تراز واقعی فشار صوت است.**

- **شبکهٔ A**

**گوش انسان به فرکانسهای بم حساسیت کمتری دارد. بعبارت دیگر آستانهٔ شنوایی در این فرکانسها بالاتر است. در شبکهٔ A مقادیر تراز فشار صوت متناسب با حساسیت گوش انسان توزین می‌گردد. تراز اندازه‌گیری شده در این وضعیت بر حسب dBA بیان می‌گردد. در اندازه‌گیری صدا بمنظور تعیین حدود مواجههٔ کارگر از این مقیاس استفاده می‌شود. منحنی توزین فرکانس در شبکه A منطبق با منحنی آستانه شنوایی انسان خصوصاً در ترازهای کمتر از 60 دسی‌بل است.**

- **شبکهٔ B**

**این شبکه بیان کننده عکس‌العمل گوش در ترازهای بالاتر از 60 دسی بل است. این شبکه در عمل استفادهٔ چندانی ندارد ولی برای ترازهای حدود 85 - 55 دسی بل مناسب می‌باشد.**

- **شبکهٔ C**

**این شبکه بیانگر عکس‌العمل گوش در تراز های بالا است، لذا برای اهداف تجزیه فرکانس صوت، کنترل صدا و ترازهای فشار بالاتر از85 dB استفاده می‌شود. همچنین بر اساس نظر ACGIH (2002) برای تعیین حدود سقفی تراز فشار پیک صدای کوبه‌ای نیز از این شبکه استفاده می‌گردد.**

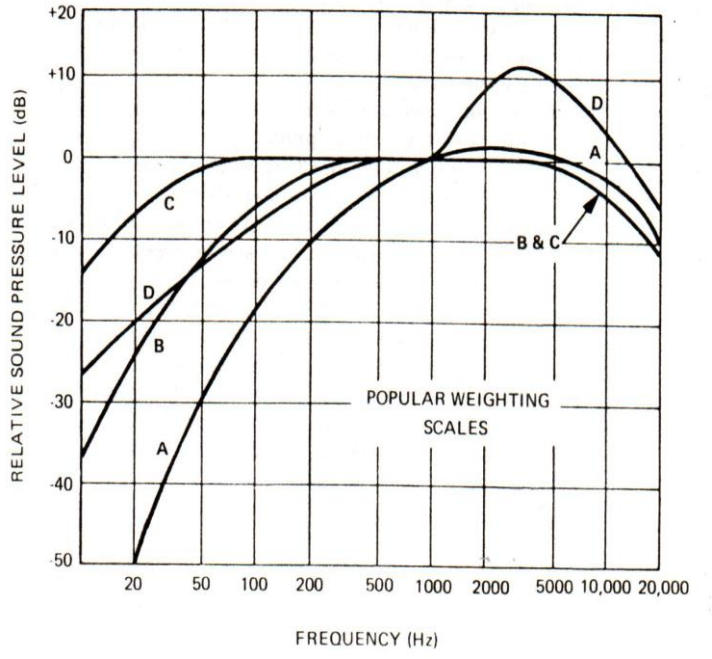
- **شبکهٔ D**

**این شبکه در بررسی صدای ترافیک وسایل حمل و نقل هوایی استفاده می‌گردد. و اثرات تشدیدی گوش در فرکانسهای بالاتر از 1000 هرتز را بخوبی لحاظ می‌کند.**

- **شبکهٔ Lin**

**در این شبکه مقادیر تراز فشار صوت در فرکانسهای مختلف توسط دستگاه تراز سنج صوت بدون تغییر در کمیت، نمایش داده می‌شود. اندازه گیری صدا در این شبکه برای اهداف کنترل صدا و یا اهداف صنعتی کاربرد دارد.**

**برای بررسی صدا در محیط کار آنالیز فرکانس صوت در شبکهٔ C یا Lin انجام می‌گیرد. برای بررسی چگونگی مواجهه کارگر با صدا از شبکه C و برای اهداف کنترل صدا از شبکه C یا Lin استفاده می‌گردد. نمودار 1 منحنی توزین فرکانس را در شبکه های مختلف و جدول شماره 1 نیز مقادیر عددی توزین را برای شبکه A و C نشان می‌دهد.**




**نمودار شماره 1- منحنی تصحیح در هر شبکه توزین فرکانس**

| Weighting Scales | | |
|---|---|---|
| Frequency (Hz) | A Scale | C Scale |
| 20 | −50.5 | −6.2 |
| 25 | −44.7 | −4.4 |
| 31.5 | −39.4 | −3.0 |
| 40 | −34.6 | −2.0 |
| 50 | −30.2 | −1.3 |
| 63 | −26.2 | −0.8 |
| 80 | −22.5 | −0.5 |
| 100 | −19.1 | −0.3 |
| 125 | −16.1 | −0.2 |
| 160 | −13.4 | −0.1 |
| 200 | −10.9 | 0 |
| 250 | −8.6 | 0 |
| 315 | 6.6 | 0 |
| 400 | −4.8 | 0 |
| 500 | −3.2 | 0 |
| 630 | −1.9 | 0 |
| 800 | −0.8 | 0 |
| 1000 | 0 | 0 |
| 1250 | 0.6 | 0 |
| 1600 | 1.0 | −0.1 |
| 2000 | 1.2 | −0.2 |
| 2500 | 1.3 | −0.3 |
| 3250 | 1.2 | −0.5 |
| 4000 | 1.0 | −0.8 |
| 5000 | 0.5 | −1.3 |
| 6300 | −0.1 | −2.0 |
| 8000 | −1.1 | −3.0 |
| 10,000 | −2.5 | −4.4 |
| 12,500 | −4.3 | −6.2 |

**جدول شماره 1- مقادیر تصحیح در هر شبکه توزین فرکانس**

### شبکهٔ سرعت پاسخ دستگاه

اصوات مختلف اعم از یکنواخت، متغیر و کوبه ای در طول زمان تداوم خود دارای تغییرات دامنه فشار بوده و این تغییرات در برخی از آنها لحظه ای است . برای اندازه گیری انواع صدا نمی‌توان حساسیت عکس العمل زمانی دستگاه را یکسان در نظر گرفت. در ترازسنج‌های دقیق لازم است تا سرعت درک یا پاسخ زمانی دستگاه با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت متناسب گردد. برای این کار از شبکه سرعت پاسخ دستگاه کمک می‌گیرند تا اندازه گیری متناسب با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت باشد.

در دستگاههای تراز سنج 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 یک ثانیه برای درک تغییرات دامنه صدا می‌باشد. موقعیت **Fast** برای اندازه گیری تراز فشار صوت منابع متحرک یا اصوات متغیر با زمان و نوبتی مناسب بوده و دستگاه تغییرات سریع دامنه در حد میلی ثانیه را نیز درک می‌کند، موقعیت **Impulse** یا **Impact** برای اندازه گیری اصوات کوبه‌ای یا ضربه‌ای مناسب بوده و دستگاه تراز سنج تغییرات دامنه صدا در حد میکرو ثانیه را درک می‌نماید. در برخی دستگاهها یک قابلیت با عنوان **Peak** برای سرعتهای بالا نیز پیش‌بینی شده‌است که سرعت پاسخ آن بین **Fast** و **Imp** می‌باشد.

**مدارهای محاسب**

**در برخی دستگاههای تراز سنج صوت بسته به استاندارد ساخت دستگاه و کشور سازنده مدارهای محاسب متعددی پیش بینی شده است که امکان اندازه گیری (Max,min ) SPL -(rms)SPL- Leq - SEL را فراهم می‌کند.**

- **نمایشگر**

**نمایشگر دستگاه تراز سنج صوت می‌تواند عقربه‌ای، دیجیتال، نوار نورانی یا نقطه نوری باشد. دقت اندازه گیری و قرائت در نوع دیجیتالی بیشتر بوده و از این نظر ارجحیت دارد.**

## کالیبراسیون تراز سنج صوت

**برای اطمینان از صحت کار اندازه گیری توسط تراز سنج صوت لازم است ابتدا آن را با یک مولد صوتی استاندارد کالیبره نمود. این مولد کالیبراتور استاندارد یا پیستون فون است. این دستگاه در فرکانسهای معینی مثلا" 1 KHz یا 250 Hz تراز معینی از صوت خالص برابر 94 یا 114 دسی بل تولید می‌کند. کالیبراسیون به دو صورت انجام می‌گیرد، کالیبراسیون خارجی و کالیبراسیون داخلی**

- **کالیبراسیون داخلی**

**برخی دستگاههای تراز سنج می‌توانند مدارهای داخلی خود را غیر از میکروفن بصورت داخلی کالیبراسیون نمایند. این عمل بدون استفاده از کالیبراتور بوده و با انتخاب دکمه مناسب هنگام روشن بودن دستگاه بر روی تراز معینی ( معمولا" 94 دسی بل ) کالیبره می‌شود. این کار اگرچه لازم است ولی کافی نیست و برای اطمینان باید کالیبراسیون خارجی صورت گیرد.**

- **کالیبراسیون خارجی**

**برای این کار با استفاده از کالیبراتور استاندارد و توجه به دستورالعمل دستگاه تراز سنج کالیبراتور روشن شده و تراز فشار صوت اندازه گیری می‌گردد. در غیر این صورت بایستی دستگاه را روی حالت سرعت Slow و شبکه A و حالت SPLrms قرار داده، آنگاه پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن کردن کالیبراتور و تراز سنج، بوسیله پیچ تنظیم که بر روی تراز سنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام شود. لازم به ذکر است که باید اندازه میکروفن و رابط کالیبراتور متناسب بوده و خلاصی نداشته باشد. تغییرات فشار هوا حداکثر به اندازهٔ 0.3 dB بر کالیبراسیون مؤثر می‌باشد.**

## انواع تراز سنج‌های صوت

**براساس استاندارد شماره ANSI - SI 4 -1971 (انستیتوی استاندارد ملی آمریکا) ترازسنج ها در 4 گروه طبقه بندی می‌شوند.**

**گروه 1 (Type 1)**

**تراز سنج های نوع دقیق (Precision )دارای بالاترین کیفیت و کمترین خطا بوده و توانائی اندازه‌گیری در شبکه های A,B,C,Lin را داشته و برای مقاصد اندازه‌گیری مناسب هستند.**

**گروه 2 (Type 2)**

نوع استفادهٔ عمومی( **General Purpose** )کیفیت پائین تری نسبت به گروه **1** دارند ولی در اهداف بررسی صدا در محیط کار قابل استفاده می‌باشند.

**گروه 3 (Type 3)**

نوع بازرسی (**Inspection** )بعلت کارایی و دقت پائین برای اهداف بازرسی یا مانیتورینگ کاربرد دارند و دقت آنها حدود **5** دسی بل است.

**گروه S (Type S)**

نوع استفاده ویژه (**Special Purpose** )که با توجه به مشخصات مربوط به محیط استفاده و نوع استفاده طراحی و کاربرد ویژه دارند. این دستگاهها ممکن است جزیی از دستگاه دیگر باشند.

**شکل شماره 6 - تصویر تراز سنج صوت و آنالیزور فرکانس**

**- آنالیزور طیفی صوت (Sound spectral Analyzer)**

تجزیه کننده های صوت بطور معمول برای بررسی توزیع فرکانس صوت در پهنای **1/1** یا **1/3** اکتاوباند طراحی شده‌اند و در برخی دستگاهها با قابلیت بالاتر ممکن است **1/10** اکتاو را نیز تجزیه نمایند. این دستگاهها دارای دو گروه اصلی هستند:

- **آنالیزور باند ثابت (Constant Percentage Bandwidth)**

این نوع آنالیزور با توجه به فیلتر مربوطه گسترهٔ قراردادی و محدودی از فرکانس بین **0.5-200 Hz** را تجزیه می‌کند. آنالیزورهای هترودین (جاروئی) دیجیتالی همزمان از این گروه بوده و عمدتاً آزمایشگاهی و حجیم هستند.

- **فیلترهای درصد باند ثابت**

این گروه دارای فیلترهای اکتاوباند **1/2** - **1/3** - **1/10** می‌باشند که براساس تراز فشار صوت در فرکانس مرکزی پهنه های مختلف **1/2** یا **1/3** یا **1/10** را تجزیه و اندازه گیری می‌کند. پهنای باند فیلتر در این نوع برای فرکانسهای پایین محدود و برای فرکانسهای بالا وسیع بوده و در فرکانس مرکزی از هر باند عمل اندازه گیری را انجام می دهد. این گروه بصورت پرتابل و عمدتا" قابل اتصال به دستگاه تراز سنج صوت می‌باشد.

### دزیمتر صدا (Noise Dosimeter)

در اندازه‌گیری و ارزیابی صدای محیط کار از دیدگاه تعیین مواجههٔ کارگر دقیق ترین روش دزیمتری است. این روش اگر چه از نظر فنی حاوی نکات مهمی‌است ولی برای اعلام گزارش‌های غیر تخصصی یا برای افراد غیر متخصص که با واژه های متداول آشنا نیستند بسیار مناسب می‌باشد.

دقت دزیمتری بخاطر این است که در این شیوه کلیهٔ زمانهای مواجهه کارگر با ترازهای مختلف در طول شیفت محاسبه، و با استفاده از تراز معادل دز دریافتی کارگر در یک شیفت کاری اندازه گیری می‌شود.اساساً دزیمتر فرآیند اثر تجمعی فشار صوت یا حدود مربوط به تراز فشار صوت را دریک دورهٔ زمانی مواجهه (مثلاً **8** ساعته ) نشان می‌دهد.

دز صدا درصدی از میزان مجاز مواجهه کارگر را با صدا نشان می‌دهد. دزیمترها اصولاً در یک ویژگی مشترک هستند و آن این است که بر اساس یک یا چند استاندارد مشخص و بر اساس میزان مواجههٔ کارگر صدا رااندازه‌گیری نموده و دز صدای دریافتی را محاسبه می‌کنند.

در ساختمان هر دزیمتر از یک میکروفن که روی سینه یا یقه کارگر نصب می‌شود، سیم رابط، پردازشگر و نمایشگر استفاده شده است. امروزه دزیمترهائی ساخته شده است که کارآیی متنوعی داشته و علاوه بر محاسبه دز دریافتی، **Leq** ، **SPL** حداقل و حداکثر را و برخی مقادیر دیگر را نیز نمایش می‌دهند. کلیه مقادیراندازه گیری شده تراز در شبکهٔ **A** بوده و برای کار با دزیمتر باید ابتدا آن را کالیبره نموده و بر اساس استانداردهای شناخته شده تنظیم گردد.

### دزیج صدا:

اخیراً با الگو گیری از دزیج های پرتو رادیواکتیو و با استفاده از مبانی ساخت دزیمترها و اصلاح آنها، دزیج های فردی مواجهه با صدا طراحی و به بازار عرضه شده است. این دستگاههای سبک و کم حجم بر مبنای پایه محاسبات دز صدای دریافتی در محدوده شنوایی کارگر را دریافت و پردازش می نماید. در پایان شیفت کاری امکان قرائت مستقیم دز یا انتقال داده ها به نرم افزار کامپیوتر وجود دارد. این وسیله فردی با توجه به اطمینان بالا در تعیین مستقیم میزان مواجهه کارگر با صدا می تواند در صورت بکارگیری صحیح، یک ابزار مطمئن در ارزیابی فردی مواجهه با صدا باشد. شرط استفاده از این دزیمتر فردی، اطمینان از کالیبراسیون و صحیح بودن پایه محاسبات دز می باشد.

## روشهای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا

برای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا، شناخت کامل نسبت به روشهای اندازه‌گیری، خصوصیات محیط کار و چگونگی مواجهه کارگر اهمیت دارد. مهمترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل موارد زیر است:

- تعیین هدف اندازه‌گیري
- گردآوري اطلاعات دقیق از کارگاه
- گردآوري اطلاعات نحوه مواجهه کارگر
- تعیین روش مناسب اندازه‌گیري
- انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیري
- کالیبراسیون

- شناخت استاندارد ها و حدود مجاز مواجهه کارگر

### هدف اندازه‌گیری

اندازه‌گیری صدا می‌تواند به منظورهای گوناگونی انجام گردد:

- اندازه‌گیری صنعتی: بطور مثال اندازه‌گیری صدای یک دستگاه معین برای اهداف عیب یابی یا بازرسی فنی
- اندازه‌گیری محیطی: به منظور تعیین توزیع تراز فشار صوت در سطح کارگاه یا معین نمودن منابع اصلی تولید صدا
- اندازه‌گیری فردی: برای مشخص نمودن میزان مواجهه کارگر
- اندازه‌گیری بمنظور تعیین روش و چگونگی کنترل صدا

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

### وسیله اندازه‌گیری

وسیله اندازه‌گیری بر اساس نوع هدف متفاوت است. در مبحث دستگاهها انواع تراز سنج صوت و دسته بندی آن و نیز کاربرد آنها ذکر گردید. در یک بازرسی ساده صنعتی داشتن یک دستگاه تراز سنج که توانایی اندازه‌گیری تراز فشار صوت را در شبکه **Lin** داشته باشد کافی است ولی برای اندازه‌گیری بمنظور ناحیه بندی، که مناطق احتیاط وخطر در کارگاه را معلوم می‌کند، اندازه‌گیری تراز فشار صوت باید با دستگاهی انجام گردد که قابلیت اندازه‌گیری تراز فشار صوت در شبکه توزین فرکانس **A** با دقت یک دسی بل داشته باشد. در اندازه‌گیری دقیق برای معین نمودن مواجهه کارگر و معین نمودن تراز پیک و تراز مؤثر صدا، لازم است دستگاه دقتی درحدود **0/5** دسی بل و توانایی اندازه‌گیری در شبکه توزین فرکانس **C** و **A** را داشته باشد. برای آنالیز فر کانس بایستی از ترازسنج های دقیق با شبکه‌های **C** و **Lin** همراه آنالیزور کمک گرفت. در دزیمتری نیز باید از دستگاهی که حداقل دارای ویژگی اندازه‌گیری دز و تراز معادل است استفاده نمود.

### کالیبراسیون

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

### گردآوری اطلاعات کارگاه و نحوه مواجهه افراد با صدا

اولین مرحله از فرایند اندازه‌گیری و ارزیابی صدا، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه کارگران می‌باشد. در این مرحله ابتدا نقشه ساده محیط کار که دارای مقیاس و محل نصب دستگاهها، خصوصاً دستگاههای مولد صدا هستند، ترسیم گردیده سپس اطلاعات مربوط به محل های تردد و توقف کارگران، ساعات مواجهه هر گروه کارگران با صدا، اوقات تغییر شیفت و اطلاعات مدیریتی مهم مانند اضافه کاری، کار گردشی و مرخصی ها ثبت می‌گردد. در صورتی که اهداف کنترل صدا نیز مد نظر باشد لازم است که اطلاعات

دقیق و وسیعی علاوه بر موارد ذکر شده از مشخصات فنی دستگاهها و محل استقرار آنها، مشخصات فنی سازه های بنای کارگاه و نیز مشخصات آکوستیکی سطوح داخلی به فهرست اطلاعات اضافه گردد.

### تعیین ایستگاههای اندازه‌گیری

تعداد و محل ایستگاههای اندازه‌گیری در هر کارگاه وابسته به هدف اندازه‌گیری متفاوت خواهد بود. در صورتی که اندازه‌گیری برای ناحیه بندی کارگاه از نظر تراز فشار صوت یا ترسیم نقشه صوتی کارگاه باشد، با توجه به الگویی که بعدا" به تفصیل اشاره خواهد شد اقدام می‌شود. همچنین برای ارزیابی مواجهه کارگر باید نقاط توقف یا تردد کارگر در ناحیه شنوایی مد نظر قرار گیرد.

### حد مجاز مواجهه

نظر به اینکه مقادیر توصیه شده توسط سازمانهای مختلف برای مواجهه مجاز متفاوت است، برای ارزیابی و اظهار نظر در مورد تعیین حدود مجاز، لازم است یکی از توصیه های حدود مجاز انتخاب گردد. لازم به ذکر است که کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور که زیر نظر وزارت بهداشت می‌باشد فهرستی را تحت عنوان**OEL** (**Occupational Exposure Limit**) منتشر نموده است که معیار کشوری حدود مجاز مواجهه می‌باشد.

## روشهای اندازه‌گیری

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

- **اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی**

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

1 - روش شبکه ای منظم برای تهیه نقشه صوتی

2 - روش اندازه گیری محیطی ویژه مانند اندازه گیری صدای یک منبع، مقاصد پژوهشی یا کنترل صدا

- **روش شبکه ای منظم**

این روش برای تهیه نقشه ناحیه بندی صدا و مشخص نمودن نواحی مختلف کارگاه بر اساس محدوده های تعیین شده تراز فشار صوت اجرا می گردد. در این روش کارگاه به صورت شبکه ای منظم به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر خانه یک ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد. طبعا" هر چه ابعاد خانه ها کوچکتر یا مساحت کارگاه بزرگتر باشد تعداد این خانه ها بیشتر خواهد بود. هر چند زیاد بودن تعداد خانه ها برای حصول به نتیجه مطلوبتر است ولی امکانات و نفرات و زمان نیز دارای محدودیت بوده و عملا زیاد بودن تعداد نقاط اندازه‌گیری مطالعه را با مشکل مواجه خواهد ساخت. لذا می‌توان برای کارگاهها با توجه به مساحت و امکانات تعداد معین و محدودی ایستگاه انتخاب نمود. در این شیوه، کارگاههای تا یکصد متر مربع را به خانه ها با ابعادی حدود **2** متر، کارگاههای وسیعتر را به خانه ها با ابعاد حداکثر **5** متر و کارگاههای بیش از یک هزار متر مربع مساحت را که اغلب دارای منابع صوتی بزرگ هستند به خانه ها با ابعاد **10** متر تقسیم بندی می‌شود. تعداد کمتر از **20** ایستگاه برای تحلیل داده ها ایجاد مشکل می نماید و تعداد بیش از **60** ایستگاه

نیز با توجه به طول مدت زمان اندازه گیری و تغییر احتمالی شرایط صوتی کارگاه اعتبار داده ها را دچار مشکل می نماید. لذا محدوده مناسب تعداد ایستگاه در هر کارگاه بین **20** تا **60** پیشنهاد می گردد. پس از انجام اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مقیاس **A** در مرکز تمام خانه ها، نتایج روی نقشه یا در جدول کد بندی شده مربوطه درج شده و در مرحله بعد با توجه به سه محدوده از تراز فشار صوت، با رنگ، هاشور یا کد مربوطه نقشه رنگی محدوده بندی شده ترسیم می‌شود:

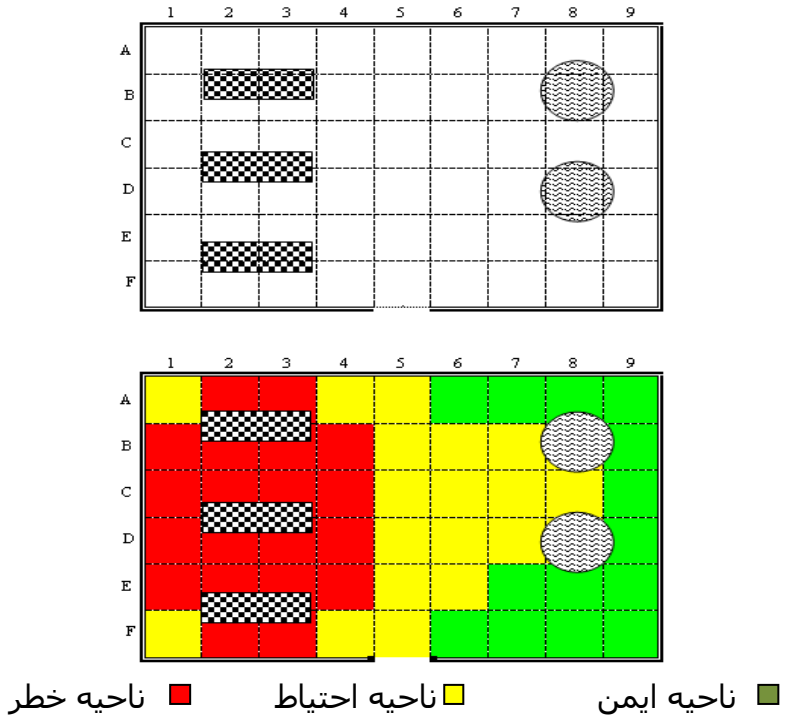
1- محدوده ایمن **(SPL < 65 dBA)** با رنگ سفید یا سبز و یا کد **S** (**safe**)

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

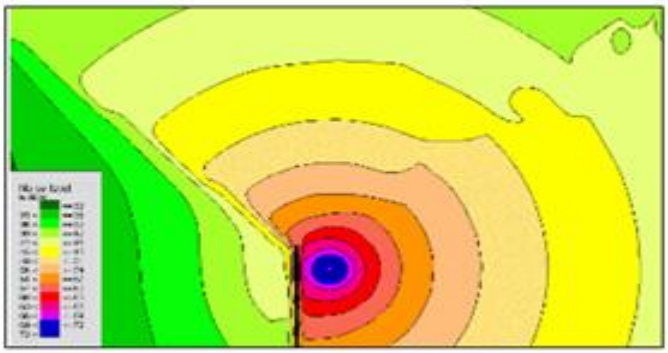
**3** - محدوده خطر **(SPL ≥ 85 dBA)** با رنگ قرمز یا کد **D** (**Danger**)

توضیح اینکه مرز محدوده خطر بر اساس طول زمان مواجهه کارگر با صدا در هر شیفت تعیین می گردد که در اینجا برای **8** ساعت کار آمده است. لذا در صورتی که کارگران مواجهه طولانی تری داشته باشند این حد بطور متناسب کاهش خواهد یافت.

نقشه صوتی می تواند به صورت دستی یا با استفاده از نرم افزارهای گرافیکی نظیر **SURFER** یا **ArcGIS** ترسیم گردد. بر روی نقشه مذکور باید منابع اصلی مولد صدا ترسیم گردد. حاصل کار نقشه ناحیه بندی شده کارگاه با رنگ، هاشور یا کد است که در آن نواحی ایمن، احتیاط و خطر مشخص شده است.کاربرد این روش تعیین محل محدوده های خطر و تعیین تعداد و درصد کارگران مشغول کار در این نواحی می باشد. برای کنترل مواجهه کارگران، باید توقف یا تردد در نواحی خطر محدود و بررسی های جامع و دقیقی در این محدوده ها انجام گردد.




**شکل شماره 7- نمونه نقشه صوتی به روش ناحیه بندي**



شکل شماره 8- نمونه نقشه صوتي ترسیمی با نرم افزار

- **اندازه‌گیری محیطی صدا برای یک منبع خاص**

این روش در دو حالت قابل استفاده است:

الف - در صورتی که دستگاه مورد نظر تراز های 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 تراز متوسط فشار صوت ( $\overline{LP}$ ) برای آن منبع تراز فشار صوت محاسبه می‌گردد.

ب - اگر هدف اندازه‌گیری، اعلام تراز فشارصوت برای یک منبع صوتی خاص، به عنوان نماینده صدای تولید شده آن منبع باشد در این صورت با توجه به تغیرات تراز فشار صوت منبع در زمانهای مختلف، لازم است تراز فشار صوت در چند مرحله از کار دستگاه مولد اندازه‌گیری شده و سپس نتایج با استفاده از فرمول تراز متوسط فشار صوت( $\overline{LP}$ ) محاسبه و به عنوان تراز آن منبع اعلام می‌گردد.

این روش به تنهایی معیاری برای مشخص نمودن مواجهه کارگر نسیت بلکه فقط تراز متوسط فشار صوت را برای یک دستگاه در شرایط کاری مربوطه نشان می‌دهد. در صورتیکه دستگاههای دیگری نیز بطور همزمان مشغول کار باشند، نتایج بیان کننده متوسط تراز در محدوده همان دستگاه است. در صورتی که نتایج اندازه‌گیری کلی تراز و نقشه های صوتی تهیه شده حاکی از بالا بودن تراز فشار صوت باشد، در این صورت ممکن است برای اعمال روشهای فنی کنترل لازم باشد تا منابع اصلی صوت مشخص گردند. استفاده از روش تفاضل تراز های فشار صوت می‌تواند وجود منابع اصلی صدا را در کارگاه برای اقدامات بعدی مشخص نماید.

- **اندازه‌گیری موضعی بمنظور ارزیابی مواجهه کارگر**

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

1- اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای یکنواخت

2 - اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت های معین با صدای متغیر با زمان و نوبتی

3 - اندازه‌گیری مواجهه کارگر در مدت های نامعین با صدای متغیر با زمان

4 - اندازه‌گیری مواجهه کارگر با صدای کوبه ای و ضربه ای

در اندازه‌گیری به منظور تعیین حدود مواجهه کارگر، باید در نظر داشت که اندازه‌گیری صرفاً در محل های توقف یا تردد کارگر و در ناحیه شنوایی وی انجام گردد.

**شکل شماره 9– نحوه ارزیابی صدا در محل شنوایی کارگر**

ارزیابی مواجهه کارگر با صدا مستلزم اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مقیاس **A** و تعیین مدت زمان مواجهه برای هر کارگر بطور مجزا می‌باشد. مراحل کار برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه کارگر با صدا به صورت زیر پیشنهاد می‌گردد:

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

**2**- تعیین ایستگاه یا ایستگاههای اندازه‌گیری: برای این کار ترجیحاً محل استقرار یا محلهای توقف کارگر تعیین و به عنوان ایستگاه اندازه‌گیری ثبت می‌شود و در همان ایستگاهها در منطقه شنوایی کارگر بدون مزاحمت برای کار وی بر اساس الگوی مناسب اندازه‌گیری صورت گیرد.

**3**- تلفیق ترازهای صوتی مواجهه با مدتهای مواجهه بطوری که بتوان با استفاده از تراز معادل، **TWA** یا دز در خصوص مواجهه کارگر اظهار نظر نمود.

**4**- مقایسه نتایج با حدود مجاز و جواب روشن به این سوال که: مواجهه کارگر در حد مجاز است یا بیش از حد مجاز.

یادآوری می‌گردد که هر ارزیابی مخصوص یک کارگر است و در صورت مشابهت در مواجهه بایستی برای هر کارگر میزان مواجهه معلوم گردد. با توجه به متنوع بودن شرایط کار کارگران، بر اساس نحوه مواجهه و نوع صدای محیط، روشهای اجرایی مختلفی برای اندازه‌گیری و ارزیابی پیشنهاد می‌گردد. برای تعیین میزان مواجهه کارگر با صدا، با توجه به اینکه حالات متنوعی قابل تصور می باشد، کارشناس ابتدا باید با اطلاعاتی که قبلاً گرد آوری نموده است الگوی مواجهه کلی کارگر در یک شیفت را معلوم نماید و بر اساس تشخیص الگوی کلی از یکی از روشهای زیر برای اندازه گیری و ارزیابی میزان مواجهه استفاده نماید. در این الگوریتم بین کارگری که فقط با صدای یک منبع صوتی با کارگری که با منابع متعدد مواجهه دارد تفاوتی وجود ندارد نکته مهمی که باید مد نظر قرار گیرد این است که نبایستی در زمان اندازه‌گیری صدا تغییری در وضعیت و شرایط کار، منابع صوتی یا محل استقرار کارگر ایجاد شود:

**1**- در صورتی که کارگر در طول شیفت کاری با صدای یکنواخت مواجهه داشته باشد، می‌توان در ایستگاه توقف یا در نقاط تردد وی سه بار اندازه‌گیری را تکرار و نتایج را با استفاده از فرمول $\overline{LP}$ میانگین لگاریتمی تراز فشار صوت مواجهه کارگر را محاسبه و ثبت نمود. اظهار نظر نهایی با عنایت به مدت زمان مواجهه کلی، می تواند با مقایسه با جدول حدود مجاز یا از طریق محاسبه دز دریافتی یا تراز معادل انجام می گردد. محاسبه تراز معادل **8** ساعته یا دز صدای دریافتی با توجه میانگین تراز مواجهه محاسبه شده و مدت زمان مواجهه انجام می گردد.

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

3- اگر کارگر در یک یا چند ایستگاه کاری در زمانهای نامشخص با تراز های فشار صوت متفاوت مواجهه داشته باشد تنها راه اندازه‌گیری قابل اعتماد، دزیمتری صدا توسط دستگاه دزیمتر است. اندازه‌گیری طولانی مدت توسط دستگاهی که توانایی انجام محاسبات در حالت $L_{eq}$ را داشته باشد نیز می‌تواند جایگزین این روش گردد.

4- برای کارگری که با صدای نوبتی مواجهه دارد باید اندازه گیری صدا در حالات مختلف دوره های مواجهه انجام گردد و پس از برآورد یا ثبت مدت زمان مواجهه با دوره های تکرار صدا، می توان مقادیر را به شاخص دز یا تراز معادل تبدیل نمود و در این مرحله به راحتی قابل مقایسه با مقادیر مجاز می باشد.

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

## آنالیز فرکانس صدا

آنالیز فرکانس صوتی با ترتیبات و شرایطی که قبلاً گفته شده است می‌تواند برای هر ایستگاه انجام گردد. آنالیز فرکانس اغلب برای ایستگاههایی انجام می‌گردد که تراز فشار صوت در آنها نگران کننده باشد. در بررسی محیطی صدا نیازی به آنالیز فرکانس نیست، اما در ایستگاههایی بدلیل اهمیت مکانی یا بالا بودن تراز فشار صوت یا توقف کارگر به تشخیص کارشناس آنالیز انجام می‌گردد. در بررسی‌های معمولی اغلب انجام آنالیز فرکانس در یک اکتاوباند کفایت می کند و آنالیز یک سوم اکتاوباند برای اهداف پژوهشی یا برای ایستگاههای دارای اهمیت زیاد است که باید در آنها کنترل صدا صورت گیرد. در بررسی صدا برای تعیین میزان مواجهه کارگر بهتر است همیشه در حالت معمول کاری، حداقل یک نتیجه آنالیز فرکانس به همراه اندازه‌گیری کلی صدا انجام و پس از ارزیابی در پرونده کارگر ثبت شود. پروندهایی که دارای ادیومتری دوره‌ای هستند الزاماً بایستی حاوی اطلاعات مربوط به مواجهه کارگر با صدای صنعتی نیز باشند تا بتوان با مقایسه آنها بر روند حفظ سلامت کارگر نظارت داشت. بطور کلی آنالیز فرکانس برای مقاصد زیر انجام می‌گردد:

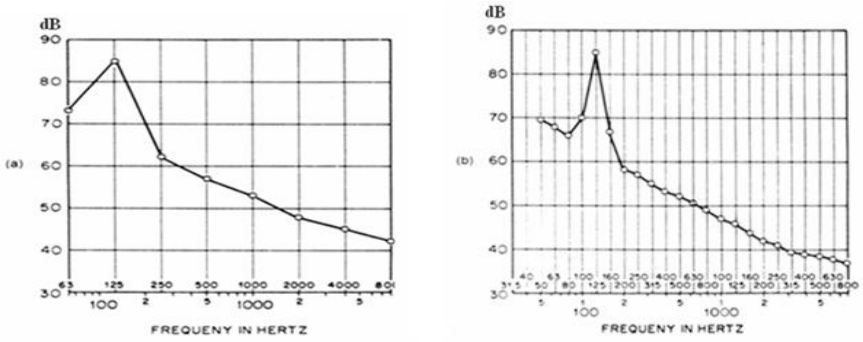
1- مطالعه محیطی و مواجهه فردی با صدا برای تعیین ماهیت توزیع آن در فرکانسها و ارزیابی آن برای تعیین روشهای کنترل فنی.

2- مطالعه صدا در محل توقف کارگر یا پست کاری وی برای تعیین توزیع تراز فشار صوت در فرکانسها برای ارزیابی دقیق مواجهه و برآورد صدمات احتمالی برای برنامه ریزی پایش و کنترل مدیریتی.

3- آنالیز فرکانس بمنظور انتخاب وسیله حفاظت فردی. این هدف یکی از فراگیرترین کاربردهای آنالیز فرکانس صدا در محیط کار است. زیرا نوع حفاظ شنوایی باید منطبق بر آنالیز فرکانس صدا باشد.

4- آنالیز فرکانس می‌تواند در هر یک از شبکه‌های توزین فرکانس انجام شود، اما توصیه شده است که در شبکه **C** انجام گردد. دلیل مهم آن عکس‌العمل گوش به صدا در پهنه فرکانسی در ترازهای بیش از **85** دسیبل است. دلیل دیگر نشان دادن ماهیت واقعی صدا با توزین ضعیف است. در هر حال برای هر ایستگاه طبق فرم های یکسان سازی شده باید همراه با آنالیز فرکانس، اندازه‌گیری تراز کلی صدا در شبکه **A** برای تعیین میزان مواجهه کلی و شبکه **C** برای اطمینان از صحت آنالیز فرکانس انجام و در فرم ثبت شود. در پایان کار باید صحت اندازه‌گیری آزمون شود. با انجام جمع لگاریتمی ترازهای فشار صوت در فرکانسهای مرکزی باید به عددی برسید که نزدیک به تراز فشار صوت کلی اندازه‌گیری شده در همان ایستگاه و در همان شبکه توزین است. برای مثال اگر آنالیز فرکانس در یک اکتاوباند و در شبکه **C** انجام شده باشد، نتیجه جمع لگاریتمی باید نزدیک به تراز کلی صدا در همان ایستگاه و در شبکه **C** باشد در غیر این صورت یکی از اندازه‌گیریها یا هردوی آنها از اعتبار ساقط است.

اگرچه آنالیز فرکانس یک اکتاوبند کافی بنظر می‌رسد اما در بررسیهای دقیق برای تعیین توزیع واقعی‌تر تراز فشار صوت در پهنه فرکانسی، در صورت قابلیت دستگاه اندازه‌گیری در یک سوم و حتی یک دهم نیز امکان آنالیز فرکانس وجود دارد. از نظر تجاری ترازسنجهای صوت گروه یک و گروه دو دارای قابلیت آنالیز می‌باشند و نوع یک اغلب در یک یا یک سوم اکتاو باند قابلیت تجزیه صوت را دارد. بدیهی است که دقت در آنالیز تشخیص را آسان می‌کند اما در انواعی از ترازسنجها که آنالیز را به صورت دستی یا مرحله به مرحله انجام می‌دهند زمان بیشتری باید صرف شود. در انتخاب دستگاههای تراز سنج ارجحیت با آنهایی است که می‌توانند بطور همزمان با اندازه‌گیری تراز کلی، آنالیز فرکانس را نیز انجام دهد اما این توصیه نباید کیفیت و دقت اندازه‌گیری را تحت‌الشعاع قرار دهد. نمودارهای زیر تفاوت دقت این دو مبنا را برای یک ایستگاه نشان می‌دهد. ملاحظه می گردد که در هردو نمودار فرکانس اصلی یا فرکانس غالب **125** هرتز می باشد.




**نمودار شماره 2- مقایسه نتایج آنالیز فرکانس صوت در یك اکتاو باند (a) و یك سوم اکتاوباند (b)**

**استانداردها و حدود مجاز مواجهه شغلی با صدا**

**استاندارد های بین المللی یا فراملیتی وجود دارند که مبنای کاربرد دستگاهها یا اصول کلی اندازه گیری صدای شغلی را بیان نموده اند. استانداردهای مهم و مورد استفاده را می توان شامل کد های زیر دانست :**

**1- ISO-TC/211 series, ISO-19125, ISO-1999, ISO-9612**

**2- ANSI-S 1.4-1983, ANSI-S 1.6-1984, ANSI-S 1.10-1966,**

**3- ANSI-S 1.12-1967, ANSI-S 12.19-1996**

**در ارتباط با حدود مجاز مواجهه شغلی توصیه نامه های فراملیتی و کشوری وجود دارد که از بین آنها ACGIH, NIOSH, OSHA و کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور را می توان نام برد.**

**در گذشته برای صدای کوبه ای و پیوسته حدود مجاز مواجهه متفاوت بود ولی امروزه یک الگوی واحد برای مواجهه مجاز مورد پذیرش قرار گرفته است. اصولاً در بیان حد مجاز صدا یک تراز معین در مقیاس A برای 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت کار هفتگی (و 44 ساعت کارهفتگی در ایران) اعلام گردیده و حد سقفی برای مواجهه نیز آستانه دردناکی یا 140 دسی بل اعلام شده است. در صورتی که کارگر بیش از تراز مجاز مواجهه داشته باشد زمان مجاز مواجهه وی باید کاهش یابد. به طور قراردادی به ازای افزایش 3 یا 5 دسی بل تراز فشار صوت مدت زمان مجاز مواجهه نصف می‌گردد. این شیوه را تحت عنوان قاعده 3 یا 5 دسی‌بل می‌نامند ( 3 or 5 dB Rule ).**

**بر این اساس سازمانها و کشور های مختلف از الگوهای متفاوتی پیروی می‌کنند. مهمترین مقادیر توصیه شده برا ی تراز مجاز فشار صوت و زمان مجاز مواجهه با صدا در جداول شماره 6و7 آمده است.**

**استاندارد مورد پذیرش در ایران بر اساس توصیه کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور، تراز فشار صوت 85 دسی بل با قاعده 3 دسی بل است.**

**بر اساس این حد مجاز، زمان مجاز مواجهه با صدا از طریق رابطه زیر تعیین می‌شود:**

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

***Ta**: مدت زمان مجاز مواجهه روزانه **(hr)***

***SPL**: تراز فشار صوت **(dB)***

**در صورتی که حد مجاز 8 ساعته 90 دسی‌بل و قاعده 5 دسی‌بل باشد (همانند حد مجاز OSHA) فرمول مدت زمان مجاز کار به صورت زیر خواهد بود:**

$$t_a(hr) = \frac{8}{2^{\left[\frac{SPL-90}{5}\right]}}$$

**در دو رابطه فوق در صورتی که کارگر فقط یک مواجهه داشته باشد یا مواجهه های متعدد آن به تراز معادل 8 ساعته تبدیل شده باشد مستقیماً قابل استفاده است ولی در صورتی که مبنای محاسبه تراز معادل 8 ساعته نباشد زمان مبنا که معمولا جمع کل زمانهای مواجهه است به جای عدد 8 در صورت کسر قرار می گیرد.**

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

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

**T**: زمان موظف مواجهه با صدا به ساعت

**$Lp_a$**: تراز فشار صوت مجاز برای مدت زمان موظف مواجهه **(dB)**

**مثال**

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

$$t_a = \frac{8}{2^{\left[\frac{88-85}{3}\right]}} = 4h$$

**مثال**

اگر کارگری موظف به توقف و کار در محلی بمدت **6** ساعت باشد، تراز فشار صوت مجاز را برای وی محاسبه کنید.

$$LP_a = 94 - 10\log 6 = 86.2dBA$$

مقادیر **$E_A$** نیز در توصیه **BOHS** برای یک دوره کاری **30** ساله برابر **105dBA** ، برای یــک دوره **20** ســاله **103 dBA** و برای یک دوره **10** ساله **100 dBA** تعیین شده است. قاعده **3** دسی بل برای محدوده **90** تــا **135** دسی بل در این معیار قابل استفاده است.

$$\mathbf{E_A(dB) = Leq + 10log\frac{T_1}{T_0}}$$

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

$T_0$**=1years** تعداد سالهای مواجهه**:T**/تعداد روزهای مواجهه فرد در سال: **t**

تراز نشری(**$E_A$**):با تراز نشری می توان حدتجمعی مواجهه با صدا را در یک دوره شغلی چند ساله محاسبه نمود.

| تراز فشار صوت مجاز برای **8** ساعت کار روزانه و **40** ساعت هفتگی **dBA** | قاعده برای نصف شدن زمان مجاز مواجهه **dB** | سازمان یا کشور توصیه کننده یا به کار گیرنده |
|---|---|---|
| **90** | **5** | **OSHA*** |
| **90** | **3** | **ISO** و **BOHS** و کشورهای اروپایی و بلوک شرق |
| **85** | **3** | **NIOSH**** ,**ACGIH**** کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران |
| * حد سقفی **115 dBA** ** حد سقفی **140 dBA** | | |

**جدول شماره 2- حدود مجاز مواجهه با صدا در محیط کار**

| محدوده زمان مجاز | مواجهه مجاز روزانه $t_a$ | تراز فشارصوت $SPL_{TWA}$ dB(A)* |
|---|---|---|
| ساعات مجاز | 16 | 82 |
| | 8 | 85 |
| | 4 | 88 |
| | 2 | 91 |
| | 1 | 94 |
| دقیقه های مجاز | 30 | 97 |
| | 15 | 100 |
| | 7/5 | 103** |
| | 3/75 | 106 |
| | 1/88 | 109 |
| | 0/94 | 112 |
| ثانیه های مجاز | 28/12 | 115 |
| | 14/06 | 118 |
| | 7/03 | 121 |
| | 3/52 | 124 |
| | 1/76 | 127 |
| | 0/88 | 130 |
| | 0/44 | 133 |
| | 0/22 | 136 |
| | 0/11 | 139 |

تذکر: مواجهه کارگر برای صدای مداوم متناوب و کوبه ای حداکثر **140 dBC** است.

* تراز فشار صوت بر حسب دسی بل در مقیاس **A** است که دستگاه تراز سنج بایستی طبق استاندارد**(ANSI (SI-4-1983** قابلیت اندازه‌گیری در سرعت **Slow** و شبکه **A** را داشته باشد.

** صداهای بالاتر از این محدوده باید در منبع تولید با روشهای فنی کنترل شود( نه با روشهای مدیریتی)

**جدول شماره 3- مقادیر مجاز مواجهه با صدا بر اساس حد مجاز کشوري ایران و(ACGIH2006)**

| فرکانس / مدت تماس در روز | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ساعت | 96 | 92 | 88 | 86 | 85 | 85 | 86 |
| 4 ساعت | 103 | 96 | 91 | 88 | 86 | 85 | 87 |
| 2 ساعت | 110 | 101 | 94 | 91 | 88 | 87 | 90 |
| 1 ساعت | 118 | 107 | 99 | 95 | 91 | 90 | 95 |
| 30 دقیقه | 126 | 114 | 105 | 100 | 95 | 92 | 99 |
| 15 دقیقه | 135 | 122 | 112 | 106 | 99 | 98 | 104 |
| 7 دقیقه | 135 | 135 | 122 | 114 | 105 | 104 | 120 |
| 3 دقیقه | 135 | 135 | 134 | 124 | 113 | 111 | 120 |
| کمتر از 1.5 دقیقه | 135 | 135 | 135 | 134 | 124 | 121 | 130 |

**جدول شماره 4– مقادیر حد تماس شغلی صدای کشوری در فر کانسهای مرکزی اکتاوباند(مبنای 0.0002 میکروبار) به دسیبل**

## دزیمتری

قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه کارگر، دزیمتری است زیرا در تمام طول شیفت دستگاه دزیمتر بهمراه کارگر مواجهه واقعی وی را اندازه‌گیری نموده و در پایان شیفت دز دریافتی صدا را نشان می‌دهد. جهت اندازه‌گیری ابتدا دزیمتر را کالیبره نموده و با استاندارد مورد قبول تنظیم می‌نمایند سپس آن را به کمر کارگر و میکروفن آنرا به یقه وی نصب نموده، در پایان شیفت می‌توان با توجه به کارایی دزیمتر مقادیر دز یا تراز معادل مواجهه **8** ساعته و یا سایر پارامترهای پیش بینی شده در دستگاه را قرائت و ثبت نمود. آنچه که در هنگام استفاده از دزیمتر ها 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)*

با توجه به استاندارد ایران رابطه به صورت زیر خواهد بود:

$$D(\%) = 12.5\sum_{i=1}^{n} t_i anti\log\left(\frac{SPL_i - 85}{10}\right)$$

***D**: دز صدا به درصد*

***$SPL_i$**: تراز فشار صوت*

***$t_i$** : زمان هر بار مواجهه با صدا به ساعت*

در صورتی که کارگر فقط با یک تراز فشار صوت در زمان مشخصی مواجهه داشته باشد محاسبه با استفاده از رابطه زیر خواهد بود:

$$D(\%) = 12.5t \times anti\log\left(\frac{SPL - 85}{10}\right)$$

***t**: زمان مواجهه با صدا به ساعت*

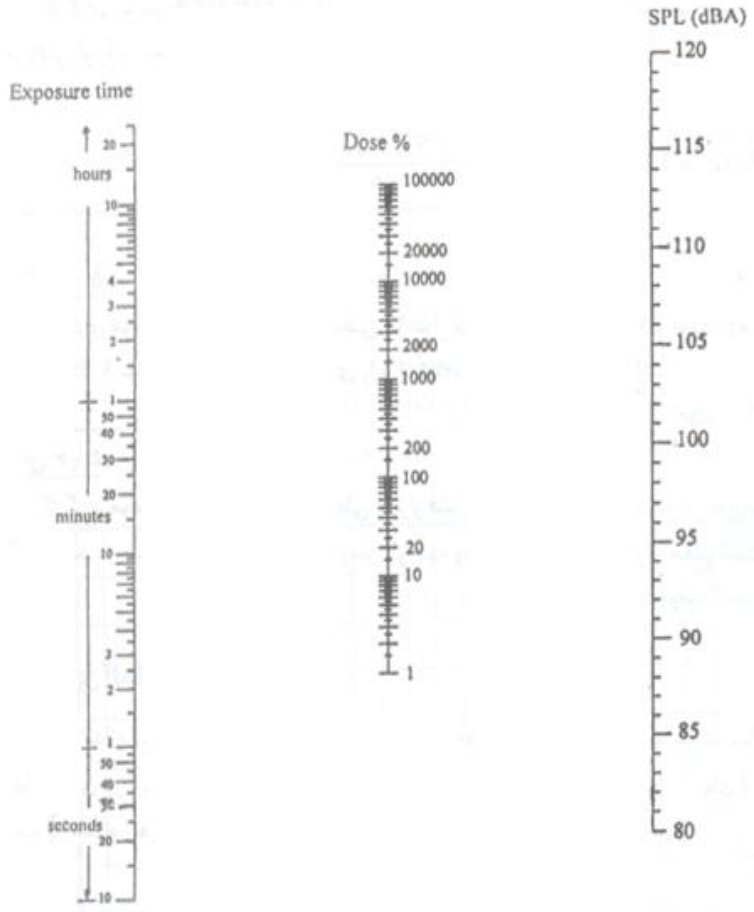
## روش انجام دزیمتری

دزیمتری به دو روش طولانی مدت و کوتاه مدت قابل انجام می باشد. در روش طولانی مدت پس از آماده سازی دستگاه و اطمینان از کالیبراسیون و مبنای محاسبات، میکروفن دستگاه به یقه کارگر متصل می گردد و کابل آن از طریق پشت شانه به کمر در محل نصب دزیمتر روی کمربند هدایت و ثابت می شود. پس از اتمام شیفت کاری یا مدت مواجهه کارگر، قرائت دز صورت می گیرد. این روش هر چند بسیار دقیق و در صورت عدم مداخله

مخرب قابلیت اطمینان بالایی در تعیین میزان مواجهه کارگر دارد، اما به دلیل طولانی مدت بودن و صرف وقت زیاد برای تعداد کثیر کارگران مقرون به صرفه نیست. راه دیگر استفاده از روش دزیمتری کوتاه مدت است.

در روش دزیمتری کوتاه مدت در صورتی که الگوی مواجهه کارگر دارای تناوب معینی باشد در یک دوره کوتاه زمانی و حداقل **15** دقیقه در هر بار مواجهه دزیمتری انجام می گردد و برای کل آن دوره دز دریافتی محاسبه می شود. بنا بر این بدون نیاز به دزیمتری طولانی مدت می توان در هر شیفت کاری برای چندین کارگر دزیمتری صدا انجام داد. به طور مثال اگر دز کوتاه مدت **15** دقیقه ای برای کارگری که با صدای یکنواخت به مدت **8** ساعت عدد **6٪** را نشان دهد این بدان معنا است که در هر ساعت **24٪** و در طول شیفت **192٪** دز دریافتی داشته است.

نمودار شماره **2** جهت تعیین دز دریافتی با استفاده از تراز فشار صوت محیط و زمان مواجهه فرد در هر شیفت بر اساس استاندارد ایران است. با استفاده از این نموگرام می‌توان با داشتن دو مورد از سه کمیت: تراز فشار صوت، دز و زمان مواجهه کمیت سوم را مشخص نمود. این نموگرام می‌تواند در تعیین دز دریافتی، تعیین ساعت مجاز با توجه به تراز فشار صوت محیط مورد استفاده قرار گیرد.




**نمودار شماره 2- نموگرام تعیین دز با استفاده از تراز فشار صوت و زمان مواجهه کارگر**

**مثال**

**کارگری 2 ساعت با تراز فشار 90 و 6 ساعت با تراز 86 دسی بل مواجهه دارد. با توجه به استاندارد ایـران دز دریافتی وی را حساب کنید.**

$$Dose = 12.5 \times \left[ \left( 2 \times anti\log \frac{(90-85)}{10} \right) + \left( 6 \times anti\log \frac{(86-85)}{10} \right) \right] = 173.4\%$$

**مثال**

**کارگری موظف به انجام کار در محیطی با تراز فشار صوت 91dBA و مدت زمان موظف کار 8 ساعت اسـت، دز دریافتی وی را با استفاده از نموگرام تعیین نمایید.**

**جواب: 400٪**

**مثال**

**کارگری موظف به انجام کار در محیطی با تراز فشار صوت 91dBA است، در صورتی که دز صـد در صـد مـورد نظر باشد، مدت زمان مواجهه وی با استفاده از نموگرام چقدر است؟**

**جواب: 2 ساعت**

## پروژه –1

در یک سالن نوشابه پرکنی تعداد 6 نفر در هر شیفت مشغول کار هستند. ابعاد سالن 14× 22 متر و ارتفاع آن 6 متر است. سطوح داخلی شامل کف از جنس سیمان، دیوارها کاشی و سقف سبک از جنس فلزی است. تعداد ایستگاههای اندازه‌گیری محیطی با فواصل یکسان با کسر موانع 53 ایستگاه و تعداد ایستگاههای با تراز کمتر از 85 دسیبل 5 ایستگاه بوده است. حداقل تراز فشار صوت در سالن 82/5dBA و حداکثر در حالت صدای زمینه 94/9 dBA و تراز پیک در کنار دستگاه بطری پرکنی هنگام ترکیدن برخی شیشه ها بصورت صدای کوبه‌ای 107/7 dBA بوده است. در این پروژه بخاطر اهمیت مورد تنها پست کاری بطری پرکن از نظر مواجهه فردی با صدا مورد ارزیابی قرار گرفته است. مراحل کار بصورت زیر است:

الف- طبق اندازه‌گیری صدای زمینه در سه ایستگاه که کارگر بیشترین توقف را داشته تراز فشار اندازه‌گیری و از طریق متوسط‌گیری لگاریتمی 90/8 dBA محاسبه گردید.

ب- اضافه کاری متوسط روزانه 2 ساعت لحاظ شده است.

ج- برخی بطریها بعلت عدم تحمل فشار گاز $CO_2$ می‌ترکند که تراز فشار صوت در این حالت 107/7 dBA بوده است. تعداد متوسط آن در هر شیفت کاری با احتساب اضافه کاری 40 مورد با برآورد زمان تداوم لحظه‌ای 0/5 ثانیه بوده است. جمع کل زمان این تراز در شیفت 20 ثانیه برآورد شده است.

د- کارگر مورد نظر در مجموع یکساعت خارج از سالن است که تراز آن در محاسبه نقشی نداشته است. کارگر از یک حفاظ روگوشی استفاده کرده است که مشخصات فنی آن معلوم نیست.

ه- تراز معادل 8 ساعته بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$L_{eq} = 10\log\left[\frac{1}{480}\times\left[(0.3\times10^{10.77}) + (539.6\times10^{9.08}\right]\right] = 93.94dBA$$

و- دز دریافتی روزانه برای تراز معادل مواجهه فوق خواهد بود:

$$D = 12.5\times9\times10^{\left(\frac{93.94-85}{10}\right)} = 881.5\%$$

ز- مدت زمان مجاز مواجهه روزانه بر اساس تراز معادل خواهد بود:

$$T_a(hr) = \frac{8}{2^{\left[\frac{93.94-85}{3}\right]}} = 1.0hr$$

**ارزیابی:**

- ✓ **مواجهه کارگر بیش از حد مجاز است.**
- ✓ **دز دریافتی کار گر بیش از 8 برابر حد مجاز است.**
- ✓ **کارگر مجاز است که فقط روزانه یکساعت در این پست کار کند.**
- ✓ **تراز فشار ناشي از شكستن بطريها به ميزان حدود 4 دسيبل بر تراز صداي زمينه كه خود نيز از حد مجاز بيشتر است تاثير افزايشي داشته است.**

**پیشنهادات:**

- ✓ **با توجه به اینکه کنترل صدا محرز است تراز معادل باید به 85 دسیبل کاهش یابد. این کاهش باید در کاهش تعداد ترکیدن بطریها و روش کنترل دستگاهی و سازه‌ای اعمال گردد.**
- ✓ **با توجه به اینکه مشخصات گوشی‌های حفاظتی معلوم نیست باید گوشیها تست شوند و در صورتی که کفایت نداشته باشند باید به عنوان راه حل موقت با نوع مناسب تعویض گردند.**
- ✓ **کنترل مدیریتی کار مبتنی بر جابجایی کارگران نیز باید اجرا شود تا دز دریافتی کاهش یابد.**

## پروژه –2

**در یک کارگاه فلزکاری در قسمت نقاشی با اسپری تراز فشار صوت در هنگام اسپری رنگ در پست کاری کارگر 90dBA با جمع ساعات روزانه حدود 4 ساعت، آماده سازی قطعات 81/5dBA با جمع زمان تقریبی 2 ساعت و بمدت 0/5 ساعت در حالت استراحت با تراز 70dBA مواجهه داشته است. کارگر از لباس و ماسک و گوشی نامناسب استفاده می‌کند. مراحل کار ارزیابی بصورت زیر است:**

**الف- تراز معادل 8 ساعته بصورت زیر محاسبه می‌شود:**

$$L_{eq} = 10\log\left[\frac{1}{8}\times\left[(4\times10^{9}) + (2\times10^{8.15}) + (0.5\times10^{7}\right]\right] = 87.3dBA$$

**ب- دز دریافتی روزانه برای تراز معادل مواجهه فوق خواهد بود:**

$$D = 12.5\times6.5\times10^{\left(\frac{87.3-85}{10}\right)} = 138\%$$

**ج- مدت زمان مجاز مواجهه روزانه بر اساس تراز معادل خواهد بود:**

$$T_a(hr) = \frac{8}{2^{\left[\frac{87.3-85}{3}\right]}} = 4.7hr$$

**ارزیابی:**

- ✓ **مواجهه کارگر بیش از حد مجاز است.**
- ✓ **دز دریافتی کار گر حدود 1/5 برابر حد مجاز است.**
- ✓ **کارگر مجاز است که فقط روزانه 4/7 ساعت در این پست کار کند.**

**پیشنهادات:**

- ✓ **با توجه به اینکه کنترل صدا محرز است تراز معادل باید به 85 دسیبل کاهش یابد. این کاهش باید در روش کنترل دستگاهی و سازه‌ای اعمال گردد.**
- ✓ **با توجه به اینکه مشخصات گوشی‌های حفاظتی معلوم نیست و استفاده از آن نیز نامناسب تشخیص داده شده است باید تست شوند و در صورتی که کفایت نداشته باشند باید به عنوان راه حل موقت با نوع مناسب تعویض گردند.**
- ✓ **کنترل مدیریتی کار مبتنی بر جابجایی کارگران نیز باید اجرا شود تا دز دریافتی کاهش یابد. در اینجا جابجایی بصورت دو نفره کردن پست کاری بصورت متناوب می‌تواند مواجهه را به حد مجاز برساند.**

# فصل پنجم

# روشهای کنترل صدا– اصول اصلی در کنترل صدا
# مواد مورد استفاده در کنترل صدا

**پس ازمطالعه این فصل انتظار می رود**

- ✓ روشهای رایج در کنترل صدا را تعریف کنید
- ✓ اصول اصلی مورد استفاده در کنترل صدا را بیان کنید
- ✓ با مواد مورد استفاده در روشهای مختلف کنترل صدا تا حدودی آشنا شوید

## کنترل صدا

مواجهه با صدای بالا پتانسیل صدمه به سیستم شنوایی و ایجاد مشکلات و اختلالات روحی ،روانی و اجتماعی و حتی فیزیولوژیکی در انسان را دارد .

کنترل صدا بمنظور کنترل اثرات زیانبار صدا و ایجاد آسایش در محیطهای شغلی کارگران و یا محیط زندگی انسانها می باشد.

**شکل شماره 1– مثلث مواجهه صدا(فرد کارگر-بلندی صدا- مدت تماس)**

.

## بطور کلی روشهای رایج کنترل صدا شامل موارد زیر می باشد:

- کنترلهای فنی – مهندسی(**engineering controls**)
- کنترلهای مدیریتی(**Administrative control**) : کنترل زمان مواجهه و پایش سلامتی
- کنترل صدا با استفاده از وسایل حفاظت فردی(**PPE**)- روشهای کوتاه مدت

## اصول اصلی کنترل صدا به روش فنی:

سه اصل اساسی در کنترل فنی صدا عبارتند از :

- ❖ کنترل صدا در منبع تولید (فونداسیون ، استفاده از مواد جاذب و میرا کننده )
- ❖ کنترل یا کاهش صدا در مسیر انتشار صوت از منبع تا شنونده
- ❖ کنترل یا کاهش صدا در محل گیرنده(شنونده)

با این وجود ،در کنترل صدای صنعتی در بسیاری از موارد ،ترکیبی از سه روش اساسی فوق الذکر مورد استفاده قرار می گیرند.

تقسیم بندی دیگری نیز قابل ارائه می باشد که بر اساس آن می توان مواد مورد استفاده در کنترل صدا را به شرح ذیل به اختصار نام برد:

- مواد جاذب - موادی که انرژی صوتی را پس از برخورد با خود به شکل دیگری از انرژی (گرما)تبدیل و کاهش می دهند.
- مواد مانع صوت – موادی که مانع از عبور امواج صوتی می شوند.
- مواد میرا کننده/عایق ارتعاش – موادی که صوت تابشی را کاهش می دهند.
- خفه کننده های(**Muffler/Silencer** )فعال و غیر فعال

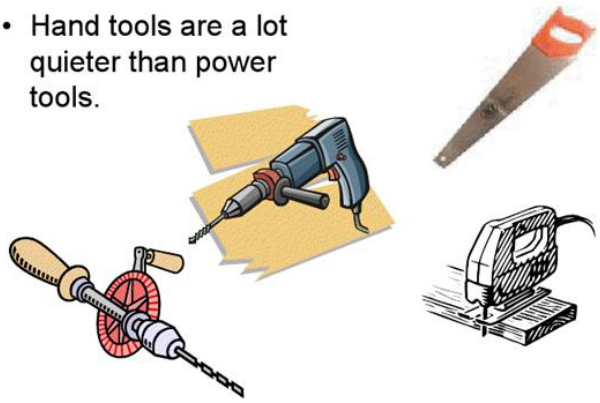
## الف)کنترل صدا در منبع تولید

راههای کنترلی که در منبع برای کاهش صدا مورد استفاده قرار می گیرند، موثرترین و کم هزینه ترین روش کنترلی می باشند

**روش های اصلی کنترل صدا در منبع صدا :**

### انتخاب صحیح دستگاه کم صداتر متناسب با فرایند تولید

در هنگام طراحی پروسه تولید و انتخاب نوع دستگاه یکی از عواملی که باید مد نظر قرار گیرد ، مشخصات صوتی آن یا به عبارت دیگر تراز فشار صوت هر دستگاه و تراز فشار صوت مجموع دستگاه ها در یک کارگاه است . هرچه تراز فشار صوت دستگاه ها کمتر و تعداد آن ها نیز محدود باشد ، مطلوب تر است




**شکل شماره 2 – ابزارهای دستی کم صدا که قابلیت استفاده بجای انواع پر صدا دارند.**

### نگهداری صحیح دستگاه ها

اصولاً با افزایش طول عمر دستگاه تراز فشار صوت آن نیز افزایش می یابد . نگهداری صحیح دستگاه ، گریس کاری ، تنظیم قطعات متحرک در دستگاه و سرویس کاری به موقع در پیشگیری از فرسودگی و نیز کاهش صدا مؤثر است .

### محل و نحوه استقرار دستگاه

محل نصب دستگاه و موقعیت قرار گیری آن نسبت به دیوارها از اهمیت بالایی برخوردار است . بطور مثال قرارگیری دستگاه در گوشه ها ی کناری دیوارهای کارگاه با توجه به خاصیت انعکاس صوت از سطوح محدود کننده موجب افزایش تراز صدای دریافتی می شود.

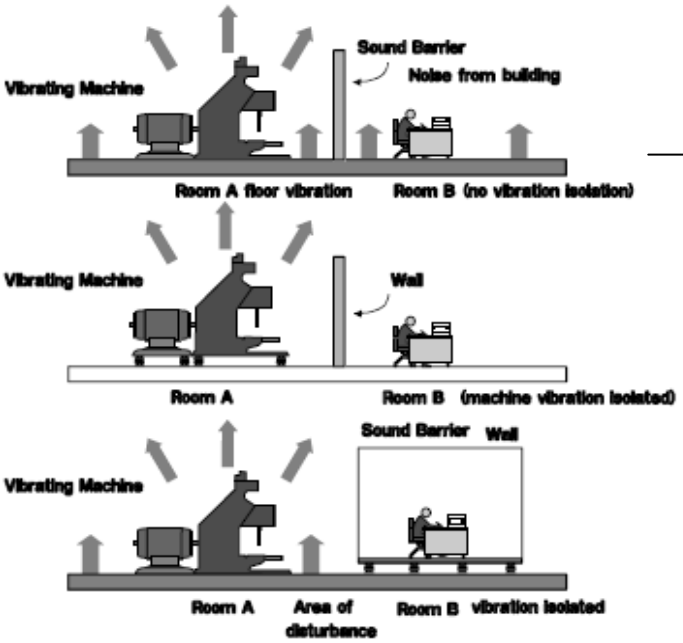
### کنترل ارتعاش با ایزولاتورهای ارتعاشی

ایزولاسیون ارتعاشی با افزودن مواد قابل انعطاف مابین جسم مرتعش (دستگاه) و جسم ساکن قابل حصول است.در بسیاری از موارد علت انتشار صوت ، وجود ارتعاش دستگاه است. اتصالات نامناسب دستگاه به محل فونداسیون می تواند در تولید ارتعاش نقش داشته باشد . نصب در محل نا مناسب بدون استحکام می تواند عامل تولید صدا در دستگاه باشد که باید مورد بررسی قرار گیرد .برخی از موادی که بعنوان ایزولاسیون ارتعاش بکار می رود شامل ورقه های فایبرگلاس،اسفنجهای الاستومری،چوب پنبه، فلزات بکاررفته در ساختار فنر،کابلها و ... می باشد.

الف- کارگر شاغل در اتاق B بدون کنترل ارتعاش ناشی از دستگاه در اتاقA

ب- کارگر شاغل در اتاق B با ایزولاسیون ارتعاش دستگاه در اتاق A

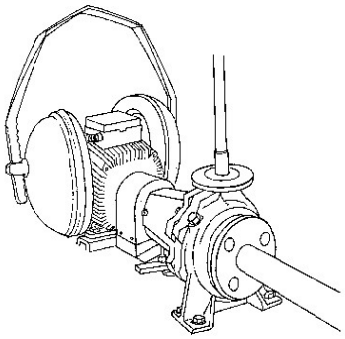
ج- کارگر شاغل با ایزولاسیون اتاق B در برابر ارتعاش دستگاه اتاق A




**شکل شماره 3– نمایی از ایزولاسیون ارتعاش دستگاه به اشکال مختلف**

### نصب کاهش دهنده های صدا بر روی دستگاه

برای برخی از دستگاه ها می توان از وسایلی که نقش کاهش دهنده در تراز فشار صوت را دارند استفاده نمود . بطور مثال صدای منابعی که ناشی از انفجار درونی یا فشار هوا باشد با روش هایی نظیر طراحی و نصب انباره انبساطی برای موتورهای درون سوز و یا ابزار های پنوماتیک در روی دستگاه کنترل نمود .همچنین صدای تجهیزات پرصدا را می توان از طریق نصب ورقه های عایق صوتی مناسب کاهش داد



**شکل شماره 4- حفاظ نصب شده روی منبع مولد صدا**

**محصور کردن دستگاه**

**در برخی موارد می توان بخشی از دستگاه یا تمام آن را با پوشش یا محفظه ای از مانع صوتی ایزوله نمود . همچنین این روش برای صدای ناشی از دستگاه های تهویه نیز مناسب است .**

**شکل شماره 5- منبع مولد صدا با پوشش و حصار مناسب(سمت چپ) و باز و نامناسب(سمت راست)**

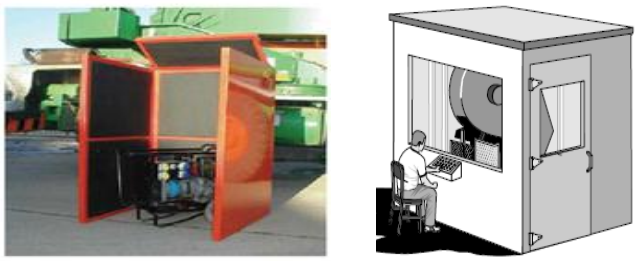
## ب ) کنترل صدا در مسیر انتشار صوت

**در صورتی که کنترل صدا در منبع میسر یا مؤثر نباشد ، جلوگیری از انتقال یا انتشار صدا یا به عبارت دیگر کنترل آن در مسیر انتشار صورت می گیرد که به چند روش انجام می گیرد اصولاً این روش مبتنی بر دو خاصیت جذب صوت و ایزولاسیون صوت می باشد.این روش اغلب تنها روش عملی موجود برای مهندسین کنترل صدا می باشد.**

**روش های کنترل صدا در مسیر انتشارصدا :**

- **ایزوله کردن منابع اصلی مولد صدا یا بخشهای پرسروصدا از سایر بخشها**

**ایزوله کردن دستگاههای مولد صدا و جدا سازی قسمت های پر سروصدا از سایر بخش های کارگاه با دیوارکشی اطراف آن می تواند در کنترل انتشار صدای منابع اصلی نقش تعیین کننده داشته باشد .**
**دیوارهای مذکور باید تا سقف ادامه داشته و دارای پوششی از مواد جاذب و مانع انتقال صوت متناسب با نیاز و مشخصات صوتی منبع باشد**
**استفاده از درب های ایزولان در دیوارهای ایزوله کننده این قسمت ها می تواند از مواجهه غیر ضروری سایر کارگران در بخش های دیگر کارگاه جلوگیری کند**



**شکل شماره 6– ایزوله کردن دستگاه پرسروصدا از بخشهای دیگر**

- **ایجاد پناهگاه صوتی برای کارگر**

**در صورتیکه امکان اجرای کنترل در منبع و یا مسیر انتشار نباشد و نیز برای دستیابی به نتیجه بهتر در مکان هایی که کنترل صدا در مجاورت دستگاه ضروری نیست ، همچنین در مواردی که فراید کار می تواند از فاصله دورتری هدایت گردد ، از اتاقک های کنترل استفاده می گردد .**

**این پناهگاه ها به گونه ای طراحی می گردند که کلیه لوازم و ابزار کنترل پروسه در آن پیش بینی شده و بعلاوه دارای پنجره ای با شیشه دو جداره و مناسب باشد که دید کارگر را نیز به طور مستقیم بر پروسه تولید میسر می سازد . افت انتقال دیواره های این پناهگاه بایستی با توجه به مشخصات صوتی محیط طراحی و همچنین مسائل مربوط به کنترل ارتعاش ، تهویه ، روشنایی و امکانات تامین شرایط جوی مناسب در آن پیش بینی می شود .**

**آنچه که در مورد اتاقک سازی مهم است ، اینکه باید برای رسیدن به نتیجه مطلوب درزگیری به طور کامل انجام گردد . کوچکترین درز یا روزنه می تواند کل اقدامات کنترل را تحت الشعاع قرار دهد .**

**در کارخانجات سیمان ، فولاد و نیروگاه ها می توان با احداث یا تجهیز اتاق های کنترل آن ها را به پناهگاه های مطمئنی تبدیل نمود .**

- **دفاع صوتی**

**در این روش که می توان آن را کنترل صدا با صدا نیز نامید ، از اصوات تولید شده غیر هم فاز در برابر منابع تولید صدا برای کنترل آن استفاده می گردد . اصوات مدافع توسط منابع صوتی قابل برنامه ریزی شده و اصواتی متقابل با صوت منبع اصلی تولیـد نموده و در نتیجه تراز فشار صـوت ایجاد شده را بـدون استفاده از مانع یا جاذب کاهش می دهد. این روش بر اساس مشخصات و چگونگی انتشار صوت از منبع ، امواجی را در مقابل مسیر انتشار ایجاد می شود که بتواند با اختلاف فاز مؤثر صدای اولیه را به میزان زیادی کاهش دهد . الگوهای تئوریک این روش پیچیده بوده ، لیکن با استفاده از مولدهای مخصوص در برخی موارد از این روش می توان استفاده نمود . یکی از کاربرد های این شیوه در کنترل صدای کانال های تهویه می باشد . برای این کار از یک سیستم دفاع استفاده می گردد . در این سیستم یک میکروفن در مسیر انتشار ، صوت را دریافت و به دستگاه تنظیم کننده منتقل می کند ، آنگاه بر اساس مشخصه های صوتی منبع به صورت تدافعی موج صوتی دیگری با اختلاف فاز مؤثر تولید شده و از طریق مولد (بلندگو)دیگری در مسیر کانال و روبروی جریان منتشر می گردد . برآیند کار ، کاهش تراز فشار صوت در کانال به میزان زیاد است برای بالا بردن راندمان از یک میکروفن تصحیح کننده که بعد از بلند گو قرار دارد نیز استفاده می شود . راهبری این مجموعه به طور اتوماتیک یا دستی با دستگاه تنظیم کننده است .**

- **کنترل صدا بر اساس ایزولاسیون صوتی (کاربرد موانع– barrier)**

**در این روش از موانع صوتی به گونه ای استفاده می شود که از انتقال صدا از یک قسمت کارگاه به قسمت دیگر یا از یک بخش دستگاه به بخش دیگر یا از یک کارگاه به کارگاه دیگر جلوگیری شود. اصول کلی در استفاده از این مواد این است که تاحد امکان موانع صوتی سنگین و گیرنده ارتعاش باشند.مطابق با قانون جرم به ازای دو برابر شدن جرم، افت انتقال صوتی می تواند به میزان 6دسیبل افزایش یابد.**

**در داخل کارگاه ها ، در مواردی که برای کنترل صدا امکان ادامه مانع صوتی تا سقف میسر نباشد می توان از موانع صوت به ارتفاع معینی در حد فاصل منبع صوتی و شنونده استفاده نمود . این مانـع ها تا فاصـله ای از**

پشت خود ایـجاد سایه و نیم سایه صـوتی می نمایند . این شیوه کنتـرل صدا علاوه بر اینکه در کـارگاه ها می تواند به عنوان یک روش مهم مد نظر قرار گیرد ، بلکه در کنترل صدای محیط زیست نیز بسیار حائز اهمیت است . به طور مثال در کنار بزرگراه ها و خطوط آهن از این روش می توان به خوبی کمک گرفت . شرط اولیه برای استفاده از مانع ها داشتن چگالی سطحی کافی طبق قانون جرم برای کنترل صدا در محل مورد نظر و استفاده از روکش جاذب صوت در سمت منبع صوتی در داخل کارگاه ها است .

**شکل شماره 7– ایزوله کردن منابع مولدصدا با نصب مانع (در صنعت و محیط زیست شهری)**

بطورکلی میزان تاثیر و کارایی یک مانع به وزن،سختی،نحوه نصب،میرایی،استفاده از پانلهای مجزا و طرز قرارگیری این پانلها و نیز استفاده از مواد جاذب در حفره های آن بستگی دارد.شاخص افت انتقال صوت( **Transmission Loss**)مشخصه اصلی یک مانع است که عبارت از اختلاف تراز فشار صوت در دو طرف یک مانع برحسب دسیبل(معمولا" در فرکانس **500** هرتز) است.یعنی هرچه مانع در برابر عبور انرژی صوتی مقاوم تر باشد انرژی بازتابی و افت انتقال صوت مانع و کارایی آن بیشتر می باشد.

مصالح ساختمانی مورد استفاده در بنای ساختمانها مانند آهن،چوب،بتون،تخته های فیبری و سیمانی، سنگ،فوم،پلاستیک ،شیشه،گچ و چوب بعنوان متداول ترین و به صرفه ترین موانع صوتی دارای کاربرد می باشد.یکی از مواد با کارایی بالا ی ایزولاسیون صوت سرب می باشدکه دارای قدرت میرایی بالایی نیز می باشد که تاحدود زیادی از قانون جرم (به ازای **2**برابر شدن جرم افت انتقال **6**دسیبل افزایش می یابد)تبعیت می کند.امروزه به دلایل زیست محیطی مواد سنگین با جرم بالا جایگزین سرب شده اند که آنها را بعلت قابلیت انعطاف پذیری بالا به شکل پرده های آویز یا بعنوان درب یا اشکال دیگر اطراف منابع مولد صدا نصب می کنند.

- **کنترل صدا مبتنی برجذب صوت(sound Absorption)**

پدیده جذب صوت کم و بیش در تمام مصالح وجود دارد . مواد جاذب صوتی معمولا" متخلخل و نرم بوده ،بطوریکه بخشی از صوت در برخورد به سطوح، منعکس و بخش دیگر به داخل آن نفوذ و جذب می گردد .وجود سطوح انعکاسی در اطراف منابع صوتی باعث می شود که تراز فشار صوت به علت انعکاس مکرر افزایش پیدا کند . این میزان افزایش به تعداد و مشخصات سطوح بازتابشی بستگی دارد . اگر یک منبع صوتی توسط فقط سه سطح احاطه شده باشد تا **9** دسی بل افزایش تراز فشار صوت خواهد داشت و افزایش سطوح به **6** سطح می تواند به طور مضاعف باعث تشدید صدای منبع گردد. وجود جاذب صوتی مناسب می تواند تا حدود زیادی این پدیده را کنترل نماید.پدیده جذب صوت را می توان به راحتی در تفاوت صدا در یک اتاق خالی از وسایل و اتاق پوشیده از وسایل مشاهده و احساس کرد.

جاذبهای صوتی معمولا"انرژی صوتی را به مقادیر بسیار پایین گرما تبدیل می کنند. میزان جذب صوت در مصالح مختلف اختصاصی بوده و برای هر نوع ماده ثابت است . هر ماده ای از نظر درصد جذب انرژی صوت در کل باند فرکانسی و نیز در هر فرکانس ، ضریب جذب مخصوص به خود دارد .
ضریب جذب صوت در هر ماده عبارت از نسبت انرژی صوتی جذب شده به انرژی صوتی اولیه می باشد .تمام مواد جاذب در ویژگی تخلل و چگالی کم مشترک می باشند.همچنین ضریب جذب دیواره ها با افزایش ضخامت آن افزایش می یابد.مواد جاذب را می توان به شکل لایه ای از داخل بنا روی سازه روکش نمود.برای محاسبه ضریب جذب کلی (**Noise Reduction Cofficent**)هر ماده جاذب متوسط ضریب جذب آن را در فرکانسهای **250**- **500** - **1000** و **2000** هرتز محاسبه نمود.
خصوصیات فیزیکی موثر در افزایش کارایی جاذب به ترتیب اهمیت شامل ضخامت(مهمترین عامل) ،دانسیته،درصد تخلخل،ضریب کشسانی و مقاومت آکوستیکی ماده می باشند. چوب پنبه اولین ماده ای است که به شکل تجاری برای جذب صوت در کارهای ساختمانی بکار رفت.اما امروزه بیشتر مواد معدنی یا ورقه های پشم شیشه و ترکیبات اسفنجی پلی اورتان، پلاستوفام(یونولیت) به شکل تجاری مورد استفاده قرار می گیرند.

## انواع مواد جاذب صوتی

سه نمونه اصلی مواد جاذب صوتی به شکل زیر طبقه بندی می شوند :
**1**- جاذب متخلل صفحه ای فاقد سوراخ که بهترین جاذبهای صوتی شناخته شده می باشند که معمولا" ازجنس فیبری،اسفنجی ،پارچه ای و ...می باشند،مانند پشم شیشه،تخته های چندلا، نئوپان، اسفنج و چوب پنبه
این جاذبها دارای خاصیت بالای جذب صوت در فرکانسهای پایین می باشند
**2**- جاذب صفحه ای منفذدار و مشبک که در بازار با نام تجاری ،آکوستیک تایل شناخته می شوند.این صفحات معمولا" مخلوطی از الیاف مختلف و مواد جاذب سبک با سوراخهایی دارای قطر و فواصل مختلف می باشند.
**3**- جاذبهای تشدیدی محفظه ای ( **Helm Holtz** )
این محفظه ها حجم مشخصی از هوا را توسط روزنه یا کانال محفظه جمع می کنند.موارد استفاده این جاذبها در مکانهای عمومی و پرجمعیت و کنترل صدا در فرکانسهای عموما" زیر **400** هرتز محدود می شود.
جاذب های صفحه ای یا لایه ای ساده بیشترین کاربرد را در جذب صدا در فرکانس های پایین دارند . بر عکس جاذب های سوراخ دار برای جذب فرکانس های بالا مناسب هستند . جاذب های محفظه ای نیز برای جذب صدا در یک محدوده باریک از باند فرکانسی مناسب هستند .

- **کنترل صدا با نصب خفه کننده ها ( muffler/silencer )**

مافلر و سایلنسر نام عمومی برای محفظه های کنترل صدا(خفه کننده ها) است که می توانند تراز صدای ناشی از خروج پر فشار یک گاز یا هوا را در خروجی کاهش دهند . این وسایل به چند دسته تقسیم می شوند :
**– خفه کننده های جاذب**
در این دسته صدا از میان یک محفظه پر شده از صفحات مشبک و مواد متخلخل جاذب صوت عبور داده می شود . محیط مورد نظر عموماً از الیاف فلزی مانند پشم فولاد انتخاب می شود هر چند که می توان از الیاف مرکب نیز استفاده نمود . ساده ترین شکل اینگونه از خفه کننده ها مجراهای پوششی متداول است.شرط

استفاده از این روش این است که افت فشار زیادی در مسیر عبور ایجاد نکند . این نوع برای خروجی موتورهای درون سوز و بخار و هوای فشرده ناشی از ابزارهای بادی و مانند آن کاربرد دارد .

**– خفه کننده های پخشی**

این خفه کننده ها در اصل دستگاههای کاهش فشار می باشند.اصول کار این انباره ها بر اساس جذب ، انعکاس و پخش است . لازم به ذکر است که محفظه های هلم هولتز نیز مکانیسم انبساطی دارند و می توانند در این طبقه بندی قرار گیرند .

در این وسیله هوا یا گاز پر گاز پر فشار به درون این محفظه که شرایط انبساط هوا یا گاز را فراهم می کند در طی چند مرحله به دلیل انبساط گاز و نیز برخورد و بازتاب مکرر از دیواره ها تراز فشار صوت کاهش می یابد .

انباره های انبساطی که در مسیر اگزوز انواع خودرو نصب شده است از این نوع می باشد .

اصولاًبرای دستیابی به نتایج بهتر انباره هایی طراحی می گردد که از هر دو خصوصیت جذب و پخش به طور توام استفاده نماید .

## ج ) کنترل یا کاهش صدا در محل گیرنده(شنونده)

کنترل صدا در محل گیرنده یا کارگر شنونده عموما" با کاربرد وسایل حفاظت فردی توسط کارگر صورت می گیرد که در فصل بعد به تفصیل اشاره گردیده است.

# فصل ششم

# تجهیزات حفاظت فردی
# انواع گوشیهای حفاظتی

**پس ازمطالعه این فصل انتظار می رود:**

- ✓ **بتوانید تعریفی از وسایل حفاظت فردی ارائه نمایید**
- ✓ **انواع وسایل حفاظت فردی در برابر صدا را بشناسید**
- ✓ **اجزاء اصلی یک برنامه موفقیت آمیز کاربرد وسایل حفاظت فردی در محیط کار را نام ببرید**

## تجهیزات حفاظت فردی(Personal Protective Equipment)

محافظت کارگران به کمک وسایل حفاظت فردی معمولاً بعنوان آخرین راه کنترل مواجهه با شرایط مخاطره زا در مقررات و دستورالعملهای ایمنی و بهداشتی سازمانها و مراجع ذیربط دیده می شود. در صورتی که کنترل عامل زیان آور شغلی به کمک روشهای فنی مهندسی (کنترل در منبع یا در مسیر انتقال) و یا مدیریتی عملی نباشد،حفاظت فردی آخرین راه برای کنترل عوامل زیان آور شغلی از قبیل صدا خواهد بود . حفاظت فردی از دستگاه شنوایی ، همواره به عنوان راه حل کمکی یا موقت توام با موفقیت می باشد . این تکنیک ترجیحاً برای ساعاتی که کارگر با بیشترین تراز فشار مواجهه داشته باشد و یا در زمانی که سیستم های کنترل صدا به طور موقت از کار افتاده اند مجاز شمرده می شود . در صورتیکه کارگر مجبور باشد برای طول شیفت کاری و به طور همیشگی از وسایل حفاظت شنوایی استفاده نماید ، مشکلاتی را خواهد داشت. مهمترین آن ها ناراحتی کارگر هنگام استفاده از وسیله حفاظت فردی و ایجاد عوارض پوستی در اطراف لاله گوش یا عوارض مجرای شنوایی به دلیل ایجاد حساسیت در پوست می باشد .

در شرایطی که فرد مجبور به استفاده از وسایل حفاظت فردی باشد ، باید در انتخاب وسیله کمال دقت معمول گردد . علاوه بر کیفیت و راحتی ، وسیله باید تناسب کافی با شرایط صدای محیط از نظر کاهش تراز و متناسب با فرکانس صدای محیط داشته باشد و همچنین آموزش های لازم جهت استفاده مطلوب به کارگر داده شود . جنس مواد به کار گرفته شده برای وسیله حفاظت شنوایی باید از نوعی باشد که ایجاد حساسیت در پوست ننماید .

بطور کلی اجزاء یک برنامه موفقیت آمیز کاربرد وسایل حفاظت فردی در محیط کار را به شرح زیر می توان نام برد:

- توصیف شرایط محیط کار و خطرات موجود در جهت تشریح ضرورت استفاده از وسایل حفاظت فردی
- تشریح فعالیتهای انجام شده یا قابل انجام از سوی کارفرما در خصوص خطرات موجود در محیط کار برای شاغلین
- تشریح علل انتخاب نوع خاصی از وسیله حفاظت فردی(توجیه اقتصادی یا علل فنی )
- بررسی قابلیت و محدودیتهای وسیله حفاظت فردی منتخب
- آموزش روشهای صحیح استفاده از وسایل حفاظت فردی
- آموزش روشهای تمیزکاری ،بازرسی و نگهداری وسایل حفاظت فردی

## گوشی های حفاظتی

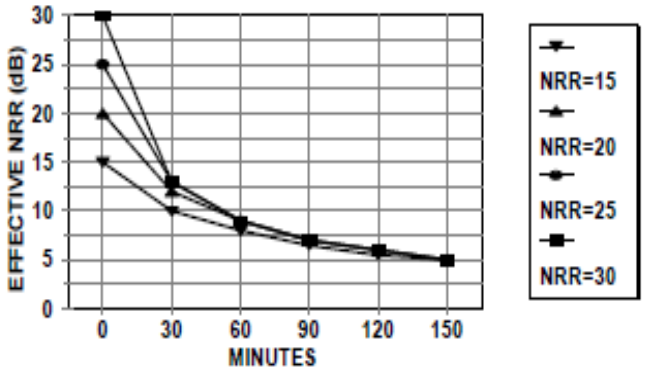
گوشی های حفاظتی بعنوان مانعی بین منبع تولید صدا و عضو دریافت کننده ( گوش ) عمل میکند و در صورتی که کلیه نکات فنی و بهداشتی در ساخت و کاربرد آنها مورد توجه قرار نگیرد نه تنها سیستم شنوایی فرد را محا فظت نکرده بلکه می تواند ضررهای جبران ناپذیری را نیز وارد نماید . در عهد باستان نیز از موم به عنوان حفاظ شنوایی استفاده می شد .انتخاب وسیله حفاظتی شنوایی بایستی با توجه به نوع صدای محیط ،مدت مواجهه وخصوصیات فیزیکی فرد استفاده کننده صورت گیرد .صدای محیط ممکن است ضعیف، شدید ،منقطع، مداوم و...بوده واز نظر فرکانسهای تشکیل دهنده اختلاف اساسی با همدیگر داشته باشند. بطور کلی وسیله انتخاب شده بایستی طوری باشد که شدت صدای مسموع در هر محلی از مقادیر استاندارد تعیین شده برای آن محل تجاوز نکند.

یک روش ساده برای انتخاب حفاظهای شنوایی دارای مراحل زیر می باشد:

- ارزیابی صدای محیط کار (اندازه گیری تراز صدا در فرکانسهای مختلف )
- بررسی وسایل حفاظتی (گوشی) مناسب از نظر اینکه کدام وسیله بیشترین کارایی را ( کاهش صدا )درفرکانسهای مورد نظر آنالیز شده دارد .(**NRR** )
- خصوصیات فیزیکی کارگر(اندازه مجرای کانال گوش)
- نیازهای ارتباطی کارگر با دیگران در محیط کار
- ارزیابی شرایط محیط کار از نظر استرسهای حرارتی ،گردو غبار ،رطوبت و...
- ارزیابی پزشکی کارگران از نظر سلامتی سیستم شنوایی(عفونتهای داخلی گوش ...)
- راحتی وسیله مورد استفاده
- در نهایت انتخاب وسیله حفاظتی متناسب با در نظر گرفتن موارد بالا

تشخیص قطعی کارایی حفاظهای گوش از نظر افت انتقال صدا فقط با تست فنی میسر است . در غیر این صورت استاندارد بودن و داشتن جدول یا نمودار مشخصات فنی ضروری است . در صورتی که بتوان به جدول مشخصات همراه حفاظ اعتماد نمود ، بهترین کارایی حفاظ در تراز کلی صدا در شرایط عملی معمولاً کمتر از نصف افت انتقال حفاظ در بهترین راندمان فرکانسی ارائه شده آن است .

استفاده نامرتب از حفاظهای شنوایی باعث می شود که کارایی حفاظ از آنچه که بر آورد شده کمتر شود . نتایج نشان داده است که استفاده نامناسب یا نامرتب در طول شیفت می تواند کارایی حفاظ را حتی به یک پنجم کارایی اولیه تقلیل دهد .




**نمودارشماره 1: افت کارايي حفاظهاي شنوايي برحسب دسيبل در اثر استفاده نامرتب در طی شیفت کاری**

**حفاظ های گوش به سه دسته تقسیم می شوند :**

- ایرپلاگها(**Earplug** )
- ایرمافها(**Earmuff** )
- پوشاننده دهانه مجرای شنوایی(**canal cap** )

## ایرپلاگها( Earplugs)

ایرپلاگها نوعی وسیله حفاظت از شنوایی است که در داخل مجرای شنوایی قرار گرفته و با مسدود کردن آن از رسیدن امواج صوتی به پرده صماخ و انتقال آن به گوش داخلی جلوگیری می کند. در انتخاب ایرپلاگها بایستی پارامترهای فیزیکی گوش مثل اندازه مجرا و قطر آن در نظر گرفته شود.بطور مثال قطر مجرای شنوایی در اغلب افراد **5-11** میلی متر وطول آن **25-30** میلیمتر می باشد.

**شکل شماره 1- نمونه ای از انواع ایرپلاگها**

### انواع ایر پلاگها

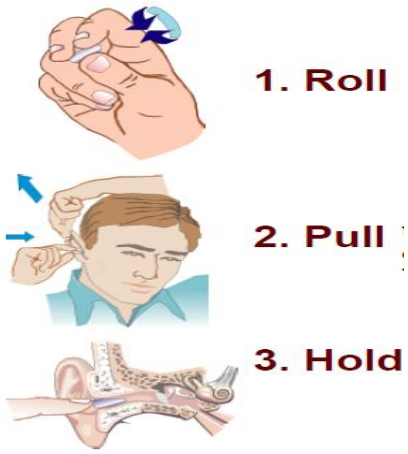
- **ایرپلاگهای شکل گرفته قابل استفاده مجدد**

این نوع ایر پلاگها از موادی مانند لاستیک با روکش سیلیکونی و در شکل و ابعاد مختلف ساخته می شوند .ضروری است که این نوع ایرپلاگها از مواد غیر سمی ساخته شده و دارای سطحی صاف باشند بطوریکه براحتی بتوان آنها را با آب و صابون تمیز نمود.

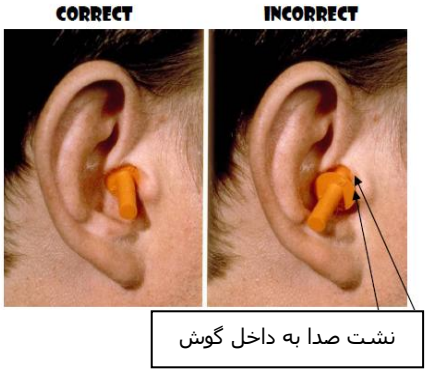
- **ایر پلاگهای شکل پذیر یکبار مصرف**

این نوع ایر پلاگها از موادی نظیر کتان،کاغذ،الیاف آکریلیک،مخلوطی ازآنها ویا موادی دیگر ساخته می شوند.ایر پلاگهای یاد شده با دست شکل گرفته وبا کمی فشار در مجرای شنوایی گوش جای می گیرند،سپس به شکل مجرا در آمده و در همانحال باقی می مانند.مقدار حفاظتی که توسط این ایر پلاگها تامین می شود مطابق با جنس آنها و نحوه قرار گرفتنشان در گوش متفاوت است.

انبساط نسبی این مواد باعث می شود که مجرای گوش مسدود شود . رعایت نظافت در کاربرد این مواد بسیار اهمیت دارد .




**شکل شماره 2- مراحل جاگذاری حفاظ شکل پذیر**




**شکل شماره 3 - کاربرد صحیح و غیر صحیح ایرپلاگ**

## ایرمافها

**ایرمافها وسایل حفاظت از شنوایی هستند که با پوشاندن لاله گوش از رسیدن امواج صوتی به گوش جلوگیری می کنند. . این حفاظ ها بر اساس مشخصات فنی خود در فرکانس های مختلف مقادیر متفاوتی را کاهش می دهند . این نوع حفاظ فقط قادر به کنترل صدایی است که عمدتاً از طریق هوایی به گوش می رسند . ولی امکان انتقال صدا از طریق استخوانی بوسیله جمجمه کنترل نمی شود . نکته بسیار مهم در انتخاب این نوع ، کیفیت آن ها است ، زیبایی ظاهری نمی تواند دلیل بر کیفیت مناسب آن ها باشد.**
**موی بلند ، سر بند ، عینک و اندازه غیر طبیعی جمجمه بر کارایی حفاظ رو گوشی تاثیر نا مطلوب دارد .**

**شکل شماره4 – نمونه های از ایرمافهای مورد استفاده**

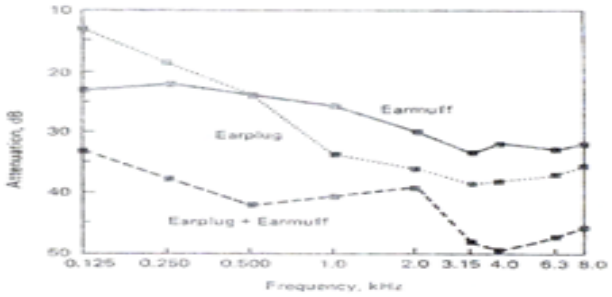
## حفاظهای canal cap

**این نوع حفاظها (semi-aural )در واقع ایرپلاگهایی هستند که توسط یک سربند باریک در ورودی مجرای گوش محکم می شوند.آنها می توانند در زیر چانه ،بالای سر و یا پشت گردن بسته شوند.از این حفاظها بیشتر در صنایع غذایی استفاده می شود**

**شکل شماره 5 – نمونه ای از یک حفاظ canal cap**

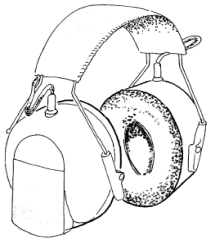
## حفاظ توام

**در برخی از موارد مثلاً در صداهای بالای 105 دسیبل لازم است که به طور همزمان از حفاظ تو گوشی و رو گوشی با هم استفاده گردد این روش اگر چه برای کارگر ناراحت کننده است ولی استفاده موقت از آن نتیجه مطلوبتری دارد . صدا نشان داده است .**




**نمودارشماره 2 -تأثیر استفاده مجزا از حفاظ گوش نوع ایرپلاگ،ایرماف و استفاده توام آنها در افت انتقال**

**برای برخی از مشاغل که امکان بروز صدمات مکانیکی به سر نیز موجود است و همچنین برای کنترل انتقال صوت از طریق جمجمه به گوش داخلی و حفاظت بافت مغز در برابر صدمات صوتی گروهی از حفاظ ها را به صورت کلاه محافظ عرضه نموده اند . این نوع برای مشاغل معدودی به کار می رود . خلبان ها کلاه محافظی استفاده می کنند که در آن سیستم دفاع صوتی نیز تعبیه شده است .**



**شکل شماره 6– نمایی از یک ایرماف با کارایی ویژه کنترل صدا**

## مزایای استفاده از گوشیهای ایرپلاگ:

- **کوچکی و راحتی حمل**
- **قابلیت استفاده با سایر وسایل حفاظتی مثل عینک ،سربند و...**
- **قابلیت استفاده در محیط های گرم**
- **اجازه قدرت مانور بالا به سر در محیط های بسته**
- **قیمت ارزان تر نسبت به ایر مافها**

## معایب ایرپلاگها:

- **زمانبر بودن قرارگیری حفاظها داخل گوش**
- **میزان حفاظتی کمتر نسبت به ایر مافها**
- **خطر ورود آلودگی بیشتر به داخل گوش به هنگام کار گذاری**
- **دشواری پایش و کنترل کارگران به دلیل کوچکی ایر پلاگها**
- **محدودیت استفاده در مجرای گوش های عفونی**

## مزایای کاربرد ایرمافها:

- **تامین حفاظت بیشتر نسبت به ایر پلاگها**
- **قابل استفاده در درصد بالایی از افراد**
- **قابلیت پایش افراد به دلیل بزرگی ایر مافها**
- **قابل استفاده با وجود عفونتهای گوش**

**معایب ایرمافها:**

- قابل استفاده نبودن ایر مافها در محیط های گرم
- حمل و نگهداری مشکل در مقایسه با ایرپلاگها
- ایجاد مشکل حین استفاده با سایر وسایل حفاظتی مثل سر بندو...
- حفاظت تامین شده کمتر از حد انتظار به علت کاهش نیروی فنریت ایر مافها
- قیمت بالاتر نسبت به ایر پلاگها
- ایجاد محدودیت در مانور سر در محیط های بسته

## کنترل تناسب و کیپ بودن (Fitting Test ) ایرپلاگها در گوش

**1– تست بلندی صدا(Loudness test )**

ایر پلاگها را به داخل هر دو گوش وارد کنید. دستهای فنجانی شده خود را روی آن قرار داده و رها کنید.ایرپلاگها بایستی به حد کافی باعث بلوکه شدن صدا شوند بطوریکه پوشاندن گوشها با دستهای خود منجر به تغییر خاصی در تراز صدا نگردد.

**2– تست سختی و استحکام در پلاگهای نوع سرپیچ دار Flange type– (Tug test )**

به آرامی سعی در داخل و خارج کردن پلاگ با دستها نمایید.

کاربر بایستی در مجرای گوش احساس فشارو سختی یا مکش نماید.

# فصل هفتم

**فرمهای یکسان سازی شده ثبت سنجش صدا در محیط کار**
**فرمهای جمع بندی گزارشات صدا**
**دستورالعملهای مربوط به نحوه تکمیل فرمها**

**در پایان این فصل انتظار می رود :**

- ✓ **با فرمهای صداسنجی و دستورالعملهای مرتبط با نحوه تکمیل فرمهای اندازه گیری و جمع بندی گزارشات صدا آشنا شوید**

## فرم گزارش اندازه گیری صدا(فرم ص – 1)

معاونت بهداشتی دانشگاه /دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ..... مرکزبهداشت شهرستان .....

مرکز بهداشتی درمانی شهری /روستایی ..... آزمایشگاه / شرکت دارای صلاحیت اندازه گیری: .....

### اطلاعات عمومی کارگاه / کارخانه

نام کارگاه /کارخانه ..... نام کارفرما ..... محصول تولیدی ..... شیفت کاری ..... طول مدت شیفت .... ساعت

تعداد واحد ... تعداد شاغلین ... نفر تلفن وتمابر ..... آدرس .....

### اطلاعات اختصاصی واحد کارگاهی

نام واحد .... تعداد شاغلین واحد ... نفر مدت زمان شیفت کاری ... ساعت حجم واحد کارگاهی .....مترمکعب

فعالیت اصلی واحد ..... سایرفعالیتهای جنبی واحد ..... جنس مصالح بکاررفته در : دیوارها: .... سقف: ..... کف:....

منابع اصلی مولد صدا: ۱ -.... ۲ -.... ۳ -..... وضعیت نگهداری دستگاههای مولد صدا: خوب☐ متوسط☐ ضعیف☐

نوع صدا : پیوسته☐ ضربه ای کوچه ای☐ نوسانی☐

مکالمه در فاصله ۱ متری در محل بیشترین تردد یا توقف کارگران: به راحتی شنیده می شود☐ باید فریاد زد☐ اصلاً شنیده نمی شود☐

آیا کارگران در معرض صدا از وسیله حفاظت فردی استفاده می کنند؟ بلی☐ خیر☐

### ملاحظه های کلی صداسنجی

نام ومدل دستگاه تراز سنج صوت ..... مدل کلیبراتور ..... روش کلیبراسیون ....

تاریخ و ساعت آغاز و پایان صداسنجی ..... شبکه توزین فرکانس ... سرعت پاسخ دستگاه ....

### جدول ثبت نتایج صدا سنجی محیطی به روش شبکه ای منظم

| نام ایستگاه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تراز فشار صوت | | | | | | | | | | | | | | | |
| نام ایستگاه | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۲ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۵ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۸ | ۲۹ | ۳۰ |
| تراز فشار صوت | | | | | | | | | | | | | | | |
| نام ایستگاه | ۳۱ | ۳۲ | ۳۳ | ۳۴ | ۳۵ | ۳۶ | ۳۷ | ۳۸ | ۳۹ | ۴۰ | ۴۱ | ۴۲ | ۴۳ | ۴۴ | ۴۵ |
| تراز فشار صوت | | | | | | | | | | | | | | | |
| نام ایستگاه | ۴۶ | ۴۷ | ۴۸ | ۴۹ | ۵۰ | ۵۱ | ۵۲ | ۵۳ | ۵۴ | ۵۵ | ۵۶ | ۵۷ | ۵۸ | ۵۹ | ۶۰ |
| تراز فشار صوت | | | | | | | | | | | | | | | |

دامنه: حداقل .... و حداکثر .... تراز فشار صوت در ایستگاههای اندازه گیری شده dB(A)

تعداد ایستگاه با تراز صدای برابر یا بالای ۸۵ دسی بل: .... تعداد ایستگاه با تراز صدای کمتر از ۸۵ دسی بل: .....

### جدول نتایج اندازه گیری مواجهه فردی کارگر با صدا

| کمیت / نام ایستگاه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPL(rms) | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPL(max) | | | | | | | | | | | | | | | |
| CF | | | | | | | | | | | | | | | |
| ساعات کاری | | | | | | | | | | | | | | | |
| Leq dB(A) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dose % | | | | | | | | | | | | | | | |
| مدت مجاز (ساعت) | | | | | | | | | | | | | | | |

**نظر به نتایج کارشناسی در خصوص وضعیت صدای کارگاه:** وضعیت صدای کارگاه قابل قبول است☐

صدای کارگاه بیش از حدود مجاز است و نیاز به اقدامات فنی مهندسی یا کنترلهای مدیریتی دارد☐ تعداد کارگران در معرض صدای بیش از حد مجاز...

تعداد موارد سنجش مواجهه فردی کارگر با صدا ... تعداد موارد نزدیکتری در سطح مواجهه مجاز .... تعداد موارد نزدیکتری در سطح مواجهه غیر مجاز ....

**میزان مواجهه کارگر با صدای غیر مجاز کارگاه اصلاح گردید(یا خواهد شد) به روش:**

کنترلهای فنی مهندسی☐ کنترلهای مدیریتی☐ استفاده از وسایل حفاظت فردی☐ تعداد شاغلین در مواجهه با صدای کنترل شده مجاز .....نفر

توضیحات: .....

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

## پلان واحدکارگاهی، دستگاهها و ایستگاههای مورد سنجش صدا (فرم ص – ۲)

نام کارگاه .....  نام واحد .....

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | | | | |
| ۳ | | | | | | | | | | |
| ۴ | | | | | | | | | | |
| ۵ | | | | | | | | | | |
| ۶ | | | | | | | | | | |

جدول ثبت نتایج آنالیز تراز فشار صوت برحسب فرکانس در کارگاه

| شماره ایستگاه | SPL | | SPL(dBC) به تفکیک فرکانس ( هرتز) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dB(A) | dB(C) | ۶۳.۵ | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۸۰۰۰ |
| ۱ | | | | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | | | | |
| ۳ | | | | | | | | | | |
| ۴ | | | | | | | | | | |
| ۵ | | | | | | | | | | |
| ۶ | | | | | | | | | | |
| ۷ | | | | | | | | | | |
| ۸ | | | | | | | | | | |
| ۹ | | | | | | | | | | |
| ۱۰ | | | | | | | | | | |
| ۱۱ | | | | | | | | | | |
| ۱۲ | | | | | | | | | | |
| ۱۳ | | | | | | | | | | |
| ۱۴ | | | | | | | | | | |
| ۱۵ | | | | | | | | | | |

## فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا ( فرم ص – ۳)

معاونت بهداشتی دانشگاه/ دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی .....

معاونت بهداشت استان ☐ مرکز بهداشت شهرستان ☐ ..... مرکز بهداشتی درمانی ☐ .....

آزمایشگاه بهداشت حرفه ای/ شرکت ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه ای ☐ ..... ۶ ماهه اول ☐ سالانه ☐ سال .....

**جدول جمع بندی گزارشات صداسنجی به روش شبکه ای**

| موضوع / بعد کارگاه (نفر) | | | <۲۰ | | ۲۰ – ۴۹ | | ۵۰ – ۴۹۹ | | >۵۰۰ | | جمع | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | کارگاه | واحد | کارگاه | واحد | کارگاه | واحد | کارگاه | واحد | کارگاه | واحد |
| تعداد کل موارد صداسنجی | | | | | | | | | | | | |
| تعداد شاغلین کارگاه/واحد صداسنجی شده | | | | | | | | | | | | |
| تعداد موارد صداسنجی در حد مطلوب (زیر ۸۵ دسیبل) | | | | | | | | | | | | |
| تعداد موارد صداسنجی با صدای نامناسب(۸۵ دسی بل و بالاتر) | | | | | | | | | | | | |
| تعداد شاغلین در معرض صدای نامناسب(۸۵ دسی بل و بالاتر) | | | | | | | | | | | | |
| بازدید مجدد | تعداد کارگاه صداسنجی شده که میزان مواجهه کارگر با صدا در آنها کنترل گردیده به روش | کنترلهای فنی مهندسی | | | | | | | | | | |
| | | کنترلهای مدیریتی | | | | | | | | | | |
| | | استفاده از گوشیهای حفاظتی مناسب | | | | | | | | | | |
| | تعداد کارگاههای با صدای کنترل شده | | | | | | | | | | | |
| | تعداد شاغلین کارگاههای با صدای کنترل شده | | | | | | | | | | | |

مجموع موارد سنجش مواجهه فردی کارگر با صدا .... تعداد موارد سنجش با سطح مواجهه مجاز ..... تعداد موارد سنجش با سطح مواجهه غیر مجاز ...

تعداد کارگاههای صداسنجی شده دارای منابع مولد صدای پیوسته ..... صدای ضربه ای ..... صدای توأم .....

تعداد موارد آنالیز تراز فشار صوت ....

تعداد و مدل دستگاههای صداسنج سلیم بکار برده شده .....

تعداد و مدل دستگاههای کالیبراتور موجود .....

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

نام ونام خانوادگی کارشناس مسئول واحد/مسئول فنی : ..... تاریخ وامضاء : .....

## دستورالعمل نحوه تکمیل فرم گزارش اندازه گیری صدا در محیط کار(فرم ص–1)

هدف از تکمیل این فرم اظهارنظر در خصوص وضعیت صدای کارگاه،با جمع آوری اطلاعاتی پیرامون میزان صدای محیطی و یا مواجهات فردی کارگر با صدا در کارگاه یا واحدهای کارگاهی و نیزمواردی که در نحوه توزیع وکیفیت صدا موثرمی باشند است.

### اطلاعات کلی:

دربالای فرم نام معاونت بهداشتی 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 کارگاه/واحد:

در این قسمت نام کارگاه یا کارخانه، نام کارفرما ،محصول نهایی تولید شده در کارگاه را به همراه شیفت کاری (صبح کار- عصرکار- شب کار و یا نوبت کار)، مدت زمان شیفت کاری کارگاه به ساعت ،تعداد واحدهای کارگاه و تعداد افرادی که در این کارگاه مشغول بکار می باشند ثبت می گردد.چنانچه کارگاه خدماتی باشد نوع خدمت و در مورد کارگاههایی که چند محصول تولید می کنند نام مهم ترین محصول تولیدی ذکر می گردد.در محل مربوط به آدرس و تلفن , آدرس دقیق پستی محل کارگاه به همراه شماره تلفن و نمابر ثبت می گردد.

### اطلاعات اختصاصی واحد کارگاهی:

این قسمت مربوط به ثبت اطلاعات جزئی تر واحد یا واحدهای موجود در کارگاه یا کارخانه می باشد که شامل : نام واحد یا در صورت نبود نام ، نوع فعالیت آن ذکر می گردد. در کارگاههایی که تنها دارای یک واحد می باشند در محل نام واحد، نام کارگاه ذکر می شود.در کارگاههای چند واحدی به ازای هر واحد یک برگ فرم (ص-1) دیگر تکمیل می شود. درقسمت دیگری از جدول، تعداد کل کارگران شاغل در واحد مربوطه و مدت زمان شیفت کاری (ساعت) فعالیت در آن واحد ذکر می گردد. سپس با توجه به احتمال شکل غیر هندسی کارگاه حجم کارگاه یا واحد مدنظر برحسب متر مکعب ثبت می شود.

(بطور مثال 6متر طول×4متر عرض×3متر ارتفاع =72 متر مکعب).فعالیت اصلی در حال انجام در واحد کارگاهی و در صورت وجود، فعالیتهای جنبی دیگر در قسمت دیگری از فرم ثبت می شود.

در بخش بعدی،جنس مصالح بکاررفته در سطوح محدود کننده کارگاه(کف،دیوارها و سقف) مشخص می گردد. بطور مثال جنس مصالح بکاررفته ،با توجه به اینکه از فولاد،چوب، سیمان ،آجر و ...باشد تعیین می گردد. درج مصالح بکاررفته در سطوح می تواند در تعیین ضریب جذب یا تعیین فاکتور افت انتقال صوت سطوح کمک کند. در ادامه منابع اصلی مولد صدا در واحد (حداکثر 3 منبع که بیشترین تاثیر را در صدای ایجاد شده دارند)در فرم درج می گردد و وضعیت نگهداری دستگاههای مولد صدا از نظر تمیزکاری،روغنکاری،ثابت بودن ... با عبارات خوب،متوسط و ضعیف توصیف می شود. در قسمت دیگر نوع صدای تولید شده توسط دستگاه یا منابع مولد صدا با توجه به مفهوم و تعاریف هر یک از آنها (پیوسته/ضربه ای/توام)ثبت می شود.

در ادامه بازرس به کمک فرد دیگری (مثلاً کارگر واحد) بوسیله حس شنوایی خود میزان تداخل صدای کارگاه با مکالمه را در در محل کار وی یا تردد کارگران درفاصله یک متری در داخل واحد کارگاهی با یکی از مولفه های به راحتی شنیده می شود، باید فریاد زد و یا اصلاً شنیده نمی شود تعیین می کند.در انتهای بخش اطلاعات اختصاصی، بازرس با مشاهده عینی حین بازرسی با توجه به اینکه کارگران در مواجهه با صدا در واحد از وسیله حفاظت فردی گوش( اعم از ear plug ، ear muff ) استفاده می کنند و یا نه یکی از گزینه های بلی یا خیر را انتخاب می کند.

**مشخصه های کلی صداسنجی :**

**در این قسمت نام و مدل دستگاه ترازسنج صوت و کالیبراتور مورد استفاده جهت صداسنجی ، به همراه روش کالیبراسیون مورد استفاده جهت کالیبره کردن دستگاه(داخلی یا خارجی) ،تاریخ و ساعت صداسنجی(شروع و پایان کار) ثبت می شود.**

**شبکه توزین فرکانس مورد استفاده در دستگاه ترازسنج با توجه به هدف اندازه گیری و دستورالعملهای ارائه شده ثبت می گردد،بطور مثال شبکه A،... و نیز شبکه سرعت پاسخ انتخابی تراز سنج با توجه به اندازه گیری نوع صدای تولیدی درج می گردد مثلآ شبکه پاسخ slow جهت صداهای پیوسته یا موقعیت Impact/Impulse برای اندازه گیری اصوات ضربه ای یا کوبه ای بکار میرود.**

**جدول نتایج اندازه گیری صداسنجی محیطی**

**این جدول بمنظور انعکاس نتایج سنجش تراز صدای محیطی کارگاه جهت تعیین توزیع تراز فشار صوتی( تراز فشار صوت لحظه ای در حالت تعادل تراز بر حسب dB (A) و سرعت پاسخ SLOW) و محدوده های خطر در کارگاهها بکار می رود.در این روش کارگاه با توجه به ابعاد و امکانات موجود به نواحی یکسانی تقسیم می شود که نقاط منتخب مورد صداسنجی قرار می گیرد و تراز صدای محیطی کارگاه اندازه گیری شده در ایستگاههای مدنظر به صورت دامنه حداقل و حداکثری تراز فشار صوت واحد بیان می گردد که دراین فرم، جدول نتایج جهت ثبت صداسنجی برای 60 ایستگاه در هر واحد کارگاهی پیش بینی شده است.(رجوع شود به دستورالعمل ناحیه بندی در روش شبکه ای منظم صفحه49- فصل 4 )**

**در زیر جدول مذکور دامنه حداقلی و حداکثری تراز فشار صوت اندازه گیری شده در ایستگاهها ، تعداد ایستگاههای اندازه گیری شده با تراز صدای 85 دسیبل و بالاتر و نیزتعداد ایستگاههای با تراز پایینتر از 85 db نوشته می شود.**

**جدول نتایج اندازه گیری مواجهات فردی با صدا**

**این جدول بمنظور ثبت نتایج حاصل از موارد صداسنجی جهت تعیین سطح مواجهات فردی کارگر با صدا استفاده می گردد.اندازه گیری در محل استقرارکارگر و توقف یا تردد وی بسته به چگونگی مواجهه و مدت زمان مواجهه یا تناوب و استمرار تماس با صدا توسط تراز سنج صوت یا دزیمتر مطابق با دستورالعملهای تدوین شده صورت می گیرد. (رجوع شود به صفحه52-فصل 4 ) اگرکارگر در یک یا چند ایستگاه کاری در زمانهای نامشخص با تراز های فشار صوت متفاوت مواجهه داشته باشد دز صدای دریافتی روزانه به روش دزیمتری ثبت می گردد.در صورتی که کارگر در طول شیفت کاری با صدای یکنواخت مواجهه داشته باشد و یا کارگر با تراز های فشار صوت معین و متفاوت در زمانهای مختلف (و مشخص) مواجهه داشته باشد مقادیر تراز صدای اندازه گیری شده و مجموع زمان مواجهه به تراز معادل یا دز دریافتی تبدیل و با مقادیر ساعات مجاز مواجهه مقایسه گردد . در ستون مربوط به هر ایستگاه اندازه گیری این جدول نتایج سنجش صدا را بر حسب تراز فشار صوت مؤثر ، ترازپیک فشار صوت و فاکتور قله (اختلاف تراز پیک و تراز فشار موثر صوت)و ساعات کاری فرد ثبت می کنیم و سپس مقادیر تراز معادل 8 ساعته و دوز صدا را بر اساس روابط آموزش داده شده یا نموگرامهای موجود(صفحه60 فصل 4) با توجه به ساعات کار مواجهه کارگر تعیین می کنیم. در انتها مقدار ساعت مجاز مواجهه با صدا را برای کارگر با توجه به درصد دز دریافتی روزانه محاسبه می کنیم**

**نظریه نهایی کارشناس درخصوص وضعیت صدای کارگاه**

**این قسمت از فرم با توجه به نتایج حاصل از صداسنجی محیطی به روش شبکه ای واحدهای کارگاهی تکمیل می شود.به این شکل که در صورتیکه درهیچ یک از ایستگاههای اندازه گیری شده تراز 85 دسیبل و بالاتر**

ثبت نکرده باشیم وضعیت صدای واحد کارگاهی مناسب می باشد و باعلامت ✓ داخل □ نشان می دهیم.اما در صورتیکه در یکی از ایستگاههای سنجش صدا تراز 85 دسیبل و یا بالاتر ثبت کرده باشیم گزینه بعدی یعنی صدای کارگاه بیش از حدود مجاز است و نیاز به اقدامات فنی مهندسی دارد را انتخاب می کنیم.پس از آن تعداد کارگران در معرض صدای بیش از حد مجاز با توجه به ایستگاههای مخاطره زا و محل توقف یا تردد کارگران توسط کارشناس تعیین می شود. در ادامه تعداد موارد سنجش شده مربوط به مواجهه فردی کارگران با صدا ، تعداد موارد دزیمتری که سطح مواجهه با صدا مناسب تشخیص داده شده و نیز تعداد موارد دزیمتری با سطح مواجهه غیرمجاز به ترتیب ثبت می گردد.

دقت شود که در کارگاههای چند واحدی هنگام ارسال آمار توسط فرم جمعبندی گزارشات صدا(فرم ص-3 ) به سطوح بالاتر کارگاههایی که حداقل دارای یک واحد کارگاهی با آلایندگی صدای بیشتر از حدود مجاز باشند جزو کارگاههای سنجش شده دارای صدای نامناسب محسوب می گردد.

## میزان مواجهه کارگر با صدای غیر مجاز کارگاه اصلاح گردید(بازدید مجدد) به روش:

در صورتی که در بازدید مجدد میزان مواجهه کارگر با صدای کارگاه با توجه به بازدیدهای قبلی اصلاح یا کنترل شده باشد کارشناس با انتخاب یکی از گزینه های موجود روشی را که میزان مواجهه کارگر با صدای غیر مجاز کارگاه را کنترل یا حذف و به نوعی اصلاح نموده است 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 میزان مواجهه کارگر با صدای غیر مجاز در آنها اصلاح یا کنترل شده باشد.

در ادامه تعداد کارگران شاغل در آن واحد یا کارگاه که به کمک یکی از روشهای کنترلی (فنی مهندسی- مدیریتی – کاربرد وسایل حفاظت فردی)مواجهه با صدا برای آنان کنترل یا اصلاح شده است با نظر کارشناس درج می گردد.

در این بخش کارشناس می تواند توضیحات مورد نیاز در خصوص روش کنترلی مورد استفاده را ثبت نماید.

نام ونام خانوادگی بازرس تکمیل کننده فرم ،تاریخ سنجش و سمت وی در ذیل فرم نوشته شده و در انتها امضاء می شود

## نحوه تکمیل فرم ص–2

با توجه به توضیحات داده شده در قبل ، در قسمت بالای فرم ، مشخصات درخواستی شامل نام کارگاه و نام واحد که میزان صدای آن سنجیده می شود وارد می شود. سپس پلانی از کارگاه به همراه محل استقرار دستگاهها، منابع مولد صدای موجود وایستگاههایی که در آن سنجش صدا صورت گرفته(حداکثر 60 ایستگاه پیش بینی شده در فرم)،در نقشه کارگاه مشخص می شود جهت سهولت در دسترسی و جابجایی فرمها می توان فرم ص-1 و فرم ص-2راپشت ورو تکثیر و در اختیار بازرس قرار داد.

* توضیح اینکه در صورتی که جهت برخی مقاصد کنترلی یا تهیه برنامه حفاظت شنوایی و تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب (گوشیهای حفاظتی مناسب)در ایستگاههایی نیاز به آنالیز فرکانس صوت باشد به همراه صداسنجی محیطی یا دزیمتری حداقل یک مورد آنالیز فرکانس صوتی مطابق با دستورالعملهای پیشنهادی صورت می گیرد.به همین منظور در ذیل فرم ص-2 جدولی جهت آنالیز فرکانس صدا در 15 ایستگاه تعبیه شده است که نتایج در آن ثبت می شود.(رجوع شود به صفحه54 فصل 4 )

## دستورالعمل نحوه تکمیل فرم جمع بندی گزارشات اندازه گیری صدا (فرم ص–3)

هدف از تکمیل این فرم دستیابی به اطلاعات جمع بندی شده در خصوص گزارشات اندازه گیری صدا اعم از صدای محیطی کارگاهها،دزیمتری و تعیین مواجهات فردی کارگران در ایستگاههای بخصوص و تعداد موارد آنالیز فرکانس صوت در ایستگاهها می باشد. دراین فرم اطلاعات اولیه از فرمهای یکسان سازی شده (فرمهای ص-1 و ص-2) استخراج وبا توجه به اهداف از پیش تعیین شده مورد استفاده قرار می گیرد

## اطلاعات کلی :

دربالای فرم نام معاونت بهداشتی دانشگاه /دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قید می گردد.با توجه به اینکه گزارشات توسط چه مرجعی جمع بندی گردیده است یکی از قسمتهای مربوط به معاونت بهداشت استان ،مرکز بهداشت شهرستان به همراه نام شهرستان ویا مرکز بهداشتی درمانی ، نام شرکت ویا آزمایشگاه بهداشت حرفه ای صاحب صلاحیت علامت گذاری و درج می گردد.

درقسمت دیگربا توجه به اینکه گزارشات مربوط به آمار 6 ماهه اول سال باشد یا سالانه قسمت مربوطه مشخص می گردد.

## اطلاعات اختصاصی جدول جمع بندی گزارشات صداسنجی به روش شبکه ای:

نتایج سنجش وبررسیهای انجام شده درخصوص صدای محیطی اندازه گیری شده در جدولی که به این منظور طراحی شده است منعکس میگردد.جدول مشتمل بر چندین ردیف و ستون می باشد که نحوه تکمیل به شرح زیر می باشد :

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

### ردیف اول:

دراین ردیف تعداد موارد سنجش صدا در کارگاهها و واحدها با توجه به بعد کارکنان ثبت می گردد.

### ردیف دوم:

در این ردیف تعداد شاغلین کارگاهها/واحدهای صداسنجی شده به تفکیک بعد کارگری ثبت میشود.

### ردیف سوم:

در این ردیف تعداد کارگاهها و واحدهایی که در صداسنجی محیطی بعمل آمده نتایج سنجش در حد مطلوب و توصیه شده کشوری می باشد(تمام ایستگاهها زیر 85 دسی بل می باشد) گنجانده می شود.

### ردیف چهارم:

در این ردیف تعداد کارگاهها و واحدهایی که در صداسنجی محیطی بعمل آمده نتایج سنجش بالاتر از حد مطلوب و توصیه شده کشوری می باشد(حداقل دارای یک ایستگاه با تراز صدای 85 دسی بل و بالاترمی باشد) گنجانده می شود.

نکته 1 : در کارگاههای چند واحدی در صورتیکه وضعیت صدای حداقل یک واحد آن نامناسب باشد کارگاه مذکور جزو کارگاه با صدای نامناسب در آمار جمع بندی محسوب می شود

نکته 2 : در کارگاههای چند واحدی که دارای 2 یا چند واحد کارگاهی با صدای غیر مجاز می باشند، هنگام درج آمار تعداد کارگاه با صدای نامناسب در فرم جمع بندی ص-3 یکبار لحاظ شود.

نکته3 : در کارگاههای چند واحدی به ازای تعداد واحدهای دارای صدای مطلوب یا نامطلوب عدد مربوطه در قسمت آمار تعداد واحد در فرم جمع بندی ص-3 لحاظ می شود.

**ردیف پنجم:**

**در این ردیف تعداد شاغلین در معرض صدای نامناسب کارگاهها و واحدهایی که در صداسنجی محیطی بعمل آمده نتایج سنجش بالاتر از حد مطلوب و توصیه شده کشوری می باشد(دارای ایستگاههای با تراز صوت 85 دسی بل و بالاتر می باشد) گنجانده می شود.تعداد شاغلین در معرض صدا از اطلاعات اعلام شده در بخش نظریه نهایی فرم ص-1 بدست می آید.**

## اطلاعات مربوط به بازدیدهای مجدد

**ردیف ششم :**

**در این ردیف تعداد کارگاههای تحت بازرسی و صداسنجی شده در دفعات دوم و بعد از آن که میزان مواجهه کارگر با صدای غیرمجاز درآنها به کمک روشهای فنی مهندسی حذف یا کنترل گردیده است ثبت می شود.**

**ردیف هفتم :**

**در این ردیف تعداد کارگاههای صداسنجی شده در دفعات دوم و بعد از آن که میزان مواجهه کارگر با صدای غیرمجاز درآنها به کمک روشهای کنترل مدیریتی اصلاح شده است درج می گردد.**

**ردیف هشتم :**

**در این ردیف تعداد کارگاههای تحت بازرسی صداسنجی شده در دفعات بعدی که میزان مواجهه کارگر با صدای غیرمجاز در آنها به کمک روشهای کوتاه مدت مانند کاربرد وسایل حفاظت فردی گوش(اعم از ایرپلاگ یا ایرماف...) کنترل گردیده است ثبت می گردد.**

**ردیف نهم :**

**در این ردیف مجموع تعداد کارگاههای تحت بازرسی صداسنجی شده در دفعات بعدی که میزان مواجهه کارگر با صدای غیر مجاز درآنها به کمک هر یک از روشهای کنترلی موجود (اعم از روشهای فنی مهندسی/ روشهای کنترل مدیریتی/روشهای کوتاه مدت مانند کاربرد وسایل حفاظت فردی گوش/یا روشهای توام) کنترل گردیده است ثبت می گردد.**

**ردیف دهم:**

**در این ردیف مجموع تعداد شاغلین کارگاههای تحت بازرسی صداسنجی شده در دفعات بعدی که میزان مواجهه کارگر با صدای غیرمجاز درآنها به کمک هر یک از روشهای کنترلی موجود (اعم از روشهای فنی مهندسی/ روشهای کنترل مدیریتی/ روشهای کوتاه مدت مانند کاربرد وسایل حفاظت فردی گوش/یا روشهای توام) کنترل گردیده است ثبت می گردد. اطلاعات این بخش از مجموع تعداد شاغلین در مواجهه با صدای کنترل شده مجاز در قسمت بازدیدهای مجدد از فرم ص-1 تکمیل می شود.**

**پس از تکمیل اطلاعات جدول بالا ،مجموع تعداد موارد سنجش مواجهه فردی یا دزیمتری ،تعداد موارد سنجش مواجهه فردی با سطح مواجهه مجاز ، تعداد موارد سنجش مواجهه فردی با سطح مواجهه غیر مجاز جه مناسب در خصوص مواجهه کارگران با صدا یا نامناسب آن ثبت می شود.**

**در ادامه مجموع تعداد کارگاههای سنجش شده به تفکیک دارای منابع مولد صدای پیوسته/ صدای ضربه ای/ صدای توام استحصالی از اطلاعات اختصاصی واحد کارگاهی فرم ص-1 ثبت می گردد.در صورتیکه کارگاه دارای منابع مولد صدای پیوسته و ضربه ای به شکل توام باشد کارگاه مذکور در آمار کارگاههای دارای منبع مولد صدای توام لحاظ گردد و در آمار جمع بندی 2 مورد قبلی لحاظ نمی شود.**

**در بخش دیگری از فرم تعداد موارد آنالیز تراز فشار صوت انجام شده ،تعداد و مدل دستگاههای صداسنج سالم بکاررفته و تعداد و مدل کالیبراتورهای موجود نیز به تفکیک ثبت می شود.**
**در خاتمه نام ونام خانوادگی تکمیل کننده فرم ، سمت وی به همراه نام و نام خانوادگی کارشناس مسئول واحد /مسئول فنی وتاریخ تکمیل فرم یادداشت و توسط آنها امضاء می گردد .**

# مستندات قانونی
# ضمائم وپیوستها

## مستندات قانونی:

### بند 2 ماده 1 قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی :

وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی عبارتند از :تأمین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن از طریق اجرای برنامه های بهداشتی خصوصاً در زمینه بهداشت محیط، مبارزه با بیماریها، بهداشت خانواده و مدارس، آموزش بهداشت عمومی، بهداشت کار و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبتهای بهداشتی اولیه، بویژه مادر و کودک با همکاری و هماهنگی دستگاههای ذیربط .

### ماده 3 قانون کار:

کارفرما شخصی است حقیقی یا حقوقی که کارگر به درخواست و به حساب او در مقابل دریافت حق السعی کار می کند. مدیران و مسئولان و به طور عموم کلیه کسانیکه عهده دار اداره کارگاه هستند کارفرما محسوب می شوند و کارفرما مسئول کلیه تعهداتی است که نمایندگان مذکور در قبال کارگر به عهده می گیرند. درصورتیکه نماینده کارفرما خارج از اختیارات خود تعهد می نماید و کارفرما آن را نپذیرد در مقابل کارفرما ضامن است.

### ماده 4 قانون کار:

کارگاه محلی است که کارگر به درخواست کارفرما یا نماینده او در آنجا کار می کند، از قبیل مؤسسات صنعتی، کشاورزی، معدنی، ساختمانی، ترابری، مسافربری، خدماتی، تجاری، تولیدی، اماکن عمومی و امثال آن

### ماده 85 قانون کار:

برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعملهایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی(جهت تأمین حفاظت فنی)و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماریهای حرفه ای و تأمین بهداشت کار و کارگر و محیط کار)تدوین میشود برای کلیه کارگاهها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است

### ماده 88 قانون کار :

اشخاص حقیقی که به ساخت یا ورود و عرضه ماشین می پردازند مکلف به رعایت موارد ایمنی و حفاظتی مناسب می باشند .

### ماده 91 قانون کار:

کارفرمایان و مسئولان کلیه واحدهای موضوع **85** این قانون مکلفند براساس مصوبات شورای عالی حفاظت فنی برای تأمین حفاظت و سلامت و بهداشت کارگران در محیط کار، وسایل و امکانات لازم را تهیه و در اختیار آنان قرار داده و چگونگی کاربرد وسایل فوق الذکر را به آنان بیاموزند و درخصوص رعایت مقررات حفاظت و بهداشتی نظارت نمایند. افراد مذکور نیز ملزم به استفاده و نگهداری از وسایل حفاظت و بهداشتی فردی و اجرای دستورالعملهای مربوطه کارگـــــــاه می باشند.

### ماده 92 قانون کار :

کلیه واحدهای موضوع ماده **85** این قانون که شاغلین در آنها به اقتضاء نوع کار در معرض بروز بیماریهای ناشی از کار قرار دارند باید برای همه افراد مذکور پرونده پزشکی تشکیل دهند و حداقل سالی یکبار توسط مراکز بهداشتی درمانی از آنها معاینه و آزمایشهای لازم را بعمل آورند و نتیجه را در پرونده مربوطه ضبط نمایند.

**ماده 95 قانون کار:**

**مسئولیت اجرای مقررات و ضوابط فنی و بهداشت کار برعهده کارفرما، مسئولین واحدهای موضوع ذکر شده در ماده 85 این قانون خواهد بود. هرگاه بر اثر عدم رعایت مقررات مذکور از سوی کارفرمایان یا مسئولین واحد، حادثه ای رخ دهد، شخص کارفرما یا مسئول مذکور از نظر کیفری و حقوقی و نیز مجازاتهای مندرج در این قانون مسئول است.**

**ماده 4 دستورالعمل تأمین سلامت کار در کارگاههای کوچک:**

**مسئولیت نظارت بر حسن اجرای این آئین نامه بعهده بازرسان بهداشت حرفه ای موضوع ماده 100 قانون کار است.**

**تبصره : اظهار نظر در مواردی از قبیل مطلوب، نامطلوب، مناسب، نامناسب، کافی و ناکافی و .... بعهده بازرسین مزبور است.**

**ماده 7 دستورالعمل تأمین سلامت کار در کارگاههای کوچک:**

**دیوارها و سقف کارگاه طوری ساخته شود که از نفوذ عوامل زیان آور از قبیل گرما، سرما، رطوبت ، صدا و غیره به داخل کارگاه و بالعکس جلوگیری کند.**

**ماده 16 دستورالعمل تأمین سلامت کار در کارگاههای کوچک :**

**در کارگاه بایستی میزان صدا، ارتعاش، روشنایی (طبیعی و مصنوعی)پرتوهای یونساز(آلفا، بتا، گاما، ایکس، .....)و غیر یونساز (ماوراء بنفش، مادون قرمز، رادیویی، ماکروویو، میدان های مغناطیسی و میدانهای الکتریکی پایا منطبق با استاندارد اعلام شده در کتاب «حدود تماس شغلی عوامل بیماری زای محیط کار» مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی متناسب با نوع کار و محل تأمین شود.**

**ماده 25 دستورالعمل تأمین سلامت کار در کارگاههای کوچک:**

**کلیه کارگران، کارآموزان و نیز عامل اجرایی کار در کارگاههای خویش فرما مکلف به کسب مهارت لازم در بکارگیری تمهیدات و امکانات بهداشتی در محیط کار و استفاده صحیح از آنها می باشند.**

**ماده 26 دستورالعمل تأمین سلامت کار در کارگاههای کوچک :**

**کارفرمایان موظفند وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار را برای شاغلین خود تأمین نمایند و امکانات لازم جهت آموزش نحوه بکارگیری صحیح این وسایل را برای آنان تأمین و بر کاربرد صحیح این وسایل در طول کار نظارت نمایند.**

**ماده 17045 آیین نامه حفاظت و بهداشت کار وزارت کارو امور اجتماعی:**

**هرگاه در محیط کار صداها شدید و مداوم باشد اشخاصی که در آن محیط کار می کنند بایستی از وسایل حفاظتی پرده گوش استفاده نمایند .**

**ماده 17046 آیین نامه حفاظت و بهداشت کار وزارت کارو امور اجتماعی:**

**حفاظ پرده گوش دارای شرایط ذیل باشد :**

**الف - همه روزه تمیز باشند مگر انواعی که پس از یکمرتبه استعمال باید دور انداخته شوند ب - قبل از آنکه شخص دیگری از آن استفاده نماید ضد عفونی گردد .**

**ماده 17047 آیین نامه حفاظت و بهداشت کار وزارت کارو امور اجتماعی:**

**وسیله حفاظتی گوش ها در مقابل جرقه ، ذرات فلزات و سایر اجسام خارجی باید از نوع توری زنگ نزن ، محکم و سبک با دور چرمی باشد که از پشت سر توسط فنر تسمه ای قابل تنظیم روی گوشها مستقر گردد .**

**ماده 17048 آیین نامه حفاظت و بهداشت کار وزارت کارو امور اجتماعی:**

**در مواقعی که دستگاه حفاظ گوش مورد استفاده قرار نمی گیرد باید در جعبه مخصوص نگهداری شود تا در اثر تماس با روغن و چربی و سایر مواد خراب نشود**

---

## آیین‌نامه مشاغل سخت و زیان‌آور

**ماده1ـ کارهای سخت و زیان‌آور کارهایی است که در آنها عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی محیط کار غیر استاندارد بوده و در اثر اشتغال بیمه‌شده تنشی به مراتب بالاتر از ظرفیتهای طبیعی (جسمی و روانی) در وی ایجاد می‌شود که نتیجه آن بیماری شغلی و عوارض ناشی از آن باشد. مشاغل سخت و زیان‌آور موضوع این ماده به دو گروه تقسیم می‌شوند:**

**الف ـ مشاغلی که صفت سخت و زیان‌آوری با ماهیت شغلی وابستگی دارد اما می‌توان با بکارگیری تمهیدات بهداشتی، ایمنی و تدابیر فنی مناسب توسط کارفرما سختی و زیان‌آوری آنها را حذف نمود.**

**ب ـ مشاغلی که ماهیتاً سخت و زیان‌آور بوده و با بکارگیری تمهیدات بهداشتی، ایمنی و تدابیر فنی توسط کارفرما، صفت سخت و زیان‌آوری آنها کاهش یافته ولی کماکان سخت و زیان‌آوری آنها حفظ می‌گردد.**

**ماده2ـ تعیین سخت و زیان‌آور بودن مشاغل موضوع ماده (1) و نوع آن گروه الف» و گروه « ب» حسب درخواست کارگر، کارفرما، تشکلها، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت کار و امور اجتماعی و سازمان تأمین اجتماعی در هر کارگاه با بررسی سوابق، انجام بازدید و بررسی شرایط کار توسط کارشناسان بهداشت حرفه‌ای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و بازرسان کار وزارت کار و امور اجتماعی و با تأیید توسط کمیته‌های بدوی و تجدیدنظر استانی موضوع این آیین‌نامه انجام می‌گیرد .**

**تبصره ـ در موارد مشمول بند « الف» ماده (1) این آیین‌نامه که استاندارد حدود تماس شغلی عوامل بیماری‌زا و سخت و زیان‌آور وجود دارد اتخاذ تصمیم قطعی در کمیته‌ها مستلزم اندازه‌گیری و اظهارنظر کارشناسان بهداشت حرفه‌ای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و یا سایر مراکز دارای مجوز از وزارتخانه یادشده است**

---

**19/3/1378**

## آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي

**60742 - 1378.03.19ت 16525 هـ - 1378.04.01 - 285**
**سازمان حفاظت محيط زيست - وزارت كشور - وزارت مسكن و شهرسازي**
**جرايم و مجازاتهاي عمومي ـ حفاظت محيط زيست ـ وزارتخانه‌ها ـ سازمانهاي مستقل ـ شهرداري ـ صنايع ـ واردات و صادرات ـ هواپيمايي**
**هيأت وزيران در جلسه مورخ 1378.3.19 بنا به پيشنهاد شماره 132 - 21 مورخ 1375.1.20**
**سازمان حفاظت محيط زيست و به استناد ماده (27)قانون نحوه جلوگيري از آلودگي هوا ـ مصوب 1374 - آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري صوتي را به شرح زير تصويب نمود :**
**آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي**
**ماده 1 - تعاريف :**
**1- صدا يا صوت عبارت است از امواج طولي كه از ارتعاش سريع اجسام و مواد اعم از جامد، مايع و گاز توليد مي‌شود .**
**2- آلودگي صوتي عبارت است از پخش و انتشار هر گونه صوت و صدا و ارتعاش مربوط بيش از حد مجاز و مقرر در فضاي باز (غير سر پوشيده .(**

**3- حد مجاز آلودگي صوتي كه استاندارد آلودگي صوتي هم ناميده مي‌شود ،عبارت است از ميزان و مشخصات ويژه‌اي كه با توجه به اصول حفاظت‌محيط زيست و برمبناي واحد اندازه‌گيري صدا براي منابع مولد آلودگي صوتي و فضاي مورد انتشار و محيط‌هاي مختلف تعيين مي‌شود .**
**4- واحد اندازه‌گيري صدا يا صوت دسي بل مي‌باشد**
**5-عامل آلودگي صوتي كه به اختصار عامل آلودگي نيز ناميده مي‌شود، عبارت است از هر شخص حقيقي كه اداره يا تصدي منابع ثابت و هدايت منابع‌سيار مولد آلودگي صوتي را خواه براي خود، يا به نمايندگي از طرف شخص يا اشخاص حقيقي ديگر بر عهده داشته و يا شخصاً به طرق مختلف عامل‌ايجاد آلودگي است .**
**6- منابع و كانونهاي آلودگي صوتي كه به اختصار منابع آلوده كننده ناميده مي‌شود، عبارتند از :**
**الف - نيروگاهها و پالايشگاهها**
**ب - كارخانه‌ها و كارگاهها**
**ج - وسايل نقليه موتوري اعم از هوايي، دريايي، زميني و زير زميني**
**د - فرودگاهها، پايانه‌هاي حمل و نقل و توقفگاههاي دائمي وسايل نقليه موتوري**
**هـ - تعميرگاههاي وسايل نقليه موتوري و آن دسته از واحدهاي صنفي كه فعاليت آنها با آلودگي صوتي ملازمه دارد .**
**و - ميادين تير و محلهاي تمرين نظامي .**
**ز - ساير منابع مانند ژنراتورها و موتورهاي توليد برق ، استقرار بلندگوها در اماكن عمومي و محوطه‌هاي غير سرپوشيده، مباشرت به هر عمل يا ترك‌عمل كه ايجاد آلودگي صوتي نمايد .**
**7- منظور از سازمان، سازمان حفاظت محيط زيست و مقصود از قانون، قانون نحوه جلوگيري از آلودگي هوا - مصوب 1374.2.3 - مي‌باشد .**
**ماده 2 - مبادرت به هر گونه اقدامي كه موجبات آلودگي صوتي را فراهم نمايد ممنوع مي‌باشد. حد مجاز يا استاندارد آلودگي صوتي توسط سازمان‌حفاظت محيط زيست با همكاري دستگاههاي ذي ربط تهيه و به تصويب شوراي عالي محيط زيست مي‌رسد .**
**ماده 3 - سازمان ضمن شناسايي منابع و كانونهاي آلودگي موضوع بند(6) ماده (1) اين آيين نامه و تعيين ميزان آلودگي آنها بر اساس استانداردهاي‌موضوع ماده (2) مراتب را به عامل يا عاملين منابع مذكور اعلام نموده و مهلت مناسبي را براي رفع آلودگي تعيين مي‌كند.**
**عاملين منابع صوتي مذكور مكلفند در مهلت مناسب تعيين شده حسب موردنسبت به رفع آلودگي صوتي اقدامي نمايند .**
**تبصره - روشهاي سنجش ميزان آلودگي صوتي و شرايط ارائه نتايج مربوط توسط سازمان تعيين و بنا به مورد به عاملين اعلام خواهد شد .**
**ماده 4 - در صورتي كه عاملين آلودگي در كارخانجات و كارگاهها در پايان مهلت مقرر نسبت به رفع آلودگي صوتي اقدام ننمايند، از فعاليت اينگونه منابع‌به ترتيب مقرر در ماده (16) قانون ممانعت به عمل خواهد آمد .**
**ماده 5 - سازمان مجاز است در اجراي وظايف قانوني خود و اطمينان از رعايت مفاد قانون و اين آيين نامه هر زماني كه لازم بداند هريك از منابع آلوده‌كننده را بازرسي نمايد .**
**تبصره - با عاملين و يا هر شخص ديگري كه به طور مستقيم يا غير مستقيم از انجام بازرسي و يا تعيين ميزان آلودگي صوتي جلوگيري نموده و يا از ارائه‌آمار و اطلاعات مورد نياز سازمان خود داري نمايد طبق ماده (30) قانون رفتار خواهد شد.**
**ماده 6 - مراكز معاينه و آزمايش وسايل نقليه موتوري موضع ماده (5) قانون موظفند انواع وسايل نقليه موتوري مورد بازديد را از جهت استانداردها وحد مجاز آلودگي صوتي نيز تحت آزمايش و معاينه قرار دهند .**
**ماده 7 - به كار انداختن و تردد هر گونه وسيله نقليه موتوري مولد آلودگي صوتي ممنوع مي‌باشد. نيروي انتظامي از تردد هر نوع وسيله نقليه موتوري‌فاقد گواهينامه موضوع ماده (6) ممانعت به عمل آورده و عاملين يا رانندگان اينگونه وسايل نقليه را به مجازاتهاي مقرر در ماده (32) قانون محكوم‌خواهند نمود :**
**ماده 8 - توليد كنندگان، سازندگان و وارد كنندگان وسايل نقليه موتوري موظفند هنگام ساختن و توليد يا وارد كردن وسايل نقليه موتوري و قطعات آنها(انباره - اگزوز - لاستيك - بوق - لنت ترمز - انواع ياتاقان و بلبرينگ (استانداردها و حد مجاز آلودگي صوتي حاصل از اينگونه منابع را كه توسط‌سازمان در اختيار آنان قرار خواهد گرفت، رعايت نمايند .**
**ماده 9 - كليه هواپيماهايي كه در ايران ثبت مي‌شوند و يا در آسمان ايران به پرواز در مي‌آيند يا در فرودگاههاي آن تردد مي‌نمايند، ملزم به رعايت‌ضوابط و استانداردهاي سازمان هوانوردي بين‌المللي (1974 ( IOCAO - مي‌باشند .**
**تبصره 1 - نظارت بر اجراي اين ماده بر عهده سازمان هواپيمايي كشوري است .**
**تبصره 2 - رسيدگي به شكايتهاي واصله به سازمان محيط زيست از طريق سازمان هواپيمايي انجام خواهد شد .**
**ماده 10 - احداث و توسعه و تغيير محل فرودگاهها، پايانه‌هاي حمل و نقل و توقفگاههاي دائمي وسايل نقليه موتوري سنگين موكول به انجام ارزيابي‌زيست محيطي بر اساس الگوي مصوب**

شوراي عالي محيط زيست و تأييد سازمان حفاظت محيط زيست براي استقرار در محل مناسب از جهت‌رعايت حد مجاز آلودگي صوتي مي‌باشد .
تبصره: انجام ارزيابي زيست محيطي در فرودگاهها ،با همكاري سازمان هواپيمايي كشوري انجام خواهد شد .
ماده 11 - استقرار و فعاليت تعميرگاههاي وسايل نقليه موتوري و واحدهاي صنفي آلوده كننده موضوع بند هـ رديف (6) ماده (1) اين آيين نامه موكول‌به رعايت حد مجاز آلودگي صوتي مي‌باشد .
عاملين اينگونه منابع آلوده كننده موظفند حد مجاز آلودگي مربوط را رعايت نمايند در غير اين صورت به مجازاتهاي مقرر در ماده 32 قانون محكوم‌خواهند شد .
ماده 12 - در صورتي كه رفع آلودگي صوتي ناشي از فعاليت منابع آلوده كننده موضوع ماده (12) اين آيين نامه كه در داخل محدوده شهرها و نقاط‌مسكوني استقرار دارند به طرق ديگري جز انتقال آنها به محلهاي مناسب امكان پذير نباشد، طرح انتقال اينگونه منابع توسط سازمان و با همكاري‌وزارت كشور (شهرداريها و بخشداريها)،وزارت مسكن و شهرسازي تهيه و پس از تصويب هيأت وزيران به مورد اجرا گذاشته خواهد شد .
ماده 13 - سازمان موظف است به منظور كنترل و جلوگيري از ايجاد آلودگي صوتي توسط ساير منابع آلوده كننده )موضوع بندهاي "ح"، "و"، "ز" جزء(6) ماده (1) ممنوعيتها و محدوديتهاي نوعي، كمي، زماني و مكاني را تعيين و به تصويب شوراي عالي حفاظت محيط زيست برساند .
تبصره - عاملين اين قبيل منابع آلوده كننده كه به علت رعايت ممنوعيتها و محدوديتهاي برقرار شده توسط سازمان موجبات آلودگي صوتي را فراهم‌نمايند، به مجازات مقرر در ماده (32) قانون محكوم خواهند شد .
حسن حبيبي ـ معاون اول رييس جمهوري

---

## حد مجاز آلودگي صوتي موضوع ماده (2) آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي

معاونت محترم بهداشتي / سلامت  شماره نامه:۴۹۱۲۷/ت۳۸۷۳۴ ک مورخ ۸۷/۴/۵

دانشگاه/ دانشكده علوم پزشكي و خدمات بهداشتي درماني .....

با سلام

با صلوا ت بر محمد و آل محمد (ص) و با تقديم احترام :به پيوست مصوبه بازنگري شده ماده(2) آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي موضوع تصويب نامه شماره 60742/ت 16525ه – مورخ 1387/4/1 هيئت وزيران جهت استحضار و اقدام ايفا گردد.

دكتر مصطفي غفاري

رئيس مركز سلامت محيط و كار

---

بسمه تعالي

((با صلوات بر محمد و آل محمد))

سازمان حفاظت محيط زيست – وزارت راه و ترابري

كميسيون امور زيربنايي صنعت و محيط زيست در جلسه مورخ 1386/12/19 بنا به پيشنهاد شماره 44925-1 مورخ 86/7/29 سازمان حفاظت محيط زيست و به استناد ماده (2) آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي موضوع تصويب نامه شماره 60724/ت 16525ه مورخ1387/4/1 هيئت وزيران و با رعايت جز (3) بند (ج) مصوبه شماره 1901/56061 مورخ 1386/4/24 شوراي عالي اداري تصويب نموده اند :

**1- حد مجاز آلودگي صوتي موضوع ماده (2) آيين نامه اجرايي نحوه جلوگيري از آلودگي صوتي به شرح جدول و تعاريف زير تعيين ميشود:**

| ردیف | نوع پهنه | تراز متوسط روز (7 صبح تا 10 شب)<br>db ((A روز Lp | تراز متوسط شب ( 10 شب تا 7 صبح)<br>db ((A روز Lp |
|---|---|---|---|
| 1 | مسكوني | 55 | 45 |
| 2 | تجاري – مسكوني | 60 | 50 |
| 3 | تجاري – اداري | 65 | 55 |
| 4 | مسكوني – صنعتي | 70 | 60 |
| 5 | صنعتي | 75 | 65 |

**الف – پهنه مسكوني : پهنه اي است كه كاربري غالب آن مسكوني و كاركرد اصلي آن سكونت بوده و كاربريهاي مربوط به فعاليتهاي پشتيبان براي تامين نيازهاي روزمره و اوليه ساكنين محلات را نيز در خود جاي داده است در پهنه سكونت تامين آسايش و امنيت ساكنين مبناي انتخاب كاربريهاي مجاز به استقرار در اين پهنه است. تنوع در پهنه هاي مسكوني ناشي از وجود تفاوت بارز در تراكم ساختماني ، ابعاد قطعات مسكوني ، تعداد طبقات ، تعداد واحد مسكوني در هر هكتار، عرض معابر و مانند آنهاست .**

**ب – پهنه تجاري - مسكوني :**

**مشتمل بر قسمتهايي از شهر است كه از رشد خزنده فضاهاي كار و فعاليت در بافتهاي مسكوني پديد آمده و از استقرار توامان كاركردهاي سكونت و كار و فعاليت شكل گرفته است .**

**ج - پهنه تجاري – اداري :**

**شامل قسمتهايي از شهر است كه عمدتاً داراي كاربري تجاري صرف و يا كاربريهاي مرتبط با آن باشد مانند بازارها، پاساژها و مانند آنها.**

**د- پهنه مسكوني – صنعتي :**

**اين پهنه مشتمل بر قسمتهايي از شهر است كه وجه غالب آن كار و فعاليت ، به ويژه كاربريهاي تجاري خدماتي بوده و سكونت در آن ممنوع ، يا محدود و تابع نظم عمومي كار و فعاليت است . اين پهنه زير پهنه هاي اصلي متمايزي را در بر مي گيرد كه در هر يك ، غلبه يكي از وجوه تجاري ، اداري ، خدماتي، صنعتي يا اختلاطي از آنها مقياسهاي متفاوت شهري بارز است.**

**ه – پهنه صنعتي :**

**پهنه اي است داراي كاربري صنعتي كه طبق ضوابط محيط زيست استقرار آنها در محيط شهر مجاز نبوده و بر اساس مطالعات زيست محيطي لازم است با فاصله مناسب بيرون از شهر يا نواحي مسكوني قرار گيرد. كارگاههاي مزاحم شهري، كاربريهاي كارخانه اي ، توليدي و خدمات صنعتي عموماً در اين محدوده واقع هستند .**

**2- روش و محل اندازه گيري آلودگي صوتي به شرح زير مي باشد:**

**الف – تراز متوسط(Lp) روز و شب مطابق فرمول پيشنهادي محاسبه( 10Leq) تراز معادل در مدت زمان ده دقيقه اندازه گيري مي شود كه با فواصل زماني يك ساعته اندازه گيري ميشود .**

**ب- محل اندازه گيري ، ضلعي از فرستنده است كه كمترين فاصله را با دريافت كننده دارد .**

**3- وزارت راه و ترابري موظف است ظرف ده سال از تاريخ ابلاغ اين مصوبه موقعيت مكاني ايستگاههاي راه آهن و فرودگاههاي موجود را با شرايط و ضوابط ياد شده تطبيق دهد و گزارش**

**پیشرفت عملیات خود در این خصوص را در هر سال به کمیسیون امور زیربنایي ، صنعت و محیط زیست هیئت وزیران ارائه نماید.**

**تبصره - رعایت مفاد این مصوبه در خصوص مکان گزیني شهرهاي جدید ، فرودگاهها و ایستگاههاي راه آهن جدید نیز الزامي است .**

**این مصوبه جایگزین مصوبه شماره 236 مورخ 1381/3/21 شوراي عالي حفاظت محیط زیست مي شود .**

**پرویز داوودي - معاون اول رئیس جمهور**

---

## حد مجاز صدای موتورسیکلت‌های وارداتی

**شورای عالی حفاظت محیطزیست در جلسه کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط زیست بنا به پیشنهاد شورای اسلامی شهر تهران و به استناد ماده (2) آیین‌نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی، حد مجاز صدای موتورسیکلت‌های وارداتی مطابق با استاندارد اروپا را تعیین کرد.**
**بر اساس این مصوبه، موتورسیکلت‌های وارداتی موتورسیکلت‌هایی می‌باشند که به صورت کامل ساخته شده**
**(CBU) وارد می‌شوند.**
**بر این اساس ، حد مجاز صدای موتورسیکلت‌های تولید داخل با روش انجام آزمون بر مبنای استاندارد شماره**
**(10282) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با عنوان « موتور گازی و موتورسیکلت ـ سطح صدا» خواهدبود، تعیین می شود.**
**این مصوبه از سوی محمد رضا رحیمی؛معاون اول رئیس جمهور برای اجرا ابلاغ شده است.**

## فواصل استقرار واحدهای صنفی وخدماتی در مناطق مسکونی تعیین شد

**دولت در راستای کاهش آلودگی صوتی در مناطق مسکونی، آموزشی و درمانی با تعیین فواصل لازم برای استقرار واحدهای صنفی وخدماتی در مناطق با کاربری مسکونی، آموزشی و درمانی موافقت کرد.**
**با تصویب شورای عالی حفاظت محیط زیست و بنا به پیشنهاد سازمان حفاظت محیط زیست و در اجرای ماده (13) "آیین نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی" فواصل لازم برای استقرار واحدهای صنفی وخدماتی در مناطق با کاربری مسکونی، آموزشی و درمانی تعیین شد.**
**با تصویب دولت ، کارگروهی برای تعیین فواصل مربوط به کارخانه‌ها و کارگاه ها،وسایل نقلیه موتوری اعم از هوایی، دریایی، زمینی و زیر زمینی و منابعی مانند ژنراتورها و موتورهای تولید برق، استقرار بلندگوها در اماکن عمومی و محوطه‌های غیر سرپوشیده، مباشرت به هر عمل یا ترک‌عمل که ایجاد آلودگی صوتی کندو نیز فواصل لازم الرعایه در خصوص روستاهاتشکیل می شود.**
**این کارگروه متشکل از نمایندگان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (مرکز سلامت محیط و کار)، وزارت کشور(سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور(، وزارت بازرگانی(مجمع امور صنفی) و سایر مراجع (حسب مورد) به مسئولیت سازمان حفاظت محیط زیست با اکثریت (2/3) دو سوم آرا تعیین شده است که تصمیمات این کارگروه برای سیر مراحل تصویب به شورای عالی حفاظت محیط زیست ارسال می شود.**
**بر اساس این مصوبه، انجام فعالیت های استفاده از بلندگو به استثنای اذان صبح، انجام عملیات ساختمانی به استثنای خاکبرداری، تخلیه و بارگیری آهن آلات از ساعت (24) تا ساعت(6) در مناطق با کاربری مسکونی و درمانی ممنوع است.**
**همچنین شورای عالی حفاظت محیط زیست واحدهای صنفی و خدماتی مستقر در اطراف مناطق با کاربری مسکونی، آموزشی و درمانی با رعایت فواصل تعیین شده، ملزم به استفاده از تجهیزات لازم برای کاهش آلودگی صوتی مطابق استانداردهای تعیین شده، هستند.**
**گفتنی است در این مصوبه فواصل لازم الرعایه برای واحدهایی چون چاپخانه،مجتمع تعمیرگاهی وسایل نقلیه سبک، صافکاری،فلز کاری و آهنگری به ترتیب 50 متر،100 متر ، 100 متر ، 100متر و 100 متر تعیین شده است.**
**همچنین فاصله لازم برای فعالیت هایی چون تولید درب و پنجره آلومنیومی 20 متر، نجاری و**

**درودگری 50 متر ، الواربری 100 متر، تولید پوشاک 20 متر و سنگفروشی و پرداخت سنگ 30 متر تعیین شده است.**

## جدول حدود مجاز مواجهه با صدا در محیط کار توصیه شده توسط سازمانهای مختلف

| تراز فشار صوت مجاز برای **8** ساعت کار روزانه و **40** ساعت هفتگی **dBA** | قاعده برای نصف شدن زمان مجاز مواجهه **dB** | سازمان یا کشور توصیه کننده یا به کار گیرنده |
|---|---|---|
| **90** | **5** | **OSHA*** |
| **90** | **3** | **ISO** و **BOHS** و کشورهای اروپایی و بلوک شرق |
| **85** | **3** | **NIOSH**** ,**ACGIH**** و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران |
| * حد سقفی **115 dBA** ** حد سقفی **140 dBA** | | |

## جدول مقادیر مجاز مواجهه با صدا بر اساس حد مجاز کشوري ایران و (ACGIH(2006

| محدوده زمان مجاز | مواجهه مجاز روزانه $t_a$ | تراز فشارصوت $SPL_{TWA}$ dB(A)* |
|---|---|---|
| ساعات مجاز | 16 | 82 |
| | 8 | 85 |
| | 4 | 88 |
| | 2 | 91 |
| | 1 | 94 |
| دقیقه هاي مجاز | 30 | 97 |
| | 15 | 100 |
| | 7/5 | 103** |
| | 3/75 | 106 |
| | 1/88 | 109 |
| | 0/94 | 112 |
| ثانیه هاي مجاز | 28/12 | 115 |
| | 14/06 | 118 |
| | 7/03 | 121 |
| | 3/52 | 124 |
| | 1/76 | 127 |
| | 0/88 | 130 |
| | 0/44 | 133 |
| | 0/22 | 136 |
| | 0/11 | 139 |

**تذکر: مواجهه کارگر براي صداي مداوم متناوب و کوبه اي حداکثر dBC 140 است.**

*** تراز فشار صوت بر حسب دسي بل در مقیاس A است که دستگاه تراز سنج بایستي طبق استاندارد(ANSI( SI-4-1983 قابلیت اندازه‌گیري در سرعت Slow و شبکه A را داشته باشد.**

**** صداهاي بالاتر از این محدوده باید در منبع تولید با روشهاي فني کنترل شود( نه با روشهاي مدیریتي)**

## مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان – عایق بندی و تنظیم صدا

### جدول حدود مجاز تراز فشار صوت در داخل ابنیه، مقررات ملی مسکن کشور

| گروه بنا | مکان | SPL rms (dbA) | Leq30 min (dbA) |
|---|---|---|---|
| منازل | اتاق خواب | 35 | 30 |
| | اتاق نشیمن | 40 | 35 |
| | آشپزخانه | 50 | 45 |
| | اتاق میهمان | 35 | 30 |
| هتل | سالن انتظار | 40 | 35 |
| | راهروها | 40 | 35 |
| ساختمان آموزشی | کلاس درس تئوری | 40 | 35 |
| | آزمایشگاه | 45 | 40 |
| | کارگاه | 50 | 45 |
| | کتابخانه-سالن سخنرانی | 40 | 35 |
| بیمارستان | اتاق بستری- جراحی | 35 | 30 |
| اداری | اماکن عمومی- اتاق اداری | 45 | 40 |

بسمه تعالی

شماره ۸۶۲۱
تاریخ ۸۲/۵/۲۵
پیوست

جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت سلامت

ریاست / سرپرست محترم دانشگاه/دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سراسر کشور

سلام علیکم

شرایط نامناسب و غیراستاندارد کار و وضعیت غیربهداشتی محیط های کار، زمینه ساز بروز انواع اختلالات جسمی، روحی و بیماریهای شغلی است و اهداف سلامت کار زمانی قابل وصول است که ارزیابی و کنترل شرایط کار و عوامل زیان آور محیط کار در کنار مراقبتهای پزشکی نیروی کار (معاینات دوره ای و اختصاصی) بصورت توأم صورت گیرد. در غیر اینصورت مثمر ثمر نخواهد بود.

لذا بدینوسیله اعلام می گردد انجام هر گونه معاینات شغلی جهت پیشگیری و تشخیص زودرس بیماریها منوط به ارزیابی های بهداشت حرفه ای و حداقل، پیش بینی برنامه های کنترلی عوامل و شرایط نامساعد و زیان آور محیط کار خواهد بود.

این بخشنامه به استناد ماده ۸۵ قانون کار لازم الاجرا بوده و مقتضی است به کلیه کارگاهها و کارخانجات خصوصی و دولتی و همینطور مؤسسات مجاز ارائه کننده خدمات طب کار و بهداشت حرفه ای جهت رعایت مفاد آن ابلاغ گردد.

دکتر مسعود پزشکیان

رونوشت:
- معاونت محترم سلامت جهت استحضار
- مرکز سلامت محیط و کار جهت پیگیری و اقدام لازم.

| نوع صدمه | مقدار دیه | ماده قانونی | شتر برابر(یکصدم)دیه کامل | مبلغ به ریال سال 1387 |
|---|---|---|---|---|
| **از بین بردن گوش** | | | | |
| از بین بردن دو گوش | دیه کامل | 386 | شتر100 | 400000000 |
| از بین بردن یک گوش | نصف دیه کامل | 386 | شتر50 | 200000000 |
| از بین بردن مقداری از یک گوش | دیه همان نسبت با رعایت نسبت به تمام گوش | 386 | پس از اعلام پزشکی قانونی | ..... |
| از بین بردن نرمه یک گوش | یک سوم دیه گوش | 387 | شتر16/66 | 66600000 |
| از بین بردن قسمتی از نرمه گوش | با رعایت نسبت به تمام نرنه | 386 | پس از اعلام پزشکی قانونی | ..... |
| **سایر** | | | | |
| پاره کردن یک گوش | یک سوم دیه گوش | 388 | شتر16/66 | 66600000 |
| فلج کردن یک گوش | دو سوم دیه یک گوش | 389 | شتر33/33 | 133000000 |
| بریدن یک گوش فلج | یک سوم دیه یک گوش | 389 | شتر16/66 | 66600000 |
| آسیب رساندن به گوش که به حس شنوایی سرایت کند و یا موجب شکستن استخوان شود | هر کدام دیه جدا گانه | 389 | پس از اعلام پزشکی قانونی | ..... |

**کتاب چهارم (دیات)قانون مجازات اسلامی- باب نهم(دیه اعضاء) - فصل چهارم – دیه گوش**

## غربالگری صدا

انجام اندازه‌گیری با استفاده از دستگاه با روشهای ذکر شده در مقیاس استانی یا کشوری برای تمام کارگاهها مستلزم دستگاههای مناسب، صرف وقت زیاد، هزینه بالا و نیروی انسانی کافی است. غربالگری صدا می‌تواند یک راه ساده و ارزان برای شناسایی کارگاههایی باشد که احتمال آلودگی صدا در آنها بالا است. در روش غربالگری کارگاههایی که مشکل آلودگی صدا ندارند به راحتی و با یک الگوی علمی از بقیه جدا می‌شوند. برای سایر کارگاهها با توجه به نمره آلودگی صدا حاصل از بازرسی اولیه توسط فرم غربالگری، برنامه‌ریزی لازم برای بررسی بیشتر انجام می‌گردد.

حداقل نمره قابل کسب کارگاه با این فرم 32 و حداکثر آن 96 است. لذا باید برای کارگاههایی که نمره بیش از حد آلودگی کسب نمایند به ترتیب اولویت برنامه‌ریزی لازم برای اندازه گیری دستگاهی توسط کارشناس انجام گردد. نمره کلی هر کارگاه از مجموع نمرات ردیفها با توجه به ضریب مربوطه محاسبه می‌گردد. این تکنیک می‌تواند به همین شیوه و توسط فرم مناسب برای سایر عوامل مخاطره‌زا بکار رود.

با دقت در این فرم متوجه می شویم که مهمترین فاکتور در تعیین وضعیت صدای کارگاه تست مکالمه در فاصله یک متری در محل تردد یا توقف کارگران (باضریب 15) می باشد.

## راهنمای تکمیل فرم بازرسی مقدماتی صدا(غربالگری):

1- این فرم برای غربالگری کارگاهها از نظر شناسایی عامل زیان آور صدا می‌باشد.

2- تکمیل کننده این فرم باید دارای شنوایی سالم بوده و سابقه بیماری های گوش یا مواجهه حاد با صدا نداشته باشد.

4- منظور از نگهداری دستگاهها تنظیم فنی و مراقبت برای جلوگیری از فرسودگی و روغن کاری و گریسکاری و سایر مواردی است که می تواند در افزایش صدا مؤثر باشند.

5- تست مکالمه در محل بیشترین تردد یا توقف کارگران، در فاصله یک متری باید با استفاده از یک جمله مرتبط با کار و بدون استفاده از لب خوانی انجام گردد و فرد مخاطب نیز باید از شنوایی سالم برخوردار باشد، برای این کار می‌توان از کارگران دیگر قسمت ها یا کارکنان اداری کمک گرفت.

# فرم بازرسی مقدماتی صدا(غربالگری)

نام کارگاه: ..... نام کارفرما: ..... نام واحد... تعداد کارگر: ....

محصول تولیدی: ..... آدرس و شماره تلفن کارگاه: .....

| ردیف | ویژگی- امتیاز / وضعیت کارگاه | ویژگی | 3 | ویژگی | 2 | ویژگی | 1 | ضریب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | جنس سطوح داخلی دیوارها | سخت (مانند سیمان یا کاشی) | | متوسط (مانند گچ) | | نرم و سبک (مانند چوب یا ورقه‌های آکوستیکی) | | (2) |
| 2 | جنس سطوح داخلی کف | سخت (مانند سیمان) | | متوسط (مانند آجر) | | نرم (مانند چوب، موکت) | | (1) |
| 3 | جنس سطوح داخلی سقف | سخت (مانند فلز یا سیمان) | | متوسط (مانند گچ) | | نرم ( چوب یا ورقه آکوستیکی ) | | (1) |
| 4 | متوسط عمر دستگاههای مولد صدا | بیش از ده سال | | 9-5 سال | | کمتر از 5 سال | | (1) |
| 5 | نگهداری دستگاههای مولد صدا | خیلی نامناسب | | تا حدودی مناسب | | مناسب | | (1) |
| 6 | تداوم صدا | در طول شیفت | | نیمی از شیفت | | کمتر از نیم شیفت | | (2) |
| 7 | تعداد منابع صوتی | بیش از 10 دستگاه | | 9-5 دستگاه | | کمتر از 5 دستگاه | | (2) |
| 8 | متوسط مواجهه کارگران با صدا | بیش از 8 ساعت | | 7-4 ساعت | | کمتر از 4 ساعت | | (1) |
| 9 | مکالمه در فاصله یک متری | اصلا" شنیده نمی‌شود | | باید فریاد زد | | براحتی شنیده می‌شود | | (15) |
| 10 | حجم کارگاه | کمتر از 100متر مکعب | | 100 تا 1000 متر مکعب | | بیش از 1000 متر مکعب | | (6) |
| | نمره کل کارگاه | | | | | | | |

ساعت و تاریخ بازرسی نام و امضای بازرس

# NOISE THERMOMETER

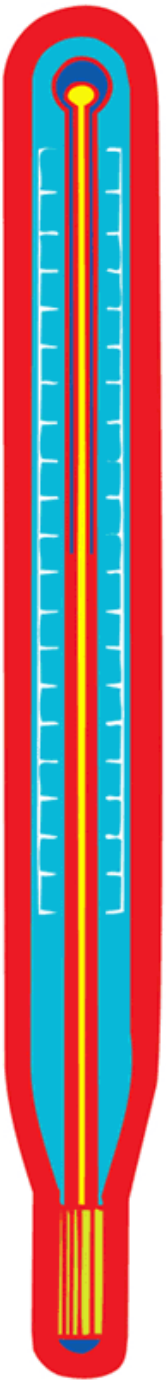
**140 DECIBELS**
Immediate danger to hearing
Gunshot, Jet engine at take-off

**120 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 7.5 minutes
Rock concert, Sandblasting

**110 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 30 minutes
Snowmobile from driver's seat

**100 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 2 hours
Chainsaw, Stereo headphones

**90 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 8 hours
Lawn mower, Truck traffic



**125 DECIBELS**
Pain threshold
Air raid siren, Firecracker

**115 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 15 minutes
Baby's cry, Stadium football game

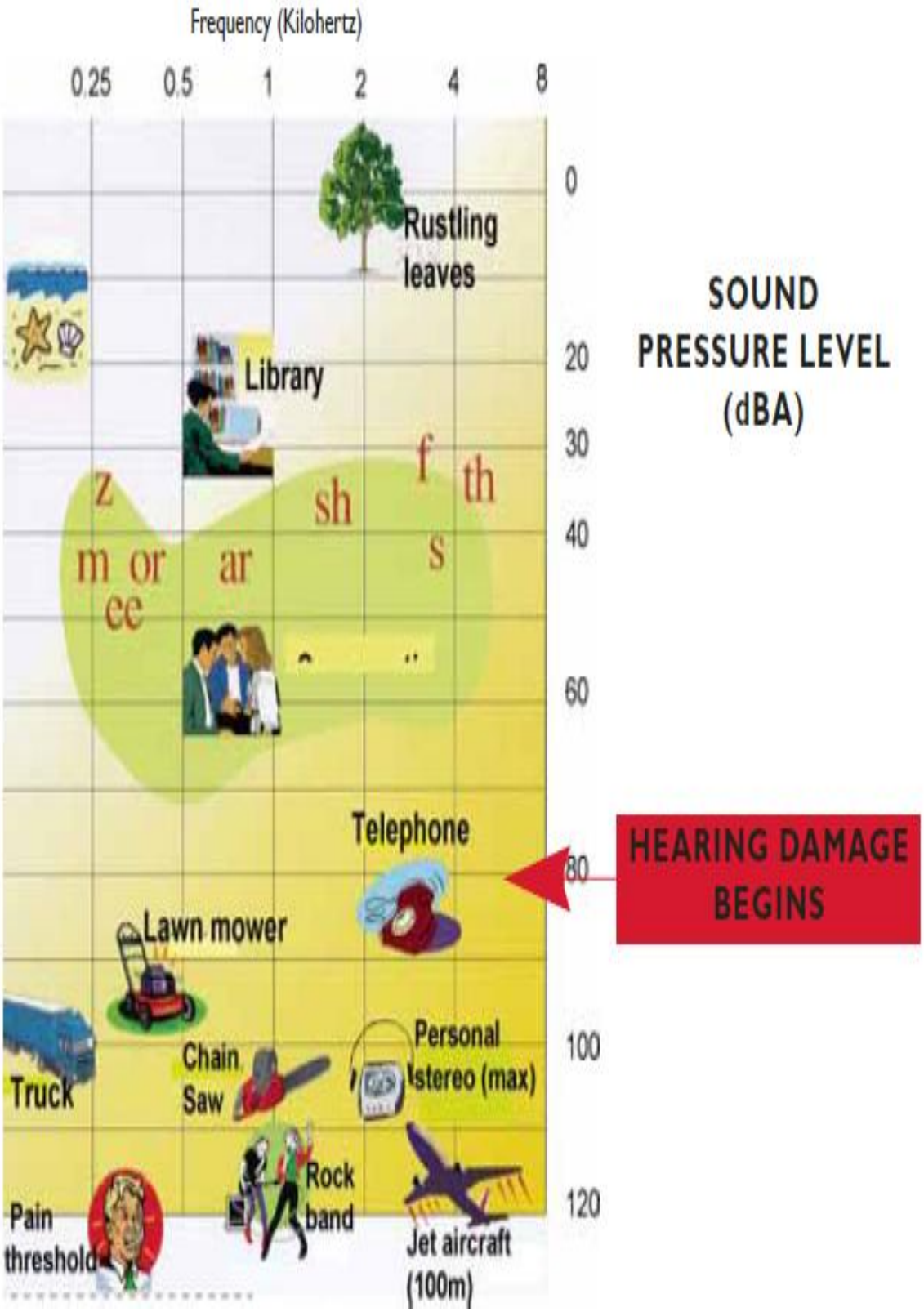
**105 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 1 hour
Jackhammer, Helicopter

**95 DECIBELS**
Risk of hearing damage in 4 hours
Motorcycle, Power Saw

**85 DECIBELS**
Beginning of OSHA regulations

**30 DECIBELS**
Faint sound
Whisper

©1997, 2004 Sight & Hearing Association. All Rights Reserved.
Sight & Hearing Association: 1-800-992-0424 * 674 Transfer Road, St. Paul, MN 55114 * www.sightandhearing.org


Frequency (Kilohertz)
0.25
0.5
1
2
4
8
0
20
30
40
60
80
100
120
Rustling leaves
Library
z
sh
f
th
m
or
ar
s
ee
Telephone
Lawn mower
Truck
Chain Saw
Personal stereo (max)
Rock band
Pain threshold
Jet aircraft (100m)
SOUND PRESSURE LEVEL (dBA)
HEARING DAMAGE BEGINS

**منابع:**


1. **مهندسی صدا و ارتعاش – دکتر رستم گلمحمدی** – 1389
2. **فن آوری کنترل صدا در صنعت – دکتر محمدرضا منظم، محمدعلی نظافت، فریاز پوریادگاری، نوشین صادقی–1387**
3. **وسایل حفاظت فردی – دکتر ایرج محمدفام–1387**
4. **کتابچه حدود مجاز تماس شغلی – وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی–** 1383
5. **مجموعه آموزشی NOISE AT WORK ، تالیف ILO**
6. **2010 – Fitness For Work The Medical Acsept-Chapter 10**
7. **سایت سازمان جهانی بهداشت– WHO**
8. **Occupational Noise Exposure – NIOSH-1998**
9. **PREVENTING OCCUPATIONAL HEARING LOSS— A PRACTICAL GUIDENIOSH 1996**
10. **سایت Wikipediya**