Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2020 (30 Dec);17: 74

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Noise control and determination of economic indicators in an edible oil industry

Rostam Golmohamadi, Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Azam Biabani, (*Corresponding author), MSc in Occupational Health and Safety Engineering, social Determinants of Health Research Center, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran. a.biabani.67@gmail.com

Narges Azadi, MSc in Occupational Health Engineering, Golestan Agro Industry Co. Dezful, Iran.

Iman Abshang, MSc in MBA, Golestan Agro-industry Co. Dezful, Iran.

Abstract

Background and aims: Noise pollution is the most widespread physical harmful factor in industrial environments. Noise control is intended to control its effects and comfort of work, including general management and engineering control techniques. Harmful noise is considered as an important occupational hazard in the iron and steel, textile and process industries. In addition, noise pollution is a potentially harmful component of the plant industrials. Metal Industry has been identified as one of the environments with higher than permitted noise. In many countries, Hearing protection programs has been implemented for workers protection in these industrials. Occupational exposure to the noise caused by Devices and Processes productive processes is often described as a form of self-harm. Noise control is intended to control its effects and Convenience of work, including general management control and engineering control. In most industries, there is at least one process unit where the noise pressure level is higher than the permitted level and oil industry is also subjected to this. Therefore, the present study aimed to evaluate the noise pressure level in some units of the oil industry and to evaluate the effectiveness of the implementation of engineering control methods including sub-seismic installation, modification of control room doors and windows, floating floor implementation, construction and installation of acoustic chamber.

Methods: This descriptive, analytical and interventional study was conducted at an oil factory in Khuzestan province. This study was carried out in four phases, including Phase I; measuring and evaluating noise and identifying important bands and sources of noise production; Phase II: designing technical control methods at the resource location, and location of workers; Phase III: Implementation of engineering interventions and Phase IV: Reassessment and effectiveness of the interventions. In the first phase, the noise pressure level in the pressing, assembly, installation and bottling sections was measured peripherally and locally. In addition, at some peripheral stations and all local stations, the frequency analysis of one octave of noise was performed by the advanced digital level meter AWA 5688 in accordance with ISO 9612. In addition to for Local Stations, the equilibrium determined the received dose to determine its reduction after interventions. Then, according to the type and level of noise pressure level as well as the environmental characteristics of the hall, appropriate engineering control measures were performed. Then, in the second and third phases in this research in the high noise pressure level units

Keywords

Noise pressure level

Engineering interventions

Noise control

Cost-benefit index

Received: 2019-09-28

Accepted : 2020-03-16

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

Interventional actions Including sub-seismic installation, installation of acoustic panel on the ceiling and absorbent panel on the common wall with assembly hall, installation of absorbent panel on the adjacent walls of press operators, installation of polymer plates on the desks, modification of doors and windows of control room and floating floor installation, installation Metal cab with foam elastomeric inner surface, galvanized steel ceiling and elastomeric adsorbent in cabin cab, acoustic chamber fabrication and installation were performed. In the fourth phase of this study, a reassessment of the noise pressure level in the intervention units and at the workstation was performed to determine the effectiveness of the interventions. For this purpose, the noise pressure level of each indicator station was compared before and after the intervention. Also, in evaluating, the effectiveness of the interventions performed and the approximate cost per unit separately was recorded and their effectiveness in reducing the noise pressure level as a cost-effectiveness index as well as a cost-benefit index was presented to determine each cost reduction or How much does it cost to ?

Results: The results of noise pressure level measurement in different units showed that the equivalent noise pressure level was Above than Exposure limit before the intervention in all stations; so that The highest level of noise pressure in the vicinity of one of the 63 tone presses was equal to 92/63 dB (A). After the interventions, the noise pressure level was reduced at all stations and also was lower than the limit at all points except one press. The results showed that the largest reduction in noise was in the correction of the tetra pack chambers. Frequency analysis of noise was performed at most of the indicator stations and presented at two sample stations. The results showed that the noise pressure level was effectively reduced. In addition to technical efficiency and scientific justification, noise control techniques must be applied with economic considerations in mind. Due to the cost of technical methods of noise control, it is essential that the designer assess the economic aspects including cost-effectiveness and even cost-benefit before executing the plan until the employer can estimate the cost of the project with economic considerations in addition to the technical results. If so with noise levels are lowered to the permissible level using less expensive methods, there is no need for high costs. In this study, the economic aspects of technical control plans in different units and their total in the company were estimated. In this study, the cost-benefit index was calculated, which showed that the total direct cost of the project in the press unit was about 502 million Rails and given that the number of people who were disqualified was 13 in three shifts, the average cost-benefit index was 0.70 million Rails per person over a one-year period.

Conclusion: In this study, interventional methods of modification and fabrication of chambers were used for tetra pack and bottle-filling machines in the bottling hall. After examining the unit, it was found that environmental control was not a priority in this unit and the problems with this unit were due to technical glitches and the incompleteness of the tetra-pockets cab room and the lack of a queuing bottle chamber. Completing walls reduced the noise pressure level to 9.5 dB and reduced workers' exposure to below 82 dB by steel sheets and technical modifications to control noise in Tetra pack chambers. Also, the noise of the Bottle Row Unit reduced by Construction and installation of a simple chamber with steel wall and UPVC door and window about 10 dB and reduced the exposure to below 79 dB. Another intervention in this unit was the use of silicone sealant and Silicone Glue to block all leakage pores. According to the guidelines outlined in the Volume Control Guide, acoustic

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

chamber installation can be a good way of controlling the noise of industrial sources, and the use of steel sheet as the main approved layer of ISO 15667 has been well used in this study. One of the interventions that was effective was the installation of an elastomeric sealant at the base of the presses to reduce vibration, which reduced the noise pressure level in the low frequency range. In addition, the use of rock wool insulation has a significant effect on reducing the noise pressure level. In this study, it was found that enclosure can reduce the noise level in the unit production pump, but should be considered the limitations of the enclosure method. In the industry studied, there were two staff control rooms in the liquid production unit and facilities, which had major drawbacks in the number, dimensions, and gender of the windows. In this plan, equivalent noise pressure level decreased more than 16 dB in the listener's room with reduced the size and number of windows and replaced them with UPVC double-glazed windows, as well as replacing doors of the same type with a low cost. Eventually, the investigations showed that all the control measures performed in different units in this study resulted in a significant reduction in the noise pressure equivalent level. Units taken these indices are within the acceptable range.

Conflicts of interest: None

Funding: None

How to cite this article:
Rostam Golmohamadi, Azam Biabani, Narges Azadi, Iman Abshang. Noise control and determination of economic indicators in an edible oil industry. Iran Occupational Health. 2020 (30 Dec);17:74.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ - ۷۴/۱۳۹۹

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

کنترل صدا و تعیین شاخص‌های اقتصادی در صنعت روغن خوراکی

رستم گلمحمدی: استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران .
اعظم بیابانی: (* نویسنده مسئول) کارشناس ارشد گروه آموزشی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، مرکز تحقیقات مؤلفه‌های اجتماعی مؤثر بر سلامت ساوه، دانشکدهٔ علوم پزشکی ساوه، ساوه ، ایران
EMAIL .
نرگس آزادی: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، شرکت کشت و صنعت گلستان. دزفول، ایران.
ایمان آبشنگ: کارشناس ارشد MBA، شرکت کشت و صنعت گلستان. دزفول، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی صدا فراگیرترین عامل زیان‌آور فیزیکی در محیط‌های صنعتی به‌شمار می‌آید. اشتغال مداوم در محیط پرصدا علاوه‌بر اثرات شنوایی ، باعث اختلال در ارتباطات کلامی، محدودیت تمرکز، خستگی، آزار ذهنی و کاهش بازده کاری می‌شود.کنترل صدا به‌منظور کنترل اثرات آن و راحتی کارگر بوده و شامل روش های کلی کنترل مدیریتی و کنترل مهندسی است. هدف از مطالعهٔ حاضر ارزیابی و اجرای مداخلات مهندسی جهت کاهش مواجههٔ شغلی با صدا در واحدهای مختلف کارخانهٔ روغن‌سازی در استان خوزستان بود.

روش بررسی: این مطالعهٔ توصیفی، تحلیلی و مداخله‌ای در کارخانهٔ تولید روغن خوراکی در استان خوزستان انجام شد. در این پژوهش، تراز فشار صوت در سالن‌های تولید توسط ترازسنج دیجیتال پیشرفته مدل AWA 5688 طبق استاندارد ISO 9612 اندازه‌گیری شد و سپس در واحدهای با تراز فشار صوت بالاتر از حد مجاز اقدامات مداخله‌ای شامل نصب لرزه‌گیر زیر دستگاه‌های پرس، نصب پانل آکوستیک در سقف و پانل جاذب در دیوار مشترک با سالن مونتاژ، نصب پانل جاذب در دیوارهای مجاور اپراتورهای پرس، نصب صفحات پلیمری روی سطح میزهای واحد قوطی‌سازی، اصلاح در و پنجره‌ها و اجرای کف شناور اتاق کنترل، نصب کابین فلزی با سطح داخلی جاذب فوم الاستومری در دستگاه‌های تتراپک، نصب سقف فولاد گالوانیزه و لایهٔ جاذب الاستومری در اتاقک کابین، ساخت و نصب اتاقک آکوستیک روی دستگاه بطری ردیف‌کن انجام شد. سپس به‌منظور تعیین میزان اثربخشی این مداخلات، ارزیابی مجدد صورت گرفت. علاوه‌بر این، میزان اثربخشی مداخلات نسبت به کاهش تراز فشار صوت، شاخص‌های هزینه‌اثربخشی و هزینه‌فایده محاسبه گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد قبل از انجام مداخله در تمام ایستگاه‌ها تراز فشار صوت معادل اندازه‌گیری‌شده بالاتر از حد مجاز بود؛ به‌طوری‌که بالاترین میزان تراز فشار صوت در مجاورت یکی از پرس‌های ۶۳ تن برابر ۹۲/۶ dB(A) را نشان می‌دهد. بعد از انجام مداخلات، میزان تراز فشار صوت در تمام ایستگاه‌ها کاهش یافت و در تمام نقاط به‌استثنای ایستگاهی که در مجاورت دستگاه پرس۶۳ تن بود، به کمتر از مقدار حد مجاز رسید. با توجه به مداخلات صورت‌گرفته مشخص گردید بیشترین کاهش صدا در اصلاح اتاقک‌های دستگاه‌های تتراپک بوده است. نتایج کاهش میزان تراز فشار صوت در آنالیز فرکانس صدا نیز در قبل و بعد از مداخله در سالن پرس و بطری‌سازی اثربخشی مداخلات صورت‌گرفته را تأیید کرد. متوسط شاخص هزینه‌فایدهٔ کلی ۰/۷۰میلیون ریال به‌ازای هر نفر در یک دورهٔ یک‌ساله نسبت پرداخت به بیمه‌گر به‌ازای هر سال بازنشستگی زودتر بوده است.

نتیجه گیری: بررسی‌ها نشان داد تمام اقدامات کنترلی در واحدهای مختلف در این مطالعه منجر به کاهش چشمگیر تراز معادل فشار صوت گردید و با بررسی صورت‌گرفته توسط شاخص هزینه‌اثربخشی و شاخص هزینه‌فایده نیز مشخص گردید به‌رغم هزینهٔ نسبتاً زیادی که در برخی واحدها صورت گرفت، این شاخص‌ها کاملاً در محدودهٔ قابل قبولی قرار دارند.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها

راز فشار صوت

مداخلات مهندسی

کنترل صدا

شاخص هزینه‌فایده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۶

شیوه استناد به این مقاله:

Rostam Golmohamadi, Azam Biabani, Narges Azadi, Iman Abshang. Noise control and determination of economic indicators in an edible oil industry. Iran Occupational Health. 2020 (30 Dec);17:74.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

مقدمه

آلودگی صدا فراگیرترین عامل زیان‌آور فیزیکی در محیط‌های صنعتی به‌شمار می‌آید. (۱) اشتغال مداوم در محیط پرصدا علاوه‌بر اثرات شنوایی (۲)، باعث اختلال در ارتباطات کلامی، محدودیت تمرکز، خستگی، آزار ذهنی و کاهش بازده کاری می‌شود. (۳ـ۵) آثار فیزیولوژیکی و روانی مواجهه با صدا نیز در درازمدت شامل خستگی، سردرد، عصبانیت، اختلال خواب و کاهش بازده کاری است. (۶) مواجههٔ شغلی با صدای ناشی از دستگاه‌ها و فرایندهای تولیدی در صنایع مختلف همواره به‌منزلهٔ چالش سلامت مطرح بوده است. (۷ـ۸) حد مجاز مواجههٔ شغلی با صدا برای ۸ ساعت کار روزانه براساس کنفرانس متخصصان بهداشت صنعتی امریکا (ACGIH) و همچنین در ایران، ۸۵ dB(A) با قاعده ۳ dB تعیین شده است. (۹) طبق برآورد مؤسسهٔ ملی ایمنی و بهداشت شغلی امریکا، ۱۴٪ از کارگران در معرض صدای بیش از حد مجاز هستند. (۱۰) ۳۰٪ از نیروی کار در اروپا نیز در معرض صدای آزاردهنده قرار دارند. (۱۱) آمار اجمالی مرکز سلامت محیط کار در سال ۱۳۹۳ نشان داده است که ۱۸٪ شاغلان تحت پوشش نظام بازرسی در معرض صدای زیان‌آور بوده‌اند. (۱۲) برآورد علمی نشان می‌دهد در ایران بیش از ۲میلیون نفر در مواجهه با صدای زیان‌آور شغلی هستند. (۱۳) صدای زیان‌آور خطر شغلی مهمی در صنایع آهن و فولاد، نساجی و صنایع فرایندی به‌شمار می‌آید. (۱۴ـ۱۵) علاوه‌بر این، آلودگی صدا مهم‌ترین عامل زیان‌آور فیزیکی در صنایع فلزی نیز است. صنایع فلزی یکی از محیط‌های دارای صدای بالاتر از حد مجاز شناخته شده و بیشتر کشورها جهت محافظت کارگران شاغل در این صنایع، برنامهٔ حفاظت شنوایی را اجرا نموده‌اند. (۱۶ـ۱۷) روش‌های عمومی کنترل صدا شامل کنترل در منبع، کنترل در محیط و مسیر انتشار و کنترل در موقعیت دریافت‌کننده است. کنترل در منابع تولید صدا و انجام اصلاحات آکوستیکی در محیط از راه‌های متداول کنترل فنی صدا در محیط کار است. (۱۲، ۱۸، ۱۹) روش کنترل صدا در منبع بوده و کم‌اثرترین اما رایج‌ترین و ارزان‌ترین روش استفادهٔ کارگران از تجهیزات حفاظت فردی است. (۲۰) هرچند پیشرفت‌های زیادی در کاهش صدای تجهیزات حاصل شده، برخی از انواع تجهیزات صنعتی مانند پرس ضربه‌ای، آسیاب چکشی، سنگ سمباده، موتور دیزلی و غیره هنوز هم دارای صدای با تراز بالا هستند و در این شرایط کنترل در منبع تولید صدا از طریق محصور کردن جزئی و یا کامل تجهیزات یکی از راهکارهای مورد توجه مهندسین صداست؛ زیرا کاهش صدا در منبع همیشه اولویت دارد. (۲۱) علاوه‌بر این، مطالعات متعددی نشان می‌دهد محصورسازی جزئی یا کلی در کاهش صدا بسیار مؤثر خواهد بود. (۲۲ـ۲۳) در مطالعات متعددی، از جاذب‌های صوتی با مصالح و ضخامت‌های مختلف استفاده شده است. (۲۴ـ۲۵) در اکثر کارخانه‌ها، حداقل یک واحد فرایندی وجود دارد که در آن تراز فشار صوت بالاتر از حد مجاز است که کارخانهٔ روغن‌سازی نیز مشمول این مهم است. بنابراین مطالعهٔ حاضر با هدف ارزیابی تراز فشار صوت در برخی واحدهای کارخانهٔ روغن‌سازی و بررسی اثربخشی اجرای روش‌های کنترل مهندسی شامل نصب لرزه‌گیر زیر دستگاه، اصلاح در و پنجره‌های اتاق کنترل، اجرای کف شناور، ساخت و نصب اتاقک آکوستیک است.

روش بررسی

این مطالعهٔ توصیفی، تحلیلی و مداخله‌ای در یک کارخانهٔ تولید روغن خوراکی در استان خوزستان انجام شد. این کارخانه ۲۱ واحد دارد که ازجمله مهم‌ترین آن‌ها واحد قوطی‌سازی، بطری‌سازی، تولید، انبار و تأسیسات است که درمجموع ۳۹۷ نفر در آن مشغول کارند. واحد قوطی‌سازی دارای ۲ سالن پرس‌کاری و مونتاژ است که سالن پرس‌کاری شامل ۳ دستگاه پرس ۶۳ تن، ۲ دستگاه پرس ۴۵ تن، ۴ دستگاه پرس ۲۵ تن و ۳ دستگاه چسب‌زن است که در فاصلهٔ بین ۱ تا ۱/۵متری از دیوار قرار گرفته‌اند. سالن مونتاژ نیز شامل ۱۰ دستگاه والس و دستگاه‌های رول‌کن و رول‌بر، چهار گوش، نقش‌انداز، فلنج و جوش است. در واحد بطری‌سازی دستگاه‌های تتراپک برای ساخت بطری پلیمری و بطری ردیف‌کن و در واحدهای دیگر تولید منابع صدا شامل پمپ‌ها، فن‌ها و مشعل است. مطالعه به‌منظور ارزیابی و کنترل صدا در واحدهای مختلف در چندین فاز انجام شد. فاز اول اندازه‌گیری و ارزیابی صدا و تعیین محدوده‌ها و منابع مهم تولید صدا بود. فاز دوم شامل طراحی روش‌های کنترل فنی در محل منابع، محیط انتشار و محل استقرار کارگران، فاز سوم اجرای مداخلات مهندسی و فاز چهارم شامل ارزیابی مجدد و تعیین اثربخشی مداخلات انجام‌شده بود.

فاز اول: در این بخش از مطالعه، میزان تراز فشار صوت در سالن‌های تولید و واحد تأسیسات مورد ارزیابی قرار گرفت. تراز فشار صوت در بخش‌های پرس‌کاری، مونتاژ، تأسیسات و بطری‌سازی به‌صورت محیطی و موضعی اندازه‌گیری شد. علاوه‌بر این، در برخی از ایستگاه‌های

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

محیطی و تمامی ایستگاه‌های موضعی، آنالیز فرکانس یک اکتاوباند صدا توسط ترازسنج دیجیتال پیشرفته مدل AWA 5688 مطابق با استاندارد ISO 9612 انجام شد. علاوه‌بر این، برای ایستگاه‌های موضعی علاوه‌بر تراز معادل، دوز دریافتی نیز تعیین گردید تا پس از انجام مداخلات میزان کاهش آن معلوم شود. در اندازه‌گیری‌ها تراز فشارصوت در هر ایستگاه به‌صورت معادل (L_{Aeq}) در بازۀ زمانی ۱۰ ثانیه توسط دستگاه ترازسنج ثبت گردید. مشخصات آکوستیکی محیط شامل ابعاد سالن، جنس مصالح کف، سقف و دیوار و ضریب متوسط جذب صوت سطوح داخلی (NRC[1]) و شاخص سطح جذبی (سابین) Ra واحدهای مورد نظر که تراز فشار صوت در آن‌ها بالاتر از حد مجاز بود، تعیین گردید. برای این کار با کمک جداول معتبر ضریب جذب مصالح موجود در باند فرکانسی تعیین و متوسط آن محاسبه شد. (۲۶) سپس متناسب با نوع و میزان تراز فشار صوت و همچنین ویژگی‌های محیطی سالن مدنظر اقدامات کنترل مهندسی مناسب انجام گردید. فاز دوم و سوم: به‌منظور طراحی کنترل مهندسی در این مطالعه، نتایج فاز اول مورد بررسی قرار گرفت و سپس در واحدهای با تراز فشار صوت بالاتر از ۸۵ dB اقداماتی در سالن‌های مورد نظر انجام شد که به شرح زیر تعیین و اجرا گردید: الف. سالن پرس‌کاری: در زیر پرس‌های موجود در سالن، لرزه‌گیر الاستومری نصب گردید تا صدای ناشی از ارتعاشات دستگاه کاهش یابد. جهت کنترل بازتابش‌های صدا در محیط عمومی کارگاه پرس، در سقف سالن، شبکۀ سقف کاذب ۶۰ cm *۶۰ فلزی اجرا و با توجه به وسیع بودن طیف فرکانسی صدای محیط به‌طور متناسب از جاذب سقفی تایل آکوستیک گچی سوراخ‌دار به‌همراه یک اینچ پشم سنگ به مساحت حدود ۶۳۰ مترمربع نصب گردید. این گروه تایل همراه با پشتیبان پشم سنگ ضریب جذب بسیار خوبی در طیف فرکانس‌های میانی و پایین دارد. (۲۶ـ۲۷) تمام سطوح باز در دیوار فلزی حائل که بین این واحد و سالن مجاور قرار داشت، به‌جز در ارتباطی انتهای سالن مسدود شد و قسمت‌هایی که دارای شکاف یا لقی بودند، پیچ شدند. علاوه‌بر این، روی دیوار فلزی حد فاصل این واحد با سالن مونتاژ در سمت سالن پرس‌کاری پانل جاذب از جنس پشم سنگ تخته‌ای با ضخامت ۵ سانتی‌متر با پوشش فلزی فولاد گالوانیزه پانچ‌شده نسبت سطح باز ۶۰٪ به مساحت حدود ۲۰۰ مترمربع نصب گردید. این ساختار پانل ضمن مقاومت فیزیکی و دوام به‌خوبی می‌تواند بازتابش‌های صدا را کنترل نماید. پانل آکوستیک مشابهی روی دیوارهای مجاور اپراتورهای پرس ۶۳ تن به طول ۲۰ متر و ارتفاع ۳ متر که شامل کلاف فلزی و پشم سنگ به ضخامت ۳ سانتی‌متر با روکش ورق فولادی گالوانیزه نصب گردید. ب. سالن مونتاژ: سطوح باز در دیوار حائل بین این واحد و سالن پرس‌کاری مسدود گردید و پانل جاذب روی این دیوار در سمت سالن پرس نصب شد. همچنین به‌منظور جلوگیری از صدای برخورد قوطی‌ها با سطح میز صفحات غیرفلزی نرم به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر روی سطح میزهای این واحد نصب شد. ج. اصلاح اتاقک دستگاه‌های تتراپک سالن قوطی‌سازی: اتاقک‌های موجود قابلیت اصلاح داشت. لذا به‌منظور پوشش سقف اتاقک، یک لایه سقف فلزی از جنس فولاد گالوانیزه به‌طور کامل و بدون درز بر روی کابین اتاقک تتراپک نصب گردید. علاوه‌بر این، جاذب فوم الاستومری با سطح تخم‌مرغی (NBR-PVC) به ضخامت ۳ سانتی‌متر روی سطوح داخلی کابین نصب شد. این جاذب‌ها به‌صورت تجاری پشت چسب‌دار در بازار موجود است. درنهایت محل اتصالات ورق‌ها و درهای کابین موجود با استفاده از نوار لاستیکی نرم درزگیری شد و دور قاب‌های پنجره‌ها از داخل به‌وسیلۀ چسب سیلیکون ۱۶۰ درجه شفاف درزگیری گردید. د. پمپ‌های واحد تولید: به‌منظور کاهش صدا در این زمینه، کابینی برای محصور کردن پمپ‌ها طراحی گردید. مبنای طراحی محاسبات قانون جرم و کنترل بازتابش صدا داخل کابین بود. از آنجایی که کابین طراحی‌شده باید دارای جریان هوا باشد، مسیر ورودی و خروجی مخصوصی برای جریان هوا پیش‌بینی گردید. کابین مذکور توسط پیچ روی یک کلاف شاسی فلزی ثابت نصب گردید تا درصورت لزوم برداشتن آن برای تعمیرات ممکن باشد. جدارۀ کابین شامل ورق فولادی به ضخامت ۳ میلی‌متر و سطح داخلی کابین پس از ضدزنگ نمودن با یک لایۀ جاذب فوم الاستومری پشت چسب‌دار با سطح تخم‌مرغی و ضخامت ۳ سانتی‌متر پوشش داده شد. مسیر عبور هوا نیز با همان لایۀ جاذب صوت پوشیده شد. ه. اتاق کنترل واحد تولید و واحد تأسیسات: اتاق قبلی واحد تولید دارای پنجره‌های بزرگ و غیرآکوستیک بود و درها به‌سمت منابع صدا باز می‌شد. برای اصلاح این اتاق، پنجره‌ها تا حد ممکن کوچک و با پنجره‌های دوجدارۀ UPVC جایگزین و درها به‌سمت مخالف منابع اصلی منتقل گردید. علاوه‌بر آن، برای کنترل ارتعاش کف شناور طراحی و اجرا گردید. اقدامات کنترلی انجام‌شده در واحد تأسیسات نیز مشابه اقدامات صورت‌گرفته در واحد تولید بود که شامل نصب پنجره‌های

1 . Noise reduction coefficient

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

کوچک دوجدارهٔ UPVC و طراحی کف شناور شامل فوم تاتامی به‌منظور کاهش ارتعاش است. فاز چهارم: در این مرحله از مطالعه، تراز فشار صوت در واحدهای مورد مداخله و در ایستگاه‌های محل استقرار کارگران مجدد ارزیابی شد تا میزان اثربخشی مداخلات مشخص گردد. برای این کار، تراز فشار صوت در هر ایستگاه شاخص قبل و بعد از مداخله با هم مقایسه و تفاضل آن‌ها محاسبه گردید. در ارزیابی اثربخشی مداخلات هزینهٔ تقریبی انجام‌شده برای هر واحد نیز به‌صورت مجزا ثبت گردید و میزان اثربخشی آن‌ها نسبت به کاهش تراز فشار صوت به‌صورت شاخص اثربخشی ارائه گردید تا معلوم گردد به‌ازای کاهش هر دسی‌بل صدا چه میزان هزینه صورت گرفته است. به‌منظور برآورد شاخص اثربخشی میزان تأثیر اقدامات با کاهش درصد دوز دریافتی صدا سنجیده شده است. لذا برای همهٔ واحدها از یک رابطهٔ واحد برای تعیین این شاخص پس از مشورت با متخصص اقتصاد سلامت از رابطهٔ زیر استفاده گردید: $NCCE = \frac{Cost_i}{Outcome_i} \Rightarrow NCCE_t = \frac{Cost_t}{\sum(\Delta D_i.P_i)}$ در این رابطه، NCCE[1] شاخص هزینه اثربخشی کنترل صدا، $Cost_i$ هزینهٔ هر مورد اقدام به میلیون ریال، $Outcome_i$ نتیجهٔ شامل میزان کاهش دوز دریافتی صدا (٪)، $NCCE_t$ شاخص هزینه اثربخشی کل، P_i تعداد کارکنان در هر واحد مورد کنترل و ΔD_i تفاضل میزان دوز دریافتی صدا قبل و بعد از کنترل تقسیم بر یکصد است. در پایان اطلاعات جمع‌آوری‌شده با نرم‌افزار Excel 2013 تحلیل شد. هرچند در مداخلات بهداشت و ایمنی شغلی توجیه شاخص هزینه‌فایده اولویت ندارد، محاسبهٔ آن نیز می‌تواند در مجاب کردن کارفرما به اجرای آن‌ها کمک نماید. شاخص هزینه‌فایده[2] بدان معناست که کارفرما برای هزینه کردن مبلغی برای کنترل صدا از چه میزان هزینهٔ مستقیم دیگر پیشگیری می‌کند. طبق قانون، چنانچه مواجههٔ کارگر با صدا غیرمجاز باشد، مشمول مزایای مشاغل سخت و زیان‌آور می‌گردد و ۱۰ سال زودتر بازنشسته می‌شود. لذا کارفرما برای تأمین سال‌هایی که فرد باید زودتر بازنشسته شود، به‌ازای هر سال (طبق برآورد سال انجام شدن مطالعه) باید ۴۰میلیون ریال به سازمان بیمه‌گر بپردازد. به‌علاوه هر کارگر مشمول این قانون استحقاق یک ماه مرخصی بیشتری دارد که براساس حداقل حقوق و مزایای سال مطالعه بالغ بر ۱۵میلیون ریال بوده است که به مبلغ فوق اضافه می‌شود. در این مقاله، برای هر واحد و به‌طور مجموع این شاخص به‌صورت زیر تعیین گردید: $NCCB_i = \frac{Cost_i}{Outcome_i} \Rightarrow NCCB_t = \frac{\sum Cost_i}{\sum B_i.0.3P_i}$ در رابطهٔ فوق، NCCB[3] شاخص هزینه‌فایدهٔ کنترل صدا، $Cost_i$ هزینهٔ هر مورد اقدام به میلیون ریال، $Outcome_i$ نتیجه شامل میزان پرداختی بابت بازنشستگی پیش از موعد (حق بانشستگی و مرخصی مضاعف)، $NCCB_t$ شاخص هزینه‌فایدهٔ کل، P_i تعداد کارکنان در هر واحد مورد کنترل و ضریب ۰/۳ برای تعیین تعداد نسبی مشمولین بازنشستگی به‌ازای ۱۰ سال پیش از موعد و B_i میزان پرداختی بابت بازنشستگی پیش از موعد (میلیون ریال) است. در پایان اطلاعات جمع‌آوری‌شده به‌وسیلهٔ نرم‌افزار Excel 2013 مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت در ایستگاه‌های شاخص واحدهای مختلف در جدول ۱ ارائه گردیده است. میزان تراز فشار صوت در هر ایستگاه در قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری و با حد مجاز مقایسه گردید. نتایج نشان داد قبل از مداخله در تمام ایستگاه‌ها، تراز فشار صوت معادل اندازه‌گیری‌شده بالاتر از حد مجاز کشوری (OEL[4]) بود؛ به‌طوری که بالاترین میزان تراز فشار صوت در مجاورت یکی از پرس‌های ۶۳ تن برابر ۹۲/۶۳ dB(A) دسی‌بل را نشان داد. هرچند طراحی مداخلات فنی برمبنای شبکهٔ وزنی خطی یا C است و در این تحقیق نیز مورد استفاده بوده، با توجه به هدف مطالعه، مقایسهٔ نتایج در جدول ۱ با شبکهٔ A نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول مشخص است، بعد از انجام مداخلات میزان تراز فشار صوت در تمام ایستگاه‌ها کاهش یافته و در تمام نقاط به‌استثنای یک دستگاه پرس به کمتر از مقدار حد مجاز رسیده است. علاوه‌بر این، در این جدول خلاصهٔ مداخلات انجام‌شده ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول پیداست، بیشترین کاهش صدا در اصلاح اتاقک‌های دستگاه‌های تراپک بوده است.

آنالیز فرکانس صدا در اکثر ایستگاه‌های شاخص انجام شد. برای مثال نتایج آن در سالن پرس و بطری‌سازی، مواجههٔ قبل و بعد از انجام مداخله در شکل ۱ و ۲ قابل مشاهده است. همان‌طور که مشخص است، در دو ایستگاه نمونه، میزان تراز فشار صوت به‌طور مؤثری کاهش یافته است. تصاویر اقدامات انجام‌شده در سالن پرس و اتاقک دستگاه تولید بطری در شکل ۳ و ۴ آورده شده است. در جدول ۲، میزان کاهش تراز فشار صوت به تفکیک نوع مداخله ارائه شده است. براساس جدول ۲، روش اصلاح اتاق‌های کنترل بیشترین کاهش تراز فشار صوت را داشته است.

1 . Noise Control Cost Effectiveness
2 . Cost Benefit
3 . Noise Control Cost Benefit
4 . Occupational Exposure Limits

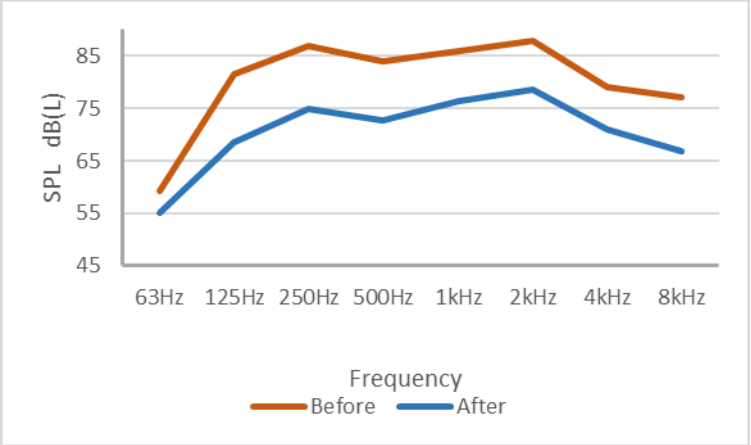
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۱ـ نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت در سالن‌های مختلف به روش عمومی

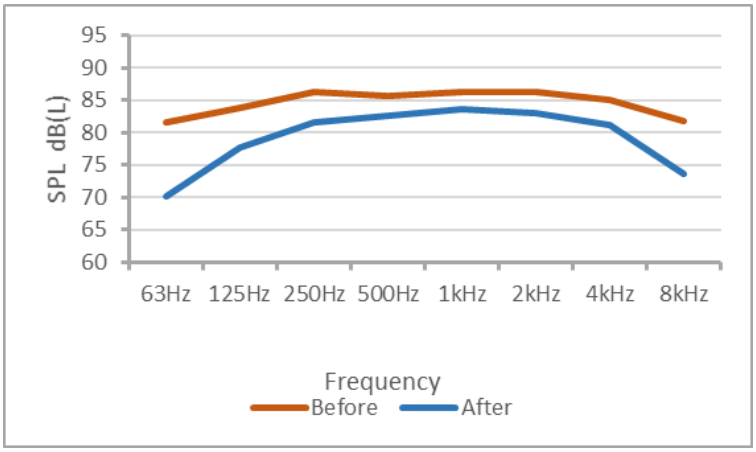
واحد	ایستگاه	نوع روش مداخله‌ای	تراز معادل فشارصوت قبل از مداخله (dBA)	تراز معادل فشارصوت بعد از مداخله (dBA)	شاخص کاهش صدا (dBA)*
پرس‌کاری	پرس ۶۳ تن	نصب لرزه‌گیر زیر دستگاه، نصب پانل آکوستیک در سقف و پانل جاذب در دیوار مشترک با سالن مونتاژ و نصب پانل جاذب در دیوارهای مجاور اپراتورهای پرس	۹۰/۵۷	۸۳	۷/۵۷
	پرس ۶۳ تن		۹۲/۶۳	۸۴	۸/۶۳
	پرس ۶۳ تن		۸۷/۱۷	۸۴	۳/۱۷
	پرس ۶۳ تن		۹۲/۳	۸۶	۶/۳۰
	پرس ۲۵ تن		۸۷/۴۸	۸۴	۳/۴۸
	ایستگاه شاخص‌محیطی**		۸۵/۲۰	۷۹	۶/۲۰
مونتاژ	والس و جوش	نصب صفحات پلیمری روی سطح میزها	۸۵/۸۷	۸۳	۲/۸۷
تولید مایع	اتاق کنترل	اصلاح در و پنجره‌های اتاق کنترل و اجرای کف شناور	۸۶/۵۰	۶۹/۷۰	۱۶/۸۰
	پمپ	نصب کابین فلزی با سطح داخلی جاذب فوم الاستومری	۸۵/۶۶	۸۱/۳۰	۴/۳۶
بطری‌سازی	تتراپک X2	نصب سقف فولاد گالوانیزه و لایهٔ جاذب الاستومری در اتاقک کابین	۹۱/۸۰	۸۲/۳۰	۹/۵۰
	تتراپک X6		۸۳/۸۰	۸۲/۰۰	۱/۸۰
	ردیف‌کن	ساخت و نصب اتاقک آکوستیک	۸۸/۹۰	۷۹/۰۰	۹/۹۰
تأسیسات	اتاق کنترل	اصلاح در و پنجره‌های اتاق کنترل	۸۶/۰۰	۶۹/۵۰	۱۶/۵۰
	مشعل	فوم الاستومری نصب کابین فلزی با سطح داخلی جاذب	۸۶/۷۸	۷۵/۵۰	۱۱/۲۸

* شاخص کاهش صدا = تراز معادل فشار صوت بعد از مداخله، تراز معادل فشار صوت قبل از مداخله

** ایستگاه شاخص محیطی در سه نقطهٔ مرکز سالن انتخاب شده است.

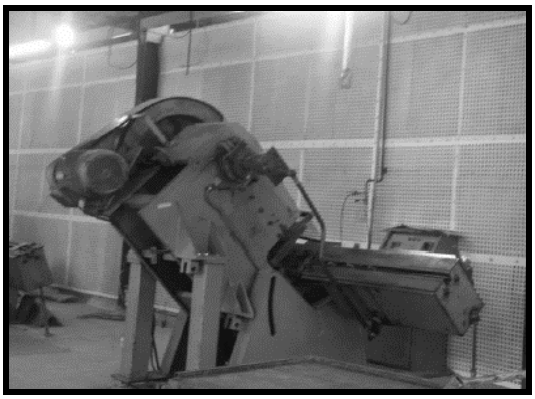


شکل ۱ـ آنالیز فرکانس یک اکتاوباند قبل و بعد از انجام اصلاحات اتاقک دستگاه تولید بطری (تتراپک)



شکل ۲ـ آنالیز فرکانس یک اکتاوباند قبل و بعد از انجام مداخله کنترل صدا و ارتعاش در سالن پرس

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]





شکل ۳ـ نمونهٔ مداخلات کنترل صدا؛ سمت راست اتاقک بطری‌ردیف‌کن، سمت چپ پانل جاذب صوت دیواری سالن پرس





شکل ٤ـ نمونهٔ مداخلات کنترل صدا در اتاق کنترل واحد تولید؛ سمت راست بعد از اصلاح و سمت چپ قبل از اصلاح

جدول ۲ـ میزان شاخص هزینه‌اثربخشی مداخلات کنترل فنی صدا

واحد	روش مداخله‌ای	میزان هزینه (میلیون ریال)	تعداد کارگران*	جمع کاهش دوز صدا** (٪)	شاخص هزینه‌اثربخشی	شاخص هزینه‌فایده
پرس‌کاری	نصب لرزه‌گیر زیر دستگاه نصب پانل جاذب در سقف نصب پانل جاذب در دیوارها	۵۰۲	۳۹	۸۲۱۱	۶/۱۱	۰/۷۰
مونتاژ	اصلاح رویهٔ میزها	۳۵	۶۰	۳۵۴۰	۹/۸۹	۰/۰۳
تولید مایع	اصلاح اتاق کنترل نصب کابین روی پمپ‌ها	۹۰	۱۰	۱۱۲۰	۸/۰۴	۰/۶۰
بطری‌سازی	اصلاح اتاقک کابین تتراپک ساخت اتاقک بطری‌ردیف‌کن	۱۲۵	۲۸	۴۶۱۶	۲/۷۱	۰/۲۴
تأسیسات	اصلاح اتاق کنترل نصب کابین روی مشعل	۵۰	۶	۸۳۴	۵/۹۹	۰/۴۵
کل	–	۸۰۲	۱۴۳	۱۸۳۲۱	۴/۳۸	۰/۳۴

* تعداد کارگران در سه شیفت کاری

** در ایستگاه‌های شاخص مواجههٔ کارگران

اجرای هریک از اقدامات مداخله‌ای صورت‌گرفته، هزینه‌هایی دربر داشته و میزان کاهش تراز فشار صوت نیز با توجه به نوع روش مداخله متفات بوده است. یکی از راه‌های ارزیابی اقتصادی اقدامات کنترل عوامل زیان‌آور، محاسبهٔ شاخص هزینه‌اثربخشی[1] آن‌هاست. در یک سو، هزینه‌اثربخشی وابسته به میزان هزینه‌های صرف‌شده برای اقدام مداخله‌ای و در سوی دیگر میزان تأثیر اقدامات است. در اینجا هزینه‌ها به‌ازای کاهش هر یکصد درصد دوز برای هر نفر محاسبه می‌گردد. برای مثال برای سالن بطری‌سازی که در آن برای دو شیفت مجموعاً ۲۸ نفر در سه شیفت مشغول کار هستند، تراز معادل از ۹۱/۸

1 . Cost Effectiveness

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

به ۸۲/۳ دسی‌بل کاهش یافته است و طبق محاسبات انجام‌شده براساس ایستگاه‌های شاخص مندرج در جدول ۱ شاخص NCCE به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$NCCE = \frac{125}{4.25 \times 28} = 2.71$$

این بدان معناست که به‌ازای کاهش هر یکصد واحد (درصد) دوز صدا ۳/۷میلیون ریال (۲۷۰هزار تومان) هزینه شده است. با استفاده از این شاخص می‌توان هزینهٔ بهسازی در واحدهای مختلف را با هم مقایسه نمود و درصورت محدود بودن منابع مالی، آن‌ها را برای اقدام کنترل اولویت‌بندی کرد. در این مقاله، شاخص هزینه‌فایده محاسبه گردید که نشان داد کل هزینهٔ مستقیم انجام‌شده برای این پروژه در واحد پرس‌کاری حدود ۵۰۲میلیون ریال بوده و با توجه به اینکه تعداد افرادی که از شرایط غیرمجاز خارج شده‌اند، ۱۳ نفر در سه شیفت بوده، متوسط شاخص هزینه‌فایدهٔ کلی ۰/۷۰میلیون ریال به‌ازای هر نفر در دورهٔ یک‌ساله بوده است که بدان معناست این هزینه نسبت پرداخت به بیمه‌گر به‌ازای هر سال بازنشستگی زودتر، معادل ۰/۷۰ است؛ یعنی در این کارخانه کنترل صدا درواقع سرمایه‌گذاری سودآوری بوده؛ زیرا هزینهٔ آن ظرف حدود ۸ ماه برگشته و ضمن اینکه سلامت کارگران نیز برای سال‌های آتی خدمت تأمین و از هزینه‌های بیشتر نیز پیشگیری شده است. در جدول ۲ شاخص‌های هزینه‌اثربخشی و هزینه‌فایده اقدامات مداخلات فنی در هر واحد ارائه گردیده است.

بحث

هدف از مطالعهٔ حاضر ارزیابی و اجرای مداخلات مهندسی جهت کاهش مواجههٔ شغلی با صدا در واحدهای مختلف کارخانهٔ روغن‌سازی در استان خوزستان بود. به‌طور کلی کنترل صدا در صنایع یکی از اولویت‌های مهم بهداشتی بوده و اغلب مستلزم اعمال کنترل‌های مهندسی است. (۲۳) برای کنترل صدا با هدف کاهش اثرات می‌توان از دو رویکرد کنترل مدیریتی و کنترل فنی استفاده کرد. کنترل فنی شامل کنترل صدا در منبع، در مسیر و محیط انتشار و نهایتاً کنترل صدا در محل دریافت‌کننده است. هرچند کنترل صدا در منبع بیش از هر روش دیگری توصیه شده، اغلب موارد به‌صورت توأم نیاز به کنترل صدا در محیط انتشار و در محل دریافت‌کننده (کارکنان) نیز ضروری است. (۲۸) در این مطالعه، بنابه اولویت، از روش‌های مداخله‌ای اصلاح و ساخت اتاقک برای دستگاه‌های تولید بطری (تتراپک) و بطری‌ردیف‌کن در سالن بطری‌سازی استفاده گردید. پس از بررسی‌هایی که در این واحد انجام گردید، مشخص شد که در این واحد کنترل صدای محیطی اولویت ندارد و مشکلات این واحد مربوط به اشکالات فنی و ناقص بودن اتاقک کابین دستگاه‌های تترا پک و نبود اتاقک برای بطری‌ردیف‌کن بوده است. تکمیل جداره‌ها با ورق فولادی و اصلاح فنی برای کنترل نشتی صدا در اتاقک‌های تتراپک، تراز فشار صوت را تا ۹/۵ دسی‌بل مطابق شکل ۱ کاهش داده و مواجههٔ کارگران را به زیر ۸۲ دسی‌بل رساند. همچنین ساخت و نصب اتاقک ساده با جدارهٔ فولادی و در و پنجرهٔ UPVC (شکل ۳) توانست حدود ۱۰ دسی‌بل صدای بطری‌ردیف‌کن را کاهش دهد و مواجهه را به زیر ۷۹ دسی‌بل برساند. سوابق مطالعات مشابه حاکی از انتخاب درست روش و مصالح برای کنترل صدا با عنایت به صرفه‌جویی و کاهش هزینه است؛ به‌طوری که سردرودی و همکاران نیز در بررسی خود بیان کردند زمانی که میزان کاهش صدای بیش از ۱۰دسی‌بل در منبع مدنظر باشد، می‌توان از روش‌های محصورسازی و اتاقک‌سازی استفاده نمود. (۲۹) زیچوسکی در تحقیق خود اتاقکی را با استفاده از ورق فولادی طراحی نمود که با لایهٔ داخلی فوم پوشانده شده بود. علت این امر آن بود که ورق از فولاد دارای ویژگی‌های میرایی بسیار کم است. (۳۰) نتایج تجربی تأیید کرده که در شرایطی که عملکرد عایق بالا مورد نیاز است، ساندویچ پانل را که دارای جرم کافی و میرایی بالا است، می‌توان ترجیح داد. (۳۱). تادیو و کوکو نیز براساس نتایج تجربی، افت انتقال دیواره‌های عایق را در حالات مختلف تعیین کرده‌اند و بیشتر بر قانون جرم و نقش فرکانس و استفاده از لایهٔ جاذب در جدار داخلی کابین تأکید داشته‌اند. (۳۰ـ۳۱) Seddeq در پژوهش خود به بررسی عوامل مختلف و تأثیر آن‌ها در مواد فیبری بر روی ضریب جذب صوتی پرداخته است. این بررسی نشان می‌دهد که چگالی کمتر از مادهٔ جاذب نتیجهٔ بهتری در فرکانس‌های پایین تر از ۵۰۰ هرتز و چگالی‌های بالاتر عملکرد بهتری در فرکانس‌های بالاتر از ۲۰۰۰ هرتز دارد. (۳۲) در مطالعهٔ وانگ و همکاران نیز مشخص گردید جاذب با چگالی بالاتر می‌تواند توانایی جذب بهتر صدا و افت انتقال صدا داشته باشد. (۳۳) علی‌آبادی و همکاران در مقالهٔ خود تصدیق کردند که اجرای کابین آکوستیک کارآمدترین مداخلهٔ عملی برای کنترل مواجهه با صدا برای کسانی است که عملیاتی ازجمله بازرسی محصول یا نظارت بر ماشین‌آلات به‌صورت تمام‌وقت را برعهده

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

دارند. (۳۴) دپارتمان ایمنی و بهداشت انگلستان نیز از پانل‌های الاستیک از جنس پلی وینیل کلراید در اطراف یک دستگاه پرس ضربه‌ای برای محصورسازی استفاده کرد. (۳۵) یکی دیگر از مداخلات صورت‌گرفته در این واحد استفاده از درزگیر و چسب سیلیکون بود تا تمام منافذ نشتی صدا مسدود گردد. طبق راهکارهای ارائه‌شده در راهنمای کنترل صدا، نصب اتاقک آکوستیک می‌تواند روشی مناسب در کنترل صدای منابع صنعتی باشد و استفاده از ورق فولادی نیز به‌عنوان لایهٔ اصلی مورد تأیید ISO 15667 است (۳۶) که در این پژوهش نیز به‌خوبی استفاده شده است. همان‌گونه که در جدول ۱ و شکل ۲ و ۳ مشاهده می‌شود، اقدامات کنترلی انجام‌شده در سالن پرس‌کاری نیز تأثیر مطلوبی در کاهش تراز معادل فشار صوت داشته است که این اقدامات شامل نصب لرزه‌گیر زیر دستگاه، پانل آکوستیک در سقف و دیوارها بوده است. از نظر صنعتی، منشأ وجود صدا در تجهیزات، به چند عامل ازجمله ماهیت ساختاری و مکانیکی دستگاه، میزان استهلاک قطعات مکانیکی، عملکرد و نگه‌داری نامناسب ماشین‌آلات، فوندانسیون ضعیف و ارتعاشات آن بستگی دارد (۳۷)؛ لذا یکی از مداخلاتی که منجر به حصول نتیجه گردید، نصب لرزه‌گیر الاستومری در محل پایهٔ پرس‌ها به‌منظور کاهش ارتعاشات بود که طبق شکل ۲ سبب کاهش تراز فشار صوت در محدودهٔ فرکانسی پایین شده است. علاوه‌بر این، استفاده از عایق پشم سنگ نیز تأثیر بسزایی در کاهش تراز فشار صوت دارد. گلمحمدی و همکاران نیز در مطالعهٔ خود برای ساخت محصورکننده‌های آکوستیکی در صنایع مختلف عمدتاً از ورق‌های فولادی، پشم سنگ تخته‌ای، فوم پلی اورتان و ورق‌های آهن پانچ‌شده استفاده کردند. (۳۸) در تحقیق فروهرمجد و همکاران نیز بهترین ماده را برای افت انتقال در سقف پشم سنگ و نمد معرفی کردند. (۳۹) در سالن مونتاژ هرچند مشکل اساسی وجود نداشت، منابع صدای آن عمدتاً مربوط به انتقال صدا از سالن پرس و برخورد قوطی‌های فلزی به سطح میزها بود. مسدود شدن سطوح باز بین این دو سالن تاحدی سبب کاهش صدای سالن مونتاژ گردید و استفاده از لایهٔ پلیمری بر روی میزها نیز سبب کاهش تراز معادل فشار صوت شد. از نظر مبنایی، مؤثرترین روش برای کاهش صدای صنعتی مداخلهٔ مستقیم در مکانیک یا فناوری منبع صداست. (۴۰) با این حال، این گزینه در اکثر موارد در تجهیزات صنعتی امکان‌پذیر نیست و مستلزم مداخلات در زمینهٔ محصورسازی یا اتاقک‌سازی در محل منبع به‌منظور کنترل انتشار انرژی صوتی است.

نمونه‌هایی از چنین مداخلات عبارت‌اند از: محصور کردن کل یا جزئی از منبع صدا، قرار دادن موانع صوتی بین منبع صدا و گیرنده، نصب جاذب‌های صوتی در محل منبع، نصب انباره‌ها (مافلر و سایلنسر) بر روی منبع است. (۱۹، ۴۱ـ۴۲) اقدام مداخله‌ای انجام‌شده در این مطالعه درخصوص پمپ‌ها و مشعل دیگ بخار طراحی و ساخت اتاقک با شرایط جابه‌جایی طبیعی هوا بوده است. کابین مذکور دارای لایه‌بندی ساده شامل جدارهٔ فولادی و سطح داخلی فوم الاستومری با سطح تخم‌مرغی بوده است. محفظه‌های نصب‌شده روی پمپ‌ها بیش از ۴ دسی‌بل و در مشعل بیش از ۱۱ دسی‌بل کاهش صدا را به‌دنبال داشته است. مطالعات مشابه و تجربیات نویسندگان این مقاله به‌طور مکرر اثربخشی این روش را برای کنترل صدا معلوم کرده است. نصیری و همکاران نیز در پژوهشی اثر محصورسازی منابع مولد صدا را بر کاهش تراز فشار صوت در مناطق نفتی لاوان مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، مشخص شد که محصورسازی می‌تواند تراز فشار صدا را در پمپ واحد تولید کاهش دهد؛ اما باید به محدودیت‌هایی که روش محصورسازی دارد، توجه شود. (۲۲) در تحقیق اندرس و همکار به‌منظور کاهش صدای پمپ‌ها، مشخص شد که استفاده از یک طرح کنترلی شامل یک محفظه به‌طور مناسبی صدا را تاحد مطلوبی کاهش می‌دهد. (۴۳) نتایج مطالعه‌ای که گلمحمدی و همکاران درخصوص میزان مواجهه و تراز فشار صوت ۴ نوع پمپ مختلف و همچنین بررسی روش‌های کنترل آن در واحد ایزوماکس پالایشگاه نفت انجام دادند، حاکی از آن بود که تراز فشار وزنی و بیشترین صوت حاصل از این منابع بالاتر از حد مجاز بوده و بهترین اقدام کنترلی آن نصب محفظه اطراف منابع صداست. (۴۴) ازجمله مصالحی که در محصورسازی منابع صوتی استفاده شده، می‌توان به ورق‌های فولادی با ضخامت‌های مختلف، چوب، نئوپان، پشم سنگ و عایق‌های ساندویچی مرکب از ورق فولاد، فوم پلی اورتان و سطح داخلی ورق پانچ اشاره کرد. (۳۷ـ۳۸، ۴۴) یکی از راه‌حل‌های فنی برای کنترل صدا، بهسازی و رفع عیوب آکوستیکی اتاق‌های کنترل موجود است. در صنعت مورد بررسی دو باب اتاق کنترل کارکنان در واحد تولید مایع و تأسیسات موجود بود که از نظر تعداد، ابعاد و جنس پنجره‌ها اشکالات اساسی داشت و درها نیز درمقابل منابع صدا احداث شده بود. در این طرح، با کاهش ابعاد و تعداد پنجره‌ها و تعویض آن‌ها با پنجره‌های دوجدارهٔ UPVC و همچنین جایگزینی درها با همان نوع (شکل ۴)، با هزینهٔ اندک تراز معادل فشار

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

صوت بیش از ۱۶ دسی‌بل در محل شنونده داخل اتاق‌ها کاهش یافت. روش‌های کنترل صدا علاوه‌بر کارایی فنی و توجیه علمی، باید با درنظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی اعمال گردد. با توجه به هزینه‌های روش‌های فنی کنترل صدا، ضروری است که طراح قبل از اجرای طرح جنبه‌های اقتصادی شامل هزینه‌اثربخشی و حتی هزینه‌فایده را برآورد کند تا کارفرما بتواند علاوه‌بر اطلاع از نتایج فنی کار، با درنظر گرفتن ملاحظات اقتصادی، اجرای طرح را بودجه‌بندی نماید. (۴۵ـ۴۸) چنانچه با استفاده از روش‌های کم‌هزینه‌تر، تراز فشار صوت به حد مجاز کاهش داده شود، نیازی به صرف هزینه‌های بالا نیست. (۴۹) در این مطالعه، جنبهٔ اقتصادی طرح‌های کنترل فنی در واحدهای مختلف و مجموع آن در شرکت مذکور در جدول ۲ آمده است. طبق جدول مذکور در دو سالن پرس‌کاری و بطری‌سازی که بالاترین هزینه انجام شده است، شاخص هزینه‌اثربخشی حدود ۶میلیون ریال به‌ازای هر یکصد واحد کاهش دوز مواجهه با صدا و شاخص هزینه‌فایده به‌ترتیب ۰/۷ و ۰/۲۴ بوده که کاملاً در محدودهٔ قابل قبولی است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعهٔ حاضر تأکید کرد که انتخاب درست روش و مصالح برای کنترل صدا نه‌تنها منجر به تأمین سلامت پرسنل می‌شود، بلکه در طولانی‌مدت نیز باعث صرفه‌جویی و کاهش هزینه می‌گردد. بررسی‌ها نشان داد تمام اقدامات کنترلی انجام‌شده در واحدهای مختلف در این مطالعه منجر به کاهش چشمگیر تراز معادل فشار صوت گردید و با بررسی صورت‌گرفته توسط شاخص هزینه‌اثربخشی و شاخص هزینه‌فایده نیز روشن شد که به‌رغم هزینهٔ بالایی که در برخی واحدها صورت گرفته، این شاخص‌ها کاملاً در محدودهٔ قابل قبولی قرار دارند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب طرح ارتباط با صنعت طی قرارداد با دانشگاه علوم پزشکی همدان صورت گرفته است. در اینجا لازم می‌دانیم از مدیریت و کارشناسان محترم صنعت مذکور به‌سبب ایفای مسئولیت در اجرای طرح دانشگاه علوم پزشکی همدان و همچنین آقای دکتر علی‌اکبر فضائلی، استادیار اقتصاد سلامت، جهت مشاوره در تدوین شاخص‌های اقتصادی سپاس‌گزاری کنیم.

References

1. Monazzam MR, Golmohammadi R, Nourollahi M, Momen Bellah Fard S. Assessment and control design for steam vent noise in an oil refinery. Journal of Research in Health Sciences. 2011; 11(1): 14-9.
2. Nasir H, Rampal K. Hearing loss and contributing factors among airport workers in Malaysia. The Medical journal of Malaysia. 2012; 67(1): 81-6.
3. Shirali G, Hosseinzadeh T, Dibeh Khosravi A, Rasi H, Moradi MS, Karami E, et al. Integration of human information processing model and SHERPA technique in the analysis of human errors: A Case Study in the control room for the petrochemical industry. Iran Occupational Health. 2017; 14(1): 1-11.
4. Beheshti MH, Koohpaei A, Mousavian Z, Mehri A, Zia GH, Tajpour A, et al. The effect of sound with different frequencies on selective attention and human response time. Iran Occupational Health. 2018; 15(3).
5. Agrawal Y, Niparko JK, Dobie RA. Estimating the effect of occupational noise exposure on hearing thresholds: the importance of adjusting for confounding variables. Ear and hearing. 2010; 31(2): 234-7.
6. Ahmadi Kanrash F, Alimohammad I, Abolaghasemi J, Rahmani K. A Study of Mental and Physiological Effects of Chronic Exposure to Noise in an Automotive Industry. Iranian Journal of Ergonomics. 2019; 7(1): 54-62.
7. Dube KJ, Ingale LT, Ingale ST. Hearing impairment among workers exposed to excessive levels of noise in ginning industries. Noise and Health. 2011; 13(54): 348.
8. Mohammadpour H, Najarkola SAM, Jalali M, Asl AH, Rahmati A. GIS-Based Noise and Hearing Loss Screening in Publishing Factory. Health scope. 2013; 2(3): 156-61.
9. Gomohamadi R. Npise & vibration engineering in industries & environment. 7, editor. hamedan: daneshju; 2016.
10. Attarchi M, Dehghan F, Safakhah F, Nojomi M, Mohammadi S. Effect of exposure to occupational noise and shift working on blood pressure in rubber manufacturing company workers. Industrial health. 2011: 1203250128-.
11. Stokholm ZA, Hansen ÅM, Grynderup MB, Bonde JP, Christensen KL, Frederiksen TW, et al. Recent and long-term occupational noise exposure and salivary cortisol level. Psychoneuroendocrinology. 2014; 39: 21-32.
12. Golmohamadi R. Noise & vibration engineering. 8 th ed: DaneshjooPress.; 2019.
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): 262-72.
14. Goelzer B, Hansen CH, Sehrndt GA. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control/

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

Press; 2002.
29. Amjad-Sardrudi H, Dormohammadi A, Golmohammadi R, Poorolajal J. Effect of noise exposure on occupational injuries: a cross-sectional study. Journal of research in health sciences. 2012; 12(2): 101-4.
30. Dziechciowski Z. Selection of Plate Components of Operator's Cabin Walls in Aspect of Thermal Insulation and Transmission Loss. Archives of Acoustics. 2011; 36(1): 109-19.
31. Kuku R, Raji N, Bello T. Development and performance evaluation of sound proof enclosure for portable generators. Res J of Appl Sci. 2012; 4: 2600-3.
32. Seddeq HS. Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2009; 3(4): 4610-7.
33. Wang C-N, Wu C-H, Wu T-D. A network approach for analysis of silencers with/without absorbent material. Applied Acoustics. 2009; 70(1): 208-14.
34. 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. 2014; 14(2): 157-62.
35. Flexible Pvc Enclosure Of Automatic Punch Presses. Http://wwwHseGovUk/Noise/Casestudies/Soundsolutions/PunchpressesHtm
36. ISO 15667, Acoustics, Guidelines for noise control by enclosures and cabins. Geneva: International Standard Organization; 2000.
37. Monazzam M, Golmohammadi R, Nourollahi M, Nezafat A. Noise characteristics of pumps at Tehran's oil refinery and control module design. Biological Sciences-PJSIR. 2009; 52(3): 167-72.
38. Golmohammadi R, Aliabadi M, Darvishi E. Enclosure design for noise control of air blower in the typical steel industry. Iran Occupational Health. 2014; 11(2): 1-12.
39. Forouhar-Majd F, salehian J, MohamadiZ. The effect of acoustic chamber on noise reduction of air pump device. 9th National Congress of Health and Safety wirk; 2015.
40. Bies David A, Colin H. H. Engineering Noise Control: Theory And Practice. 4 ed. New York: Spon Press; 2009.
41. Abbasi M, Monazzam Esmaielpour M, Akbarzadeh A, Zakerian SA, Ebrahimi MH. Investigation of the effects of wind turbine noise annoyance on the sleep disturbance among workers of Manjil wind farm. Health and safety at work. 2015; 5(3): 51-62.
42. Sekhavati E, Mohammadi ZM, Mohammad FI, Faghihi ZA. Prioritizing Methods of Control and Reduce Noise Pollution in Larestan Cement Factory Using Analytical Hierarchy Process (AHP). Toloo-E-Behdasht 2014; 13(2): 156-67.
43. Endres WJ, MD R. Study of Noise Reduction from edited by Berenice Goelzer, Colin H. Hansen, Gustav A. Sehrndt; 2001.
15. Hojati M, Golmohammadi R, Aliabadi M. Determining the noise exposure pattern in a steel company. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2016; 2(4): 1-8.
16. Forouharmajd F, Shabab M. Noise Pollution Status in a Metal Melting Industry and the Map of Its Isosonic Curve. Jundishapur Journal of Health Sciences. 2015; 7(4).
17. Pourabdiyan S, Ghotbi M, Yousefi H, Habibi E, Zare M. The epidemiologic study on hearing standard threshold shift using audiometric data and noise level among workers of Isfehan metal industry. Koomesh. 2009; 10(4): 253-60.
18. Awad I. The global economic crisis and migrant workers: Impact and response. International Labour Organization; 2009.
19. Occupational Safety and Health Service, Guidelines for the management of work in extremes of temperature. First Edition ed. newzealand, department of labor 1997.
20. Golmohammadi R, Moazaz F, Aliabadi M. The noise control prioritizing index in a tire manufacturing company. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2017; 4(3): 41-8.
21. Monazzam M, Farhang DS, Nassiri P, Jahangiri M. Determination of the Dominant Noise Source in an Air Production Plant of a Petrochemical Industry and Assessing the Effectiveness of its Enclosing; 2015.
22. Nassiri P, Zare M, Golbabaei F. Evaluation of noise pollution in oil extracting region of Lavan and the effect of noise enclosure on noise abatement. Iran Occupational Health. 2007; 4(3): 49-56.
23. Aliabadi M. Noise control of feed water pumps in a thermal power plant. Iran occupational health. 2017; 14(1): 92-81.
24. noise control in ventilation systems.https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?ID=4480.
25. Harandi. Sound Control in the Physic Lab in the Polyacryl Company and Studying the Noise Reduction By Means of Different Absorbents. Journal Audiology. 1999; 7(1): 151-5.
26. Aliabadi M, Golmohammadi R, Oliae M, Shahidi R. Study of noise absorption characteristics for current building materials applied in industrial and office rooms. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2016; 3(3): 32-9.
27. Golmohammadi R, Aliabadi M, Shahidi R. Comparison of Static Wave Ratio and transfer Function Method in Determining the Sound Absorption Coefficient of Materials. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2018; 5(2): 1-11.
28. Barron RF. Industrial noise control and acoustics: CRC

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

a Vacuum Cooling System. Michigan Technological University. Available from: http://wwwmemtuedu/courses/meem4704/project/spring04/vacuum_cooling_presentationpdf. 2004.
44. Golmohammadi R, Monazzam MR, Nourollahi M, Nezafat A, Momen Bellah Fard S. Evaluation of noise propagation characteristics of compressors in tehran oil refinery center and presenting control methods. Journal of research in health sciences. 2010; 10(1): 22-30.
45. Ramesh A, Suman Rao PN, Sandeep G, al. e. Efficacy of a Low Cost Protocol in Reducing Noise Levels in the Neonatal Intensive Care Unit, Indian Journal of Pediatrics; 2009.
46. Oertli J. The STAIRRS project, work package 1: a cost-effectiveness analysis of railway noise reduction on a European scale. Journal of Sound and Vibration 2003; 267: 431-7.
47. Brons M, Nijkamp P, Pels E, Rietveld P. Railroad noise: economic valuation and policy. Transportation Research Part D. 2003; 8: 169-84.
48. Ghaderi H, Shafiei H, Ameri H, R. V-NM. Cost-effectiveness of home care and hospital care for stroke patients. Journal of Health Management 2013; 4(3,4): 7-15.
49. Safari Variani A, Ahmadi S, Zare S, Ghorbanideh M. Water pump noise control using designed acoustic curtains in a residential building of Qazvin city. Iran Occupational Health. 2018; 15(1): 126-34.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]