

# آلودگی صدای صنعتی و ضرورت کاربرد روشهای کاهش و

## کنترل آن



دکتر پروین نصیری

دانشیار دانشکده بهداشت

دانشگاه علوم پزشکی تهران

### مقدمه

باتوجه به توسعه روزافزون صنعت و تکنولوژی و کاربرد فراوان آن در خدمت رفاه و آسایش بشر، بخصوص در قرن اخیر در کشورهای صنعتی مشکلاتی ایجاد شده که در حد خود از نظر تندرستی قابل تأمل و بررسی می باشد. مشکلات موردنظر در حقیقت عوارضی است که از صنعتی شدن ناشی شده و باعث آلودگی محیط زیست می گردد. آلودگی صوتی یکی از انواع آلودگی هایی است که در جامعه کنونی مطرح شده و در نتیجه شهرنشینی و صنعتی شدن جوامع بوجود آمده است. بکارگیری تکنولوژی بدون در نظر گرفتن اصول ایمنی و حفاظتی از یک طرف و انفجار جمعیت از طرف دیگر، روزبه روز دامنه این

آلودگی را وسعت بخشیده است. پژوهشگران و محققین هر یک با روشهای گوناگون اثرات این پدیده را روی سلامتی افرادی که به نحوی در معرض صدا می باشند مورد مطالعه قرار داده و نتایج و نظرات خود را به صورت گزارشات علمی و مقالات به رشته تحریر درآورده اند.

صدا که در اثر انتقال ارتعاشات مکانیکی به هوا ایجاد می شود، یکی از عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار است. مواجهه با صدای بیش از حد مجاز از تندرستی می کاهد و از جهاتی بر سلامتی انسان تأثیر می گذارد (سازمان بهداشت جهانی سلامتی را به عنوان ترکیبی از تندرستی فیزیکی، ذهنی و اجتماعی تعریف کرده است و تنها نبود بیماری یا ناتوانی را دلیل بر سلامتی نمی داند).

مشکل آلودگی صدا در محیط کار به قدمت صنایع برمی گردد. تا قبل از انقلاب صنعتی عوارض ناشی از کار به مشاغل کمی محدود می شد، در حالی که ظهور انقلاب صنعتی سبب دگرگونی در شرایط شغلی گردیده است.

صدمات ناشی از آلودگی صدا اکثراً شناخته شده می باشد. معمولاً کارها و مشاغلی که همراه با آلودگی صداست، می تواند سبب افت و اختلالات شنوایی و صدمات روانی و عصبی گردد که به تدریج در افرادی که با این گونه وسایل کار می کنند ظاهر

می‌شود. علاوه بر این به عوارض و صدماتی مانند تغییر در تعداد نبض و فشار خون منجر می‌گردد. باتوجه به صنایع عظیم و مهمی که در کشور ما سرمایه‌گذاری گردیده و در حال توسعه می‌باشد با استفاده از تجربیات محققان داخلی و خارجی و کشورهای صنعتی از مواجهه با آلودگی صدا جلوگیری بعمل آید و یا از ابتدا برای کنترل و کاهش این عامل زیان‌آور برنامه‌ریزیهای دقیق صورت گیرد.

هدف از این بررسی مروری بر پژوهشهای انجام شده در بعضی از صنایع و مشاغل کشور است تا بتوان گستره آلودگی صدا را در این صنایع مشخص کرد و در این ارتباط پیشنهادات لازم انجام گیرد.

## روش کار

پژوهشهای متعددی در تعدادی از صنایع و مشاغل کشور صورت گرفته و تراز فشار صوت منتشره اندازه‌گیری و ارتباط آن با سلامت کارگران تعیین شده است. نتایج آلودگی صدای اندازه‌گیری شده در بعضی از صنایع انتخابی نظیر نیروگاه برق، فولاد، نساجی، فلزکاری، ریخته‌گری و خودروسازی مورد ارزیابی مجدد قرار گرفته است.

## نتایج

### نیروگاه

چون در نیروگاههای حرارتی صدا در حد غیرمجاز و بالاتر از استاندارد منتشر می‌شود، یکی از بزرگترین نیروگاههای حرارتی تولید برق انتخاب شده صدای منتشره از سالنهای توربین، اطراف دیگ بخار و نهایتاً محیط اطراف نیروگاه مورد اندازه‌گیری و ارزشیابی قرار گرفت و علاوه بر این تعدادی از کارکنان نیروگاه مورد آزمایش شنوایی سنجی قرار گرفته‌اند. نتایج اندازه‌گیری تراز کلی فشار صوت نشان داده است که میانگین صدا حدود  $97 \text{ dBA}$  به ازای ۸ ساعت کار روزانه بوده است. نتایج مطالعه ادیوگرام تعداد ۱۴۳ نفر از کارکنان که مورد سنجش شنوایی قرار گرفتند با توجه به سابقه کار و سن آنها نمایانگر آن است که صدای زیاد محیط نیروگاه در تمامی گروههای سنی در محدوده فرکانسهای ۳ تا ۸ هزار هرتز به ویژه در ۴۰۰۰ هرتز ایجاد افت شنوایی می‌کند که با بالا رفتن مدت تماس، سابقه کار و افزایش سن افراد این افت در فرکانسهای دیگر نیز مشاهده خواهد شد.

به‌طور کلی نتایج بررسی فوق به وضوح نشاندهنده آن است که در نیروگاه تولید برق مورد مطالعه صدای زیادی وجود دارد که ضمن به مخاطره انداختن سلامتی کارکنان سبب افت دائم شنوایی، نقص معلولیت، اشکال در درک مکالمات روزمره می‌گردد و باید برای از بین بردن آنها به چاره‌جویی پرداخت.

## نساجی

صنعت نساجی از قدیمی‌ترین صنایع ایران است. آغاز ماشینی شدن آن به اواخر قرن ۱۹ می‌رسد. این صنعت در بسیاری از نقاط ایران مستقر بوده و در صد قابل ملاحظه‌ای از نیروی کار در صنعت نساجی مشغول بکارند. قدیمی بودن تکنولوژی بسیاری از صنایع نساجی موجود از یک طرف و استهلاک وسایل و ماشین‌آلات سبب شده تا محیط کار صنایع عاری از آلودگی‌های فیزیکی و شیمیایی نباشد. صنایع نساجی معمولاً از کارگاههای مختلف تشکیل شده و باتوجه به نوع فرآیند در اکثر این کارگاهها آلودگی صوتی کم‌ویش وجود دارد.

در صنعت مورد پژوهش دامنه تغییرات صدا در کارگاههای مختلف  $80/05 - 100/35 \text{ dBA}$  بوده است. کمترین میزان صدای اندازه‌گیری شده در کارگاه حلاجی با میانگین و انحراف معیار  $82/3 \pm 2/3 \text{ dBA}$  و بیشترین آن در کارگاه بافندگی با میانگین و انحراف معیار  $99/39 \pm 1/4 \text{ dBA}$  بوده است. در بعضی از صنایع نساجی کارگران به صورت شیفتی کار کرده و در نتیجه احتمال اینکه زمان مواجهه مضاعفی داشته باشند زیاد است.

نتایج حاصل از ارزیابی شنوایی کارگران کارگاههای ریسندگی و بافندگی نشان داده است در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز مبتلا به افت شنوایی هستند که تعداد آن در کارگران بافنده بیش از کارگران ریسنده بوده است.

### صنایع فلزی، ذوب و ریخته‌گری - ماشین‌سازی

در ایران تعدادی مجتمع بزرگ وجود دارد که علاوه بر فرآیندهای ذوب ریخته‌گری نورد سرد و گرم جهت تأمین مواد اولیه دارای واحدهای تولیدی دیگری می‌باشد (بعلاوه در مجتمع‌های خودروسازی نیز کارگاههای مختلفی وجود دارد). مطالعه دامنه تغییرات، میانگین و انحراف معیار تراز فشار صوت در قسمتهای مختلف کارگاههای فلزی حاکی از آن است که در بسیاری از کارگاههای مورد پژوهش صدای اندازه‌گیری شده باتوجه به شیفت کاری کارگران بیش از حد مجاز پیشنهادی می‌باشد. از جمله می‌توان به قسمت تجهیزات معدن در یک صنعت فلزی اشاره داشت که تراز فشار صوت  $90/2 \text{ dBA}$  مخازن تحت فشار  $91/6 \text{ dBA}$ ، دیگ بخار  $93/1 \text{ dBA}$  اشاره داشت. دامنه تغییرات اندازه‌گیری شده در کلیه کارگاهها صرفنظر از تعداد کارگران در معرض و نوع فرآیند  $87-94 \text{ dBA}$  بوده است. حداکثر آلودگی صدای اندازه‌گیری شده در کارگاه درودگری و مدل‌سازی یک کارگاه ماشین‌سازی کشور  $95/3 \text{ dBA}$  با انحراف معیار  $4/12$  بوده است.

در جداول ۱ الی ۴ نتایج آلودگی صوتی در صنایع انتخابی به‌طور خلاصه آمده است.

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات تراز فشار صوت منتشره در واحدهای مختلف نیروگاه حرارتی

واحد ۴		واحد سه و ۱		واحد دو		واحد یک		
دامنه تغییرات dBA	میانگین و انحراف معیار dBA	دامنه تغییرات dBA	میانگین و انحراف معیار dBA	دامنه تغییرات dBA	میانگین و انحراف معیار dBA	دامنه تغییرات dBA	میانگین و انحراف معیار dBA	
۹۲-۹۷	۹۵ ۱/۶۷	۹۴-۹۶	۹۵ ۱/۳۴	۹۴-۹۶	۹۵ ۰/۸۹	۹۵-۹۵	۹۵ ۱/۲۹	توربین و ژنراتور
۹۸-۱۰۱	۹۹ ۱/۴۱	۱۰۲-۱۰۳	۱۰۲ ۰/۵۷	۹۹-۱۰۱	۱۰۰ ۰/۸۱	۹۷-۱۰۰	۹۸ ۱/۲۹	پمپ تغذیه و دیگ بخار
۹۹-۱۰۱	۱۰۰ ۱	-	۹۹ ۰	۱۰۱-۱۰۵	۱۰۳ ۲	۹۷-۹۸	۹۸ ۱/۷	فن های مکنده هوا
۸۸-۹۴	۹۳ ۴/۴۷	۹۳-۱۰۲	۹۶ ۳/۷۲	۹۳-۹۹	۹۶/۵ ۵/۰۴	۹۲-۹۸	۹۵ ۲/۶۹	دیگ بخار

جدول ۳- دامنه تغییرات، میانگین و انحراف معیار تراز کلی صدادر هفت کارگاه یک کارخانه ماشین سازی

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات تراز فشار صوت در کارگاههای مختلف یک صنعت نساجی

کارگاه	میانگین و انحراف معیار dBA	دامنه تغییرات dBA	کارگاه	تعداد نمونه	میانگین dBA	انحراف معیار dBA	دامنه تغییرات dBA
حلاجی	۸۲/۳ ۲/۳	۸۴/۵-۸۰/۰۵	آهنگری	۳۸	۹۰/۲	۳/۹۲	۸۲-۹۸
کاردینگ	۸۳/۷ ۲/۵۶	۸۱/۲-۸۶/۲	ریخته گری	۲۱	۸۳/۷	۴/۳۵	۷۷-۹۱
رینگ	۹۰/۴ ۱/۵۹	۸۸/۸۵-۹۱/۹۵	درودگری و مدل سازی	۲۹	۹۵/۳	۴/۱۲	۸۳-۱۰۶
رستندگی	۹۵/۱۴ ۰/۷۵	۸۹/۴۱-۹۰/۸۷	تولید استیلین	۶	۷۱/۳	۱/۷۹	۶۸-۷۳
بافندگی ۱	۹۵/۱ ۲/۸	۹۳/۱۷-۹۷/۳۲	تولید گاز کرینک	۱۸	۸۳/۲	۳/۴۴	۸۰-۹۶
بافندگی ۲	۹۸ ۲/۰۱	۹۶/۶۱-۹۹/۳	تولید هوای فشرده	۲۴	۹۱	۱/۰۴	۹۰-۹۳
بافندگی ۳	۹۹/۳۹ ۱/۴	۹۸/۴۳-۱۰۰/۳۵	تولید اکسیژن	۲۲	۸۹/۶	۲/۰۱	۸۷-۹۳

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار و دامنه تغییرات تراز معادل صدادر سالنهای پرس یک کارخانه خودروسازی

کارگاه	میانگین انحراف معیار dB(A)	دامنه تغییرات
پرس جدید	۱۱۴/۷۹ ۳/۸۳	۱۱۳/۰۹-۱۱۶/۴۸
پرس قدیم	۱۱۱/۹۳ ۴/۶۳	۱۱۰/۴۵-۱۱۳/۴
پرس ضربه‌ای	۱۱۱/۳۱ ۴/۰۵	۱۰۹/۶۴-۱۱۲/۹۸

## بحث

بعمل آورد و برای این منظور از روشهای استاندارد استفاده نمود. مرحله دوم، برآورد اقتصادی روشهای کنترل است. در چنین مواردی اهداف آینده‌نگر اقتصادی باید مدنظر قرار گیرد نه صرفاً وضعیت موجود. در وهله اول چنین تصور می‌شود اجرای روشهای قطعی کاهش آلودگی صدا پرهزینه است و بهتر است روشهای ساده‌تر و کم‌هزینه‌تری انتخاب گردد و باید به پرداخت غرامت بسنده کرد و حتی گاهی برآورد می‌شود که طرحهای مهندسی شاید دهها و صدها برابر گرانتر از استفاده از وسایل حفاظت فردی باشد. ولی تجزیه و تحلیل دقیق اقتصادی براساس در نظر گرفتن مدت زمان مفید کار هر صنعت مطمئناً هزینه‌های برآورد شده را کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داد.

مروری بر مطالعات انجام شده در تعدادی از صنایع کشور نشان می‌دهد در اکثر قریب به اتفاق آنها آلودگی صدا بالاتر از حد مجاز تعیین شده می‌باشد و کارگران و کارکنان بخشهای مختلف صنعت در طول مدت کار خود در معرض صدا و ارتعاشات بوده و چه بسا که در معرض سایر آلودگی‌ها نیز به‌طور توأم قرار دارند و بعد از ترک محل کار و بازگشت به منزل نیز در معرض آلودگی صدای ترافیک محیط شهری خود هستند. به‌طوری که هنوز صدمات ناشی از کار ترمیم نیافته مجدداً در معرض آلودگی صدا به نوع دیگری قرار می‌گیرد. از طرفی بررسی‌های اخیر در قسمتی از شهر تهران نشان داده است که موضوع آلودگی صدای ترافیک نیز نه تنها کاهش نیافته بلکه افزایش نیز داشته است.

کنترل آلودگی صدا مسئله‌ای نیست که پس از ساخت و راه‌اندازی کارخانه‌ها و صنایع و بعد از آن که آسیبهایی حاصل از آن ظاهر شد به فکر چاره‌جویی برآیم. بلکه لازم است از ابتدا در طراحی ماشینها و تأسیسات، نوع و جنس آنها، محل نصب و استقرار، جنس موادی که ماشینها روی آن قرار می‌گیرند و بالاخره نوع فرآیند صنعتی مورد عمل توجه و دقت لازم بکار رود تا پس از شروع به کار و راه‌اندازی ماشینها در محیط صنعتی آلودگی صوتی کمتر منتشر گردد. برای رسیدن به این اهداف مراحل چندی را باید طی کرد. اول لازم است ارزیابی صحیحی از مخاطره موجود

## منابع

- ۱- شیروانی، ش. ۱۳۷۲، بررسی میزان صدا و اثرات آن در نیروگاه حرارتی بندرعباس، مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار.
- ۲- منظم اسماعیل پور، م. ر. ۱۳۷۰، بررسی وضع شنوایی کارگران ریسنده و بافنده در کارخانجات جهان چیت کرج، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- ۳- گل محمدی، ر. ۱۳۷۰، اندازه گیری صدای کوبه‌ای و ارتعاش موضعی ناشی از کار با چکش‌های بادی در صنعت خودروسازی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- ۴- سیف‌آقایی، ف. بررسی میزان مواجهه با صدا و کنترل آن در کارگاه‌های پرس یک کارخانه خودروسازی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- ۵- عیدان، ع. ۱۳۷۴، آلودگی صدا در پالایشگاه نفت، سمینار مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- 6- Thornton, W., R., 1986, Measurement and Control of Noise: Comments on the Present and Solution for the Future, Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 47(1): 683-685