ارزیابی تراز صدای محیطی و میزان مواجهه با صدا در یک صنعت فولاد

محسن علی آبادی [۱] ، ابراهیم درویشی [۲] ، علی اکبر شفیعخانی [۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در صنعت فولاد گستره وسیعی از تجهیزات و ماشین آلات در فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند که از منابع صدای آزاردهنده محسوب می‌گردند. هدف این مطالعه ارزیابی تراز صدای محیطی و میزان مواجهه با صدا در واحدهای مختلف یک صنعت فولاد بود.

روش‌ها: پس از شناسایی منابع و ویژگی‌های صوتی تجهیزات در فرایند تولید، اندازه‌گیری تراز صدای محیطی و میزان مواجهه فردی به ترتیب با استفاده از ترازسنج صدا مدلCell.450 بر طبق استاندارد ISO ۹۶۱۲ و دوزیمتر مدلTES-1345 انجام گردید. توزیع تراز صدا در سطح کارگاه‌ها به‌صورت نقشه صوتی با استفاده از نرم‌افزار AutoCAD تهیه گردید. میزان افت شنوایی کارگران درطول سه سال متوالی از پرونده کارگران استخراج و نسبت به تراز صدای معادل مواجهه و دز صدای دریافتی مورد آنالیز قرار گرفت.

یافته‌ها: در کل کارخانه از مجموع ایستگاه‌های اندازه‌گیری ۱۸/۵٪ در محدوده خطر قرار داشت. متوسط تراز فشار صوت در ۴ واحد اصلی کوره، انرژی، چدنریزی و موادرسانی به ترتیب در حدود ۹۷/۶، ۹۵، ۸۹/۷ و ۸۳ دسی‌بلA و تراز صوت در سه زیرواحد کوره بلند، سالن بلوور و سالن کولینگ تاور بیش از ۹۰ دسی‌بل برآورد گردید. میانگین دز صدای دریافتی کارگران در زیرواحدهای کوره، چدنریزی، بلوور، بگ فیلتر و کولینگ تاور به ترتیب۲۸۲/۸٪، ۲۹۵/۱۲٪، ۲۳۹/۹٪ و ۲۳۴٪ و ۱۸۰/۵٪ تعیین گردید. میانگین افت شنوایی ناشی از صدا در طول سه سال متوالی به ترتیب ۱۲/۴، ۱۴/۵ و ۱۵/۴ دسی‌بل A بود.

نتیجه‌گیری: واحدهای کوره، انرژی و چدنریزی دارای شرایط نامناسبی به لحاظ آلودگی صوتی می‌باشند به‌طوری‌که میانگین افت شنوایی کارگران آن‌ها در هر سال ۱/۵ دسی‌بل افزایش داشته است. لذا باید اقدامات کنترلی مناسبی در این واحدها صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی صوتی، صدا سنجی، دزیمتری، صنعت فولاد

ارجاع: علی آبادی محسن، درویشی ابراهیم، شفیعخانی علی اکبر. **ارزیابی تراز صدای محیطی و میزان مواجهه با صدا در یک صنعت فولاد.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۲): ۳۳۷-۳۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۲۶**

۱. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۲. مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: darvishi.hse@gmail.com

۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

مقدمه

مسأله صدا به هیچ وجه یک پدیده جدید نیست اما در سده اخیر با گسترش ماشین آلات قدرتمند و رشد سریع صنایع به عنوان یکی از معضلات بزرگ در محیط کار مطرح شده است (۱). امروزه صدا یک خطر شغلی معمول در گستره وسیعی از صنایع آهن و فولاد، ذوب فلز، چوب، نساجی، هوایی، شیمیایی و بسیاری از صنایع دیگر محسوب می‌شود (۲). مواجهه انسان با صدا می‌تواند منجر به ایجاد اثرات و عوارض شناخته شده‌ای از جمله افت موقت و دائم شنوایی، اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی و روحی روانی از قبیل اختلال خواب و

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

اضطراب در محیط کار شود. هم‌چنین در محیط‌های صنعتی بروز مشکلات قلبی و عروقی، غیبت‌های استعلاجی، اظهار خستگی افراد، کاهش راندمان و بهره‌وری و افزایش ریسک وقوع حادثه به همراه گستره وسیعی از دیگر شاخص‌های سلامت فیزیکی همگی می‌توانند به مواجهه با صدا مرتبط گردند (۴-۳). در سطح دنیا ۱۶٪ از افت‌های شنوایی، ناشی از مواجهه شغلی با صدا است که حدود یک سوم افت‌های شنوایی ناشی از مواجهه با صدای بیش از حد مجاز است (۵). در کشورهای در حال توسعه که از امکانات و فن‌آوری روزآمد و کافی برای طراحی، اجرا و بهره برداری از فرایندهای کاری و صنعتی نسبت به کشورهای توسعه یافته برخوردار نیستند، مشکل آلودگی صدا دارای اهمیت بیشتری است که در حدود ۲٪ تولید ناخالص داخلی در این کشورها صرف غرامت و جبران خسارت معلولیت‌های ناشی از صدا می‌شود (۶).

صنعت فولاد از جمله صنایع مادر تلقی می‌شود و توسعه اقتصادی کشور را در زمینه‌های مختلف صنعتی، سازه‌ای و ساختمانی فراهم می‌آورد. نتایج مطالعات مختلفی که در صنایع فولاد و شرکت‌های مرتبط صورت گرفته حاکی از آن است که اغلب مواجهه با صدا خارج از محدوده مجاز آن (۸۵ dBA) می‌باشد. اصولاً در صنایع فولاد صدای زیادی تولید می‌گردد که این امر ناشی از نوع فرآیند تولیدی، وجود هوا در سیستم به عنوان عامل احتراق کوره و ذوب سنگ معدن آهن و کمپرسورها و وجود بخار آب در تبادلات حرارتی می‌باشد، که می‌توان گفت عمده صدای تولیدی مربوط به تجهیزات و دستگاه‌های فرایندی جانبی در کار کوره (بویلر، بلوور یا دمنده هوا، پمپ‌ها، برج‌های خنک کننده و کوره) و حرکت سیالات و ونتهای بخار در عملیات تولید چدن و فولاد می‌باشد. در صنعت فولاد با سیستم کوره بلند که از ماده اولیه سنگ معدن آهن و ذوب آن برای تولید چدن و فولاد استفاده می‌شود، تجهیزات جانبی بسیار عظیم و خاصی از جمله پمپ‌ها، کمپرسورها، سامانه‌های تامین هوای فشرده یا دمنده هوا (Blower)، برج‌های خنک کننده، بویلرها، کانال‌ها و دریچه‌های گاز و بخار و دیگر تجهیزات مرتعش به کار گرفته می‌شوند. برای ذوب سنگ آهن از جریان هوای داغ با دمای در حدود ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد و فشاری در حدود۶۰ مگا پاسکال استفاده می‌شود و برای تأمین چنین جریان هوایی از سیستم دمنده هوا استفاده می‌شود و هوای تأمین شده توسط واحد دمنده از طریق کانال‌هایی وارد تجهیزات عظیمی به نام هواگرم‌کن می‌شود. هواگرم‌کن با استفاده از گاز منواکسید کربن خروجی از کوره به عنوان سوخت، هوای ارسالی از دمنده را گرم کرده و هوا پس از گرم شدن وارد کوره بلند می‌شود. در کوره نیز مشعل‌های گاز به همراه هوای داغ موجب احتراق و در نتیجه ذوب سنگ آهن می‌شوند که در این فرایند هر یک از این منابع به عنوان یک منبع اصلی تولید صدای آزاردهنده محسوب می‌شوند و مشکل مواجهه با صدا در آن به صورت گسترده‌ای وجود داشته و حجم قابل توجهی از نیروی کار شاغل در این صنایع را تحت پوشش قرار می‌دهند.

در زمینه ارزیابی صدای تجهیزات با فرایندهای عملیاتی مورد استفاده در صنعت فولاد از جمله کوره‌ها، کمپرسورها و دمنده‌ها مطالعات زیادی صورت گرفته است. در مطالعه Kerketta و همکاران در کار ارزیابی آلودگی صدای کوره، دیگ بخار و دستگاه دمنده هوا در یک کارخانه فولاد در کشور هند، تراز فشار صوت آن‌ها در محدوده dB(A) ۹۸-۸۳ برآورد گردید (۷). نتایج مطالعات مختلفی که پیرامون صدای دستگاه‌های صنعتی صورت گرفته حاکی از آن است که در بیشتر موارد انتشار صدا خارج از محدوده مجاز می‌باشد. مطالعات و بررسی‌های قبلی که از واحدهای مختلف این صنعت و شرکتهای مرتبط صورت گرفته حاکی از آن است که مواجهه با صدا در اکثر واحدها آزاردهنده بوده و از حدود مجاز تعیین شده (۸۵ dBA) بسیار بالاتر است (۹-۸). به طوری‌که افزایش تعداد موارد ارجاعی به دلیل مشکلات شنوایی در شاغلین این واحدها وجود این مشکل را تائید می‌کرد. با توجه به اهمیت آگاهی از میزان آلودگی صدا در صنایع فولاد و با توجه به این‌که این صنایع حجم قابل توجهی از نیروی کار کشور را تحت پوشش دارند، اهمیت و ضرورت انجام این

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

مطالعه تحقیقاتی بیشتر آشکار می‌گردد. همچنین ضرورت دیده شد تا میزان مواجهه شغلی و افت شنوایی کارگران شاغل در واحدهای دارای آلودگی صدا در مقایسه با حدود مجاز مورد قضاوت قرار گیرد تا از نتایج آن جهت برنامه‌ریزی اقدامات بهداشتی و کنترلی لازم در خصوص این منابع تولید صدای آزاردهنده، برای کاهش مواجهه با صدا در قالب برنامه‌های حفاظت شنوایی کارگران (Hearing Conservation Program) استفاده گردد.

روش‌ها

پژوهش توصیفی، تحلیلی حاضر در یک شرکت فولاد و واحدهای مربوطه صورت گرفته است. در فاز اول تحقیق اطلاعات اولیه شامل شناسایی پروسه عملیاتی واحدهای مورد بررسی، نقشه محل استقرار منابع صوتی در آن‌ها، محل حضور اپراتورها و کارگران در هر واحد و شرایط عملیاتی ماشین‌آلات در ۴ واحد به ترتیب زیر جمع‌آوری شد.

واحد موادرسانی

در این واحد با کمک دستگاه‌های از قبیل نوار نقاله، تلشکی و بونکرها عمل ذخیره و انتقال مواد اولیه به کوره صورت می‌گیرد.

واحد انرژی

در صنعت فولاد منظور از واحد انرژی همان تجهیزات کمکی کوره می‌باشند. در واقع در واحد انرژی منابع گرمایشی، احتراقی و خنک‌کنندگی لازم در کار کوره تأمین می‌گردد و از بخش‌هایی چون واحد تأمین آب آشامیدنی و صنعتی، واحد بویلر یا دیگ بخار، واحد کمپرسور، واحد برج خنک‌کننده یا کولینگ تاور، واحد دمنده هوا یا بلوور تشکیل شده است. واحد انرژی بیشترین مساحت شرکت فولاد را به خود اختصاص داده است. وظیفه بویلر تولید بخار آب می‌باشد. بخار تولید شده به واحد کوره ارسال می‌شود و در قسمت فوقانی کوره با گازهای خروجی از کوره در بالای زنگ‌ها واکنش داده و باعث کاهش غلظت آن‌ها می‌شود و همچنین فشار بیرون کوره در قسمت زنگ‌ها را نسبت به فشار درون کوره متعادل می‌سازد. کولینگ تاور وظیفه سرد کردن بدنه مخازن با حرارت بالا همانند کوره بلند و کائوپر را برعهده دارد. در این واحد ۶ عدد پمپ آب وجود دارد که ۲ عدد از پمپ‌ها مسؤول پمپاژ آب گرم از استخر آب گرم بر روی برج‌های خنک‌کننده و ۴ پمپ دیگر وظیفه پمپ آب سرد به قسمت‌های نیازمند آب سرد را بر عهده دارند. وظیفه دستگاه دمنده هوا تأمین هوای مورد نیاز کوره می‌باشد. کمپرسور پس از مکش هوای محیط آن را فشرده می‌نماید و دمای هوا در اثر فشرده شدن به ۷۰ درجه سانتیگراد می‌رسد و سپس هوای فشرده شده را به واحد کائوپر ارسال می‌کند تا پس از داغ شدن وارد کوره شود. منشاء اصلی صدای دمنده الکتروموتور بوده که با تبدیل توان الکتریکی به توان مکانیکی و انتقال آن از طریق کوپلینگ یا تسمه پروانه، به گیربکس و کمپرسور متصل می‌گردد. در سه قسمت مذکور در هر شیفت یک نفر اپراتور وظیفه کنترل دستگاه‌ها را بر عهده دارد که در مجموع تعداد ۱۵ نفر در واحد انرژی فعالیت دارند.

واحد کوره:

واحد کوره شامل خود کوره، هواگرمکن و بگ فیلتر می‌باشد. هواگرمکن‌ها با استفاده از گاز منواکسید کربن خروجی از کوره به عنوان سوخت، هوای ارسالی از دمنده را به دمای در حدود ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌دهند و هوا وارد کوره می‌شود. هوای دمیده شده منجر به سوختن کک و ایجاد واکنش شده و حرارت کافی جهت احیاء ذوب سنگ آهن ایجاد می‌نماید. واحد بگ فیلتر نیز از کیسه‌های هوا ساخته شده است که غبار و گاز منواکسید کربن خروجی از کوره را گرفته و تصفیه می‌نماید.

واحد چدنریزی

در این واحد با کمک قالب‌های دوار عمل قالب‌گیری و تولید شمش چدن صورت می‌گیرد.

سپس صداسنجی محیطی بر طبق استاندارد ISO ۹۶۱۲ (۱۰) به منظور تعیین استاندارد میزان آلودگی صوتی در واحدهای مختلف این صنعت و شناسایی منابع اصلی مولد صدا صورت پذیرفت. ارزیابی محیطی صدا به روش شبکه‌بندی و ایستگاه‌بندی منظم مطابق با استاندارد انجام شد و هر یک از واحدهای مورد بررسی در شرکت در ابعاد خاصی ایستگاه‌بندی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

شدند. اندازه‌گیری و سنجش کمیات صوتی با استفاده از ترازسنج صوت مدل CASELLA – CEL.450 صورت گرفت. صداسنج مذکور با استفاده از کالیبراتور صدا مدل CEL-110.2 کالیبره گردید. با توجه به هدف تحقیق که ارزیابی آلودگی صوتی کل سایت شرکت بود شبکه A به عنوان مقیاس مورد اندازه‌گیری تراز صدا، انتخاب گردید. از آن‌جایی که در این شرکت صدای محیط از نوع پیوسته بوده و تغییرات صدا با توجه به زمان کم بود در هر نقطه حداقل سه مرتبه صدا اندازه‌گیری و میانگین این سه به عنوان تراز صدا در ایستگاه مورد نظر قرائت شد. جهت میکروفن مطابق توصیه استاندارد ISO ۹۶۱۲ در موقعیت سر افراد البته بدون حضور آن‌ها قرار گرفت. فاصله میکروفن دستگاه صدا سنج تا سطح زمین ۱/۵ متر در نظر گرفته شد (۱۲-۱۱). نتایج اندازه‌گیری به صورت نقشه ناحیه‌بندی صوتی ترسیم گردید و توزیع انتشار صدای منابع صداساز و نواحی خطر در هر واحد صوتی و نقشه خطوط همتراز آماده گردید. جهت رسم نقشه قرارگیری واحدهای مورد بررسی و تعیین محدوده نواحی خطر، احتیاط و ایمن نرم‌افزار AutoCAD مورد استفاده قرار گرفت.

در فاز دوم جهت ارزیابی مواجهه فردی از دستگاه دزیمتر صدا استفاده شد. با توجه به این‌که افراد شاغل در هر واحد در طول زمان نوبت کاری در قسمت‌های مختلف سایت و واحد کاری مربوط به خود تردد دارند بر این اساس به منظور تعیین میزان شاخص کلی مواجهه شغلی کارگران با صدا از روش دزیمتری صدا با استفاده از دستگاه دزیمتر مدل TES-1345 میزان دز صدای دریافتی در طول ۸ ساعت اندازه‌گیری شد. برای این منظور پس از کالیبره کردن با کالیبراتور CEL-282 مطابق توصیه استاندارد ISO ۹۶۱۲ دزیمتر به کمر کارگر و میکروفون دستگاه دزیمتر نیز با انتقال از ناحیه پشت در فاصله ۳۰- ۱۰ سانتی‌متری از کانال خارجی گوش افراد روی یقه، شانه آن‌ها نصب گردید و میزان دز صدا دریافتی برای سه نفر از کارگران در هر واحد (بویلر، بلوور یا دمنده هوا، کولینگ تاور و کوره) در طول سه نوبت ۸ ساعته صبح، عصر و شب اندازه‌گیری شد. از آن‌جایی که در هر واحد اپراتور در هر شیفت ساعاتی را در سایت حضور دارد و ساعاتی نیز از کار خود را در اتاق استراحت می‌گذراند دزیمتری نیز در هر واحد در هر شیفت برای هر نفر در طول مدت زمان ۸ ساعته کل شیفت صورت گرفت.

در فاز سوم از این مطالعه میزان بروز اختلالات شنوایی کارگران شاغل در واحدهای کاری فوق مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نتایج آزمایشات ادیومتری در طول معاینات شغلی انجام شده در کارگران شاغل در واحدهای مورد مطالعه در طول سال‌های ۹۱-۱۳۸۹ جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای انجام محاسبات مورد نیاز نرم‌افزارهای SPSS19 (شامل آزمون‌های توصیفی و همبستگی پیرسون) و EXCEL2007 مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته‌ها

در مجموع حدود ۶۰ ایستگاه یعنی حدود ۱۳٪ از مساحت تحت بررسی به عنوان نقطه کور در نظر گرفته شد و درحدود ۲۳۲ ایستگاه اندازه‌گیری نیز تراز فشار ثبت گردید. با توجه به شرایط کاری در این واحد صنعتی امکان حضور پرسنل در هر سه ناحیه سبز، زرد و قرمز یکسان برآورد گردید. نتایج اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی و فردی در ۴ واحد به ترتیب زیر برآورد گردید.

نتایج صداسنجی محیطی و فردی در واحدهای موادرسانی:

صدای این واحد مربوط به ریزش مواد در دستگاه توزین مواد یا تلشکی و نوار نقاله حامل مواد بود که صدای در حدود ۸۹/۶ دسی‌بل**A** تولید می‌کردند. هم‌چنین تراز معادل در آن در حدود ۸۳ دسی‌بل **A** بود که کارگران در یک شیفت فقط ۳ ساعت با آن مواجه بودند. در هر شیفت ۲۰ نفر اپراتور در این قسمت حضور داشتند.

نتایج صداسنجی محیطی و فردی در واحدهای انرژی:

در این واحد مهم‌ترین منابع دارای آلودگی صوتی شامل پمپ‌های آب به خصوص پمپ‌های سانتریفیوژی افقی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

کولینگ‌تاور، دستگاه دمنده هوا یا بلوور، دستگاه دیگ بخار یا بویلر و کمپرسور بود. حداکثر تراز فشار صوت در سالن در کنار دستگاه کمپرسور ۹۰ دسی‌بل**A** بود که تراز صدای معادل سالن ۸۲/۸ دسی‌بل**A** ارزیابی شد. در واحد کولینگ تاور ۶ عدد پمپ آب وجود داشت. هنگام عملکرد پمپ‌ها صدا بسیار آزاردهنده بود بطوریکه حداکثر تراز به حدود ۹۳/۵ دسی‌بل**A** می‌رسید. کمپرسور سانتریفیوژی نیز به دلیل ایجاد فعل و انفعال بین جریان حرکت هوا در طول پره‌های دوار و ثابت در داخل موجب تولید صدا می‌گردد که تراز صدای دستگاه بلوور یا دمنده حتی به ۹۳ دسی‌بل نیز می‌رسید و تراز صدای معادل مواجهه در حدود ۹۱/۳ دسی‌بل **A** برآورد شد.

در مجموع کل شیفت‌ها ۱۶ نفر در سه قسمت بلوور، بویلر و کولینگ تاور حضور داشتند که در طول شیفت ۸ ساعته، ۴ ساعت را در مجاور منبع صوتی حضور داشتند.

نتایج صداسنجی محیطی و فردی در واحدهای کوره:

در این واحد مهم‌ترین منابع دارای آلودگی صوتی شامل تجهیزات عظیم الجثه هواگرم‌کن، دستگاه‌های الکتروموتور و بگ فیلتر و غبارگیر در واحد تشکیلات گازی، کوره بلند و کانال‌ها و ونت‌های هوا و بخار بودند. عامل اصلی انتشار صوت در اطراف کوره و هواگرمکن‌ها ناشی از جریان آشفته و متلاطم هوا در کانال‌های هوای ورودی به کوره می‌باشند که این کانال‌ها از هواگرمکن‌ها خارج شده و به شکل زانویی در ۸ عدد به کوره وارد می‌شوند. به دلیل جریان هوای ورودی پیوسته در زانویی‌ها حداکثر تراز فشار صدای پیوسته‌ای در حدود ۱۰۹ دسی‌بل **A** ایجاد می‌کنند. بگ فیلتر نیز در زمان عبور هوای خروجی همراه با غبار تراز فشار صدای در حدود ۹۲ دسی‌بل**A** ایجاد می‌کند. در مجموع کل شیفت‌ها ۴۸ نفر در سه قسمت بگ فیلتر، هواگرمکن و کوره حضور داشتند که در طول شیفت ۸ ساعته، ۴ ساعت با منبع صوتی و ۳۰ دقیقه در سالن غذاخوری و ۳/۵ ساعت باقیمانده در اتاق کنترل و استراحت با صدایی در حدود ۸۰ دسی‌بل مواجهه داشتند.

نتایج صداسنجی محیطی و فردی در واحد جدنریزی:

واحد چدن‌ریزی محل قالب‌ریزی و تولید شمش‌های چدنی بوده که عمده صدای تولید شده ناشی از فرایند چرخش قالب‌ها بر روی نوارهای رولیک و اکسیژن کاری ماده مذاب توسط کارگران است. لذا صدای تولید شده در این بخش دوره‌ای بوده زیرا هر بار که پاتیل حاوی مذاب کامل تخلیه گردد چرخش قالب‌ها و اکسیژن کاری نیز قطع می‌شود. در مجموع ۳۳ نفر کارگر در این قسمت حضور داشتند. حداکثر تراز فشار صوت در زمان کار حدود ۹۲/۶ دسی‌بل**A** بود. هم‌چنین تراز معادل در حدود ۸۸/۷ دسی‌بل محاسبه گردید. نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی و فردی در ۴ واحد مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج آزمایشات ادیومتری در کارگران شاغل در واحدهای مورد مطالعه

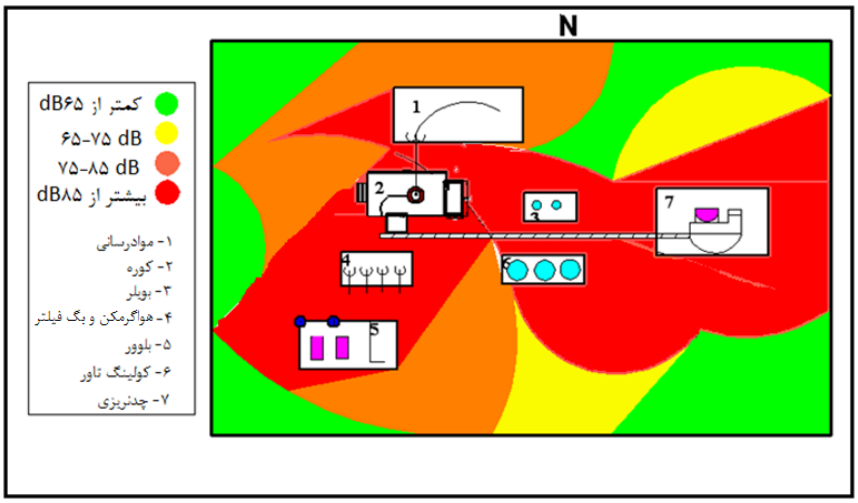
بررسی نتایج آزمایشات ادیومتری نشان داد که بیشتر افراد مبتلا به اختلال شنوایی از نوع (NIHL یا Noise Induced Haring Loss) هستند. بیشترین تعداد افراد مبتلا به اختلالات شنوایی مربوط به واحدهای کوره و انرژی بود. نتایج مربوط به NIHL در طول ۳ سال در افراد شاغل در واحدهای مورد بررسی در نمودار ۱ آمده است. میانگین میزان افت شنوایی ناشی از صدا در طول سه سال متوالی به ترتیب ۱۲/۴، ۱۴/۵ و ۱۵/۴ دسی‌بل **A** بود.

نتایج آنالیز آماری از نوع ضریب همبستگی پیرسون بر حسب مقدار احتمال، بین تراز فشار صوت و میزان مواجهه با صدا با میزان افت شنوایی در کارگران شاغل در واحدهای مورد بررسی نشان داد که بین میزان مواجهه با صدا و نیز میزان دز صدای دریافتی با میزان افت شنوایی رابطه کاملا معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۰۰۱$).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

جدول ۱. نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی(dBA) در زیرواحدهای دارای آلودگی صوتی

واحد	زیرواحد	حدود تقریبی زیر بنا(m^2)	تعداد ایستگاه اندازه‌گیری	تعداد نقاط کور	تراز فشار صوت میانگین	حداقل تراز فشار صوت	حداکثر تراز فشار صوت
کوره	محوطه کوره بلند	۴۸۰/۵	۳۲	۴	۹۶/۴	۸۳/۸	۱۰۹
	محوطه هواگرمکن	۲۱۷	۲۱	۴	۸۶/۹	۶۰/۸	۸۹/۲
	محوطه بگ فیلتر	۲۸۶	۲۸	۳	۸۹/۸	۷۹	۹۱/۹
	مجموع	۹۸۳/۵	۸۱	۱۱	۹۷/۶	۶۰/۸	۱۰۹
	سالن بویلر	۳۶۰/۸	۳۴	۴	۸۲/۸	۷۰	۹۰
انرژی	و کمپرسور						
	اتاق کنترل	۱۵/۵	۴	۰	۷۲/۹	۵۹/۲	۷۵/۷
	سالن کولینگ تاور	۱۶۲	۱۷	۱	۹۱/۷۵	۹۱	۹۳/۵
	اتاق کنترل	۳۶	۶	۰	۷۲	۶۰	۸۰
	سالن بلوور	۳۷۵	۴۰	۴	۹۱/۳۶	۸۴	۹۳
	اتاق کنترل	۶۳/۵	۱۰	۲	۸۰	۷۲/۲	۸۲/۱
	مجموع	۱۰۱۲/۸	۱۱۱	۱۱	۹۵	۶۰	۹۳/۵
موادرسانی	سالن تلشکی	۵۰۰	۵۰	۱۲	۸۳	۵۷	۸۹/۶
چدنریزی	سالن چدن ریزی	۵۰۰	۵۰	۴	۸۹/۷	۴۵/۶	۹۲/۴

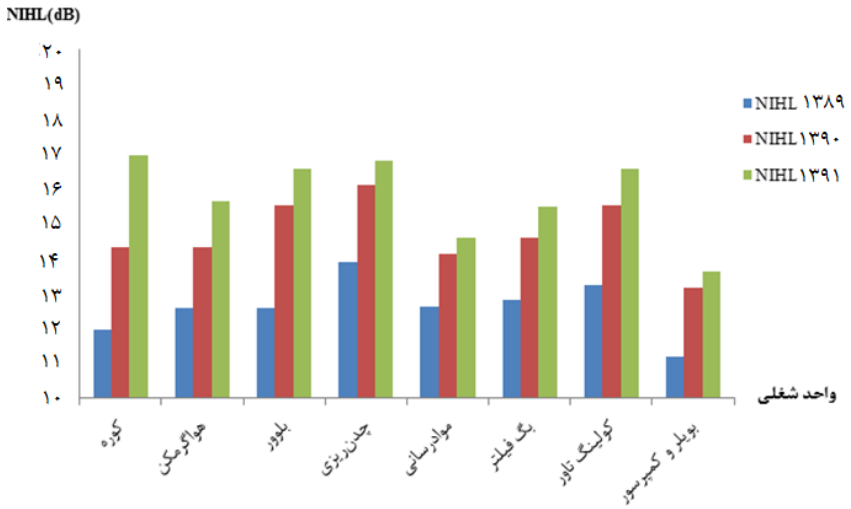


شکل ۱. نقشه صوتی زیر واحدهای ارزیابی شده در صنعت فولاد مورد مطالعه

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

جدول۲. نتایج اندازه‌گیری فردی صدا در زیرواحدهای دارای آلودگی صوتی

واحد	مدت زمان مواجهه در سایت	مدت زمان مواجهه در اتاق کنترل یا استراحت	درصد دز صدای دریافتی	تراز معادل ۸ ساعته(dB)	اختلاف تراز معادل ۸ ساعته با حد مجاز مواجهه (۸۵ dB)
کوره	۴	۴	۲۸۲/۸۳	۹۳/۵	۸/۵
هواگرمکن	۵	۳	۱۰۰	۸۵	۰
بویلر و کپرسور	۴	۴	۳۰/۲۴	۷۹/۴۸	-۵/۵۲
بلوور	۴	۴	۲۳۹/۹	۸۸/۸	۳/۸
کولینگ تاور	۳	۵	۱۸۰/۵	۸۷/۵۶	۲/۵۶
بگ فیلتر	۶	۲	۲۳۴	۸۸/۷	۳/۷
چدن ریزی	۴	۴	۲۹۵/۱۲	۸۹/۷	۴/۷
موادرسانی	۳	۵	۶۳	۸۳	-۲



نمودار ۱. میزان افت شنوایی ناشی از صدا در طول سه سال متوالی در زیرواحدهای دارای آلودگی صوتی

بحث

نتایج نشان داد که از ۲۳۲ ایستگاه اندازه‌گیری ۷۹ ایستگاه در ناحیه ایمن (زیر ۶۵ دسی‌بلA) ارزیابی شد که عمده آن‌ها مربوط به واحدهای چدنریزی و موادرسانی و اتاق‌های کنترل بود. تعداد ۱۱۰ ایستگاه در ناحیه هشدار با تراز بین ۶۵ تا ۸۵ دسی‌بلA و تعداد ۴۳ ایستگاه نیز در ناحیه خطر با تراز بالاتر از ۸۵ دسی‌بل A اندازه‌گیری شد. هم‌چنین نتایج ارزیابی نشان داد که سهم عمده‌ای (۵۴٪) از ناحیه خطر این صنعت مربوط به واحد کوره است.

حداکثر و حداقل تراز ثبت شده در مجموع کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری به ترتیب برابر با ۱۰۹ (مربوط به واحد کوره) و ۴۵/۶ دسی‌بل (مربوط به واحد چدن ریزی) برآورد شد یعنی حدود ۶۳/۴ دسی‌بل اختلاف بین حداقل و حداکثر میزان تراز صوت در این صنعت وجود داشت.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌ها می‌توان بیان کرد که در مجموع کل واحدهای مورد ارزیابی در این صنعت، میانگین تراز فشار صوت در حدود ۸۹/۶ دسی‌بل A می‌باشد. بالاترین میانگین تراز فشار صوت مربوط به واحد کوره و کمترین میانگین تراز فشار صوت نیز مربوط به واحد موادرسانی می‌باشد. گلمحمدی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی آلودگی صوتی کوره در یک صنعت فولاد پرداختند که در مجموع تراز کلی فشار صوت در محوطه کوره در حدود ۹۰/۳ دسی‌بل و دز صدای دریافتی کارگران ۲۴۰ ٪ برآورد گردید(۱۳).

۹۰٪ ایستگاهای کوره بلند(حدود ۴۳۲/۵ مترمربع از مساحت آن)، ۴۲٪ ایستگاه‌های هواگرمکن (۹۱ مترمربع از مساحت آن)، ۵۱٪ ایستگاه‌های بگ فیلتر (۱۴۵/۸ مترمربع از مساحت آن)، ۳۴٪ ایستگاه‌های بویلر(۱۲۲/۶ مترمربع از مساحت آن)، ۱۰۰٪ ایستگاه‌های کولینگ تاور(کل مساحت سالن آن)، ۹۲٪ ایستگاه‌های بلوور(۳۴۵ مترمربع از مساحت آن)، ۲۳٪ ایستگاه‌های سالن تلشکی (۱۱۵ مترمربع از مساحت آن) و ۱۹٪ ایستگاه‌های چدنریزی (۹۵ مترمربع از مساحت آن) از حدود مجاز توصیه شده بالاتر بود. مشکل بالا بودن آلودگی صوتی در کوره مربوط به جریان‌های متلاطم هوا در کانال‌های ورودی و ونتهای گاز و بخار بود. مشکل آلودگی در کولینگ تاور، بلوور و بویلر به انعکاسات صوتی گسترده در فضای بنای محصورکننده این منابع بود.

هم‌چنین با وجود این‌که واحدهای چدنریزی و موادرسانی مساحت بیشتری را اشغال نموده‌اند ولی آلودگی صوتی پایین‌تری نسبت به واحدهای دیگر دارند. دلیل این امر این است که انتشار صوتی منابع به صورت پیوسته نیست و تقریباً در یک میدان صوتی آزاد منتشر می‌گردند زیرا سالن چدنریزی یک سوله فاقد دیوار است. بنابراین عمده مشکل صوت در این صنعت مربوط به واحد انرژی می‌باشد زیرا به نسبت آلودگی صوتی بالا مساحت کمتری را نیز اشغال نموده است. اکثر منابع صوتی در واحد انرژی توربوماشین‌هایی هستند که در نتیجه کار با سیالات عامل تولید صوت می‌باشند.

نتایج دزیمتری نیز نشان داد که درصد دز صدای دریافتی در واحد چدنریزی ۲/۹ برابر، کوره ۲/۸۲ برابر، بلوور ۲/۴برابر، بگ فیلتر ۲/۳ و کولینگ تاور ۱/۸ برابر بیشتر از حد مجاز توصیه شده است. بنابراین به استثنای قسمت‌های بویلر و موادرسانی واحدهای دیگر دارای تراز معادل و در نتیجه دز صدای دریافتی بالایی می‌باشند. در مطالعه‌ای نصیری و همکاران به ارزیابی صدای محیطی و میزان مواجهه فردی در یک مجتمع پتروشیمی پرداختند نتایج نشان داد که در کل مجتمع حدود ۸/۸٪ از مجموع ایستگاه‌های اندازه‌گیری در محدوده خطر و بیش از ۷۴٪ از آن‌ها در محدوه احتیاط قرار داشت و ازمجموع سه واحد آب، هوا و نیروگاه، واحد هوا با میانگین تراز فشار صوت ۸۹-۸۸ دسی‌بلA و بخش فشرده‌سازی آن با میانگین تراز فشار صوت ۹۳/۲۸ دسی‌بل در بین سایر قسمت‌های این مجتمع از ترازهای بالاتری برخوردار بودند. نتایج حاصل از دزیمتری اپراتورهای مجتمع نشان داد که به‌طور متوسط تراز معادل ۸ ساعته آن‌ها در واحد آب، هوا و نیروگاه بترتیب ۸۱/۷، ۸۹/۲ و ۸۹/۵ دسی‌بل A بود (۱۴). هم‌چنین ولی پور و همکاران در مطالعه ارزیابی میزان مواجهه با صدا در پرسنل شاغل در واحدهای محتلف صنعتی و اداری مجتمع دانشگاهی هوا و فضا در جنب فرودگاه مهرآباد به این نتیجه رسیدند که تراز صوت در تمامی واحدهای موجود در جنب فرودگاه از میزان استاندارد کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای کشور و استاندارد ACGIH بالاتر است (۱۵).

بررسی نتایج آزمایشات ادیومتری نیز نشان داد که تعداد مبتلایان به اختلالات از نوع NIHL بالا است. بنابراین به نسبت جمعیت در هر واحد می‌توان گفت که ۵۳٪ از کارگران شاغل در واحد انرژی (میانگین تراز فشار صوت ۸۷/۲ دسی‌بل A)، ۳۵٪ کارگران واحد کوره (میانگین تراز فشار صوت ۹۲/۸ دسی‌بل A)، ۳۰٪ کارگران واحد موادرسانی (میانگین تراز فشار صوت ۸۳ دسی‌بل A) و ۲۱٪ کارگران واحد چدنریزی (میانگین تراز فشار صوت ۸۹/۷ دسی‌بل A) دارای انواع اختلالات شنوایی می‌باشند که در این میان واحد انرژی تعداد موارد با اختلالات شنوایی بالاتری را نشان داد. در مطالعه‌ای پیکارد و همکاران در بررسی میزان افت شنوایی ناشی از صدا در کارگران شاغل در واحدهای مختلف صنایع تولید فلز به

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

این نتیجه رسیدند که افت شنوایی ارتباط مستقیم و معنی‌داری با تراز صوتی مواجهه یافته دارد (۱۶).

در کل یافته‌های مطالعه حاضر نشان دادند که میانگین فشار صوت لحظه‌ای و تراز معادل مواجهه پرسنل آن در بیشتر بخش‌های این صنعت بالاتر از مقادیر توصیه شده می‌باشد که بحث آلودگی صوتی را در این صنعت نمایان و ضرورت شناسایی منابع اصلی صداساز و اولویت‌بندی بخش‌های مختلف این صنعت جهت اجرای طرح‌های کنترل آلودگی را تأیید می‌نماید.

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که میزان آلودگی صوتی و در نتیجه دز صدای دریافتی کارگران شاغل در صنعت مورد مطالعه به ویژه واحدهای انرژی و کوره از میزانهای استاندارد کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای کشور و استاندارد ACGIH بسیار بالاتر است به طوری‌که نتایج آزمایشات ادیومتریک کارگران در طول ۳ سال متوالی نشان می‌دهد که میانگین افت شنوایی کارگران در هر سال ۱/۵ دسی‌بل افزایش داشته است و افزایش تعداد موارد ارجاعی به دلیل مشکلات شنوایی در شاغلین این واحدها وجود این مشکل را تائید می‌کند. از سوی دیگر به لحاظ آنالیز آماری بین میزان مواجهه با صدا و نیز میزان دز صدای دریافتی با میزان افت شنوایی رابطه کاملا معنی‌داری وجود دارد. لذا در این راستا یکی از مهم‌ترین اقدامات بهداشتی لازم در خصوص این منابع تولید صدای آزاردهنده، انجام ارزیابی‌های آکوستیکی محیط و منابع صدا و اجرای کنترل‌های فنی و مهندسی صدا از قبیل پناهگاه‌های صوتی در واحد کوره و بلوور در قالب برنامه‌های حفاظت شنوایی کارگران می‌باشد.

References

1. Aliabadi M, Farhadian M, Darvishi. Prediction of hearing loss among the noise‐exposed workers in a steel factory using artificial intelligence approach. Int Arch Occup Environ Health (2015) 88:779–787.
2. Goelzer B., Hansen C.H, Sehrndt G.A. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control. Geneva; World Health Organization: 2001.
3. Golmohammadi R, Aliabadi M, Darvishi E. Room acoustic analysis of blower unit and noise control plan in the typical steel industry. MRJ 2013; 2 (4) :41-50. [In Persian].
4. Atmaca E, Peker I , Altin A. Industrial Noise and Its Effects on Humans. Polish Journal of Environmental Studies 2005;14(6):721-6.
5. Sulkowski WJ, Szymczak W, Kowalska S, Sward MM. Epidemiology of occupational noise-induced hearing loss (ONIHL) in Poland. Otolaryngologiapol 2004;58(1):233-6.
6. Haines MM, Stansfeld SA. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. Head J 2001; 31(2): 265-77.
7. Kerketta V. Work zone noise levels at Aarti steel plant. Journal of Environmental Biology Aarti Steels Limited 2009;30(5):900.
8. Center for Environmental Health, Ministry of Health and Medical Education and Labor Occupational exposure limits (OEL). Tehran: MHME; 2007.
9. Golmohamadi R, Aliabadi M, Darvishi E. Enclosure design for noise control of air blower in the typical steel industry. Iran Occupational Health Journal 2014; 11 (2) :1-12 .
10. International Organization for Standardization. Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method. ISO 9612, 2009.
11. Bell LH, Bell DH. Industrial Noise Control. New York; Marcel Dekker:1994.
12. Golmohammadi. R. Noise and Vibration Engineering in industerial and invironment. 4th ed. Hamadan: Daneshjoo; 2010. [In Persian].
13. Golmohammadi R, Aliabadi M, Darvishi E. Study of Noise pollution in the blast furnace of a steel industry in order to noise control. J Health Syst Res 2014; 9(12): 1262-72.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

14. Nassiri P, Monazzam M, Farhangdehghan S. Presenting a model for assessing the environmental and personal noise in a petrochemical plant. Iran Occupational Health Journal. 2013; 10 (1) 10 (1) :23-32.
15. Valipour F, Dehghan H, Pourtaghi Gh, Jahangiri M, Mazahabi M. Noise pollution in a research complex next to Mehrabad airport. J Health Syst Res 2010; 3(6): 473-9.
16. Picard M, AndréGirard S, Simard M, Larocque R, Leroux T, Turcotte F. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000 person-years of observation. Accid Anal Prev 2008; 40(5):1644-52.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]

Assessment of the environmental sound level and the noise exposure in a steel Industry

Mohsen Aliabadi [1], Ebrahim Darvishi [2], Aliakbar Shafikhani [3]

Original Article

Abstract

Background: In the steel industry, a wide range of machinery and equipment is used in the manufacturing process, are considered as sources of annoying noise. This study aimed to assess the environmental sound level and the noise exposure in the steel industry.

Methods: After identifying the sources and characteristics of sound equipment in the production process Measurement of noise level and dosimetry was performed using sound level meter model of Cell.450 and dosimeter model TES-1345. Distribution of noise level in the investigated workshop in form of noise map was provided using AutoCAD software.

The rate of hearing loss workers was extracted during three consecutive years. Hearing loss workers were analyzed to the equivalent sound level of exposure and the dose received.

Findings: The results showed that 18.5% of measurement stations were in the danger zone. The sound pressure level in the furnace, energy, costing and material workroom was 97.6, 95, 89.7 and 83 dB(A) respectively. Sound pressure level was more than 90dB (A) in the blast furnace, blower and cooling tower units. The average of noise dose in blast furnace, costing, blower, bag filter and cooling tower was 282.8%, 295.1%, 239.9% , 234% and 180.5% respectively. Average Noise Induced Hearing Loss (NIHL) workers in three consecutive years were 12.4, 14.5 and 15.4 dBA, respectively.

Conclusion: Noise pollution in blast furnace, costing and blower units is high So that the mean hearing loss of workers has increased to 1.5dB per year. Therefore, appropriate control measures should be taken in these units.

Key Words: Noise Pollution, Noise Level Measurement, Dosimetry, Steel Industry

Citation: Aliabadi M, Darvishi E, Shafikhani A. A. **Assessment of the environmental sound level and the noise exposure in a steel Industry.** J Health Syst Res 2015; 11(2):327-337

Received date: 05.07.2014 **Accept date: 18.10.2014**

1. PhD, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. M.Sc, Kurdistan Environmental Health Research Center, Lecturer. Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health. Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran (Corresponding Author) Email: darvishi.hse@gmail.com
3. M.Sc, Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Ghazvin, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-05]