

Noise Reduction Using Technical and Engineering Measures in Welding Unit of a Water Heater Manufacture Plant in Tehran

Irvani H¹, Saranjam B², Mohammadpour H³, Nourian R⁴, Kangavari M¹, Shojaee H^{5*}

1. MSc Student of Occupational Health, Student Research committee, school of Public health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Lecturer in Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

3. MSc of Occupational Health, Vice Chancellor for Health Affairs, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

4. MSc Student in Management of Health Safety and Environment, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5. MSc Student of Occupational Health, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +989386350585, E-mail: Hosein.shojaee@modares.ac.ir

Received: Oct 7, 2015 Accepted: Dec 9, 2015

ABSTRACT

Background & aim: Noise is one of the important problems in the environment and workplaces. Noise control by different methods is one of the methods to reduce harmful effects of this phenomenon. This study aimed to reduce noise level in welding unit of an industrial plant with the use of technical and engineering designs.

Methods: Noise levels were measured using ISO 9612 method to investigate feasibility of effective noise control methods application in the welding unit. Interventions such as; enclosing a press machine, removing a air compressor, flooring, and putting expansive accumulator on output of storage tanks leaking testing machine were applied after identifying main noise sources using the by measurement results.

Results: The results before interventions showed that in 35 out of 60 stations the noise levels were higher than the occupational exposure limits (OEL). Approximately 58% of the workstations were in the dangerous and 42% in alarming levels before the intervention. Mean SPL and allowable exposure time in welding unit were 105.12 dB and less than 15 minutes, respectively. After implementing control measures all the stations remained in the alarming level and the average SPL decreased to 84.7 dB and allowable exposure time enhanced to 8 hours.

Conclusion: The results showed that technical and engineering measures have a major role on noise reduction to alarming levels.

Keywords: Noise; Sound Pressure Level; Noise Map; Noise control

کاهش صدا با استفاده از اقدامات فنی - مهندسی در واحد جوشکاری یکی از کارخانجات تولید آبگرمکن شهر تهران

حسن ایروانی^۱، بهزاد سرانجام^۲، حسن محمدپور^۳، روح الله نوریان^۴، مهدی کنگاوری^۱، حسین شجاعی^{۵*}

۱. (کمیته پژوهشی دانشجویان) دانشجوی دوره کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۲. مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران ۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران ۴. دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده HSE دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۵. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس * نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۸۶۳۵۰۵۸۵ فکس: ۰۲۱۴۶۸۴۶۳۲۱ ایمیل: Hosein.shojaee@modares.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: امروزه سر و صدا یکی از مهمترین معضلات موجود در محیط‌های شغلی و محیط زیست محسوب می‌شود. کنترل صدا به روش‌های مختلف یکی از راه‌های کاهش اثرات این پدیده مخرب می‌باشد. لذا این مطالعه با هدف کاهش صدا در بخش جوشکاری یکی از کارخانه‌های صنعتی با استفاده از طراحی‌های فنی - مهندسی صورت پذیرفت.

روش کار: در فاز اول این طرح صداسنجی با هدف امکان‌سنجی روش‌های کنترلی مؤثر صدا با استفاده از روش ISO 9612 در واحد جوشکاری صورت گرفت، سپس با استفاده از نتایج صداسنجی و مشخص شدن منابع اصلی صدا اقدام به انجام مداخلاتی همچون محصور کردن یکی از دستگاه‌های پرس، بیرون بردن کمپرسورهای باد، کف پوش کردن کف سالن و گذاشتن انباره انبساطی روی خروجی دستگاه تست نشت مخازن شد.

یافته‌ها: نتایج صداسنجی قبل از مداخلات نشان داد که از ۶۰ ایستگاه، صدا در ۳۵ ایستگاه آن بالاتر از حد مجاز بود. حدوداً ۵۸ درصد ایستگاه‌های کاری در محدوده خطر و ۴۲ درصد در محدوده هشدار قرار داشتند و میانگین تراز فشار صوت و زمان مجاز مواجهه در سالن جوشکاری قبل از مداخله، به ترتیب ۱۰۵/۱۲ دسی بل و کمتر از ۱۵ دقیقه بود. بعد از اقدامات کنترلی صددرصد ایستگاه‌ها در محدوده هشدار قرار گرفت و میانگین تراز کل فشارصوت به ۸۴/۷ دسی بل کاهش و زمان مجاز مواجهه به ۸ ساعت افزایش یافت.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که اقدامات فنی - مهندسی نقش مؤثری در کاهش تراز فشارصوت به محدوده اخطار در واحد جوشکاری دارد.

واژه های کلیدی: صدا، تراز فشارصوت، نقشه صوتی، کنترل صدا

پذیرش: ۹۴/۹/۱۸

دریافت: ۹۴/۷/۱۵

مقدمه

باعث آزار و اذیت و کاهش شنوایی افراد می‌شود (۳،۲) آنچه مسلم است محیط پرسروصدا موجب بی‌دقتی در فعالیت‌های مغزی، ناهماهنگی در کارهای فکری، اختلال در مکالمه و تفهیم مطالب و افت شنوایی می‌شود. بر خلاف سایر عوامل فیزیکی محیط (آلاینده‌های هوا، پرتوها و غیره) صدا توسط یک سیستم خاص درک می‌شود (سیستم شنوایی)، بنابراین این عامل توسط هر فردی قابل درک و ارزیابی است

امروزه صدا یکی از مهمترین معضلات موجود در محیط‌های صنعتی و محیط زیست محسوب می‌شود. در حال حاضر پیشرفت تکنولوژی در تمامی زمینه‌ها سبب گردیده که انسان در زندگی روزمره و حرفه خود هرچه بیشتر تحت تاثیر اغتشاشات ناخوشایند آکوستیکی (صدا) قرار گیرد (۱). به طور کلی می‌توان صدا را صوت ناخوشایند و نامطلوب تعریف کرد، که

(۴). بر اساس برنامه ملی ایمنی مواد شیمیایی سازمان بهداشت جهانی (WHO1994)، اثر سوء صدا به صورت تغییر در مرفولوژی و فیزیولوژی اندام‌های بدن است که نتیجه آن نقص در ظرفیت عملکردی یا نقص در متعادل سازی استرس اضافی و یا افزایش حساسیت یک ارگانیسم به اثرات سوء دیگر عوامل محیطی است. این تعریف شامل هرگونه کاهش در عملکرد جسمی، روانی یا اجتماعی ارگان‌های انسان یا انسانهاست. در واقع سروصدا به عنوان یک عامل استرس‌زای محیطی است که در ترکیب با سایر عوامل استرس‌زا باعث ایجاد یا تشدید اختلالات روانی می‌گردد و حتی تحت شرایط خاص بر کارآیی اثر می‌گذارد (۵). مطالعه در زمینه اثراتی که صدا بر عملکرد و ایمنی دارد نشان داده که صدا ممکن است برخی مشکلات شغلی ایجاد کند و تعداد خطاهای کاری را افزایش دهد اما این اثرات به نوع صدا و نوع کار در حال اجرا بستگی دارد (۶).

روش‌های متفاوتی جهت کنترل آلودگی صوتی وجود دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به محصور سازی، نصب جاذب، کنترل فعال، کنترل‌های مدیریتی، استفاده توام از محصور سازی و نصب جاذب اشاره کرد (۷). که استفاده از هر کدام از روش‌ها به نوع منبع، شرایط فیزیکی، ویژگی‌های صوت، کارایی مورد نظر، هدف کنترلی و... بستگی دارد (۸). در هر موردی پاره‌ای از این راهکارها بهترین بازدهی را خواهند داشت (۹، ۱۰). اگر چه در کشور ما آمار دقیقی از میزان مواجهه شغلی با این عامل زیان آور محیط کار وجود ندارد اما چیزی که مشخص است ضرورت ارزیابی و کنترل آلودگی صوتی جهت حفظ سلامت جسم و روان پرسنل خود در مقابل این عامل خطر ساز و بیماری‌زا در صنایع کوچک و بزرگ می‌باشد. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت تعداد افرادی که در سراسر دنیا دچار کاهش شنوایی می‌باشند از ۱۲۰ میلیون نفر در سال ۱۹۹۵ به ۲۵۰ میلیون نفر در سال ۲۰۰۴ افزایش یافته است (۱۱).

کاهش آلودگی صدای صنعتی و محیطی موضوع بسیاری از مطالعات مختلف می‌باشد. نتایج مطالعه‌ای که گلمحمدی و همکاران تحت عنوان تحلیل اکوستیکی سالن دمنده هوا به منظور طراحی کنترل صدا در صنعت فولاد انجام دادند، پیش بینی کردند در صورت اجرای طرح پیشنهادی صدا تا حدود ۳۰ دسی بل کاهش می‌یابد (۱۲)، حاکی از آن بود که بیشینه تراز فشار صوت حاصل از این منابع بالاتر از حدود توصیه شده است و بهترین اقدام کنترلی آن محصورسازی^۱ اطراف منابع صدا تعیین گردید. در مطالعه‌ای که توسط لای^۲ و همکاران تحت عنوان بررسی کارایی اتاقک‌های طراحی شده برای یک منبع نقطه‌ای انجام شده است، مشخص شد که عدم توجه به مسیرهای ساختاری ایجاد شده که منجر به نشی صدا از اتاقک می‌شود، کارایی اتاقک را کم می‌کنند. همچنین مشخص شد که شناسایی دقیق منبع صوت و ویژگی‌های سطوح اطراف منبع نقش مهمی در دستیابی به کارایی مورد نظر خواهد داشت، نتایج این مطالعه نشان داد که با بکارگیری یک اتاقک با لایه‌های ترکیبی متناسب با نیاز در طراحی اتاقک می‌توان تراز فشار صوت را ۱۹-۱۲ دسی بل کاهش داد (۱۳).

مین^۳ و همکاران گزارش کردند که تشخیص دقیق منبع و مشخصات سطوح اطراف طرح کنترلی، نقش اساسی را در ارزیابی کارایی اکوستیکی بازی می‌نماید. نتایج اثبات کرد که کاربرد یک طرح کنترلی با لایه‌های پیچیده متناسب با الزامات طراحی حدود ۱۲ تا ۱۹ دسی بل در تراز صوت کاهش ایجاد می‌نماید. ضمن آنکه مشخص نمودند با استفاده از یک انباره چند محفظه‌ای منفذدار می‌توان بیش از ۴۰ دسی بل تراز فشار صوت را کاهش داد (۱۴). حکیمی و همکاران نیز بوسیله اجرای یک طرح کنترلی در خروجی هوا (بکارگیری انباره) کاهش ۲۰ دسی بل را در تراز صوت

¹ Enclosure

² Lai

³ Min

تخمین زدند (۱۵). مطالعات زیادی کاهش صدا و بهینه‌سازی صوتی را با اجرایی کردن اقدامات کنترلی فنی- مهندسی در صنایع بزرگ و کوچک نشان داده است. این مطالعه با هدف کاهش صدا و بهینه سازی صوتی در واحد جوشکاری یکی از کارخانه‌های تولید آبگرمکن در شهر تهران در سال ۹۲ انجام شد.

روش کار

این مطالعه کنترلی در سال ۹۲ با هدف امکان‌سنجی موثرترین روش‌های کنترلی صدا و اجرای این مداخلات در یکی از واحدهای کارخانه تولید مخازن آبگرمکن در تهران انجام شد. نخست بعد از هماهنگی‌های لازم با مرکز بهداشت و مدیریت کارخانه، اطلاعات پایه شامل نقشه‌ها، محل استقرار منابع صوتی، نتایج اندازه‌گیری سال‌های قبل، تشخیص مشخصات اکوستیکی منبع صوت، شرح فرآیند خطوط پروسه و نوع برنامه حفاظت شنوایی موجود شرکت و برخی اطلاعات فنی نظیر طول عمر دستگاه، ابعاد دستگاه، اجزای تشکیل دهنده و نوع کار دستگاه‌های مورد نظر جمع‌آوری گردید. با توجه به نقشه صوتی شرکت و نتایج اندازه‌گیری سال‌های قبل مهم‌ترین مناطق و نیز منابع صوتی اصلی شناسایی گردیدند. همچنین تعداد و محل استقرار افراد در معرض مواجهه و نیز ساعات مواجهه آنها مشخص شد. پس از آن با کمک ترازسنج صوت^۱ مدل TES1358 ساخت کشور تایوان مدل لووترون، اقدام به اندازه‌گیری مشخصات صوتی محیط و تعیین منابع اصلی صدا گردید. در خصوص این دستگاه باید گفت که دارای رنج اندازه‌گیری ۳۰ تا ۱۳۰ دسی‌بل بوده و صدا را در شبکه A, C, flat با دقت 1.5 dB اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری‌های انجام شده با هدف اندازه‌گیری صدای عمومی کارگاه، مشخص کردن منابع اصلی صدا و تعیین بهترین اقدام کنترلی برای این محیط در شبکه A انجام شد. سالن جوشکاری دارای ۱۵ نفر کارگر و

مساحت تقریباً 1800 m^2 می‌باشد. در ۶۰ ایستگاه (مرکز هر ایستگاه) صدا اندازه‌گیری گردید، با خاموش و روشن کردن دستگاه‌های مختلف و مقایسه نتایج منابع اصلی مولد صدا شناسایی شد. منابع اصلی مولد صدا در این واحد سه دسته بودند، که شامل دستگاه‌های پرس (با صدای منقطع و ضربه‌ای) و کمپرسورهای تولید باد، دستگاه تست نشستی مخازن آبگرمکن (که به وسیله باد کار می‌کنند و صدایی در حدود ۹۷ dB تولید می‌کرد)، همچنین از دیگر منابع صدا در این واحد صدای ناشی از غلتاندن قطعات روی زمین و انداختن مخزن‌های جوشکاری شده روی زمین بود. پس از آن با کمک تجهیزاتی که در بالا ذکر شد اقدام به اندازه‌گیری مشخصات صوتی محیط و منابع اصلی صدا صورت گرفت و بعد از انجام بررسی‌ها و با توجه به بیشترین بودن صدا از حدود مجاز شغلی در کارگاه جوشکاری و اثرات ویرانگر آن بر سلامتی کارکنان تصمیم بر انجام اقدامات کنترلی در جهت کاهش صدا گرفته شد. با توجه به نتایج آنالیز صوتی کارگاه سه منبع اصلی صدا شامل: ۱. دستگاه تست هوا (برای تست عدم نشستی و سوراخ مخزن‌های آبگرمکن در محل جوش‌ها و سایر اتصالات این مخازن)؛ ۲. دستگاه پرس ۱۰۰ تنی و ۵۰ تنی و کمپرسورهای تولید باد؛ ۳. صدای ناشی از کوبیدن و غلتاندن قطعات جوشکاری شده بر روی کف موزاییکی کارگاه، بودند. با توجه به نتایج به دست آمده از ارزیابی‌های انجام شده، اقدامات کنترلی به شرح زیر انجام شد: کمپرسور تولید باد به خارج از کارگاه انتقال داده شد و روی خروجی جریان باد تست نشستی یک انباره صوتی نصب شد. پرس ۱۰۰ تنی به وسیله پانل جذبی شیشه‌ای شفاف^۲ محصور گردید و از کفپوش‌های پلاستیکی و نمدی جهت فرش کردن کف موزاییکی کارگاه جوشکاری (به عنوان جاذب صدا) جهت کم کردن صدای ناشی از برخورد اشیای فلزی با زمین استفاده شد. در نهایت نتایج به دست آمده از

² Enclosure

¹ Sound Level Meters- S.L.M

اندازه‌گیری قبل و بعد از مداخله به وسیله نرم‌افزارهای Excel و SPSS مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

با توجه به نتایج صدا سنجی قبل از اقدامات فنی-مهندسی از ۶۰ ایستگاه اندازه‌گیری شده، ملاحظه می‌شود که میزان صدا در ۳۵ ایستگاه بالاتر از حد مجاز بود. حدوداً ۵۸ درصد ایستگاه‌های کاری در محدوده خطر و ۴۲ درصد در محدوده هشدار قرار داشتند (جدول ۱). همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود بیشترین میزان صدا در این واحد ۹۵ dB و کمترین آن ۸۲ dB بوده است. میانگین تراز فشار

صوت و زمان مجاز مواجهه قبل از مداخله به ترتیب ۱۰۵/۱۲ و کمتر از ۱۵ دقیقه بود. بعد از اقدامات مداخله‌ای صددرصد ایستگاه‌ها در محدوده هشدار قرار گرفت و میانگین تراز فشار صوت و زمان مجاز مواجهه به ترتیب به ۸۴/۷۸ و ۸ ساعت کاهش یافت. اطلاعات به دست آمده از نقشه صوتی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بعد از اقدام کنترلی، نشان می‌دهد که بیشترین میزان صدا در این واحد ۶۹dB و کمترین آن ۶۵dB می‌باشد که نشان می‌دهد در تمامی ایستگاه‌های کاری صدا زیر حد مجاز و در محدوده هشدار می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۱. تراز فشار صوت (SPL_A) برحسب (dB) قبل از اقدامات کنترلی

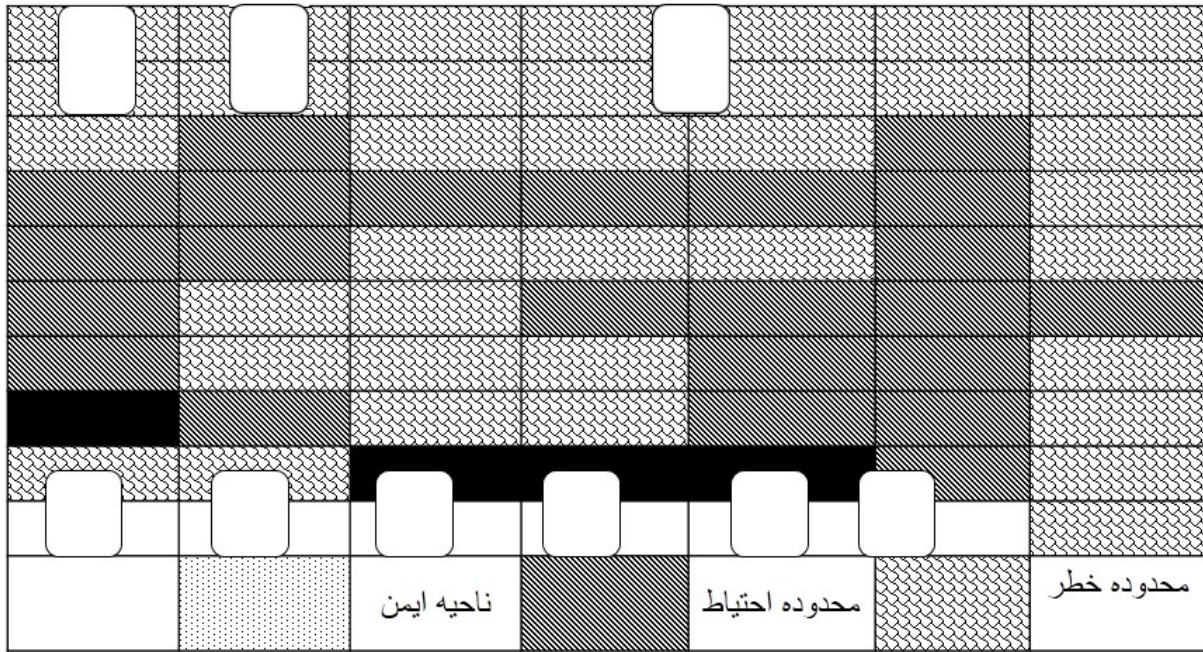
نام ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
تراز فشار صوت	۸۲	۸۶	۸۶	۸۴	۸۵	۸۳	۸۳	۸۵	۸۵	۸۷	۸۸	۸۹	۸۷	۸۷	۸۷
نام ایستگاه	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
تراز فشار صوت	۸۴	۸۸	۸۴	۸۶	۸۷	۸۵	۸۷	۸۳	۸۵	۸۵	۸۵	۸۶	۸۷	۸۷	۸۸
نام ایستگاه	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵
تراز فشار صوت	۸۸	۸۳	۸۴	۸۳	۸۶	۸۵	۸۶	۸۸	۸۸	۸۹	۹۰	۹۲	۹۳	۹۳	۹۵
نام ایستگاه	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰
تراز فشار صوت	۸۸	۸۷	۸۵	۸۴	۸۴	۸۵	۸۵	۸۶	۸۶	۸۷	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۲

جدول ۲. تراز فشار صوت (SPL_A) برحسب (dB) بعد از اقدامات کنترلی

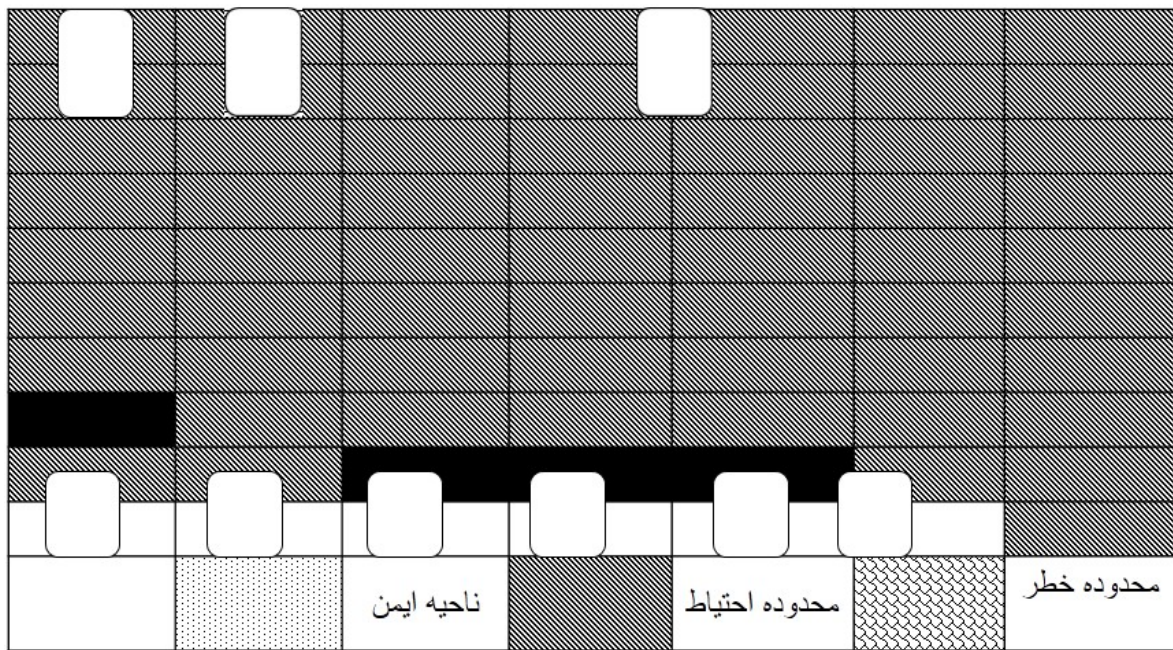
نام ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
تراز فشار صوت	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۷	۶۸	۶۷	۶۷	۶۶	۶۷	۶۸	۶۷	۶۷	۶۷	۶۷
نام ایستگاه	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
تراز فشار صوت	۶۷	۶۷	۶۷	۶۶	۶۷	۶۸	۶۷	۶۶	۶۶	۶۶	۶۷	۶۷	۶۸	۶۷	۶۷
نام ایستگاه	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵
تراز فشار صوت	۶۶	۶۷	۶۷	۶۸	۶۷	۶۷	۶۷	۶۶	۶۵	۶۷	۶۷	۶۷	۶۸	۶۸	۶۹
نام ایستگاه	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰
تراز فشار صوت	۶۷	۶۷	۶۶	۶۸	۶۸	۶۷	۶۶	۶۶	۶۶	۶۷	۶۷	۶۸	۶۷	۶۶	۶۶

نقشه صوتی کارگاه قبل و بعد از مداخله به اشکال زیر می‌باشد (شکل ۱ و ۲). شایان ذکر است که با توجه به استانداردهای توصیه شده، ناحیه ایمن ($SPL_A < 65dB$)، محدوده احتیاط ($65 < SPL_A < 85dB$) و محدوده خطر ($SPL_A > 85dB$) که به ترتیب با

رنگ‌های سبز، زرد و رنگ قرمز نشان داده می‌شوند که در اینجا با توجه با راهنما مشخص شده‌اند. محل قرارگیری دستگاه‌ها در نقشه صوتی مشخص شده است (۱۶).



شکل ۱. نقشه صوتی واحد قبل از اقدامات کنترلی



شکل ۲. نقشه صوتی واحد بعد از اقدامات کنترلی



نمودار ۱. میانگین تراز کل فشار صوت قبل و بعد از اقدامات کنترلی

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف کاهش صدا در سالن جوشکاری یکی از شرکت‌های تولید آبگرمکن صورت گرفت. نتایج صداسنجی قبل از مداخله مواجهه بسیار بالای کارگران این صنعت را با صدا نشان داد. منابع اصلی مولد صدا در این واحد، دستگاه‌های پرس، دستگاه تست نشت مخازن، کمپرسورهای باد و صدای ناشی از غلتاندن قطعات فلزی روی زمین و انداختن مخزن‌های جوشکاری شده روی زمین بودند. راه‌های بسیار زیادی برای کنترل صدا وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به کاهش و کنترل صدا در منبع، در مسیر انتشار و در محل دریافت صوت اشاره کرد (۱۷). در مطالعه حاضر از تلفیقی از روش‌ها استفاده شد. روش‌های تلفیقی شامل بیرون بردن کمپرسورهای تولید باد از سالن، ساخت منبع انبساطی روی خروجی هوا مخازن در حال تست (به عنوان یک روش حذف و کنترل در منبع)، محصور کردن پرس‌ها (به عنوان کنترل در مسیر انتشار صوت) استفاده شد. با توجه به اطلاعات به دست آمده از نقشه صوتی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بعد از اقدام کنترلی، مشاهده می‌شود که بیشترین میزان صدا در این واحد ۶۹dB و کمترین آن ۶۵dB بوده که نشان می‌دهد که در تمامی ایستگاه‌های کاری صدا زیر حد مجاز و در

محدوده هشدار می‌باشد. مطالعات مختلفی میزان صدای کاهش یافته در اثر مداخلات را بسیار متفاوت گزارش کرده‌اند. که این اعداد متفاوت به خاطر اجرایی کردن راهکارهای مختلف در صنایع متفاوت می‌باشد (۱۸). کاهش تراز فشار صوت ۲۰dB صدا در این مطالعه با مطالعه گل محمدی و همکاران که با استفاده از انباره‌ها اقدام به کم کردن صدای مولدهای دیزلی در کارگاه‌های ساختمانی در شهر همدان انجام شد مطابقت دارد (۱۹). همچنین نتایج این مطالعه با یافته‌های هرندی که در ارتباط با کنترل صوت در آزمایشگاه فیزیک شرکت پلی‌اکریل اصفهان با استفاده از جاذب‌ها انجام شده است نیز مطابقت دارد (۲۰). نتایج مطالعه حاضر امکان اقدامات مداخله‌ای در ارتباط با کاهش صدا در صنایع را با توجه به اثرات و هزینه‌هایی که این پدیده روی سلامت شاغلین باقی می‌گذارد، نشان داد. مطالب فوق ضرورت شناسایی منابع اصلی صدا و اولویت‌بندی و اجرای راهکارهای مختلف جهت کنترل آلودگی صوتی را تایید می‌نماید. نتایج قبل و بعد از اقدامات کنترلی نشان از موفق بودن این طرح در شرکت مزبور بوده و ان‌شاءالله توانسته باشد خدمتی هر چند کوچک به پرسنل این شرکت کرده و چراغ راه آیندگان جهت آسایش ساکنان این کره خاکی باشد.

References

- 1- Goelzer B, Hansen CH, Sehrndt GA. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control: Federal Institute for Occupational Safety and Health; 2001. 11(6):37-38
- 2- Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American journal of industrial medicine*. 2005;48(6):446-58.
- 3- VER Istan L, Beranek LL. *Noise & vibration control engineering: Principles & applications*: John Wiley & Sons; 2005;98(2):44-49.
- 4- Harris CM. *Handbook of acoustical measurements and noise control*: McGraw-Hill New York; 1991. 62 (23): 2495-9.
- 5- Bies DH, Hansen CH, Campbell RH. *Engineering noise control*. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1996;100(3):1279.-84
- 6- Cheremisinoff PN, Cheremisinoff PP, Allen EE. *Industrial noise control handbook*. 1977. 77(1):15.-25
- 7- Shirali GA, Zareh SMJ. The Framework for determining efficiency of noise control method using fuzzy approach 2002 ;8(2)21-31
- 8- Bies D, Hansen C. *Engineering noise control: theory and practice*: Taylor & Francis; 2009. 121(3):56.-67
- 9- Aliabadi M, Golmohammadi R ,Khotanlou H, Mansoorizadeh M, Salarpour A. Development of a Noise Prediction Model Based on Advanced Fuzzy Approaches in Typical Industrial Workrooms. *Journal of Research in Health Sciences*. 2013;14(1)3-8.
- 10- Aluclu I, Dalgic A, Toprak Z. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial workplaces. *Applied Ergonomics*. 2008;39(3):368-78.
- 11- Bell LH, Bell DH. *Industrial noise control: Fundamentals and applications*: CRC Press; 1994. 30-33.
- 12- Golmohammadi R MM, Nourollahi M, MomenBellaFard S. . Assessment and Control Design for Steam Vent Noise in an Oil Refinery. *Journal of Research in Health Sciences*. 2011;1(11):14-9.
- 13- Lai J, Speakman C, Williamson HM. Control of shear cutting noise—effectiveness of enclosures. *Applied Acoustics*. 1999;58(1):69-84.
- 14- Chiu M-C, Chang Y-C. Numerical studies on venting system with multi-chamber perforated mufflers by GA optimization. *Applied Acoustics*. 2008;155(3):234-41.
- 15- Hakimi H A. MTAM, Farrokhi M N. Modeling if noise propagation in outside area of Sar Cheshme; New concentration for determining best noise control method by sedation software.In: *Proceedings of Sixth Congress on Safety Health and Environment in Mines and Related Industries*, Tehran. 2006.
- 16- Hansen CH. *Active control of noise and vibration*: CRC Press; 201369(19):1017-37.
- 17- Kajikawa Y, Gan W-S, Kuo SM. Recent advances on active noise control: open issues and innovative applications. *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*. 2012; 12(3-4): 382-90.
- 18- Foreman J. *Sound analysis and noise control*: Springer Science & Business Media; 2012. 22(5):302-14
- 19- Golmohammadi R, Mohammadi H, Bayat H, Habibi Mohraz M, Soltanian AR. Noise Annoyance Due to Construction Worksites. *Journal of research in health sciences*. 2013;13(2):201-7.
- 20- harandi. Sound control in the physic lab in the polyacryl company and studying the noise reduction by means of different absorbents. *aud*. 1999;7:1-2.